POROČILO
O VPLIVIH NA OKOLJE

PODALJŠANJE OBRATOVALNE DOBE NEK S 40 NA 60 LET - NUKLEARNA ELEKTRARNA KRŠKO D.O.O.

Št.: 100820-dn

Ljubljana, oktober 2021, dopolnitev 8. 11. 2021, 10. 1. 2022

E-NET OKOLJE d.o.o. | Linhartova cesta 13 | SI-1000 Ljubljana | Slovenija
t +386 (0)1 2321 360 | f +386 (0)1 2321 361 | e info@e-net-okolje.si

Okrožno sodišče v Ljubljani | št. vl.: 1/41584/00 | osnovni kapital: 8.750,00 EUR | MŠ: 2084589 | ID DDV: SI 19926987 | TR: IBAN SI56 3000 0000 0966 932 (Sberbank banka d.d.)

NASLOV:	**POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA PODALJŠANJE OBRATOVALNE DOBE NEK S 40 NA 60 LET - NUKLEARNA ELEKTRARNA KRŠKO D.O.O.**
DATUM:	**oktober 2021, dopolnitev 8. 11. 2021, 10. 1. 2022**
ŠTEVILKA:	**100820-dn**
NAROČNIK:	**IBE d.d.** **Hajdrihova ulica 4, 1000 Ljubljana**
Naročilo:	**Pogodba št. 9K-104/20-B056/298A**
IZDELOVALEC:	**E-NET OKOLJE d.o.o.** **Linhartova cesta 13, 1000 Ljubljana**
Direktor:	**Jorg Jurij Hodalič**
Vodja izdelave poročila:	**dr. Domen Novak, dipl. san. inž.**
NOSILEC POSEGA:	**Nuklearna elektrarna Krško d.o.o.** **Vrbina 12, 8270 Krško**
Oseba, odgovorna za izvedbo posega pri nosilcu posega:	**Stanislav Rožman, Predsednik uprave NEK** **Saša Medaković, Član uprave NEK**

E-NET OKOLJE
E-NET OKOLJE d.o.o.
Linhartova cesta 13
SI-1000 Ljubljana, Slovenija

SODELUJOČI PRI IZDELAVI POROČILA:

mag. Jorg Hodalič, univ. dipl. biol.

E-NET OKOLJE d.o.o.
Linhartova cesta 13, 1000 Ljubljana

- (zakonodaja)



Manca Magjar, univ. dipl. ekolog.

E-NET OKOLJE d.o.o.
Linhartova cesta 13, 1000 Ljubljana

- (tla, odpadki)



dr. Gregor Omahen, univ. dipl. fiz.

ZVD Zavod za varstvo pri delu d.o.o. | Chengdujska cesta 25, 1260 Ljubljana

- (ionizirajoče sevanje)



mag. Martin Žerdin, univ. dipl. biol.

Aquarius d.o.o.
Cesta Andreja Bitenca 68, 1000 Ljubljana
(narava, dodatek za naravo)



dr. Maja Sopotnik, univ. dipl. biol.

Aquarius d.o.o.
Cesta Andreja Bitenca 68, 1000 Ljubljana

- (narava, dodatek za naravo)



Helena Lap, univ. dipl. inž. kraj. arh.

IBE, d.d., svetovanje, projektiranje in inženiring
Hajdrihova ulica 4, 1001 Ljubljana

- (krajina, kulturna dediščina)



mag. Boštjan Duhovnik, univ. dipl. inž. str.

IBE, d.d., svetovanje, projektiranje in inženiring
Hajdrihova ulica 4, 1001 Ljubljana

- (tehnologija)

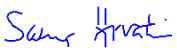


mag. Samo Hrvatin, univ. dipl. inž. str.

IBE, d.d., svetovanje, projektiranje in inženiring

Hajdrihova ulica 4, 1001 Ljubljana

(jedrska tehnologija in jedrska varnost)



dr. Andrej Širca, univ. dipl. inž. grad.

IBE, d.d., svetovanje, projektiranje in inženiring

Hajdrihova ulica 4, 1001 Ljubljana

(poplavna varnost in toplotna onesnaženost voda)



dr. Franc Sinur, univ. dipl. inž. grad.

IBE, d.d., svetovanje, projektiranje in inženiring

Hajdrihova ulica 4, 1001 Ljubljana

(potresna varnost)



Dr.sc. Vladimir Jelavić, dipl. inž. stroj.

EKONERG d.o.o., institut za energetiku i zaštitu okoliša

Koranska 5, 10000 Zagreb

- (zrak, vode, podnebne spremembe)



Gabrijela Kovačić, dipl. kem. inž., univ. spec. oecoing.

EKONERG d.o.o., institut za energetiku i zaštitu okoliša

Koranska 5, 10000 Zagreb

- (vode, podnebne spremembe)



Brigita Masnjak, dipl. kem. inž., univ. spec. oecoing. , PR

EKONERG d.o.o., institut za energetiku i zaštitu okoliša

Koranska 5, 10000 Zagreb

- (čezmejni vplivi)



Elvira Horvatić Viduka, dipl. inž. fiz.

EKONERG d.o.o., institut za energetiku i zaštitu okoliša

Koranska 5, 10000 Zagreb

- (podnebne spremembe)



Veronika Tomac, dipl. inž. kem. tehn.

EKONERG d.o.o., institut za energetiku i zaštitu okoliša

Koranska 5, 10000 Zagreb

- (podnebne spremembe)

Filip Opetuk, mag. ing. mech.

EKONERG d.o.o., institut za energetiku i zaštitu okoliša

Koranska 5, 10000 Zagreb

- (zrak, hladilni stolpi)

Iva Švedek, dipl. kem. inž., univ. spec. oecoing.

EKONERG d.o.o., institut za energetiku i zaštitu okoliša

Koranska 5, 10000 Zagreb

- (toplogredni plini)

mr. sc. Mirela Poljanac, dipl. inž .kem. tehn.

EKONERG d.o.o., institut za energetiku i zaštitu okoliša

Koranska 5, 10000 Zagreb

- (zrak)

Maja Jerman Vranić, dipl. inž. kem. MBACon

EKONERG d.o.o., institut za energetiku i zaštitu okoliša

Koranska 5, 10000 Zagreb

- (QA/QC, in zrak)

Prof. emeritus Božidar Biondić, dipl. inž. geol.

Zunanji sodelavec - EKONERG d.o.o., institut za energetiku i zaštitu okoliša

Koranska 5, 10000 Zagreb

- (podzemne vode)

Prof. dr. sc. Ranko Biodić, dipl. inž. geol.

Zunanji sodelavec - EKONERG d.o.o., institut za energetiku i zaštitu okoliša

Koranska 5, 10000 Zagreb

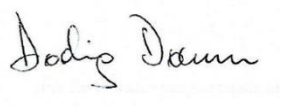
- (podzemne vode)

dr. Damir Dodig, univ. dipl. med.

Zunanji sodelavec - EKONERG d.o.o., institut za energetiku i zaštitu okoliša

Koranska 5, 10000 Zagreb

- (čezmejni vplivi, vpliv na zdravje ljudi)



Prof. dr. sc. Davor Grgić, dipl. inž. elekt.

Zavod za visoki napon i energetiku,

Fakultet elektrotehnike i računarstva (FER) – Sveučilište u Zagrebu

- (čezmejni vplivi)



Izv. prof. dr. sc. Siniša Šadek, dipl. inž. elekt.

Zavod za visoki napon i energetiku,

Fakultet elektrotehnike i računarstva (FER) – Sveučilište u Zagrebu

- (čezmejni vplivi)



Dr. sc. Paulina Dučkić, dipl. inž. elekt.

Zavod za visoki napon i energetiku,

Fakultet elektrotehnike i računarstva (FER) – Sveučilište u Zagrebu

- (čezmejni vplivi)



dr. Marija Zlata Božnar, univ. dipl. inž. el.

MEIS storitve za okolje d.o.o.

Mali Vrh pri Šmarju 78, 1293 Šmarje - Sap

- (čezmejni vplivi)



dr. Primož Mlakar, univ. dipl. inž. el.

MEIS storitve za okolje d.o.o.

Mali Vrh pri Šmarju 78, 1293 Šmarje - Sap

- (čezmejni vplivi)



dr. Boštjan Grašič, univ. dipl. inž. el.

MEIS storitve za okolje d.o.o.

Mali Vrh pri Šmarju 78, 1293 Šmarje - Sap

- (čezmejni vplivi)



IZJAVA VODJE IZDELAVE POROČILA

Vodja izdelave poročila:

dr. Domen Novak, dipl. san. inž.

s podpisom potrjujem

- strokovnost poročila,
- resničnost v poročilu navedenih podatkov,
- skladnost vsebin poročila z Uredbo o vsebini poročila o vplivih nameravanega posega na okolje in načinu njegove priprave (UL RS, št. 36/09, 40/17),
- da so bili pri pripravi poročila glede na pravne in tehnične omejitve upoštevani in uporabljeni najnovejša znanstvena dognanja ter ustrezne metode in informacije o drugih relevantnih okoljskih presojah.

Ljubljana, 10. 1. 2022



KAZALO

1. PODATKI O NOSILCU POSEGA IN PREDLOŽENEM POROČILU 35

1.1 UVOD 35
1.2 IZHODIŠČA 36
1.2.1 Varna, zanesljiva in konkurenčna proizvodnja električne energije 36
1.2.2 Jedrska varnost prva prioriteta 37
1.2.2.1 Izredni varnostni pregled (EU stresni testi) 37
1.2.2.2 OSART- Operational safety review team, ki ga izvaja IAEA 37
1.2.2.3 Strokovni pregled WANO leta 2014 in 2018 38
1.2.3 Dolgoročno obratovanje NEK v povezavi z energetsko prihodnostjo Slovenije 38
1.3 NAZIV IN NAMEN POSEGA 39
1.4 OBVEZNOST PRESOJE VPLIVOV NA OKOLJE 40
1.5 NOSILEC POSEGA 41
1.5.1 Nosilec posega 41
1.5.2 Oseba, odgovorna za izvedbo posega pri nosilcu posega 41
1.6 IZDELOVALEC POROČILA 41
1.6.1 Izdelovalec poročila 41
1.6.2 Vodja izdelave poročila 41
1.6.3 Sodelujoči pri izdelavi poročila 41
1.7 PREDMET IN VSEBINA POROČILA 43
1.7.1 Splošno 43
1.7.2 Predmet poročila 43
1.7.3 Obravnavani dejavniki v poročilu 43
1.7.4 Dejavniki, ki v poročilu niso obravnavani 44
1.8 PROSTORSKI AKTI KOT PODLAGA ZA UMESTITEV POSEGA V PROSTOR 44
1.8.1 Prostorski akti 44
1.8.2 Izvlečki določb iz prostorskih aktov (Ureditveni načrt) 45
1.8.3 Podatki o območjih varovanj in omejitev 47
1.8.4 Zahteve, ki izhajajo iz obratovalnih dovoljenj 47
1.8.5 Celovita presoja vplivov na okolje 48

2. VRSTA IN ZNAČILNOSTI POSEGA 50

2.1 SPLOŠNO 50
2.2 LOKACIJA POSEGA 51
2.2.1 Opis lokacije 51
2.2.2 Parcelne številke 53
2.3 VELIKOST / ZMOGLJIVOST POSEGA 53
2.3.1 Moč reaktorja 53
2.4 PROSTORSKE ZNAČILNOSTI POSEGA 53
2.4.1 Raba prostora / zemljišč zaradi posega 53
2.4.2 Zahteve v zvezi z infrastrukturno opremljenostjo 53
2.5 LASTNOSTI NEK 54
2.5.1 Splošno 54
2.5.2 Zgradbe 55
2.5.3 Reaktor s hladilnima zankama 55
2.5.4 Jedrsko gorivo 55
2.5.5 Turbogenerator in električni sistem 56
2.5.6 Radioaktivni odpadki 56
2.5.7 Priprava vode za tehnološke namene 57
2.6 TEHNOLOGIJA NEK 58
2.6.1 Primarni krog 58
2.6.2 Sekundarni krog 58
2.6.3 Terciarni krog 58

2.6.4 Tehnični podatki o objektu ... 59
2.7 ZAGOTAVLJANJE VARNEGA OBRATOVANJA NEK ... 61
2.7.1 Varnostni sistemi ... 61
2.7.2 Zagotavljanje varnostnih funkcij ... 62
2.7.2.1 Zunanji in notranji začetni dogodki ... 63
2.7.3 Pripravljenost na izredne dogodke in nezgodna stanja elektrarne ... 63
2.7.3.1 Načrt zaščite in reševanja (NZIR) ... 63
2.7.3.2 Projektne in razširjene projektne (DEC) nezgode ... 64
2.7.4 Nadzor nad staranjem ... 65
2.7.5 Varstvo pred požarom ... 66
2.7.6 Potresna varnost ... 67
2.7.7 Fizično varovanje ... 68
2.7.8 Poplave ... 68
2.7.8.1 Projektne poplave (DBF) ... 69
2.7.8.2 Največje verjetne poplave (PMF) ... 69
2.7.8.3 Kronologija izboljšav poplavne varnosti NEK od leta 2010 naprej 69
2.7.9 Ostale ekstremne vremenske razmere ... 70
2.7.10 Radioaktivni odpadki ... 71
2.7.10.1 Plinasti radioaktivni odpadki ... 71
2.7.10.2 Tekoči radioaktivni odpadki ... 71
2.7.10.3 Trdni radioaktivni odpadki ... 72
2.7.11 Izrabljeno gorivo ... 73
2.7.12 Program nadgradnje varnosti (PNV) ... 75
2.7.13 Občasni varnostni pregled (PSR) ... 76
2.7.14 Neodvisni mednarodni strokovni pregledi ... 77
2.7.15 Program staranja opreme - Aging management program (AMP) ... 78
2.7.16 Sistemi vodenja ... 79
2.8 KLJUČNE VARNOSTNE KARAKTERISTIKE ELEKTRARNE V LETU 2021 ... 79
2.8.1 Najpomembnejše projektne spremembe primarnega kroga ... 80
2.8.1.1 Zamenjava uparjalnikov ... 80
2.8.1.2 Uvedba novega sistema za merjenje temperature primarnega kroga 80
2.8.1.3 Posodobitev motorjev reaktorske črpalke ... 81
2.8.1.4 Zamenjava reaktorske glave ... 81
2.8.2 Najpomembnejše projektne spremembe sekundarnega kroga in električnih sistemov ... 81
2.8.2.1 Zamenjava nizkotlačnih turbin ... 81
2.8.2.2 Zamenjava statorja in rotorja glavnega generatorja ... 81
2.8.2.3 Zamenjava regulacijskega in zaščitnega sistema turbine (sistem za upravljanje in nadzor turbine) ... 81
2.8.2.4 Zamenjava vzbujalnika in napetostnega regulatorja ter glavnega generatorskega stikala ... 81
2.8.2.5 Obnova stikališča in zamenjava zbiralk 400-kilovoltnega sistema 82
2.8.2.6 Vgradnja in priključitev energetskega transformatorja ... 82
2.8.3 Najpomembnejše projektne spremembe terciarnega kroga in podsistemov 82
2.8.3.1 Razširitev sistema hladilnih stolpov ... 82
2.8.3.2 Rekonstrukcije zaradi izgradnje HE Brežice ... 82
2.8.3.2.1 Modifikacija na hidravličnem sistemu jezovne zgradbe ... 82
2.8.3.2.2 Rekonstrukcija na CW sistemu ... 83
2.8.3.2.3 Rekonstrukcija na SW sistemu ... 83
2.8.3.2.4 Rekonstrukcija na PW in SV sistemu ... 83
2.8.4 Ostale projektne spremembe za izboljšanje varnosti ... 84
2.8.4.1 Izboljšava izmeničnega varnostnega napajanja - DG3 ... 84
2.8.5 Projekti nadgradnje varnosti NEK ... 84

2.8.5.1 Faza 1 ... 84
2.8.5.2 Faza 2 ... 85
2.8.5.3 Faza 3 ... 86
2.8.6 Spremljanje izkušenj, raziskav in razvoja znanosti in tehnike ... 87
2.9 NEVARNE SNOVI V NEK ... 87
2.10 OBSTOJEČA KOMUNALNA, ENERGETSKA IN PROMETNA UREDITEV ... 88
2.10.1 Oskrba s pitno vodo ... 89
2.10.2 Oskrba z vodo za tehnološke namene ... 89
2.10.3 Odvajanje odpadnih vod ... 89
2.10.3.1 Ravnanje z odpadnimi vodami suhega skladišča ... 93
2.10.4 Odpadne vode nastale pri gašenju požara ... 94
2.10.5 Električna energija ... 95
2.10.6 Prometna ureditev ... 95
2.10.7 Ogrevanje ... 95
2.10.8 Hlajenje ... 95
2.10.9 Vrste in količine potrebne energije ... 95
2.10.10 Število zaposlenih ... 95
2.10.11 Obratovalni čas ... 95
2.11 SISTEMI ZA ZAGOTAVLJANJE VARNOSTI ... 96
2.11.1 Zakonske in druge osnove ... 96
2.12 SISTEMI IN NAPRAVE ZA PREPREČEVANJE IN OMILITEV NEZGOD ... 97
2.13 RAZVRSTITEV STANJ ELEKTRARNE ... 98
2.13.1 Verjetnostna varnostna analiza - nivo 1 ... 100
2.13.2 Verjetnostna varnostna analiza - nivo 2 ... 101
2.13.3 Klasifikacija ogroženosti ... 103
2.13.4 Območja načrtovanja zaščitnih ukrepov ... 107
2.13.5 Pomoč elektrarni v primeru izrednega dogodka ... 110
2.14 OBSTOJEČA DOVOLJENJA ... 111
2.14.1 Obratovalno dovoljenje ... 111
2.14.2 Okoljevarstveno dovoljenje za emisije snovi v vode ... 112
2.14.3 Vodna dovoljenja ... 112
2.14.4 Sprememba obratovalnega dovoljenja - časovno neomejeno obratovanje 112
2.15 CELOVITI NACIONALNI ENERGETSKI IN PODNEBNI NAČRT REPUBLIKE SLOVENIJE – NEPN ... 112
2.16 PROJEKTNE OSNOVE DOLGOROČNEGA OBRATOVANJA NEK ... 114
2.17 OBSTOJEČI POSEGI NA OBMOČJU IN POVEZAVE Z OBRAVNAVANIM POSEGOM ... 114
2.18 AKTIVNOSTI, POVEZANE Z OPUSTITVIJO POSEGA IN PO NJEJ ... 114
2.18.1 Splošno o razgradnji ... 115
2.19 OKOLJSKE ZNAČILNOSTI POSEGA ... 115
2.19.1 Raba / poraba naravnih virov ... 115
2.19.1.1 Obratovanje ... 115
2.19.1.2 Prenehanje obratovanja ... 116
2.19.2 Stranski proizvodi in ravnanje z njimi ... 116
2.19.3 Emisije ionizirajočega sevanja ... 116
2.19.3.1 Obratovanje ... 116
2.19.3.2 Prenehanje obratovanja ... 116
2.19.4 Vrste in količine odpadkov ter ravnanje z njimi ... 117
2.19.4.1 Obratovanje ... 117
2.19.4.2 Prenehanje obratovanja ... 121
2.19.5 Emisije onesnaževal v tla ... 121
2.19.5.1 Obratovanje ... 121
2.19.5.2 Prenehanje obratovanja ... 121
2.19.6 Emisije onesnaževal v vode ... 122
2.19.6.1 Obratovanje (toplotno onesnaženje) ... 122
2.19.6.2 Obratovanje (površinske vode) ... 122
2.19.6.3 Prenehanje obratovanja ... 122

2.19.7 Emisije onesnaževal v zrak ... 123
2.19.7.1 Obratovanje ... 123
2.19.7.2 Prenehanje obratovanja ... 123
2.19.8 Emisije toplogrednih plinov ... 123
2.19.8.1 Obratovanje ... 123
2.19.8.2 Prenehanje obratovanja ... 124
2.19.9 Emisije hrupa ... 124
2.19.9.1 Obratovanje ... 124
2.19.9.2 Prenehanje obratovanja ... 124
2.19.10 Elektromagnetno sevanje ... 124
2.19.10.1 Obratovanje ... 124
2.19.10.2 Prenehanje obratovanja ... 124
2.19.11 Emisije svetlobe ... 124
2.19.11.1 Obratovanje ... 124
2.19.11.2 Prenehanje obratovanja ... 125
2.19.12 Tveganja povezana z varstvom pred okoljskimi in drugimi nesrečami ... 125
2.19.12.1 Obratovanje ... 125
2.19.12.2 Prenehanje obratovanja ... 125
2.20 PREDPISI S PODROČJA VARSTVA OKOLJA ... 126
2.21 DOKUMENTI EU (BREF) ... 130

3. ALTERNATIVNE REŠITVE V ZVEZI S POSEGOM ... 132

3.1 IZHODIŠČA ... 132
3.2 OKOLJSKE POSLEDICE NIČELNE VARIANTE ... 132
3.2.1 Podnebje ... 133
3.2.2 Raba zemljišč ... 133
3.2.3 Drugi vplivi ... 135
3.3 EKONOMSKE POSLEDICE NIČELNE VARIANTE ... 137
3.4 UMESTITEV V PROSTOR ... 137

4. OPIS OBSTOJEČEGA STANJA OKOLJA ... 138

4.1 OSNOVNE ZNAČILNOSTI LOKACIJE POSEGA ... 138
4.1.1 Lega in geografske značilnosti območja ... 138
4.1.2 Meteorološke značilnosti območja, klimatski podatki ... 138
4.1.2.1 Podnebje ... 138
4.1.2.2 Klimatski podatki ... 138
4.1.2.3 Opazovane podnebne spremembe ... 141
4.1.2.4 Pričakovane podnebne spremembe v 21. stoletju ... 144
4.1.3 Geološke in hidrogeološke značilnosti območja ... 148
4.1.3.1 Geološke značilnosti ... 148
4.1.3.2 Geološke značilnosti na lokaciji posega ... 149
4.1.3.3 Hidrogeološke značilnosti ... 149
4.1.3.4 Vodno telo podzemne vode Krška kotlina ... 155
4.1.4 Površinske vode ... 156
4.1.4.1 Toplotno onesnaženje ... 161
4.1.4.2 Temperature reke Save pri NEK ... 166
4.1.5 Pedološke značilnosti območja ... 168
4.1.6 Biološke lastnosti območja, ekosistemi, rastlinstvo in živalstvo ter njihovi habitati ... 168
4.1.6.1 Splošno ... 168
4.1.6.2 Zavarovana območja ... 169
4.1.6.3 Natura 2000 ... 169
4.1.6.4 Naravne vrednote ... 169
4.1.6.5 Ekološko pomembna območja ... 169
4.1.7 Značilnosti grajenega okolja in prisotnost posebnih materialnih dobrin ... 169
4.1.7.1 Značilnosti grajenega okolja ... 169

4.1.7.2 Kulturna dediščina ... 170
4.1.8 Vrste zemljišč na območju ... 172
4.1.9 Poplavna in erozijska ogroženost ... 172
4.1.10 Prometne povezave in obremenitve cest ... 174
4.1.11 Potresna nevarnost ... 175
4.2 OBMOČJA S POSEBNIM PRAVNIM REŽIMOM ... 177
4.2.1 Varstvo pitne vode ... 177
4.2.2 Stopnja varstva pred hrupom ... 177
4.2.3 Stopnja varstva pred elektromagnetnim sevanjem ... 178
4.3 POSELJENOST IN POGOJI BIVANJA NA OBMOČJU ... 179
4.4 OBSTOJEČE STANJE, OBREMENITVE IN KAKOVOST OKOLJA ... 181
4.4.1 Ekosistemi, rastlinstvo in živalstvo ter njihovi habitati ... 181
4.4.1.1 Rastlinstvo in habitatni tipi ... 181
4.4.1.2 Živalstvo ... 182
4.4.1.3 EPO in naravne vrednote ... 191
4.4.1.4 Varovana območja ... 192
4.4.2 Kakovost in značilnosti tal ... 194
4.4.3 Kakovost in količine podzemnih voda ter njihova uporaba ... 196
4.4.4 Kakovost in količine površinskih voda ter njihova uporaba ... 199
4.4.4.1 Emisije snovi in toplote iz NEK v letu 2020 ... 199
4.4.5 Kakovost zraka ... 213
4.4.5.1 Kakovost zunanjega zraka ... 213
4.4.5.2 Obstoječe emisije iz industrijskih virov ... 214
4.4.5.3 Obstoječe emisije iz prometa ... 216
4.4.5.4 Emisija iz proizvodnje električne in toplotne energije v Sloveniji 217
4.4.5.5 Nacionalna emisija ... 218
4.4.5.6 Obstoječe emisije iz NEK – neradioaktivne snovi ... 218
4.4.6 Ionizirajoče sevanje (radioaktivno sevanje) ... 219
4.4.6.1 Obstoječe emisije snovi v zrak iz NEK - radioaktivne snovi ... 219
4.4.6.2 Obstoječe tekočinske emisije - radioaktivne snovi ... 224
4.4.6.3 Meritve radioaktivnosti v vodovodih in črpališčih ... 226
4.4.6.4 Meritve radioaktivnosti v reki Savi ... 227
4.4.6.5 Padavinski in suhi usedi ... 234
4.4.6.6 Zunanja izpostavljenost sevanju ... 236
4.4.6.7 Hrana ... 240
4.4.7 Ocena vplivov ionizirajočega sevanja ... 240
4.4.7.1 Tekočinski izpusti 2020 ... 240
4.4.7.2 Atmosferski izpusti 2020 ... 241
4.4.7.3 Naravno sevanje 2020 ... 243
4.4.7.4 Naravni radionuklidi v letu 2020 ... 244
4.4.7.5 Černobilska kontaminacija, poskusne jedrske eksplozije in nesreča v Fukušimi (leto 2020) ... 244
4.4.7.6 Primerjava s preteklimi leti (leto 2020) ... 245
4.4.7.7 Sklepi - leto 2020 ... 247
4.4.8 Obremenjenost z vonjavami ... 247
4.4.9 Obremenjenost z odpadki ... 248
4.4.10 Obremenjenost z radioaktivnimi odpadki ... 248
4.4.10.1 Splošno ... 248
4.4.10.2 Obstoječi inventar RAO ... 248
4.4.10.3 Predvidene količine NSRAO /195/ ... 249
4.4.10.4 Predpriprava odpadkov za NSRAO Vrbina ... 250
4.4.10.5 Načini ravnanja z RAO ... 250
4.4.10.6 Odlaganje NSRAO ... 255
4.4.11 Izrabljeno gorivo (IG) ... 256
4.4.11.1 Splošno o IG ... 256

4.4.11.2 Obstoječi inventar IG ... 257
4.4.11.3 Predvidene količine IG ... 258
4.4.11.4 Načini ravnanja z IG ... 258
4.4.12 Obremenjenost s hrupom ... 260
4.4.13 Obremenjenost z vibracijami ... 263
4.4.14 Obremenjenost z elektromagnetnim sevanjem ... 263
4.4.15 Obremenjenost s svetlobo ... 266
4.4.16 Značaj in posebnosti krajine ... 267
4.4.17 Značilnosti kulturne dediščine na območju vpliva posega ... 268
4.5 IZHODIŠČNO STANJE IN ORIS VERJETNEGA NADALJNJEGA RAZVOJA BREZ IZVEDBE POSEGA (NIČELNA VARIANTA) ... 269

5. MOŽNI VPLIVI POSEGA NA OKOLJE ... 270

5.1 IZHODIŠČA IN METODE VREDNOTENJA VPLIVOV ... 270
5.2 VPLIVI NA TLA ... 271
5.2.1 Obratovanje ... 271
5.2.2 Opustitev posega ... 271
5.3 VPLIVI NA VODE IN POPLAVNO VARNOST ... 271
5.3.1 Vplivi na vode ... 271
5.3.1.1 Obratovanje ... 271
5.3.1.2 Opustitev posega ... 273
5.3.2 Vplivi na toplotno onesnaženost reke Save ... 273
5.3.2.1 Obratovanje ... 273
5.3.2.2 Opustitev posega ... 274
5.3.3 Vplivi na poplavno varnost ... 274
5.3.3.1 Obratovanje ... 274
5.3.3.2 Opustitev posega ... 274
5.4 VPLIVI NA ZRAK ... 275
5.4.1 Obratovanje ... 275
5.4.2 Opustitev posega ... 277
5.5 VPLIVI NA PODNEBJE VKLJUČNO Z EMISIJAMI TOPLOGREDNIH PLINOV ... 277
5.5.1 Obratovanje ... 277
5.5.2 Opustitev posega ... 284
5.6 VPLIV PODNEBNIH SPREMEMB NA POSEG ... 284
5.6.1 Obratovanje ... 284
5.6.1.1 Vpliv hladilnih stolpov ... 300
5.6.1.2 Vpliv ekstremnih vremenskih dogodkov in podnebnih sprememb na varnostne vidike posega ... 303
5.6.2 Opustitev posega ... 306
5.7 VPLIVI NA OBREMENJENOST S HRUPOM ... 306
5.7.1 Obratovanje ... 306
5.7.2 Opustitev posega ... 310
5.8 VPLIVI ELEKTROMAGNETNEGA SEVANJA ... 310
5.8.1 Obratovanje ... 310
5.8.2 Opustitev posega ... 310
5.9 VPLIVI VIBRACIJ ... 311
5.9.1 Obratovanje ... 311
5.9.2 Opustitev posega ... 311
5.10 VPLIVI ODPADKOV ... 311
5.10.1 Obratovanje ... 311
5.10.2 Opustitev posega ... 312
5.11 VPLIVI SEVANJ - IONIZIRAJOČE ... 313
5.11.1 Obratovanje ... 313
5.11.2 Opustitev posega ... 315
5.12 VPLIV SVETLOBNEGA ONESNAŽEVANJA ... 315
5.12.1 Obratovanje ... 315

5.12.2 Opustitev posega ... 315
5.13 VPLIV NA KRAJINO ... 315
5.13.1 Obratovanje ... 315
5.13.2 Opustitev posega ... 320
5.14 VPLIVI NA NARAVO ... 322
5.14.1 Obratovanje ... 322
5.14.1.1 Rastlinstvo in habitatni tipi ... 322
5.14.1.2 Živalstvo ... 322
5.14.1.3 EPO in naravne vrednote ... 326
5.14.1.4 Varovana območja ... 327
5.14.2 Opustitev posega ... 330
5.15 VPLIVI NA ZEMLJIŠČA ... 331
5.15.1 Obratovanje ... 331
5.15.2 Opustitev posega ... 331
5.16 VPLIVI NA NARAVNE DOBRINE ... 331
5.16.1 Obratovanje ... 331
5.16.2 Opustitev posega ... 331
5.17 VPLIVI NA MATERIALNE DOBRINE ... 332
5.17.1 Obratovanje ... 332
5.17.2 Opustitev posega ... 332
5.18 VPLIVI NA TVEGANJA ZA OKOLJSKE IN DRUGE NESREČE ... 332
5.18.1 Obratovanje ... 332
5.18.2 Opustitev posega ... 334
5.19 VPLIVI NA PREBIVALSTVO IN ZDRAVJE LJUDI ... 335
5.19.1 Obratovanje ... 335
5.19.2 Opustitev posega ... 335
5.20 SPREMEMBE V CELOTNI IN SKUPNI OBREMENITVI OKOLJA ... 335
5.20.1 Spremembe v celotni obremenitvi okolja ... 335
5.20.2 Spremembe v skupni obremenitvi okolja ... 336
5.20.2.1 Obratovanje ... 337
5.20.2.2 Opustitev posega ... 337

6. ČEZMEJNI VPLIVI ... 338

6.1 OPREDELITEV VSEBINE IN OBSEGA INFORMACIJ ... 338
6.2 UVODNA POJASNILA ... 339
6.3 ČEZMEJNI VPLIVI PRI NORMALNEM OBRATOVANJU NEK ... 340
6.3.1 Vpliv na tla ... 340
6.3.2 Vpliv na vode ... 340
6.3.3 Vpliv na zrak ... 341
6.3.4 Vpliv na obremenjenost okolja s hrupom ... 341
6.3.5 Vpliv na obremenjenost okolja z odpadki ... 341
6.3.6 Vplivi elektromagnetnega sevanja ... 342
6.3.7 Vplivi ionizirajočega sevanja ... 342
6.3.8 Vplivi na naravne in materialne dobrine ... 344
6.3.9 Vplivi na prebivalstvo in zdravje ljudi ... 345
6.4 ČEZMEJNI VPLIVI V PRIMERU IZREDNEGA DOGODKA – NESREČE ... 346
6.5 ODGOVORI NA VPRAŠANJA IN PRIPOMBE, KI SO BILI PREJETI V ČASU ČEZMEJNEGA POSVETOVANJA - NOTIFIKACIJE ... 390
6.5.1 Uvodna pojasnila ... 390
6.5.2 Opis dokumentov iz uvodnih pojasnil ... 390
6.5.3 Republika Avstrija ... 390
6.5.4 Republika Hrvaška ... 399
6.5.5 Republika Madžarska ... 399

7. UKREPI ZA PREPREČEVANJE, ZMANJŠEVANJE IN IZRAVNAVANJE OPREDELJENIH POMEMBNIH ŠKODLJIVIH VPLIVOV NA OKOLJE..409

7.1 PREDVIDENE REŠITVE IN UKREPI ... 409
7.1.1 Obratovanje ... 409
7.1.1.1 Vode, vključno s toplotnim onesnaževanjem ... 409
7.1.1.2 Podnebne spremembe ... 411
7.1.1.3 Odpadki ... 412
7.1.1.4 Narava ... 413
7.1.1.5 Ionizirajoča sevanja ... 414
7.1.1.6 Materialne dobrine ... 415
7.1.1.7 Tveganje za okoljske in druge nesreče ... 416
7.1.1.8 Prebivalstvo in zdravje ljudi ... 417
7.1.2 Opustitev posega ... 417
7.1.2.1 Radioaktivni odpadki in ionizirajoče sevanje ... 417
7.2 DODATNI UKREPI GLEDE NA PRIČAKOVANO CELOTNO ALI SKUPNO OBREMENITEV OKOLJA ... 417
7.3 GLAVNE ALTERNATIVE GLEDE DRUGIH MOŽNIH UKREPOV ... 417

8. SPREMLJANJE STANJA DEJAVNIKOV IN UKREPOV ZA ZMANJŠANJE VPLIVOV ... 418

8.1 OBRATOVANJE ... 418
8.1.1 Vode ... 418
8.1.1.1 Raba voda za tehnološke namene ... 418
8.1.1.2 Odpadne vode ... 418
8.1.2 Zrak ... 419
8.1.3 Hrup ... 419
8.1.4 Elektromagnetno sevanje ... 419
8.1.5 Ionizirajoče sevanje ... 419
8.1.5.1 Suho skladišče izrabljenega goriva ... 432
8.1.5.2 Monitoring radioaktivnosti po izgradnji HE Brežice ... 432

9. OBMOČJE, NA KATEREM POSEG POVZROČA OBREMENITVE OKOLJA, KI LAHKO VPLIVAJO NA ZDRAVJE ALI PREMOŽENJE LJUDI ... 434

9.1 IZHODIŠČA IN METODE ZA DOLOČITEV OBMOČJA ... 434
9.2 OBMOČJE V ČASU OBRATOVANJA ... 434
9.3 OBMOČJE V PRIMERU OPUSTITVE POSEGA ... 434
9.4 POMEMBEN VPLIV NA OBMOČJU SOSEDNJIH DRŽAV ... 435

10. POLJUDNI POVZETEK VSEBINE POROČILA ... 436

11. SKLEPNI DEL POROČILA ... 452

11.1 VIRI PODATKOV IN INFORMACIJ ... 452
11.1.1 Seznam virov ... 452
11.1.2 Razpoložljivost, kakovost, časovna ažurnost in popolnost podatkov ... 464
11.1.3 Opozorila ... 465
11.2 GRAFIČNI PRIKAZI ... 465

12. PRILOGE ... 475

Seznam prilog:

Priloga 1: **Reference s področja presoje vplivov na okolje vodje izdelave poročila (obdobje 2010 - 2021)**

Priloga 2: **Pregledna situacija – območje posega**

Priloga 3: **Območje, na katerem poseg povzroča obremenitve okolja, ki lahko vplivajo na zdravje in premoženje ljudi, v času obratovanja**

Priloga 4: **Zemljevid merilnih mest**
Priloga 5: **Načrt razsvetljave NEK**
Priloga 6: **Temperatura Save po premešanju s hladilno vodo NEK v letih 2018-2020**
Samostojni prilogi: **Analiza onesnaženosti tal**
Dodatek za presojo sprejemljivosti na varovana območja

Seznam tabel:

Tabela 1: Osnovni podatki o elektrarni 59
Tabela 2: Osnovni podatki o gorivu 59
Tabela 3: Osnovni podatki o reaktorskem hladilu 59
Tabela 4: Osnovni podatki o regulacijskih palicah 60
Tabela 5: Osnovni podatki o uparjalnikih 60
Tabela 6: Osnovni podatki o turbini in generatorju 60
Tabela 7: Osnovni podatki o transformatorjih 61
Tabela 8: Ekstremne vremenske razmere 71
Tabela 9: Procesi, ki se uporabljajo za obdelavo tekočih RAO v NEK 72
Tabela 10: Procesi za redukcijo prostornine nesolidificiranih trdnih RAO /228/ 73
Tabela 11: Pregled pomembnejših nevarnih snovi v NEK /17/ 88
Tabela 12: Obstoječi iztoki in odtoki NEK (vir: OVD /49/) 89
Tabela 13: Kategorije izpustov (vir: /17/) 103
Tabela 14: Opredelitev stopenj nevarnosti (vir: /17/) 104
Tabela 15: Podatki o številu prebivalcev v okolici NEK (vir: /37/, /17/) 108
Tabela 16: Bilanca porabljene vode v letu 2020 (vir: /237/) 116
Tabela 17: Inventar NSRAO odpadkov po obdelavi, ki se nahajajo v Zgradbi za skladiščenje – stanje na dan 31. 12. 2020 (vir: podatki NEK, /227/) 117
Tabela 18: Skupne količine NSRAO, ki si jih bosta morali razdeliti slovenska in hrvaška stran /36/. 118
Tabela 19: Kampanje prestavitev IG iz bazena v suho skladiščenje 119
Tabela 20: Vrste in količine nastalih odpadkov v letu 2020 (vir: /132/) 119
Tabela 21: Emisija toplogrednih plinov NEK (povprečje v obdobju od leta 2014 do 2020) 123
Tabela 22: Povzetek možnih negativnih vplivov obnovljivih virov energije (vir: /119/, /120/) 136
Tabela 23: Podnebni podatki za Bizeljsko za obdobje 1981-2010 (vir: /106/) 139
Tabela 24: Podnebne projekcije spremembe temperature in padavin za regijo »osrednja« izražene kot odstopanja od obdobja 1981-2010 (vir podatkov: /75/, /76/) 147
Tabela 25: Podnebne projekcije hidroloških spremenljivk za lokacijo Sava – Čatež (vir: /77/) 148
Tabela 26: Lastnosti vodnega telesa Sava Krško – Vrbina (vir: /93/) 156
Tabela 27: Ocena kemijskega stanja vodnih teles površinskih voda za Načrt upravljanja 2022-2027 (NUV 3) (vir: /239/) 158
Tabela 28: Ocena kemijskega stanja vodnih teles površinskih voda za Načrt upravljanja 2022-2027 brez vsesplošno prisotnih snovi (PBT) (NUV 3) (vir: /239/) 159
Tabela 29: Ocena stanja VT površinskih voda glede na posebna onesnaževala za Načrt upravljanja voda 2022-2027 (NUV 3) (vir: /239/) 159
Tabela 30: Ocena ekološkega stanja vodnih teles površinskih voda (NUV3) /239/ 159
Tabela 31: Pomembne hidromorfološke obremenitve vodnih teles površinskih voda (NUV3) /239/ 160
Tabela 32: Lokacije vzorčenja vode reke Save (vir: /103/) 160
Tabela 33: Srednje mesečne temperature Save v Radečah in pri NEK (vir: /147/) 166
Tabela 34: Povprečne dnevne in mesečne temperature Save pri NEK v letu 2018 (vir: /48/) 167
Tabela 35: Povprečne dnevne in mesečne temperature Save pri NEK v letu 2019 (vir: /48/) 167
Tabela 36: Povprečne dnevne in mesečne temperature Save pri NEK v letu 2020 (vir: /48/) 168
Tabela 37: Objekti in območja nepremične kulturne dediščine v okolici lokacije posega (vir: /64/) 171

Tabela 38: Po velikosti urejeni največji do sedaj zabeleženi pretoki Save v Radečah, ki je bila do leta 1994 referenčna vodomerna postaja za NEK (vir: /3/) 174
Tabela 39: Šest največjih zabeleženih pretokov reke Save v profilu HE Krško (vir: /246/) 174
Tabela 40: Povprečni letni dnevni promet (PLDP) po regionalni cesti v obdobju 2016-2018 (vir:/123/)....174
Tabela 41: Povprečni letni dnevni promet (PLDP) po regionalnih cestah v okolici lokacije posega po vrstah vozil v letu 2018 (vir: /123/) 175
Tabela 42: Mejne vrednosti kazalcev hrupa iz preglednice 1 in 2 Uredbe o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju- območje....178
Tabela 43: Mejne vrednosti kazalcev hrupa - naprava ali obrat iz preglednice 4 Uredbe o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju-....178
Tabela 44: Mejne vrednosti konične ravni hrupa L_1 - naprava ali obrat 178
Tabela 45: Mejne vrednosti veličin EMS za nizkofrekvenčna sevanja pri frekvenci 50 Hz 179
Tabela 46: Nekateri kazalniki zdravja prebivalstva v občini Krško – 2020 (vir: /134/)....180
Tabela 47: Naravovarstveni status netopirjev širšega območja (vir: /136/). 183
Tabela 48: Seznam sesalcev (razen netopirjev) širšega območja in njihov naravovarstveni status (vir podatkov: CKFF, 2008 /136/). 184
Tabela 49: Seznam ptic, zabeleženih na reki Savi, in njihov naravovarstveni status (vir podatkov: CKFF, 2008 /136/). 185
Tabela 50: Seznam dvoživk širšega območja in njihov naravovarstveni status (vir podatkov: CKFF, 2008 /136/). 186
Tabela 51: Seznam plazilcev širšega območja in njihov naravovarstveni status (vir podatkov: CKFF, 2008 /136/). 187
Tabela 52: Seznam rib v ribolovnem revirju Sava 19 in njihov naravovarstveni status (vir podatkov: RibKat, 2019 /137/). 187
Tabela 53: Naravovarstveno pomembne vrste mehkužcev širšega območja in njihov naravovarstveni status (vir podatkov: CKFF, 2008 /136/). 189
Tabela 54: Naravovarstveno pomembne vrste metuljev širšega območja in njihov naravovarstveni status (vir podatkov: CKFF, 2008 /136/). 189
Tabela 55: Naravovarstveno pomembne vrste kačjih pastirjev širšega območja in njihov naravovarstveni status (vir podatkov: CKFF, 2008 /136/) 190
Tabela 56: Naravovarstveno pomembne vrste hroščev širšega območja in njihov naravovarstveni status (vir podatkov: CKFF, 2008 /136/ ; Bioportal, 2020 /138/). 191
Tabela 57: Kemijsko stanje VTPodV 1003 Krška kotlina v obdobju 2009-2020 (vir: ARSO /89/)....196
Tabela 58: Ustreznost najbližjih merilnih mest v obdobju 2006 do 2020 na Krškem polju (vir: ARSO /89/) 196
Tabela 59: Ocena kemijskega stanja vodnih teles podzemne vode za obdobje 2014–2019 /283/ 197
Tabela 60: Trend vsebnosti nitrata na vodnih telesih s slabim kemijskim stanjem in bolj obremenjenih vodnih telesih podzemne vode za obdobje 1998–2019 /283/....197
Tabela 61: Skupna ocena količinskega stanja vodnih teles podzemnih voda /283/ 197
Tabela 62: Emisijski delež oddane toplote NEK za leto 2020 (vir: NLZOH /237/)....202
Tabela 63: ΔT reke Save (°C) v letu 2020 (vir: NLZOH /237/) 203
Tabela 64: Rezultati spremljanja emisij odpadnih voda na merilnem mestu MM6 (V-9) v letu 2020 (vir:/237/) 203
Tabela 65: Rezultati spremljanja emisij odpadnih voda na merilnem mestu MM5 (V7-11) v letu 2020 (vir: /237/) 204
Tabela 66: Rezultati spremljanja emisij odpadnih voda na merilnem mestu MM4 (V7-10) v letu 2020 (vir: /237/) 204
Tabela 67: Rezultati spremljanja emisij odpadnih voda na merilnem mestu (V1-1) MM1 v letu 2020 (vir: /237/) 206
Tabela 68: Emisijski delež oddane toplote - mali hladilni sistem SW za leto 2020 (vir: NLZOH /237/)....208
Tabela 69: Zvišanje temperature mali hladilni sistem SW – MM1 za leto 2020 (vir: NLZOH /237/)....209

Tabela 70: Rezultati spremljanja emisij odpadnih voda na merilnem mestu MM3 (V7-7) v letu 2020 (vir: /237/) 209
Tabela 71: Emisijski delež oddane toplote - veliki hladilni sistem CW za leto 2020 (vir: NLZOH /237/) 211
Tabela 72: Letna izpuščanja odpadnih voda v obdobju od leta 2015 do 2020 211
Tabela 73: Letne količine odpadnih voda v reko Savo s širšega območja NEK v letu 2019 (vir: /60/) 213
Tabela 74: Stopnja onesnaženosti zraka v podobmočju SIC in SITK glede na mejne vrednosti 214
Tabela 75: Stopnja onesnaženosti zraka v podobmočju SIC in SITK glede na ciljne vrednosti 214
Tabela 76: Ravni onesnaževal v zunanjem zraku v območju SIC glede na spodnji in zgornji ocenjevalni prag 214
Tabela 77: Letne količine izpuščenih snovi v zrak iz izpustov naprav in ocena razpršenih emisij v letu 2019 - zavezanci za emisijski monitoring v bližnji okolici (vir: ARSO /55/) 215
Tabela 78: Skupna emisija snovi iz industrijskih virov v Občini Krško, kg/leto prijavljene v ARSO za leto 2019 216
Tabela 79: Povprečni letni dnevni promet (PLDP) na regionalni cest v obdobju 2015 - 2018 (vir:/123/) 216
Tabela 80: Povprečni letni dnevni promet (PGDP) na regionalnih cestah v bližini mesta intervencije glede na tip vozila v letu 2018 (vir:/123/) 217
Tabela 81: Emisija snovi SO_2, NOx, NMVOC, PM_{10}, $PM_{2,5}$ in NMVOC iz cestnega prometa, osebna vozila v letu 2018, kg/leto 217
Tabela 82: Emisija onesnaževalnih snovi SO_2, NO_x, CO, PM_{10}, $PM_{2.5}$ in NMVOC iz sektorja Proizvodnja električne in toplotne energije v letu 2019, kt/leto 217
Tabela 83: Nacionalna emisija snovi SO2, NOx, CO, PM_{10}, $PM_{2,5}$ in NMVOC, kt/leto in delež vseh opazovanih virov v skupni nacionalni emisiji v letu 2019 218
Tabela 84: Emisija snovi SO_2, NO_x, PM_{10}, $PM_{2.5}$ in NMVOC iz NEK, kg/leto 219
Tabela 85: Podatki o radioaktivnosti v izpustih v zrak za leto 2020 219
Tabela 86: Povprečne letne vrednosti tekočinskih emisij radioaktivnosti v obdobju 2010 – 2020 za H-3 in 2013-2019 za C-14. 226
Tabela 87: Srednja vrednost koncentracij H-3 v črpališčih in vodovodih v okolici NEK za obdobje 2017 – 2020. 227
Tabela 88: Izpostavitve sevanju prebivalstva (odrasla oseba) v naselju Spodnji Stari Grad zaradi atmosferskih izpustov iz NEK v letu 2020 (vir:/87/) 243
Tabela 89: Izpostavitve sevanju prebivalstva (odrasla oseba) ob ograji NEK zaradi atmosferskih izpustov iz NEK v letu 2020 (vir:/87/) 243
Tabela 90: Efektivne doze E zaradi naravnih virov sevanja v okolici NEK v letu 2020 (vir:/87/) 244
Tabela 91: Povzetek letnih izpostavitev prebivalstva v okolici NEK za obdobje 2016 - 2020 (vir:/87/) 245
Tabela 92: Vrste sodov in TTC za skladiščenje obratovalnih NSRAO v NEK /231/ 253
Tabela 93: Vrste obratovalnih NSRAO ter njihovo pakiranje in predelava /231/ 254
Tabela 94: Osnovni podatki o izrabljenem gorivu /3/ 256
Tabela 95: Kampanje prestavitev IG iz bazena v suho skladiščenje /226/ 258
Tabela 96: Terminski načrt gradnje odlagališča IG (vir: /226/) 259
Tabela 97: Podatki o merilnih mestih v okviru obratovalnega monitoringa hrupa v letu 2020 (vir: ZVD /52/) 261
Tabela 98: Kazalci hrupa L_{dan}, $L_{večer}$, $L_{noč}$ in L_{dvn}. Mejne vrednosti so podane v oklepajih. Mejne vrednosti se nanašajo na III. stopnjo varstva pred hrupom (vir: ZVD /52/) 262
Tabela 99: Podatki o merilnih mestih v okviru obratovalnega monitoringa hrupa v letu 2015 (vir: ZVD /51/) 262
Tabela 100: Najvišje izmerjene in izračunane vrednosti električnega polja (E) (vir: EIMV. /53/) 264
Tabela 101: Najvišje izmerjene in izračunane vrednosti magnetnega polja (B) (vir: EIMV /53/) 264
Tabela 102: Najvišje izmerjene in izračunane vrednosti električnega polja (E) (vir: EIMV /194/) 265
Tabela 103: Najvišje izmerjene in izračunane vrednosti magnetnega polja (B) (vir: EIMV /194/) 265
Tabela 104: Izostale emisije SO_2 in NO_x zaradi obratovanja NEK (vir: /153/, /190/, /241/) 275
Tabela 105: Nacionalne emisije (vir: /190/) 277
Tabela 106: Nacionalni cilji zmanjšanja emisij (vir: /168/) 277

Tabela 107: Emisije toplogrednih plinov v letih 1990 in 2019 (kt CO_2/leto) (vir: /152/) 282
Tabela 108: Emisije TGP izhodiščnih variant (BL) 283
Tabela 109: Relativna emisija Posega (Obseg 1) 283
Tabela 110: Absolutne in relativne emisije posega (Obseg 3) 283
Tabela 111: Podnebne spremenljivke, ki **ne vplivajo** na poseg 287
Tabela 112: Ocena občutljivosti Posega na podnebne spremenljivke in z njimi povezanimi vplivi na proizvodnjo in vpliv na okolje 288
Tabela 113: Trenutna in prihodnja izpostavljenost območja primarnim in sekundarnim podnebnim spremenljivkam 290
Tabela 114: Matrika kategorizacije ranljivosti za proizvodnjo električne energije 292
Tabela 115: Analiza ranljivosti posega 292
Tabela 116: Lestvica za oceno jakosti posledic zaradi nevarnosti, glede na tveganje poškodb obrata 293
Tabela 117: Lestvica za oceno verjetnosti neželenega dogodka 293
Tabela 118: Matrika tveganja 293
Tabela 119: Definiranje ravni tveganja 293
Tabela 120: Ocena stopnje tveganja glede povečanja vplivov na okolje NEK 294
Tabela 121: Projekcija delovanja hladilnih stolpov do leta 2043, sprememba pretokov Save -5 % za srednje pretoke, -5 % za minimalne pretoke in +5 % za velike pretoke, (dnevi delovanja) 297
Tabela 122: Ocena porasta EDOT in ΔT zaradi klimatskih sprememb do leta 2043 (Scenarij: srednji pretoki -5 %, majhni pretoki -5 %, veliki pretoki +5 %, temperatura Save 0,25-0,6 °C, temperatura zraka 1-1.5 °C) 298
Tabela 123: Statistika delovanja elektrarne blizu mejnih pogojev 299
Tabela 124: Podatki o merilnih mestih v okviru obratovalnega monitoringa hrupa v letu 2015 (vir: ZVD /51/) 308
Tabela 125: Podatki o merilnih mestih v okviru obratovalnega monitoringa hrupa v letu 2020 (vir: ZVD /52/ 308
Tabela 126: Povprečne letne vrednosti zračnih emisij radioaktivnosti v obdobju 2010 – 2020 313
Tabela 127: Rezultati izračunov hitrosti doz in doz na ograji NEK 314
Tabela 128: Rezultati izračunov hitrosti doz na zunanjem zidu zgradbe za suho skladiščenje izrabljenega goriva 314
Tabela 129: Povzetek ovrednotenih vplivov posega in celotnih vplivov na dejavnike okolja 335
Tabela 130: Rezultati izračunov hitrosti doz in doz na ograji NEK 343
Tabela 131: Rezultati izračunov hitrosti doz na zunanjem zidu zgradbe za suho skladiščenje izrabljenega goriva 343
Tabela 132: Predvideni izpusti iz sredice v zadrževalnem hramu (vir: /197/) 346
Tabela 133: Glavna ventilacija - prostorski 95 percentil časovnega 95 percentila X/Q [s/m^3] za izbrani razred razdalj in izbrano časovno drseče povprečje (vir: /196/) 358
Tabela 134: Talni izpust - prostorski 95 percentil časovnega 95 percentila X/Q [s/m^3] za izbrani razred razdalj in izbrano časovno drseče povprečje (vir: /196/) 359
Tabela 135: PCFVS izpust prostorski 95 percentil časovnega 95 percentila X/Q [s/m^3] za izbrani razred razdalj in izbrano časovno drseče povprečje (vir: /196/) 359
Tabela 136: 30-dnevna doza ščitnice in efektivna 30-dnevna doza (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) glede na oddaljenost od NEK (za projektno nezgodo (vir: /196/) 361
Tabela 137: 30-dnevna doza ščitnice in efektivna 30-dnevna doza (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) glede na oddaljenost od NEK za razširjeno projektno nezgodo (vir: /196/) 363
Tabela 138: Aktivnosti pomembnih izpuščenih izotopov za projektno nezgodo LOCA (vir: /196/) 364
Tabela 139: Percentilne vrednosti (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) po razdaljah od NEK za efektivno 30-dnevno dozo in 30-dnevno dozo ščitnice, za projektno nezgodo za leto 2020, izračunane z DIPCOT disperzijskim modelom (vir: /196/) 365
Tabela 140: Aktivnosti pomembnih izpuščenih izotopov za razširjeno projektno nezgodo SBO PCFV izpust (vir: /196/) 375

Tabela 141: Percentilne vrednosti (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) po razdaljah od NEK za efektivno 30-dnevno dozo in 30-dnevno dozo ščitnice, za razširjeno projektno nezgodo za leto 2020, izračunane z DIPCOT disperzijskim modelom (vir: /196/).....377
Tabela 142: Prikaz prejetih dokumentov v postopku čezmejne presoje.....390
Tabela 143: Po velikosti urejeni največji do sedaj zabeleženi pretoki Save v Radečah, ki je bila do leta 1994 referenčna vodomerna postaja za NEK (vir: /3/) 396
Tabela 144: Šest največjih zabeleženih pretokov reke Save v profilu HE Krško (vir: /246/) 396
Tabela 145: Program meritev tekočinskih emisij (vir: /7/).....420
Tabela 146: Program meritev plinskih emisij (vir: /7/) 421
Tabela 147: Program monitoringa radioaktivnosti v okolici NEK - imisije 423

Seznam slik:

Slika 1: Namenska raba zemljišč glede na OPN - merilo 1:10.000 (vir: /63/) 45
Slika 2: Prikaz obravnavanega območja v merilu 1:4.000 (vir:/1/) 50
Slika 3: IED naprave v širši okolici posega, merilo 1:15.000 (vir: Atlas okolja /60/).....52
Slika 4: Shema NEK (vir:/1/) 54
Slika 5: Zgodovina verjetnosti pogostosti poškodbe sredice zaradi notranjih začetnih dogodkov, zunanjih začetnih dogodkov iz elektrarne in zunanjih začetnih dogodkov iz okolice (vir:/1/).....63
Slika 6: Shematski prikaz pasivnega filtrskega sistema za razbremenjevanje zadrževalnega hrama (vir:/1/).....65
Slika 7: Zaščita NEK pred poplavami.....70
Slika 8: Shematski prikaz vsebnika za izrabljeno gorivo (vir: /226/) 74
Slika 9: Tloris zgradbe za suho skladiščenje izrabljenega goriva (vir: /226/) 75
Slika 10: Prikaz nivoja varnosti merjenega z verjetnostjo poškodbe sredice na leto obratovanja (CDF/ry) (vir:/1/) 80
Slika 11: Lokacije iztokov in merilnih mest odpadne vode NEK (vir:/60/).....93
Slika 12: Shematski prikaz PSA nivo 1.....100
Slika 13: Shematski prikaz PSA nivo 2.....101
Slika 14: Porazdelitev prebivalstva – območje 10 km okoli NEK (vir:/17/).....109
Slika 15: Porazdelitev prebivalstva – območje od 10 km do 25 km okoli NEK (vir:/17/) 110
Slika 16: Neto proizvodnja električne energije od leta 1984 do leta 2020 (vir:/1/) 113
Slika 17: Povprečne emisije ekvivalenta ogljikovega dioksida v življenjskem ciklu za različne proizvajalce električne energije (vir: IPCC, /1/, /176/).....133
Slika 18: Raba zemljišč glede na proizvodni vir električne energije (vir: /236/) 134
Slika 19: Predvidena povprečna letna proizvodnja električne energije glede na inštalirano moč (vir: /236/) 135
Slika 20: Lega podnebne postaje Bizeljsko in podnebni diagram za obdobje 1981-2010 (vir: /106/).....139
Slika 21: Roža vetrov (levo) in povprečne hitrosti vetra po smereh (desno) za meteorološki stolp NEK (višina 10 metrov nad tlemi) za obdobje 2001-2019 (vir:/107/, Obdelava: EKONERG) 141
Slika 22: Odstopanje povprečne letne temperature zraka od povprečja za obdobje 1981-2010 (vir: /68/). 142
Slika 23: Povprečne letne temperature zraka in letne količine padavin za Bizeljsko v obdobju 1961-2011 (vir: /106/).....143
Slika 24: Trend padavin in temperature na podnebni postaji Bizeljsko v obdobju 1961-2011.....143
Slika 25: Trend spremembe temperature in padavin (vir: /72/) 144
Slika 26: Prikaz poteka spremembe povprečne letne temperature zraka in spremembe padavin tekom 21. stoletja v primerjavi z referenčnim obdobjem 1981-2010 za scenarije RCP2.6, RCP4.5 in RCP8.5, vključno z razponi možnih odstopanj (vir: /74/).....145
Slika 27: Izsek iz osnovne geološke karte 1:100.000, z označeno lokacijo posega (vir: /79/).....149

Slika 28: Meje vodonosnika od Krškega do konca Samoborskega vodonosnika z delitvijo hidravlične prevodnosti vodonosnika (vir: /160/) 152
Slika 29: Karta izohips podzemnih voda v kvartarnem vodonosniku za nizke vode (vir: /189/)....153
Slika 30: Karta izohips podzemnih voda v kvartarnem vodonosniku za srednje vode (vir: /189/)....153
Slika 31: Karta izohips podzemnih voda u kvartarnem vodonosniku za visoke vode (vir: /189/)....154
Slika 32: Lokacije vodnjakov: vodnjak na desnem bregu Save, vodnjaki znotraj prostora tesnilne zavese (vodnjaki 1/19), vodnjak SPWW006 BB2 (vir: /163/, /276/)....155
Slika 33: Področje VP Sava Krško – Vrbina (vir: /61/) 157
Slika 34: Rezultati spremljanja KPK v reki Savi na treh lokacijah (obdobje 2010 -2019) (vir: /103/)....161
Slika 35: Rezultati spremljanja BPK5 v reki Savi na treh lokacijah (obdobje 2010 -2019) (vir: /103/)....161
Slika 36: Shema delovanja hladilnega sistema CW za pretok Save: Q Save > 100 m^3/s (vir: /237/)....163
Slika 37: Shema delovanja hladilnega sistema CW za pretok Save: 100 m^3/s > Q Save > 60 m^3/s (vir: /237/)....164
Slika 38: Shema delovanja hladilnega sistema CW za pretok Save: Q Save < 60 m^3/s (vir: /237/)....165
Slika 39: Kulturna dediščina v širši okolici lokacije posega (vir: /64/) 171
Slika 40: Obseg poplavljenosti območja NEK in vektorji lokalne hitrosti vode pri QPMF = 7081 m^3/s (nestalni tok) za stanje s HE Brežice (vir: /151/) 173
Slika 41: PGA za povratno dobo potresa 475 let (vir: /60/) 176
Slika 42: Pregled lokacij vzorčenja za preiskave onesnaženosti tal širšega območja (vir: /85/)....195
Slika 43: Pregled lokacij piezometrov (vir: /86/) 197
Slika 44: Shema delovanja in meritev NEK za nadzor toplotnega onesnaževanja Save (vir:/48/) 201
Slika 45: Pretoki 6 dni prej in v času vzorčenja neraztopljenih snovi in trdih delcev na merilnih mestih: 1) varnostne oskrbne vode (V1-1) MM1, 2) hladilne vode (V7-7) MM3 in vode hladilnih stolpov CW (V7-10) MM4, dnevi prekoračenja zaradi nečistoč v Savi 206
Slika 46: Iztoki v reko Savo na širšem območju NEK (vir: /60/ 212
Slika 47: Mesečne aktivnosti žlahtnih plinov v izpustih v zrak 2020 (vir: /88/) 220
Slika 48: Mesečne aktivnosti partikulatov (aerosolov) v izpustih v zrak 2020 (vir: /88/)....220
Slika 49: Mesečne aktivnosti C-14 in H-3 v izpustih v zrak 2020 (vir: /88/)....221
Slika 50: Letna primerjava aktivnosti žlahtnih plinov v izpustih v zrak (vir: /88/)....222
Slika 51: Letna primerjava aktivnosti I-131 v izpustih v zrak (vir: /88/)....222
Slika 52: Letna primerjava aktivnosti partikulatov (aerosolov) v izpustih v zrak (vir: /88/)....223
Slika 53: Letna primerjava aktivnosti C-14 in H-3 v izpustih v zrak (vir: /88/)....223
Slika 54: Skupna aktivnost H-3 v tekočinskih emisijah (vir: /88/)....225
Slika 55: Aktivnost C-14 v tekočinskih emisijah (vir: /88/)....225
Slika 56: Skupna aktivnost v tekočinskih emisijah brez H-3 (vir: /88/) 226
Slika 57: Pregled povprečnih mesečnih koncentracij aktivnosti H-3 v reki Savi na postajah z neprekinjenim vzorčenjem vzvodno in nizvodno od jezu NEK v letu 2020. (vir: /87/) ...231
Slika 58: Pregled povprečnih mesečnih koncentracij H-3 v reki Savi na lokacijah vzvodno in nizvodno od jezu NEK, kjer se vzorčujejo posamični (mesečni ali kvartalni) vzorci za leto 2020 (vir: /87/)....232
Slika 59: Primerjava med letnima povprečnima prirastkoma koncentracije H-3 v reki Savi na jezu HE Brežice ter za jezom HE Brežice in izračunano koncentracijo H-3 po obstoječem modelu razširjanja radionuklidov v reki Savi (enodimenzionalni model), dobljeno iz letnih tekočinskih izpustov in pretoka reke Save ob predpostavki popolnega mešanja (vir: /87/)....232
Slika 60: Povprečne mesečne koncentracije aktivnosti H-3 v padavinah v okolici NEK in Ljubljani (vir: /87/)....235

Slika 61: Povprečni letni okoljski dozni ekvivalent H*(10) v okolici NEK, na ograji NEK, in v Sloveniji od začetka meritev do 2020 (vir: /87/) 238
Slika 62: Usedi Cs-137 po Sloveniji (vir: /87/) 239
Slika 63: Usedi Sr-90 po Sloveniji (vir: /87/) 239
Slika 64: Izračunan prispevek k dozi glede na posamezne elemente v plinski emisiji na razdalji 500 m od reaktorja (vir: /88/) 242
Slika 65: Ocenjene letne efektivne doze posameznih referenčnih skupin zaradi emisij NEK (vir:/87/) 246
Slika 66: Prikaz količine NSRAO v skladišču NSRAO v NEK (stanje ob koncu leta 2020) /227/ 249
Slika 67: Shema sistema za ravnanje s plinskimi RAO /4/ 251
Slika 68: Shema sistema ravnanja s tekočimi RAO /228/ 252
Slika 69: Vstavljanje izrabljenega gorivnega elementa v rešetko v bazenu izrabljenega goriva /233/ 257
Slika 70: Število elementov IG v bazenu in število uskladiščenih elementov IG med remonti /227/ 258
Slika 71: Skladiščni plašči z IG v zgradbi suhega skladišča (vir: /226/) 259
Slika 72: Lokacije merilnih mest v okviru obratovalnega monitoringa hrupa v letu 2020 (vir: /52/) 261
Slika 73: Tridimenzionalen prikaz elektromagnetnega modela RTP 400/110 kV Krško in rekonstruiranega dela 400 kV stikališča v NEK (vir: EIMV. /53/) 263
Slika 74: Plato NEK med gradnjo (vir: /193/) 268
Slika 75: Gradbena jama na platoju NEK med gradnjo (vir: /193/) 269
Slika 76: Lokacije merilnih postaj za spremljanje kakovosti površinskih voda (vir: /60/) 272
Slika 77: Globalna proizvodnja električne energije, 2016 in 2050 povprečje scenarijev IPCC 1,5 C° (vir: /68/) 278
Slika 78: Deleži posameznih tehnologij v proizvodnji električne energije v skladu s strategijo dolgoročne vizije EU o podnebno nevtralnem gospodarstvu do leta 2050 (vir: /172/) 279
Slika 79: Proizvodnja električne energije po scenarijih NEPN /20/ 280
Slika 80: Projekcija skupnih emisiji TGP za scenarij NEPN in scenarij z obstoječimi ukrepi /20/ 281
Slika 81: Poplava v bližini NEK leta 1990. Potek poplavnega vala je usmerjen proti desnemu bregu, ki ima nižji nivo. (vir:/193/) 290
Slika 82: Sprememba ključnih parametrov v obdobju od 2010 do 2020 glede na leto 2010 (letna povprečja), razen ΔT (°C) (vir: meritve NEK) 295
Slika 83: Število dni delovanja hladilnih stolpov na leto, statistika obdobja 2010-2020 296
Slika 84: Pregled količin odpadne vode po posameznih izpustih (leva y os je merilo za stolpce, desna y os je merilo za krivulje) 300
Slika 85: Lega hladilnih stolpov v kompleksu elektrarne (vir: /60/) 301
Slika 86: Delež odvedene toplote na leto glede na način odvajanja in toplotni rezervoar 302
Slika 87: Vidna perjanica iz hladilnih stolpov NEK (vir: /116/) 303
Slika 88: Glavni viri hrupa na območju NEK. Z modro je označeno območje NEK, z rumeno območja, kjer je povišan transport, z oranžno barvo turbinska stavba, v kateri se nahajata transformatorja in turboagregat, z rdečo dizel generatorji, z zeleno hladilni stolpi (vir: /52/) 307
Slika 89: Pogled na NEK z Libne (vir: /193/) 316
Slika 90: Primeri logotipov za nuklearno elektrarno /113/, /114/, /115/ 316
Slika 91: Pogled na NEK z jugovzhoda (vir: /193/) 317
Slika 92: Pogled na NEK z obratujočimi hladilnimi stolpi (vir:/116/) 317
Slika 93: Pogled na NEK s ceste Krško - Brežice (vir:/112/) 318
Slika 94: Pogled na NEK z avtoceste Krško – Brežice (vir: /112/) 319
Slika 95: Pogled na NEK in priključne daljnovode s severa (vir: /112/) 319
Slika 96: Prvotna podoba elektrarne pred prenovo (vir: /117/) 320
Slika 97: Pogled na NEK z juga, s kmetijskih površin na desnem bregu Save (vir: /112/) 321
Slika 98: Pogled z Libne na območje NEK in odlagališče NSRAO, fotomontaža (vir:/193/) 321
Slika 99: Poraba energije na Hrvaškem in razmerje z uvozom iz NEK /248/ 345

Slika 100: RADTRAD model za projektno izlivno nezgodo NEK (vir: /196/) 348
Slika 101: RADTRAD model za NEK DEC-B nezgodo (vir: /196/) 350
Slika 102: Večja in manjša domena izbrane konfiguracije WRF modela (vir: /196/) 351
Slika 103: Primerjava mesečnih povprečnih X/Q za izpust iz glavne ventilacije ("Plant vent.") (vir: /196/) 355
Slika 104: Primerjava mesečnih povprečnih X/Q za talni izpust ("Talni izp.") (vir: /196/) 356
Slika 105: Primerjava mesečnih povprečnih X/Q za PCFVS izpust ("Izpust PCFVS") (vir: /196/) 357
Slika 106: Efektivna 30-dnevna doza (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) glede na oddaljenost od NEK za projektno nezgodo (vir: /196/) 360
Slika 107: 30-dnevna doza ščitnice (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) glede na oddaljenost od NEK za primer projektne nezgode (vir: /196/) 361
Slika 108: Efektivna 30-dnevna doza (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) glede na oddaljenost od NEK za razširjeno projektno nezgodo (vir: /196/) 362
Slika 109: 30 dnevna doza ščitnice (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) glede na oddaljenost od NEK za razširjeno projektno nezgodo (vir: /196/) 363
Slika 110: Efektivna 30-dnevna doza (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) v odvisnosti od razdalje od NEK za projektno nezgodo (vir: /196/) 366
Slika 111: 30-dnevna doza ščitnice (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) v odvisnosti od razdalje od NEK za projektno nezgodo (vir: /196/) 366
Slika 112: 95 percentilne vrednosti efektivne 30-dnevne doze za projektno nezgodo za razdalje do 200 km, DIPCOT za leto 2020 (vir: /196/) 368
Slika 113: Efektivne 30-dnevne doze za razdalje do 200 km, izpust se je začel 19.12.2020 ob 08:00 (vir: /196/) 368
Slika 114: 95 percentilne vrednosti za 30-dnevno dozo ščitnice za projektno nezgodo za razdalje do 200 km, DIPCOT za leto 2020 (vir: /196/) 369
Slika 115: Vrednosti za 30-dnevno dozo ščitnice za projektno nezgodo za razdalje do 200 km, izpust se je začel 25. 8. 2020 ob 18:00 (vir: /196/) 369
Slika 116: Integrirane koncentracije izotopske aktivnosti (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) za Cs-134 (Bq-s/m3) za projektno nezgodo (vir: /196/) 370
Slika 117: Integrirane koncentracije izotopske aktivnosti (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) za I-131 (Bq-s/m3) za projektno nezgodo (vir: /196/) 370
Slika 118: Integrirane koncentracije izotopske aktivnosti (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) za Xe-133 (Bq-s/m3) za projektno nezgodo (vir: /196/) 371
Slika 119: 95 percentilne vrednosti za integrirane koncentracije izotopske aktivnosti za Cs-134 (Bq-s/m3), za projektno nezgodo, DIPCOT za leto 2020 (vir: /196/) 372
Slika 120: Integrirane koncentracije izotopske aktivnosti Cs-134 za razdalje do 200 km, izpust se je začel 25. 8. 2020 ob 18:00 (vir: /196/) 372
Slika 121: 95 percentilne vrednosti za integrirane koncentracije izotopske aktivnosti za I-131 (Bq-s/m3), za projektno nezgodo, DIPCOT za leto 2020 (vir: /196/) 373
Slika 122: Integrirane koncentracije izotopske aktivnosti I-131 za razdalje do 200 km, izpust se je začel 16. 11. 2020 ob 18:00 (vir: /196/) 373
Slika 123: 95 percentilne vrednosti za integrirane koncentracije izotopske aktivnosti za Xe-133 (Bq-s/m3), za projektno nezgodo, DIPCOT za leto 2020 (vir: /196/) 374
Slika 124: Integrirane koncentracije izotopske aktivnosti Xe-133 za razdalje do 200 km, izpust se je začel 19. 12. 2020 ob 08:00 (vir: /196/) 374

Slika 125: Efektivna 30-dnevna doza (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) v odvisnosti od razdalje od NEK za razširjeno projektno nezgodo (vir: /196/) 377
Slika 126: 30-dnevna doza ščitnice (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) v odvisnosti od razdalje od NEK za razširjeno projektno nezgodo (vir: /196/) 378
Slika 127: 95 percentilne vrednosti efektivne 30-dnevne doze za razširjeno projektno nezgodo za razdalje do 200 km, DIPCOT za leto 2020 (vir: /196/) 379
Slika 128: Efektivne 30-dnevne doze za razdalje do 200 km, izpust se je začel 12.01.2020 ob 23:00 (vir: /196/) 380
Slika 129: 95 percentilne vrednosti za 30-dnevno dozo ščitnice za razširjeno projektno nezgodo za razdalje do 200 km, DIPCOT za leto 2020 (vir: /196/) 380
Slika 130: Vrednosti za 30-dnevno dozo ščitnice za razširjeno projektno nezgodo za razdalje do 200 km, izpust se je začel 30.05.2020 09:00 (vir: /196/) 381
Slika 131: Integrirane koncentracije izotopske aktivnosti (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) za Cs-134 (Bq-s/m^3) za razširjeno projektno nezgodo (vir: /196/) 381
Slika 132: Integrirane koncentracije izotopske aktivnosti (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) za I-131 (Bq-s/m^3) za razširjeno projektno nezgodo (vir: /196/) 382
Slika 133: Integrirane koncentracije izotopske aktivnosti (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) za Xe-133 (Bq-s/m^3) za razširjeno projektno nezgodo (vir: /196/) 383
Slika 134: 95 percentilne vrednosti za integrirane koncentracije izotopske aktivnosti za Cs-134 (Bq-s/m^3), za razširjeno projektno nezgodo, DIPCOT za leto 2020 (vir: /196/) 384
Slika 135: Integrirane koncentracije izotopske aktivnosti Cs-134 za razdalje do 200 km, izpust se je začel 12.01.2020 23:00 (vir: /196/) 384
Slika 136: 95 percentilne vrednosti za integrirane koncentracije izotopske aktivnosti za I-131 (Bq-s/m3), za razširjeno projektno nezgodo, DIPCOT za leto 2020 (vir: /196/) 385
Slika 137: Integrirane koncentracije izotopske aktivnosti I-131 za razdalje do 200 km, izpust se je začel 18.03.2020 16:00 (vir: /196/) 385
Slika 138: 95 percentilne vrednosti za integrirane koncentracije izotopske aktivnosti za Xe-133 (Bq-s/m3), za razširjeno projektno nezgodo, DIPCOT za leto 2020 (vir: /196/) 386
Slika 139: Integrirane koncentracije izotopske aktivnosti Xe-133 za razdalje do 200 km, izpust se je začel 30.05.2020 09:00 (vir: /196/) 386
Slika 140: PGA za povratno dobo potresa 475 let (vir: /60/) 393
Slika 141: Obseg poplavljenosti območja NEK in vektorji lokalne hitrosti vode pri QPMF = 7081 m^3/s (nestalni tok) za stanje s HE Brežice (vir: /151/) 395
Slika 142: Zaščita NEK pred poplavami 397
Slika 143: Prikaz količine NSRAO v skladišču NSRAO v NEK (stanje ob koncu leta 2020) /227/ 399
Slika 144: Grafična predstavitev prostorskih značilnosti posega in njegove umeščenosti v okolje (vir: /1/, /60/) 438
Slika 145: Prostorske značilnosti posega (vir: /1/, /60/) 466
Slika 146: Površinske vode v širši okolici posega v merilu 1:10.000 (vir: /1/, /60/) 467
Slika 147: Vodovarstvena območja in zajetja pitne vode (občinski nivo) v širši okolici posega v merilu 1:10.000 (vir: /1/, /60/) 468
Slika 148: Zavarovana območja lokalnega pomena v širši okolici posega (vir: /1/, /60/) 469
Slika 149: Natura 2000 območja v širši okolici posega (vir: /1/, /60/) 470
Slika 150: Naravne vrednote v širši okolici posega (vir: /1/, /60/) 471
Slika 151: Ekološko pomembna območja v širši okolici posega (vir: /1/, /60/) 472
Slika 152: Kulturna dediščina v širši okolici posega (vir: /1/, /64/) 473
Slika 153: Karta poplavne nevarnosti (vir: /1/, /60/) 474

Izrazi:

Kratica	Izraz v slovenščini	Term in English
AAF	alternativni sistem za polnjenje uparjalnikov	Alternative Auxiliary Feedwater
ADR	Evropski sporazum o mednarodnem prevozu nevarnih snovi po cesti	European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road
AMP	Program staranja opreme	Aging management program
AB	zgradbe in zunanje površine	Buildings and Grounds
AOX	adsorbljivi organski halogeni	Adsorbable organic halides
ARSO	Agencija Republike Slovenije za okolje	Environmental Agency of the Republic of Slovenia
ASI	alternativno varnostno vbrizgavanje	Alternative Safety Injection
BAT-LCP	najboljša razpoložljiva tehnologija - velike kurilne naprave	Best available technology - large combustion plants
BB1, BB2	utrjena zgradba 1 in 2	Bunkered building 1 or 2
BDE	bromirani difenil etri	Brominated diphenyl ethers
BHRNEK	Zakon o ratifikaciji Pogodbe med Vlado Republike Slovenije in Vlado Republike Hrvaške o ureditvi statusnih in drugih pravnih razmerij, povezanih z vlaganjem v Nuklearno elektrarno Krško, njenim izkoriščanjem in razgradnjo in Skupne izjave ob podpisu Pogodbe med Vlado Republike Slovenije in Vlado Republike Hrvaške o ureditvi statusnih in drugih pravnih razmerij, povezanih z vlaganjem v Nuklearno elektrarno Krško, njenim izkoriščanjem in razgradnjo (UL RS - **Mednarodne pogodbe**, št. 5/03)	Act Ratifying the Treaty between the Government of the Republic of Slovenia and the government of the Republic of Croatia on the regulation of the status and other legal relations regarding investment, exploitation and decommissioning of the Krško NPP and Joint Declaration at the time of signature of the Treaty between the Government of the Republic of Slovenia and the government of the Republic of Croatia on the regulation of the status and other legal relations regarding investment, exploitation and decommissioning of the Krško NPP
BPK	biološka potreba po kisiku	Biochemical Oxygen Demand
BS OHSAS 18001:2007	sistem vodenja varnosti in zdravja pri delu po standardu	Occupational health and safety management system according to the Standard
BSS	Direktiva o določitvi temeljnih varnostnih standardov za varstvo pred ionizirajočim sevanjem	European Basic Safety Standards Directive
CC	sistem za hlajenje komponent	Component cooling system
CCB	zgradba za hlajenje komponent	Component cooling building
CCTV	nadzorni sistem s televizijo zaprtega kroga	Closed-circuit television
CDF	pogostost poškodbe sredice	Core Damage Frequency
CDP	dokument projektne zasnove, izdelan v skladu s postopkom NEK ESP-2.601.	Conceptual Design Package, doc. in accordance to NEK procedure ESP-2.601
CIS	skupna strategija izvajanja	Common Implementation Strategy
CT	sistem hladilnih stolpov	Cooling Tower System
CTF	prekladalni prostor -Poglobljen prostor v zgradbi DSB, ki je del sprejemnega prostora, kjer se izvaja premeščanje polnega MPC iz enega plašča v drugega	Canister Transfer Facility (pit - CTF); lowered part of acceptance area in DSB where MPCs are transfer from HI-TRAC to HI-STORM (or the other way around)
CT3	hladilni stolp, hladilne celice	Cooling Towers
CW	hladilna voda	Cooling water
DB	projektna nezgoda	Decontamination BuildingDesign Basis Accident
DBF	projektna poplava	Design Basis Flood

Kratica	**Izraz v slovenščini**	**Term in English**
DD	sistem deionizirane vode	Deionized water system
DEC	razširjene projektne osnove	Design Extension Conditions
DEC TS	tehnične specifikacije za razširjene projektne osnove	Design Extension Conditions Technical Specification
DEH	digitalni elektro-hidravlični (nadzorni sistem parne turbine)	Digital Electro Hydraulic (control system of steam turbine)
DG1, DG2	sistem dizelskega generatorja 1, 2	Diesel Generator 1, Diesel Generator 2
DG3	sistem dizelskega generatorja 3	Diesel Generator 3
DMMT	ionska izmenjava	Waste monitor tank demineralizer
DMP	dokument za izvedbo projekta, izdelan v skladu s postopkom NEK ESP-2.602.	Design Modification Package, doc. in accordance to NEK procedure ESP-2.602
DMWC	ionski izmenjevalnik kondenzata	Waste evaporator condensate demineralizer
DP	Program razgradnje NEK	NPP Krško Decommissioning Program
DR	sistem drenaž	Floor and equipment drain system
DSB	zgradba za suho skladiščenje izrabljenega goriva	Dry Storage Building
EDI	elektrodeionizacija	Electrodeionization
EE	sistem za izmenično napajanje	Electrical system miscellaneous AC distribution
EKS	energetski koncept Slovenije	Energy concept of Slovenia
EMEP	Program sodelovanja za monitoring in vrednotenje prenosa emisij snovi, ki onesnažujejo zrak na velike razdalje v Evropi	Cooperative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe
ENSREG	Skupina evropskih regulatorjev za jedrsko varnost	The European Nuclear Safety Regulators Group
ENTSO-E	Evropsko združenje sistemskih operaterjev prenosnega omrežja	European Network of Transmission System Operators for Electricity
EOP	navodila za ravnanje ob izrednem dogodku	Emergency Operation Plan
EPO	ekološko pomembno območje	Ecologically important area
ESW	sistem varnostne oskrbne vode	Essential Service Water System
ETS	sistem trgovanja s pravicami do emisij toplogrednih plinov v Evropski uniji	Emissions Trading System
EU	Evropska unija	European Union
EVWD	izparilnik sistema (ravnanja s tekočimi RAO)	Waste evaporator
EVRE	izparilnik sistema za recikliranje bora	Boron Recycle System evaporator
FD	sistem talnih drenaž	Floor drain system
FDT	tank za zbiranje talnih drenaž	Floor drain tank
FHB	zgradba za gorivo	Fuel Handling Building
FP	sistem varstva pred požarom	Fire protection system
FV	fizično varovanje; Pravilnik o fizičnem varovanju jedrskih objektov, jedrskih in radioaktivnih snovi ter prevozov jedrskih snovi UL RS, št. 17/13, 76/17-ZVISJV-1	Security; Rules on security of nuclear facilities and materials
GWP	potencial globalnega segrevanja	Global warming potential
HAEA	Madžarska agencija za atomsko energijo	Hungarian Agency for Atomic Energy
HE	hidroelektrarna	Hydropower plant
HERCA	Združenje direktorjev upravnih organov s področja varstva pred sevanji	Heads of the European Radiological Protection Competent Authorities
HCLPF	velika gotovost za malo verjetno napako	High Confidence Low Probability Failure

Kratica	**Izraz v slovenščini**	**Term in English**
HI-STORM FW	skladiščni plašč za večnamenski vsebnik z vloženim izrabljenim gorivom	HI-STORM FW – Storage overpack
HI-TRAC	transferni plašč za večnamen. vsebnik z IG	HI-TRAC VW - Transfer overpack
HT	habitatni tip	Habitat type
HTS	visokotemperaturna tesnila	High Temperature Seals
IAEA	Mednarodna agencija za jedrsko energijo, glej MAAE,	International Atomic Energy Agency
ICPD	območje dolgoročnih zaščitnih ukrepov (ODU), v oddaljenosti 25 km od NEK	Ingestion and commodities planning distance
IDDS	sistem za sušenje v sodu	In-drum drying system
IB	vmesna zgradba	Intermediate building
IDZ	idejna zasnova (ZGO)	Conceptual design document
IED	Direktiva o industrijskih emisijah	Industrial Emissions Directive
IG	izrabljeno gorivo	Spent nuclear fuel (SNF)
IIE	notranji začetni dogodki	Internal Initiating Events
IPCC	Medvladni odbor za podnebne spremembe	The Intergovernmental Panel on Climate Change
ISO 14001:2015	standard za sistem ravnanja z okoljem	Environmental management system standard
ISO 45001:2018	standard za sisteme vodenja varnosti in zdravja pri delu	Occupational health and safety management systems standard
JV5	Pravilnik o dejavnikih sevalne in jedrske varnosti, UL RS, št. 74/16 in 76/17 – ZVISJV-1)	Rules on radiation and nuclear safety factors
KPK	kemijska potreba po kisiku	Chemical Oxygen Demand
LCA	ocena življenjskega kroga	Life-cycle assessment
LERF	pogostost velikega zgodnjega izpusta	Large Early Release Frequency
LHST	tank za zbiranje vode iz pralnice in sobe za osebno dekontaminacijo	Laundry And Hot Shower Tank
LOCA	nesreča z izgubo hladila	Loss of Coolant Accident
LOD	meja detekcije	Limit of detection
LOQ	meja določljivosti	Limit od quantification
LRTAP	čezmejno onesnaževanje zraka na velike razdalje	Long-range Transboundary Air Pollution
LTO	dolgoročno obratovanje	Long term operation
MAAE	Mednarodna agencija za atomsko energijo, glej IAEA	International Atomic Energy Agency
MCR	glavna komandna soba	Main control room
MD1, MD2	varnostne zbiralke 1, varnostne zbiralke 2	Busbar 1, Busbar 2
MKČN	mala komunalna čistilna naprava	Small urban wastewater treatment plant
MM	merilno mesto	Measuring location
m n.v.	metrov nadmorske višine	Meters above Adriatic sea level
MOP	Ministrstvo za okolje in prostor	Ministry of the Environment and Spatial Planning
MP	sistem za odvajanje meteorne vode	Rainwater discharge system
MPC	večnamenski vsebnik	Multi-purpose canister
NEC	nacionalne zgornje meje emisij onesnaževal	National emission ceilings
NECP	NEPN	National Energy and Climate Plan
NEK	Nuklearna elektrarna Krško	Krško Nuclear Power Plant (Krško NPP)

Kratica	**Izraz v slovenščini**	**Term in English**
NEK MD-2	sistem vodenja – procesna organizacija	Management system - process organisation
NEPN	Celoviti nacionalni energetski in podnebni načrt Republike Slovenije	National Energy and Climate Plan of Slovenia
NMVOC	nemetanske hlapne organske spojine	Non-methane volatile organic compounds
NSR	ni pomembno za jedrsko varnost	Non-safety related
NSRAO	nizko- in srednjeradioaktivni odpadki	Low and intermediate-level radioactive waste
NUV	Nadzor učinkovitosti vzdrževanja	Maintenance Effectiveness Monitoring
NUV 3	Načrt upravljanja voda na vodnem območju Donave za obdobje 2022-2027	Danube River Basin Management Plan 2022-2027
NV	naravna vrednota	Natural value
NziR	načrt(i) zaščite in reševanja	Protection and rescue plan(s)
ODV	Okvirna direktiva EU o vodah	The Water Framework Directive (WFD)
OPN	Občinski prostorski načrt	Municipal Spatial Plan
OSART	Revizijska skupina za operativno varnost pri MAAE	Operational Safety Review Team
OV	odpadna voda	Waste water
OVE	obnovljivi viri energije	Renewable energy sources
OVS	okoljevarstveno soglasje	Environmental Consent
OVD	okoljevarstveno dovoljenje	Environmental Permit
PC+CCS	termoelektrarna na uplinjen premog z zajemom in skladiščenjem ogljika	Pulverized coal power plant with carbon capture and storage
PCFVS	pasivni filtrski sistem	Passive containment filtering vent system
PDEH	programabilni digitalni elektro-hidravlični (sistem)	Programmable digital electro hydraulic (system)
PE	populacijski ekvivalent	Population equivalent
PGA	maksimalni pospešek tal na površju	Peak ground acceleration
PGDP	povprečni letni dnevni promet	Annual average daily traffic
$PM_{2,5}$	trdni delci manjši od 2,5 µm	Particulate matter, diameter < 2.5 µm
PM_{10}	trdni delci manjši od 10 µm	Particulate matter, diameter < 10 µm
PMF	največja verjetna poplava	Probable Maximum Flood
PMO	prostor za mobilno opremo	Mobile Equipment Area
PNV	Program nadgradnje varnosti NEK	SUP - The Krško NPP Safety Upgrade Program
PO3	tretja revizija programa odlaganja radioaktivnih odpadkov in izrabljenega goriva NEK	Third Revision of the Krško NPP Radioactive Waste and Spent Fuel Disposal Program
POD	podaljšanje obratovalne dobe NEK s 40 na 60 let do leta 2043	Extension of Krško NPP operating life from 40 to 60 years - until 2043
POO	posebno ohranitveno območje	Special protection area
POV	posebno območje varstva	Special area of conservation
PP	predhodni postopek (za ugotovitev potrebnosti PVO)	Screening (to determine the need for an EIA)
PR3	tretja revizija programa razgradnje NEK	3rd Revision of the NPP Krško Decommissioning Program
PSA	verjetnostne varnostne analize, glej VVA	Probabilistic safety assessment
PSR	občasni varnostni pregled	Periodic safety review
PVO	presoja vplivov na okolje	Environmental impact assessment
PW	sistem filtrirane vode	Water pretreatment system

Kratica	**Izraz v slovenščini**	**Term in English**
PWR	lahkovodni tlačni reaktor	Pressurised water reactor
RAMP	Pregled programov za obvladovanje nesreč	Review of Accident Management Programmes
RAO	radioaktivni odpadki	Radioactive waste
RCC	odlagalni zabojniki	Reinforced concrete container
RCP	značilni poteki koncentracije toplogrednih plinov	Representative concentration pathway
ReNPRRO16-25	Resolucija o Nacionalnem programu ravnanja z RAO in IG za obdobje 2016-25, UL RS, št. 31/16	Resolution on the National LILW and Spent Fuel Management Program (2016-2025)
RETS	Tehnična specifikacija sevalnih vplivov NEK	Radiological Effluent Technical Specification, NEK
RH	Republika Hrvaška	The Republic of Croatia
RAO	radioaktivni odpadki	Radioactive waste
RNO	(radiološko) nadzorovano območje v skladu z ZVISJV-1	(radiation) controlled area
RS	Republika Slovenija	The Republic of Slovenia
RTP	razdelilna transformatorska postaja	Substation (transformer station)
RWSB	zgradba za hranjenje RAO	Radioactive waste storage building
SALTO	Pregled varnosti dolgoročnega obratovanja	Safety Aspects of Long Term Operation
SAMG	smernice za obvladovanje težkih nesreč	Severe Accident Management Guidelines
SF	sistem bazena za izrabljeno gorivo	Spent fuel pool system
SFDS	suho skladiščenje izrabljenega goriva (IG)	Spent fuel dry storage
SJV	sistem za zaznavanje vsiljivcev	Intrusion detection system
SK	superkompaktiranje	Supercompaction
SR	pomembno za jedrsko varnost	Safety related
SRSF	skladišče trdnih radioaktivnih odpadkov	Solid Radwaste Storage Facility
SSE	potres, pri katerem se elektrarna lahko varno ustavi	Safe Shutdown Earthquake
SSK	skupek konstrukcij, sistemov in komponent	Structures, systems and components (SSC)
SUP	PNV - Program nadgradnje varnosti NEK	The Krško NPP Safety Upgrade Program
SV8	Pravilnik o obveznostih izvajalca sevalne dejavnosti in imetnika vira ionizirajočih sevanj, UL RS, št. 43/18	Rules on the obligations of persons performing radiation practices and holders of ionising radiation sources
SV8A	Pravilnik o ukrepih varstva pred sevanji na nadzorovanih in opazovanih območjih, UL RS, št. 47/18	Rules on radiation protection measures in controlled and monitored areas
SW (ESW)	sistem varnostne oskrbne vode	Essential service water system
ŠCZ	štab civilne zaščite	Civil protection headquarters
TB	turbinska zgradba	Turbine building
TC	zaprt sistem hlajenja turbine	Turbine Closed Cycle Cooling System
TEB	Termoelektrarna Brestanica	Thermal Power Plant Brestanica
TEŠ	Termoelektrarna Šoštanj	Thermal Power Plant Šoštanj
TE-TOL	Termoelektrarna toplarna Ljubljana	Thermal Power Plant Ljubljana
TGP	toplogredni plini	Greenhouse gases
TP	transformatorska postaja	Transformer station
TS	Tehnične specifikacije NEK	NEK Technical Specifications
TTC	cevasti zabojnik	Tube type container
UHS	končni ponor toplote	Ultimate Heat Sink

Kratica	**Izraz v slovenščini**	**Term in English**
UL RS	Uradni list Republike Slovenije	Official Gazette of the Republic of Slovenia
UN NEK	Ureditveni načrt NEK	NEK Development Plan
Uredba PVO	Uredba o posegih v okolje, za katere je treba izvesti presojo vplivov na okolje, UL RS, št. 51/14, 57/15, 26/17 in 105/20	Decree on activities affecting the environment that require an environmental impact assessment
URSJV	Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost	Slovenian nuclear safety administration (SNSA)
USAR	Varnostno poročilo NEK	Updated Safety Analysis Report
U.S. NRC	Upravni organ Združenih držav Amerike za jedrsko varnost	United States Nuclear Regulatory Commission
UV1	Uredba o sevalnih dejavnostih, UL RS, št. 19/18	Decree on activities involving radiation
UV2	Uredba o mejnih dozah, referenčnih ravneh in radioaktivni kontaminaciji, UL RS, št. 18/18.	Decree on dose limits, radioactive contamination and intervention levels
UV3	Uredba o območjih omejene rabe prostora zaradi jedrskega objekta in o pogojih gradnje objektov na teh območjih, UL RS, št. 78/19	Decree on areas of restricted use due to nuclear facilities and on the conditions for construction in these areas
VCT	tank za regulacijo volumna hladila	Volume control tank
VRAO	visokoradioaktivni odpadki	High-level radioactive waste
VT	vodno telo	Body of water
VVA	verjetnostne varnostne analize, glej PSA	Probabilistic safety assessment
VZD	varnost in zdravje pri delu	Occupational health and safety
W	sistem pitne in sanitarne vode	Potable and sanitary water system
WANO	Svetovno združenje operaterjev jedrskih elektrarn	World Association of Nuclear Operators
WCT	tank za zbiranje kondenzata	Waste evaporator condensate tank
WENRA	Zveza zahodnoevropskih uprav za jedrsko varnost	Western European Nuclear Regulators Association
WMB	zgradba za ravnanje z odpadki	Waste manipulation building
WMT	nadzorni odpadni tank	Waste monitoring tank
WP	sistem za obdelavo tekočih radioaktivnih odpadkov	Liquid radwaste processing system
WT	sistem priprave deionizirane vode	Water Treatment System
ZRSVN	Zavod Republike Slovenije za varstvo narave	Institute of the Republic of Slovenia for Nature Conservation
ZVISJV-1	Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti, UL RS, št. 76/17 in 26/19	Ionising Radiation Protection and Nuclear Safety Act
ZVO-1	Zakon o varstvu okolja, UL RS, št. 39/06 – UPB, 49/06 – ZMetD, 66/06 – odl. US, 33/07 – ZPNačrt, 57/08 – ZFO-1A, 70/08, 108/09, 108/09 – ZPNačrt-A, 48/12, 57/12, 92/13, 56/15, 102/15, 30/16, 61/17 – GZ, 21/18 – ZNOrg, 84/18 – ZIURKOE in 158/20	Environmental Protection Act

1. PODATKI O NOSILCU POSEGA IN PREDLOŽENEM POROČILU

1.1 UVOD

Upravljavec Nuklearna elektrarna Krško, d.o.o. *(v nadaljevanju: NEK)* namerava podaljšati obratovalno dobo NEK s 40 na 60 leti in sicer od leta 2023 do leta 2043.

Naziv posega:
Podaljšanje obratovalne dobe NEK s 40 na 60 let do leta 2043

Obseg nameravanega posega je nadaljnje obratovanje NEK z obstoječimi obratovalnimi karakteristikami po leti 2023 in ne predvideva gradnje novih objektov ali naprav, ki bi spreminjale fizične lastnosti NEK.

S podaljšanjem obratovalne dobe NEK se spreminja obdobje obratovanja naprave tako, da se obratovanje podaljša za 20 let, s 40 na 60 let. Pri tem se:

- **ne spreminjata** položaj ali lega NEK v prostoru;
- **ne spreminjajo** dimenzije in zasnova NEK s tehnologijo;
- **ne spreminjata** proizvodna zmogljivost NEK in način obratovanja.

Za podaljšanje obratovalne dobe niso potrebni novi posegi. Objekt za suho skladiščenje izrabljenega goriva (funkcionalna povezanost), ki ima pridobljeno gradbeno dovoljenje in je bila zanj izvedena tudi presoja vplivov na okolje, je v gradnji in bo končan v prvi polovici leta 2023. Objekt suhega skladišča bo že obratoval ob pričetku podaljšanega obratovanja NEK v letu 2023, vplivi suhega skladiščenja na okolje, pa so obravnavani v tem poročilu, kot vpliv posega (glej poglavje 5.1).

Za podaljšanje obratovalne dobe ni bilo izvedenih drugih posegov. Nadgradnje varnosti, ki niso del presoje, so bile izvedene ne glede na podaljšanje obratovalne dobe NEK, na podlagi nacionalnega post-fukušimskega akcijskega načrta po EU stresnih testih.

NEK bo do konca podaljšane obratovalne dobe NEK s 40 na 60 let do leta 2043 delovala kot doslej, to je varno in skladno z omejitvami emisij v okolje. Varnostna kultura, usposobljenost zaposlenih in njihova odgovornost, kot glavni del organizacijskega in poslovnega ustroja NEK, bodo še naprej vodilo in zagotovilo nadaljnjega varnega in za okolje sprejemljivega obratovanja NEK. Tako kot doslej bodo redno in pravočasno uvajali potrebne varnostne in druge izboljšave.

NEK bo redno vzdrževala vse tehnološke sisteme, še posebej varnostne, in jih redno posodabljala v skladu z obratovalnimi izkušnjami doma in v svetu.

S celovito nadgradnjo varnostnih sistemov v skladu z jedrsko zakonodajo Republike Slovenije so bistveno zmanjšana vsa tveganja v zvezi z obratovanjem NEK.

S podaljšanjem obratovalne dobe NEK s 40 na 60 let do leta 2043 se ne spreminja obstoječe okoljevarstveno dovoljenje NEK /49/. Prav tako se ne spreminjajo obstoječa vodna dovoljenja NEK /50/, /163/,/276/.

NEK, z izhodno močjo 696 MWe, se uvršča v vrh slovenske proizvodnje električne energije (~38 % celotne slovenske proizvodnje, od tega jo polovico izvozi v Republiko Hrvaško). S pričetkom komercialnega obratovanja, leta 1983, je NEK pridobila dovoljenje za redno obratovanje. Ob izgradnji je bila predvidena minimalna obratovalna doba objekta 40 let, vendar so bile v tem obdobju opravljene številne varnostne in druge posodobitve ter izvedene številne analize iz katerih sledi, da je z vidika varnosti in ekonomičnosti podaljšanje obratovalne dobe smiselna in v svetu uveljavljena rešitev. Tako so ustvarjeni tehnični pogoji, da NEK obratuje vsaj še dodatnih dvajset let, t.j. do konca leta 2043.

NEK obratuje na podlagi obratovalnega dovoljenja /4/, ki je neposredno povezano z varnostnim poročilom NEK /3/ in vsebuje vse pogoje in omejitve za varno obratovanje elektrarne. NEK ima veljavno, časovno neomejeno obratovalno dovoljenje in je tehnično zmožna obratovati vsaj do leta 2043, pod pogojem, da v skladu z veljavno zakonodajo vsakih 10 let opravi občasni varnostni pregled (angl. PSR - Periodic Safety Review), ki ga potrdi upravni organ, t.j. Uprava RS za jedrsko varnost. Obveza NEK je zagotavljanje vseh vidikov varnosti delovanja elektrarne.

NEK obratuje skladno z vsemi predpisi v RS in pod obratovalnimi omejitvami in pogoji, ki so določeni v ZVISJV-1, v vodnih dovoljenjih, okoljevarstvenem dovoljenju, tehničnih specifikacijah NEK (TS /5/, RETS /7/ in DECTS /6/) ipd. S podaljšanjem obratovalne dobe bo NEK zmožna obratovati še nadaljnjih 20 let, t.j. do leta 2043, v okviru enakih omejitev in ne bo presegala nobene obstoječe zakonske zahteve oziroma omejitve.

Nenehne posodobitve in spremembe, ki so bile izvedene, zagotavljajo nivo varnosti, ki je znatno višji, kot je bil ob sami izgradnji elektrarne. Z vzpostavljenimi varnostnimi standardi in zahtevami, ki so v jedrski industriji veliko višji kot pri katerikoli drugi obstoječi tehnologiji, je danes jedrska tehnologija najbolj varen način proizvodnje električne energije, kar jih pozna človeštvo /235/.

1.2 IZHODIŠČA

Nuklearna Elektrarna Krško d.o.o. (NEK) z izhodno močjo 696 MWe proizvede približno 38 % celotne slovenske električne energije, kar jo uvršča na vrh slovenskih proizvajalcev električne energije. NEK polovico proizvedene električne energije izvozi v Republiko Hrvaško (RH) v skladu z meddržavno pogodbo. Proizvodnja električne energije je v pasovnem območju (obratovanje konstantno na 100 %) in zagotavlja stabilnost elektroenergetskega sistema. Pri proizvodnji električne energije NEK ne izpušča toplogrednih plinov, kar jo uvršča med nizkoogljične proizvodne enote. Slovenski del proizvedene električne energije v NEK predstavlja približno polovico vse nizkoogljične električne energije v Sloveniji.

NEK obratuje skladno z odločbami: s Soglasjem za začetek obratovanja NEK, Odločbo Republiškega energetskega inšpektorata št. 31-04/83-5 z dne 6. 2. 1984, Spremembo dovoljenja za obratovanje NEK, Odločbo URSJV št. 3570-8/2012/5 z dne 22. 4. 2013 /4/, in NPP Krško Updated Safety Analyses Report (v nadaljevanju USAR) /3/.

1.2.1 Varna, zanesljiva in konkurenčna proizvodnja električne energije

Leta 1983 je NEK pričela s komercialnim obratovanjem. Ob izgradnji je bila predvidena minimalna obratovalna doba objekta štirideset let, vendar so bile v tem obdobju opravljene varnostne ter druge posodobitve ter izvedene številne analize iz katerih sledi, da je z vidika varnosti in ekonomičnosti podaljšanje obratovalne dobe smiselna rešitev, ki je uveljavljena tudi drugod po svetu. S posodobitvami in izvedenimi analizami so bili ustvarjeni tehnični pogoji, da NEK obratuje vsaj še dodatnih dvajset let, t.j. do konca leta 2043.

Zanesljivo in varno obratovanje v vseh pogojih je najpomembnejša prednostna naloga NEK. Od izgradnje je NEK izvedla vrsto posodobitev, ki so povečale varnost in učinkovitost objekta. S posodobitvami se ohranja oziroma zagotavlja tudi okoljska skladnost proizvodnje. Proizvodni učinki večletnih vlaganj se odražajo v večji učinkovitosti proizvodnih procesov, kar se odraža v povečani proizvodnji električne energije. Ta se je povečala s 4,5 TWh/leto na 5,45 TWh/leto. Dvig povečane proizvodnje je mogoče pripisati več investicijam, podaljšanju gorivnega ciklusa na 18 mesecev, skrajšanju rednih remontov, preventivni zamenjavi opreme in posodobitvi delovnih procesov. Omenjeni dvig proizvodnje, ki v povprečju znaša dodatnih 1.000 GWh/leto doma proizvedene električne energije brez neposrednih izpustov CO_2, je ekvivalenten optimalni letni proizvodnji vseh osmih hidroelektrarn na spodnji Savi.

NEK obratuje varno ob zagotavljanju najvišjih okoljskih in industrijskih standardov.

1.2.2 Jedrska varnost prva prioriteta

V jedrskih elektrarnah je varnost vedno na prvem mestu. Obstoječi mednarodni varnostni standardi in zahteve so v jedrski industriji veliko višji kot pri katerikoli drugi obstoječi tehnologiji za proizvodnjo električne energije. Za izpolnjevanje vseh teh zahtev imajo obstoječe jedrske elektrarne vgrajene številne in raznolike sisteme za zagotavljanje jedrske varnosti, ki so se skozi tri generacije razvoja jedrskih elektrarn razvili do zelo visoke stopnje zanesljivosti in učinkovitosti. Z upoštevanjem modernih mednarodnih varnostnih standardov je danes jedrska tehnologija najbolj varen način proizvodnje električne energije, kar jih poznamo.

Izpolnjevanje in doseganje zastavljenih varnostnih zahtev je v jedrski industriji podvrženo utečenemu mednarodnemu in domačemu nadzoru v obliki raznolikih inšpekcij in ocenjevalnih mednarodnih misij. Številne mednarodne misije, ki se osredotočajo na vse vidike obratovanja z največjim poudarkom na zagotavljanju jedrske varnosti, redno ocenjujejo NEK. Preglede izvajajo: Mednarodna agencija za atomsko energijo (IAEA), Svetovno združenje operaterjev jedrskih elektrarn (WANO oziroma INPO) in drugi. NEK si je po varnostnem pregledu WANO prislužila uvrstitev v prvi razred uspešnosti in tako v svetovnem merilu sodi med najboljše jedrske elektrarne.

V zadnjih 10-ih letih so bile v NEK izvedene sledeče misije:
- izredni varnostni pregled (EU stresni testi) v 2012,
- IAEA - Topical Peer Review Ageing Management v 2018,
- OSART - Operational Safety Review Team, ki ga izvaja IAEA, v 2017 ter
- strokovni pregled WANO v letih 2014 in 2018.

1.2.2.1 Izredni varnostni pregled (EU stresni testi)

V okviru EU stresnih testov, ki jih je izvedla Evropska komisija po nesreči v Fukušimi marca leta 2011, je NEK kot edina jedrska elektrarna v Evropi ostala brez priporočil, kar jo je uvrstilo na sam vrh evropskih elektrarn. Rezultati poročila so pokazali, da je NEK dobro načrtovana in grajena, ter skupaj z dodatno razpoložljivo opremo kaže visok nivo pripravljenosti za težke nesreče. NEK je opravila temeljito analizo izvenprojektnih nezgod ter pripravila Program nadgradnje varnosti (PNV) /18/.

Program nadgradnje varnosti (PNV) je bil potrjen s strani Uprave RS za jedrsko varnost /19/ in obsega vrsto izboljšav in dodatnih sistemov za obvladovanje izvenprojektnih nezgod. Po izvedenem programu nadgradnje varnosti bo NEK varnostno primerljiva z novejšimi tipi jedrskih elektrarn, ki se danes gradijo po svetu.

Med pomembnejšimi varnostnimi posodobitvami v izvajanju je tudi projekt izgradnje suhega skladišča za izrabljeno gorivo. Sistem suhega skladiščenja omogoča, da bo izrabljeno gorivo prestavljeno v posebne vsebnike oziroma zabojnike, ki bodo zagotavljali pasivno hlajenje in ščitenje pred ionizirajočim sevanjem.

1.2.2.2 OSART- Operational safety review team, ki ga izvaja IAEA

Mednarodna agencija za atomsko energijo (IAEA) je leta 2017 izvedla že četrto Operational Safety Review Team (OSART) misijo. Slovenija je članica IAEA, zato mora vlada RS odobriti formalne postopke, kakršen je vabilo take misije. Uprava RS za jedrsko varnost (URSJV) Vladi poroča o ugotovitvah in poda poročilo misije OSART. V NEK so bile pred tem že tri take misije: leta 1984, 1993 in 2003.

Člani OSART misije so v poročilu poudarili, da so v NEK po izvedeni OSART misiji v letu 2017 sistematično analizirana vsa podana priporočila in predlogi ter pripravljen načrt korektivnih ukrepov. Misija OSART je zaključila, da izvedeni ukrepi ter ukrepi v izvajanju v celoti upoštevajo priporočila in predloge prvotne misije OSART. URSJV z izvedbo dodatnih sestankov in inšpekcij redno preverja status izvedbe OSART ukrepov. Vsi ukrepi so bili izvedeni do sredine leta 2019.

1.2.2.3 Strokovni pregled WANO leta 2014 in 2018

Svetovno združenje operaterjev jedrskih elektrarn (WANO) je v letu 2014 opravilo obsežen pregled obratovanja. NEK je prejela najvišjo skupno oceno za jedrsko varnost in obratovalno pripravljenost. To je bilo že četrto takšno preverjanje (predhodna so bila izvedena v letih 1995, 1999 in 2007).

Pri zadnjem pregledu leta 2018 so člani misije pri ocenjevanju izpostavili nadpovprečno visoko realizacijo priporočil iz mednarodnih obratovalnih izkušenj ter dosežke na področju varnostne kulture, ki je skupek načel, ki usmerjajo način dela v jedrskih objektih in so temelj njihovega varnega in stabilnega obratovanja.

Med dobrimi praksami, ki so zgled ostalim jedrskim elektrarnam, so izpostavili zmogljivost in kakovost popolnega simulatorja za usposabljanje obratovalnega osebja.

Najvišja skupna ocena za jedrsko varnost in obratovalno učinkovitost je dodatna zaveza za NEK, da se bo še izboljšala na področju vodenja, komuniciranja, notranjih usmeritev, delovnih pričakovanj in sodelovanja ter tako izpolnjevala vsa pričakovanja.

1.2.3 Dolgoročno obratovanje NEK v povezavi z energetsko prihodnostjo Slovenije

Za zagotavljanje zanesljive oskrbe z energijo bo v Sloveniji potrebna kombinacija različnih virov električne energije, ki bodo po svoji učinkovitosti in ob upoštevanju prostorskih vplivov na slovensko ozemlje zadoščali za pokritje predvidene prihodnje porabe električne energije. Zaradi načrtovanega povečanja elektrifikacije prometa (uporabe električnih vozil), elektrifikacije ogrevanja (uporabe toplotnih črpalk) in elektrifikacije ter opuščanja fosilnih goriv v ostalih sektorjih, bo Slovenija potrebovala vse večji delež stabilne energije v obliki električne energije.

Po ocenah /20/, /243/ se bo primanjkljaj električne energije v Sloveniji še povečeval (Slovenija je že več let uvoznik električne energije v obsegu ca. 20 % porabe). Do leta 2030 bo v Sloveniji tudi ob predvidenem obratovanju NEK primanjkovalo minimalno 1 TWh/letno električne energije, kljub upoštevanju razvoja tehnologije, bistveno bolj učinkovite rabe električne energije ter intenzivnega uvajanja novih obnovljivih virov energije (OVE). To energijo bi v nasprotnem primeru morali bodisi uvažati ali pa jo zagotoviti z izgradnjo novih elektrarn, ki pa jih v tako kratkem časi niti ni mogoče umestiti v prostor, zgraditi in pričeti z njihovim obratovanjem.

V skladu s Pariškim sporazumom /282/ in Okvirno konvencijo Združenih narodov o spremembi podnebja /281/ si je EU zastavila cilj, da bo do leta 2030 emisije TGP zmanjšala za 40 % glede na leto 1990, kar pomeni 36 % zmanjšanje emisij TGP glede na leto 2005. V skladu z uredbo o zavezujočem zmanjšanju emisij TGP za države članice EU je Slovenija zavezana svoje emisije TGP v sektorjih, ki niso vključeni v sistem trgovanja z emisijami, do leta 2030 zmanjšati za vsaj 15 % glede na raven v letu 2005. Poleg cilja za leto 2030 je v uredbi določena tudi linearna trajektorija, ki ob upoštevanju prožnosti, določene v uredbi, ne sme biti presežena. Celoviti nacionalni energetski in podnebni načrt Republike Slovenije (NEPN) /20/ določa višje cilje glede zmanjšanja emisij TGP (ne-ETS) do leta 2030, tj. za vsaj 20 % glede na leto 2005.

Termoelektrarne in toplarne so v ETS sistemu trgovanja. Cilj zmanjšanja emisij na nivoju EU do leta 2030 za ETS je 43 % glede na leto 2005. Skladno s cilji naj bi se prav tako zmanjšala proizvodnja električne energije iz elektrarn na fosilna goriva, ker bo vse višja cena izpustov CO_2 narekovala ekonomsko računico obratovanja teh elektrarn. V prihodnosti tako pričakujemo zapiranje elektrarn na fosilna goriva, ki ne bodo konkurenčne nizkoogljičnim tehnologijam.

Delovanje NEK, ki za obratovanje ne potrebuje fosilnih virov energije in med obratovanjem ne izpušča toplogrednih plinov, ima v tej luči še večji pomen.

V postopku priprave NEPN, ki za obdobje do leta 2030 (z vizijo do leta 2040) določa cilje, politike in ukrepe za razogljičenje, energetsko učinkovitost, energetsko varnost, notranji trg energije ter raziskave, inovacije in konkurenčnost, je bila sprejeta odločitev, da je treba izvesti celovito presojo vplivov na okolje (CPVO), vključno s presojo sprejemljivosti na varovana območja narave, ter pripraviti okoljsko poročilo in Dodatek za presojo sprejemljivosti na varovana območja narave.

V postopku CPVO za NEPN je bilo pripravljeno okoljsko poročilo /175/, v katerem so bili opredeljeni, opisani in ovrednoteni vplivi izvedbe plana na okolje in možne alternative, ob upoštevanju ciljev in geografskih značilnosti območja, na katerega se plan nanaša. Prav tako je bila presojana sprejemljivost vplivov plana na varovana območja. Ugotovljeno je bilo, da so vplivi sprejemljivi ob upoštevanju omilitvenih ukrepov, ki so navedeni v planu (NEPN)/20/.

Vlada RS je dne 28. 2. 2020 s potrditvijo Celovitega nacionalnega energetskega in podnebnega načrta Republike Slovenije predvidela podaljšanje obratovalne dobe NEK po letu 2023. V obeh scenarijih (scenarij z obstoječimi ukrepi in scenarij NEPN) je predvidena nadaljnja proizvodnja električne energije iz NEK.

Z Resolucijo o Dolgoročni podnebni strategiji Slovenije 2050 (UL RS, št. 119/21) si Slovenija zastavlja cilj, da do leta 2050 doseže neto ničelne emisije oziroma podnebno nevtralnost. Resolucija kot strateški sektorski cilj pri zmanjšanju emisij TGP in povečanje ponorov za energetiko določa zmanjšanja emisij TGP do leta 2050 za 90-99 % glede na leto 2005. Med sprejetimi usmeritvami in ukrepi do leta 2030 resolucija povzema NEPN. V glavnih usmeritvah do leta 2050 so določena področja ukrepanja, ki bodo poleg ukrepov učinkovite rabe energije, krožnega gospodarstva in drugih ukrepov za zmanjšanje potreb po energiji za Slovenijo ključna na poti doseganja cilja podnebne nevtralnosti. Med njimi je tudi področje jedrske energije, kjer Slovenija načrtuje dolgoročno rabo jedrske energije.

Sedanji okvir politike EU ne bi mogel doseči ciljev do leta 2050 in izpolniti svojih zavez iz Pariškega sporazuma /282/. Projekcije kažejo, da bi EU do leta 2050 dosegla le 60-odstotno zmanjšanje emisij toplogrednih plinov z nadaljevanjem izvajanja obstoječe zakonodaje /279/. Zato si Evropska unija postavlja bolj ambiciozen cilj, doseči podnebno nevtralnost do leta 2050, ki je bil vzpostavljen z Evropskim zelenim sporazumom in sprejet z Uredbo o vzpostavitvi okvira za doseganje podnebne nevtralnosti /264/. Da bi se dosegel cilj podnebne nevtralnosti do leta 2050, je zavezujoč podnebni cilj Unije zmanjšanje neto emisij toplogrednih plinov (emisij, potem ko se odštejejo ponori) za vsaj 55 % v primerjavi z ravnmi iz leta 1990 do leta 2030. Nov predlog uredbe o porazdelitvi delovne obremenitve po državah članicah za ne-ETS sektor predlaga Republiki Sloveniji zmanjšanje toplogrednih plinov za -27 % do poletja 2030, v primerjavi z letom 2005, kar je več kot obstoječi nacionalni cilj iz NEPN (-20 %) /265/.

1.3 NAZIV IN NAMEN POSEGA

Naziv posega:

Podaljšanje obratovalne dobe NEK s 40 na 60 let do leta 2043

Nuklearna elektrarna Krško, d.o.o. obratuje na podlagi obratovalnega dovoljenja, ki je neposredno povezano z varnostnim poročilom NEK (angl. USAR – Updated Safety Analyses Report; /3/) in vsebuje vse pogoje in omejitve za varno obratovanje elektrarne. NEK ima veljavno, časovno neomejeno obratovalno dovoljenje (/4/) in je tehnično zmožna obratovati do leta 2043, pod pogojem, da v skladu z veljavno zakonodajo vsakih 10 let opravi obdobni varnostni pregled (angl. PSR – Periodic Safety Review; v slovenski zakonodaji občasni varnostni pregled).

Ob izgradnji je bila predvidena minimalna obratovalna doba objekta 40 let, vendar so bile v tem obdobju opravljene številne varnostne in druge posodobitve ter izvedene številne analize, iz katerih sledi, da je z vidika varnosti in ekonomičnosti podaljšanje obratovalne dobe smiselna in v svetu uveljavljena rešitev. S posodobitvami je Tako so ustvarjeni tehnični pogoji, da NEK obratuje vsaj še dodatnih dvajset let, t.j. do konca leta 2043. Nadgradnja varnosti ni del presoje vplivov na okolje in bi bila izvedena ne glede na

podaljšanje obratovalne dobe NEK, na podlagi nacionalnega post-fukušimskega akcijskega načrta po EU stresnih testih.

1.4 OBVEZNOST PRESOJE VPLIVOV NA OKOLJE

ARSO je dne 2. 10. 2020 izdala sklep št. 35405-286/2016-42, s katerim od nosilca nameravanega posega NEK zahteva, da za nameravan poseg »Podaljšanje obratovalne dobe NEK s 40 na 60 let do leta 2043« izvede presojo vplivov na okolje in pridobi okoljevarstveno soglasje.

Ministrstvo je po uradni dolžnosti, skladno s prvim odstavkom 8. člena Uredbe o posegih v okolje, za katere je treba izvesti presojo vplivov na okolje, izvedlo predhodni postopek. V procesu predhodnega postopka iz prvega odstavka 51.a člena ZVO-1 so bila upoštevana merila, ki se nanašajo na značilnosti nameravanega posega v okolje, njegovo lokacijo in značilnosti možnih vplivov posega na okolje.

Ugotovljeno je bilo, da gre pri nameravanem posegu za spremembo, ki vpliva na bistveno lastnost obstoječega posega, saj se podaljšuje obdobje obratovanja NEK, in sicer do leta 2043, ter da bi se vplivi zaradi spremembe posega pomembno povečali oziroma se lahko pomembno povečanje vplivov na okolje zaradi nameravane spremembe lahko pričakuje. Prav tako je bilo ugotovljeno, da je načrtovani poseg funkcionalno in ekonomsko povezan z najmanj enim prav tako načrtovanim posegom, in sicer z gradnjo suhega skladišča za izrabljeno gorivo. Ministrstvo je ugotovilo, da obveznost izvedbe presoje vplivov na okolje za podaljšanje obratovanja jedrske elektrarne izhaja tudi iz prakse sodišča Evropske unije /242/.

Na podlagi ugotovljenih dejstev je ministrstvo ugotovilo, da za nameravani poseg treba izvesti presojo vplivov na okolje in pridobiti okoljevarstveno soglasje, kar je tudi zahteva omenjenega sklepa.

- **Nameravani poseg**

Nosilec posega načrtuje podaljšanje obratovalne dobe NEK s 40 na 60 let.

Presoja vplivov na okolje je obvezna v skladu z 2. členom, v povezavi s Prilogo 1 Uredbe o posegih v okolje, za katere je treba izvesti presojo vplivov na okolje (UL RS, št. 51/14, 57/15, 26/17, 105/20):

- D - Energetika; D.II – jedrska energija:
  - **D.II.1 -** Jedrske elektrarne in drugi jedrski reaktorji, vključno z njihovo demontažo ali odstranitvijo.

- **Obstoječi poseg**

Na lokaciji nameravanega posega obratuje že dovoljen poseg - Nuklearna elektrarna Krško, d.o.o., Vrbina 12, 8270 Krško, za katerega je bila presoja vplivov izvedena že trikrat, in sicer pri:

- gradnji objekta za dekontaminacijo, številka okoljevarstvenega soglasja 35405-04/99 z dne 26. 3. 1999;
- gradnji temelja s postavitvijo rezervnega transformatorja, številka okoljevarstvenega soglasja 35405-81/00 z dne 1. 8. 2000,
- gradnji objekta za suho skladiščenje izrabljenega goriva, številka gradbenega dovoljenja 35105-25/2020/57 z dne 23. 12. 2020.

Nuklearna elektrarna Krško se uvršča med posege iz poglavja D Priloge 1 omenjene uredbe - D.II.1 (jedrske elektrarne in drugi jedrski reaktorji, vključno z njihovo demontažo ali odstranitvijo). Z nameravano spremembo (podaljšanje obratovalne dobe) se obstoječa zmogljivost proizvodnje ne spreminja, je pa obstoječi poseg v tem poročilu obravnavan kot povezan in upoštevan pri oceni celotnega vpliva posega na okolje.

1.5 NOSILEC POSEGA

1.5.1 Nosilec posega

Nuklearna elektrarna Krško d.o.o., Vrbina 12, 8270 Krško
Matična številka: 5034345000
Glavna dejavnost: D35.112 (Proizvodnja elektrike v termoelektrarnah, jedrskih elektrarnah)

Odgovorni osebi: g. Stanislav Rožman, predsednik uprave NEK, g. Saša Medaković, član uprave

Podpis odgovornih oseb nosilca posega je v uvodnem delu poročila.

NEK je opremljena z Westinghousovim lahkovodnim tlačnim reaktorjem toplotne moči 1994 MW. Njena moč na pragu je 696 MW. Elektrarna je priključena na 400 kV omrežje za napajanje potrošnih središč v Sloveniji in Hrvaški. Letno proizvede nad pet milijard kWh električne energije /40/.

1.5.2 Oseba, odgovorna za izvedbo posega pri nosilcu posega

Stanislav Rožman, predsednik uprave NEK

Saša Medaković, član uprave NEK

Nuklearna Elektrarna Krško d.o.o., Vrbina 12, 8270 Krško

Podpis osebe, odgovorne za izvedbo posega pri nosilcu posega, je v uvodnem delu poročila.

1.6 IZDELOVALEC POROČILA

1.6.1 Izdelovalec poročila

E-NET OKOLJE d.o.o., Linhartova cesta 13, 1000 Ljubljana

1.6.2 Vodja izdelave poročila

dr. Domen Novak, dipl. san. inž.

E-NET OKOLJE d.o.o., Linhartova cesta 13, 1000 Ljubljana

Podpisana izjava vodje izdelave poročila, v skladu s 4. odstavkom 4. člena Uredbe o vsebini poročila o vplivih nameravanega posega na okolje in načinu njegove priprave, je v uvodnem delu poročila.

Reference vodje izdelave poročila s področja presoje vplivov na okolje so prikazane v **Prilogi 1**.

1.6.3 Sodelujoči pri izdelavi poročila

- mag. Jorg Jurij Hodalič, univ. dipl. biol. (vsi dejavniki),
- Manca Magjar, univ. dipl. ekolog. (vsi dejavniki),

vsi E-NET OKOLJE d.o.o., Linhartova cesta 13, 1000 Ljubljana.

- dr. Gregor Omahen, univ. dipl. fiz. (ionizirajoče sevanje)

ZVD Zavod za varstvo pri delu d.o.o., Chengdujska cesta 25, 1260 Ljubljana

- mag. Boštjan Duhovnik, univ. dipl. inž. str. (tehnologija, radioaktivni odpadki in IG, razgradnja),
- Helena Lap, univ. dipl. inž. kraj. arh. (krajina, kulturna dediščina),
- mag. Samo Hrvatin, univ. dipl. inž. str. (jedrska tehnologija in jedrska varnost),
- dr. Andrej Širca, univ. dipl. inž. grad. (poplavna varnost, toplotno onesnaženje voda),
- dr. Franc Sinur, univ. dipl. inž. grad. (potresna varnost),

IBE d.d., svetovanje, projektiranje in inženiring, Hajdrihova ulica 4, 1000 Ljubljana

- dr. Maja Sopotnik, univ. dipl. biol. (narava, dodatek za varovana območja narave)
- mag. Martin Žerdin, univ. dipl. biol. (narava, dodatek za varovana območja narave)

Aquarius d.o.o., cesta Andreja Bitenca 68, 1000 Ljubljana

- dr. sc. Vladimir Jelavić, dipl. inž. stroj. (zrak, vode, podnebne spremembe)
- Gabrijela Kovačić, dipl. kem. inž., univ. spec. oecoing. (vode, podnebne spremembe)
- Brigita Masnjak, dipl. kem. inž., univ. spec. oecoing. (čezmejni vpliv)
- Elvira Horvatić Viduka, dipl. inž. fiz. (podnebne spremembe)
- Veronika Tomac, dipl. inž. kem. tehn. (podnebne spremembe)
- Filip Opetuk, mag. ing. mech. (zrak)
- Iva Švedek, dipl. kem. inž., univ. spec. oecoing. (podnebne spremembe)
- mr. sc. Mirela Poljanac, dipl. inž. kem. tehn. (zrak)
- Maja Jerman Vranić, dipl. inž. kem. MBACon. (zrak)
- Prof. emeritus Božidar Biondić, dipl. inž. geol. (podzemne vode)
- Prof. dr. sc. Ranko Biodić, dipl. inž. geol. (podzemne vode)
- dr. Damir Dodig, univ. dipl. med. (čezmejni vpliv, zdravje ljudi)

Ekoenerg d.o.o., Institut za energetiku i zaštitu okoliša. Koranska 5, Zagreb, Hrvaška

- prof. dr. Davor Grgić, dipl. inž. elekt. (čezmejni vplivi)
- izr. prof. dr. Siniša Šadek, dipl. inž. elekt. (čezmejni vplivi)
- dr. Paulina Dučkić, dipl. inž. elekt. (čezmejni vplivi)

Fakultet elektrotehnike i računarstva (FER) – Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, Hrvaška

- dr. Marija Zlata Božnar, univ. dipl. inž. el. (čezmejni vplivi)
- dr. Primož Mlakar, univ. dipl. inž. el. (čezmejni vplivi)
- dr. Boštjan Grašič, univ. dipl. inž. el. (čezmejni vplivi)

MEIS storitve za okolje d.o.o., Mali Vrh pri Šmarju 78, 1293 Šmarje - Sap

Podpisi sodelujočih pri izdelavi poročila so v uvodnem delu poročila.

1.7 PREDMET IN VSEBINA POROČILA

1.7.1 Splošno

V skladu z 2. členom Uredbe o vsebini poročila o vplivih nameravanega posega na okolje in načinu njegove priprave (UL RS, št. 36/09, 40/17) so predmet poročila opis in analiza nameravanega posega v okolje v času njegove izvedbe, trajanja, razgradnje in prenehanja v odnosu do okolja, v katero se umešča, ter ugotovitev in ocena neposrednih in posrednih pomembnih vplivov posega na naslednje dejavnike: prebivalstvo in zdravje ljudi, biotsko raznovrstnost in naravne vrednote, zemljišča, tla, vodo, zrak, podnebje, materialne dobrine, kulturno dediščino, krajino in njihovo medsebojno delovanje. Med dejavnike iz prejšnjega odstavka spadajo tudi pričakovani vplivi posega zaradi tveganja večjih nesreč, v katere so vključene nevarne snovi, jedrskih nesreč ter naravnih in drugih nesreč, vključno s tistimi, ki jih povzročijo podnebne spremembe, če so ta tveganja povezana s posegom.

1.7.2 Predmet poročila

Poročilo obravnava podaljšanje obratovalne dobe NEK s 40 na 60 let, od leta 2023 do leta 2043, (Nuklearna elektrarna Krško, d.o.o.) na naslovu Vrbina 12, 8270 Krško.

Uredba o vsebini poročila o vplivih nameravanega posega na okolje in načinu njegove priprave (UL RS, št. 36/09, 40/17) v 3. odstavku 9. člena določa, da je v opis in oceno vplivov nameravanega posega treba vključiti tudi pričakovane vplive, ki so posledica s posegom povezanih aktivnosti ali drugih posegov v okolje, tako med pripravljalnimi deli ali gradnjo, uporabo ali obratovanjem ali trajanjem ter odstranitvijo ali opustitvijo posega. Zaradi podaljšanja obratovalne dobe v okviru obstoječega kompleksa elektrarne je v poročilu v smislu vpliva posega obravnavana celotna Nuklearna elektrarna Krško po izvedeni spremembi, vključno s suhim skladiščem, ki bo pričelo obratovati v letu 2023. Kot povezan poseg je pri vplivih pri celotnem vplivu upoštevano tudi odlagališče NSRAO Vrbina (glej poglavje 5.1).

1.7.3 Obravnavani dejavniki v poročilu

S podaljšanjem obratovalne dobe NEK ni predvidena gradnja novih objektov ali naprav, ki bi spreminjali fizične lastnosti NEK. Objekt za suho skladiščenje izrabljenega goriva (funkcionalno povezan poseg) bo do začetka podaljšanega obratovanja v 2023 že zgrajen (glej poglavje 1.1). V poročilu so obravnavani tudi vplivi suhega skladišča. Glede na navedeno vplivov na okolje **v času gradnje** v tem poročilu **ne obravnavamo**.

Vplivi na okolje zaradi podaljšanja obratovalne dobe NEK bodo opisani in ocenjeni oziroma ovrednoteni za čas obratovanja in za primer opustitve posega (glej poglavje 2.18), pri čemer pri opustitvi posega **ne obravnavamo** razgradnje objekta.

Razgradnja objekta po programu razgradnje /13/, ki je predvidena po prenehanju obratovanja, bo predmet drugih upravnih postopkov s področja graditve objektov, jedrske varnosti in varstva okolja, zato v tem poročilu v delih, ki se nanašajo na vplive v času opustitve posega, razgradnja objekta ni obravnavana.

V skladu z Uredbo o vsebini poročila o vplivih nameravanega posega na okolje in načinu njegove priprave (UL RS, št. 36/09, 40/17) so v poročilu obravnavani neposredni in posredni vplivi posega na naslednje dejavnike:

- tla,
- vode (podzemne, površinske, toplotno onesnaženje, poplavna varnost),
- zrak,
- zemljišča,
- krajino,
- vpliv na podnebje,
- biotsko raznovrstnost,

- materialne dobrine,
- prebivalstvo in zdravje ljudi (hrup, vibracije, odpadki, tveganja za okoljske in druge nesreče, radioaktivno sevanje, elektromagnetno sevanje),

pri čemer je upoštevano tudi morebitno medsebojno delovanje naštetih dejavnikov.

1.7.4 Dejavniki, ki v poročilu niso obravnavani

Opomba: "uredba" v nadaljevanju se nanaša na Uredbo o vsebini poročila o vplivih nameravanega posega na okolje in načinu njegove priprave (UL RS, št. 36/09, 40/17).

- **Vonjave**

Lokacija nameravanega posega se nahaja na območju obstoječega obrata NEK. Na lokaciji in v okolici ni virov emisije vonjav, tako načrtovani poseg v času obratovanja ali v času opustitve in po njej ne bo vir emisij vonjav, zato vonjave v tem poročilu niso obravnavane.

- **Kulturna dediščina**

Lokacija nameravanega posega se nahaja izven registriranih enot kulturne dediščine, kar izhaja tudi iz mnenja Zavoda za varstvo kulturne dediščine št. 350-0051/2016-16 z dne 10. 12. 2020. V mnenju je zapisano: »Po pregledu gradiv na spletnem strežniku ugotavljamo, da nameravani poseg ne tangira registriranih enot kulturne dediščine, zato nimamo podatkov, ki bi jih bilo treba vključiti v poročilo o vplivih na okolje. Menimo tudi, da izvedba presoje vplivov na okolje ter pridobitev okoljevarstvenega soglasja zaradi varstva kulturne dediščine za podaljšanje obratovalne dobe NEK s 40 na 60 let ni potrebna.« Glede na navedeno kulturna dediščina v tem poročilu ni obravnavana.

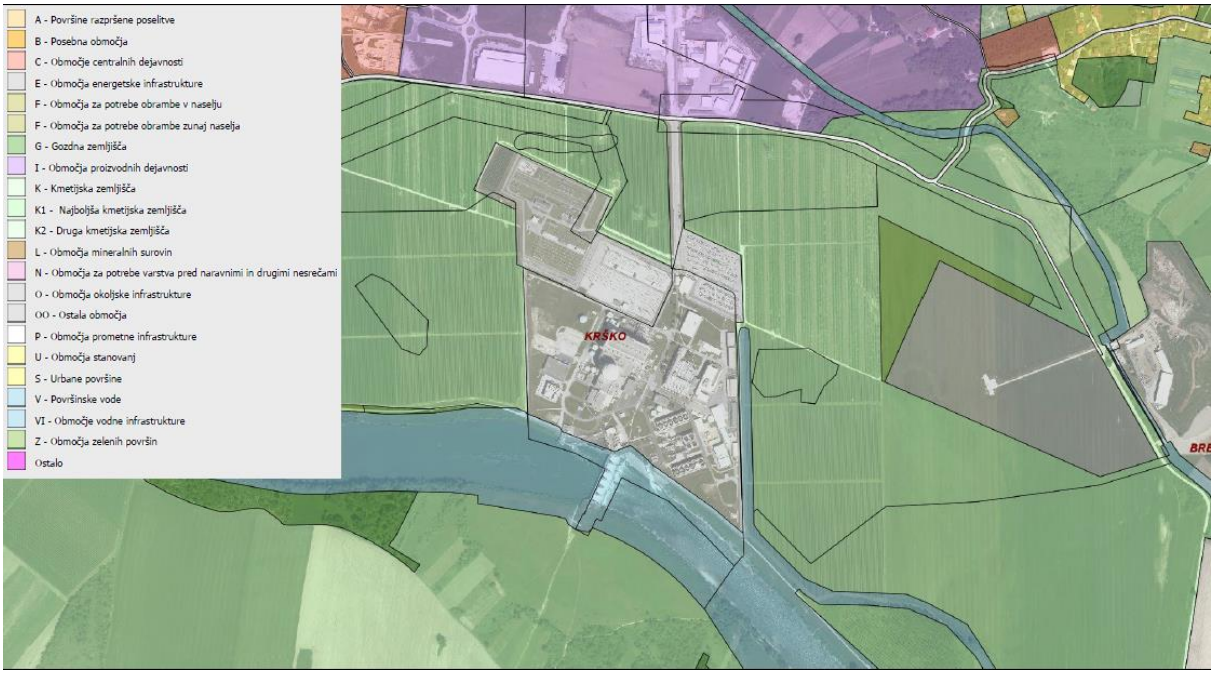
1.8 PROSTORSKI AKTI KOT PODLAGA ZA UMESTITEV POSEGA V PROSTOR

Podlaga za umestitev posega v prostor je Odlok o ureditvenem načrtu Nuklearne elektrarne Krško (UL SRS, št. 48/87, UL RS, št. 59/97 in 21/20).

1.8.1 Prostorski akti

- Odlok o občinskem prostorskem načrtu (OPN) za območje občine Krško (UL RS, št. 61/15);
- Odlok o ureditvenem načrtu Nuklearne elektrarne Krško (UL SRS, št. 48/87);
- Odlok o spremembah in dopolnitvah Odloka o ureditvenem načrtu Nuklearne elektrarne Krško, UL RS, št. 59/97);
- Odlok o spremembah in dopolnitvah Odloka o ureditvenem načrtu Nuklearne elektrarne Krško, UL RS, št. 21/20).

Lokacija posega se po prostorskem aktu (OPN) nahaja na območju stavbnih zemljišč z namensko rabo:
- **E** – energetska infrastruktura, v enoti urejanja prostora (EUP) **KRŠ 025**;
- **VI** – Območja vodne infrastrukture, v enoti urejanja prostora (EUP) **HJE 01**.



Slika 1: Namenska raba zemljišč glede na OPN - merilo 1:10.000 (vir: /63/)

1.8.2 Izvlečki določb iz prostorskih aktov (Ureditveni načrt)

Osnovna namenska raba:
- Energetska infrastruktura – JEK Jedrska elektrarna Krško

Na podlagi 5. člena odloka ureditveni načrt obravnava naslednje rabe površin v območju znotraj ograje Nuklearne elektrarne Krško:

- površino za pozidavo,
- nepozidane površine,
- površine za promet,
- površine, namenjene infrastrukturi.

10. člen

Pogoji za urbanistično, arhitektonsko in krajinsko oblikovanje

Iz aspekta urbanističnega oblikovanja morajo predvideni objekti v kompleksu nuklearne elektrarne poleg splošnih načel izgradnje v industrijskih kompleksih upoštevati predvsem:

Funkcionalno razporeditev objektov, jasno prometno povezavo znotraj kompleksa, prilagoditev gabaritov objektov na že zgrajeno strukturo, tehnološko povezavo, funkcionalno in racionalno izgradnjo infrastrukture, humano delovno okolje ter racionalno izrabo prostora.

Arhitektonsko oblikovanje objektov je potrebno prilagoditi že obstoječim in težiti k čim enotnejši podobi celotnega kompleksa. [1]

[1] V nadaljevanju člena so podane določbe, ki navezujejo na posamezne objekte in območja v kompleksu: območje za nadgradnjo varnosti (suho skladišče IG), vhodni objekt, parkirišča, črpalka za gorivo za motorna vozila, temelj za rezervni transformator, objekt za pripravo sodov za skladiščenje NSRAO, zgradba za varovanje, sistem za odtaljevanje poti do skladišča vnetljivih tekočin, zgradba za simulator, nadstrešnica za prenosni kompresor, dodatna baterija hladilnih celic, prostor za dekontaminacijo, nadstrešnica za manipulacijo z opremo in pošiljkami radioaktivnih tovorov, kislinska postaja, zelene površine.

11. člen

Pri projektiranju objektov je treba upoštevati koto platoja 155,20.

Trase primarnega omrežja so shematsko prikazane in se prilagajajo tehnološkim rešitvam predvidenih objektov in naprav.

12. člen

Predvideni objekti bodo priključeni na obstoječo komunalno infrastrukturo.
Vodovod: za predvidene objekte ne bo potrebno povečati kapacitete vodovoda, ki je 20 l/s.
Elektrika: končni priključek kompleksa bo iz predvidene nove RTP preko zemeljskega kablovoda.
Kanalizacija: Priključki novih objektov se izvedejo na obstoječe kanalizacijsko omrežje.
Ceste: Zgradijo se nove asfaltne površine v območju za nadgradnjo varnosti ter izvede rekonstrukcija parkirnega prostora pred vhodnim objektom.

13. člen

Pri realizaciji objektov – zemeljskih delih se izkopni material deponira v opuščenih gramoznicah na levem bregu Save, humus se uporabi za izvedbo zelenic znotraj elektrarniškega kompleksa.

14. člen

Tolerance gabaritov predvidenih objektov so določene ob definiranju posameznih objektov v 10. členu odloka.

Za vse ostale objekte in ureditve so dovoljene tolerance ±10 %.

14.a člen

Gradnja predvidenih objektov in ureditev je lahko fazna.

14. b člen

Na območju ureditvenega načrta so dovoljene adaptacije, investicijsko vzdrževanje in rekonstrukcije objektov, pri katerih se kapaciteta ne sme spremeniti in ekološko stanje poslabšati.

Po izgradnji predvidenih objektov, ki so zajeti v tem odloku, so dovoljene adaptacije, investicijsko vzdrževanje in rekonstrukcije novih objektov.

Na območju ureditvenega načrta so dovoljeni tudi posegi, namenjeni izboljšanju stanja in povečanju varnosti obratovanja NE Krško, ki pa ne spreminjajo generalnih zasnov ureditev v UN.

14. c člen

Pri pripravi dokumentacije za pridobitev mnenj in gradbenega dovoljenja so dopustna odstopanja od funkcionalnih, oblikovalskih in tehničnih rešitev, določenih z ureditvenim načrtom, če se pri podrobnejšem proučevanju geoloških, geomehanskih, hidroloških in drugih razmer pridobijo tehnične rešitve, ki so primernejše s tehničnega, oblikovalskega, okoljevarstvenega ali varnostnega vidika, upoštevajo zadnje stanje tehnike in omogočajo racionalnejšo rabo prostora.

Odstopanja od funkcionalnih, tehničnih ali oblikovalskih rešitev, določenih v ureditvenem načrtu, ne smejo poslabšati razmer na območju ureditvenega načrta, ne smejo negativno vplivati na sosednja območja in ne smejo biti v nasprotju z javnimi koristmi. Z dopustnimi odstopanji morajo soglašati pristojni mnenjedajalci, v katerih pristojnosti posegajo ta odstopanja, in Občina Krško.

15. člen

Kakovost prečiščene vode in čistilne naprave mora ustrezati zahtevam iz danega vodnogospodarskega mnenja.

18. člen

Pri spremljanju toplotne polucije reke Save se spreminja tudi stopnjo dotoka savske vode v podtalnico, katere temperatura se ne sme dvigniti na + 15 stopinj Celzija.
Pogoji za odvzem in izpust hladilne vode iz oziroma v reko Savo so določeni v vodnogospodarskem soglasju. Zaradi vpliva hladilnih voda na temperaturo reke Save je treba redno kontrolirati tudi vpliv reke Save na temperaturo podtalnice.

19. člen

Za kapaciteto skladiščenja in odležavanja nizko in srednje radioaktivnih odpadkov velja izhodišče, da sme znašati maksimalna ekvivalentna doza sevanja iz celotnega kompleksa nuklearne elektrarne 0,2 mSv na leto na ograji NEK. Meritve se opravljajo na varovalni ograji nuklearne elektrarne, razen na območju sedanje in predvidene razdelilne trafo postaje (LN *198/86), kjer se merjenje vrši na notranji varnostni ograji (med elektrarno in RTP). Ograja se ne sme prestaviti.
Obstoječe začasno skladišče nizko in srednje radioaktivnih odpadkov se ne sme povečati niti se ne sme zgraditi dodatno.
V območju ureditvenega načrta in varstvenih pasov kompleksa NE ni predvideno končno odlagališče nizko in srednje radioaktivnih odpadkov.

20. člen

Vsi posegi v prostor morajo biti načrtovani tako, da dejavnosti na območju urejanja ne bodo presegale mejne ravni hrupa za IV. stopnjo varstva pred hrupom (70 dB/A). V primeru preseganja mejnih ravni hrupa se izvedejo dodatne protihrupne zaščite.

21. člen

Samostojna meteorološka postaja je obvezna v celotnem času obstoja NEK. Program meritev mora biti usklajen s programom meritev in metodologijo, ki velja za globalne republiško mrežo, s katero mora biti postaja telemetrično povezana. Program meritev določi Uprava RS, za jedrsko varnost z odločbo.

26. člen

UN ne obravnava pogojev pri ustavitvi NEK po preteku življenjske dobe NE. To je stvar posebnih prostorsko izvedbenih aktov.

27. člen

UN ne obravnava končnega skladiščenja izrabljenega goriva.

1.8.3 Podatki o območjih varovanj in omejitev

- Zemljišče se nahaja v območju infrastrukture – Letališče – omejena raba;
- Zemljišče se nahaja v varstvenem pasu NEK: izključitveno območje, ožje območje nadzorovane rabe in širše območje nadzorovane rabe (Uredba o območjih omejene rabe prostora zaradi jedrskega objekta in pogoji gradnje objektov na teh območjih, UL RS, št. 78/19).[2]

1.8.4 Zahteve, ki izhajajo iz obratovalnih dovoljenj

- Odločba – Soglasje za začetek obratovanja NEK, Odločba Republiškega energetskega inšpektorata št. 31-04/83-5 z dne 6. 2. 1984, Sprememba dovoljenja za obratovanje NEK, Odločba URSJV št.

[2] Izključitveno območje je območje kroga s središčem v središču reaktorja jedrske elektrarne in s polmerom 500 m; ožje območje nadzorovane rabe je območje zunaj izključitvenega območja in znotraj območja, ki ga na zunanji strani omejuje krožnica kroga s središčem v središču reaktorja jedrske elektrarne in polmerom 650 m ter daljica, ki to krožnico seka v točkah s koordinatama y = 540 010,62 m in x = 88 927,02 m ter koordinatama y = 540 772,11 m in x = 88 834,04 m; širše območje nadzorovane rabe je območje zunaj ožjega območja nadzorovane rabe in znotraj kroga s središčem v središču reaktorja jedrske elektrarne ter polmerom 1 500 m.

3570-8/2012/5 z dne 22. 4. 2013, in NPP Krško Updated Safety Analyses Report (v nadaljevanju USAR);
- Pravilnik o obveznostih izvajalca sevalne dejavnosti in imetnika vira ionizirajočih sevanj (UL RS, št. 43/18) SV8;
- Pravilnik o ukrepih varstva pred sevanji na nadzorovanih in opazovanih območjih (UL RS, št. 47/18) SV8A;
- Uredba o območjih omejene rabe prostora zaradi jedrskega objekta in o pogojih gradnje objektov na teh območjih (UL RS, št. 78/19) UV3;
- Okoljevarstveno dovoljenje št.: 35441-103/2006-24 z dne 30. 6. 2010, ki je bilo spremenjeno v treh točkah izreka (spremenjene točke 1.1, 1.4 in 1.8 OVD) in ponovno odločeno z odločbo št. 35441-103/2006-33 z dne 4. 6. 2012 ter spremenjeno (spremenjena točka 1.5, Tabela 3) z odločbo št. 35444-11/2013-3 z dne 10. 10. 2013.

Obratovalno dovoljenje in varnostno poročilo (USAR)

Za obratovanje NEK je ključni dokument obratovalno dovoljenje, ki je neposredno povezano z varnostnim poročilom NEK (USAR – Updated Safety Analyses Report) in vsebuje pogoje in omejitve za varno obratovanje elektrarne.

Pravilnik o obveznostih izvajalca sevalne dejavnosti in imetnika vira ionizirajočih sevanj (SV8) / Pravilnik o ukrepih varstva pred sevanji na nadzorovanih in opazovanih območjih (SV8A)

Pri obratovanju NEK se upošteva tudi Pravilnik SV8 o obveznostih izvajalca sevalne dejavnosti in imetnika vira ionizirajočih sevanj oziroma Pravilnik SV8A o ukrepih varstva pred sevanji na nadzorovanih in opazovanih območjih, ki omejuje hitrost doze na meji objekta (3 µSv/h), UN NEK pa omejuje maksimalno letno ekvivalentno dozo sevanja iz celotnega kompleksa na ograji NEK (0,2 mSv/leto).

Uredba o območjih omejene rabe prostora zaradi jedrskega objekta in o pogojih gradnje objektov na teh območjih (UV3)

Uredba UV3 določa območja omejene rabe prostora, med katerimi ločimo: izključitveno območje, območje nadzorovane rabe in širše območje nadzorovane rabe. Za NEK velja določba izključitvenega območja iz 1. odstavka 6. člena UV3, ki določa 500-metrski polmer okrog osi reaktorja.

1.8.5 Celovita presoja vplivov na okolje

V postopku celovite presoje vplivov na okolje za Spremembe in dopolnitve ureditvenega načrta Nuklearne elektrarne Krško za prostorsko ureditev skupnega pomena, pripravljavec plana Občina Krško, je Ministrstvo za okolje in prostor izdalo odločbo št. 35409-155/2019 z dne 14. 8. 2019, v kateri je ugotovilo naslednje:

1. V postopku priprav in sprejemanja plana, Spremembe in dopolnitve ureditvenega načrta Nuklearne elektrarne Krško za prostorsko ureditev skupnega državnega in lokalnega pomena, je treba izvesti postopek celovite presoje vplivov na okolje.
2. V postopku priprave in sprejemanja plana, Spremembe in dopolnitve ureditvenega načrta Nuklearne elektrarne Krško za prostorsko ureditev skupnega državnega in lokalnega pomena, ni treba izvesti postopka Presoje sprejemljivosti na varovana območja.
3. V postopku priprave in sprejemanja plana, Spremembe in dopolnitve ureditvenega načrta Nuklearne elektrarne Krško za prostorsko ureditev skupnega državnega in lokalnega pomena, je treba izvesti čezmejno posvetovanje.
4. Določi se monitoring plana, kot je opredeljen v 10. členu Odloka o ureditvenem načrtu Nuklearne elektrarne Krško, točki 11.

Ministrstvo za okolje in prostor je v odločbi o celoviti presoji vplivov na okolje št. 35409-155/2019/68 z dne 3. 3. 2020 ugotovilo sprejemljivost vplivov izvedbe plana in to utemeljilo kot sledi:

Ministrstvo je v postopku ugotavljanja sprejemljivosti vplivov izvedbe plana na okolje pregledalo pridobljena mnenja ministrstev in organizacij, ki sodelujejo v postopku celovite presoje vplivov na okolje in držav Avstrije in Hrvaške.

Po pregledu gradiva ministrstvo ugotavlja, da so vsa mnenja Ministrstev in organizacij v Sloveniji za celovito presojo vplivov na okolje pozitivna in da ni dodatnih zahtev za zmanjšanje plana na okolje za fazo celovite presoje vplivov na okolje. Ministrstvo po proučitvi vseh gradiv meni, da so vplivi izvedbe na okolje sprejemljivi.

Skladno s šestim odstavkom 22. člena Uredbe o okoljskem poročilu in podrobnejšem postopku celovite presoje vplivov izvedbe planov na okolje (UL RS, št. 73/05) morajo biti v sklepu o potrditvi plana navedeni tudi omilitveni ukrepi, s katerimi se odpravljajo pričakovani bistveni ali uničujoči vplivi, merila in pogoji, ki morajo biti izpolnjeni, da se plan lahko izvede ter načini spremljanja izvajanja plana.

Ministrstvo ugotavlja, da so vsi ukrepi v planu in obrazloženi v okoljskem poročilu in da ni predlogov po dodatnih ukrepih v fazi prostorskega načrta. Skladno s prvim odstavkom 23. člena Uredbe o okoljskem poročilu in podrobnejšem postopku celovite presoje vplivov izvedbe planov na okolje se ob potrditvi plana odloči tudi o spremljanju izvajanja plana. Spremljanje stanja okolja se izvaja skladno s področnimi predpisi, dodatno pa je opredeljeno v 10. členu odloka Spremembe in dopolnitve ureditvenega načrta nuklearne elektrarne Krško za prostorsko ureditev skupnega pomena.

2. VRSTA IN ZNAČILNOSTI POSEGA

2.1 SPLOŠNO

Nosilec posega namerava podaljšati obratovalno dobo NEK s 40 na 60 let, in sicer od leta 2023 do leta 2043.

Predmet presoje vpliva na okolje je podaljšanje obratovalne dobe NEK, pri čemer se spreminja obdobje obratovanja naprave tako, da se obratovanje podaljša za 20 let, s 40 na 60 let. Pri tem se:

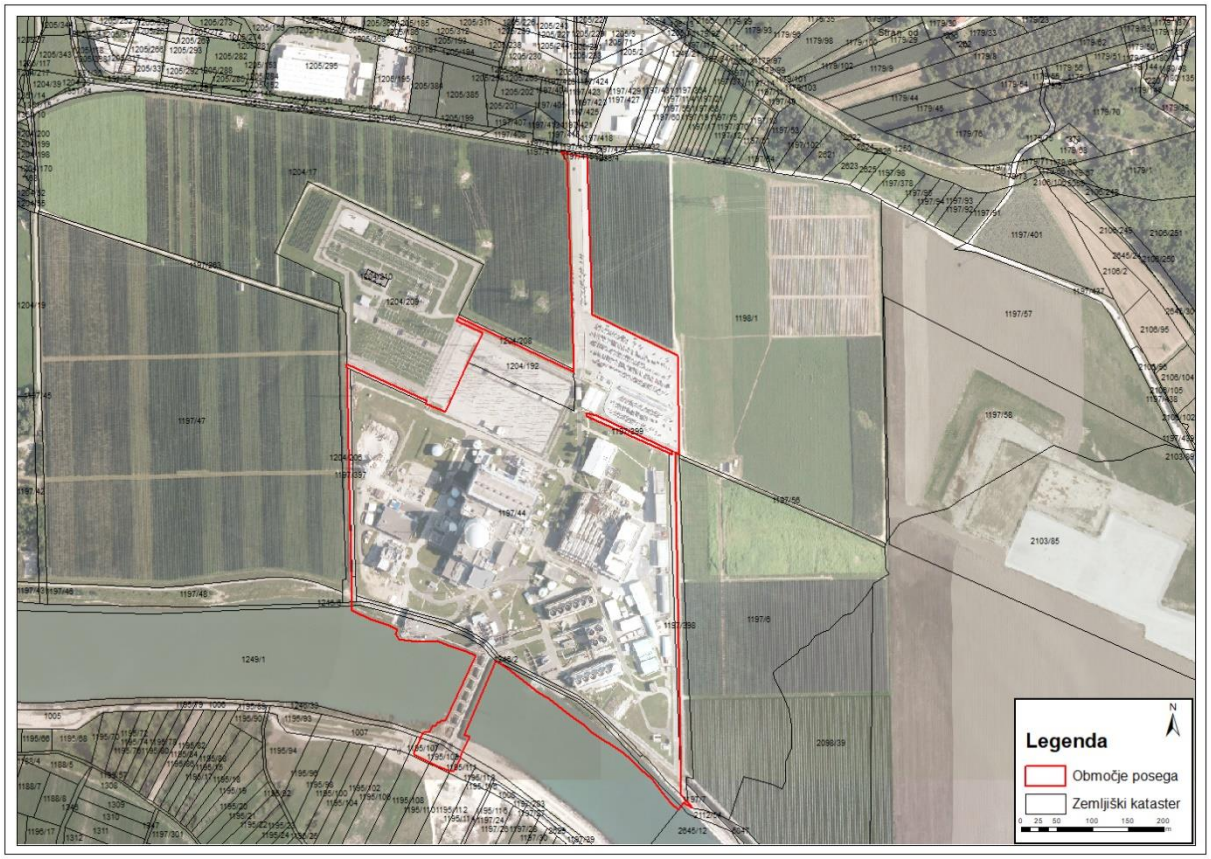
- ne spreminjata položaj ali lega NEK v prostoru;
- ne spreminjajo dimenzije in zasnova NEK s tehnologijo;
- ne spreminjata proizvodna zmogljivost NEK in način obratovanja.

S podaljšanjem obratovalne dobe ni predvidena gradnja novih objektov ali naprav, ki bi spreminjala fizične lastnosti NEK.

Nuklearna Elektrarna Krško (NEK) z močjo 696 MWe predstavlja ~38 % celotne proizvodnje v Sloveniji, kar jo uvršča v vrh slovenske proizvodnje električne energije. Polovica proizvedene energije se izvozi v republiko Hrvaško.

NEK je opremljena z Westinghousovim lahkovodnim tlačnim reaktorjem toplotne moči 1994 MW. Njena moč na pragu je 696 MW. Elektrarna je priključena na 400 kV omrežje za napajanje potrošnih središč v Sloveniji in Hrvaški.

Namembnost celotnega kompleksa je proizvodnja električne energije.



Slika 2: Prikaz obravnavanega območja v merilu 1:4.000 (vir:/1/)

NEK glede na svoje obratovalne karakteristike pokriva osnovno obremenitev skozi vse leto. Poleg tega je kot zanesljiv vir delovne in jalove moči pomembna podporna točka elektroenergetskega sistema v okviru evropske povezave ENTSO-E - Evropskega združenja sistemskih operaterjev prenosnega omrežja. Je bistven dejavnik pri stabilizaciji kritičnih obratovalnih stanj in napetostnih razmer, še posebej ob velikih prehodnih pojavih znotraj ENTSO-E.

Obratovanje elektrarne med dvema remontoma se imenuje gorivni ciklus. Med remontom se del izrabljenega goriva nadomesti s svežim, opravijo se preventivni pregledi opreme in zamenjava delov, preverjanje integritete materialov, nadzorna testiranja ter korektivni ukrepi glede na najdeno stanje.

Za obratovanje NEK je ključni dokument obratovalno dovoljenje, ki je neposredno povezano z varnostnim poročilom NEK (USAR – Updated Safety Analyses Report) in vsebuje pogoje in omejitve za varno obratovanje elektrarne. Varnostno poročilo bo po implementaciji sistema suhega skladiščenja v NEK razširjeno in dopolnjeno s pogoji in omejitvami za obratovanje.

NEK obratuje skladno z odločbo – soglasjem za začetek obratovanja NEK - Odločba Republiškega energetskega inšpektorata št. 31-04/83-5 z dne 6. 2. 1984, spremembo dovoljenja za obratovanje NEK - Odločba URSJV št. 3570-8/2012/5 z dne 22. 4. 2013 /4/, in NPP Krško Updated Safety Analyses Report /3/ (v nadaljevanju USAR).

NEK - obstoječa in po podaljšanju obratovanja - se ne uvršča med dejavnosti in naprave, ki lahko povzročajo onesnaževanje okolja večjega obsega po Uredbi o vrsti dejavnosti in naprav, ki lahko povzročajo onesnaževanje okolja večjega obsega (UL RS, št. 57/15).

NEK - obstoječa in po podaljšanju obratovanja - se ne uvršča med obrate manjšega ali večjega tveganja za okolje po Uredbi o preprečevanju večjih nesreč in zmanjševanju njihovih posledic (UL RS, št. 22/16).

2.2 LOKACIJA POSEGA

2.2.1 Opis lokacije

NEK se nahaja v občini Krško, jugovzhodno od mesta Krško, v katastrski občini Leskovec, na naslovu Vrbina 12, Krško, kjer je območje dolgoletne energetske rabe na levem bregu reke Save. NEK se nahaja na zemljepisni širini: 45,938210 (sever) in zemljepisni dolžini: 15,515288 (vzhod) oziroma 455617,556 (sever) in 153055,037 (vzhod) po WGS-84 koordinatah in po Gauss-Kruger koordinatah x = 88353,76 m in y = 540326,67 m.

Ožje območje lokacija posega je prikazano na sliki v poglavju 11.2.

Ko je Krško polje postalo možna lokacija za jedrsko elektrarno, je prve raziskave izvedla delovna skupina Poslovnega združenja energetike Slovenije v letih od 1964 do 1969. Investitorja prve NEK sta bila Savske elektrarne Ljubljana in Elektroprivreda Zagreb, ki sta z investicijsko skupino izvedla pripravljalna dela, razpis in izbrala najugodnejšega ponudnika.

Avgusta 1974 sta investitorja z ameriškim podjetjem Westinghouse Electric Corporation sklenila pogodbo o dobavi opreme in graditvi jedrske elektrarne moči 632 MW. Projektant je bilo podjetje Gilbert Associates Inc., izvajalca del na gradbišču sta bila domači podjetji Gradis in Hidroelektra, montažo pa sta izvajala Hidromontaža in Đuro Daković.

Prvega decembra 1974 je bil položen temeljni kamen za Nuklearno elektrarno Krško. Februarja 1984 je NEK pridobila dovoljenje za redno obratovanje /4/.

Območje ima dobre cestne in železniške povezave, saj se nahaja v bližini križišča regionalnih cest in v neposredni bližini železniške proge. Najbližja stanovanjska območja se nahajajo severovzhodno (objekti v Spodnjem Starem Gradu), v oddaljenosti ca. 500 m, severno (objekti v Spodnji Libni) v oddaljenosti ca. 550 m in ca. 1,4 km zahodno (Žadovinek) od lokacije nameravanega posega.

Najbližja otroška vrtca (Vrtec Dolenja vas, Vrtec Krško,) se nahajata več kot 2 km severovzhodno in severozahodno, najbližja osnovna šola (Osnovna šola Leskovec pri Krškem) ca. 2,6 km zahodno ter najbližja srednja šola (Šolski center Krško-Sevnica) 2,2 km severozahodno od lokacije NEK. Dom starejših občanov Krško je od lokacije nameravanega posega oddaljen več kot 2 km.

Teren je raven in se na lokaciji posega nahaja na nadmorski višini ca. 155 m.

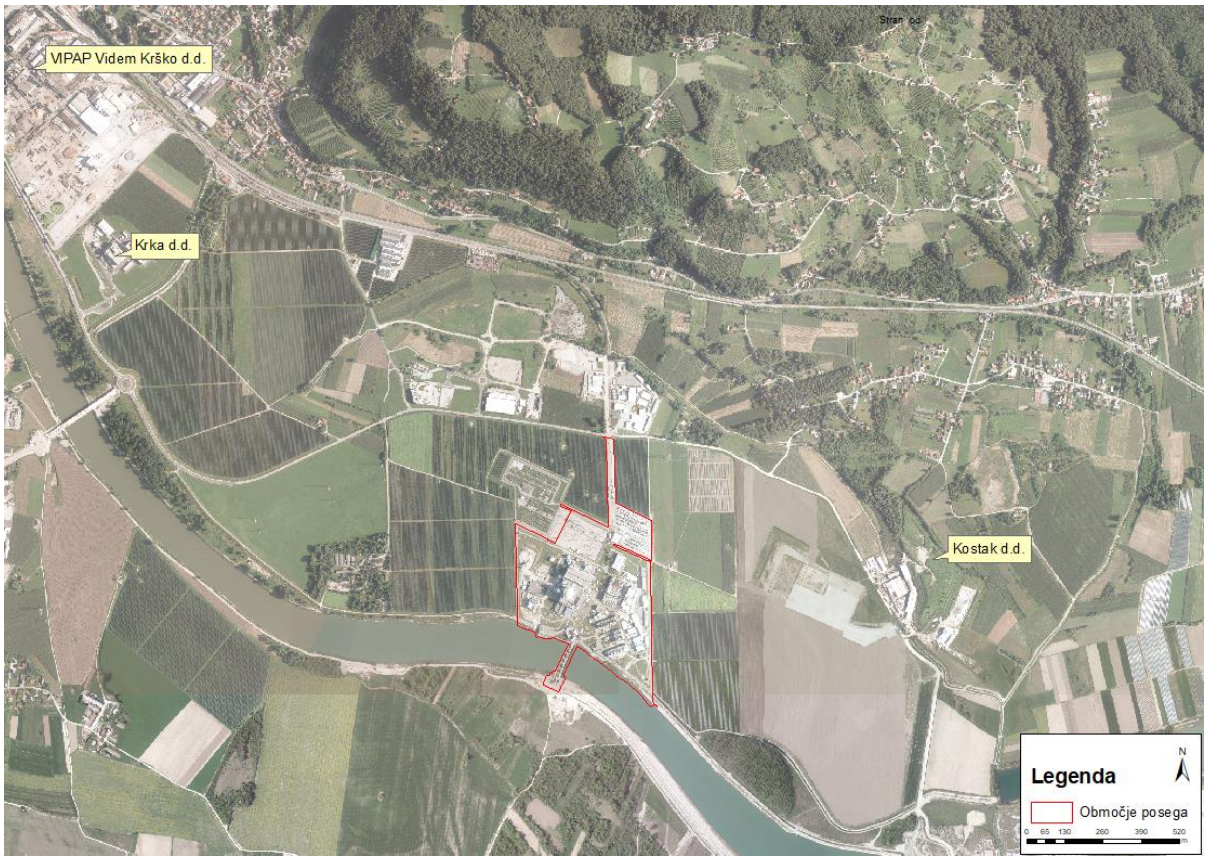
Severno od obravnavane lokacije, obratujejo proizvodna podjetja:

- SECOM d.o.o.,
  glavna dejavnost: 22.230 (Proizvodnja izdelkov iz plastičnih mas za gradbeništvo);
- GEN energija d.o.o.,
  glavna dejavnost: 64.200 (Dejavnost holdingov);
- GEN-I d.o.o.,
  glavna dejavnost: 35.140 (Trgovanje z električno energijo);
- Saramati Adem, d.o.o.,
  glavna dejavnost: 41.200 (Gradnja stanovanjskih in nestanovanjskih stavb);

Vzhodno od obravnavane lokacije, obratuje:

- KOSTAK d.d. Center za ravnanje z odpadki (IED Naprava),
  glavna dejavnost: 36.000 (Zbiranje, prečiščevanje in distribucija vode);

V oddaljenosti 800 - 2.000 m od obravnavane lokacije se nahajajo tri IED naprave VIPAP VIDEM KRŠKO d.d., KRKA d.d. in KOSTAK d.d. (Slika 3). Obratov večjega ali manjšega tveganja (Seveso) /59/ na območju mesta Krško trenutno ni.



Slika 3: IED naprave v širši okolici posega, merilo 1:15.000 (vir: Atlas okolja /60/)

2.2.2 Parcelne številke

Območje posega se nahaja na zemljiščih z naslednjimi parcelnimi številkami:

- parcele v lasti NEK: 1197/44, 1204/192, 1197/397, 1246/2, 1197/398 (delno) in 1204/206 (delno), vse k. o. (1321) Leskovec.

- deli parcel, na katerih ima NEK stavbno pravico: 1204/209, 1246/6, 1249/1, 1246/33, 1195/107, 1195/109, 1195/111, vse k. o. (1321) Leskovec.

Grafični prikaz prostorskih značilnosti posega je v poglavju 11.2, pregledna situacija in območje posega pa sta prikazana v **Prilogi 2**.

2.3 VELIKOST / ZMOGLJIVOST POSEGA

2.3.1 Moč reaktorja

NEK je jedrski objekt, ki je opremljen z Westinghousovim lahkovodnim tlačnim reaktorjem toplotne moči 1994 MW.

Njena moč na pragu je 696 MW. Elektrarna je priključena na 400 kV omrežje za napajanje potrošnih središč v Sloveniji in Hrvaški.

Letno proizvede nad pet milijard kWh električne energije, kar predstavlja približno 38 % skupne proizvedene električne energije v Sloveniji. Polovica proizvedene energije se izvozi v Republiko Hrvaško.

S podaljšanjem obratovalne dobe NEK se spreminja obdobje obratovanja naprave tako, da se obratovanje podaljša za 20 let, s 40 na 60 let. Pri tem se:

- **ne spreminjata** položaj ali lega v prostoru NEK;
- **ne spreminjajo** dimenzije in zasnova NEK s tehnologijo;
- **ne spreminjata** proizvodna zmogljivost NEK in način obratovanja.

S podaljšanjem obratovalne dobe **ni predvidena** gradnja novih objektov ali naprav, ki bi spreminjali fizične lastnosti NEK.

2.4 PROSTORSKE ZNAČILNOSTI POSEGA

2.4.1 Raba prostora / zemljišč zaradi posega

Večina objektov, povezanih z obratovanjem elektrarne, je znotraj ožjega nadzorovanega območja NEK (zemljiška parcela št. 1197/44, katastrska občina Leskovec). Podrobna namenska raba zemljišč v skladu z OPN je E – energetska infrastruktura.

Teren je na območju posega raven in na koti približno 155 m n.v. Območje posega je prikazano na sliki (Slika 2) v poglavju 2.1

2.4.2 Zahteve v zvezi z infrastrukturno opremljenostjo

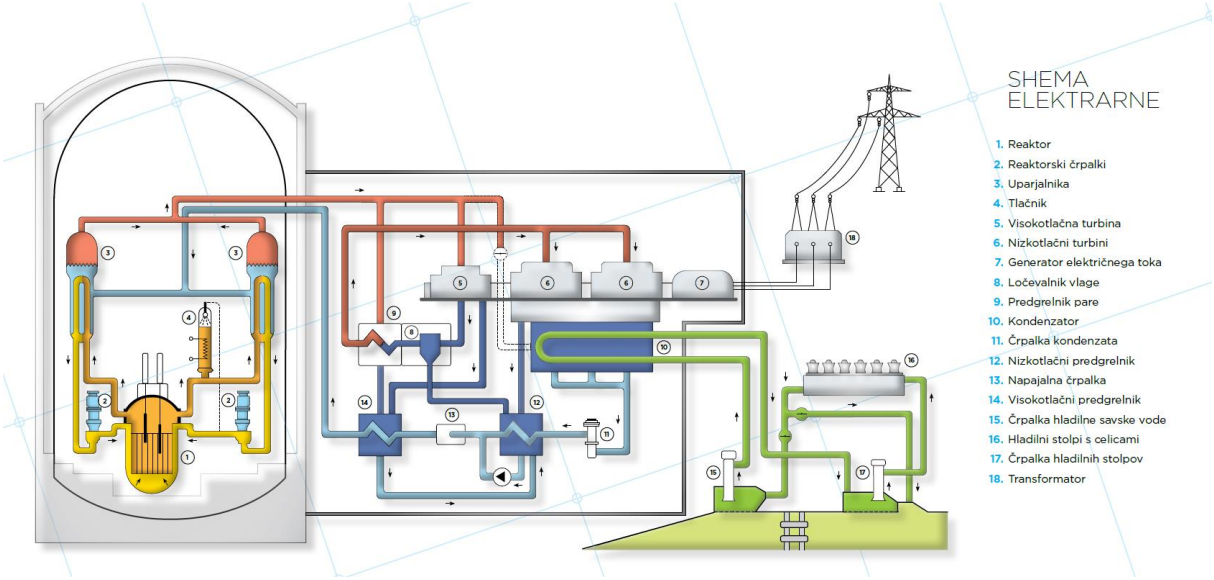
Zaradi nameravanega podaljšanja obratovalne dobe posegi v obstoječe javne infrastrukturne priključke niso predvideni.

2.5 LASTNOSTI NEK

2.5.1 Splošno

Največji in najpomembnejši jedrski objekt v državi je Nuklearna elektrarna Krško (NEK), katere lastništvo si delita Republika Slovenija in Republika Hrvaška. NEK dobavlja proizvedeno električno energijo družbenikoma Gen Energiji in Hrvatski Elektroprivredi v skladu s Pogodbo med Vlado Republike Slovenije in Vlado Republike Hrvaške o ureditvi statusnih in drugih pravnih razmerij, povezanih z vlaganjem v NEK, njenim izkoriščanjem in razgradnjo. Družbenika prevzemata vsak polovico proizvedene električne energije. NEK posluje na neprofitni osnovi, stroške proizvodnje električne energije pokrivata oba družbenika.

Namembnost celotnega kompleksa je proizvodnja električne energije.



Slika 4: Shema NEK (vir:/1/)

Gradnja elektrarne, katere dobavitelj je bil podjetje Westinghouse iz Združenih držav Amerike, se je začela leta 1974. Prvič je bilo gorivo vneseno v reaktor leta 1981, ko je bila elektrarna tudi sinhronizirana z elektroenergetskim omrežjem. Leta 1983 je elektrarna začela komercialno obratovati. V tem obdobju je izpolnila temeljna pričakovanja in usmeritve glede varnosti in stabilnosti obratovanja, ravnanja z okoljem, konkurenčnosti proizvodnje v primerjavi z ostalimi viri in sprejemljivosti v javnosti. NEK se danes po standardnih merilih jedrske varnosti in stabilnosti obratovanja, ki jih je opredelilo Svetovno združenje operaterjev jedrskih elektrarn (WANO), uvršča v zgornjo četrtino obratujočih jedrskih elektrarn v svetu.

Nuklearna elektrarna Krško je opremljena z Westinghousovim lahkovodnim tlačnim reaktorjem toplotne moči 1994 MW. Nominalna električna moč na generatorju NEK je približno 730 MWe, na pragu elektrarne pa znaša 696 MWe. Priključena je na 400-kilovoltno omrežje za napajanje potrošnih središč v Republiki Sloveniji in Republiki Hrvaški..

2.5.2 Zgradbe

Vsi tehnološko pomembnejši objekti NEK stojijo na masivni armiranobetonski plošči, zasidrani v glinasto-peščene sloje pliocenskih usedlin Krškega polja. Ta plošča tvori čvrst in potresno varen temelj. Zgradbe so projektirane in grajene tako, da brez večjih poškodb zdržijo pričakovane potrese na tem področju.

Reaktorsko zgradbo, v kateri je reaktor s hladilnima zankama in varnostnimi sistemi, sestavljata notranja tlačna jeklena lupina in zunanja železobetonska zaščitna zgradba. Predora v reaktorsko zgradbo za ljudi in opremo sta opremljena z zrakotesnimi prehodnimi komorami z dvojnimi vrati. Številni predori skozi stene za cevovode in kable so dvojno tesnjeni. Ob reaktorski zgradbi so objekti za pomožne sisteme, hlajenje komponent, ravnanje z gorivom, zasilne dizelske generatorje in turbinska zgradba.

Zajema hladilne vode in bistvene oskrbne vode sta na bregu reke Save nad jezom, ki zagotavlja zadostno višino vode ob vseh vodostajih. Izpust hladilne vode je pod jezom. V primeru premajhnega pretoka vode v Savi hladijo kondenzatorsko hladilno vodo hladilni stolpi, s hladilnimi celicami s prisilnim vlekom.

Skladišče srednje in nizko radioaktivnih odpadkov je na jugozahodnem robu elektrarne. Upravna zgradba z delavnicami in stikališče sta ob severnem robu, ob vhodu v elektrarno.

2.5.3 Reaktor s hladilnima zankama

Westinghousov tlačni reaktor z dvema hladilnima zankama sestavljajo reaktorska posoda z notranjo opremo in pokrovom, dva uparjalnika, dve črpalki reaktorskega hladila, tlačnik, cevovodi, ventili in pomožni reaktorski sistemi.

Kot reaktorsko hladilo, moderator nevtronov in topilo za borovo kislino, se uporablja navadna demineralizirana voda. V uparjalniku oddaja reaktorsko hladilo toploto, ki na sekundarni strani uparjalnika greje napajalno vodo in jo uparja. Tlak hladila vzdržuje tlačnik s pomočjo električnih grelnikov in vodnih prh, ki se napajajo z vodo iz hladne veje hladilne zanke reaktorskega hladila.

Merilniki nevtronskega fluksa, temperature in pretoka reaktorskega hladila ter tlaka in gladine vode v tlačniku dajejo potrebne podatke za krmiljenje delovnega procesa in varovanje reaktorskega sistema.

Moč reaktorja se uravnava z regulacijskimi palicami. Pogonski mehanizmi regulacijskih palic so pritrjeni na pokrov reaktorja, njihove absorpcijske palice pa segajo v reaktorsko sredico. Dolgoročne spremembe reaktivnosti sredice in njeno zastrupljanje s produkti cepitve se kompenzirajo z menjavo koncentracije borove kisline v reaktorskem hladilu.

2.5.4 Jedrsko gorivo

Reaktorsko sredico sestavlja 121 gorivnih elementov. Gorivni element tvorijo gorivne palice, spodnja in zgornja šoba, distančniki ter vodila absorpcijskih palic in instrumentacije. Gorivne palice so sestavljene iz tabletk uranovega dioksida, ki so vstavljene v srajčke iz cirkonijeve zlitine.

Med remontom se zamenja skoraj polovica gorivnih elementov s svežimi. Sveži gorivni elementi so uskladiščeni v suhi shrambi za gorivo. Izrabljeni gorivni elementi so shranjeni pod vodo v bazenu za izrabljeno gorivo, kjer se hladijo.

V izvedbi je posodobitev tehnologije skladiščenja izrabljenega goriva (IG) z uvedbo suhega skladiščenja. Gradnja zgradbe za suho skladiščenje izrabljenega goriva se izvaja znotraj obstoječega jedrskega objekta (glej poglavje 2.7.11).

Ob menjavi goriva se gorivni elementi prepeljejo po vodnem kanalu skozi steno reaktorske zgradbe v reaktorskem bazenu. Gorivo se polni pri odprtem reaktorju, ko je prostor nad njim zalit z vodo. Polnilni stroj dviga stare gorivne elemente iz reaktorske sredice in namešča sveže. Gorivni element načeloma ostane v sredici najmanj dva gorivna ciklusa. En gorivni ciklus traja 18 mesecev.

2.5.5 Turbogenerator in električni sistem

Uparjalnika proizvajata nasičeno paro, ki poganja turbino. Para se razteza v dvokrilnem visokotlačnem delu turbine do tlaka 0,8 MPa, nato pa se po izločitvi vlage in pregretju v dveh nizkotlačnih delih turbine razteza do tlaka 5 kPa. Utekočini se v štiridelnem kondenzatorju, napajalne črpalke pa vračajo kondenzat skozi grelnike v uparjalnika.

Pri pretokih reke Save, večjih od 100 kubičnih metrov na sekundo, je hlajenje kondenzatorja pretočno. Pri manjših pretokih je pretočno hlajenje kombinirano s hladilnimi stolpi, tako da se odvzame manjši del vode iz Save, ostalo pa se recirkulira s hladilnimi stolpi. Temperatura vode v Savi lahko po pomešanju s hladilno vodo naraste največ za 3 °C.

Generator električnega toka je trifazen, z močjo 850 MVA in cos fi 0,876 ter napetostjo 21 kV. Rotor trifaznega generatorja hladi vodik, stator pa voda. Vzbujalnik nima krtačk.

Nuklearna elektrarna Krško je vključena v 400-kilovoltni prenosni elektroenergetski sistem. Električna energija teče z generatorja preko dveh transformatorjev v stikališče elektrarne, od tu pa po enem daljnovodu proti Mariboru, po dveh proti Ljubljani in Zagrebu in preko dveh transformatorjev na 110-kilovoltne zbiralke RTP (razdelilno-transformatorske postaje) Krško.

Elektrarna se z električno energijo oskrbuje iz lastnega generatorja ali iz 400-kilovoltnega sistema, v primeru izpada le-tega pa po 110-kilovoltnem kablovodu iz RTP Krško. Dodatno napajanje elektrarne lahko zagotavlja Termoelektrarna Brestanica, ki je od NEK oddaljena okoli 7 km. Elektrarna Brestanica lahko odklopi vse druge porabnike in napaja le NEK.

Za primer izpada zunanjih virov napajanja ima NEK tri neodvisne dizelske generatorje (DG#1 in DG#2 po 3,5 MW in DG#3 4 MW), ki lahko že v 10 sekundah dobavljajo energijo. Moč vsakega zadostuje za napajanje potrebne opreme, ki zagotavlja varno zaustavitev elektrarne. Prav tako so v NEK nameščeni tudi mobilni generatorji, ki bi se jih uporabilo v primeru potrebe po zasilnem napajanju zaradi poškodb na notranjem električnem omrežju.

2.5.6 Radioaktivni odpadki

Med obratovanjem NEK nastajajo plinasti, tekoči in trdni radioaktivni odpadki. Za obdelavo odpadnih radioaktivnih plinov sta v elektrarni dva vzporedna zaprta kroga s kompresorjem in katalitsko sežigno pečjo za vodik ter šest zbiralnikov za razpad in zadrževanje komprimiranih razcepnih plinov. Štirje zbiralniki plinov se uporabljajo med rednim obratovanjem elektrarne, dva pa pri ugasnjenem reaktorju. Zmogljivost zbiralnikov zadostuje za več kot enomesečno zadrževanje plina. V tem času večina kratkoživih razcepnih plinov razpade, preostali plini pa gredo ob ugodnih meteoroloških razmerah v ozračje. Avtomatski merilniki radioaktivnosti v ventilacijskem jašku preprečujejo nenadzorovano izpuščanje, kadar je koncentracija radioaktivnih plinov večja od dovoljene /3/.

Tekoči radioaktivni odpadki se predelajo na sistemu, ki je sestavljen iz rezervoarjev, črpalk, filtrov, izparilnika in dveh ionskih izmenjevalnikov. Kalužna voda iz uparjalnikov se čisti posebej. Radioaktivnost odpadne vode, izpuščene v reko Savo, je precej nižja od dovoljenih vrednosti. Tekočinski izpusti so obdelani v poglavju 4.4.7.1. Efektivna doza za odraslega zaradi izpustov v reko Savo v letu 2020 je v Brežicah 0,006 µSv na leto (zadrževanje na obrežju in uživanje rib). Na lokaciji 350 m pod jezom NEK je izračunana letna efektivna doza za odraslega 0,014 µSv. Če bi upoštevali povprečne navade referenčne osebe, bi bile prejete efektivne doze še nekajkrat nižje. K celotni efektivni dozi tako največ prispeva H-3 (44 %), pri čemer je prevladujoča prenosna pot uživanje rib.

Ocenjene efektivne doze so več 1000-krat manjše od doze 0,1 mSv, ki je v Uredbo o mejnih dozah, referenčnih ravneh in radioaktivni kontaminaciji (UL RS, št. 18/18) v 18. členu določena kot doza s katero se izračunajo izvedene koncentracije za pitno vodo.

Vsi trdni radioaktivni odpadki, ki nastajajo med obratovanjem elektrarne, pri vzdrževalnih delih in popravilih, se zbirajo v obratu za trdne odpadke. Večina odpadkov so izrabljeni ionski izmenjevalniki, gošče iz izparilnika, izrabljeni filtri in drugi kontaminirani trdni odpadki, kot so plastika, papir, krpe, osebna zaščitna oprema, orodje in strojni deli.

Trdni radioaktivni odpadki se po obdelavi, kot je stiskanje ali strjevanje, glede na namen, polnijo v različne pakete: 208 l sod iz jeklene pločevine, 200 l sod iz nerjavnega jekla ali 150 l sod iz nerjavnega jekla z biološkim ščitom. Sodi in stiskanci se nadalje vstavljajo v cevaste površnike (Tube Type Container). Paketi so začasno shranjeni v skladišču v elektrarni. Med obratovanjem elektrarne je prispevek doze v okolici zaradi NEK manjši od 0,1 % letne prejete doze zaradi naravnega ozadja in umetnih virov. To zagotavljajo sodobne čistilne naprave in nenehen nadzor okolice elektrarne /3/.

Radioaktivnost na Krškem polju se meri že od leta 1974 na petdesetih mestih v okolici elektrarne. Na istih merilnih mestih potekajo meritve zraka, vode, padavin in bioloških vzorcev tudi med obratovanjem. Ti podatki se primerjajo s podatki o naravni radioaktivnosti in atmosferskem usedu pred obratovanjem. Prav tako se je spremljalo stanje vode in biotopa v reki Savi in podtalnici. Tudi ta merjenja se med obratovanjem nadaljujejo. Podroben prikaz stanja in sevalnih obremenitev okolja je podan v poglavju 4.4.

2.5.7 Priprava vode za tehnološke namene

Sistemi tehnološke vode obsegajo dva sistema:

-
- sistem filtrirane vode (PW - Water Pretreatment System) in
- sistem priprave deionizirane vode (WT - Water Treatment System).
-

Sistem filtrirane vode (PW) in sistem deionizirane vode (WT) sta nameščena v stavbi priprave vode. Celoten sistem priprave tehnološke vode je voden računalniško. Upravljajo ga daljinsko s pomočjo dveh PLC-jev (Programmable Logic Controler). Sistemi tehnološke vode ne spadajo v varnostni razred, vendar izpad teh sistemov lahko povzroči avtomatski izpad komponent, ki za normalno obratovanje potrebujejo tehnološko vodo.

Surovo vodo črpajo iz vodnjakov ali uporabljajo vodovodno vodo. Surova voda se zbira v bazenu surove vode. Od tu se prečrpava skozi dvoslojne filtre, kjer ji dodajajo sredstvo za sterilizacijo vode (natrijev hipoklorit) v rezervoarja filtrirane vode (PW rezervoarja). Namen sistema filtrirane vode je oskrbovati vse porabnike filtrirane vode. Namen sistema priprave deionizirane vode je pripraviti čim bolj čisto vodo in z njo oskrbovati porabnike v primarnem in sekundarnem krogu.

Sistem obdelave surove vode je načrtovan za zagotavljanje filtrirane vode za sistem za pripravo vode (WT), tesnilno vodo CW in CT črpalk ter distribucijo PW vode:

- med normalnim obratovanjem elektrarne sistem proizvaja 45,9 m^3/h PW vode;
- v času povišane porabe po letnem remontu pa sistem zagotavlja 129,2 m^3/h PW vode.

Sistem priprave vode WT obsega:

- proizvodnjo deionizirane vode,
- pripravo kemikalij za podporo procesu čiščenja vode,
- shranjevanje in razvod deionizirane vode.

Namen sistema priprave deionizirane vode (WT) je pripraviti potrebno količino vode, ki ima predpisano kvaliteto. Omogoča tudi shranjevanje in prečrpavanje deionizirane vode (DD) do posameznih porabnikov. Namen DD sistema je distribucija vode visoke čistosti iz WT sistema do potrošnikov na primarni in sekundarni strani elektrarne.

Sistem deionizirane vode (DD) je načrtovan za zagotavljanje največjega pretoka 70 m^3/h (308,2 gpm) v DD rezervoarja. DD rezervoarja imata kapaciteto 379 m^3 (10.000 galon) in 1.000 m^3 (26.000 galon).

2.6 TEHNOLOGIJA NEK

NEK proizvaja toploto s cepitvijo uranovih jeder v reaktorju. Reaktor sestavlja reaktorska posoda z gorivnimi elementi, ki tvorijo sredico. V primarnem krogu skozi reaktor kroži prečiščena voda z dodatkom borove kisline, ki pod tlakom odvaja sproščeno toploto v uparjalnika.

V uparjalnikih na sekundarni strani nastaja para, ki poganja turbino, ta pa električni generator. Po izstopu pare iz turbine se ta kondenzira v kondenzatorju, ki je hlajen s savsko vodo. Kondenzat je nato prečrpan nazaj v uparjalnika, kjer se ponovno upari.

Savska voda teče skozi kondenzator (t.i. terciarni krog), kjer kondenzira paro in odvečno energijo odvede v reko Savo. Vsa oprema reaktorja in pripadajočega primarnega hladilnega kroga se nahaja v reaktorski zgradbi, ki ji zaradi njene funkcije pravimo tudi zadrževalni hram.

Reaktorska posoda, v kateri so gorivni elementi, je med obratovanjem tesno zaprta in pod visokim tlakom. Za načrtovano menjavo goriva je potrebno elektrarno zaustaviti in ohladiti. Obdobje med dvema menjavama goriva imenujemo gorivni ciklus, ki v NEK traja 18 mesecev. Po zaključku vsakega gorivnega ciklusa se izrabljeni gorivni elementi nadomestijo s svežimi. Gorivni element načeloma ostane v sredici najmanj dva gorivna ciklusa.

2.6.1 Primarni krog

Primarni krog sestavljajo:
- reaktor,
- uparjalnika,
- reaktorski črpalki,
- tlačnik in cevovodi.

Toplota, ki se sprošča v sredici reaktorja, segreva vodo, ki kroži v primarnem krogu. Toplota vode se preko sten cevi v uparjalnikih prenese na vodo sekundarnega kroga. Kroženje vode v primarnem krogu zagotavljata reaktorski črpalki. Tlačnik vzdržuje tlak v primarnem krogu in preprečuje vrenje vode v sredici. Vse komponente primarnega kroga so nameščene v zadrževalnem hramu, ki ima nalogo, da tudi v primeru nezgode izolira primarni sistem od okolja.

2.6.2 Sekundarni krog

Sekundarni krog sestavljajo:
- uparjalnika,
- turbina,
- generator,
- kondenzator,
- napajalne črpalke in cevovodi.

Uparjalnika sta v bistvu parna kotla, v katerih iz vode sekundarnega kroga nastaja para, ki poganja turbino. V turbini se energija pare pretvarja v mehansko energijo. To energijo generator pretvori v električno energijo in jo preko transformatorjev oddaja v elektroenergetsko omrežje.

Izrabljena para iz turbine odteka v kondenzator, kjer se v stiku s hladnimi cevmi kondenzatorja spremeni v vodo oziroma kondenzira. Napajalne črpalke potiskajo vodo iz kondenzatorja nazaj v uparjalnik, kjer ponovno nastaja para.

2.6.3 Terciarni krog

Terciarni krog sestavljajo:
- kondenzator,

- hladilne črpalke,
- hladilni stolpi in cevovodi.

Terciarni krog je namenjen hlajenju kondenzatorja in odvajanju toplote, ki je ni mogoče koristno izrabiti za proizvodnjo električne energije.

Hladilne črpalke potiskajo savsko vodo v kondenzator ter jo vračajo v Savo. Pri pretoku skozi kondenzator se savska voda segreje, ker sprejme toploto izrabljene pare. Segrevanje savske vode je najpomembnejši vpliv NEK na okolje, saj lahko vpliva na biološke lastnosti reke Save. Segrevanje Save omejujejo upravne odločbe, ki določajo dovoljen prirastek temperature in količino odvzete vode. V primeru neugodnih vremenskih razmer se uporabljajo hladilni stolpi. V izjemno neugodnih vremenskih razmerah je treba za spoštovanje omejitev tudi znižati moč elektrarne.

2.6.4 Tehnični podatki o objektu

Tehnični podatki o objektu so prikazani v tabelah v nadaljevanju:

Tabela 1: Osnovni podatki o elektrarni

Tip reaktorja:	Lahkovodni tlačni reaktor
Toplotna moč reaktorja:	1994 MW
Električna moč na sponkah generatorja:	727 MW
Moč na pragu elektrarne:	696 MW
Toplotni izkoristek:	36,6 %

Tabela 2: Osnovni podatki o gorivu

Število gorivnih elementov:	121
Število gorivnih palic v gorivnem elementu:	235
Razporeditev gorivnih palic:	16 x 16
Dolžina gorivnih palic:	3,658 m
Gradivo srajčke:	Zircaloy-4, ZIRLO
Kemična sestava goriva:	UO2
Skupna količina urana:	48,7 t

Tabela 3: Osnovni podatki o reaktorskem hladilu

Snov:	H_2O
Dodatki:	H_3BO_3
Število hladilnih zank:	2

Tlak:	15,41 MPa (157,1 kp/cm^2)
Temperatura na vstopu v reaktor:	287 °C
Temperatura pri izstopu iz reaktorja:	324 °C

Tabela 4: Osnovni podatki o regulacijskih palicah

Število svežnjev:	33
Nevtronski absorber:	Ag-In-Cd
Odstotna sestava:	80-15-5 %

Tabela 5: Osnovni podatki o uparjalnikih

Material:	INCONEL 690 TT
Število uparjalnikov:	2
Tlak pare pri izstopu:	6,4 MPa (65,6 kg/cm^2)
Masni pretok pare iz obeh uparjalnikov:	1088 kg/s

Tabela 6: Osnovni podatki o turbini in generatorju

Maksimalna moč:	730 MW
Vstopni tlak sveže pare:	6,4 MPa (63 ata)
Temperatura sveže pare:	280,7 °C
Vrtilna hitrost turbine:	157 rad/s (1500 vrt./min)
Vlažnost pare ob vstopu:	0,10 %
Kondenzacijski tlak (vakuum):	5,1 kPa (0,052 ata)
Povprečna temperatura kondenzata:	33 °C
Nazivna moč generatorja:	850 MVA
Nazivna napetost:	21 kV
Nazivna frekvenca generatorja:	50 Hz
Nazivni cos 0:	0,876

Tabela 7: Osnovni podatki o transformatorjih

Blokovna transformatorja	
Nazivna moč:	2 x 500 MVA
Prestavno razmerje:	21/400 kV
Transformatorja lastne rabe	
Maksimalno dovoljena trajna moč:	2 X 30 MVA
Prestavno razmerje:	21/6,3 kV
Pomožni transformator	
Maksimalno dovoljena trajna moč:	60 MVA
Prestavno razmerje:	105/6,3/6,3 kV

2.7 ZAGOTAVLJANJE VARNEGA OBRATOVANJA NEK

2.7.1 Varnostni sistemi

Varnostni sistemi **preprečujejo** nekontrolirano sproščanje radioaktivnih snovi v okolje. Jedrski varnosti je že v fazi načrtovanja reaktorja in projektiranja elektrarne namenjena velika pozornost. Projektirani so varnostni sistemi, ki v vseh obratovalnih stanjih, tudi v primeru odpovedi določene opreme, zagotavljajo varnostne funkcije.

Jedrska elektrarna se nahaja v varnem stanju, če so v vsakem trenutku izpolnjeni trije osnovni varnostni pogoji:

1. učinkovit nadzor reaktivnosti (nadzor moči reaktorja),
2. hlajenje jedrskega goriva v reaktorju, bazenu za izrabljeno gorivo in v suhem skladišču izrabljenega goriva,
3. zadrževanje radioaktivnih snovi (onemogočeno sproščanje radioaktivnih snovi v okolje).

Sproščanje radioaktivnih snovi v okolje **preprečujejo 4 zaporedne** varnostne pregrade:

1. **Prva** pregrada je jedrsko gorivo (tabletke jedrskega goriva), ki zadržuje radioaktivne snovi v sebi.
2. **Druga** pregrada je vodotesna srajčka, ki obdaja gorivne tabletke in preprečuje pobeg radioaktivnih plinov iz goriva.
3. **Tretja** pregrada je meja primarnega sistema (stene cevi, reaktorske posode in druge primarne komponente), ki zadržuje radioaktivno vodo za hlajenje reaktorja.
4. **Četrta** pregrada je zadrževalni hram, ki hermetično ločuje primarni sistem od okolja.

Osnovni cilj prvih treh pregrad je, da **preprečijo** prehod radioaktivnih snovi do naslednje pregrade, četrta pregrada pa preprečuje neposredno sproščanje radioaktivnih snovi v okolje NEK.

Ker je delovanje varnostnih sistemov v primeru napake in odpovedi ali zelo malo verjetne nezgode v jedrski elektrarni izjemnega pomena, so vsi varnostni sistemi podvojeni (jedrska elektrarna ima dve progi varnostnih sistemov).

Za izpolnjevanje varnostnih pogojev in ohranjanje varnostnih pregrad je vedno dovolj delovanje samo ene proge varnostnih sistemov. Poleg tega se vsi varnostni sistemi oziroma njihove posamezne naprave med obratovanjem elektrarne in med rednim remontom sistematično testirajo.

2.7.2 Zagotavljanje varnostnih funkcij

NEK mora med obratovalnimi stanji, projektno nesrečo in razširjeno projektno nesrečo zagotavljati t.i. kritične varnostne funkcije:

- Nadzor reaktivnosti jedrskega goriva (in izrabljenega goriva v bazenu oziroma skladišču za izrabljeno gorivo).
- Odvod toplote iz sredice in bazena za izrabljeno gorivo preko sistema bistvene oskrbne vode (SW sistem), ki preko zajemanja savske vode iz bazena pred jezovnim pragom preko toplotnih izmenjevalnikov hladi sistem za hlajenje komponent (CC sistem). Na ta način se odvaja zaostala toplota tako iz bazena za izrabljeno gorivo kot zaostala toplota ob zaustavitvi reaktorja. Sistem je podvojen in ima na vsaki fizično in električno neodvisni zanki vgrajen toplotni izmenjevalec, eno črpalko s pripadajočimi filtri in ventili. Na sistem je preko povezovalne linije priključena tudi tretja črpalka, ki ima možnost priključitve na katerokoli od obeh hladilnih zank. Sistem omogoča odvajanje zaostale toplote tako v normalnih zaustavitvenih stanjih, kakor tudi nezgodnih stanjih.
- Zadrževanje radioaktivnih snovi in preprečitev njihovega nenadzorovanega širjenja v okolje.

Pri zagotavljanju varnostnih funkcij je treba upoštevati:
- načelo obrambe v globino;
- načelo enojne odpovedi;
- načelo neodvisnosti;
- načelo raznovrstnosti;
- načelo redundance;
- načelo varne odpovedi;
- načelo preverjenih komponent;
- načelo stopenjskega pristopa.

NEK mora redno preverjati projektne osnove, ki zagotavljajo varnost objekta. Pregled projektnih osnov je treba opraviti tudi pri vsakem občasnem varnostnem pregledu in po obratovalnih dogodkih, ki so vplivali na sevalno ali jedrsko varnost, ter ob novih pomembnih informacijah glede sevalne ali jedrske varnosti (npr. ocena lastnosti lokacije, varnostne analize in razvoj varnostnih standardov ali praks).

Pri pregledu projektnih osnov se za prepoznavanje potreb in možnosti izboljšav uporabijo deterministične in verjetnostne varnostne analize ali inženirska presoja, pri čemer se rešitve v projektu primerjajo s predpisanimi zahtevami in dobro prakso. Ugotovitve, ki izhajajo iz teh analiz, NEK uporabi tako, da smiselno posodobi sisteme in strukture ali izvede druge ukrepe, potrebne za zagotavljanje sevalne oziroma jedrske varnosti.

NEK v sklopu projektnih sprememb in posodobitev (modifikacijski proces) preveri tudi vpliv na obstoječe projektne osnove objekta ali sistema/komponente. Pregled sprememb projektnih osnov je prav tako predmet pregleda v okviru PSR, ki se izvaja periodično vsakih deset let. V primeru odkritega možnega vpliva se s pomočjo analiz določi vrsta in način vpliva ter določi potrebne posodobitve projektnih osnov. Pregledi se izvajajo skladno z 19. členom Pravilnika o dejavnikih sevalne in jedrske varnosti (UL RS, št. 74/16 in 76/17 – ZVISJV-1).

Prav tako z analizami razširjenih projektnih dogodkov NEK zagotavlja, da obstajajo zadostne rezerve za preprečitev primerov, ko bi majhna sprememba posameznega parametra povzročila težke in nesprejemljive posledice (angl. »cliff edge effect«).

2.7.2.1 Zunanji in notranji začetni dogodki

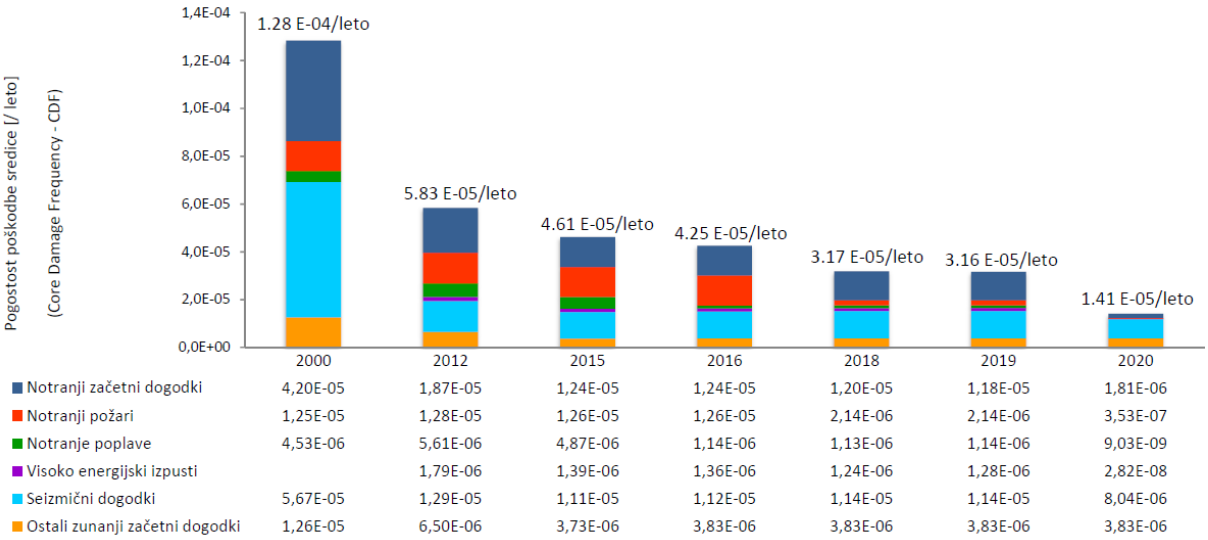
Pri obratovanju elektrarne je začetni dogodek vsak dogodek, ki lahko sproži zaporedje dogodkov (scenarij) in lahko pripelje do neželene posledice. Natančni podatki se nahajajo v letnem poročilu Verjetnostnih varnostnih analiz /21/. Splošna razdelitev začetnih dogodkov:

a) Notranji začetni dogodki ("Internal Initiating Events", IIE)

Notranje začetne dogodke delimo na naslednje kategorije:
- Kategorija "LOCA" oziroma zlom cevi sistema primarnega hladila ("Loss of Coolant Accident");
- Kategorija "Non LOCA" ki vključuje: zlom cevi na sekundarni strani, prehodne pojave ("Transient"), izgube podpornih sistemov, dogodke z izgubo zunanjega napajanja in prehodne pojave brez samodejne zaustavitve reaktorja.

b) Zunanji začetni dogodki iz elektrarne oziroma notranja tveganja, kot so notranje poplave, notranji požari in visokoenergijski zlomi cevi (HELB).

c) Zunanji začetni dogodki iz okolice oziroma zunanja tveganja (»external hazards/external initiating events outside of plant«), kot so seizmični dogodki, močni vetrovi, zunanje poplave, dogodki povezani s človeško dejavnostjo (padec letala, transportni in industrijski dogodki) in ostali zunanji dogodki.



Slika 5: Zgodovina verjetnosti pogostosti poškodbe sredice zaradi notranjih začetnih dogodkov, zunanjih začetnih dogodkov iz elektrarne in zunanjih začetnih dogodkov iz okolice (vir:/1/)

Iz grafa je v letu 2012 razvidno zmanjšanje pogostosti poškodbe sredice zaradi seizmičnih dogodkov ter notranjih dogodkov, kar je posledica vgradnje dodatnega varnostnega dizel generatorja (DG3). DG3 je projektiran na višje seizmične obremenitve, kar pripomore k nižjemu CDF. Prav tako se je z izgradnjo pomožne komandne sobe v letu 2018 zmanjšala verjetnost pogostosti poškodbe sredice zaradi notranjih požarov.

2.7.3 Pripravljenost na izredne dogodke in nezgodna stanja elektrarne

2.7.3.1 Načrt zaščite in reševanja (NZIR)

NEK ima izdelan poseben načrt za primer izrednega dogodka. Načrt zaščite in reševanja NEK ob izrednem dogodku (NZIR /224/) obravnava jedrsko in radiološko nesrečo v NEK.

Osnovni namen načrtovanja in vzdrževanja pripravljenosti za primer izrednega dogodka je zagotoviti zaščito, zdravje in varnost prebivalstva v okolju in osebja v elektrarni v primeru nastanka izrednega dogodka, tako da se prepreči razvoj izrednega dogodka v poslabšanje stanja, oziroma da se odpravijo ali omilijo posledice izrednega dogodka in zagotovijo pogoji za ponovno vzpostavitev normalnega stanja. NEK je pristojna in odgovorna za vzdrževanje pripravljenosti in za ukrepanje v primeru izrednega dogodka na območju elektrarne, posreduje pa tudi informacije pristojnim institucijam o stanju izrednega dogodka v elektrarni zaradi zaščitnega ukrepanja v okolju.

Namen NZIR /224/ NEK je določiti:
1. obseg načrtovanja, podmene načrta in koncept odziva;
2. sile in organiziranost NEK za primer izrednega dogodka z vnaprej določenimi odgovornostmi in nalogami za vodenje, koordinacijo in izvajanje ukrepov za obvladovanje izrednega dogodka;
3. dodatno podporo NEK za obvladovanje izrednega dogodka;
4. ukrepe za obvladovanje izrednega dogodka, ki obsegajo:
- ugotovitev nastanka izrednega dogodka, klasifikacijo stopnje nevarnosti in aktiviranje intervencijskih sil;
- operativne in korektivne ukrepe v elektrarni za primer izrednega dogodka;
- ukrepe v elektrarni za primer razširjenih projektnih stanj in strategije za obvladovanje izvenprojektnih nesreč;
- ocenjevanje jedrske varnosti in posledic izrednega dogodka; predlaganje takojšnih zaščitnih ukrepov za prebivalstvo;
- obveščanje poveljnikov in štabov CZ in drugih pristojnih organov v okolju o nastanku in stanju izrednega dogodka in o predlaganih zaščitnih ukrepih za prebivalstvo v ogroženih območjih;
- informiranje javnosti o izrednem dogodku;
- zaščitne ukrepe naloge zaščite, reševanja in pomoči v elektrarni;
5. sredstva, centre, opremo in zveze NEK za obvladovanje izrednega dogodka;
6. strokovno usposabljanje osebja v organizaciji NEK za primer izrednega dogodka in zunanjega podpornega osebja za opravljanje nalog pri obvladovanju izrednega dogodka določenih v NZIR;
7. informiranje osebja v NEK o zaščitnih in drugih ukrepih v primeru izrednega dogodka;
8. vzdrževanje pripravljenosti, koordinacije aktivnosti NEK s pristojnimi organi na lokalni, regionalni in republiški ravni pri zagotavljanju pripravljenosti in ukrepanju v primeru nastanka izrednega dogodka;
9. vzpostavitev pogojev za vrnitev elektrarne v normalno stanje.

Ob upoštevanju rezultatov varnostnih analiz NEK je ocenjeno, da predstavljajo vir nevarnosti za okolje predvsem radioaktivne snovi, ki so nakopičene v sredici reaktorja in v izrabljenem gorivu.

2.7.3.2 Projektne in razširjene projektne (DEC) nezgode

NEK načrtuje in vzdržuje pripravljenost za celoten spekter izrednih dogodkov, ki bi lahko imeli ali imajo za posledico zmanjšanje jedrske varnosti elektrarne in sproščanje radioaktivnih snovi v okolje. To obsega radiološke nezgode, dogodke ali stanja elektrarne, ki imajo lahko posreden vpliv na jedrsko varnost elektrarne, jedrske nezgode z minimalnimi radiološkimi posledicami v okolju in zelo malo verjetne projektne in izvenprojektne jedrske nezgode z radiološkimi posledicami v elektrarni in v okolju.

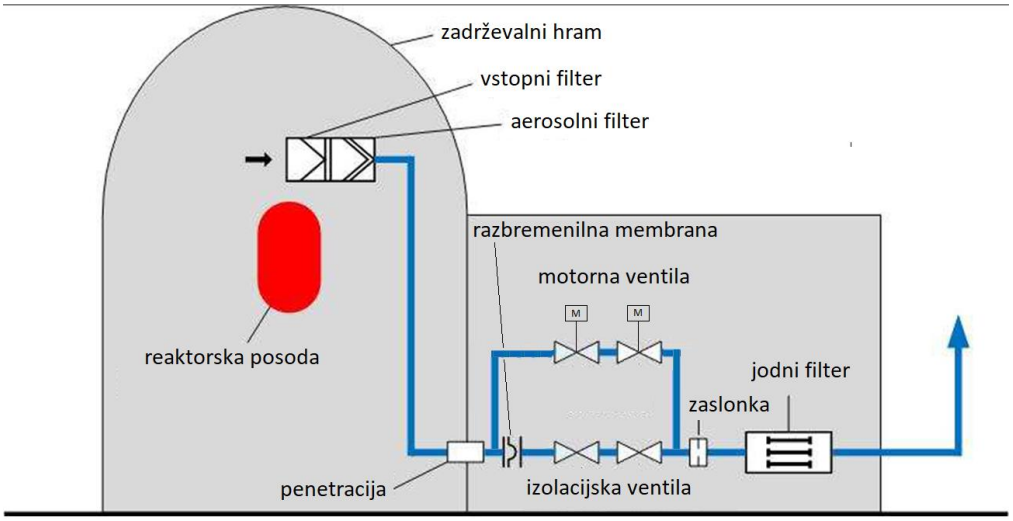
NEK je bila projektirana tako, da je sposobna prenesti t.i. projektne nezgode in jih obvladati s svojimi varnostnimi sistemi. V poglavju 15. ACCIDENT ANALYSIS in poglavju 20. DESIGN EXTENSION CONDITIONS posodobljenega varnostnega poročila USAR /3/ so opisane projektne nezgode in DEC nezgode. Dodatno je v poglavju 19 opisan način obvladovanja izven-projektnih težkih nezgod (accident management). Namen analize postuliranih projektnih nezgod je postaviti zahteve in sprejemljive kriterije za sisteme, strukture in komponente (SSK). S temi zahtevami so SSK sposobne zagotavljati svojo varnostno funkcijo in določeni so kriteriji sposobnosti obratovanja med in po dogodku. Namen vseh varnostnih sistemov je zaščita ljudi pred izpusti in sevanjem. NEK je bila projektirana skladno z omejitvami 10 CFR 50, Appendix A, General Design Criterion 19 exposure limits. NEK konstantno spremlja svetovno prakso na področju nadgradnje in razvoja modelov za izboljšavo analiz v mnogih

tehničnih poročilih. Poročilo FER-MEIS »Izračun doz na določenih razdaljah za primer projektne nezgode (DB) ali razširjene projektne nezgode (BDB) v Nuklearni elektrarni Krško« /196/ odraža ocenjeno dozo za projektne nezgode pri določenih razdaljah od NEK.

Po nesreči v Fukušimi je NEK izdelala vrsto analiz razširjenih projektnih nezgod. Te nesreče niso obravnavane v osnovnem dizajnu elektrarne oziroma v sklopu projektnih nezgod. Analize so obravnavale kombinacije nezgod in so zahtevale dodatno nadgradnjo elektrarne (Design Extension Conditions - DEC nezgode). Nadgradnja je potekala v sklopu PNV programa, opisanega v poglavju 3.4. Novi dodatni sistemi, vgrajeni v sklopu PNV, zagotavljajo, da bo NEK z razširjeno opremo in posodobitvami obvladovala izvenprojektne nezgode. Oprema je bila razdeljena na DEC-A in DEC-B opremo.

DEC-A opremo lahko NEK uporabi za preprečitev taljenja reaktorske sredice. DEC-B oprema pa je bila zagotovljena za obvladovanje dogodka, kjer bi lahko prišlo do zelo malo verjetne talitve sredice in je osredotočena na ščitenje zadnje bariere pred izpustom, to je integritete zadrževalnega hrama. Pasivni filtrski sistem (PCFVS) služi za tlačno razbremenitev zadrževalnega hrama, ob tem, da za okolico škodljive snovi ostanejo ujete v filtrih. Malo verjetno pa je, da bi ob talitvi sredice prišlo do direktnega izpusta v okolje.

Predvidene doze na različnih razdaljah od NEK v primeru nezgode, kjer bi bila predvidena uporaba sistema PCFV, so podane v poročilu FER-MEIS »Izračun doz na določenih razdaljah za primer projektne nezgode (DB) ali razširjene projektne nezgode (BDB) v Nuklearni elektrarni Krško« /196/.



Slika 6: Shematski prikaz pasivnega filtrskega sistema za razbremenjevanje zadrževalnega hrama (vir:/1/)

Omenjena pristopa projektnih in izvenprojektnih nezgod sta nadgradnja že upoštevanih zahtev iz ameriške regulative in sta skladna s slovenskim Zakonom o varstvu pred ionizirajočim sevanjem in jedrski varnosti ZVISJV-1.

2.7.4 Nadzor nad staranjem

NEK je uvedla program staranja opreme (AMP), ki je namenjen spremljanju sistemov, struktur in komponent (SSK) v času obratovanja elektrarne skozi osnovno (40 let) in podaljšano obratovalno dobo. Program AMP celovito določa odgovornosti, aktivnosti in metodologijo spremljanja staranja opreme. V sklopu programa AMP so prav tako predvideni ukrepi za zmanjšanje oziroma odpravo učinkov staranja.

AMP sestavljajo različni programi, postopki in dejavnosti NEK, ki zagotavljajo, da so prepoznane vse predvidene funkcije sistemov, struktur in komponent (SSK), ki jih upravlja AMP, ter ustrezno pregledane glede učinkov staranja. Učinki staranja so skrbno opazovani. Na njihovi podlagi so določene akcije, ki omogočajo, da bodo SSK izpolnili svojo predvideno funkcijo do konca obratovalne dobe NEK in tudi v primeru podaljšanja obratovalne dobe elektrarne. AMP NEK je zasnovan in skladen z NUREG-1801 - Generic Aging Lessons Learned (GALL) Report. AMP program tako celovito zajema nadzor staranja elektrarne, ki vključuje mehanske, električne in gradbene SSK, s katerim se sistematično prepoznajo mehanizmi staranja in njihovi učinki za SSK, pomembni za varnost, ugotovijo možne posledice staranja ter določijo nujni ukrepi za ohranitev operabilnosti in zanesljivosti SSK.

Dejanski nadzor SSK zaradi staranja in druge dejavnosti, povezane z nadzorom opreme, ki so podane v postopkih, se izvajajo preko sistema delovnih nalogov in programa za preventivno vzdrževanje.

Program staranja NEK je tako zasnovan na osnovi 10 CFR 54 - »Requirements for Renewal of Operating Licenses for Nuclear Power Plants«. Ostale aktivnosti so nadzorovane preko Nadzora učinkovitosti vzdrževanja (NUV) - Maintenance rule (10 CFR 50.56), INPO API 913 (Realibility Centetred Maintenance) in Okoljskega kvalifikacijskega programa - Environmental Qualification programs (10 CFR 50.49). Aktivnosti, povezane z zamenjavo opreme, pa so vključene v dolgoročni investicijski plan in vzdrževalne aktivnosti.

2.7.5 Varstvo pred požarom

NEK ima izdelan Program požarne zaščite v NEK - Požarni red /23/, ki določa: organizacijo varstva pred požarom, ukrepe varstva pred požarom in nadzor nad njihovim izvajanjem, podaja navodila za ravnanje v primeru požara in predpisuje program usposabljanja, ki podpira uspešno požarno zaščito.

NEK je razdeljena na posamezne zgradbe, ki so med seboj požarno ločene. Zgradbe pa so razdeljene na požarne sektorje, katerih namen je omejitev morebitnega požara na manjše področje in požarna ločitev redundantnih prog varnostnih sistemov. Z razporeditvijo varnostnih sistemov v ločene požarne sektorje, dodatnim ščitenjem pred širjenjem požara, sistemi samodejnega gašenja in s požarnim javljanjem je zmanjšan vpliv morebitnega požara na zagotavljanje varnostnih funkcij (USAR /3/ poglavje 9.5.1).

V NEK se izvaja tako pasivna kot aktivna požarna zaščita. Pasivna zaščita pred požarom je zagotovljena z gradbenimi in drugimi ukrepi, ki zmanjšujejo verjetnost nastanka požara in preprečujejo njegovo širjenje med požarnimi sektorji. Elementi pasivne požarne zaščite so požarni zidovi, zatesnjene penetracije, požarna vrata in samodejne požarne lopute.

Aktivni ukrepi varstva pred požarom so namenjeni za gašenje morebitnega požara. V NEK vgrajeni sistemi, ki zagotavljajo aktivno požarno zaščito, so: sistem detekcije in javljanja, varnostna razsvetljava, sistem za zagotavljanje požarne vode, sistemi za samodejno gašenje (sprinkler), sistemi za odvod dima in toplote.

Pri izvajanju varstva pred požarom v NEK se upošteva načelo obrambe v globino. Pri tem je treba zagotoviti, da se skladno s Pravilnikom o dejavnikih sevalne in jedrske varnosti (UL RS, št. 74/16 in 76/17 – ZVISJV-1) izvajajo:

- ukrepi, ki preprečujejo nastanek požarov,
- hitra detekcija, nadzor in pogasitev vsakega požara ter
- zmanjšanje vpliva morebitnega požara na bistvene varnostne funkcije elektrarne, tako da ta ne vpliva na sposobnost varne zaustavitve.

Ukrepi varstva pred požarom so vse aktivnosti, ki zagotavljajo, da je verjetnost za požar minimalna. Te so: vzdrževanje reda in čistoče, nadzor nad deli s toplotnimi učinki, kontrola gorljivih snovi, požarna dovolilnica, požarna straža in požarne bariere. Ostali preventivni in aktivni ukrepi varstva pred požarom zajemajo protipožarne postopke in aktivnosti za delovanje, vzdrževanje, testiranje in tehnična navodila protipožarnih sistemov.

Dodatno so v NEK določeni ukrepi za preprečevanje nevarnosti eksplozije ter varnost gorljivih odpadkov, električnih, plinskih naprav in drugih virov vžiga, ki so definirani v Elaboratu eksplozijske ogroženosti.

V primeru razvoja neželenih dogodkov so prav tako definirani ukrepi za varno evakuacijo in hitro intervencijo. Ti zajemajo aktivnosti, kot so: vedno prehodne in urejene evakuacijske poti, poznavanje zvočnega alarma za evakuacijo, usposabljanje, poznavanje objekta in razumevanje svoje naloge ob evakuaciji, ustrezna osvetljenost evakuacijskih poti itd.

Drugi preventivni in aktivni ukrepi varstva pred požarom zajemajo protipožarne postopke in aktivnosti za delovanje, vzdrževanje, testiranje in tehnična navodila protipožarnih sistemov.

Za varstvo pred požarom je odgovoren vodja požarne zaščite, pooblaščen za izvajanje ukrepov varstva pred požarom.

Operativno in preventivno delo v NEK opravljajo poklicni gasilci pod vodstvom vodje dežurne izmene gasilske enote, ki so organizirani tako, da so v izmeni prisotni najmanj trije gasilci. S pogodbo med NEK in Poklicno gasilsko enoto Krško je zagotovljeno, da ves čas v Poklicni gasilski enoti Krško dežurajo trije poklicni gasilci za potrebe intervencije v NEK.

Dodatno pomoč poklicnim gasilcem lahko po nalogu vodje izmene obratovanja nudijo tudi štirje strojniki opreme iz pogonske ekipe.
Za pomoč pri gašenju požara je v NEK razpoložljiv tudi vod za požarno zaščito, ki ga sestavlja:

- vodja voda za požarno zaščito, ki je poklicni gasilec;
- namestnik vodje voda za požarno zaščito, ki je usposobljen za gašenje požarov;
- dva oddelka (vodja oddelka, ki je poklicni gasilec; vsak oddelek z najmanj desetimi gasilci, usposobljenimi v skladu s postopkom NEK).

Morebitna intervencija se začne z mesta PMO (prostor za mobilno opremo), kjer je sedež gasilcev, glavna požarna centrala in oprema za primer intervencije.

2.7.6 Potresna varnost

Projektna načela 10 CFR 100 App. A, ki so bila uporabljena ob projektiranju in gradnji NEK, zahtevajo, da so zgradbe, komponente in sistemi, ki so pomembni za jedrsko varnost, projektirani in grajeni potresno odporno, kar je v skladu tudi s slovensko zakonodajo (Pravilnik o dejavnikih sevalne in jedrske varnosti (UL RS št. 74/16, 76/17 - ZVISJV-1)). Zgradbe in sistemi NEK so projektirani potresno odporno skladno z RG 1.60. Originalno je bil upoštevan projektni potres za varno zaustavitev elektrarne (SSE) z maksimalnim pospeškom tal (»peak ground acceleration« oz. PGA) na nivoju temeljev 0,3 g, pri čemer so se vse zgradbe projektirale ob predpostavki, da je temelj na površju, kar se je izkazalo za zelo konzervativno predpostavko. To je ena od ključnih predpostavk, ki zagotavlja visoko potresno varnost NEK, ki je bila dokazana že v sklopu potresne verjetnostne varnostne analize /225/.

Po zaključku obširne potresne verjetnostne analize /225/, v sklopu katere je bila izvedena tudi analiza potresne nevarnosti lokacije NEK, so se v sklopu raziskav lokacij za NSRAO in JEK2, v neposredni bližini NEK izvajale obsežne dodatne geološke, geotehnične in seizmološke raziskave. Te raziskave so se osredotočile na posamezne geološke strukture (potresne izvore in prelomnice) s ciljem boljšega razumevanja seizmo-tektonske strukture Krške kotline in zmanjšanja negotovosti pri vhodnih podatkih za določitev potresne nevarnosti lokacije ter podajanja osnove za oceno zmožnih prelomov (t.i. »capable fault«). V sklopu preliminarnih zaključkov teh multidisciplinarnih raziskav, ki so se izvajale na širšem območju lokacije od leta 2008 /274/,/275/, ni bilo podanih osnov, ki bi nakazovale na zmožnost prelomnih struktur ali geoloških struktur, ki bi lahko ob potresu trajno deformirale površino lokacije (»capable faults«), oziroma ni prišlo do novih spoznanj, ki bi pomembno spremenila obstoječo oceno potresne nevarnosti lokacije NEK /271/, ki je bila izdelana v letih 2002-2004 po predhodnih 10-ih letih raziskav.

S »stresnimi testi« Nuklearne elektrarne Krško /26/ je bilo dokazano, da so pospeški med potresom, pri katerih bi bilo možno pričakovati vplive na objekte in sisteme elektrarne, bistveno višji od projektnih pospeškov, kar potrjuje visoko jedrsko in potresno varnost jedrskih objektov NEK. Dodatno je bila kasneje povečana potresna in jedrska varnost še z zagotovitvijo mobilne opreme ter priključkov zanjo, z izgradnjo tretjega dizelskega generatorja DG3 in izvedbo programa nadgradnje varnosti elektrarne. Vse nove zgradbe in sistemi, ki so bili izvedeni v sklopu programa nadgradnje varnosti na glavnem nuklearnem otoku, so projektirani za maksimalni pospešek tal na površju, ki dvakratno presega projektni pospešek na temelju obstoječih objektov in sistemov NEK (to je 0,6 g). Nove zgradbe in sistemi, ki so zgrajeni izven glavnega otoka (posebej utrjena varnostna zgradba, novi tehnični podporni center) kot tudi suho skladišče izrabljenega jedrskega goriva, ki je v gradnji, so potresno odporno projektirani še za 30 odstotkov večji projektni pospešek na površju (0,78 g), s čimer se je zagotovilo upoštevanje morebitnih negotovosti v analizi potresne nevarnosti. Glede na analizo potresne nevarnosti lokacije NEK /274/ je pričakovati potrese, pri katerih bi bil pospešek (PGA) 0,56 g s povratno periodo 10.000 let.

V poročilu stresnih testov je podana ocena seizmične meje, pri kateri bi prišlo do poškodbe sredice, zadrževalnega hrama in t.i. »cliff edge efekta«. Maksimalni pospeški tal, pri katerih bi lahko prišlo do poškodbe reaktorske sredice, so bili ocenjeni v območju 0,8 g peak ground acceleration (PGA). Pospeški tal, pri katerih bi lahko prišlo do zgodnjih večjih izpustov, naj bi bili večji od 1 g PGA. Do kasnejših filtriranih izpustov bi lahko prišlo v območju pospeškov tal med 0,8 do 0,9 g. Integriteta bazena za izrabljeno gorivo ne bi bila ogrožena do pospeškov tal, ki znašajo več kot 0,9 g /26/. Seizmične analize so pokazale, da so potresni sunki, pri katerih bi bil PGA na lokaciji jedrske elektrarne večji od 0,8 g, zelo redki in imajo pričakovano povratno dobo ocenjeno na več kot 50.000 let /26/.

NEK ima skladno z ameriškimi regulatornimi smernicami vgrajeno seizmično instrumentacijo (11 senzorjev) za zaznavanje potresnih sunkov, kar omogoča primerjavo odzivnih spektrov (ki so izračunani iz merjenih akcelerogramov) s projektnimi odzivnimi spektri za lokacije posameznih senzorjev. V primeru, da maksimalni pospešek tal na prostem površju preseže vrednost 0,01 g, senzorji zabeležijo potresno gibanje tal. V takem primeru se po potresu preverijo vsi vitalni deli elektrarne. V primeru, da intenziteta potresa, izražena z maksimalnim pospeškom tal, preseže polovico maksimalnega projektnega pospeška, se elektrarna preventivno zaustavi in se ponovno zažene šele po potrditvi, da na elektrarni ni poškodb na zgradbah, sistemih ali opremi zaradi posledic potresa.

2.7.7 Fizično varovanje

Varovanje NEK z vidika terorizma je opredeljeno in opisano v posebnem dokumentu »Načrt fizičnega varovanja NEK«, ki je v skladu z ZVISJV-1 označen in se obravnava kot dokument z označeno stopnjo tajnosti v skladu z Zakonom o tajnih podatkih.

Fizično varovanje jedrskega objekta (NEK) zagotavlja Služba varovanja NEK v sodelovanju s Policijo. Fizično varovanje se izvaja skladno z Načrtom fizičnega varovanja NEK (NFV). NFV se, na osnovi Ocene ogroženosti, ki jo izdela Policija, najmanj enkrat letno posodobi glede na ugotovitve v tej oceni. Z vsebino NFV soglaša URSJV, potrdi pa ga Ministrstvo za notranje zadeve Republike Slovenije. Vsebina NFV in pripadajočih izvedbenih postopkov je v skladu z ZVISJV in Zakonom o tajnih podatkih (ZTP) stopnjevana kot tajni podatek. Dostop do tajnih podatkov je omejen v skladu z ZTP.

2.7.8 Poplave

Zaščita pred poplavami je bila izvedena med načrtovanjem elektrarne in izgradnjo nasipov reke Save gorvodno in dolvodno od elektrarne. Vhodi in odprtine zgradb so zgrajeni nad nadmorsko višino predvidenih desettisočletnih poplav. Elektrarna je varna v primeru nastanka projektne poplave tudi brez zaščitnega nasipa.

Poleg projektne poplave (DBF) je elektrarna zaščitena tudi pred največjimi verjetnimi poplavami (PMF) z ustrezno zasnovo vmesnih struktur med reko Savo in zunanjimi napravami in z zaščitnim nasipom za zaščito pred vdorom vode na območje.

Za primer izredno močnega lokalnega deževja in nevihte je območje zaščiteno z osnovnim dizajnom in vgrajenim drenažnim sistemom. Več podatkov se nahaja v stresnih testih /26//25/. Poplavna varnost objektov NEK je zagotovljena tudi v slučaju odpovedi jezov pri gorvodnih hidroelektrarnah (glej poglavje 2.13.1).

2.7.8.1 Projektne poplave (DBF)

NEK je bila projektirana proti poplavam, ki imajo frekvenco 0,01 % na leto (poplava s povratno dobo 10 tisoč let je bila opredeljena na osnovi hidroloških podatkov iz obdobja 1926 do 2000). Predviden maksimalni pretok reke Save v primeru te poplave znaša 4790 m^3/s, kar ustreza koti 155,35 metrov nad Jadranskim morjem. Elevacija ploščadi, na kateri stoji NEK, je 155,20 m n.v. Zgradbe v NEK, ki se nahajajo v središču območja, imajo vhode in odprtine nad koto 155,50 m n.v. S tem je zagotovljeno, da v primeru odpovedi nasipov ob reki Savi vdor vode v zgradbe ni mogoč.

2.7.8.2 Največje verjetne poplave (PMF)

Poleg projektnih poplav (10.000-letna povratna doba) je NEK zaščitena pred največjimi verjetnimi poplavami (PMF), pri katerih maksimalni pretok reke Save doseže 7081 m^3/s. PMF predstavlja hipotetično poplavo, ki velja za najhujšo razumno možno na podlagi uporabe verjetnih največjih padavin in drugih hidroloških dejavnikov, ugodnih za največji odtok vode, kot so zaporedne nevihte in hkratno taljenje snega. Kota PMF 7081 m^3/s na jezu NEK znaša 155,61 m n.v. /3/. NEK pred PMF ščitijo protipoplavni nasipi.

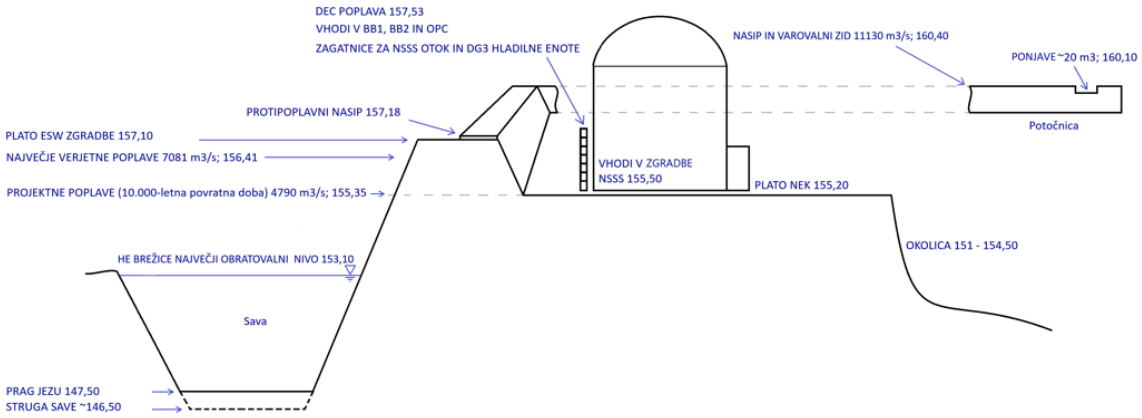
»Cliff edge effect« za poplave je ocenjen pri pretokih reke Save, ki so 2,3-krat večji od projektne 10.000-letne poplave in 1,7-krat večji od PMF poplav. Povratne dobe za pretoke teh velikostnih redov so ocenjene na milijon (1.000.000) -letno povratno dobo /26/.

2.7.8.3 Kronologija izboljšav poplavne varnosti NEK od leta 2010 naprej

Leta 2010 je študija »Preparation of new revision of PMF study and Conceptual design package for flood protection« (FGG, 2010) na podlagi večjega števila neugodnih padavinskih scenarijev določila PMF v višini 7.081 m^3/s v skladu s standardom ANSI/ANS-2.8-1992 (ANS, 1992).

Na podlagi tega ovrednotenja PMF je NEK v letu 2012 izvedla dvig protipoplavnih nasipov ob Savi na dolžini 1430 m in ob Potočnici na dolžini 460 m, pri čemer je bila zagotovljena dodatna varnostna višina najmanj 75 cm glede na študijo A. Kota nasipa ob Potočnici je bila dvignjena na 159,90 m n.v. ob Savi pa je niveleta nasipa padala med 158,82 m n.v. pri novem cestnem krožišču do 157,18 na jezu NEK.

V skladu z rezultati študije NEKSIS-A200/081D: »NE Krško – Ukrepi za ohranitev poplavne varnosti NEK, Študija variant, revizija B (IBE, avgust 2015)« je zaradi negotovosti hidravličnega modela, s katerim so bili preverjeni vplivi izgradnje HE Brežice in drugih infrastrukturnih ureditev na in ob reki Savi na varnost NEK pri ekstremno visokih pretokih, bilo potrebno izvesti dodatne ukrepe za izboljšanje poplavne varnosti NEK.



Slika 7: Zaščita NEK pred poplavami

V letu 2018 je bila na podlagi analiz študije NEKSIS-A200/081D izvedena druga rekonstrukcija protipoplavnih nasipov ob Savi in Potočnici. Kota poplavne zaščite ob Potočnici se je z izvedbo parapetnega zidu na nasipu dvignila za 0,5 m, na sedanji nivo zaščite 160,10 m n.v. Na nasipu ob Savi je bila izvedena le manjša korekcija višine za 10 cm na dolžini 100 m.

Za tako povišane nasipe je bil izračunan pretok Save, pri katerem gladina doseže krono poplavnih zaščit. Ta pretok znaša 11.130 m^3/s. Pred izgradnjo akumulacije HE Brežice je pretok, pri katerem bi prišlo do prelivanja, znašal 10.600 m^3/s.

2.7.9 Ostale ekstremne vremenske razmere

NEK je izdelala tehnično poročilo Screening of External Hazards /34/, v katerem je dokumentiran pregled zunanjih nevarnosti, in sicer vseh zunanjih nevarnosti, razen potresov, in vseh drugih nevarnosti, ki niso vključene v notranje dogodke, notranje poplave, notranje požare in zlome visokoenergijskih cevi.

Zunanje nevarnosti, ki so bile vključene v presejanje, so povzete iz poročila EPRI – Identification of External Hazards for Analysis in WENRA Issue T: Natural hazards, Guidance Document /234/. Pregled zunanjih nevarnosti je pokazal, da so v analizah in postopkih NEK vse zunanje nevarnosti ustrezno upoštevane, zato spremembe obstoječega modela verjetnostnih varnostnih analiz (ang. PSA) niso potrebne.

Vse zunanje nevarnosti (razen letalskih nesreč, zunanjih poplav, močnih vetrov, ledu in skrajne suše, ki so kvantitativno ocenjeni) so bile pregledane in odsejane na podlagi določenih meril ter zato niso zahtevale ločene nadaljnje ocene njihovega kvantitativnega prispevka k pogostosti poškodbe sredice (CDF).

V NEK ESD-TR-18/16, Screening of External Hazards /34/, so opredeljeni 104 zunanji dogodki.

Projektne vrednosti oz. zaščita pred pomembnimi ekstremnimi vremenskimi razmerami je opisana v naslednji tabeli (Tabela 8).

Tabela 8: Ekstremne vremenske razmere

Ekstremne vremenske razmere	Projektne vrednosti
Močan veter	Varnostne zgradbe so projektirane za vetrove do 140 km/h. Razširjeni projektni pogoji zahtevajo odpornost novih DEC SSK na močne vetrove z maksimalno hitrostjo do 240 km/h.
Ekstremne temperature (nizke, visoke)	Projektna varnostna oprema in zgradbe so projektirane za temperature od -28 °C do 40 °C. Novo dograjena DEC varnostna oprema in zgradbe so projektirane za nižje/višje zunanje temperature (-35,1°C/ +46°C).
Udar strele	Strelovodna zaščita NEK je projektirana za 10.000 letno povratno dobo (amplituda toka do 400 kA; specifična gostota udara 1,4 km^2/leto).
Sneg in žled	Strukture in sistemi NEK so grajeni na visoke obremenitve (od 120 kg/m^2 do 375 kg/m^2).

2.7.10 Radioaktivni odpadki

Stroka se že od začetka uporabe jedrske energije v Sloveniji zaveda tako njenih prednosti kot tudi tveganj. Zato v mednarodni in slovenski jedrski energetiki veljajo zelo visoki okoljski, varnostni in etični standardi ravnanja z radioaktivnimi odpadki. Vse radioaktivne snovi oziroma vsi predmeti, ki vsebujejo radioaktivne snovi, so od svojega nastanka do odlaganja pod stalnim nadzorom.

V NEK vodijo natančne evidence o uporabi radioaktivnih snovi. Za radioaktivne odpadke je od trenutka njihovega nastanka do končne odložitve vedno nekdo odgovoren. Vsi ti ukrepi zagotavljajo varno uporabo jedrske energije danes in v bodoče. Že danes v Sloveniji obvladamo tehnologije varnega ravnanja z vsemi vrstami radioaktivnih odpadkov, zato je jedrska energija primer trajnostnega vira energije. Osnovni podatki o RAO s stališča zagotavljanja varnega obratovanja so podani v nadaljevanju, podrobni podatki o inventarju RAO in načinih ravnanja z RAO pa so podani v poglavju 4.4.10.

2.7.10.1 Plinasti radioaktivni odpadki

Mešanico plinov, ki izhaja iz primarnega hladilnega sistema in vsebuje radionuklide žlahtnih plinov ali drugih elementov v obliki hlapov in aerosolov, obravnavamo kot plinaste RAO.

Hranijo jih v zbiralnikih za razpad plinov, kjer se jim aktivnost, na račun naravnega radioaktivnega razpada, zniža. Pline pred kontroliranim izpustom filtrirajo s pomočjo oglenih filtrov in filtrov visoke učinkovitosti za partikulate v ventilacijskem sistemu.

Izrabljeni ogleni filtri postanejo odpadek. Če so filtri kontaminirani, so obravnavani kot RAO. Če niso kontaminirani, so predani pooblaščeni organizaciji za zbiranje tovrstnih odpadkov (skladno z zakonskimi zahtevami).

2.7.10.2 Tekoči radioaktivni odpadki

Tekočine, kontaminirane z radionuklidi, katerih koncentracija presega vrednost za opustitev radiološkega nadzora, obravnavamo kot tekoče RAO.

Ti odpadki predstavljajo pomemben delež glede na skupno količino v jedrski elektrarni nastalih RAO, zato jih posebej obdelajo in pripravijo, da bi jim zmanjšali prostornino. Uporabljenih je več postopkov in metod obdelave tekočih RAO, njihova izbira pa je odvisna od količine in fizikalno kemijskih lastnosti. Po obdelavi dobijo ločeno dva produkta, in sicer koncentrat, v katerem je povišana koncentracija radionuklidov, ter dekontaminirano tekočino. Koncentrat nato še predelajo v trdno stabilno obliko, ki je sprejemljiva za transport in skladiščenje. Dekontaminirano tekočino oziroma vodo ponovno uporabijo

ali pa jo izpustijo na osnovi radiokemijskih analiz in pod posebno kontrolo in odobritvijo. Procesi, ki se uporabljajo za obdelavo tekočih RAO v NEK, so navedeni v naslednji tabeli (Tabela 9).

Tabela 9: Procesi, ki se uporabljajo za obdelavo tekočih RAO v NEK

Proces	Medij'	Oblika odpadka
Izparevanje v izparilniku	Tekočine	Gošča po izparevanju (koncentrat)
Ionska izmenjava	Voda z ionskimi kontaminanti	Izrabljeni ionski izmenjalniki (posušeni)
Filtriranje	Vse tekočine z delci	Filtrski vložki

2.7.10.3 Trdni radioaktivni odpadki

Trdni RAO so odpadne snovi, katerih specifična aktivnost presega vrednosti za opustitev nadzora v skladu s predpisom, ki ureja sevalne dejavnosti.

RAO v trdni obliki se glede na stopnjo in vrsto radioaktivnosti razvrščajo v kategorije: prehodno radioaktivni, zelo nizko radioaktivni, nizko in srednje radioaktivni (ti se dalje razvrščajo na podkategoriji kratkoživih in dolgoživih), visoko radioaktivni in pa radioaktivni odpadki z naravnimi radionuklidi. Kategorija, ki je količinsko najbolj zastopana in posledično zavzema največ prostora v skladišču NEK, so kratkoživi nizko in srednje radioaktivni odpadki.

Med trdne RAO uvrščamo solidificirane in enkapsulirane RAO (ostanki evaporacije v silikatnem betonu), filtre in kontaminirane trdne odpadne snovi, kot so plastika, papir, krpe, osebna zaščitna oprema, orodje in strojni deli.

V skladu z Uredbo o sevalnih dejavnostih (UL RS, št. 19/18) so določeni kriteriji, na osnovi katerih lahko izločimo večjo količino odpadkov, katerih aktivnosti so pod upravnimi mejami iz nadaljnjega upravnega nadzora. Z različnimi ukrepi (sortiranje, zaščita, dekontaminacija, pravilen način uporabe,…) lahko preprečimo oz. zmanjšamo možnost kontaminacije ali aktivacije materialov in s tem zmanjšamo nastajanje radioaktivnih odpadkov. Če specifična aktivnost in površinska kontaminacija materiala, ki je lahko namenjen za ponovno uporabo, predelavo, običajno odlaganje ali sežiganje, ne presega vrednosti, ki so navedene v Uredbi o sevalni dejavnosti (UL RS, št. 19/18) in so prevzete iz evropskih, IAEA in mednarodnih standardov, se za tak material lahko pridobi dovoljenje za opustitev nadzora nad radioaktivno snovjo, ki ga izda URSJV skladno z 24. členom ZVISJV-1 ob pogoju, da so izpolnjena vsa zahtevana merila za nameravano opustitev nadzora.

Snovi in predmete, ki se med svojo rabo v radiološkem nadzorovanem območju (RNO) ne kontaminirajo, oziroma se jih lahko po radiološki kontroli v manjših količinah iznese, se tretira v skladu s postopkom: Iznos opreme, orodja, čistih snovi in vzorcev iz radiološko kontroliranega območja NEK. Postopek predpisuje radiološki nadzor čiste opreme, orodja in čistih snovi, ki jih želi uporabnik ali odgovorna oseba za uporabo brez pogojev iznesti iz radiološko nadzorovanega območja. Sem spadajo tudi manjše količine snovi v obliki vzorcev zaradi nadaljnje analize.

Pred iznosom opreme in orodja se kontrolira površinska kontaminacija zunanjih in notranjih površin. Pred iznosom čistih snovi, ki niso bile uporabljene in niso kontaminirane, se kontrolira njihova specifična aktivnost in površinska kontaminacija embalaže. To se preveri s prenosnim detektorjem ali v monitorju za drobne predmete na izhodu iz RNO, ki meri aktivnost. Embalaža vzorca ne sme biti kontaminirana in mora biti odporna na udarce ter primerna za transport. Brezpogojen iznos je dovoljen le tedaj, ko je nivo površinske kontaminacije in specifične aktivnosti pod predpisano mejo v skladu z Uredbo o sevalnih dejavnostih (Uredba o sevalnih dejavnostih UL RS, št. 19/18).

Za odpadke so v skladu z Uredbo o sevalnih dejavnostih določeni kriteriji, na osnovi katerih lahko izločimo večjo količino odpadkov, katerih aktivnosti so pod upravnimi mejami iz nadaljnjega upravnega nadzora. To se izvaja v skladu s postopkom: Zahteva za opustitev radiološkega nadzora odpadkov.

Redukcijo prostornine trdnih nesolidificiranih RAO se doseže z mehanskimi in kemijskimi procesi, izbira katerih je odvisna od lastnosti odpadkov. V tabeli spodaj (Tabela 10) so prikazani procesi, ki se uporabljajo za redukcijo prostornine nesolidificiranih trdnih RAO.

Tabela 10: Procesi za redukcijo prostornine nesolidificiranih trdnih RAO /228/

Proces	Snovi, za katere se uporablja proces	Redukcijski faktor
Stiskanje z nizkotlačno stiskalnico v sod	Tkanina, plastika, pločevina, kabli, drobna oprema, ...	< 4
Superkompaktiranje sodov	Tkanina, plastika, papir, pločevina, manjši kovinski deli, ...	< 10
Sežiganje	Vse gorljive snovi	< 30
Piroliza	Gorljive snovi, ionski izmenjalniki	< 60
Taljenje	Kovine	< 10
Rezanje, drobljenje	Vse snovi	< 2

Odpadki so hranjeni znotraj ograje NEK v zgradbi RWSB (Radioactive Waste Storage Building) in opisani v 11. poglavju USAR /3/, imenovanem RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT. Skladiščeni odpadki ustrezajo posebnim kriterijem skladiščenja, ki so skladni s Pravilnikom o ravnanju z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom (UL RS, št. 125/21). Ta pravilnik ureja razvrščanje radioaktivnih odpadkov glede na stopnjo in vrsto radioaktivnosti, ravnanje z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom, obseg poročanja o nastajanju radioaktivnih odpadkov in izrabljenega goriva ter način in obseg vodenja centralne evidence nastajanja radioaktivnih odpadkov in izrabljenega goriva in vodenja evidenc skladiščenih in odloženih radioaktivnih odpadkov in izrabljenega goriva.

Zmogljivost skladišča NSRAO (RWSB) znaša 11.200 sodov oziroma 3000 cevastih zabojnikov (TTC-tube type container), ki je najpogostejša oblika paketa z NSRAO v NEK. Zmogljivost skladišča zadošča do časa, ko po meddržavni pogodbi, javni službi Republike Slovenije in Republike Hrvaške prevzameta vsaka polovico radioaktivnih odpadkov /11/.

2.7.11 Izrabljeno gorivo

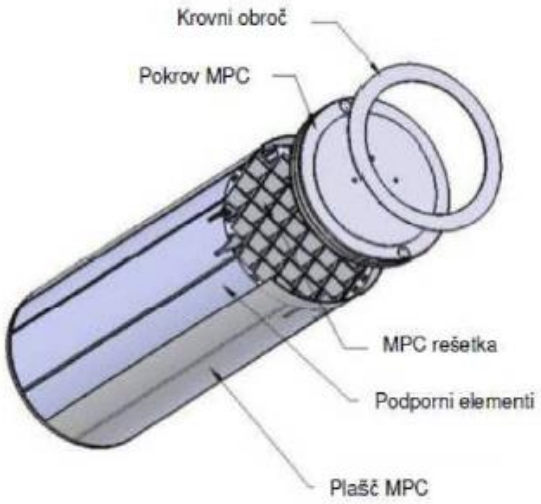
NEK od začetka obratovanja skladišči vse izrabljeno gorivo (IG) znotraj ograje tehnološkega dela elektrarne v bazenu za izrabljeno gorivo (SFP, Spent Fuel Pit) v zgradbi za ravnanje z gorivom (FHB, Fuel Handling Building), kakor je bilo predvideno v osnovnem dizajnu elektrarne. Odvajanje zaostale toplote z IG poteka preko aktivnega sistema za hlajenje bazena za IG. V sklopu varnostne nadgradnje je bila izvedena izboljšava za alternativno hlajenje bazena za izrabljeno gorivo.

Analiza možnih izboljšav pri skladiščenju jedrskega goriva je bila del odziva jedrske industrije in upravnih organov po nesreči v Fukušimi. Iz zaključkov analiz NEK ter analiz in odločb Uprave RS za jedrsko varnost sledi, da je zaradi novih varnostnih zahtev uvedba suhega skladiščenja IG pomembna varnostna nadgradnja. Predlagana rešitev tehnologije s suhim skladiščenjem IG je uvrščena v Resolucijo o Nacionalnem programu ravnanja z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom za obdobje 2016-2025 (ReNPRRO16-25) /28/.

Osnovni namen zgradbe za suho skladiščenje izrabljenega goriva (IG) je posodobitev tehnologije začasnega skladiščenja IG. Uvedba tehnologije suhega skladiščenja IG pomeni varnejši način skladiščenja IG, saj je sistem hlajenja pasiven, torej za hlajenje in delovanje ne potrebujemo nobene naprave, sistema ali energenta. Poleg tega se izboljšata tako sevalna varnost kot tudi robustnost sistema. Zgradba in zabojniki z izrabljenim gorivom se bodo nahajali na lokaciji NEK, znotraj ograje tehnološkega dela elektrarne.

Uvedba tehnologije suhega skladiščenja izrabljenega goriva pomeni varnejši način skladiščenja IG pod enakimi okoljskimi in sevalnimi pogoji, kot so navedeni v obstoječem obratovalnem dovoljenju. Suho skladiščenje je v svetu priznano kot najbolj varna in razširjena tehnološka rešitev skladiščenja IG. Poleg pasivnega načina hlajenja, boljše sevalne varnosti in robustnosti ima suho skladiščenje IG tudi druge prednosti, predvsem zaradi boljše zaščite pred namernimi in nenamernimi negativnimi vplivi oziroma dejanji človeka.

IG se po nekaj letih hlajenja v bazenu za izrabljeno gorivo (SFP) prestavi v posebne vsebnike (Slika 8), ki so neprodušno zavarjeni in postavljeni v ustrezni plašč (za transfer/prenos, skladiščenje ali transport).

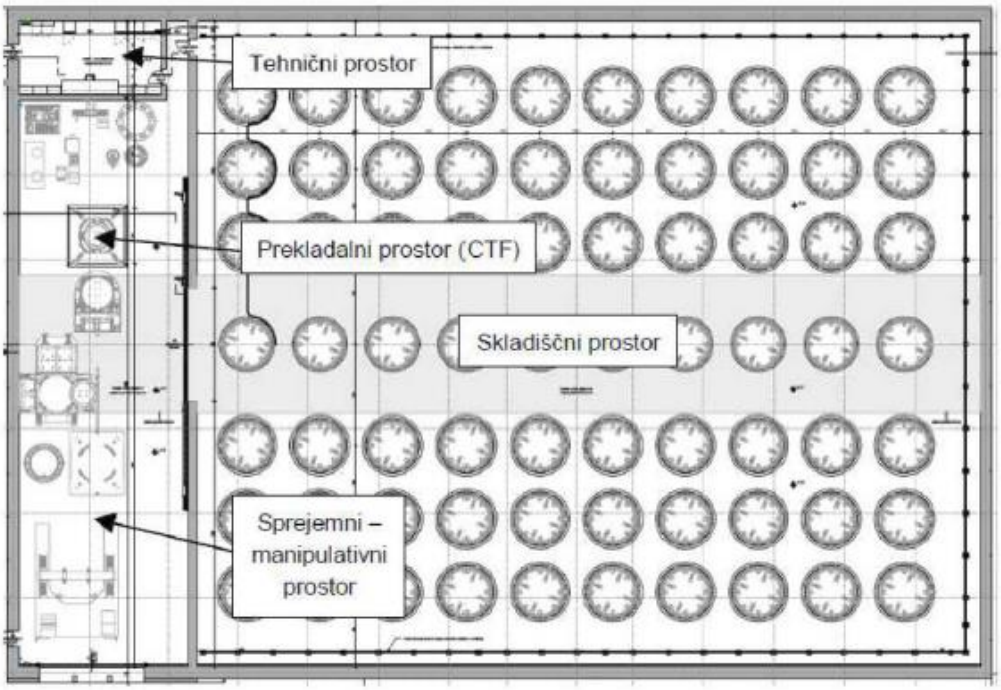


Slika 8: Shematski prikaz vsebnika za izrabljeno gorivo (vir: /226/)

Vsebniki so v posebnih skladiščnih plaščih nato postavljeni v zgradbo za suho skladiščenje IG (Slika 9). Zgradba je sestavljena iz več delov: manipulativnega, tehničnega in skladiščnega prostora.

Zgradba suhega skladišča bo zagotavljala skladiščenje izrabljenega goriva v 70 zabojnikih, v katerih je (v vsakem) mogoče shraniti 37 gorivnih elementov, pri tem je za skladiščenje goriva v predvideni življenjski dobi elektrarne predvidenih 62 zabojnikov, 8 zabojnikov pa predstavlja rezervne skladiščne zmogljivosti.

IG se bo nahajalo v zgradbi do odločitve o izbiri nacionalne strategije odlaganja ali re-procesiranja IG. Ob koncu leta 2020 je bilo tako v bazenu za izrabljeno gorivo shranjenih skupno 1.323 gorivnih elementov, upoštevajoč tudi dva posebna kontejnerja z gorivnimi palicami in fisijsko celico iz leta 2017. V letu 2023 se bo izvedla prva faza polnjenja suhega skladišča, ko se bo prestavilo prvih 592 izrabljenih gorivnih elementov. Nato v drugi fazi leta 2028 sledi prestavitev naslednjih 592 izrabljenih gorivnih elementov.



Slika 9: Tloris zgradbe za suho skladiščenje izrabljenega goriva (vir: /226/)

2.7.12 Program nadgradnje varnosti (PNV)

V skladu s slovensko zakonodajo na področju jedrske varnosti (Pravilnik o dejavnikih sevalne in jedrske varnosti) je NEK analizirala sisteme, strukture in komponente z vidika težkih nesreč. NEK je dolžna na osnovi analiz izvesti vse smiselne ukrepe za preprečevanje in omilitev posledic težkih nesreč v skladu s postavljenimi roki. Po nesreči v japonski elektrarni Fukušima Daiči marca 2011 je ta proces dobil visoko prioriteto. Z odločbo URSJV št. 3570-11/2011/7 z dne 1. 9. 2011 je bila zahtevana analiza težkih nesreč in priprava programa nadgradnje varnostne nadgradnje. Omenjena odločba je v svoji obrazložitvi posebej izpostavlja dobro prakso v Evropi, ki jo naj NEK upošteva pri svoji analizi.

Jedrska nesreča v elektrarni Fukušima je pripeljala do spoznanja celotne jedrske industrije, da so težke nesreče možne, in da je potrebna tehnološka pripravljenost za preprečevanje in obvladovanje težkih nesreč. Nesreča je sprožila hitre odzive v vseh državah z jedrsko tehnologijo. Na podlagi metodologije, ki so jo skupaj pripravile vse države Evropske skupnosti, je tudi URSJV 30. 5. 2011 z odločbo št. 3570-9/2011/2 NEK naložila izvedbo izrednega varnostnega pregleda. Poročilo je bilo pripravljeno do 31. 10. 2011 in odraža predvsem oceno tedanjih ukrepov za zagotavljanje jedrske varnosti v primeru izrednih zunanjih dogodkov ter pripravo predloga kratkoročnih izboljšav. V okviru teh so bile izvedene tudi dodatne modifikacije za možnost priključitve mobilne opreme. Dne 23. 12. 2011 je URSJV predala ENSREG-u Nacionalno poročilo o stresnih testih /26/ in ga objavila na svoji spletni strani. Program nadgradnje varnosti NEK ni del presoje vplivov na okolje. Nadgradnja varnosti bi bila izvedena ne glede na podaljšanje obratovalne dobe NEK na podlagi nacionalnega post-fukušimskega akcijskega načrta po EU stresnih testih.

NEK je vedno delovala preventivno in se odzivala na pomembne dogodke v jedrski industriji in tako zagotavljala ustrezno jedrsko varnost. V NEK so bile že pred dogodki na Japonskem v teku določene posodobitve, kot je na primer vgradnja tretjega dizel generatorja za napajanje varnostnih sistemov, kar prispeva k dvigu varnosti in hkrati podpira tudi iniciative za posodobitve po nesreči v Fukušimi. Hitro in učinkovito se je odzvala tudi po nesreči v Fukušimi. Program, ki ga je NEK predlagala kot odziv na odločbo URSJV, je skladen z zahtevami WENRA in je primerljiv z industrijsko prakso ostalih evropskih držav.

Evropska komisija je avgusta 2013 objavila končno poročilo z rezultati izrednih varnostnih pregledov vseh elektrarn /8/. Poročilo potrjuje, da ima NEK izjemno dobre rezultate in je ustrezno pripravljena na ekstremne dogodke. Poročilo vključuje tudi preglednico priporočil za varnostne izboljšave v posameznih jedrskih elektrarnah. NEK je po tej preglednici edina jedrska elektrarna, ki ni dobila niti enega priporočila - tudi zato, ker je že izvajala akcije B.5.b (iz naslova napada na WTC 11. 9. 2001), imela oblikovan osnutek PNV in je lahko dokazala velike vgrajene varnostne rezerve pri potresni kot tudi poplavni varnosti.

Modernizacija varnostnih rešitev v NEK vključuje najboljše razpoložljive tehnološke rešitve in sledi mednarodni praksi (npr. Švica, Belgija, Švedska, Francija). To še zlasti velja za zanesljivo hlajenje sredice, zagotavljanje celovitosti zadrževalnega hrama, nadzora težkih nesreč in hlajenje izrabljenega goriva.

Bazen z izrabljenim gorivom v NEK je poleg reaktorske sredice glavni potencialni vir radiološkega ogrožanja okolice v primeru jedrske nesreče. Strategija skladiščenja izrabljenega goriva se je spremenila zaradi najnovejših dogodkov in spoznanj nesreče v Fukušimi in zaradi revizije dokumenta Resolucija o nacionalnem programu ravnanja z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom za obdobje 2016-2025 /28/. V letu 2023 bo dokončan projekt izgradnje suhega skladišča izrabljenega goriva /2/. S tem se bo dodatno izboljšala jedrska varnost in se zmanjšalo tveganje zaradi potencialnih nesreč v bazenu z izrabljenim gorivom.

Na osnovi lastnih analiz in na osnovi priporočil mednarodnih organizacij in upravnih organov so bile v NEK sprejete določene kratkoročne in dolgoročne akcije. V sklopu kratkoročnih akcij je bila nabavljena določena mobilna oprema (primeri: dizel generatorji različnih moči, kompresorji za zrak, črpalke za vodo, vozilo za vleko). Na posamezne sisteme v elektrarni so bila vgrajena ustrezna priključna mesta za priključitev mobilne opreme. V sklopu dolgoročnih akcij in na osnovi Odločbe URSJV se je izvedla celovita analiza in oblikoval celovit program posodobitev za preprečevanje težkih nesreč in blažitev njihovih posledic, ki je zaključen leta 2021, z izjemo dokončanja izgradnje suhega skladišča in prestavitve IG (prva kampanja), kar bo izvedeno v prvi polovici 2023.

2.7.13 Občasni varnostni pregled (PSR)

Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (ZVISJV-1, UL RS, št. 76/17 in 26/19) v 112. členu zahteva od upravljavca sevalnega ali jedrskega objekta, da »mora zagotavljati redno, celovito in sistematično ocenjevanje in preverjanje sevalne ali jedrske varnosti objekta z občasnimi varnostnimi pregledi«.

Pogostost, vsebina in obseg, čas trajanja in način izvajanja občasnih varnostnih pregledov ter način poročanja o teh pregledih so določeni v Pravilniku o zagotavljanju varnosti po začetku obratovanja sevalnih ali jedrskih objektov (UL RS št. 87/11, 76/17). Uspešno izveden PSR predstavlja pogoj za podaljšanje obratovanja za deset let.

Namen občasnega varnostnega pregleda je, da upravljavec sevalnega ali jedrskega objekta:

- preveri skupne učinke staranja objekta, učinke sprememb na objektu, obratovalne izkušnje, tehnični razvoj, vplive sprememb na lokaciji in vse druge možne vplive na sevalno ali jedrsko varnost ter ugotovi skladnost s projektnimi osnovami, na podlagi katerih je bilo izdano obratovalno dovoljenje, z veljavnimi mednarodnimi varnostnimi standardi in mednarodno prakso, s tem pa potrdi, da je objekt vsaj tako varen, kakor je bilo predvideno med projektiranjem, in da je še naprej sposoben varno obratovati;
- uporabi najnovejšo, ustrezno, sistematično in dokumentirano metodologijo, ki temelji na deterministčnem, pa tudi verjetnostnem pristopu k analizam in ocenam sevalne in jedrske varnosti;
- čim prej odpravi morebitna odstopanja od projekta objekta, ugotovljena med občasnim varnostnim pregledom, upoštevajoč njihovo pomembnost za jedrsko varnost;
- preverja in uredi znanja o objektu in procesih ter vso tehnično dokumentacijo;
- ugotovi in oceni varnostno pomembnost odstopanj od veljavnih standardov in najboljše mednarodne prakse;

- izvede vse primerne in smiselne spremembe, ki izhajajo iz občasnega varnostnega pregleda;
- spremembe izvede tako, da se za posamezno vsebino pripravi pisna ocena stanja, ki je dokumentirana in podprta z ustreznimi analizami.

NEK je skladno z zahtevami uspešno izvedla dva občasna varnostna pregleda, prvega leta 2003, drugega pa leta 2013, ki ju je odobrila URSJV z odločbama. Celoviti oceni varnosti v sklopu PSR sta potrdili, da je elektrarna varna, ter da je sposobna varno obratovati v obdobju do naslednjega PSR. Trenutno je v postopku izvedbe tretji občasni varnostni pregled, ki bo zaključen leta 2023.

2.7.14 Neodvisni mednarodni strokovni pregledi

NEK sodeluje v številnih neodvisnih mednarodnih strokovnih pregledih (misijah), ki podrobno preverjajo vse vidike varnega in zanesljivega obratovanja elektrarne. Preglede izvajajo različne organizacije, kot so IAEA - Mednarodna agencija za atomsko energijo, WANO - Svetovno združenje operaterjev jedrskih elektrarn in druge.

Namen misij je spodbujanje izboljšav na področju jedrske varnosti in zanesljivosti jedrskih elektrarn na podlagi izmenjave informacij med tujimi eksperti in NEK ter spodbujanje komunikacije in primerjav med članicami združenja WANO. Primerjanje lastnih praks z izkušnjami v svetu in objektivna ocena stanja obratovanja sta usmerjeni k doseganju najvišjih standardov jedrske varnosti, razpoložljivosti in odličnosti obratovanja jedrskih elektrarn.

Presojevalci so primerjali NEK z visokimi obratovalnimi standardi jedrske industrije na področjih varnostne kulture in človeškega ravnanja, organizacije in administracije, izboljšanja učinkovitosti in obratovalnih izkušenj, obratovanja, vzdrževanja, kemije, vodenja delovnih procesov, inženiringa, nadzora konfiguracije, učinkovitosti jedrskega goriva, zanesljivosti opreme, radiološke zaščite, usposabljanja in kvalificiranja, požarne zaščite, zdravja in varnosti pri delu, organizacije in ukrepov za primer izrednega dogodka ter implementacije mednarodnih priporočil. Opazovalci prav tako opazujejo izvedbo scenarijev izmen obratovanja z namenom ocenjevanja odziva obratovalnega osebja na nenačrtovane dogodke.

Sredi devetdesetih let prejšnjega stoletja so v sklopu verjetnostnih varnostnih analiz nivoja 2 za elektrarno bile med ostalim opravljene tudi analize izbranih nezgodnih scenarijev, ki presegajo projektne nezgode. Analize so zajemale stanja s poškodbami reaktorske sredice in odpovedmi zadrževalnega hrama, poznane kot analize težkih nesreč. Tovrstne analize so služile tudi kot podlaga za pripravo smernic za obvladovanje težkih nesreč (t.i. SAMG - Severe Accident Management Guidelines). Ob tem so bili opravljeni še pregledi opreme ter bile izvedene nekatere spremembe, ki omogočajo ustreznejši odziv opreme in osebja v primeru tovrstnih nesreč. Primeri so: strategija zalitja prostora pod reaktorsko posodo (»wet cavity«) za primer pretalitve reaktorske posode, zamenjava rešetk zbiralnika zadrževalnega hrama in termične izolacije cevovodov v zadrževalnem hramu. V NEK se po nabavi simulatorja za usposabljanje operaterjev in pripravi SAMG lahko izvajajo tudi vaje pripravljenosti ob izrednem dogodku za nesreče, ki presegajo projektne nesreče. Med vajami so se funkcionalno preverili tudi postopki SAMG.

Na povabilo URSJV je leta 2001 v NEK potekala misija RAMP v organizaciji IAEA, ki je pregledala obseg in ustreznost omenjenih analiz ter smernice za ravnanje v primeru težkih nesreč. Del priporočil misije RAMP je bil realiziran v obdobju po pregledovalni misiji, ostala priporočila pa so zahtevala dodatne, bolj poglobljene analize in jih je NEK izvedla v okviru akcijskega načrta prvega občasnega varnostnega pregleda (npr. nastajanje, porazdelitev vodika ter obvladovanje nevarnosti eksplozije vodika v zadrževalnem hramu v primeru težke nesreče). V okviru akcijskega načrta občasnega varnostnega pregleda je NEK pripravila tudi specifične podlage za navodila za ravnanje ob izrednem dogodku (EOP), ter na osnovi analiz revidirala kriterije (»setpoint«) za ta navodila. Vse akcije iz tega akcijskega načrta so bile zaključene (pregledane in odobrene tudi s strani URSJV v okviru različnih upravnih postopkov).

V sklopu izvedbe stresnih testov je bila znotraj obsega pregleda izveden tudi pregled obvladovanja težkih nesreč (oprema, postopki, organizacija…) /26/. Dodatno je bil v sklopu IAEA in WANO pregleda v letih

2017 in 2019 izveden pregled ustreznosti organizacije za obvladovanje nezgod. Prav tako, je bila leta 2018 uspešno izvedena validacija novih SAMG na simulatorju NEK.

2.7.15 Program staranja opreme - Aging management program (AMP)

Program staranja opreme (Aging management program, AMP) je bil izdelan v sklopu občasnega varnostnega pregleda (PSR1) in z akcijami, ki so izhajale iz zaključnega poročila PSR1.

NEK je v celoti zaključila akcije iz občasnega varnostnega pregleda, ki so se nanašale na podaljšanje obratovalne dobe NEK. V okviru upravnega postopka je URSJV odobrila tiste dele sprememb varnostnega poročila NEK (USAR) in tehničnih specifikacij NEK (TS - NEK Technical Specifications), ki so se nanašale na podaljšanje obratovalne dobe NEK (Odločba URSJV št. 3570-6/2009/28 z dne 20. 4. 2012 in Odločba URSJV št. 3570-6/2009/32 z dne 20. 6. 2012) in odobrila program celotnega programa staranja (angl. AMP - Aging Management Program).

Program staranja NEK je narejen na temelju ameriške zakonodaje NUREG-1801, Generic Aging Lessons Learned, Revision 2. AMP program tako pokriva vse pasivne in »dolgo živeče« sisteme, strukture in komponente. Evropski AMP program, kot ga je zasnovala IAEA (International Generic Aging Lessons Learned (IGALL) for Nuclear Power Plants) predvideva, da program staranja obravnava tudi aktivne komponente. NEK ima pregled nad aktivnimi komponentami izveden skladno z Nadzorom učinkovitosti vzdrževanja (NUV) - Maintenance Rule (10 CFR 50.65) in »Environmental Qualification« programom (10 CFR 50.49).

Pregled nad staranjem aktivnih komponent kot tudi samo vzdrževanje sta bila izdelana na temeljih:
- 10 CFR 50.65 - Requirements for monitoring the effectiveness of maintenance at nuclear power plants, Regulatory Guide 1.160,
- "Monitoring the Effectiveness of Maintenance Rule at Nuclear Power Plants" Rev. 3 in NUMARC 93-01,
- "Industry Guideline for Monitoring the Effectiveness of Maintenance at Nuclear Power Plants", Rev. 4A.

Pomemben del AMP programa so bile tudi časovno omejene varnostne analize (TLAA analize), med katerimi naj poudarimo analizo AMP-TA-10 »Update of USAR Chapters 11 and 15«, s katero je bilo izkazano, da podaljšanje obratovalne dobe NEK ne predstavlja spremembe obstoječega stanja, ki bi prinašala nove nevarnosti in obremenitve v okolju.

Skladnost in celovitost programa staranja je bila pregledana z vrsto misij:
- leta 2014, WANO Peer Review misija v NEK (AMP),
- leta 2017, IAEA OSART + LTO + PSA misija,
- leta 2017 je NEK aktivno sodelovala v pripravi nacionalnega poročila ENSREG Topical Peer Review (TPR) on Aging Management,
- leta 2019, WANO Peer Review pregled NEK AMP.

Za projekt suhega skladiščenja je bil izdelan poseben program za obvladovanja staranja.

Vse misije (tudi OSART misija iz leta 2017) in pregled URSJV ter odločba, izdana v predhodno opisanem upravnem postopku, so pokazale skladnost programa staranja z mednarodnimi priporočili in Pravilnikom o zagotavljanju varnosti po začetku obratovanja sevalnih ali jedrskih objektov.

Poleg tega bo v letu 2021 NEK AMP program pregledan in ovrednoten v okviru IAEA misije pre-SALTO (Safety Aspects of Long Term Operation). Misija pre-SALTO bo temeljito pregledala programe nadzora staranja in njihovo izvajanje na podlagi standardov IAEA in najboljše mednarodne prakse. Celovito in sistematično pa se bo program staranja ovrednotil v sklopu tretjega občasnega varnostnega pregleda (PSR3), skladno s programom, ki ga je odobrila URSJV z odločbo št. 3570-7/2020/22 z dne 23. 12. 2020.

2.7.16 Sistemi vodenja

Zunanji okvir delovanja in poslovanja NEK določa zakonodaja, meddržavna pogodba, standardi jedrske industrije in standardi učinkovitega vodenja gospodarskih družb.

Notranja organiziranost družbe je zasnovana tako, da vsebuje vse funkcije, ki so v skladu s standardi jedrske industrije in predpisi nujne za kakovostno izvajanje delovnih procesov. Hkrati je upoštevana specifična vloga družbe, ki poleg obratovalnih obsega tudi inženirske in korporativne funkcije, vključno z neodvisnim nadzorom jedrske varnosti. Sistem vodenja NEK MD-2 kot eden ključnih dokumentov sistematično predstavlja osnovne organizacijske karakteristike, opredeljuje odgovornosti za vodstvene, ključne in podporne procese ter neodvisni nadzor jedrske varnosti.

Integriran sistem vodenja, opisan v NEK MD-2 Sistem vodenja - Procesna organizacija, je skladen z zahtevami, ki jih določa Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti, ZVISJV-1, UL RS, št 76/17, 26/19 in podrobneje Pravilnik o dejavnikih sevalne in jedrske varnosti (Pravilnik o dejavnikih sevalne in jedrske varnosti, UL RS, št. 74/16, 76/17) v 5. poglavju (Sistem vodenja). Program je skladen tudi z IAEA General Safety Requirements No. GSR Part 2, Leadership and Management for Safety, 2016.

Sestavni del integriranega sistema vodenja je Program zagotavljanja kakovosti kot del neodvisnega nadzora jedrske varnosti, ki je skladen z zahtevami slovenske zakonodaje in ameriškega zakonika 10 CFR 50 Appendix B Quality Assurance Criteria for Nuclear Power Plants and Fuel Reprocessing Plants. Program predpisuje nadzor tistih aktivnosti, ki vplivajo na jedrsko varnost in pripravljenost jedrskega goriva, struktur, sistemov in komponent (SSK) kot tudi na kakovost storitev, ki so s tem povezane.

Sestavni del sistema vodenja je tudi sistem ravnanja z okoljem, ki je bil v NEK uveden v letu 2008 skladno s standardom ISO 14001:2004. V novembru 2017 sta bila izvedena recertifikacijska presoja sistema ravnanja z okoljem in uspešen prehod na novo izdajo standarda ISO 14001:2015, kar je bilo potrjeno z izdajo certifikata. Certifikati se izdajajo za obdobje treh let, tako da je bila po dveh kontrolnih presojah v oktobru 2020 izvedena uspešna recertifikacijska presoja. NEK je pridobila nov certifikat ISO 14001:2015 št. SI008072 za naslednje triletno obdobje (do konca leta 2023)/26/.

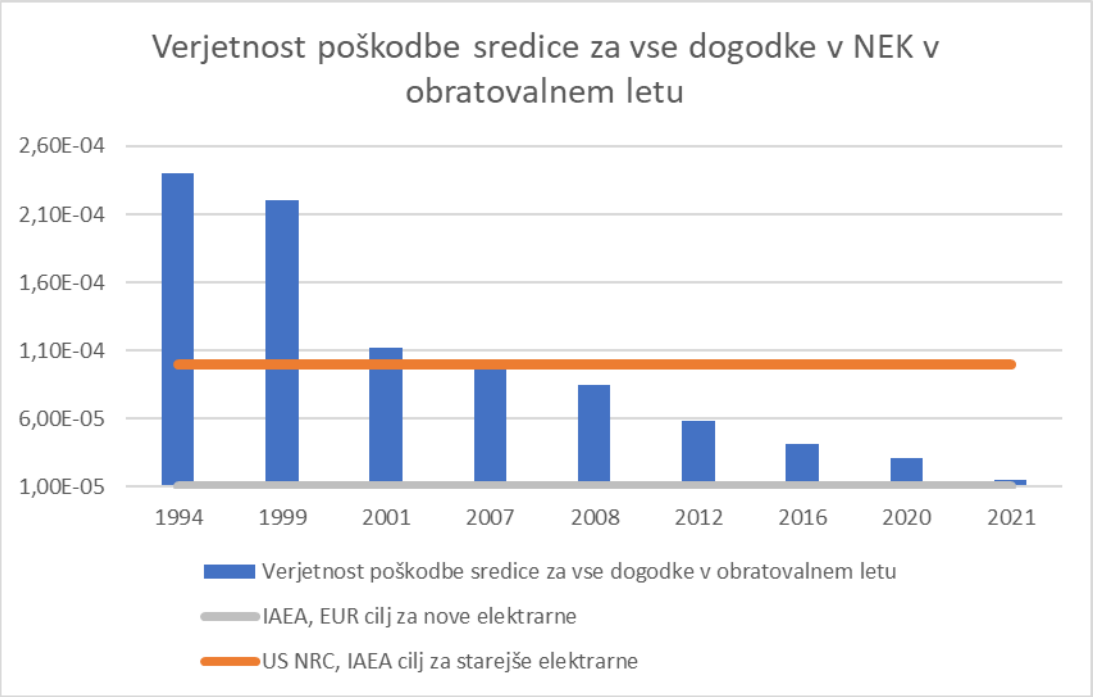
Sistem varnosti in zdravja pri delu po standardu BS OHSAS 18001:2007 je bil uveden v letu 2011. Njegovo primernost in uspešnost redno preverja zunanja certifikacijska organizacija.

Sistem varnosti in zdravja pri delu po standardu BS OHSAS 18001:2007 je bil uveden v letu 2011. Po izdaji novega standarda za področje varnosti in zdravja pri delu v letu 2018 so bile postopoma uvedene spremembe in dopolnitve sistema vodenja varnosti in zdravja pri delu, ki so potrebne za prehod s standarda BS OHSAS 18001:2007 na standard ISO 45001:2018. V oktobru 2020 je bil prehod na nov standard podrobno pregledan in potrjen na recertifikacijski presoji zunanje certifikacijske organizacije Bureau Veritas. NEK je pridobila certifikat ISO 45001:2018 št. SI008176 za obdobje treh let /30/.

2.8 KLJUČNE VARNOSTNE KARAKTERISTIKE ELEKTRARNE V LETU 2021

Varnostne posodobitve in nadgradnje NEK **niso** predmet te presoje. Navajamo jih z namenom prikaza, kaj vse je bilo v preteklosti izvedeno za napredek varnega in učinkovitega obratovanje NEK. Vse naštete varnostne posodobitve in nadgradnje v nadaljevanju predstavljajo zadnje stanje tehnike v NEK v obstoječem stanju.

S premišljenimi in usmerjenimi varnostnimi nadgradnjami v zadnjih desetletjih v NEK, zlasti z izvedbo Programa Nadgradnje Varnosti (PNV), se vseskozi izboljšuje nivo varnosti, kar je prikazano na naslednji sliki (Slika 10), ki prikazuje verjetnost poškodbe sredice zaradi vseh mogočih notranjih dogodkov (odpovedi opreme, lomi cevovodov, požari ...) in zunanjih dogodkov (potres, poplave ...).



Slika 10: Prikaz nivoja varnosti merjenega z verjetnostjo poškodbe sredice na leto obratovanja (CDF/ry) (vir:/1/)

Slika prikazuje verjetnost poškodbe sredice za vse dogodke v NEK v obratovalnem letu skozi zgodovino obratovanja v primerjavi s ciljnimi vrednosti US NRC in IAEA za jedrske elektrarne 2. generacije, prikazano z oranžno črto, ter s ciljnimi vrednostmi IAEA in EUR za nove elektrarne 3. generacije, siva črta, kot izhaja iz NEA/CSNI/R(2009)16. Poškodba sredice v NEK je skladna z definicijo US NRC 10 CFR 50.46, sekcija 1b. Iz slike lahko razberemo, da je v zadnjih 20-ih letih prišlo do znatnega zmanjšanja verjetnosti za poškodbo sredice, kar je rezultat obsežnega vlaganja v varnostno nadgradnjo elektrarne. Bistvene posodobitve so bile izvedene glede potresnega tveganja, zaščite pred poplavami, blaženja posledic požarov, zagotavljanja dodatnih virov električne energije v primeru nezgod ali izgube omrežnega napajanja ter drugo. Kot primer lahko navedemo alternativno možnost za odvod toplote z novimi DEC sistemi (ASI tank, AAF tank in vodnjak), ki zagotavljajo dolgoročno ohlajanje elektrarne. Znižanja tveganja v zadnjih nekaj letih in načrtovano znižanje v letu 2021 je rezultat Programa nadgradnje varnosti NEK /18/.

2.8.1 Najpomembnejše projektne spremembe primarnega kroga

2.8.1.1 Zamenjava uparjalnikov

Zamenjava uparjalnikov je potekala v sklopu modernizacije elektrarne. Modernizacijo so sestavljali številni podprojekti. Prvi je obsegal projektiranje, izdelavo, dodelavo, sestavljanje, preizkušanje ter prevoz novih uparjalnikov. Drugi je obsegal varnostne analize in pridobitev dovoljenj za zamenjavo. Tretji, ki se je zaključil ob začetku remonta, je bil izgradnja popolnega simulatorja za trening osebja in analize obnašanja elektrarne ob različnih dogodkih. Zamenjava uparjalnikov in izgradnja simulatorja je potekala leta 2000.

2.8.1.2 Uvedba novega sistema za merjenje temperature primarnega kroga

Sistem merjenja temperature primarnega hladila je imel na hladilnih zankah A in B vgrajen obvod, ki je bil pritrjen na vročo, hladno in vmesno vejo in je imel skupno 30 ventilov. Zaradi težavnega vzdrževanja in tudi možnega puščanja so bili v remontu 2013 odstranjeni vsi ventili in obvodne linije, temperaturni merilni senzorji pa so bili vgrajeni neposredno v cev primarnega hladila. Takšna rešitev zmanjšuje obratovalne in vzdrževalne posege ter tveganje za puščanja primarnega hladila.

2.8.1.3 Posodobitev motorjev reaktorske črpalke

Obnovljena in posodobljena sta bila oba elektromotorja črpalke reaktorskega hladila. Prav tako je bila posodobljena nadzorna instrumentacija in vizualni prikazi za spremljanje temperatur ležajev, nivoja olja ležajev in vibracij motorja. Posodobitev je potekala leta 2007 in leta 2010.

2.8.1.4 Zamenjava reaktorske glave

Na podlagi obratovalnih izkušenj industrije je bila izvedena zamenjava reaktorske glave. Korozijsko obstojnejši materiali in boljši postopki izdelave zagotavljajo varnejšo in bolj zanesljivo obratovanje elektrarne. Zamenjava reaktorske glave je potekala leta 2012.

2.8.2 Najpomembnejše projektne spremembe sekundarnega kroga in električnih sistemov

2.8.2.1 Zamenjava nizkotlačnih turbin

NEK je zaradi dotrajanih turbin in potrebe po optimizaciji proizvodnje električne energije zamenjala obe nizkotlačni turbini. Novi nizkotlačni turbini imata večji notranji izkoristek v primerjavi s starima turbinama. Zamenjava je potekala leta 2006.

2.8.2.2 Zamenjava statorja in rotorja glavnega generatorja

Modifikacija je obsegala zamenjavo statorskega dela generatorja (zunanje in notranje ohišje, jedro, navitje, glavni priključki s skozniki, hladilniki vodika), sistema statorske hladilne vode, kontrolnega ventila za uravnavanje temperature vodika, lokalnega alarmnega panela, vgradnjo novega sušilnika vodika ter posodobitev nadzorne instrumentacije s prenosom podatkov v glavno komandno sobo.

NEK se je odločila za zamenjavo rotorja glavnega generatorja na podlagi ocene, da je projektirana in pri izdelavi upoštevana življenjska doba vseh podkomponent generatorja 30 let, z upoštevanjem normalnih pogojev in zanesljivosti obratovanja. Rotor generatorja je bil zamenjan z novim, ki izkazuje boljše karakteristike v zanesljivosti in izkoristku. Zamenjava statorja in rotorja glavnega generatorja je potekala leta 2010 in leta 2012.

2.8.2.3 Zamenjava regulacijskega in zaščitnega sistema turbine (sistem za upravljanje in nadzor turbine)

Stari digitalni elektrohidravlični sistem DEH (Digital Electro Hydraulic) turbinskega krmilnega sistema je bil zamenjan z novim programibilnim digitalnim elektrohidravličnim sistemom PDEH (Programmable Digital Electro Hydraulic), ki ga je izdelal originalni dobavitelj.

Vgradnja novega sistema za upravljanje in nadzor turbine (PDEH) je vključevala tudi zamenjavo sistema za zaščito turbine (Emergency Trip System) ter sistema za regulacijo pregrevanja pare in izločevalnikov vlage ter prestavitev komand krmiljenja in testiranja dvanajstih ventilov sistema izločevanja pare z neodvisnega panela v novi PDEH-sistem. Zamenjava je potekala leta 2012.

2.8.2.4 Zamenjava vzbujalnika in napetostnega regulatorja ter glavnega generatorskega stikala

Tretji izmed projektov posodobitve generatorskega sistema je obsegal zamenjavo vzbujalnika in napetostnega regulatorja glavnega generatorja.

Zamenjava glavnega generatorskega stikala je bila ena od izvedenih posodobitev generatorskega sistema, ki povečujejo zanesljivost obratovanja elektrarne. Projekt je vključeval zamenjavo glavnega generatorskega stikala z vso pripadajočo opremo in zamenjavo prenapetostne zaščite. Ker novo generatorsko stikalo ne potrebuje vodnega hlajenja in stisnjenega zraka za svoj pogon, sta bila

odstranjena tako obstoječa kompresorska postaja kot tudi hladilni sistem starega generatorskega stikala. Sistem je bil zamenjan leta 2016.

2.8.2.5 Obnova stikališča in zamenjava zbiralk 400-kilovoltnega sistema

V skladu s Sporazumom o tehničnih vidikih vlaganj so v NEK s sistemskim operaterjem ELES temeljito prenovili stikališče. Prenova se je začela že v remontu 2010 in se je nadaljevala v remontih 2012 in 2013 z zamenjavo celotne primarne opreme, kot so odklopniki, ločilke in zbiralke, ter z zamenjavo merilnih in kontrolnih sistemov.

Od mesta dvojne ograje med NEK in RTP Krško do transformatorskega polja NEK je bil zamenjan del 400-kilovoltnih zbiralk s podpornimi izolatorji ter portali. Zamenjava zbiralk je prva faza skupnega projekta med NEK in ELES-om na področju rekonstrukcije 400-kilovoltnega stikališča.

2.8.2.6 Vgradnja in priključitev energetskega transformatorja

NEK je zamenjala glavni transformator, nazivne moči 400 MVA, z novim transformatorjem, moči 500 MVA. Novi transformator odpravlja ozko grlo pri distribuciji električne energije v elektroenergetski sistem ter vrača elektrarno v osnovno konfiguracijo z dvema transformatorjema enakih moči. Zamenjava je potekala leta 2013.

2.8.3 Najpomembnejše projektne spremembe terciarnega kroga in podsistemov

2.8.3.1 Razširitev sistema hladilnih stolpov

Projektna sprememba je bila posledica sprememb v elektrarni in okolju. Z izbranimi tehničnimi rešitvami je bil izboljšan hladilni sistem terciarnega kroga v NEK. Nameščene so bile štiri nove hladilne celice (nov hladilni stolp - CT3) in v celoti je bila zamenjana elektro oprema sistema hladilnih stolpov. Razširitev je potekala leta 2008.

2.8.3.2 Rekonstrukcije zaradi izgradnje HE Brežice

Zaradi HE Brežice se je gladina reke Save na območju NEK dvignila za 3 m, na nivo 153,20 m n.v. Vsled spremenjenih hidravličnih razmer je bilo na območju NEK treba izvesti rekonstrukcijo določenih sistemov, da je bilo po dvigu gladine reke Save omogočeno obratovanje sistemov znotraj obstoječih projektnih osnov, hkrati pa se je omogočilo tudi normalno vzdrževanje tangiranih sistemov in struktur.

2.8.3.2.1 Modifikacija na hidravličnem sistemu jezovne zgradbe

Modifikacija je vsebovala vse potrebne strojne, gradbene, električne in I&C aktivnosti, ki so potrebne na jezovni zgradbi NEK zaradi izgradnje HE Brežice. Zaradi hidravličnih sprememb na reki Savi gorvodno in dolvodno od jezu NEK je bilo treba izvesti naslednje posege:

Gradbeni del:
- ureditev dostopov in okolice jezu,
- razširitev odlagališča remontnih zapornic,
- nadvišanje stebrov prelivnih polj in gradnja novega mostu za žerjavno dvigalo,
- rekonstrukcija temeljev podslapja z dodatnim jeklenim pragom,
- namestitev dodatnih vodil na krilna zidova jezu,
- podaljšanje temeljev žerjavne proge,
- dodaten nasip za ureditev platoja razširjenega odlagališča.

Strojni del:
- dobava in montaža dolvodnih remontnih segmentnih zapornic (6 novih elementov),
- dobava in montaža gorvodnih remontnih zapornic, (2 nova kotalna segmenta),

- dobava in montaža novega portalnega dvigala, 2 x 100 kN za manipulacijo z dolvodnimi remontnimi zapornicami na pretočnih poljih z žerjavno progo,
- dobava in montaža dvižnih klešč za zajem in spust elementov dolvodnih remontnih zapornic, ki so obešene na portalno dvigalo,
- dobava in montaža prekladalne mobilne hidravlične naprave za prevoz dolvodnih remontnih zapornic od portalnega dvigala do deponije zapornic z žerjavno progo,
- dobava in montaža opreme deponije dolvodnih remontnih zapornic, ki obsega set podstavkov za postavitev zapornic,
- rekonstrukcija hidravlične dvižne opreme radialnih zapornic, ki vključuje hidravlične agregate na električni, motorni in ročni pogon, hidravlične cilindre in ocevje s fleksibilnimi cevmi za gibljive priključke.

Elektro in vodenje:
Sedanji sistem vodenja in nadzora opreme na jezu NEK, ki vključuje regulacijo nivoja reke Save preko zajemanja meritev pretokov in nivojev, je bil zamenjan z novim sistemom. Izvedle so se tudi dvosmerne podatkovne povezave do krmilne opreme jezov HE Brežice in HE Krško, ki omogočajo skupno upravljanje teh jezov z jezom NEK.

2.8.3.2.2 Rekonstrukcija na CW sistemu

Za zagotovitev normalnega in varnega obratovanja elektrarne ob zvišanem nivoju reke Save ob izgradnje HE Brežice so bile tudi na terciarnem hladilnem sistemu (CW CIRCULATING WATER SYSTEM) potrebne določene rekonstrukcije, ki so zajemale:

- uvedbo dodatnih zapornic (stop logs) za izolacijo vtočnih objektov CW, kar omogoča vzdrževanje na grobih rešetkah, potujočih sitih in črpalkah CW;
- rekonstrukcijo in modernizacijo CW čistilnih sistemov - nova naprava za čiščenje rešetk (dva nova stroja večje učinkovitosti);
- potujoča sita CW 105TSC-001; -006 modernizacija (povečana hitrost pomikanja sit, modifikacija varnostnih loput);
- vgradnjo dodatne črpalke za spiranje sit in dodatnih šob za vsako sito;
- zamenjavo električnih omar in posodobitev krmiljenja, posodobitev meritev razlike nivojev vode na grobih rešetkah in potujočih sitih);
- rekonstrukcijo CW deicing cevovoda za preprečitev nastajanja ledu v CW;
- vgradnjo nove črpalke za izpolnjevanje zahtev obratovanja deicing sistema;
- modifikacijo šob deicing cevovoda (uvedba dodatnih šob na CW de-icing cevovodu);
- obnova manipulacijskih ploščadi (podestov).

2.8.3.2.3 Rekonstrukcija na SW sistemu

Zaradi izgradnje HE Brežice je bilo treba izvesti tudi rekonstrukcijo na terciarnem varnostnem hladilnem sistemu (SW sistem), ki zagotavlja hlajenje varnostnih komponent. Rekonstrukcija je zajemala:

- vgradnjo dodatnih zagatnic in rekvalifikacijo obstoječih,
- pre-projektiranje sistema vodil SW črpalk,
- vgradnjo novih delovnih podestov,
- nadgradnjo oziroma zamenjavo obstoječega sistema za odmuljevanje,
- posodobitev sistema za meritev nivoja mulja v vsesovalnem bazenu,
- prilagoditev sistema katodne zaščite podvodnih struktur in cevovodov.

2.8.3.2.4 Rekonstrukcija na PW in SV sistemu

Zaradi izgradnje HE Brežice je bilo treba izvesti rekonstrukcijo tudi na sistemu podzemnih vodnjakov, meteorne in fekalne kanalizacije:

- Podzemni vodnjaki

Zaradi vzdrževanja nivoja podtalnice na istem nivoju kot pred izgradnjo so znotraj tesnilne diafragme vgrajeni trije podzemni vodnjaki s pripadajočimi povezovalnimi cevovodi do obstoječe PB zgradbe.

- Meteorna kanalizacija:

Rušitev obstoječega črpališča meteorne kanalizacije in izgradnja novega na isti lokaciji.

- Fekalna kanalizacija:
  - izvedba novega gravitacijskega iztoka nad bodočo koto zajezitve HE Brežice, na koti 153,50 m n.v.
  - zamenjava dveh obstoječih potopnih črpalk.

2.8.4 Ostale projektne spremembe za izboljšanje varnosti

2.8.4.1 Izboljšava izmeničnega varnostnega napajanja - DG3

Gre za izboljšanje izmeničnega varnostnega napajanja elektrarne z zagotovitvijo alternativnega izvora ob morebitni izgubi celotnega izmeničnega napajanja (Station blackout - SBO). Nadgradnja varnostnega napajanja je vključevala vgradnjo dodatnega dizelskega generatorja (DG3), moči 4 megavatov (6,3 kV, 50 Hz, zagonski čas manj kot 10 sekund), ki je preko nove 6,3-kilovoltne zbiralke (MD3) povezan z varnostnima zbiralkama MD1 ali MD2. Izboljšava je potekala leta 2006 in 2013.

2.8.5 Projekti nadgradnje varnosti NEK

NEK je z izvedenim Programom nadgradnje varnosti (PNV) /18/ pripravljena na težke nesreče kot zahteva ZVISJV-1 (UL RS, št 76/17, 26/19) in pa Pravilnik o dejavnikih sevalne in jedrske varnosti (UL RS, št. 74/16 in 76/17 – ZVISJV-1). PNV je URSJV pregledala in odobrila v februarju 2012 z odločbo št 3570-11/2011/09. NEK je že v letu 2012 pričela s pripravo projektne dokumentacije PNV in v letu 2013 tudi podala prvi vlogi za izvedbo prvih dveh sprememb nadgradnje varnosti (vgradnja pasivnega avtokatalitičnega sistema za vezavo vodika in vgradnja pasivnega filtrskega ventilacijskega sistema zadrževalnega hrama). Ti dve spremembi, ki predstavljata ključni rešitvi za pogoje težkih nesreč, je URSJV odobrila oktobra 2013.

2.8.5.1 Faza 1

Vgradnja pasivnih avtokatalitskih peči za uravnavanje vodika v zadrževalnem hramu

Z vgradnjo pasivnih avtokatalitskih sežignih peči za vodik je bila omejena koncentracija eksplozivnih plinov (vodika in ogljikovega monoksida) v zadrževalnem hramu za primer najhujše nesreče. Vgrajena oprema za svoje delovanje ne potrebuje nobenega električnega napajanja in torej deluje tudi pri celotni izgubi izmeničnega napajanja elektrarne. Z varnostno posodobitvijo se zagotavlja celovitost zadrževalnega hrama ob morebitni najhujši nesreči. Vgradnja avtokatalitskih peči je potekala leta 2013.

Izgradnja sistema za filtrirano razbremenjevanje zadrževalnega hrama

Vgradnja sistema pasivnega ventiliranja (razbremenitve) zadrževalnega hrama zagotavlja minimalni izpust (manj kot 0,1 %) radioaktivnih cepitvenih produktov sredice (razen žlahtnih plinov), ki se sprostijo v zadrževalni hram v primeru najhujše nesreče, pri katerih pride do porasta tlaka v zadrževalnem hramu, ki je večji od projektnega tlaka. Na ta način se ohrani integriteta zadrževalnega hrama kot bariere, ki preprečuje nekontroliran izpust radioaktivnega materiala v okolico.

Vgrajen je bil suhi filtrski sistem, ki ga sestavlja pet aerosolnih filtrov v zadrževalnem hramu, filter joda v pomožni zgradbi, cevovod z razbremenilno ploščo, ventili, dušilka, dušikova postaja, radiološki monitor in potrebna instrumentacija. Osnovni cilj modifikacije je ohranjati celovitost zadrževalnega hrama, tako da se prepreči zrušitev v primeru najhujše nesreče, ki bi lahko povzročila nenadzorovano zvišanje tlaka. Sistem je bil vgrajen leta 2013.

2.8.5.2 Faza 2

Poplavna varnost objektov NEK

Leta 2012 so bile izdelane projektne rešitve za zagotavljanje poplavne varnosti objektov NEK do kote 157,530 m nadmorske višine, kar vključuje tudi primer porušitve nizvodnih in vzvodnih nasipov reke Save. Projektne rešitve so vključevale pasivne in aktivne elemente protipoplavne zaščite. Med pasivne elemente štejemo vodotesne zunanje stene objektov, zamenjavo zunanjih vrat z vodotesnimi in zamenjavo tesnil na penetracijah v zunanjih stenah z vodotesnimi. Aktivna protipoplavna zaščita je zagotovljena s postavitvijo vodnih pregrad in vgradnjo protipovratnih ventilov na drenažnih sistemih. Nova protipoplavna zaščita NEK je bila projektirana in dimenzionirana tako, da zagotavlja funkcionalno zaščito tudi za primer potresa s pospeškom tal 0,6 g. Projekt je bil zaključen leta 2017.

Izgradnja pomožne komandne sobe

Glavni namen izgradnje pomožne komandne sobe je bil vzpostavitev alternativne nadzorne lokacije, ki omogoča varno zaustavitev in ohlajanje elektrarne za primer evakuacije glavne komandne sobe in omogoča nadzor nad stanjem v zadrževalnem hramu v primeru težke nesreče s poškodbo sredice. Izgradnja komandne sobe se je zaključila leta 2019.

Nova pomožna komandna soba zagotavlja, da je na voljo alternativna lokacija za zaustavitev in ohlajanje elektrarne (za primer izgube glavne komandne sobe), s čimer se NEK izenači s primerljivimi jedrskimi elektrarnami v severni Evropi, ki so podobne "bunkerske" pomožne komandne sobe zgradile v 90-ih letih. Novejše elektrarne imajo tako rešitev vključeno že v osnovnem projektu.

V pomožni komandni sobi je vgrajena tudi dodatna in od glavne komandne sobe neodvisna instrumentacija za nadzor elektrarne v primeru težke nesreče.

Nadgradnja tehničnega in operativnega podpornega centra

Ob izvedbi pomožne komandne sobe je bil nadgrajen tudi novi tehnični podporni center (TPC). Povečane so zmogljivosti obstoječega podzemnega zaklonišča, nova zgradba operativnega podpornega centra (OPC) pa zagotavlja pogoje za dolgoročno delo in bivanje ekipe do 200 ljudi tudi za primer ekstremnih potresov, poplav in drugih malo verjetnih izrednih dogodkov. Poleg dodatnih zračnih filtrov ima stavba nov dizelski generator, ki zagotavlja neodvisno električno napajanje centra. Nadgradnja je bila končana leta 2021.

Alternativno hlajenje bazena za izrabljeno gorivo

V sklopu projekta so bili vgrajeni: nov pršilni sistem (fiksni razvod vodnih prh za prhanje bazena za izrabljeno gorivo), sistem za hlajenje bazena z mobilnim toplotnim izmenjevalcem (nov prenosni izmenjevalnik toplote za alternativno hlajenje bazena za izrabljeno gorivo) in loputa za tlačno razbremenitev zgradbe za izrabljeno gorivo (FHB). Posodobitev sistema je bila zaključena v letu 2020.

Vgradnja obvodnih razbremenilnih motornih ventilov primarnega sistema

S projektno spremembo se je zagotovila pretočna pot, ki omogoča kontrolirano razbremenitev primarnega sistema v razširjenih projektnih pogojih, če obstoječi razbremenilni ventili niso na voljo. Z izvajanjem strategije usklajenega razbremenjevanja in dopolnjevanja primarnega sistema se zagotovi hlajenje sredice in prepreči poškodbe sredice. Projektna sprememba je bila zaključena v letu 2018.

Alternativno hlajenje reaktorskega hladilnega sistema in zadrževalnega hrama

Glavni namen projektne spremembe je bila namestitev alternativnega sistema za dolgoročno odvajanje zaostale toplote. Primarna funkcija novega sistema je odvajanje zaostale toplote iz reaktorskega hladilnega sistema v pogojih razširjenih projektnih osnov z odvzemom hladila iz vroče veje reaktorskega hladilnega sistema, ohlajevanjem preko toplotnega izmenjevalca in vračanjem hladila v hladno vejo

reaktorskega hladilnega sistema ter odvajanje zaostale toplote iz reaktorskega hladilnega sistema z recirkulacijo vode iz zbiralnika zadrževalnega hrama nazaj v reaktorski hladilni sistem. Dodatno je možno izvajanje ohlajevanja zadrževalnega hrama s prhanjem. Projektna sprememba je bila zaključena v letu 2021.

2.8.5.3 Faza 3

Gradnja dodatno utrjene zgradbe (BB2) z dodatnimi rezervoarji vode za odvod zaostale toplote reaktorja

Posodobitev zajema gradnjo nove utrjene zgradbe 2 (Bunkered Building 2 - BB2) s pomožnimi sistemi ter izvedbo povezav različnih novih sistemov znotraj nove zgradbe do obstoječih sistemov, zgradb in komponent NEK. Zgradba BB2 je zasnovana tako, da se vanjo umestijo alternativni sistemi za varnostno vbrizgavanje (ASI), alternativni sistem pomožne napajalne vode (AAF) in varnostno električno napajanje zgradbe BB2. Z izgradnjo BB2 ter instalacijo alternativnega sistema za varnostno vbrizgavanje (ASI) in alternativnega sistema pomožne napajalne vode (AAF) je zagotovljen alternativni ponor toplote (AUHS). Za izgradnjo tega objekta skupaj z vsemi vgrajenimi sistemi (AAF, ASI ...) je bilo pridobljeno gradbeno dovoljenje (št. 35105-68/2018/8 1093 in 35105-29/2018/6 1093-04 z dne 24. 7. 2018). Gradnja je bila končana leta 2021.

Alternativni sistem za polnjenje uparjalnikov (AAF)

Posodobitev je del tretje faze Programa nadgradnje varnosti in vključuje vgradnjo dodatne črpalke za polnjenje uparjalnikov z vsemi cevovodi in ventili, ki omogočajo priklop novega sistema na obstoječi sistem pomožne napajalne vode uparjalnikov. Novi alternativni sistem za polnjenje uparjalnikov bo v razširjenih projektnih pogojih, ob odpovedi obstoječega sistema pomožne napajalne vode uparjalnikov, zagotavljal alternativni vir hladilne vode za enega ali oba uparjalnika ter tako omogočal odvod toplote iz primarnega kroga in ohlajanje reaktorja. Projektna sprememba je bila zaključena v letu 2021.

Alternativno varnostno vbrizgavanje (ASI)

Posodobitev, ki je prav tako del tretje faze PNV, vključuje vgradnjo alternativnega sistema za varnostno vbrizgavanje borirane vode v primarni krog reaktorskega hladila. Sistem, ki je nameščen v novi utrjeni varnostni zgradbi BB2, je sestavljen iz rezervoarja za 1600 m^3 borirane vode, visokotlačne črpalke in glavnega motornega ventila, iz pripadajočega cevovoda, povezanega z obstoječim sistemom NEK, in opreme, ki podpira upravljanje in nadzor sistema. Projekt je bil končan leta 2021.

Suho skladiščenje izrabljenega goriva (SFDS)

Suho skladišče izrabljenega goriva (IG) predstavlja tehnološko posodobitev in varnostno nadgradnjo znotraj obstoječega energetskega kompleksa NEK. Poleg pasivnega načina hlajenja, boljše sevalne varnosti in robustnosti, ima suho skladiščenje izrabljenega goriva tudi druge prednosti, predvsem boljšo zaščito pred namernimi in nenamernimi negativnimi človeškimi vplivi oziroma dejanji. Suho skladiščenje IG je začasno, varnejše skladiščenje za IG med obratovanjem NEK in tudi po njeni zaustavitvi, ni pa mišljeno kot trajno končno odlaganje IG. Suho skladišče je v gradnji, predviden rok izvedbe je v prvi polovici leta 2023.

Suho skladišče izrabljenega goriva je locirano v tehnološkem delu NEK, zahodno od lokacije bazena, v katerem je danes skladiščeno izrabljeno gorivo.

Vgradnja visokotemperaturnih tesnil v črpalki reaktorskega hladila

Posodobitev obsega vgradnjo novega tesnilnega vložka črpalk reaktorskega hladila z visoko-temperaturnimi tesnili (HTS). HTS tesnila so namenjenega boljšemu odzivu elektrarne na potencialno izgubo vsega izmeničnega napajanja, ko bi prišlo do prekinitve dovajanja tesnilne in hladilne vode za tesnila črpalk reaktorskega hladila in posledično do puščanja primarnega hladila. Z vgradnjo HTS se v tem primeru prepreči izguba primarnega hladila. Projekt je bil končan leta 2021.

2.8.6 Spremljanje izkušenj, raziskav in razvoja znanosti in tehnike

Obratovalne izkušnje (OE) iz drugih jedrskih elektrarn so dragocen vir informacij za spoznavanje in izboljšanje varnosti in zanesljivosti jedrskega objekta. V NEK so izkušnje iz drugih jedrskih elektrarn sistematično pregledane in proučene glede pomena za NEK, morebitne uporabe priporočil in verjetnost, da bi se zgodil podoben dogodek v NEK. Korektivni ukrepi za ugotavljaje slabosti so določeni in izvajani v programu korektivnih ukrepov NEK. S tem povezani procesi so dobro definirani in dokumentirani.

Obstajajo različni programi za razširjanje obratovalnih izkušenj s strani IAEA, WANO, Institute of Nuclear Power Operations (INPO), različnih skupin jedrskih lastnikov (PWROG, WOG), publikacij regulatornih organov, korespondenca z dobavitelji in arhitekti/inženirji, EPRI in Agencije za jedrsko energijo OECD. Program OE v NEK določa, da se z industrijo delijo analize in dogodki v NEK. Osebje NEK sodeluje pri različnih aktivnostih, kot so delegacija OSART (IAEA), delegacije WANO in v številnih aktivnostih EPRI. Te informacije so dragocen vir obratovalnih izkušenj. Veliko aktivnosti je tudi zajetih v programih informiranja WANO/INPO, Nuclear Operation and Maintenance Information System (NOMIS) in Nuclear Maintenance Experience Information System (NUMEX).

Skupina za neodvisno oceno varnosti (ISEG) izvaja neodvisno ocenjevanje regulativnih izdaj, industrijskih opozoril, poročil licenčnih dogodkov in ostalih virov projektnih in obratovalnih informacij elektrarne, vključno z elektrarnami podobne zasnove, ki bi lahko pokazala področja za izboljšanje varnosti.

Vsa priporočila WANO SOER so bila pregledana ter odobrena s strani elektrarne in zastavljeni so bili ustrezni korektivni ukrepi, predvideni za pravočasno izvedbo in sledenje do zaključka.

NEK sodeluje v številnih raziskavah in se udeležuje veliko mednarodnih konferenc na različnih področjih. Med njimi so :

- sodelovanje na projektih skupine PWROG (Raziskave na področju testiranja PAR avtokatalitskih plošč),
- razvoj disperzijskega modela - Lagrangev model širjenja nuklidov v okolju,
- vsakoletno sofinanciranje aplikativnih raziskovalnih projektov iz razpisa Agencije za raziskovalno dejavnost RS (ARRS),
- sodelovanje v U.S. NRC CAMP in CSARP programih,
- sodelovanje na mednarodnih projektih mednarodne agencije za atomsko energijo (IAEA), itd.

NEK skladno z zahtevami ZVISJV-1 in Pravilnika o zagotavljanju varnosti po začetku obratovanja sevalnih ali jedrskih objektov (UL RS, št. 81/16 in 76/17 – ZVISJV-1) opravlja vsakih 10 let občasni varnostni pregled (PSR), v sklopu katerega se preverja in ocenjuje usklajenost z veljavnimi mednarodnimi standardi in najboljšo mednarodno prakso. V PSR se ocenjuje tudi upoštevanje lastnih in tujih obratovalnih izkušenj, novih spoznanj pridobljenih pri tehničnih raziskavah in napredku ter upravljanju drugih sevalnih oziroma jedrskih objektov.

2.9 NEVARNE SNOVI V NEK

NEK - obstoječa in po podaljšanju obratovanja - se **ne uvršča** med obrate manjšega ali večjega tveganja za okolje po Uredbi o preprečevanju večjih nesreč in zmanjševanju njihovih posledic (UL RS, št. 22/16).

NEK - obstoječa in po podaljšanju obratovalne dobe - se **ne uvršča** med dejavnosti in naprave, ki lahko povzročajo onesnaževanje okolja večjega obsega, po Uredbi o vrsti dejavnosti in naprav, ki lahko povzročajo onesnaževanje okolja večjega obsega (UL RS, št. 57/15).

V tabeli v nadaljevanju je pregled pomembnejših nevarnih snovi, ki se nahajajo na območju NEK.

Tabela 11: Pregled pomembnejših nevarnih snovi v NEK /17/

Vrsta nevarne snovi in agregatno stanje	Vrsta nevarnosti	Lokacija nahajanja	Količina
Vodik (plinasto)	eksplozivno	skladišče plinov, jeklenke	168 kg
Dušik (plinasto)	plin pod tlakom	skladišče plinov, jeklenke	8000 kg
Borova kislina (trdno)	strupenost za razmnoževanje	skladišče nevarnih snovi	7000 kg
Amoniak (tekoče)	jedko, strupeno za vodne organizme	skladišče nevarnih snovi	8000 l
Hidrazin hidrat (tekoče)	strupeno, jedko, strupeno za vodne organizme	skladišče nevarnih snovi	3000 l
SF6 (plinasto)	plin pod tlakom	transformatorsko polje	240 kg
dieselsko olje (tekoče)	gorljivo, strupeno	3 podzemni shranjevalniki in sodi	439 m^3 + 10 m^3
ekstra lahko kurilno olje (tekoče)	gorljivo, strupeno	5 podzemnih shranjevalnikov + nadzemni shranjevalnik	5 x 113 m^3 + 240 m^3
mazalno olje (tekoče)	gorljivo, strupeno	podzemna shranjevalnika	105 m^3 + 56 m^3
laboratorijski odpadki (trdno in tekoče)	jedko	skladišče nevarnih odpadkov	400 kg/leto

NEK za svoje normalno obratovanje potrebuje manjše količine nevarnih kemikalij. V tabeli 11 /11/ so opredeljene najbolj pomembne nevarne snovi v NEK in njihove povprečne količine. Nevarne snovi so skladiščene v skladu s Pravilnik o tehničnih in organizacijskih ukrepih za skladiščenje nevarnih kemikalij (UL RS, št. 23/18). Glede na specifične lastnosti posamezne kemikalije in zahteve, ki izhajajo iz varnostnih listov proizvajalca je poskrbljeno za ustrezno rokovanje, skladiščenje in končno uporabo.

Po končani uporabi nevarnih snovi, te postanejo nevaren odpadek. Skladno z zahtevami zakonodaje se ti klasificirajo pod ustrezne klasifikacijske številke odpadkov in se temu primerno skladiščijo in shranijo do prevzema. Pri nastajanju nevarnih odpadkov se poskrbi za redni odvoz s strani pooblaščene organizacije za odvoz nevarnih odpadkov. S tem se zagotavlja minimalna količina nevarnih odpadkov na lokaciji NEK.

Kot je navedeno v uvodu poglavja, NEK ni SEVESO ali IPPC zavezanec.

2.10 OBSTOJEČA KOMUNALNA, ENERGETSKA IN PROMETNA UREDITEV

S podaljšanjem obratovanja NEK se komunalna, energetska in prometna ureditev **ne spreminja** in ostaja enaka kot v obstoječem stanju.

2.10.1 Oskrba s pitno vodo

Priključek na javno vodovodno omrežje je obstoječ. Pitna voda se uporablja za sanitarne potrebe in za potrebe požarnega varstva (hidranti).

2.10.2 Oskrba z vodo za tehnološke namene

Zajema hladilne in varnostne oskrbovalne vode sta na bregu reke Save nad pretočnim jezom, ki zagotavlja zadostno višino vode ob vseh vodostajih. Izpust hladilne vode je pod jezom. V primeru premajhnega pretoka vode v Savi kondenzatorsko hladilno vodo hladijo hladilni stolpi s hladilnimi celicami s prisilnim vlekom.

Nosilec posega uporablja vodo iz Save za tehnološke namene, na podlagi delnega vodnega dovoljenja št. 35536-31/2006 z dne 15. 10. 2009 in odločbe št. 35536-26/2011-9 z dne 23. 5. 2013 ter odločbe o spremembi vodnega dovoljenja št. 35530-7/2018-2 z dne 22. 6. 2018, s katerim je bila nosilcu posega podeljena vodna pravica za neposredno rabo vode za tehnološke namene (Sava in vodnjak na desnem bregu) v količini največ 29.000 l/s oziroma največ 915.000.000 m³/leto, z veljavnostjo do 31. 8. 2039. V letu 2020 je bilo pridobljeno tudi vodno dovoljenje št. 35530-100/2020-4 z dne 14. 11. 2020 (veljavnost do 31. 10. 2050) za tri vodnjake na nuklearnem otoku, v količini največ 3x5 l/s in skupno do 3x70.000 m^3/letno. Dne 9. 9. 2021 je bilo izdano tudi vodno dovoljenje št. 35530-48/2020-3 /276/ za potrebe dodatnega napajanja rezervoarjev borirane in demineralizirane vode, za čiščenje in testiranje vodnjaške črpalke ter v primeru nezgodnega dogodka. Odvzem vode je iz vodnjaka SPW006 BB2 v obsegu največ 8,0 l/s in največ do 230 m^3/leto.

Odvzem vode iz reke Save se izvaja na mestu, določenem s koordinatami GKY=540294, GKX=88198, na parceli 1246/6, k. o. 1321 Leskovec.

2.10.3 Odvajanje odpadnih vod

Vse odpadne vode (komunalne, industrijske, padavinske) iz obrata NEK se preko 9 iztokov in 12 odtokov odvajajo v reko Savo. Nosilec posega ima pridobljeno okoljevarstveno dovoljenje glede emisij v vode št. 35441-103/2006-24 z dne 30. 6. 2010, spremenjeno z odločbo št. 35441-103/2006-33 z dne 4. 6. 2012 /49/, po katerem so povzeti tudi podatki o iztokih in največjih dovoljenih količinah ter pretokih v naslednji tabeli.

Tabela 12: Obstoječi iztoki in odtoki NEK (vir: OVD /49/)

Oznaka iztoka (MM)	Vrste odpadnih vod	Lokacija (koordinate)	Največja letna količina, dnevni in 6 urni povpr. pretok
V1	Industrijske odpadne vode	GKX = 88198 GKY = 540250	26.002.500 m³/leto 1.606 l/s 1.606 l/s
	od tega:		od tega:
V1-1 MM1	- Industrijska odpadna voda iz odtoka V1-1, Izpust varnostne oskrbe	GKX = 88332 GKY = 540280	26.000.000 m³/leto 1.600 l/s 1.600 l/s
V1-12 MM2	- industrijska odpadna voda iz odtoka V1-12 NEK rezervoar tekočih odpadkov	GKX = 88320 GKY = 540893	2.500 m³/leto 1.600 l/s 6 l/s
V2	- industrijska odpadna voda (izpiranje vrtečih rešetk)	GKX = 88199 GKY = 540231	
V3	- industrijska odpadna voda (izpust protipožarnih črpalk)	GKX = 88197 GKY = 540219	

Oznaka iztoka (MM)	Vrste odpadnih vod	Lokacija (koordinate)	Največja letna količina, dnevni in 6 urni povpr. pretok
V4	- industrijska odpadna voda (varnostna oskrbna voda)	GKX = 88196 GKY = 540243	
V5	- industrijska odpadna voda (izpiranje potujočih rešetk)	GKX = 88178 GKY = 540364	
V6	- industrijska odpadna voda (prečrpavanje med remontom)	GKX = 88177 GKY = 540362	
V7	- hladilne odpadne vode in vode iz priprave vode	GKX = 88103 GKY = 540438	791.000.000 m³/leto 25.000 l/s 25.000 l/s
	Od tega:		
V7-7 MM3	- hladilne odpadne vode (izpust hladilne vode« preko merilnega mesta MM3)	GKX = 88162 GKY = 540400	331.000.000 m³/leto 25.000 l/s 25.000 l/s
	- v obdobju od meseca oktobra do aprila naslednjega koledarskega dela		460.000.000 m³/leto 25.000 l/s 25.000 l/s
V7-10 MM4	- hladilne odpadne vode (NEK-hladilni stolpi« preko merilnega mesta MM4)	GKX = 88154 GKY = 540435	52.000.000 m³/leto 15.000 l/s 15.000 l/s
	- v obdobju od meseca oktobra do aprila naslednjega koledarskega dela		104.000.000 m³/leto 15.000 l/s 15.000 l/s
V7-11 MM5	- odpadne vode iz priprave vode (Odtok iz bazena za pripravo vode« preko nevtralizacijskega bazena preko merilnega mesta MM5)	GKX = 88370 GKY = 540418	6.000 m³/leto 6 l/s 6 l/s
	- v obdobju od meseca oktobra do aprila naslednjega koledarskega dela		9.000 m³/leto 6 l/s 6 l/s
V8	- padavinska odpadna voda (v času remonta tudi hladilne odpadne vode iz kotlovnice) tlačni vod 1 tlačni vod 2 tlačni vod 3 tlačni vod 4	GKX = 88010 GKY = 540582 GKX = 88012 GKY = 540580 GKX = 88014 GKY = 540578 GKX = 88016 GKY = 540576	
V9 MM6	- komunalne odpadne vode iz male komunalne čistilne naprave	GKX = 87993 GKY = 540587	10.000 m³/leto 2,9 l/s 2,9 l/s

V tabeli so iztoki označeni s črko V in zaporedno številko (npr. V1) in pomenijo izpust v reko Savo. Odtoki so označeni s številko iztoka, v katerega so speljani, in številko odtoka (npr. V1-1) in pomenijo izpust iz NEK. Merilna mesta so označena z oznako MM in zaporedno številko (npr. MM1).

<u>Veliki hladilni sistem – CW 8</u> (sistem obtočne hladilne vode) (odtok 7 in 10; iztok 7 – V7-7 in V7-10)

Namenjen je hlajenju glavnega kondenzatorja in hlajenju TC sistema (*TC - Turbine Closed Cycle Cooling System*), ki dejansko predstavlja sistem za hlajenje sekundarnih komponent. Pretok CW vode skozi TC sistem je velikostnega reda 1 m^3/s. Pri pretokih Save, večjih od 100 m^3/s, je hlajenje kondenzatorja pretočno (odtok 7, iztok 7 – V7-7). Pri manjših pretokih (manjši kot 100 m^3/s, možnost segretja Save za več kot 3 K) je pretočno hlajenje kombinirano s hladilnimi stolpi, ki izkoriščajo prisilno hlajenje terciarnega sistema z ventilacijskimi hladilnimi celicami (odtok 7, iztok 10 – V7-10). V vseh primerih je količina obtočne vode skozi kondenzator ca. 25 m^3/s.

Pred in po črpanju se voda čisti le mehanično. Kemikalije so dodane le TC sistemu, in sicer zmes natrijevega nitrita in natrijevega tetraborata, v razmerju 30/70. Ta sistem je zaprt in nima direktne povezave z odtoki ali iztoki v reko Savo.

<u>Mali hladilni sistem – SW</u> (sistem bistvene oskrbne vode) (odtok 1; iztok 1 – V1-1)

Hladilna voda prek izmenjevalcev toplote hladi CC sistem (*CC - Component Cooling System*). CC sistem je namenjen hlajenju komponent v postrojenju elektrarne (črpalke, izmenjevalci). Na CC strani toplotnih izmenjevalcev CC sistema je vodi dodan molibdat (MoO_4^{-2}) – v koncentraciji 200 – 1000 mg/l (enkrat do dvakrat letno, v količini med 300-400 l na leto). Ker gre za popolnoma zaprt sistem, ne more priti do izpusta v reko Savo. V mali hladilni sistem (SW) se ne dodajajo nevarne snovi.

<u>Objekti in naprave za pripravo vode</u> (odtok 11; iztok 7 – V7-11)

Kot primarni vir surove vode NEK uporablja lastne vodnjake (poglavje 2.10.2). Kot rezervni vir se uporablja voda iz vodovodnega omrežja. Pred vstopom surove vode v sam sistem za pripravo vode se voda mehansko očisti preko t.i. Dual Media Filtra (peščeni filter s peskom različnih granulacij in dodatkom antracita). Tako očiščena voda se shranjuje v dveh rezervoarjih predpripravljene oziroma filtrirane vode (PW) in se nadalje uporablja za dva namena: za tesnilno vodo različnih črpalk in kot vstopna voda v sistem za pripravo deionizirane vode, ki se prične z mokro filtracijo na filtrih s filtrnimi vložki. Od tod se voda nadalje čisti preko dvostopenjskih modulov reverzne osmoze in nadalje s prehodom skozi enoto za mehčanje (mešani ionski izmenjevalec). Končno fino čiščenje je doseženo s pomočjo elektrodeionizacije (EDI).

Pri občasnem čiščenju sistema (reverzne osmoze, odplinjevalnik, EDI), ki ga NEK lahko izvaja v primeru poslabšanja parametrov v sistema (v zadnjih nekaj letih se ni izvajal), pride do uporabe kemikalij, kot sta: citronska kislina in klorovodikova kislina. V tem primeru je sistem preusmerjen na način, da se zbere odpadna voda najprej v nevtralizacijskem bazenu, kjer se kontinuirano spremlja pH in tudi uravnava na nevtralno vrednost pred samim izpustom (t.j. odtok 11 in iztok 7 – V7-11).

<u>WP (L) sistem (odtok 12; iztok 1 – V1-12)</u>

WP (*waste processing*) sistem je sistem, namenjen obdelavi tekočih radioaktivnih odpadkov, kjer kot absorbent nevtronov nastopa bor v obliki borove kisline. Z absorpcijo nevtronov se uravnava kritičnost verižne reakcije. Tekoči radioaktivni odpadki, ki izvirajo iz primarnega kroga, se koncentrirajo v izparilniku. Koncentrat (gošča) se nato suši, tekoči odpadki preidejo tako v trdne, izparela voda, ki vsebuje še vedno majhne količine bora, pa se odvaja v prvi rezervoar za nadzor tekočih radioaktivnih odpadkov. V primeru, da je ta odpadna voda radioaktivno neoporečna, se prazni v Savo preko odtoka št. 12, ki se kasneje združuje z odtokom št.:1 - mali hladilni sistem) in izteka v iztoku št.: 1.

Drugi vir bora so detergenti, ki se uporabljajo v pralnici kombinezonov. Zaradi možne radioaktivne

kontaminacije se tudi odplake iz pralnice zbirajo v drugem nadzornem rezervoarju tekočih radioaktivnih odpadkov.

Osnovna kemikalija, ki se dodaja, je torej borova kislina. Izpuščena letna količina bora je v letu 2020 je znašala 17 kg. Podatek je razviden iz internih meritev NEK, ki jih hranijo v arhivu NEK in so na vpogled tudi pri inženirju za okolje. Koncentracija bora se določa pred vsakim izpustom. S tem se izpolnjujejo zahtevo iz točke 1.3 OVD glede emisij v vode.

OSTALE ODPADNE VODE

Na lokaciji nastajajo tudi odpadne vode, ki se ne merijo (izpiranje vrtečih rešetk, izpust protipožarnih črpalk, čiščenje filtrov, čiščenje potujočih rešetk in praznjenje kanalov za potrebe vzdrževanja), odpadne komunalne vode zaposlenih in odpadne vode, ki nastajajo pri pripravi vode.

Komunalna odpadna voda

Mala komunalna čistilna naprava je biološka čistilna naprava z rotirajočim kontaktorjem tipa EKOROL - 22. Na čistilno napravo dotekajo komunalne odpadne vode z lokacije NEK. Zmogljivost čistilne naprave je 700 PE, povprečna izračunana dnevna količina odpadne vode na dotoku pa znaša ca. 140 m^3, obratovati je začela leta 2001, izpust pa je speljan v reko Savo.

Osnovni tehnični podatki o čistilni napravi:
LINIJA VODE:
- primarno usedanje v emšerjevem usedalniku, rotirajoči kontaktor - 2x, naknadni usedalnik

LINIJA BLATA:
- anaerobna stabilizacija blata v gnilišču »emšerja« (primarno blato in odvečno blato iz naknadnega usedalnika).

Izpuščanje odpadnih voda iz NEK se izvaja skozi več iztokov, monitoring pa se izvaja na več merilnih mestih. Iztoki in merilna mesta so navedeni v nadaljevanju, njihove lokacije pa so prikazane na sliki v nadaljevanju (Slika 11).

Iztok V1: varnostna oskrbna voda (Y=540250, X=88198)
- Odtok V1-1: hladilna odpadna voda (varnostna oskrba) preko merilnega mesta MM1 (Y=540280, X=88332)
- Odtok V1-12: rezervoar za tekoče odpadke preko merilnega mesta MM2 (Y=540893, X=88320)

Iztok V2: odpadna voda od izpiranja vrtljivih rešetk (Y=540231, X=88199)

Iztok V3: izpust protipožarnih črpalk (Y=540219, X=88197)

Iztok V4: varnostna oskrbna voda (Y=540243, X=88196)

Iztok V5: odpadna voda od izpiranja potujočih rešetk (Y=540364, X=88178)

Iztok V6: prečrpavanje med remontom (Y=540362, X=88177)

Iztok V7: izpust hladilne vode (Y=540438, X=88103)
- Odtok V7-7: izpust hladilne vode preko merilnega mesta MM3 (Y=540400, X=88162)
- Odtok V7-10: izpust hladilne vode preko hladilnih stolpov preko merilnega mesta MM4
- Odtok V7-11: izpust iz bazena za pripravo vode preko nevtralizacijskega bazena in preko merilnega mesta MM5

Padavinska voda se preko lovilnikov olj odvaja v meteorno kanalizacijo, ki se zaključi (iztok V8) v reki Savi. Vsi lovilniki olj imajo izdelan poslovnik in dnevnik ter se redno pregledujejo. Na lokaciji NEK je skupno 17 lovilnikov olj.

Iztok V9: izpust iz čistilne naprave (mala komunalna čistilna naprava z zmogljivostjo 700 PE) preko merilnega mesta MM6 (Y=540587, X=87993).

Komunalne odpadne vode se odvajajo na malo komunalno čistilno napravo, katere iztok (V9) je speljan v reko Savo.



Slika 11: Lokacije iztokov in merilnih mest odpadne vode NEK (vir:/60/)

2.10.3.1 Ravnanje z odpadnimi vodami suhega skladišča

Padavinske vode v času obratovanja

Odvod padavinske vode s strehe zgradbe je predviden preko sistema podtlačnega odvoda meteorne vode iz dveh ogrevanih žlot vzdolž daljših fasad zgradbe. Vertikalni odvodni cevi sta locirani v vogalih na zahodni strani objekta in speljani v PEHD jaška. Kanalizacija bo od severnega jaška speljana do južnega, od tega pa cev v armiranobetonski zadrževalnik voda prostornine 100 m^3, ki je predviden na južni strani objekta pod zahodno stranjo manipulativne površine; njegova zmogljivost je prilagojena zmogljivosti odvajanja padavinske vode enotnega sistema meteorne kanalizacije NEK. Iz zadrževalnika bo padavinska voda speljana v meteorno kanalizacijo padavinskih voda.

V sistemu meteorne kanalizacije NEK se vode zbirajo od cestnih površin in objektov. Objekti so direktno ali pa preko zadrževalnikov priključeni na meteorno kanalizacijo, medtem ko se zbrane vode z manipulativnih površin vodi preko lokalno nameščenih lovilnikov olj. Vsa meteorna kanalizacija se zbere na JV vogalu NEK in preko črpališča se voda preko izpusta V8 črpa v Savo.

Odpadne vode pri betoniranju plašča zabojnika

Na južni strani je pred objektom predvidena manipulativna površina velikosti ca. 13 m x 89 m, z vrhnjo koto 155,75 m. Izvedena bo kot armiranobetonska plošča v naklonu (minimalno 1 %) stran od objekta.

Dostopna ploščad je namenjena prometu in dostopu do zgradbe DSB ter služi kot manipulativna površina. Občasno se uporablja za betoniranje plašča zabojnika. Beton za betoniranje plaščev zabojnika bo dobavljen iz bližnje certificirane betonarne.

Opaž pri betoniranju zabojnikov predstavljata notranji in zunanji valjasti jekleni plašč, iz katerih ne bo izpuščanja cementnega mleka. Izpust manjše količine cementnega mleka je možen le v primeru prelivanja na vrhu plaščev.

Odvodnjavanje dostopne ploščadi je omogočeno z ustreznimi vzdolžnimi in prečnimi padci. Vsa padavinska voda se preko linijskega požiralnika na južni strani in peskolovov, ki služijo usedanju grobih delcev, vodi v dvoprekatni usedalnik, kjer se umiri in se trdni delci usedejo na dno. Pred vsakokratno izvedbo betoniranja betonskih plaščev HI-STORM FW se usedalnika izpraznita in očistita. Usedalnika se spraznita in očistita tudi po vsakem dnevnem betoniranju.

Dnevno se bo betoniranje izvajalo na treh zabojnikih. Odpadna voda, ki nastane v času betoniranja teh zabojnikov, se ujame v usedalnikih (volumen posameznega usedalnika 3,8 m^3) in se jo po zaključenem betoniranju in očiščenju ploščadi vzorči in analizira. Ocenjuje se, da bi pri betoniranju posameznega zabojnika lahko prišlo do nastanka največ 0,25 m^3 odpadne vode.

V primeru preseženih vrednosti za izpust v vode, se odpadna voda odpelje v predelavo pooblaščenemu zbiralcu ali obdelovalcu tovrstnih odpadkov.

V kolikor vrednosti niso presežene, se voda prečrpa v interno padavinsko kanalizacijsko omrežje, usedalnik pa se očisti trdih delcev.

Vozil, ki bodo dovažala beton za betoniranje skladiščnih plaščev, se ne bo spiralo na ploščadi, kar bi povzročalo dodatne količine odpadne vode, ampak bodo očiščena v betonarni.

2.10.4 Odpadne vode nastale pri gašenju požara

V primeru požara se požarne vode zbirajo v zbiralnikih drenaž v posameznih zgradbah. V objektu za suho skladiščenje izrabljenega goriva bodo zadržane v notranjosti zgradbe suhega skladišča s protipoplavnimi zagatnicami. Te ščitijo notranjost zgradbe pred vdorom poplavnih voda. Zagatnice so vodotesne in bodo vedno nameščene pred rolo vrati. Osebni prehod ima nameščena protipoplavna vrata. Tako zagatnice kot vrata onemogočajo prehod vode v katerokoli smer. Po končanem gašenju bo voda vzorčena, izčrpana iz zgradbe in predana v obdelavo pooblaščeni organizaciji za ravnanje z nevarnimi odpadki.
V objektih, kjer bi požarna voda potencialno lahko prišla v stik z radioaktivnim materialom, je zagotovljeno zbiranje vseh drenaž v zadrževalniku, katerega vsebina se pred praznjenjem analizira in očisti. Če bi količina požarne vode presegala kapaciteto tega zadrževalnika, do odtekanja v okolico ne bi prišlo, ampak bi vsa voda ostala v zatesnjeni zgradbi.

Tudi vsi ostali objekti tehnološkega dela elektrarne so opremljeni z lovilnimi posodami, kamor se stekajo drenaže, skozi katere bi dotekala požarna voda. Če bi količina požarne vode presegala kapaciteto teh lovilnih posod, bi preko črpalk ali v nekaterih primerih gravitacijsko stekla v skupni sistem zunanje meteorne kanalizacije.

V ta sistem bi se stekala tudi požarna voda v primeru gašenja zunanjega požara. Celoten sistem meteorne kanalizacije se zbira v zunanji lovilni posodi, iz katere jo potem s črpalkami izčrpajo v okolico. Po požaru bodo vse onesnažene površine očiščene in sanirane. Onesnažena tla bodo izkopana in predana pooblaščenemu zbiralcu oziroma obdelovalcu tovrstnih odpadkov. Odpadne vode od čiščenja oziroma onesnažen absorpcijski material bo predan pooblaščenim zbiralcem oziroma obdelovalcem tovrstnih odpadkov.

2.10.5 Električna energija

Za napajanje porabnikov v NEK je na območju posega izvedenih več transformatorskih postaj (TP), ki so v upravljanju nosilca posega.

2.10.6 Prometna ureditev

NEK leži na levem bregu reke Save v industrijski/energetski coni Krškega. Do elektrarne vodi lokalna cesta, ki je preko obvoznice priključena na regionalno cesto R1 Krško – Spodnja Pohanca. Elektrarna ima tudi industrijski tir, ki jo povezuje z železniško postajo v Krškem.

Od mesta priključitve na bodočo državno cesto do ograjenega vhoda v NEK je dovozna cesta dolžine 320 m, ob kateri je železniški tir, vzdolžna in prečna parkirišča. Na koncu se na dovozno cesto priključuje parkirišče velikosti ca. 9.000 m^2 in še v nadaljevanju parkirišče velikosti ca. 5.200 m^2.

Pregled obstoječih parkirnih mest:
- Vzdolžnih parkirnih mest ob dovozni cesti je 37.
- Poševnih parkirnih mest pod kotom 45° ob dovozni cesti je 58.
- Parkirnih mest na severovzhodni strani NEK je 368.
- Parkirnih mest na vzhodni strani NEK je 153.
- Na novo so urejena parkirna mesta na peščeni površini ob dostopni cesti, ca. 60 parkirnih mest.

2.10.7 Ogrevanje

Za ogrevanje objektov se uporablja toplotna postaja, katere namen je priprava tople vode. Ogrevalni medij je nasičena para iz pomožnega sistema za pripravo pare. Toplotni izmenjevalnik segreje vodo na 110 °C, kar je izhodna temperatura. Povratna ogrevalna voda na vhodu toplotnega izmenjevalnika ima 70 °C.

2.10.8 Hlajenje

Za hlajenje zgradb v netehnološkem delu objekta NEK ni centralnega sistema. Načeloma ima vsaka stavba svoj hladilni agregat.

2.10.9 Vrste in količine potrebne energije

Med obratovanjem na polni moči NEK porablja približno 35 MW električne energije za lastno rabo. V slabših hidroloških razmerah pa za proizvodni proces porablja okrog 40 MW električne energije.

2.10.10 Število zaposlenih

Ob koncu leta 2020 je bilo v NEK 630 zaposlenih, od tega 46,7 % z visoko strokovno in univerzitetno izobrazbo ali akademskim nazivom. Med zaposlenimi je 12 doktorjev in 16 magistrov znanosti.

2.10.11 Obratovalni čas

Proizvodnja električne energije je vezana na gorivne cikluse – obdobja neprekinjenega obratovanja na moči. Temu sledi remontna zaustavitev elektrarne z menjavo jedrskega goriva (del izrabljenega goriva se nadomesti s svežim, opravijo se preventivni pregledi opreme in zamenjava delov, preverjanje integritete materialov, nadzorna testiranja ter korektivni ukrepi glede na najdeno stanje. Remont z menjavo goriva običajno traja do 30 dni. Enaintrideseti (31.) gorivni ciklus, ki se je začel s priključitvijo elektrarne na omrežje 28. oktobra 2019, je 18-mesečni.

2.11 SISTEMI ZA ZAGOTAVLJANJE VARNOSTI

2.11.1 Zakonske in druge osnove

Zagotavljanje varnosti izhaja iz veljavne slovenske zakonodaje, mednarodnih standardov in smernic Mednarodne agencije za jedrsko energijo (IAEA) in Zveze zahodnoevropskih uprav za jedrsko varnost (WENRA) ter ameriške zakonodaje s področja jedrske varnosti (Zvezna jedrska upravna komisija ZDA - US NRC) in drugih osnov, naštetih v nadaljevanju.

- Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti, ZVISJV-1 (UL RS, št. 76/17 in 26/19),
- Pravilnik o dejavnikih sevalne in jedrske varnosti (UL RS, št. 74/16 in 76/17 – ZVISJV-1),
- Pravilnik o zagotavljanju varnosti po začetku obratovanja sevalnih ali jedrskih objektov (UL RS, št. 81/16 in 76/17 – ZVISJV-1),
- Pravilnik o mehanski odpornosti in stabilnosti (UL RS, št. 101/05),
- Zakon o prevozu nevarnega blaga, ZPNB (UL RS, št. UPB1 33/06, 41/09, 97/10, 56/15),
- WENRA Report Waste and Spent Fuel Storage Safety Reference Levels, Report of Working Group on Waste and Decommissioning (WGWD), Version 2.2, April 2014,
- WENRA Report - Guidance Document Issue T: Natural Hazards Head Document; 21 April 2015,
- IAEA Safety Standards, External Event Including Earthquake in the Design of Nuclear Power Plants, NS-G-1.5; 2003,
- IAEA Safety Standards, Safety of Nuclear Fuel Cycle Facilities, NS-R-5, Rev 1; 2014 (superseded by SSR-4; 2017),
- IAEA Safety Guide, External Human Induced Events in Site Evaluation for NP, NS-G-3.1; 2002,
- IAEA Specific Safety Guide Storage of Spent Nuclear Fuel, SSG-15; 2012,
- IAEA Specific Safety Standard - Safety Guide Format and Content of the Safety Analysis Report for Nuclear Power Plants, GS-G-4.1; 2004,
- IAEA Safety Standards - General Safety Guide the Safety Case and Safety Assessment for the Predisposal Management of Radioactive Waste, GSG-3; 2013,
- US NRC Regulation 10 CFR 71 Packaging and Transportation of radioactive material,
- US NRC NEI 06-12 Guidelines, Section B.5.b ICM,
- IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, Specific Safety Requirements, No. SSR-6 (Rev.1), 2018,
- Evropski sporazum o mednarodnem cestnem prevozu nevarnega blaga (ADR) (UL SFRJ - MP, št. 59/72, 8/77, akt o notifikaciji nasledstva UL RS - MP, št. 9/92, dopolnilni protokol UL RS - MP, št. 7/97),
- Konvencija o mednarodnem železniškem prometu (COTIF) s Pravilnikom o mednarodnem železniškem prevozu nevarnega blaga (RID) (UL SFRJ - MP, št. 8/84, akt o potrditvi nasledstva UL RS - MP, št. 9/92),
- ASME Boiler & Pressure Vessel Code (B&PVC) Section XI, Article IWA-2200,
- US NRC RG 1.60 Design response spectra for seismic design of nuclear power plants, Revision 1, December 1973,
- US NRC RG 1.61 Damping values for seismic design of nuclear power plants, October 1973,
- US NRC RG 1.76: Design-basis tornado and tornado missiles for nuclear power plants, Revision 1, March 2007,
- US NRC RG 1.92 Combining modal response and spatial components in seismic response analysis, Revision 2, July 2006,
- US NRC RG 1.142: Safety-related concrete structures for nuclear power plants (other than reactor vessels and containment), Revision 1, October 1981,
- US NRC RG 1.142: Safety-related concrete structures for nuclear power plants (other than reactor vessels and containment), Revision 2, November 2001,
- US NRC NUREG-0800 Standard Review Plan for the Review of Safety Analysis Reports for Nuclear Power Plants: LWR Edition.

2.12 SISTEMI IN NAPRAVE ZA PREPREČEVANJE IN OMILITEV NEZGOD

Za preprečevanje jedrskih nesreč in za zmanjševanje njihovih posledic so v NEK vgrajeni naslednji sistemi (USAR /3/):

- varovalni sistemi,
- tehnične varnostne naprave,
- zadrževalni sistemi,
- napajanje v sili.

Skupna naloga vseh varnostnih sistemov je v tem, da preprečijo nekontrolirano uhajanje radioaktivnih snovi v okolico NEK v vseh pogojih obratovanja in nezgod.

Naloga varovalnih sistemov je ugotavljanje odstopanj od normalnih obratovalnih stanj elektrarne, alarmiranje operaterjev in proženje vseh ostalih varnostnih sistemov, če odstopanja varnostnih parametrov elektrarne presežejo nastavljene mejne vrednosti. Najpomembnejši avtomatični ukrepi v takih primerih so:

- hitra ugasnitev reaktorja,
- vključitev hlajenja reaktorja v sili,
- izolacija zadrževalnega hrama,
- vključitev dizel generatorjev.

Tehnične varnostne naprave skrbijo predvsem za hlajenje goriva v vseh izrednih stanjih elektrarne. Jedrsko gorivo je stalen izvor toplote in sevanja, zaradi kopičenja razcepkov, ki nastajajo pri zgorevanju urana, in ki so vsi radioaktivni, dokler ne razpadejo v stabilne atome. Zato je treba gorivo vedno hladiti, da se zaradi zaostale toplote ne pregreje in ne poškoduje. Takoj po ugasnitvi reaktorja je njegova toplotna moč zaradi zaostale toplote v gorivu še vedno nekaj procentov moči, na kateri je reaktor pred ugasnitvijo obratoval. Da je zagotovljeno hlajenje gorivnih elementov v reaktorju tudi v primeru kakršnega koli izrednega dogodka, ki bi imel za posledico izgubo primarne hladilne vode (zlom cevi, blokiran odprt ventil in podobno), skrbijo trije sistemi za varnostno vbrizgavanje vode v reaktor:

- v akumulatorjih za varnostno vbrizgavanje je 70 m^3 borirane vode,
- dve visokotlačni črpalki lahko dovajata 0,088 m^3/s borirane vode,
- dve nizkotlačni črpalki lahko dovajata 0,28 m^3/s borirane vode v reaktor.

Dodatno je bila v sklopu PNV vgrajena dodatna črpalka, ki omogoča vbrizgavanje vode iz dodatnega rezervoarja z borirano vodo direktno v reaktor. Poleg tega je za primer celovitosti primarnega kroga vgrajen v to isto zgradbo tudi poseben rezervoar vode in posebno črpalka, ki lahko dovaja vodo v oba uparjalnika in tako skrbi za dolgoročno ohlajanje sredice, odvajanje zaostale toplote.

Raznolikost sistemov za hlajenje reaktorja v sili in njihova podvojenost zagotavljata vzdrževanje temperature goriva v reaktorju pod kritično temperaturo, pri kateri bi se začele prekomerne poškodbe srajčk gorivnih palic zaradi oksidacije ali celo taljenje samega keramičnega goriva.

Zadrževalni sistemi skrbijo v NEK za zadrževanje plinastih in tekočih radioaktivnih snovi in za preprečevanje njihovega nekontroliranega puščanja v okolico elektrarne. Najpomembnejši zadrževalni sistemi so:

- zadrževalni hram, ki ga sestavljata jeklena in betonska lupina in ki obkroža ves primarni sistem z reaktorjem in uparjalniki. Sestavni del zadrževalnega hrama so vsi hermetizirani vhodi ter prodori skozi njega z izolacijskimi ventili,
- zračni filtri, ki zadržujejo radioaktivni prah in radioaktivni jod, na vseh ventilacijskih sistemih,
- rezervoarji za razpad radioaktivnih plinov,
- ionski izmenjevalci in uparjalniki za čiščenje tekočih radioaktivnih snovi iz odpadnih vod elektrarne,
- prhe, rekombinatorji vodika, filtri zraka in hladilniki zraka v zadrževalnem hramu za izpiranje, čiščenje in hlajenje atmosfere v zadrževalnem hramu v primeru izgube primarnega hladila iz reaktorja.

Delovanje zadrževalnih sistemov je pomembno tako v normalnih kot v izrednih stanjih NEK. V tem pogledu je najpomembnejše funkcionalno in strukturno stanje zadrževalnega hrama, da je v vsakem primeru zagotovljena njegova projektno dopustna vrednost puščanja vrednost 0,1 % puščanja oz. 0,2 % pri povišanem tlaku v zadrževalnem hramu na 24 ur.

Sistemi za napajanje v sili morajo zagotoviti razpoložljivost električne energije za vse varnostne sisteme v vseh izrednih pogojih elektrarne. Med najpomembnejšimi sistemi za napajanje v sili so: dva dizel generatorja po 3,5 MW, en dizel generator 4 MW in baterije.

Za primer izgube vsega zunanjega napajanja in hkratne izgube vseh načinov ohlajanja sredice, vključno z izgubo obratovalne posadke, bi lahko prišlo do talitve sredice in posledično porasta tlaka v zadrževalnem hramu. S ciljem zagotoviti integriteto te tlačne bariere je bil v sklopu programa nadgradnje varnosti (PNV) vgrajen pasivni tlačno razbremenitveni filtrski sistem, ki omogoča tlačno razbremenitev zadrževalnega hrama. Sistem je projektiran tako, da zadrži več kot 99,99 % fisijskih produktov v partikularni obliki (npr, Cs-137, Sr-90,..) in več kot 90 % vsej izotopov radioaktivnega joda (npr. I-131).

Dodatna oprema in sistemi za obvladovanje izvenprojektnih stanj zagotavljajo obvladovanje tudi malo verjetnih izrednih dogodkov s strategijami, ki niso bile upoštevane v začetnem projektu elektrarne. To obsega pasivni avtokatalitični sistem za eliminiranje gorljivih plinov (vodika in ogljikovega monoksida) v zadrževalnem hramu, pasivni filtrski sistem za ventiliranje zadrževalnega hrama, mobilno opremo (črpalke, agregati, kompresorji, transformatorji, transportna vozila, gasilska oprema) in opremo za postavitev poplavne zaščite.

Elektrarna ima instrumentacijo in sisteme za oceno obratovalnega stanja in jedrske varnosti in za obvladovanje izrednega dogodka. To vključuje procesno instrumentacijo, sisteme za radiološki nadzor, sisteme za vzorčevanje, meteorološko instrumentacijo, seizmično instrumentacijo, sisteme za detekcijo požara, informacijske in komunikacijske sisteme, zaščitno in drugo opremo ter pomožno komandno sobo in centre za obvladovanje izrednega dogodka, ki so locirani v tehnološkem območju, na območju elektrarne in izven območja elektrarne. Elektrarna ima izdelane operativne postopke za normalno obratovanje, za obvladovanje nenormalnih stanj (AOP), nezgodnih stanj (EOP) in izvenprojektnih stanj (SAMG) elektrarne.

2.13 RAZVRSTITEV STANJ ELEKTRARNE

Navajamo po dokumentu: Ocena ogroženosti – revizija 6, DCM-RP-051, NEK, september 2021 /17/.

Stanja elektrarne so, glede na verjetnost njihovega pojavljanja na leto obratovanja reaktorja, obseg radioloških posledic v okolju in zanesljivosti delovanja varnostnih sistemov, razvrščena v tri skupine:

- Obratovalna stanja, ki obsegajo dva razreda, in sicer:
  - (1) redno obratovanje
  - (2) obratovanje s prehodnimi pojavi

- Stanja jedrskih nezgod, ki prav tako obsegajo dva razreda:
  - (3) pričakovane obratovalne dogodke
  - (4) manj verjetne obratovalne dogodke

- Stanja jedrskih nesreč, ki obsegajo tri razrede:
  - (5) projektne jedrske nesreče
  - (6) razširjene projektne jedrske nesreče
  - (7) težke jedrske nesreče

Za potrebe načrtovanja ukrepov zaščite in reševanja, tako v pogledu stopnje ogroženosti kakor tudi glede verjetnosti nastopa posameznih izrednih dogodkov oziroma jedrskih nesreč, velja po dosedanjih izkušnjah ter po teoretičnih verjetnostnih izračunih, da narašča stopnja ogroženosti od razreda do

razreda za faktor 10, pri tem pa pada verjetnost nastopa dogodkov v vsakem naslednjem razredu tudi za faktor 10. Ti faktorji so nekaj manjši le med 1. in 2. razredom ter morda med 6. in 7. razredom.

V razredu obratovanj s **prehodnimi pojavi**, ki zajema tudi letne remonte in menjave goriva v reaktorju, so izpuščanja iz elektrarne nekaj večja že zaradi tega, ker je treba prečistiti znatno večje količine odpadnih vod, zraka iz zadrževalnega hrama, filtrov ter drugih sistemov, ki jih je treba pripraviti za remont. Vendar tudi ta puščanja v večini primerov ostanejo na nivoju enega procenta letne doze, ki jo prejmejo prebivalci v okolici NEK zaradi naravnega sevanja. Delavci v jedrski elektrarni pa v tem razredu prejmejo znatno večje doze, ki za nekatera specialna remontna dela dosežejo tudi čez polovico zakonsko določene mejne letne doze za profesionalne delavce, ki je 20 mSv.

Nezgoda je nezaželeno stanje s posledicami, ki niso zanemarljive s stališča varstva pred sevanji ali jedrske varnosti. Nezgodo lahko povzroči neustrezno človeško dejanje oziroma neustrezno delovanje sistema ali sestavnega dela. Nezgoda zahteva prepoznavanje napake in njeno odpravo oziroma popravljen ukrep /Pravilnik o dejavnikih sevalne ali jedrske varnosti (UL RS 74/16 in 76/17–ZVISJV-1)/. Razred **pričakovanih obratovalnih dogodkov** zajema vsa stanja NEK, ki jih moramo s skoraj gotovostjo pričakovati tekom življenjske dobe elektrarne, pa naj je njihov izvor v sami elektrarni (odpovedi opreme, izpadi, manjši požari, ki jih lahko pogasijo v kratkem času, pomote in napačni ukrepi operaterjev ali vzdrževalcev) ali pa izven elektrarne (izpad zunanjega napajanja, razpad električnega prenosnega sistema, poplava, manjši potres).

V tem razredu so dopuščene manjše enojne okvare tudi na varnostnih sistemih, vendar nobena od takih okvar ne sme povzročiti izpada prizadetega varnostnega sistema ali izgube njegove funkcije. Najpogostejše okvare v tem razredu, ki privedejo do izpuščanj radioaktivnih snovi v okolico, nastopajo v pomožni reaktorski stavbi, kjer so vsi pomožni reaktorski sistemi, sistemi čiščenja primarne hladilne vode, rezervoarji odpadnih plinov in sistemi predelave radioaktivnih odpadkov. Možna so prav tako manjša puščanja cevi v uparjalnikih, vsled česar pride aktivna primarna hladilna voda na sekundarno stran, kjer se meša z napajalno vodo in odhaja nato s paro v turbino ter kondenzator, od koder lahko uhaja tudi v okolico. Vendar vsa ta puščanja ne povzročajo v okolici večjih doz, kot je 1/10 doze zaradi naravnega sevanja, večinoma so pa nekajkrat manjše.

Med **manj verjetne obratovalne dogodke** sodijo predvsem težke odpovedi opreme, večji požari v elektrarni, tudi zlomi cevi primarnega hladilnega sistema manjših premerov, odpovedi vsega električnega napajanja, tudi večje odpovedi komponent varnostnih sistemov, a še vedno brez izgube varnostne funkcije. V ta razred lahko štejemo tudi zlom cevi v uparjalniku z večjim puščanjem radioaktivno onesnažene pare v okolico skozi odpustne in varnostne ventile na glavnem parovodu. V okolici NEK moramo za ta razred izrednih dogodkov pričakovati doze, ki dosegajo letno dozo zaradi naravnega sevanja.

Kot **jedrsko nesrečo** definirajo samo tiste dogodke, pri katerih lahko pride do tako velikih izpustov radioaktivnih snovi v okolico elektrarne, da so nujni, ali iz preventivnih razlogov potrebni, ukrepi za zaščito življenja in zdravja občanov. Tako veliki izpusti pa so možni le v primerih, da zaradi enega ali več vzrokov odpove več zaporednih preprek, ki zadržujejo radioaktivne snovi v jedrskem gorivu, pri čemer mora priti tudi do odpovedi vsaj nekaterih bistvenih varnostnih sistemov. Koliko varnostnih sistemov odpove, določa razred jedrskih nesreč. Pri tem pa je pomemben tudi način in obseg odpovedi, kar vse vpliva na velikost in čas izpuščanja radioaktivnih snovi v okolico. V razredu jedrskih nesreč razvrščamo poleg projektnih nesreč tudi razširjene projektne nesreče in težke projektne nesreče.
Razširjena projektna nesreča je nesreča, ki jo povzročijo razširjeni projektni dogodki. Razširjeni projektni dogodek je dogodek ali kombinacija dogodkov z izredno majhno verjetnostjo in težjimi posledicami od projektnih dogodkov oziroma vključuje več odpovedi, kot so predpostavljene pri projektnih osnovah jedrskega objekta. Obstajata dve kategoriji razširjenih projektnih dogodkov:

- razširjeni projektni dogodki kategorije A, pri katerih se lahko zagotovi preprečitev poškodbe goriva v reaktorju ali skladišču z izrabljenim gorivom in ne vodi v težko jedrsko nesrečo.;
- razširjeni projektni dogodki kategorije B, za katere se predvideva težka poškodba goriva, ki presega projektno poškodbo goriva.

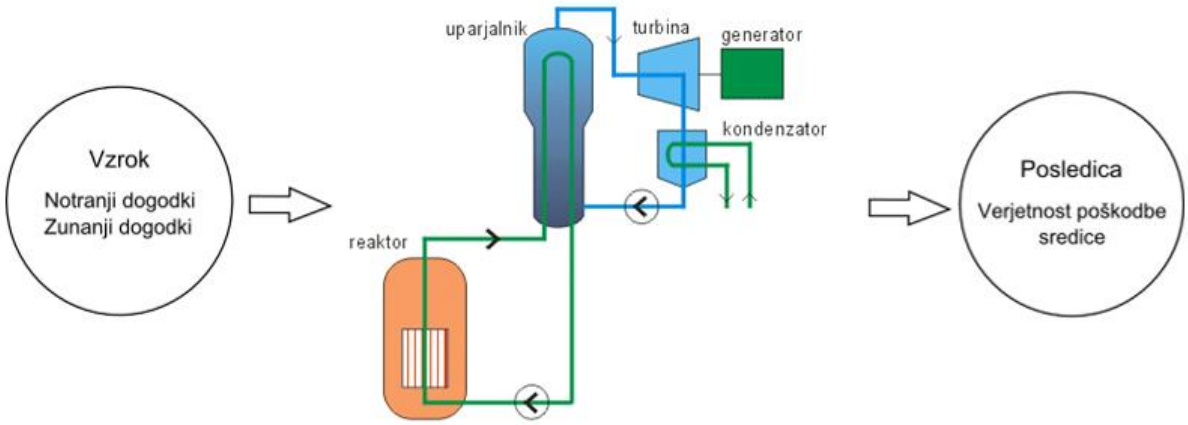
Težka jedrska nesreča glede svojih posledic presega razširjeno projektno nesrečo kategorije A in vodi k poškodbi/taljenju sredice ali izrabljenega goriva ter ogrožanju okolja oziroma lahko povzroči obsevanost ali kontaminacijo ljudi ali okolja. Do nje lahko pride zaradi večkratnih odpovedi, kot je izguba vseh vej varnostnih sistemov, ali zaradi izredno malo verjetnega dogodka, za katerega elektrarna ni projektirana. Poškodba sredice je odkritje in segrevanje sredice reaktorja do točke, pri kateri je pričakovati povečano oksidacijo in resno poškodbo gorivnih elementov večjega dela sredice.

Zadostne količine radioaktivnih snovi, da povzročijo **jedrsko nesrečo**, se nahajajo samo v jedrskem gorivu v reaktorju, ki je obratoval vsaj nekaj mesecev in v izrabljenem gorivu v bazenu za izrabljeno gorivo. Da zadostne količine teh snovi uidejo iz keramičnih tablet, mora priti do pregretja goriva, tako da uide večina plinastih in večji del hlapnih radioaktivnih snovi. Prav tako mora priti do poškodb srajčk gorivnih palic, kar je možno le, če izpade redno hlajenje gorivnih elementov, kakor tudi v primeru reaktorja, da izpade hlajenje v sili za omejen čas, bodisi zaradi odpovedi varnostnih sistemov ali zaradi napačnega ukrepanja operaterjev. Izpad vsega hlajenja goriva za dalj časa privede do postopnega taljenja keramičnih tablet zaradi zaostale toplotne moči v gorivu. V tem primeru pride ne samo do popolne sprostitve vseh plinastih in hlapnih snovi, temveč tudi do odparjanja težje hlapnih snovi in samega goriva v talini s konstrukcijskimi materiali. Verjetnost taljenja sredice je zelo malo verjeten dogodek.

2.13.1 Verjetnostna varnostna analiza - nivo 1

V okviru verjetnostne varnostne analize NEK - nivo 1 se ocenjuje verjetnost poškodbe in taljenja sredice zaradi začetnih dogodkov. Začetni dogodek je dogodek, ki lahko sproži zaporedje dogodkov (scenarij), ki lahko pripelje do poškodbe sredice.

Začetni dogodki se delijo na:
- notranje začetne dogodke – odpovedi v tehnološkem procesu (npr. zlom cevi sistema primarnega hladila, zlom na sekundarni strani, prehodni pojavi, izgube podpornih sistemov, izguba vsega izmeničnega napajanja, prehodni pojavi brez samodejne zaustavitve reaktorja);
- zunanje začetne dogodke iz elektrarne oziroma notranja tveganja (npr. notranje poplave, notranji požari, visokoenergijski izpusti);
- zunanje začetne dogodke iz okolice oziroma zunanja tveganja (npr. potres, močni vetrovi, padec letala, poplava).



Slika 12: Shematski prikaz PSA nivo 1

V okolici NEK do oddaljenosti 1,5 km ni proizvodnih ali skladiščnih obratov, ki bi predstavljali s svojo dejavnostjo ogroženost za okolje oziroma bi posledice dogodkov v teh obratih (nezgode, požari, eksplozije) z verjetnostjo, ki bi jo bilo smiselno upoštevati, lahko vplivali na varno obratovanje NEK. V

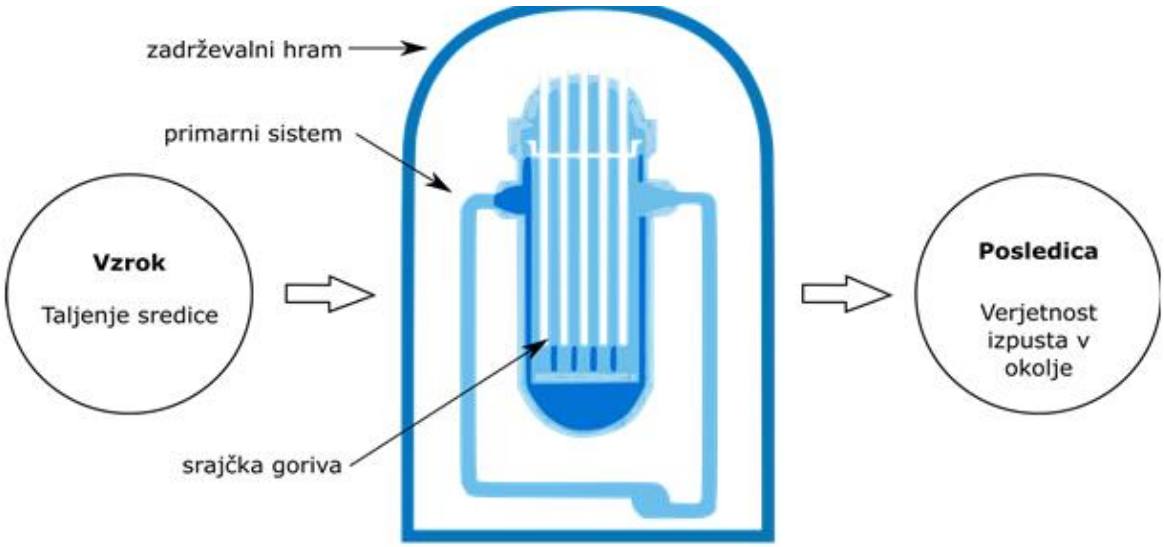
oddaljenosti 2 km od NEK je obrat tovarne Krka d.d., ki skladišči na lokaciji večje količine nevarnih kemikalij. Z analizami je pokazano, da v primeru izrednega dogodka – sproščanja nevarnih snovi iz obrata Krka zaradi tehničnih rešitev ne bi bilo vpliva na varnost in obratovanje NEK. V Brestanici se na oddaljenosti okoli 7 km od NEK v okviru Elektrarne Brestanica nahajajo 3 rezervoarji D2 s kapaciteto skladiščenja kurilnega olja v količini 19.500 m^3. Železniška proga Ljubljana - Zagreb poteka 1,08 km od NEK, avtocesta Ljubljana—Novo mesto—Zagreb pa poteka približno 3 km južno od lokacije. Po avtocesti cesti Ljubljana—Zagreb vozijo plinske in naftne cisterne kapacitete do 30.000 litrov. Po železnici Ljubljana—Zidani most—Zagreb pa se pogosto prevažajo nevarne kemikalije in eksplozivi; pri tem velja omeniti, da so največje količine teh snovi, ki se smejo prevažati naenkrat, omejene s predpisi. Vpliv razlitja ali eksplozije snovi v primeru nesreče, ki se prevažajo po cesti ali železnici, na NEK je ocenjen kot zanemarljiv.

V Cerkljah ob Krki, na oddaljenosti okoli 6 km od NEK, je vojašnica in letališče. V okviru varnostnih ocen NEK je ocenjeno tudi tveganje zaradi nesreče vojaškega ali komercialnega letala na območju NEK tudi z upoštevanjem vseh preletov na lokaciji NEK in ne samo zaradi letališča v Cerkljah. Skupna ocenjena verjetnost poškodovanja sredice zaradi padca letala v NEK je manjša od 2 E-7/leto in verjetnost za zgodnji izpust radioaktivnih snovi v okolje zaradi tega dogodka reda velikosti 1 E-8/leto /254/.

Reka Sava v bližini lokacije NEK ni plovna. Gorvodno od NEK se na reki Savi nahaja 7 hidroelektrarn in dolvodno ena hidroelektrarna. Možnosti vpliva na varno obratovanje NEK zaradi odpovedi jezov pri hidroelektrarnah je evalvirano v poglavju 2.4.4 USAR NEK. Upoštevane so posledice sočasne odpovedi več jezov hkrati oziroma istočasne zaporedne odpovedi jezov, ob predpostavki istočasnosti 25 letne poplave. Razmere na območju NEK so analizirane na osnovi 2D modeliranja. V primeru istočasne odpovedi vseh jezov ni dosežen poplavni nivo za območje NEK in je zagotovljena varnost elektrarne. V primeru porušitve dolvodnega jezu je zagotovljen ustrezen ponor toplote za varno ustavitev elektrarne.

2.13.2 Verjetnostna varnostna analiza - nivo 2

V verjetnosti varnostni analizi - nivo 2 (v nadaljevanju: PSA - nivo 2) pa se je pri analizi upošteval še odziv zadrževalnega hrama in pripadajočih varnostnih sistemov (prhe, sistema za izolacijo zadrževalnega hrama, pasivnega filtrskega sistema, pasivnih avtokatalitičnih elementov za zažig vodika, poplavljenost komore pod reaktorsko posodo, ...).



Slika 13: Shematski prikaz PSA nivo 2

PSA - nivo 2 podaja verjetnost izpustov iz zadrževalnega hrama ter časovni potek in količino izpusta radioaktivnih snovi. V ta namen so vsa možna stanja, ki že upoštevajo odziv zadrževalnega hrama in njegovih varnostnih sistemov, grupirana v obvladljivo število t.i. nezgodnih stanj in za vsako izmed njih je določena reprezentativna nezgoda.

V PSA - nivo 2 analizi je drevo dogodkov razdeljeno v štiri časovna okna, predvsem z namenom opisa časovne odvisnosti dogodkov. Dogodki so po svoji naravi deterministični (npr. eksplozija vodika v zadrževalnem hramu). Zato, da je posamezni deterministično dogodek uvrščen v drevo okvar, se mora zgoditi v časovnem okvirju, ki ga drevo dogodkov opisuje in zadostiti vsaj enemu od spodaj naštetih kriterijev:

- da lahko direktno vpliva na celovitost zadrževalnega hrama ali pa vpliva na obliko in velikost izpusta;
- da lahko vpliva na dogodke, ki so razporejeni nižje (za obravnavanim dogodkom) v drevesu okvar;
- da predstavlja funkcijo sistema, ki ni eksplicitno definirana s stanjem okvare elektrarne in lahko bistveno vpliva na dogodke (na ta način si omogočamo izvajanje občutljivostne analize, ovrednotenje vpliva posameznih sistemov, ki niso del obstoječega projekta)

V PSA - nivo 2 NEK so časovna okna (obdobja) odpovedi zadrževalnega hrama definirana na sledeči način:

a) prvo časovno obdobje (odpoved zadrževalnega hrama pred odpovedjo reaktorske posode) - je čas od začetka intenzivne reakcije vode s cirkonijem do časa tik pred odpovedjo reaktorske posode;
b) drugo časovno obdobje (odpoved zadrževalnega hrama v času odpovedi reaktorske posode) - je definirano od trenutka tik pred odpovedjo reaktorske posode pa do konca dinamičnega odziva zadrževalnega hrama na odpoved reaktorske posode;
c) tretje časovno obdobje (ni odpoved zadrževalnega hrama - srednjeročni izpust skozi PFCV pred 24h) - je definirano od konca dinamičnega odziva zadrževalnega hrama (reakcije taline in hladila zunaj reaktorske posode) do 24 ur po začetku nezgode;
d) četrto časovno obdobje (ni odpoved zadrževalnega hrama, pozen izpust skozi PFCV po 24h) - je definirano od 24 ur dalje.

Glavni deterministični pojavi oziroma dogodki, ki se obravnavajo v drevesu dogodkov, so naslednji:

a) "bypass" mimo zadrževalnega hrama;
b) odpoved primarnega kroga zaradi visoke temperature;
c) način izpusta iz zadrževalnega hrama (izpust preko plasti vode, direktni izpust, preboj temelja zadrževalnega hrama);
d) način odpovedi reaktorske posode;
e) strjevanje taline po odpovedi reaktorske posode;
f) interakcija taline in betona;
g) gorenje oziroma eksplozija vodika;
h) integriteta zadrževalnega hrama v posameznem časovnem obdobju.

Kategorije izpustov

Definicija kategorij izpustov mora vsebovati ključne elemente napredovanja nezgode, ki vplivajo na sestavo in velikost izpusta. To pomeni, da morajo biti upoštevani sledeči elementi: status zadrževalnega hrama (integriteta zagotovljena, napaka izolacije zadrževalnega hrama, funkcija zadrževalnega hrama "bypasirana", integriteta zadrževalnega hrama porušena v enem od časovnih terminov);

- ali pride do interakcije staljene sredice in betona;
- ali je izpust zmanjšan zaradi plasti vode, skozi katero mora radioaktivna snov;
- ali je prišlo do vzpostavitve stabilnega stanja - hlajenja, strditve sredice v reaktorski posodi in do odpovedi reaktorske posode sploh ni prišlo.

Tako lahko definiramo kategorije izpustov ("release category" - RC), ki so določene v naslednji tabeli (Tabela 13).

Tabela 13: Kategorije izpustov (vir: /17/)

	Kategorija izpusta	Opis
1	**RC1**	Talina ostane v reaktorski posodi in ne pride do odpovedi reaktorske posode in zadrževalnega hrama.
2	**RC2**	Ne pride do odpovedi zadrževalnega hrama.
3	**RC4**	Preboj temelja zadrževalnega hrama.
4	**RC6**	Zgodnja odpoved zadrževalnega hrama (v prvem in drugem časovnem obdobju).
5	**RC7A**	Odpoved izolacije zadrževalnega hrama, ni interakcije taline in betona.
6	**RC7B**	Odpoved izolacije zadrževalnega hrama, interakcija taline in betona.
7	**RC8A**	Izpust mimo zadrževanega hrama - izpust zmanjšan zaradi plasti vode skozi katero mora radioaktivni material; ("scrubbed release").
8	**RC8B**	Izpust mimo zadrževanega hrama - direktni izpust; ("unscrubbed release").
9	**RCV3**	Pasivno filtrirano razbremenjevanje zadrževalnega hrama v četrtem časovnem obdobju
10	**RCV5**	Pasivno filtrirano razbremenjevanje zadrževalnega hrama v tretjem časovnem obdobju, ni interakcije taline in betona.

Za vsako skupino začetnih dogodkov se izračuna tveganje (LERF) za zgodnji, velik izpust radioaktivnih snovi v okolje ob poškodbi sredice (LERF) s seštevkom vseh kategorij velikih izpustov (RC6, RC7A, RC7B, RC8A in RC8B).

2.13.3 Klasifikacija ogroženosti

Klasifikacija ogroženosti temelji na vnaprej določenih stopnjah nevarnosti ter metodologiji in navodilih, kako določeni izredni dogodek, glede na njegove dejanske ali predvidene posledice v elektrarni in v okolju, klasificirati v ustrezno stopnjo nevarnosti.

Določene so štiri stopnje nevarnosti:
- a) 0. stopnja nevarnosti ali nenormalni dogodek;
- b) I. stopnja nevarnosti ali začetna nevarnost;
- c) II. stopnja nevarnosti ali objektna nevarnost;
- d) III. stopnja nevarnosti ali splošna nevarnost.

V naslednji tabeli (Tabela 14) so definirane posamezne stopnje nevarnosti, pomen njihove razglasitve ter glavni ukrepi na nivoju elektrarne in v okolju po razglasitvi vsake stopnje nevarnosti.

Tabela 14: Opredelitev stopenj nevarnosti (vir: /17/)

Namen razglasitve	Ukrepi v elektrarni	Ukrepi v okolju
Nenormalni dogodek Je stopnja nevarnosti, pri kateri nastanek ali razvoj dogodkov povzroča stanje, ki bi lahko vodilo v primeru nepravilnega izvajanja operativnih ukrepov ali nadaljnjega nenadzorovanega razvoja dogodkov v zmanjšanje jedrske varnosti elektrarne oziroma pri kateri dogodki kažejo na možnost ogrožanja fizičnega varovanja elektrarne. Ni sproščanja radioaktivnih snovi v obsegu, da bi bilo treba izvajati radiološki nadzor in zaščitne ukrepe v okolju.		
1. Zagotoviti organizirano obvladovanje izrednega dogodka in ustrezno začetno ukrepanje v primeru, če bi prišlo do poslabšanja razmer; 2. Zagotoviti ustrezno pripravljenost operativnega osebja elektrarne, če bi prišlo do poslabšanja razmer; 3. Zagotoviti sistematično identificiranje, evidentiranje inanaliziranje te stopnje nevarnosti.	1. Obvestiti o nastanku in nato kontinuirano obveščati o stanju izrednega dogodka pristojne organe v okolju, vse dokler se ne razglasi prenehanje nevarnosti; 2. Po potrebi zagotoviti dodatno podporo osebju v izmeni; 3. Oceniti stanje in korektivno ukrepati; 4. Razglasiti višjo stopnjo nevarnosti, če pride do poslabšanja stanja ali razglasiti prenehanje nevarnosti, ko so izpolnjeni pogoji za razglasitev prenehanja nevarnosti.	1. V primeru potrebe zagotavljati dodatno podporo elektrarni (npr. gasilci, medicinska pomoč, policija); 2. V primeru poslabšanja razmer, prehod v višjo stopnjo pripravljenosti; 3. Biti v pripravljenosti do razglasitve prenehanja nevarnosti.
Začetna nevarnost Je stopnja nevarnosti, pri kateri nastanek ali razvoj dogodkov vodi ali ima za posledico bistveno zmanjšanje jedrske varnosti elektrarne oziroma pri kateri je zaradi sovražne dejavnosti povečana nevarnost za osebje ali opremo v elektrarni. Obstaja možnost za omejen izpust radioaktivnih snovi, ki lahko presega omejitve radioloških tehničnih specifikacij, vendar ne v takem obsegu, da bi bili potrebni zaščitni ukrepi v okolici elektrarne. Za sanacijo nastalega stanja v elektrarni so potrebni avtomatski ali nekoliko zahtevnejši ročni ukrepi.		
1.Zagotoviti polno razpoložljivost sil za obvladovanje izrednega dogodka, če pride do poslabšanja razmer ali se pokaže potreba po izvajanju radiološkega nadzora; 2. Zagotavljati ustreznim organom in institucijam v okolju stalne informacije o stanju in poteku izrednega dogodka.	1. O nastanku in vzroku nastanka stopnje nevarnosti takoj obvestiti pristojne organe v okolju; 2. V celotnem obsegu aktivirati tehnični podporni center in operativni podporni center elektrarne in zagotoviti ustrezno pripravljenost zunanjega podpornega centra elektrarne in drugega ključnega osebja elektrarne; 3. Analizirali stanje v elektrarni in korektivno ukrepati; 4. Zagotoviti zaščitne ukrepe za osebje v elektrarni; 5. Razporediti ekipe za radiološki nadzor po območju elektrarne in vzpostaviti ustrezne komunikacije;	1. V primeru potrebe zagotavljati dodatno podporo elektrarni (npr. gasilci, medicinska pomoč, policija); 2. Biti v stanju pripravljenosti v skladu z načrti ukrepov zaščite in reševanja; 3. Zagotoviti pripravljenost ključnega osebja v organizaciji zaščite, reševanja in pomoči v okolju, vključno z ekipami za radiološki nadzor in vzpostaviti ustrezne komunikacije; 4. Zagotavljati radiološki nadzor v okolju in oceno doz zaradi izpostavljenosti radioaktivnosti po prehrambni verigi, če pride do sproščanja radioaktivnosti v okolje v obsegu, ki bistveno presega omejitve v obratovalnih pogojih in omejitvah elektrarne;

Namen razglasitve	Ukrepi v elektrarni	Ukrepi v okolju
	6. Kontinuirano zagotavljati ustreznim organom v okolju informacije o stanju in razvoju izrednega dogodka v elektrarni; 7. Kontinuirano spremljati meteorološke pogoje in če pride do sproščanja radioaktivnosti v okolje, ocenjevati dozo v okolju in o tem obveščati ustrezne organe v okolju; 8. Razglasiti višjo stopnjo nevarnosti, če pride do poslabšanja stanja ali razglasiti prenehanje nevarnosti, ko so izpolnjeni pogoji za razglasitev prenehanja nevarnosti.	5. Prehod v višjo stopnjo nevarnosti, če je to potrebno; 6. Vzdrževati pripravljenost na tej stopnji nevarnosti do prenehanja nevarnosti ali razglasitve nižje stopnje.
Objektna nevarnost Je stopnja nevarnosti, pri kateri ima nastanek ali razvoj dogodkov za posledico odpoved varnostne funkcije elektrarne ali obstaja velika verjetnost, da bo do take odpovedi prišlo, oziroma pri kateri je zaradi sovražne dejavnosti v nevarnosti osebje ali oprema v elektrarni ali je onemogočen učinkovit dostop do opreme in sistemov pomembnih za varnost elektrarne. Obstaja možnost za izpust radioaktivnih snovi v takem obsegu, daje treba uvesti zaščitne ukrepe na območju elektrarne in v izjemnem primeru tudi v neposredni okolici elektrarne.		
1. Zagotoviti, da so aktivirani vsi centri, sile in sredstva zaščite, reševanja in pomoči v skladu z načrti zaščite in reševanja; 2. Zagotoviti, da so razporejene ekipe za izvajanje radiološkega nadzora; 3. Zagotoviti polno pripravljenost sil zaščite, reševanja in pomoči, ki so odgovorne za izvajanje evakuacije v neposredni bližini elektrarne, ki bi bila potrebna, če bi prišlo do poslabšanja razmer; 4. Vzpostaviti komunikacije med elektrarno in ustreznimi zunanjimi organi in institucijami; 5. Kontinuirano obveščati lokalne in republiške centre in informirati javnost o nastanku in stanju izrednega dogodka.	1. O nastanku in vzroku nastanka objektne nevarnosti takoj obvestiti pristojne organe na lokalni in republiški ravni; 2. V celotnem obsegu aktivirati sile in centre za obvladovanje in nadzor izrednega dogodka (tehnični podporni center, operativni podporni center in zunanji podporni center elektrarne); 3. Analizirati stanje v elektrarni in korektivno ukrepati; 4. Zagotoviti zaščitne ukrepe za osebje v elektrarni vključno z evakuacijo elektrarne; 5. Napotiti ekipe in izvajati radiološki nadzor na območju elektrarne in v okolju in vzpostaviti ustrezne komunikacije; 6. Ustreznim organom in institucijam v okolju kontinuirano zagotavljati informacije o stanju in razvoju izrednega dogodka v elektrarni;	1. Zagotavljati dodatno podporo elektrarni; 2. Če se priporoča zaklanjanje, kot zaščitni ukrep v neposredni okolici elektrarne, zagotoviti ustrezno obveščanje prebivalstva v območju z radijem 3 km okoli elektrarne; 3. Zagotavljati navodila in informacije prebivalstvu v okolju elektrarne o statusu ogroženosti; 4. Aktiviranje vseh sil zaščite in reševanja na lokalni in republiški ravni; 5. Ukrepanje v skladu z načrti zaščite, reševanja in pomoči, vključno z razporeditvijo ekip za radiološki nadzor okolja in vzpostavitev ustreznih komunikacij; 6. Zagotoviti ustrezno pripravljenost sil za izvajanje evakuacije v okolici elektrarne, če bi bila potrebna; 7. Izmenjava in skupna ocena rezultatov radiološkega nadzora okolja; 8. Kontinuirano ocenjevanje informacij o stanju elektrarne in rezultatov radiološkega nadzora okolja in na

Namen razglasitve	Ukrepi v elektrarni	Ukrepi v okolju
	7. Vzpostavili komunikacije med elektrarno in ustreznimi organi in institucijami v okolju; 8. Kontinuirano spremljati meteorološke pogoje, ocenjevati doze v okolju in predlagati ŠCZ v okolju zaščitne ukrepe za prebivalstvo v ogroženem območju; 9. Na osnovi stanja v elektrarni in predvidenega razvoja dogodkov zagotavljati informacije ŠCZ v okolju glede dejanskega ali predvidenega obsega in vrste sproščanja radioaktivnih snovi v okolje; 10. Razglasiti višjo stopnjo nevarnosti, če pride do poslabšanja stanja ali razglasiti prenehanje nevarnosti, ko so izpolnjeni pogoji za ponovno vzpostavitev normalnega stanja.	podlagi tega odločanje o ustreznosti zaščitnih ukrepov, ki se izvajajo in o potrebi po spremembi le-teh ter o mobilizaciji si) za izvedbo evakuacije, če bi bila potrebna; 9. Obveščanje prebivalstva v območjih načrtovanja pripravljenosti ter izvajanje potrebnih zaščitnih ukrepov; 10. Informiranje javnosti in priprava novinarskih konferenc skupaj z elektrarno; 11. V primeru poslabšanja razmer, eskalacija v stopnjo nevarnosti splošna nevarnost; 12. Vzdrževati pripravljenost na tej stopnji nevarnosti do ponovne vzpostavitve normalnega stanja ali razglasitve nižje stopnje.
Splošna nevarnost Je stopnja nevarnosti, pri kateri ima nastanek ali razvoj dogodkov za posledico poškodbo / taljenje sredice in odpoved integritete zadrževalnega hrama ali pa obstaja velika verjetnost, da bo to tega prišlo, oziroma pri kateri ima razvoj dogodkov zaradi sovražne dejavnosti za posledico izgubo fizičnega nadzora nad elektrarno. Obstaja možnost za izpust radioaktivnih snovi v večjem obsegu, tako da so preseženi intervencijski nivoji za uvedbo zaščitnih ukrepov v okolju.		
1. Preventivno zaščititi prebivalstvo; 2. Zagotavljati kontinuirano oceno stanja na podlagi informacij iz elektrarne in meritev v okolju; 3. Glede na stopnjo dejanskega ali predvidenega sproščanja radioaktivnega materiala, izvajati dodatne zaščitne ukrepe za prebivalstvo; 4. Vzpostavitev komunikacij med elektrarno in ustreznimi organi, institucijami in silami zaščite, reševanja in pomoči v okolju; 5. Kontinuirano obveščati in informirati javnost o stanju ogroženosti.	1. O nastanku in vzroku nastanka splošne nevarnosti takoj obvestiti ustrezne organe na lokalni in republiški ravni; 2. V celotnem obsegu aktivirati sile in centre za obvladovanje in nadzor izrednega dogodka (tehnični podporni center, operativni podporni center in zunanji podporni center elektrarne), če niso bili aktivirani že prej; 3. Analizirati stanje v elektrarni in korektivno ukrepati; 4. Zagotoviti zaščitne ukrepe za osebje v elektrarni vključno z evakuacijo elektrarne, če že ni bila izvršena prej; 5. Napotiti ekipe in izvajati radiološki nadzor na območju elektrarne in v okolju in	1. Zagotavljati dodatno podporo elektrarni; 2. Aktivirati sistem za takojšne obveščanje prebivalstva o statusu nevarnosti v območjih načrtovanja zaščitnih ukrepov in kontinuirano obveščati prebivalstvo o statusu nevarnosti; 3. Kot osnovni zaščitni ukrep priporočati takojšno evakuacijo prebivalstva v radiju 3 km in odločiti, ali je treba realizirati ta zaščitni ukrep v večjem območju. Odločiti o uporabi tablet KJ (v 10 km območju ali širše); 4. Aktiviranje vseh sil zaščite, reševanja in pomoči na lokalni in republiški ravni; 5. Ukrepanje v skladu z načrti zaščite, reševanja in pomoči, vključno z razporeditvijo ekip za radiološki nadzor okolja in vzpostavitev ustreznih komunikacij;

Namen razglasitve	Ukrepi v elektrarni	Ukrepi v okolju
	vzpostaviti ustrezne komunikacije; 6. Ustreznim organom in institucijam v okolju kontinuirano zagotavljati informacije o stanju in razvoju izrednega dogodka v elektrarni; 7.Vzpostaviti komunikacije med elektrarno in ustreznimi organi in institucijami v okolju; 8. Kontinuirano spremljati meteorološke pogoje, ocenjevati doze v okolju in predlagati ŠCZ v okolju zaščitne ukrepe za prebivalstvo v ogroženem območju; 9. Na osnovi stanja v elektrarni in predvidenega razvoja dogodkov zagotavljati informacije ŠCZ v okolju glede dejanskega ali predvidenega obsega in vrste sproščanja radioaktivnih snovi v okolje; 10. Razglasiti prenehanje nevarnosti, ko so izpolnjeni pogoji za ponovno vzpostavitev normalnega stanja.	6. Zagotoviti polno pripravljenost vseh sil zaščite in reševanja na območju 10 km okoli elektrarne in pripravljenost ostalih sil zunaj tega območja v primeru potrebe; 7. Izmenjava in skupna ocena rezultatov radiološkega nadzora okolja; 8. Kontinuirano ocenjevanje informacij o stanju elektrarne in rezultatov radiološkega nadzora okolja in na podlagi tega odločanje o ustreznosti zaščitnih ukrepov, ki se izvajajo in o potrebi po spremembi le-teh ter o mobilizaciji sil za izvedbo evakuacije, če bi bila potrebna; 9. Obveščanje prebivalstva v območjih načrtovanja zaščitnih ukrepov ter izvajanje potrebnih zaščitnih ukrepov; 10. Priporočanje uporabe suhe krme za krave mlekarice znotraj območja 25 km okoli elektrarne in odločanje o razširitvi tega območja; 11. Informiranje javnosti in priprava novinarskih konferenc skupaj z elektrarno; 12. Vzdrževati pripravljenost na tej stopnji nevarnosti do ponovne vzpostavitve normalnega stanja.

2.13.4 Območja načrtovanja zaščitnih ukrepov

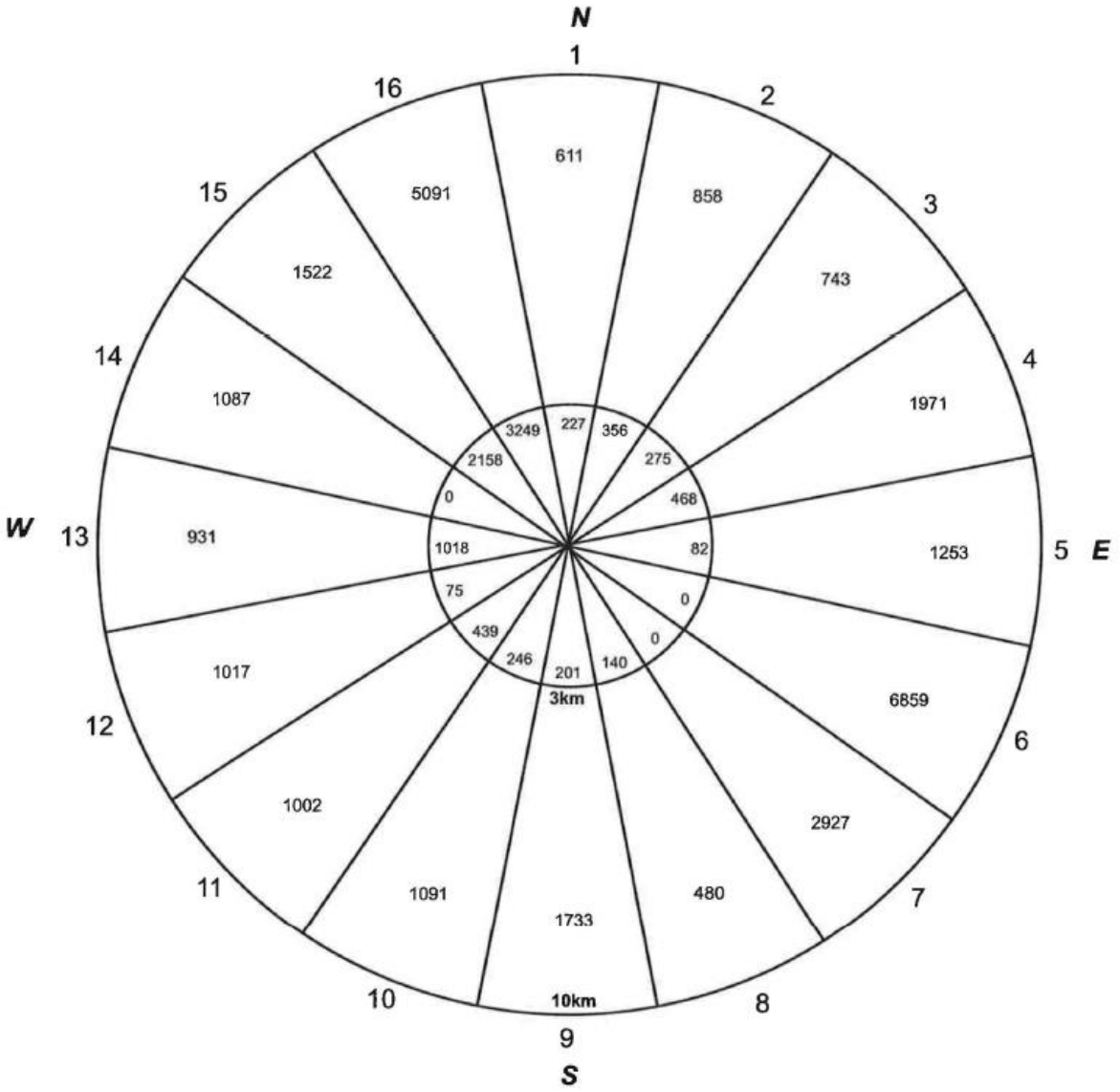
so določena štiri območja načrtovanja zaščitnih ukrepov (Emergency Planing Zones - EPZ) okoli NEK:

1. Območje preventivnih zaščitnih ukrepov (OPU) - območje v oddaljenosti 3 km od NEK, kjer se zaradi neposredne bližine preventivno izvajajo takojšni zaščitni ukrepi. OPU obsega naselja v celoti, tudi če segajo izven 3 km pasu. Zaščitni ukrepi v OPU so takojšni in prehrambni, s poudarkom na zaklanjanju, evakuaciji ter sprejemu in oskrbi evakuiranih prebivalcev iz OPU. Z izvajanjem zaščitnih ukrepov je treba začeti takoj po razglasitvi splošne nevarnosti.
2. Območje takojšnih zaščitnih ukrepov (OTU) - območje v oddaljenosti 10 km od NEK. Zaradi lažjega načrtovanja in izvajanja zaščitnih ukrepov je celotno OTU razdeljeno na območja naselij, ki jih pokriva mreža 16 sektorjev (krožnih izsekov), os prvega poteka proti severu. Zaščitni ukrepi v OTU so takojšni, prehrambni, s poudarki na evakuaciji ter sprejemu in oskrbi evakuiranih prebivalcev iz OTU.
3. Območje načrtovanja in izvajanja dolgoročnih zaščitnih ukrepov (ODU) - območje v oddaljenosti 25 km od NEK. Zaščitni ukrepi na območju ODU se izvajajo na podlagi rezultatov modelov in meritev radioaktivnosti. Zaradi lažjega načrtovanja in izvajanja zaščitnih ukrepov je celotno ODU razdeljeno na območja naselij, ki jih pokriva mreža 16 sektorjev (koţnih izsekov) po 22,5 °. Zaščitni ukrepi so dolgoročni, prehrambni in tudi takojšnji.
4. Območje splošne pripravljenosti (OSP) je celotno območje RS - zaščitni ukrepi na območju celotne RS se izvajajo na podlagi rezultatov modelov in meritev radioaktivnosti. Zaščitni ukrepi na območju celotne RS so dolgoročni, prehrambni in tudi takojšni.

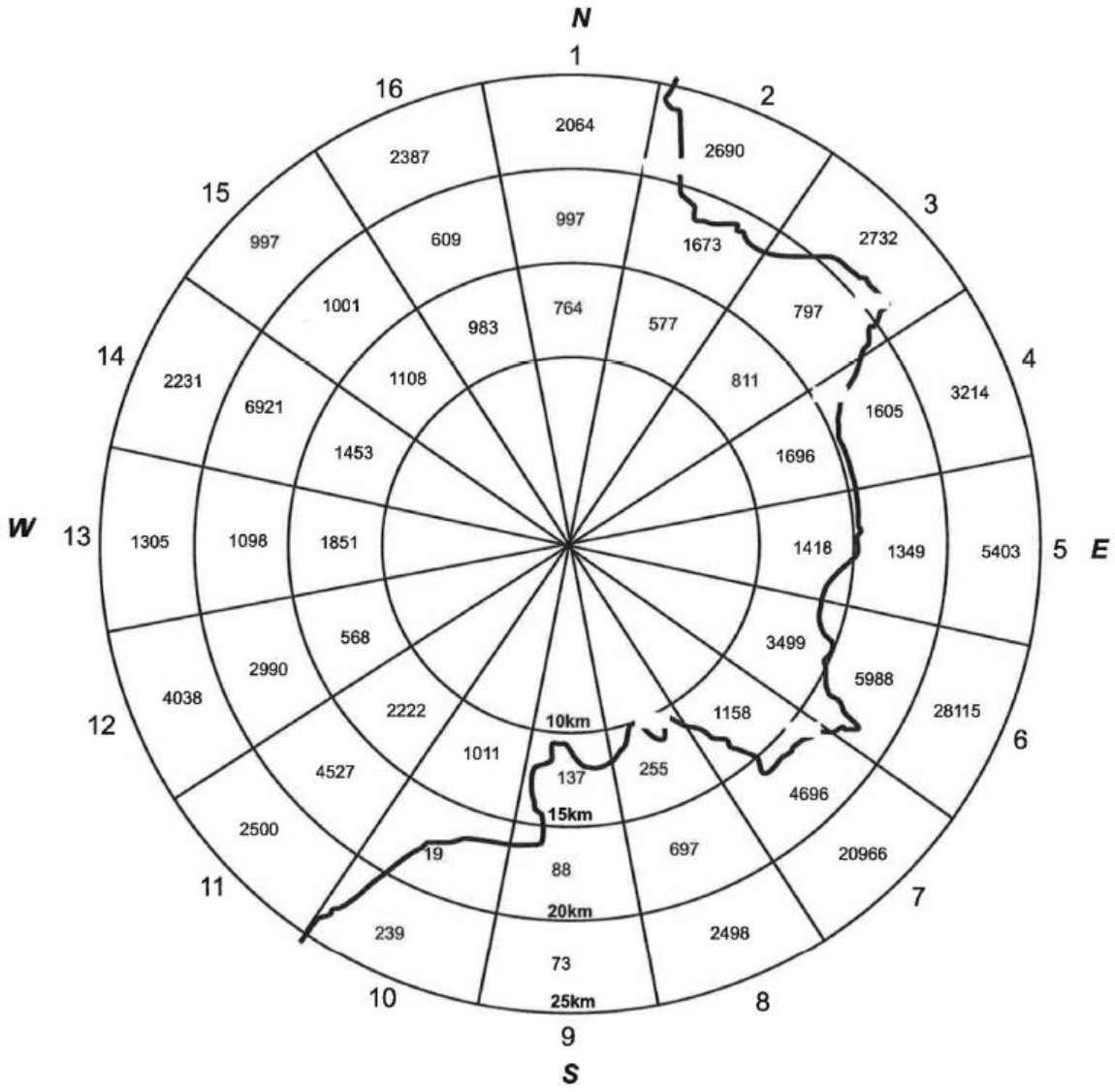
V naslednji tabeli (Tabela 15) so podatki o številu prebivalcev za območja EPZ okoli NEK. Porazdelitev prebivalstva po sektorjih in oddaljenosti od NEK v območju načrtovanja takojšnih zaščitnih ukrepov in v območju načrtovanja dolgoročnih zaščitnih ukrepov je prikazana na slikah v nadaljevanju (Slika 14, Slika 15). Meteorološki in drugi podatki pomembni za načrtovanje zaščitnih ukrepov v okolju se spremljajo in so podani v USAR NEK.

Tabela 15: Podatki o številu prebivalcev v okolici NEK (vir: /37/, /17/)

Območje	**Število prebivalcev**	**Povprečna gostota (št preb. / km^2)**
0-3 km	9.087	321
3-10 km	29.303	103
10-25 km	136.191	84
Skupaj 0-10 km	38.390	122
Skupaj 0-25 km	174.581	89
Reference: Statistični Urad Republike Slovenije, stanje 1. 1. 2020 Republika Hrvaška - Državni Zavod za Statistiku, Popis prebivalstva 2011		



Slika 14: Porazdelitev prebivalstva – območje 10 km okoli NEK (vir:/17/)



Slika 15: Porazdelitev prebivalstva – območje od 10 km do 25 km okoli NEK (vir:/17/)

2.13.5 Pomoč elektrarni v primeru izrednega dogodka

V primeru najtežjih izrednih dogodkov je možno, da elektrarna ostane brez napajanja in virov hladilne vode za hlajenje reaktorja ali izrabljenega goriva. Za take primere NEK razpolaga z mobilno opremo za zagotavljanje napajanja, hlajenja in tehnološkega zraka za daljše obdobje. NEK je sposobna obvladovati najtežje izredne dogodke z opremo na območju elektrarne in izmenskim osebjem brez kakršnekoli zunanje podpore v sredstvih ali silah prvih 24 ur po nastanku takih dogodkov oziroma 7 dni brez zagotavljanja večje opreme.

Podporo elektrarni pri obvladovanju izrednega dogodka zagotavljajo pogodbene podporne organizacije, dobavitelji opreme in projektantske organizacije ter mednarodne strokovne organizacije in združenja. Podpora elektrarni s strani podpornih institucij se zagotavlja z vnaprej sklenjenimi pogodbami, ki se redno obnavljajo. Pomoč mednarodnih strokovnih organizacij in združenj se zagotavlja v okviru članstva NEK v teh ustanovah. Dodatna podpora elektrarni se zagotavlja s strani države v okviru državnega Načrta zaščite in reševanja za primer jedrske ali radiološke nesreče, iz državnih rezerv za primer naravnih in drugih nesreč ali iz državnih blagovnih rezerv oziroma v okviru mednarodne pomoči na osnovi meddržavnih sporazumov.

Podpora elektrarni v primeru izrednega dogodka vključuje predvsem:

- ekspertno tehnično, projektantsko in inženirsko podporo;
- gašenje požarov in zagotavljanje požarne zaščite;
- intervencije v rokovanju z nevarnimi snovmi, prečrpavanja, vzpostavitev poplavne zaščite;
- pomoč pri izvajanju mobilnih strategij za obvladovanje izvenprojektnih nesreč;
- reševanje, nudenje pomoči in zagotavljanje medicinske oskrbe ponesrečencem v elektrarni;
- izvajanje radiološkega nadzora in meritev v okolici elektrarne;
- obveščanje elektrarne o dogodkih in razmerah v okolju, ki bi lahko vplivali na varnost elektrarne;
- zagotavljanje prostorov za delovanje zunanjega podpornega centra in drugih zunanjih lokacij elektrarne pomembnih za obvladovanje izrednega dogodka;
- logistično podporo (prehrana, prevozi).

2.14 OBSTOJEČA DOVOLJENJA

NEK obratuje v skladu s časovno neomejenim obratovalnim dovoljenjem (odločba Republiškega energetskega inšpektorata št. 31-04/83-5, odločba URSJV št. 3570- 8/2012/5, sprememba dovoljenja za obratovanje NEK z dne 22. 3. 2013) /4/, ki je neposredno povezano z varnostnim poročilom NEK (angl. USAR - Updated Safety Analysis Report - rev. 26) /3/ in vsebuje vse pogoje in omejitve za varno obratovanje elektrarne. NEK je tehnično sposobna obratovati vsaj še dodatnih 20 let, pod pogojem, da v skladu z veljavno zakonodajo vsakih 10 let opravi obdobni varnostni pregled (angl. PSR - Periodic Safety Review; po ZVISJV-1 občasni varnostni pregled).

Gradnja NEK se je začela leta 1974. Uporabno dovoljenje za obratovanje NEK zgrajene z gradbenimi dovoljenji Republiškega sekretariata za industrijo SRS Ljubljana je bilo izdano 17. 7. 1989 z odločbo Republiškega komiteja za industrijo in gradbeništvo Ljubljana št. 351-02/89-15. Dobavitelj elektrarne je podjetje Westinghouse iz Združenih držav Amerike. NEK je bila umeščena v prostor skladno z lokacijskim dovoljenjem in tedaj veljavno zakonodajo.

2.14.1 Obratovalno dovoljenje

Gorivo je bilo prvič vstavljeno v reaktor maja leta 1981 po pridobitvi posebnega dovoljenja. Elektrarna je bila sinhronizirana na elektroenergetsko omrežje v oktobru istega leta.

Med poskusnim obratovanjem je bila dosežena polna moč avgusta 1982. Z odločbo št. 31-04/83-5 z dne 6. 2. 1984, ki jo je izdal Republiški energetski inšpektorat v Ljubljani, je NEK pridobila posebno soglasje za začetek obratovanja (dovoljenje za obratovanje). Upravni postopek je potekal na osnovi preliminarnega in končnega varnostnega poročila NEK z upoštevanjem predpisov države dobaviteljice in ob pomoči misij Mednarodne agencije za atomsko energijo.

NEK je nato dne 17. 7. 1989 pridobila od Republiškega komiteja za industrijo in gradbeništvo SRS uporabno dovoljenje št. 351-02/89-15 z dne 17.07.1989 Vsa varnostna oprema v NEK je projektirana v skladu z zahtevami upravnega organa Združenih držav Amerike (US Nuclear Regulatory Commission) iz leta 1973.

Podjetje Westinghouse, kot glavni pogodbeni partner, je bilo odgovorno za implementacijo teh zahtev v fazah projektiranja, gradnje in preizkušanja.

Za izboljšanje varnosti je bilo med obratovanjem izvedenih že mnogo sprememb opreme. NEK je bila v skladu z odločbo URSJV št. 390-2/2004/1/13 z dnem 8. 7. 2004 razvrščena med jedrske objekte.

NEK je vpisana v register sevalnih in jedrskih objektov pod zaporedno št. 1.

2.14.2 Okoljevarstveno dovoljenje za emisije snovi v vode

NEK je Ministrstvu za okolje in prostor (MOP), Agenciji Republike Slovenije za okolje (ARSO) v letu 2006 podala vlogo za izdajo okoljevarstvenega dovoljenja za obratovanje naprave NEK.

MOP je dne 30. 6. 2010 izdalo odločbo št. 35441-103/2006-24, Okoljevarstveno dovoljenje za obratovanje NEK glede emisij v vode /49/, v katerem so bili za obratovanje naprave podani posebni pogoji. Kasneje sta bili z dnem 4. 6. 2012 in 10. 10. 2013 izdani odločbi št. 35441-103/2006-33 in 35444-11/2013-3, ki sta uvedli spremembe v točkah, ki določajo pogoje za obratovanje naprave. NEK obratuje v skladu z veljavnim okoljevarstvenim dovoljenjem.

2.14.3 Vodna dovoljenja

NEK prav tako obratuje skladno z vodnimi dovoljenji za odvzem vode za tehnološke namen. Prvo delno vodno dovoljenje je bilo izdano 15. 10. 2009 št. 35536-31/2006-16 /50/, ki je bilo zaradi spremembe količine odvzema savske vode spremenjeno z odločbo št. 35536-54/2011-4 dne 8. 11. 2011 ter odločbo št. 35530-7/2018-2 z dne 22. 6. 2018. V zadnjih dveh letih sta bili izdani še vodni dovoljenji za nove vodnjake: vodno dovoljenje št. 35530-100/2020-4 z dne 14. 11. 2020 in vodno dovoljenje št. 35530-48/2020-3 z dne 9. 9. 2021 /276/.

2.14.4 Sprememba obratovalnega dovoljenja - časovno neomejeno obratovanje

Leta 2012 je Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost (URSJV) z odločbama št. 3570-6/2009/28 in št. 3570-6/2009/32 potrdila in odobrila spremembe varnostnega poročila NEK (USAR) /3/ in pripadajoče dokumentacije, ki so do tedaj omejevali obratovalno dobo na 40 let. Potrjene spremembe sedaj zagotavljajo možnost obratovanja NEK še nadaljnjih 20 let, t.j. skupno 60 let.

Obratovanje NEK se je s tem podaljšalo s predvidenega leta 2023 do 2043, ob pogoju, da bosta uspešno opravljena občasna varnostna pregleda v letih 2023 in 2033. Na podlagi omenjenih odločb URSJV sta Republika Slovenija in Republika Hrvaška, kot lastnika NEK na podlagi Meddržavne pogodbe /11/, podprli odločitev o podaljšanju obratovalne dobe NEK do leta 2043 /33/.

2.15 CELOVITI NACIONALNI ENERGETSKI IN PODNEBNI NAČRT REPUBLIKE SLOVENIJE – NEPN

NEPN /20/ je strateški dokument, ki za obdobje do leta 2030 (in vizijo do leta 2040) določa cilje, politike in ukrepe za pet razsežnosti energetske unije:
1. razogljičenje (emisije toplogrednih plinov (TGP) in obnovljivi viri energije (OVE)),
2. energetska učinkovitost,
3. energetska varnost,
4. notranji trg energije ter
5. raziskave, inovacije in konkurenčnost.

Projekti in ukrepi, določeni v NEPN, so z vidika energetske in podnebne politike v skladu z Energetskim zakonom v javnem interesu.

V okviru NEPN so obravnavani in analizirani sledeči scenariji prihodnje rabe in oskrbe z energijo:
- scenarij z obstoječimi ukrepi (OU) - nadaljnji razvoj temelji na nadaljevanju izvajanja vseh ukrepov, ki so že bili sprejeti do 1. oktobra 2018,
- scenarij NEPN.

Scenarij z obstoječimi ukrepi je primerjalne narave in predvideva minimalne dodatne investicije v velike naprave. Predvideva dokončanje verige hidroelektrarn na spodnji Savi, drugih investicij v obnovljive vire energije (OVE) pa ne predvideva. Predpostavljeno je tudi delovanje obstoječe NEK do konca podaljšane

obratovalne dobe (leta 2043) ob pridobitvi ustreznega okoljevarstvenega soglasja. Scenarij NEPN, ki je razvojno naravnan, predvideva večjo proizvodnjo električne energije iz hidroenergije ter tudi iz vetra in sonca, ki spadata med razpršene vire, v kombinaciji s hranilniki električne energije. Scenarij NEPN obravnava dve opciji, in sicer eno, ki temelji na rabi sintetičnega plina, in drugo, ki načrtuje novo jedrsko elektrarno. Tako prva kot druga ohranjata obstoječo NEK do leta 2043, ob pridobitvi okoljevarstvenega soglasja.

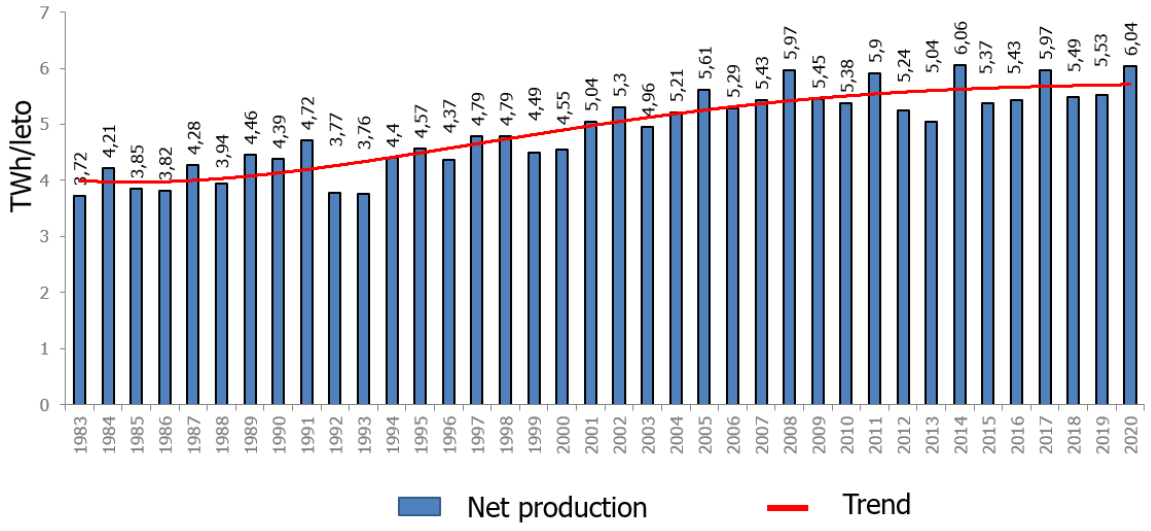
Vzporedno s pripravo NEPN je potekala celovita presoja vplivov izvedbe NEPN na okolje. V okviru priprave NEPN in njegove celovite presoje je potekala tudi razprava glede zahtevnosti ciljev in prispevkov do leta 2030. Široka in utemeljena razprava je potekala na strokovnih podlagah in je bila ključna za doseganje soglasja čim širšega kroga deležnikov glede zahtevnih, a izvedljivih slovenskih ciljev do leta 2030, ki upoštevajo pomembne nacionalne okoliščine in pomenijo ustrezen korak k podnebno nevtralni Sloveniji do leta 2050.

Med cilji Slovenije z vidika NEPN so:
- dekarbonizacija energetike,
- zagotavljanje zanesljive in konkurenčne oskrbe z energijo,
- ohranjanje visoke ravni elektroenergetske povezanosti s sosednjimi državami,
- vsaj 75 % oskrba z električno energijo iz virov v Sloveniji do leta 2030 in do leta 2040 ter zagotavljanje ustrezne zanesljivosti oskrbe z električno energijo,
- nadaljevanje izkoriščanja jedrske energije in ohranjanje odličnosti v obratovanju jedrskih objektov v Sloveniji,
- zmanjševanje uvozne odvisnosti na področju fosilnih goriv,
- povečanje odpornosti elektrodistribucijskega omrežja proti motnjam - povečati delež podzemnega srednje-napetostnega omrežja z zdajšnjih 35 % na vsaj 50 %.

Iz zgoraj naštetega je razvidno, da ima obratovanje NEK bistveno vlogo pri uresničevanju ciljev zastavljenih v NEPN.

Posodabljanje delovnih procesov, tehnološke nadgradnje, 18-mesečni gorivni ciklus in zavzetost zaposlenih zagotavljajo stabilno proizvodnjo in povečanje proizvodnje električne energije. V obdobju, ko celoten svet in Evropa še posebej oblikujeta energetske strategije za soočanje s podnebnimi spremembami, so tovrstni rezultati tudi del podpore razumevanju, da je jedrska energija strateškega pomena za prehod v nizkoogljično družbo, jedrska energija bo ohranila energetsko neodvisnost držav, gospodarstvu omogočala konkurenčnost, državljanom pa dostopnost električne energije.

Na sliki spodaj (Slika 16) je prikaz povečanja proizvodnje električne energije od začetka obratovanja NEK.



Slika 16: Neto proizvodnja električne energije od leta 1984 do leta 2020 (vir:/1/)

2.16 PROJEKTNE OSNOVE DOLGOROČNEGA OBRATOVANJA NEK

Na podlagi vrste študij in analiz je URSJV z odločbo št. 3570-6/2009/32 z dne 20. 6. 2012 potrdila, da je stanje opreme zaradi staranja v NEK ustrezno, ter da so pri tem zagotovljene vse varnostne rezerve in funkcije delovanja.

Zmožnost podaljšanega obratovanja temelji predvsem na sledečih dejstvih:
1. elektrarna ima vgrajene materiale in opremo, ki imajo dovolj varnostnih rezerv;
2. zamenjana je bila vsa oprema, ki vpliva na zanesljivost obratovanja;
3. elektrarna obratuje stabilno;
4. izvedena je bila varnostna nadgradnja v skladu z zahtevo ZVISJV-1 in nauki iz vseh dosedanjih velikih jedrskih nesreč, kar se odraža v ENSREG slov. nacionalnem po-fukušimskem načrtu;
5. NEK ima temeljit program staranja opreme AMP, s katerim spremlja staranje vseh pasivnih struktur in komponent (reaktorska posoda, betoni, podzemni cevovodi, jeklene konstrukcije, električni kabli ...). Prav tako se z učinkovitim programom preventivnega vzdrževanja spremlja tudi staranje aktivnih komponent.

Z naštetimi dejanji so že vzpostavljeni vsi potrebni tehnični predpogoji za podaljšanje obratovalne dobe.

2.17 OBSTOJEČI POSEGI NA OBMOČJU IN POVEZAVE Z OBRAVNAVANIM POSEGOM

Na območju posega obratuje NEK na podlagi obratovalnega dovoljenja /4/, ki je neposredno povezano z varnostnim poročilom NEK /3/ in vsebuje vse pogoje in omejitve za varno obratovanje elektrarne. NEK ima veljavno, časovno neomejeno obratovalno dovoljenje in je tehnično zmožna obratovati vsaj do leta 2043, pod pogojem, da v skladu z veljavno zakonodajo vsakih 10 let opravi občasni varnostni pregled (angl. PSR - Periodic Safety Review), ki ga potrdi upravni organ, t.j. Uprava RS za jedrsko varnost. Obveza NEK je zagotavljanje vseh vidikov varnosti delovanja elektrarne.

Obravnavani poseg je podaljšanje obratovalne dobe za 20 let in sicer od leta 2023 do leta 2043.

V bližini NEK je predvidena izgradnja odlagališča NSRAO Vrbina, Krško. Za nameravani poseg je bila izvedena presoja vplivov na okolje in pridobljeno okoljevarstveno soglasje številka: 35402-29/2017-169 z dne 30.6.2021 in dopolnilna odločba številka: 35402-29/2017-172 z dne 5.7.2021.

2.18 AKTIVNOSTI, POVEZANE Z OPUSTITVIJO POSEGA IN PO NJEJ

Opustitev posega oz. prenehanje obratovanja je opredeljeno kot prenehanje rednega obratovanja jedrske elektrarne pri čemer:

- ni več proizvodnje električne energije,
- jedrsko gorivo ni več v reaktorju, ampak je to varno shranjeno v bazenu za izrabljeno gorivo in/ali v suhem skladišče za izrabljeno gorivo (IG).

V času opustitve posega se postopek razgradnje jedrskega objekta še **ni začel**.

V tem obdobju (opustitve) je še vedno treba zagotavljati nadzor nad jedrskimi materiali in zagotavljati aktivno hlajenje jedrskega goriva v bazenu.

Po opustitvi posega sledi razgradnja celotnega objekta, skladno s programom razgradnje /13/.

Razgradnja objekta **ni predmet** te presoje in bo predmet drugih upravnih postopkov s področja graditve objektov, jedrske varnosti in varstva okolja, zato v tem poročilu v delih, ki se nanašajo na vplive v primeru opustitve posega, le-ta **ni obravnavana**.

V obdobju opustitve posega se vplivi na okolje bistveno ne spremenijo, saj je to še vedno jedrski objekt, ki mora zagotavljati skoraj vse funkcije kot v času rednega obratovanja.

Vplivi na okolje zaradi podaljšanja obratovalne dobe NEK so torej opisani in ocenjeni oziroma ovrednoteni za čas obratovanja in za opustitev posega, pri čemer še enkrat poudarjamo, da opustitev posega **ne vključuje** programa razgradnje zaradi razlogov, opisanih v začetku tega poglavja**.**

2.18.1 Splošno o razgradnji[3]

Razgradnja jedrskega objekta so vsi ukrepi, ki privedejo objekt v stanje, ko nadzor objekta po določbah predpisov s področja jedrske varnosti in varstva pred sevanji ni več potreben in ko objekt lahko preide v neomejeno rabo. Razgradnja vključuje postopke dekontaminacije, postopke rušitev in odstranitev zgradb, postopke demontaže sistemov in naprav ter odstranitev radioaktivnih odpadkov in izrabljenega goriva iz objekta.[4]

V skladu z zadnjo izdajo Programa razgradnje NEK /13/ bo razgradnja potekala v **dveh** fazah.

V **prvi fazi**, po koncu obratovanja NEK, bo opravljena razgradnja energetskega dela NEK, tako da bodo iz vseh objektov, razen iz suhega skladišča, odstranjene radioaktivne snovi in s tem za večji del objektov in površin doseženo stanje, za katerega ne veljajo več zahteve za jedrske objekte (brown field). V obratovanju bo ostalo le suho skladišče ter objekti, sistemi in naprave, potrebni za obratovanje suhega skladišča (električno napajanje, varovanje, merjenje temperature, sevanja in vlažnosti in protipožarna zaščita).

V **drugi fazi** razgradnje bodo radioaktivne snovi odstranjene tudi iz suhega skladišča. Objekt suhega skladišča bo porušen, prav tako bodo porušeni tudi vsi preostali objekti na lokaciji NEK, s čimer bo dosežena popolna sanacija lokacije in možnost neomejene rabe (green field). Dodatno bo v naslednji reviziji Programa razgradnje NEK (4th Revision of the NPP Krško Decommissioning Program) obdelana opcija, pri kateri bi zgradba za ravnanje z gorivom (FHB) ostala na voljo za potrebe izvajanja popravil večnamenskih vsebnikov tudi še po razgradnji ostalih objektov NEK«, ki ga navajamo tudi v PVO za SFDS.

Dejavnosti razgradnje se bodo začele izvajati po koncu obratovanja NEK v letu 2043 in bodo trajale do konca razgradnje suhega skladišča IG, ki bo po osnovnem scenariju delovalo do leta 2103, po občutljivostnem scenariju pa do leta 2075.

2.19 OKOLJSKE ZNAČILNOSTI POSEGA

2.19.1 Raba / poraba naravnih virov

Naravni vir je po definiciji Zakona o varstvu okolja /ZVO-1/ del okolja, kadar je predmet gospodarske rabe, deli okolja pa so tla, mineralne surovine, voda, zrak in živalske ter rastlinske vrste, vključno z njihovim genskim materialom.

2.19.1.1 Obratovanje

Raba naravnih virov v NEK vključuje rabo vode (pitno vodo iz javnega vodovodnega omrežja, vodo iz vodnjakov in rečno vodo iz reke Save za tehnološke potrebe). Pitna voda se uporablja za sanitarne potrebe in za potrebe požarnega varstva, rečna in vodnjaška voda pa za tehnološke namene. Obstoječa letna raba vode je prikazana v naslednji tabeli. Z nameravanim posegom se raba vode ne povečuje.

[3] Razgradnja objekta ni predmet te presoje in bo predmet drugih upravnih postopkov s področja graditve objektov, jedrske varnosti in varstva okolja.
[4] Prirejeno po Zakonu o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (ZVISJV-1, UL RS, št. 76/17 in 26/19), 3. člen, 1. odstavek, 85. točka.

Tabela 16: Bilanca porabljene vode v letu 2020 (vir: /237/)

Vir vode	**Leto 2020 (v 1000 m³/leto)**
Iz javnega vodovoda	31
Iz lastnega vira	204
Drugo	768.622
Oskrba z vodo – skupaj	**768.857**
Poraba vode	
Hladilne odpadne vode	190
Komunalne odpadne vode	10
Industrijske odpadne vode	768.626
Izparela voda	30
Izguba vode zaradi okvare sistema	1
Poraba vode – skupaj	**768.857**

2.19.1.2 Prenehanje obratovanja

Raba / poraba naravnih virov v primeru prenehanja obratovanja bo bistveno zmanjšana napram rednemu obratovanju. Še vedno bo potrebno hlajenje bazena za izrabljeno gorivo in nekatere ostale varnostne komponente - odvzem in vračanje vode v reko Savo bo na nivoju približno 1,6 m^3/s.

2.19.2 Stranski proizvodi in ravnanje z njimi

Stranskih proizvodov pri obravnavanem posegu ne bo.

2.19.3 Emisije ionizirajočega sevanja

2.19.3.1 Obratovanje

S podaljšanjem obratovalne dobe bodo izpusti radioaktivnih snovi v okolje enaki ali manjši kot so v obstoječem stanju. NEK nenehno nadgrajuje in izboljšuje varnostne in procesne sisteme, kar pomeni tudi vedno manjše obremenjevanje okolja. Na osnovi dosedanjega stanja je ocenjena letna efektivna doza za najbolj obremenjenega prebivalca za vplive, ki jih povzroča NEK, največ okoli 0,1 µSv. To je približno 0,005 % naravnega ozadja.

Z začetkom obratovanja suhega skladišča za izrabljeno gorivo se bo povečala doza na ograji NEK v bližini lokacije skladišča. Vendar pa letna efektivna doza zunanjega sevanja na ograji NEK po uskladiščenju izrabljenega goriva ne bo presegala omejitve 200 µSv (RETS 3.11.7).

Hitrost doze na zunanji steni zgradbe za suho skladiščenje izrabljenega goriva ne bo presegala omejitve 3 µSv/uro, ki jo določa točka 3.2.b.2.1 specifikacije SP-ES5104 oziroma omejitev iz četrte točke prvega odstavka 4. člena Pravilnika o ukrepih varstva pred sevanji na nadzorovanih in opazovanih območjih - SV8A (UL RS, št. 47/18), ki določa mejno povprečno hitrost doze v osmih urah za nadzorovana območja. Okolice zgradbe za skladiščenje izrabljenega goriva zato ni treba opredeliti za nadzorovano območje.

2.19.3.2 Prenehanje obratovanja

Po prenehanju obratovanja NEK jedrsko gorivo ne bo več v reaktorju, ampak bo to varno shranjeno v bazenu za izrabljeno gorivo in/ali v suhem skladišče za izrabljeno gorivo (IG). Ionizirajoče sevanje zaradi

suhega skladišča bo prisotno na ograji NEK, kot je razvidno iz tabele (Tabela 127), v poglavju (5.11.1), medtem ko bodo zračne in tekočinske emisije bistveno zmanjšane ali pa jih ne bo več.

2.19.4 Vrste in količine odpadkov ter ravnanje z njimi

Zaradi podaljšanja obratovalne dobe se vrste in letne količine odpadkov (tudi radioaktivnih) v NEK glede na obstoječe stanje ne bodo bistveno spremenile. Dinamika nastajanja odpadkov ostaja enaka.

2.19.4.1 Obratovanje

Radioaktivni odpadki
Dinamika nastajanja odpadkov ostaja **nespremenjena** in bo v okviru določil USAR /3/ in RETS /7/. Zaradi podaljšanja obratovalne dobe z leta 2023 na leto 2043 bo nastalo za 547 m^3 oziroma 884 t obratovalnih NSRAO.

Količina NSRAO odpadkov na dan 31. 12. 2020 je podana v naslednji tabeli (Tabela 17).

Tabela 17: Inventar NSRAO odpadkov po obdelavi, ki se nahajajo v Zgradbi za skladiščenje – stanje na dan 31. 12. 2020 (vir: podatki NEK, /227/)

Vrsta odpadkov	Oznaka	Število paketov	Aktivnost gama [Bq]	Aktivnost alfa [Bq]*	Prostornina [m^3]
produkti sežiganja	A	[1]70	$5{,}14\cdot10^{9}$	$1{,}14\cdot10^{8}$	14,6
posušene izrabljene smole ionskih izmenjevalcev iz sekundarnega kroga	BR	[2]1	$8{,}80\cdot10^{8}$	$1{,}33\cdot10^{6}$	0,2
stisljivi odpadki	CW	[3]7	$1{,}95\cdot10^{8}$	$3{,}34\cdot10^{5}$	1,5
posušeni koncentrat izparilnika	DC	9	$1{,}75\cdot10^{9}$	$1{,}70\cdot10^{5}$	1,8
posušene usedline	DS	1	$3{,}39\cdot10^{7}$	$6{,}30\cdot10^{3}$	0,2
koncentrat izparilnika	EB	2	$2{,}28\cdot10^{8}$	$1{,}19\cdot10^{5}$	0,4
izrabljeni filtri	F	117	$1{,}10\cdot10^{11}$	$4{,}74\cdot10^{7}$	24,3
drugi odpadki	O	[4]7	$3{,}56\cdot10^{8}$	$1{,}28\cdot10^{6}$	1,5
posušene izrabljene smole ionskih izmenjevalcev iz primarnega kroga	PR	1	$1{,}43\cdot10^{10}$	$9{,}69\cdot10^{6}$	0,15
stisnjeni odpadki leta 1988, 1989	SC	617	$1{,}29\cdot10^{10}$	$2{,}09\cdot10^{8}$	197,4
izrabljeni ionski izmenjevalci	SR	689	$1{,}87\cdot10^{12}$	$3{,}75\cdot10^{9}$	143,3
TTC, v katere so vloženi stisnjeni odpadki leta 1994 in 1995 ter stiskanci sprotnega superkompaktiranja 2006, 2007, 2008, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014.	ST	1853	$5{,}32\cdot10^{11}$	$6{,}73\cdot10^{8}$	1601,0
TTC, v katere so vloženi standardni nestisnjeni sodi	TI	364	$1{,}23\cdot10^{13}$	$1{,}93\cdot10^{10}$	316,2
Skupaj		**3.738**	$\mathbf{1{,}49\cdot10^{13}}$	$\mathbf{2{,}41\cdot10^{10}}$	**2.302,6**

* Aktivnost alfa je določena na osnovi razmerja aktivnosti sevalcev alfa in aktivnosti radionuklida 137Cs, kot je bilo ugotovljeno v referenčnih vzorcih.

1 Dodatnih 19 paketov se nahaja v Dekontaminacijski zgradbi in bodo prestavljeni v skladišče NSRAO v NEK (4,0 m^3)
2 Dodatnih 53 paketov se nahaja v Dekontaminacijski zgradbi, pripravljenih na sežig (10,6 m^3)
3 Dodatnih 393 paketov se nahaja v WMB in DB, pripravljenih za pošiljko na sežig (81,7 m^3)
4 Dodatnih 28 paketov se nahaja v WMB pred meritvami in skladiščenjem v RWSB (5,8 m^3)
5 Dodatnih 80 ingotov se nahaja v Dekontaminacijski zgradbi (8,8 m^3)

Na 13. seji Meddržavne komisije za spremljanje izvajanja Pogodbe med Vlado Republike Hrvaške in Vlado Republike Slovenije o ureditvi statusnih in drugih pravnih razmerij, povezanih z vlaganji, izkoriščanjem in razgradnjo[5] NEK (MDP), ki je potekala 30. septembra 2019, je bilo na podlagi poročila Koordinacijskega odbora odločeno, da skupna rešitev skladiščenja NSRAO ni možna.

Skupne količine NSRAO, ki si jih bosta morali razdeliti slovenska in hrvaška stran, določene na osnovi inventarja odpadkov v skladišču NEK in ocen o nastajanju NSRAO v prihodnosti pri obratovanju in razgradnji NEK, so prikazane v naslednji tabeli (Tabela 18).

Tabela 18: Skupne količine NSRAO, ki si jih bosta morali razdeliti slovenska in hrvaška stran /36/.

Obdobje nastajanja NSRAO	Vir podatkov	Masa (t)	Prostornina (m^3)	Aktivnost (Bq)[6]
1983 - 2018[7]	inventar	4.877,4	2294,9	5,98 E13
2018 - 2023	ocena	264	163,4	1,44 E13
skupaj do leta 2023	ocena	5.141,4	2458,3	7,42 E13
2024 - 2043	ocena	883,7	546,6	4,83 E13
razgradnja NEK	PO3[8]	2.860	2.842	/
razgradnja suhega skladišča IG	PO3	392	407	/

Vsaka stran bo ravnala s svojo polovico NSRAO v skladu z nacionalnima strategijama in programoma ravnanja z RAO/36/.

Odlaganje slovenske polovice odpadkov v Vrbini je v skladu z osnovnim scenarijem predvideno v dveh fazah: v prvi fazi, od leta 2023 do leta 2025, bodo odloženi sedaj skladiščeni NSRAO iz obratovanja in iz drugih virov, v drugi fazi, od leta 2050 do leta 2058, pa preostanek NSRAO iz obratovanja NEK skupaj z NSRAO iz razgradnje, takrat pa se bodo pričeli tudi postopki za končno zaprtje odlagališča. NSRAO iz drugih virov so NSRAO, ki izpolnjujejo merila sprejemljivosti odpadkov za odlaganje, izvirajo pa iz Centralnega skladišča radioaktivnih odpadkov.

Hrvaški scenarij predpostavlja, da se bo hrvaški del obratovalnih NSRAO prepeljal na Hrvaško v center za ravnanje z radioaktivnimi odpadki (CRAO), ki bo izgrajen v skladu s Strategijo. Prednostna lokacija centra CRAO je Čerkezovac, lokacija vojaškega logističnega kompleksa, ki pa ga vojska v prihodnje ne namerava uporabljati. Čerkezovac leži v občini Dvor na južnih pobočjih masiva Trgovska gora.

Izrabljeno gorivo

Vse izrabljeno gorivo v NEK je trenutno shranjeno v bazenu za izrabljeno gorivo, kjer je v rešetkah za skladiščenje na voljo 1.694 celic. Ob koncu leta 2020 je bilo tako v bazenu za izrabljeno gorivo shranjenih skupno 1.323 gorivnih elementov, upoštevajoč tudi dva posebna kontejnerja z gorivnimi palicami in fisijsko celico iz leta 2017.

[5] Razgradnja objekta ni predmet te presoje in bo predmet drugih upravnih postopkov s področja graditve objektov, jedrske varnosti in varstva okolja.
[6] Vrednost brez upoštevanja radioaktivnega razpada.
[7] V času do leta 2020 je bil del odpadkov dodatno predelan.
[8] Third Revision of the Krško NPP Radioactive Waste and Spent Fuel Disposal Program, version 1.3, September 2019, ARAO - Agency for Radwaste Management, Ljubljana, Fund for financing the decommissioning of the Krško NPP, Zagreb (PO3), Table 4-17

V skladišče bodo prestavljeni izrabljeni gorivni elementi iz bazena za izrabljeno gorivo v štirih kampanjah, ki so navedene v naslednji tabeli (Tabela 19).

Tabela 19: Kampanje prestavitev IG iz bazena v suho skladiščenje

Kampanje prestavitve:	Izvedba	Okvirno število gorivnih elementov
Kampanja I	2023	592 gorivnih elementov
Kampanja II	2028	592 gorivnih elementov
Kampanja III	2038	444 gorivnih elementov
Kampanja IV	2048	ostali gorivni elementi

Če bi NEK obratovala do konca leta 2023, bi pri tem nastalo 1.553 elementov IG, v primeru obratovanja do konca leta 2043 pa bi jih nastalo skupno 2.281.

Zaradi podaljšanja obratovalne dobe z leta 2023 na leto 2043 bo torej nastalo dodatnih 728 elementov IG.

Ravnanje z ostalimi odpadki

V naslednji tabeli so prikazani podatki iz uradnih evidenc Agencije RS za okolje o vrstah in količinah nastalih odpadkov v letu 2020. Predvsem gradbeni odpadki in nekateri drugi odpadki so nastali zaradi izvajanja gradbenih del in niso del normalnega obratovanja NEK.

Tabela 20: Vrste in količine nastalih odpadkov v letu 2020 (vir: /132/)

Zap. št.	Številka odpadka	Naziv odpadka	Količina 2020 (kg)
	08	ODPADKI IZ PROIZVODNJE, PRIPRAVE, DOBAVE IN UPORABE (PPDU) SREDSTEV ZA POVRŠINSKO ZAŠČITO (BARVE, LAKI IN EMAJLI), LEPIL, TESNILNIH MAS IN TISKARSKIH BARV	
	08 01	Odpadki iz proizvodnje, priprave, dobave, uporabe in odstranjevanja barv in lakov	
1	08 01 11*	Odpadne barve in laki, ki vsebujejo organska topila ali druge nevarne snovi	100
	12	ODPADKI IZ OBLIKOVANJA TER FIZIKALNE IN MEHANSKE POVRŠINSKE OBDELAVE KOVIN IN PLASTIKE	
	12 01	Odpadki iz oblikovanja ter fizikalne in mehanske površinske obdelave kovin in plastike	
2	12 01 09*	Strojne emulzije in raztopine, ki ne vsebujejo halogenov	564
3	12 01 12*	Izrabljeni voski in masti	91
	12 03	Odpadki iz postopkov razmaščevanja z vodo in paro (razen 11)	
4	12 03 02*	Odpadki iz razmaščevanja s paro	202
	13	ODPADKI OLJ IN ODPADKI TEKOČIH GORIV (razen jedilnih olj in tistih olj, ki so navedeni v poglavjih 05, 12 in 19)	
	13 01	Odpadna hidravlična olja	
5	13 01 10*	Mineralna neklorirana hidravlična olja	89
	13 02	Odpadna motorna olja, olja prestavnih mehanizmov in mazalna olja	
6	13 02 05*	Mineralna neklorirana motorna olja, olja prestavnih mehanizmov in mazalna olja	3.143
	13 03	Odpadna olja za izolacijo in prenos toplote	
7	13 03 10*	Druga olja za izolacijo in prenos toplote	148
	13 07	Odpadki tekočih goriv	
8	13 07 01*	Kurilno olje in dizel	431

Zap. št.	Številka odpadka	Naziv odpadka	Količina 2020 (kg)
	15	ODPADNA EMBALAŽA; ABSORBENTI, ČISTILNE KRPE, FILTRIRNA SREDSTVA IN ZAŠČITNA OBLAČILA, KI NISO NAVEDENI DRUGJE	
	15 01	Embalaža (vključno z embalažo, ločeno zbrano kot komunalni odpadek)	
9	15 01 10*	Embalaža, ki vsebuje ostanke nevarnih snovi ali je onesnažena z nevarnimi snovmi	3.175
	15 02	Absorbenti, filtrirna sredstva, čistilne krpe in zaščitna oblačila	
10	15 02 02*	Absorbenti, filtrirna sredstva (vključno z oljnimi filtri, ki niso navedeni drugje), čistilne krpe in zaščitna oblačila, ki so onesnaženi z nevarnimi snovmi	657
	16	ODPADKI, KI NISO NAVEDENI DRUGJE NA SEZNAMU	
	16 01	Izrabljena motorna vozila iz različnih vrst prevoza (vključno z mobilnimi stroji) in odpadki iz razstavljanja izrabljenih vozil ter vzdrževanja vozil (razen 13, 14, 16 06 in 16 08)	
11	16 01 07*	Oljni filtri	249
12	16 01 14*	Tekočine proti zmrzovanju, ki vsebujejo nevarne snovi	30
	16 05	Plini v tlačnih posodah in zavržene kemikalije	
13	16 05 04*	Plini v tlačnih posodah (vključno s haloni), ki vsebujejo nevarne snovi	5
14	16 05 06*	Ločeno zbrani elektroliti iz baterij in akumulatorjev	155
15	16 05 07*	Zavržene anorganske kemikalije, ki sestojijo iz nevarnih snovi ali jih vsebujejo	127
	16 06	Baterije in akumulatorji	
16	16 06 01*	Svinčeve baterije	2.450
	16 09	Oksidanti	
17	16 09 02*	Kromati, npr. kalijev kromat, kalijev ali natrijev dikromat	481
	17	GRADBENI ODPADKI IN ODPADKI IZ RUŠENJA OBJEKTOV (VKLJUČNO Z ZEMELJSKIMI IZKOPI Z ONESNAŽENIH OBMOČIJ)	
	17 01	Beton, opeka, ploščice in keramika	
18	17 01 01	Beton	1.546.880
	17 02	Les, steklo in plastika	
19	17 02 03	Plastika	27.120
	17 03	Bitumenske mešanice, premogov katran in proizvodi, ki vsebujejo katran	
20	17 03 02	Bitumenske mešanice, ki niso navedene v 17 03 01	321.300
	17 04	Kovine (vključno z zlitinami)	
21	17 04 05	Železo in jeklo	18.100
22	17 04 11	Kabli, ki niso navedeni v 17 04 10	230
	17 05	Zemljina (vključno z zemeljskimi izkopi z onesnaženih območij), kamenje in izkopani material	
23	17 05 04	Zemlja in kamenje, ki nista navedena v 17 05 03	234.200
	17 08	Gradbeni material na osnovi sadre	
24	17 08 02	Gradbeni materiali na osnovi sadre, ki niso navedeni v 17 08 01	15.960
	17 09	Drugi gradbeni odpadki in odpadki iz rušenja objektov	
25	17 09 04	Mešanice gradbenih odpadkov in odpadkov iz rušenja objektov, ki niso navedene v 17 09 01, 17 09 02 in 17 09 03	28.040
	19	ODPADKI IZ NAPRAV ZA RAVNANJE Z ODPADKI, ČISTILNIH NAPRAV ZUNAJ KRAJA NASTANKA TER IZ PRIPRAVE PITNE VODE IN VODE ZA INDUSTRIJSKO RABO	
	19 08	Odpadki iz čistilnih naprav, ki niso navedeni drugje	
26	19 08 09	Mešanice masti in olj iz ločevanja olja in vode, ki vsebujejo le jedilna olja in masti	2.000
	19 09	Odpadki iz priprave pitne vode ali vode za industrijsko rabo	

Zap. št.	Številka odpadka	Naziv odpadka	Količina 2020 (kg)
27	19 09 05	Zasičene ali izrabljene smole ionskih izmenjevalnikov	9.240
	20	KOMUNALNI ODPADKI (ODPADKI IZ GOSPODINJSTEV IN PODOBNI ODPADKI IZ TRGOVINE, INDUSTRIJE IN USTANOV), VKLJUČNO Z LOČENO ZBRANIMI FRAKCIJAMI	
	20 01	Ločeno zbrane frakcije (razen 15 01)	
28	20 01 08	Biorazgradljivi kuhinjski odpadki in odpadki iz restavracij	43.425
29	20 01 21*	Fluorescentne cevi in drugi odpadki, ki vsebujejo živo srebro	120
30	20 01 25	Jedilno olje in masti	2.185
31	20 01 33*	Baterije in akumulatorji, ki so navedeni pod 16 06 01, 16 06 02 ali 16 06 03 ter nesortirane baterije in akumulatorji, ki vsebujejo te baterije in akumulatorje	180
32	20 01 36	Zavržena električna in elektronska oprema, ki ni navedena pod 20 01 21, 20 01 23 in 20 01 35	880
33	20 01 38	Les, ki ni naveden v 20 01 37	36.280
34	20 01 40	Kovine	2.720
	20 02	Odpadki z vrtov in parkov (vključno z odpadki s pokopališč)	
35	20 02 01	Biorazgradljivi odpadki	1.040
	20 03	Drugi komunalni odpadki	
36	20 03 07	Kosovni odpadki	280

Legenda:

* nevaren odpadek

Vsi nastali odpadki v predhodni tabeli so bili oddani drugi osebi (pooblaščenemu prevzemniku) v Republiki Sloveniji.

2.19.4.2 Prenehanje obratovanja

Po prenehanju obratovanja bodo pri vzdrževanju, praznjenju tekočinskih sistemov ter dekontaminaciji naprav in objektov nastajali RAO v obsegu in obliki kot med obratovanjem.
Zaradi podaljšanja obratovalne dobe z leta 2023 na leto 2043 bo nastalo za 547 m^3 oziroma 884 t obratovalnih NSRAO.

Zaradi podaljšanja obratovalne dobe z leta 2023 na leto 2043 bo nastalo dodatnih 728 elementov izrabljenega goriva (IG).

2.19.5 Emisije onesnaževal v tla

2.19.5.1 Obratovanje

Emisij onesnaževal v tla v času obratovanja ne bo. Vse odpadne vode iz obstoječega obrata NEK se že v obstoječem stanju po ustreznem tretmaju odvajajo v reko Savo. Vsi odpadki pa se ustrezno skladiščijo in ne predstavljajo nevarnosti za onesnaženje tal.

2.19.5.2 Prenehanje obratovanja

Emisij onesnaževal v tla ob prenehanju obratovanja NEK ne bo.

2.19.6 Emisije onesnaževal v vode

2.19.6.1 Obratovanje (toplotno onesnaženje)

Po definiciji iz Uredbe o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (UL RS, št. 64/12, 64/14, 98/15) je emisija toplote v vode oddajanje toplote pri odvajanju odpadne vode iz posamezne naprave neposredno v vode.

NEK odvaja odpadne vode v reko Savo skladno z okoljevarstvenim dovoljenjem št. 35441-103/2006-24 z dne 30. 6. 2010, ki je bilo spremenjeno v treh točkah izreka (spremenjene točke 1.1, 1.4 in 1.8 OVD) in ponovno odločeno z odločbo št. 35441-103/2006-33 z dne 4. 6. 2012 ter spremenjeno (spremenjena točka 1.5, Tabela 3) z odločbo št. 35444-11/2013-3 z dne 10. 10. 2013 /49/.

Opis vpliva toplotnega onesnaženja v obstoječem stanju se nahaja v poglavju 4.1.4.1.

2.19.6.2 Obratovanje (površinske vode)

Zaradi podaljšanja obratovalne dobe ne bo novih izpustov odpadnih voda. Količine izpuščenih onesnaževal bodo ostale enake kot v obstoječem stanju, ki je podrobneje opisano v poglavju 4.4.4.1 Emisije snovi in toplote iz NEK v letu 2020.

Na obravnavani lokaciji v sklopu osnovne dejavnosti, proizvodnja električne energije, obratujejo tudi objekti in naprave, ki jih obravnavamo kot vire nastajanja odpadnih vod, in sicer:
- veliki hladilni sistem,
- mali hladilni sistem,
- objekti in naprave za pripravo vode in
- WP sistem (obdelava tekočih radioaktivnih odpadkov).

Z vodnim dovoljenjem /50/ se dovoljuje odvzem vode za tehnološke namene (Sava in vodnjak na desnem bregu), letno skupno največ do 915.000.000 m^3 (29.000 l/s).

Podrobnejši opis odvajanja odpadnih vod se nahaja v poglavju 2.10.3.

2.19.6.3 Prenehanje obratovanja

S prenehanjem obratovanja ni več potrebe po hladilni vodi za tehnološki proces proizvodnje električne energije. S prenehanjem obratovanja NEK s tega naslova ne bo več prisotna toplotna obremenitev reke Save.

Še vedno bo potrebno hlajenje bazena za izrabljeno gorivo in nekatere ostale varnostne komponente. Ocenjuje se odvzem vode in njeno vračanje v reko Savo na nivoju cca 1,6 m^3/s .

Ob prenehanju obratovanja NEK bodo občasno lahko nastajale manjše količine odpadnih vod kot posledica čiščenja objektov, ki se bodo odvedle na malo komunalno čistilno napravo.

Pri izvedbi vzorčenja in analizi zbranih tekočinskih izpustov ter nadaljnjem ravnanju z njimi bo, poleg radioloških parametrov, upoštevan tudi Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu odpadnih voda (UL RS, št. 94/14, 98/15), Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (UL RS, št. 64/12, 64/14, 98/15) in Odlok o odvajanju in čiščenju komunalne in padavinske odpadne vode na območju občine Krško (UL RS, št. 73/12, 84/13) oziroma ustrezni predpisi po takrat veljavni zakonodaji.

V primeru radiološkega onesnaženja se bo odpadno vodo na ustrezen način predelalo v obstoječih sistemih NEK.

Če vode ne bodo radiološko onesnažene, izmerjene vrednosti parametrov v teh izpustih pa bodo presegale mejne vrednosti za iztok v vodotoke po takrat veljavni zakonodaji, te vode ne bodo izpuščene

v kanalizacijo, ki ima iztok v Savo, ampak predane pooblaščenemu zbiralcu oziroma obdelovalcu tovrstnih odpadkov.

2.19.7 Emisije onesnaževal v zrak

2.19.7.1 Obratovanje

Emisija snovi v zrak bo enaka kot v obstoječem stanju. Emisije snovi, ki vplivajo na kakovost zraka, so zelo majhne (glej tabelo: Tabela 84) in so posledica zgorevanja fosilnih goriv na območju posega, nanašajo se na: dizel generatorje za zasilno napajanje (DG1, DG2 in DG3), pomožno kotlovnico, notranji tovorni promet, promet osebnih vozil na prostoru parkirišča.

Vir posrednih emisij onesnaževal v zrak bo tudi promet na javnih cestah - osebna vozila zaposlenih in tovorni promet.

2.19.7.2 Prenehanje obratovanja

Emisij onesnaževal v zrak po prenehanju obratovanja NEK bodo začasno prisotne iz pomožne kurilnice, ki se bo uporabljala za ogrevanje prostorov in varnostne potrebe (proti zmrzovanju). Skupna poraba goriva se bo zmanjšala, saj toplota ne bo več potrebna za proizvodnjo rezervne pare. Občasne emisije bodo prisotne iz preizkušanja dizelskih generatorjev, ki bodo ostali kot rezervni vir električne energije na lokaciji.

2.19.8 Emisije toplogrednih plinov

2.19.8.1 Obratovanje

Jedrska elektrarna ne izpušča toplogrednih plinov iz tehnološkega procesa proizvodnje električne energije. Tako bo ostalo tudi v času podaljšanja obratovalne dobe.

Poseg bo imel zelo majhne emisije toplogrednih plinov, ki so posledica porabe plinskega olja v dizelskih generatorjih za zasilno napajanje z električno energijo (trije dizelski motorji, emisije iz pomožne kotlovnice (tehnični podatki v poglavju 4.4.5.6)). Dizelski motorji delujejo samo, kadar poteka testiranje obrata, kotlovnica pa služi kot rezervni izvor toplote, kadar elektrarna ne deluje in/ali kadar je potrebna para za ogrevanje sistema pri zagonu elektrarne. Emisija je izračunana z uporabo IPCC metodologije in faktorjev emisije iz Slovenian National Inventory Report 2021 /152/ , za plinsko olje CO_2 EF = 74,1 t/TJ, CH_4 EF = 0,003 t/TJ in N_2O EF = 0,0006 t/TJ. Emisija toplogrednih plinov iz NEK znaša 0,609 ktCO_2-eq/leto, kot povprečje zadnjih sedem let (Tabela 21). Emisija zaradi posega se ne bo spremenila, v obdobju do leta 2043 bo ostala enaka, seveda pa so možne manjše variacije.

Tabela 21: Emisija toplogrednih plinov NEK (povprečje v obdobju od leta 2014 do 2020)

	ktCO_2-eq/leto
Emisija treh dizelskih motorjev za generatorje	0,223
Emisija pomožne kurilnice	0,386
Skupno	0,609

Emisija toplogrednih plinov v Republiki Sloveniji je v letu 2019 je znašala 17.065 ktCO_2-eq, od tega 4.576 ktCO_2-eq iz sektorja javne proizvodnje električne in toplotne energije/152/. Emisija toplogrednih plinov iz NEK znaša 0,003 % emisije RS in 0,013 % emisij iz sektorja javne električne in toplotne energije.

Uredbo o uporabi fluoriranih toplogrednih plinov in ozonu škodljivih snoveh (UL RS, št. 60/16) določa tudi obveznost prijave nepremične opreme s strani upravljavca in obveznost poročanja upravljavca, vzdrževalca in pooblaščenega podjetja v zvezi z uporabo, zajemom in oddajo odpadnih fluoriranih toplogrednih plinov ali odpadnih ozonu škodljivih snovi zbiralcu odpadkov. NEK je prijavila na ARSO

prisotnost nepremične opreme, ki vsebuje flourirane toplogredne pline (F-plini) in plin SF6. F-plini so v opremi za hlajenje, klimatizacijo in toplotnih črpalkah (HKTČ) ter opremi za gašenje požara, plin SF6 je v električnih odklopnikih in stikalnih napravah. Od F-plinov se uporabljajo plini z industrijskimi imeni mešanic R134a, R407c in R410a in plin z zelo visokim toplogrednim potencialom SF6 (22.800). Plin SF6 ima izjemno visokoizolativne lastnosti in z njegovo se uporabo se zmanjšuje velikost opreme, zato je danes standarden v novih obratih. Ti plini so potencialni viri emisij. Emisije bi nastale, če bi prišlo do puščanja plina iz opreme. Za prikaz velikosti potencialne emisije je izračunana emisija vseh plinov ob predpostavki povprečnega uhajanja iz opreme, z uporabo faktorja emisije iz /152/. Skupna potencialna emisija F-plinov iz tehnološkega dela je 0,323 ktCO_2-eq, SF6 0,135 ktCO_2-eq, netehnološkoga dela 0,043 ktCO_2-eq, skupaj 0,501 ktCO_2-eq.

2.19.8.2 Prenehanje obratovanja

Emisije TGP po prenehanju obratovanja NEK bodo začasno prisotne iz pomožne kurilnice, ki se bo uporabljala za ogrevanje prostorov in varnostne potrebe (proti zmrzovanju). Občasne emisije bodo prisotne iz preizkušanja dizelskih generatorjev, ki bodo ostali kot rezervni vir električne energije na lokaciji.

F-plini ostanejo v hladilni, klimatski opremi, toplotnih črpalkah, opremi za gašenje požara. Plin SF6 ostaja tudi v električnih odklopnikih in stikalnih napravah. Našteto so mogoči viri emisije toplogrednih plinov, zato je treba te naprave redno vzdrževati in nadzorovati v skladu z Uredbo (UL RS, št. 60/16).

2.19.9 Emisije hrupa

2.19.9.1 Obratovanje

S podaljšanjem obratovalne dobe novi viri emisij hrupa, kot so npr. prezračevalne ali hladilne naprave, niso predvideni.

Emisije hrupa v času obratovanja bodo enake obstoječim (opis v poglavju 4.4.12). Zaradi podnebnih sprememb bi lahko prišlo do povečanega obsega obratovanja hladilnih stolpov.

2.19.9.2 Prenehanje obratovanja

Emisij hrupa po prenehanju obratovanja NEK ne bo oziroma bodo začasno prisotne le kot posledica aktivnosti, povezanih z opustitvijo posega.

2.19.10 Elektromagnetno sevanje

2.19.10.1 Obratovanje

Novi viri elektromagnetnega sevanja, kot npr. nove transformatorske postaje (TP), s podaljšanjem obratovalne dobe niso predvideni.

Emisije elektromagnetnega sevanja bodo enake kot v obstoječem stanju (opis v poglavju 4.4.14).

2.19.10.2 Prenehanje obratovanja

Viri elektromagnetnega sevanja po prenehanju obratovanja NEK ne bodo več prisotni.

2.19.11 Emisije svetlobe

2.19.11.1 Obratovanje

S podaljšanjem obratovalne dobe se vpliv sevanja svetlobe v okolico NEK ne spreminja. Emisije svetlobe v okolico bodo enake kot v obstoječem stanju.

Zunanja razsvetljava NEK je sestavni del tehničnih sistemov za zagotavljanje fizičnega varovanja, zato NEK ni zavezanka po Uredbi o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja (UL RS, št. 81/07, 109/07, 62/10, 46/13), temveč po Pravilniku o fizičnem varovanju jedrskih objektov, jedrskih in radioaktivnih snovi ter prevozov jedrskih snovi (UL RS, št. 17/13 in 76/17 - ZVISJV-1).

2.19.11.2 Prenehanje obratovanja

Po prenehanju obratovanja NEK bodo emisije svetlobe v okolico enake kot v obstoječem stanju, ker bo objekt še vedno varnostno nadzorovan.

2.19.12 Tveganja povezana z varstvom pred okoljskimi in drugimi nesrečami

Okoljska nesreča je, po definiciji Zakona o varstvu okolja /ZVO-1/, nenadzorovan ali nepredviden dogodek, ki je nastal zaradi posega v okolje in ima takoj ali kasneje za posledico neposredno ali posredno ogrožanje življenja ali zdravja ljudi ali kakovosti okolja. Okoljska nesreča je tudi ekološka nesreča po predpisih o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami.

Druga nesreča je, po definiciji Zakona o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami (ZVNDN) (UL RS, št. 51/06-ZVNDN-UPB1, 97/10, 21/18-ZNOrg), med drugim nesreča v cestnem, železniškem in zračnem prometu, požar in druga ekološka ter industrijska nesreča, ki jo povzroči človek s svojo dejavnostjo in ravnanjem.

2.19.12.1 Obratovanje

NEK obratuje na podlagi obratovalnega dovoljenja /4/, ki je neposredno povezano z varnostnim poročilom NEK /3/ in vsebuje vse pogoje in omejitve za varno obratovanje elektrarne. NEK ima veljavno, časovno neomejeno obratovalno dovoljenje in je tehnično zmožna obratovati vsaj do leta 2043, pod pogojem, da v skladu z veljavno zakonodajo vsakih 10 let opravi občasni varnostni pregled (angl. PSR - Periodic Safety Review), ki ga potrdi upravni organ, t.j. Uprava RS za jedrsko varnost. Obveza NEK je zagotavljanje vseh vidikov varnosti delovanja elektrarne.

NEK obratuje skladno z odločbo – soglasjem za začetek obratovanja NEK, Odločba Republiškega energetskega inšpektorata št. 31-04/83-5 z dne 6. 2. 1984, s spremembo dovoljenja za obratovanje NEK, Odločba URSJV št. 3570-8/2012/5 z dne 22. 4. 2013, in NPP Krško Updated Safety Analyses Report (v nadaljevanju USAR).

NEK se ne uvršča med dejavnosti in naprave, ki lahko povzročajo onesnaževanje okolja večjega obsega (Uredba o vrsti dejavnosti in naprav, ki lahko povzročajo onesnaževanje okolja večjega obsega; UL RS, št. 57/15) in tudi ne med obrate manjšega ali večjega tveganja za okolje (Uredba o preprečevanju večjih nesreč in zmanjševanju njihovih posledic; UL RS, št. 22/16).

Zagotavljanje varnostnih funkcij za obratovanje elektrarne je razvidno iz poglavij 2.11, 2.12 in 2.13. Preučeni so bili različni scenariji izrednih dogodkov, na podlagi katerih so bile predvidene rešitve in projektne osnove, ki zagotavljajo varnost pri obratovanju.

2.19.12.2 Prenehanje obratovanja

Po prenehanju obratovanja NEK (glej poglavje 2.18) jedrsko gorivo ne bo več v reaktorju, temveč bo to varno shranjeno v bazenu za izrabljeno gorivo in/ali v suhem skladišče za izrabljeno gorivo (IG) Pri tem niso pričakovana posebna tveganja, povezana z varstvom pred okoljskimi in drugimi nesrečami.

2.20 PREDPISI S PODROČJA VARSTVA OKOLJA

Predpisi s področja varstva okolja in povezanih področij, ki so upoštevani v poročilu o vplivih na okolje in se nanašajo na obravnavani poseg:

- **Splošno**
  - Zakon o varstvu okolja /ZVO-1/ (UL RS, št. 39/06-ZVO-1-UPB1, 49/06-ZMetD, 66/06-Odl.US, 112/06-Odl.US, 33/07-ZPNačrt, 57/08-ZFO-1A, 70/08-ZVO-1B, 108/09-ZVO-1C, 48/12-ZVO-1D, 57/12-ZVO-1E, 92/13-ZVO-1F, 56/15-ZVO-1G, 102/15-ZVO-1H, 30/16-ZVO-1I, 61/17-GZ, 21/18 - ZNOrg, 84/18 – ZIURKOE, 49/20-ZIUZEOP, 61/20-ZIUZEOP-A, 158/20);
  - Zakon o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami (ZVNDN) (UL RS, št. 64/94, 33/00 - odl. US, 87/01 - ZMatD, 41/04 - ZVO-1, 28/06, 97/10, 21/18 - ZNOrg);
  - Uredba o posegih v okolje, za katere je treba izvesti presojo vplivov na okolje (UL RS, št. 51/14, 57/15, 26/17, 105/20);
  - Uredba o vsebini poročila o vplivih nameravanega posega na okolje in načinu njegove priprave (UL RS, št. 36/09, 40/17);
  - Konvencija o jedrski varnosti (MKJV), UL RS – MP, št. 16/96);
  - Konvencija o zgodnjem obveščanju o jedrskih nesrečah SFRJ-MP, št. 15/89;
  - Skupna konvencija o varnosti ravnanja z izrabljenim gorivom in varnosti ravnanja z radioaktivnimi odpadki (MKVIGRO), UL RS – MP, št. 3/99;
  - Sistem za poročanje o incidentih IAEA(IAEA-IRS), SFRJ- MP, št. 1/87;
  - Konvencija o pomoči v primeru jedrskih nesreč ali radiološke nevarnosti, SFRJ-MP, št. 4/91;
  - Konvencija o fizičnem varovanju jedrskega materiala, SFRJ-MP, št. 33/73; Sprememba Konvencije o fizičnem varovanju jedrskega materiala, UR RS – MP, št. 14/09;
  - Konvencija o odgovornosti tretjim na področju jedrske energije z dne 29. julija 1960, kot je bila spremenjena z dodatnim protokolom z dne 28. januarja 1964 in s protokolom z dne 16. novembra 1982 (MKOTJE), UL RS – MP, št. 18/00; Protokol o spremembi Konvencije o odgovornosti tretjim na področju jedrske energije z dne 29. julija 1960, kot je bila spremenjena z dodatnim protokolom z dne 28. januarja 1964 in s protokolom z dne 16. novembra 1982 (MPSKOJE), UL RS – MP, št. 4/10; Skupni protokol o uporabi Dunajske konvencije in Pariške konvencije (MSPDKPK), UL RS – MP, št. 22/94;
  - Pogodba o ustanovitvi Evropske skupnosti za atomsko energijo z dne 25. marca 1957 – prečiščena različica (UL C 203, 7. 6. 2016, str. 1–112);
  - Konvencija o biološki raznovrstnosti (MKBR), UL RS – MP, št. 7/96;
  - Konvencija o dostopu do informacij, udeležbi javnosti pri odločanju in dostopu do pravnega varstva v okoljskih zadevah – Aarhuška konvencija (UL RS – Mednarodne pogodbe, št. 17/04, 1/10);
  - Konvencija o presoji čezmejnih vplivov na okolje – Espoo konvencija, UL RS – MP, št. 11/98; Protokol o strateški presoji vplivov na okolje h Konvenciji o presoji čezmejnih vplivov na okolje, UL RS – MP, št. 1/10, Spremembe in Druge spremembe Konvencije o presoji čezmejnih vplivov na okolje (MPCVO-A) UL RS št. 105/13.
  - Zakon o ratifikaciji Konvencije o dostopu do informacij, udeležbi javnosti pri odločanju in dostopu do pravnega varstva v okoljskih zadevah (UL RS - Mednarodne pogodbe, št. 17/04, 27/04, 1/10 – MSKIVOZ)

- **Ohranjanje narave**
  - Zakon o ohranjanju narave (UL RS, št. 96/04 – uradno prečiščeno besedilo, 61/06 – ZDru-1, 8/10 – ZSKZ-B, 46/14, 21/18 – ZNOrg, 31/18 in 82/20);
  - Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000) (UL RS, št. 49/04, 110/04, 59/07, 43/08, 8/12, 33/13, 35/13 – popr., 39/13 – odl. US, 3/14, 21/16 in 47/18);
  - Uredba o ekološko pomembnih območjih (UL RS, št. 48/04, 33/13, 99/13 in 47/18);
  - Uredba o zvrsteh naravnih vrednot (UL RS, št. 52/02, 67/03);
  - Uredba o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah (UL RS, št. 46/04, 109/04, 84/05, 115/07, 96/08, 36/09, 102/11, 15/14, 64/16, 62/19);
  - Uredba o zavarovanih prosto živečih rastlinskih vrstah (UL RS, št. 46/04, 110/04, 115/07, 36/09, 15/14);

- Uredba o habitatnih tipih (UL RS, št. 112/03, 36/09, 33/13);
- Uredba o vrstah ukrepov za sanacijo okoljske škode (UL RS, št. 55/09);
- Pravilnik o podrobnejših merilih za ugotavljanje okoljske škode (UL RS, št. 46/09);
- Pravilnik o presoji sprejemljivosti vplivov izvedbe planov in posegov v naravo na varovana območja (UL RS, št. 130/04, 53/06, 38/10, 3/11);
- Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam (UL RS, št. 82/02, 42/10) (v tekstu »Rdeči seznam«);
- Pravilnik o določitvi in varstvu naravnih vrednot (UL RS, št. 111/04, 70/06, 58/09, 93/10, 23/15, 7/19);
- Pravilnik o varstvu gozdov (UL RS, št. 114/09, 31/16);
- Direktiva 2009/147/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 30. novembra 2009 o ohranjanju prosto živečih ptic (kodificirana različica) (UL L št. 20 z dne 26. 1. 2010, str. 7), nazadnje spremenjena z Direktivo Sveta 2013/17/EU z dne 13. maja 2013 o prilagoditvi nekaterih direktiv na področju okolja zaradi pristopa Republike Hrvaške (UL L št. 158 z dne 10. 6. 2013, str. 193) (Direktiva o pticah);
- Direktiva Sveta 92/43/EGS z dne 21. maja 1992 o ohranjanju naravnih habitatov ter prosto živečih živalskih in rastlinskih vrst (UL L št. 206 z dne 22. 7. 1992, str. 7), nazadnje spremenjena z Direktivo Sveta 2013/17/EU z dne 13. maja 2013 o prilagoditvi nekaterih direktiv na področju okolja zaradi pristopa Republike Hrvaške (UL L št. 158 z dne 10. 6. 2013, str. 193) (Direktiva o habitatih);
- Uredba (EU) št. 1143/2014 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 22. oktobra 2014 o preprečevanju in obvladovanju vnosa in širjenja invazivnih tujerodnih vrst (OJ L 317, 4. 11. 2014, p. 35–55);
- Strategija ohranjanja biotske raznovrstnosti v Sloveniji (sprejeta na vladi RS 20.12.2001);
- Program upravljanja območij Natura 2000 (2015-2020) (sprejet na vladi RS, 9. 4. 2015, popravek dveh prilog 28. 5. 2015 in 24. 3. 2016).

- **Zrak**
  - Uredba o kakovosti zunanjega zraka (UL RS, št. 9/11, 8/15, 66/18);
  - Uredba o arzenu, kadmiju, živem srebru, niklju in policikličnih aromatskih ogljikovodikih v zunanjem zraku (UL RS, št. 56/06);
  - Uredba o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja (UL RS, št. 31/07, 70/08, 61/09, 50/13);
  - Uredba o emisiji snovi v zrak iz srednjih kurilnih naprav, plinskih turbin in nepremičnih motorjev (UL RS, št. 17/18 in 59/18);
  - Uredba o emisiji snovi v zrak iz malih kurilnih naprav (UL RS, št. 46/19);
  - Uredba o pregledih, čiščenju in meritvah na malih kurilnih napravah (UL RS, št. 77/17);
  - Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu emisije snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja ter o pogojih za njegovo izvajanje (UL RS, št. 105/08);
  - Pravilnik o merilih in metodologiji preverjanja izpolnjevanja osnovnih zahtev malih kurilnih naprav (UL RS, št. 12/18);
  - Pravilnik o nalaganju in pritrjevanju tovora v cestnem prometu (UL RS, št. 70/11);
  - Odredba o razvrstitvi območij, aglomeracij in podobmočij glede na onesnaženost zunanjega zraka (UL RS, št. 38/17, 3/20);
  - Odlok o določitvi podobmočij zaradi upravljanja s kakovostjo zunanjega zraka (UL RS, št. 67/18, 2/20).

- **Toplogredni plini**
  - Energetski zakon (EZ-1) (UL RS, št. 17/14, 81/15, 43/19, 65/20);
  - Uredba o toplogrednih plinih, dejavnostih in napravah, za katere je treba pridobiti dovoljenje za izpuščanje toplogrednih plinov oziroma izvajati monitoring emisij toplogrednih plinov (UL RS, št. 55/11, 1/13);
  - Uredba (EU) št. 517/2014 EVROPSKEGA PARLAMENTA IN SVETA z dne 16. aprila 2014 o fluoriranih toplogrednih plinih in razveljavitvi Uredbe (ES) št. 842/2006;
  - Uredba o izvajanju Uredbe (ES) o določenih fluoriranih toplogrednih plinih (UL RS, št. 32/07);
  - Uredba o uporabi fluoriranih toplogrednih plinov in ozonu škodljivih snoveh (UL RS, št. 60/16);

- Uredba o izvajanju Uredbe (ES) o snoveh, ki tanjšajo ozonski plašč (UL RS, št. 57/11).

- **Ionizirajoče sevanje**
  - Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti, ZVISJV-1 (UL RS, št. 76/17, 26/19);
  - Pravilnik o dejavnikih sevalne in jedrske varnosti (UL RS, št. 74/16 in 76/17 – ZVISJV-1);
  - Pravilnik o fizičnem varovanju jedrskih objektov, jedrskih in radioaktivnih snovi ter prevozov jedrskih snovi (UL RS, št. 17/13 in 76/17 – ZVISJV-1);
  - Pravilnik o obveznostih izvajalca sevalne dejavnosti in imetnika vira ionizirajočih sevanj, SV8 (UL RS, št. 43/18);
  - Pravilnik o ukrepih varstva pred sevanji na nadzorovanih in opazovanih območjih, SV8A (UL RS, št. 47/18);
  - Pravilnik o ravnanju z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom (UL RS, št. 125/21);
  - Pravilnik o zagotavljanju varnosti po začetku obratovanja sevalnih ali jedrskih objektov (UL RS, št. 81/16 in 76/17 – ZVISJV-1);
  - Resolucija o nacionalnem programu ravnanja z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom za obdobje 2016–2025, ReNPRRO16–25 (UL RS, št. 31/61);
  - Uredba o mejnih dozah, referenčnih ravneh in radioaktivni kontaminaciji, UV2 (UL RS, št. 18/18);
  - Uredba o sevalnih dejavnostih, UV1 (UL RS, št. 19/18);
  - Uredba o varovanju jedrskih snovi, UV6 (UL RS 34/08 in 76/17 – ZVISJV-1).

- **Tla**
  - Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (UL RS, št. 68/96, 41/04-ZVO-1);
  - Uredba o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov (UL RS, št. 34/08, 61/11);
  - Pravilnik o obratovalnem monitoringu stanja tal (UL RS, št. 66/17, 4/18).

- **Vode**
  - Zakon o vodah /ZV-1/ (UL RS, št. 67/02, 110/02-ZGO-1, 2/04-ZZdrl-A, 41/04-ZVO-1, 57/08-ZV-1A, 57/12-ZV-1B, 100/13-ZV-1C, 40/14-ZV-1D, 56/15-ZV-1E, 60/17-ZDMHS, 49/20-ZIUZEOP, 65/20, 80/20-ZIUOOPE);
  - Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (UL RS, št. 64/12, 64/14, 98/15);
  - Uredba o emisiji snovi pri odvajanju padavinske vode z javnih cest (UL RS, št. 47/05);
  - Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadnih vod iz naprav za hlajenje ter naprav za proizvodnjo pare in vroče vode (UL RS, št. 28/00, 41/04-ZVO-1);
  - Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu odpadnih voda (UL RS, št. 94/14, 98/15);
  - Pravilnik o obratovalnem monitoringu stanja podzemne vode (UL RS, št. 66/17, 4/18, 77/19);
  - Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (UL RS, št. 64/04, 5/06, 58/11, 15/16).
  - Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta 2000/60/ES z dne 23. oktobra 2000 o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike (UL L št. 327 z dne 22. 12. 2000, str. 1), zadnjič spremenjena z Direktivo Sveta 2013/64/EU z dne 17. decembra 2013 o spremembi direktiv Sveta 91/271/EGS in 1999/74/EC ter direktiv 2000/60/ES, 2006/7/ES, 2006/25/ES in 2011/24/EU Evropskega parlamenta in Sveta zaradi spremembe položaja Mayotta v razmerju do Evropske unije (UL L št. 353 z dne 28. 12. 2013, str. 8), (v nadaljnjem besedilu: Direktiva 2000/60/ES);
  - Direktiva 2007/60/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 23. oktobra 2007 o oceni in obvladovanju poplavne ogroženosti (UL L št. 288 z dne 6. 11. 2007, str. 27).
  - Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode (UL RS, št. 98/15, 76/17, 81/19 in 194/21)

- **Hrup**
  - Uredba o ocenjevanju in urejanju hrupa v okolju (UL RS, št. 121/04, 59/19);
  - Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (UL RS, št. 43/18, 59/19);
  - Pravilnik o prvem ocenjevanju in obratovalnem monitoringu za vire hrupa ter o pogojih za njegovo izvajanje (UL RS, št. 105/08);
  - Pravilnik o emisiji hrupa strojev, ki se uporabljajo na prostem (UL RS, št. 106/02, 50/05, 49/06, 17/11-ZTZPUS-1).

- **Odpadki**
  - Uredba o odpadkih (UL RS, št. 37/15, 69/15, 129/20);
  - Uredba o ravnanju z odpadki, ki nastanejo pri gradbenih delih (UL RS, št. 34/08);
  - Uredba o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov (UL RS, št. 34/08, 61/11);
  - Uredba o ravnanju z baterijami in akumulatorji ter odpadnimi baterijami in akumulatorji (UL RS, št. 3/10, 64/12, 93/12, 103/15, 84/18, 101/20);
  - Uredba o odpadnih oljih (UL RS, št. 24/12);
  - Uredba o ravnanju z embalažo in odpadno embalažo (UL RS, št. 84/06, 106/06, 110/07, 67/11, 68/11 – popr., 18/14, 57/15, 103/15, 2/16 – popr., 35/17, 60/18, 68/18, 84/18 – ZIURKOE in 54/21);
  - Uredba o odpadni električni in elektronski opremi (UL RS, št. 55/15, 47/16, 72/18, 84/18, 108/20);
  - Uredba o izvajanju Uredbe (ES) o pošiljkah odpadkov (UL RS, št. 78/16, 94/21);
  - Sklep Komisije z dne 18. decembra 2014 o spremembi Odločbe Komisije 2000/532/ES o seznamu odpadkov v skladu z Direktivo 2008/98/ES Evropskega parlamenta in Sveta (2014/955/EU);
  - Uredba o ravnanju z biološko razgradljivimi kuhinjskimi odpadki in zelenim vrtnim odpadom (UL RS, št. 39/10).

- **Elektromagnetno sevanje**
  - Uredba o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju (UL RS, št. 70/96, 41/04-ZVO-1);
  - Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu za vire elektromagnetnega sevanja ter o pogojih za njegovo izvajanje (UL RS, št. 70/96, 41/04-ZVO-1, 17/11-ZTZPUS-1).

- **Svetloba**
  - Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja (UL RS, št. 81/07, 109/07, 62/10, 46/13).

- **Kulturna dediščina**
  - Zakon o varstvu kulturne dediščine /ZVKD-1/ (UL RS, št. 16/08, 123/08-ZVKD-1A, 8/11, 30/11-Odl.US, 90/12-ZVKD-1B, 111/13-ZVKD-1C, 32/16-ZVKD-1D, 21/18-ZNOrg);
  - Pravilnik o seznamih zvrsti dediščine in varstvenih usmeritvah (UL RS, št. 102/10);
  - Pravilnik o arheoloških raziskavah (UL RS, št. 3/13).

- **Nevarne snovi (kemikalije)**
  - Zakon o kemikalijah /ZKem/ (UL RS, št. 110/03-ZKem-UPB1, 47/04-ZdZPZ, 61/06-ZBioP, 16/08, 9/11-ZKem-C, 83/12-ZFfS-1);
  - Uredba o skladiščenju nevarnih tekočin v nepremičnih skladiščnih posodah (UL RS, št. 104/09, 29/10, 105/10);
  - Pravilnik o tehničnih in organizacijskih ukrepih za skladiščenje nevarnih kemikalij (UL RS, št. 23/18);
  - Pravilnik o razvrščanju, pakiranju in označevanju nevarnih snovi (UL RS, št. 35/05, 54/07, 88/08, 6/14, 43/19);
  - Pravilnik o razvrščanju, pakiranju in označevanju nevarnih pripravkov (UL RS, št. 67/05, 137/06, 88/08, 81/09, 6/14, 43/19).

2.21 DOKUMENTI EU (BREF)

Referenčnih dokumentov (BREF), ki opredeljujejo najboljše razpoložljive tehnike (NRT) in ki bi jih bilo treba pri obravnavanem posegu upoštevati, ni. Navedeno velja za celotni obrat kot tehnološko rešitev (jedrska elektrarna).

Čeprav naprave za proizvodnjo jedrske energije niso del področja uporabe Priloge I k Direktivi IED[9], so v tem dokumentu upoštevane uporabljene okoljske tehnike, ki se nanašajo na hladilne sisteme običajnega dela teh naprav. Od horizontalnih dokumentov BREF, povezanih s posameznimi sistemi, se BREF uporablja za industrijske hladilne sisteme.

V nadaljevanju je podana analiza stanja z vidika zahtev »Reference Document on the application of Best Available Techniques to Industrial Cooling Systems, December 2001 (BREF ICS)«.

1. Proces in lokacija

   Pretočni sistem hlajenja ima večjo učinkovitost od reciklirajočega sistema. Izbira pretočnega sistema, kadar so na lokaciji razpoložljive večje količine vode, se šteje kot BAT (najboljša razpoložljiva tehnologija). Za pretočni sistem je prirast temperature po mešanju po BAT 3-5 °C. NEK uporablja kombinirani sistem hlajenja, pretočni sistem z uporabo savske vode in reciklirajoči sistem hlajenja z mehanskimi hladilnimi stolpi, s čimer se ohranja porast temperature reke Save pod 3 °C v dnevnem povprečju (00:00-24:00). V obdobju 2010-2019 je bila ΔT °C 1,95 °C, kar je 65 % maksimalno dovoljenega odvajanja toplote. NEK ne uporablja podzemne vode za hlajenje, kar je BAT.

2. Zmanjšanje neposredne porabe energije in obnova energije

   Hladilni stolpi imajo tri baterije s skupaj 16 enotami ventilatorjev, kar omogoča stopnjevano povečanje moči hlajenja in optimizacijo porabe energije. S programom preventivnega vzdrževanja črpalk, zobniških prenosnikov in hladilnih stolpov sekundarnega sistema, se vzdržuje visoka zanesljivost delovanja celotnega sistema.

3. Zmanjšanje porabe vode in zmanjšanje emisije toplote v vodo

   S kombiniranim sistemom hlajenja, z uporabo pretočnega sistema in reciklirajočega sistema hladilnih stolpov, ki se navadno vključujejo pri pretokih manjših od 100 m^3/s, se omogoča vzdrževanje porasta temperature v reki Savi do 3 °C v dnevnem povprečju. Od skupaj 25 m^3/s potrebne hladilne vode za hlajenje iz Save, hladilni stolpi lahko prevzamejo 15 m^3, tako da se iz reke Save pri nizkem pretoku odvzema 10 m^3/s. Ob visokih pretokih Save, z namenom zmanjšanja odjema in s tem nanosa nečistoč na CW čistilne sisteme, se vključujejo hladilni stolpi.

4. Zmanjšanje vsesavanja organizmov

   Iz reke Save se odvzema 25 m^3/s (maksimalno do 27,4 m^3/s), minimalno pa 10 m^3/s. Na ta način je omogočena prosta migracija organizmov po vodotoku. CW rešetke so široke 8 cm in visoke 1 m ali več, potujoče pa ca. 5x5 mm, s čimer se onemogoča vsesavanje večjih organizmov.

5. Zmanjševanje emisij kemijskih snovi v vodo

   Cevi kondenzatorja so iz nerjavečega jekla, tako da ni potrebna uporaba antikorozijskega premaza in zaščite. Čiščenje se izvaja mehanično z uporabo Taproge, sistema gumijastih kroglic v kontinuiranem obtoku. Za čiščenje je opuščena uporaba biocidov s kratkotrajnim nadzorovanim odmerjanjem. NEK že vrsto let ne uporablja biocidov za čiščenje hladilnega sistema.

[9] DIREKTIVA 2010/75/EU EVROPSKEGA PARLAMENTA IN SVETA z dne 24. novembra 2010 o industrijskih emisijah (celovito preprečevanje in nadzorovanje onesnaževanja)

6. Zmanjšanje emisij z optimizirano obdelavo hladilne vode

   Edina emisija iz hladilnih stolpov je vlažen zrak in drobne kapljice. Izguba vode v zrak je odvisna od ambientalnih pogojev – vlažnosti zraka, temperature in podobno.

7. Zmanjšanje vpliva iztekanja in mikrobiološkega tveganja

   Uporablja se savska voda v odprtem sistemu brez predhodne mehanske ali kemične obdelave (razen filtriranja na CW sesalniku in doziranja biocidov v primeru izražene potrebe), zato obstaja majhno tveganje nastanka mikrobioloških organizmov, oziroma manjše, kot je to pri zaprtih hladilnih sistemih.

8. Odpadki

   Mulj iz bazena hladilne vode se v času remonta čisti mehansko in odstranjuje kot trden odpadek.

Glede na zgoraj navedeno lahko sklepamo, da hladilni sistem NEK zadošča sklepom BAT/BREF dokumenta za hladilne sisteme.

3. ALTERNATIVNE REŠITVE V ZVEZI S POSEGOM

3.1 IZHODIŠČA

Celoviti nacionalni energetski in podnebni načrt Republike Slovenije (NEPN)[10] je strateški dokument, ki za obdobje do leta 2030 (s pogledom do leta 2040) določa cilje, politike in ukrepe za pet razsežnosti energetske unije: razogljičenje (emisije toplogrednih plinov (TGP) in obnovljivi viri energije (OVE)), energetska učinkovitost, energetska varnost, notranji trg energije ter raziskave, inovacije in konkurenčnost.

Več podrobnosti o podnebni in energetski politiki ter vlogi jedrske energije je v poglavju 5.5.1.

Veliki objekti za proizvodnjo električne energije so ključni za zagotavljanje zanesljive oskrbe z električno energijo, saj pokrijejo razliko od proizvodnje iz razpršenih virov in potrebno proizvodnjo za zagotavljanje zanesljive oskrbe. Tako scenarij z obstoječimi ukrepi kot tudi scenarij NEPN, ki je razvojno naravnan in predvideva večjo proizvodnjo električne energije iz OVE, vključujeta delovanje obstoječe NEK do konca podaljšane obratovalne dobe (leta 2043) ob pridobitvi okoljevarstvenega soglasja.

V okviru priprave NEPN in njegove celovite presoje vplivov na okolje je potekala tudi razprava glede zahtevnosti ciljev in prispevkov do leta 2030. Široka in utemeljena razprava je potekala na strokovnih podlagah in je bila ključna za doseganje soglasja čim širšega kroga deležnikov glede zahtevnih, a izvedljivih ciljev Slovenije do leta 2030, ki upoštevajo pomembne nacionalne okoliščine in pomenijo ustrezen korak k podnebno nevtralni Sloveniji do leta 2050.

Energetske, sistemske, okoljevarstvene in ekonomske raziskave so pokazale, da je izvedba podaljšanja obratovalne dobe NEK med vsemi tehnologijami, ki so primerne za pasovno proizvodnjo in so bile do leta 2023 predvidoma zrele za komercialno uporabo, najugodnejša alternativa.

Njene prednosti so zlasti velike glede:

- prevzemanja vloge podporne točke 400 kV omrežja v normalnem obratovanju in ob motnjah,
- pozitivnega vpliva na obvladovanje mednarodnih obveznosti RS glede emisij CO_2, saj sama povzroča minimalne emisije CO_2, nadomestne tehnologije na fosilno gorivo pa bi RS močno oddaljile od izpolnjevanja zahtev pariškega sporazuma, evropskega zelenega dogovora, resolucije o Dolgoročni podnebni strategiji Slovenije do leta 2050 itd.
- rabe prostora, saj ne zahteva novih posegov v prostor, in
- ekonomike poslovanja, saj ima veliko nižje stroške delovanja kot katerakoli od alternativnih tehnologij, pa tudi od nabave nadomestne energije na trgu.

V primeru, da se podaljšanje obratovalne dobe NEK ne izvede, bo ogrožena energetska neodvisnost Republike Slovenije. Primanjkljaj energije bo treba proizvesti iz drugih virov ali zakupiti električno energijo iz drugih držav. Posledice bodo ekonomske, politične in okoljske.

Posledice ničelne variante so dodatno opisane v študiji Podaljšanje obratovalne dobe (POD) NEK z energetskega, sistemskega, ekonomskega in ekološkega vidika, EIMV, Ljubljana, julij 2021 /243/.

3.2 OKOLJSKE POSLEDICE NIČELNE VARIANTE

Za opis ničelne variante glej poglavje 4.5.

[10] Vlada Republike Slovenije je sprejela NEPN 27. februarja 2020, po prejemu odločbe o sprejemljivosti vplivov izvedbe na okolje. NEPN je bil predložen tudi Evropski komisiji, skladno z Uredbo EU 2018/1999 o upravljanju energetske unije in podnebnih ukrepov.

3.2.1 Podnebje

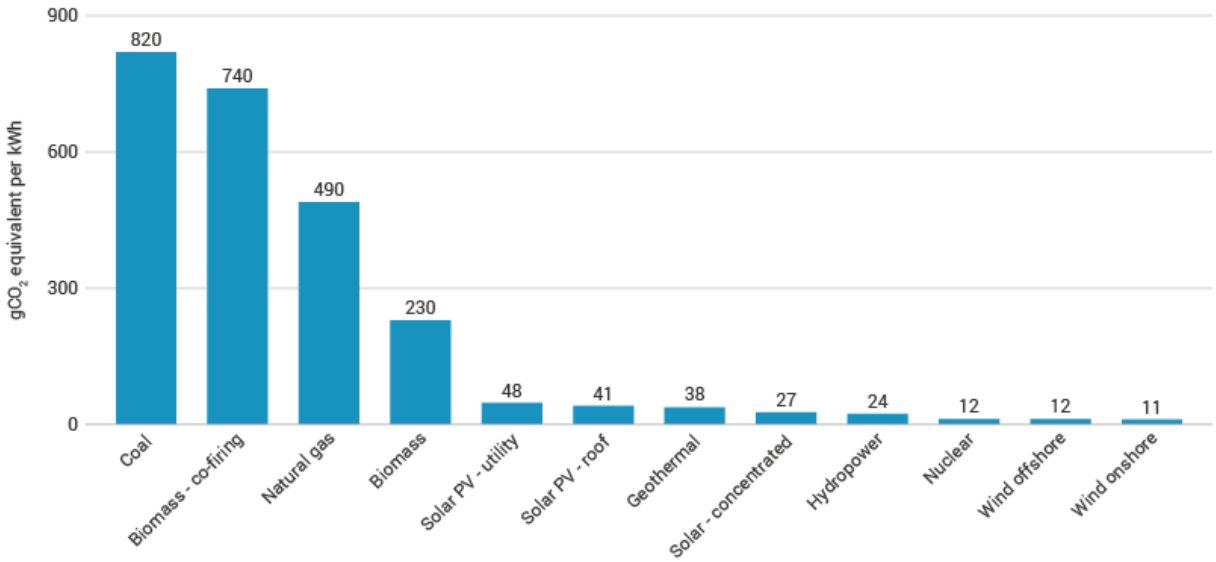
NEK proizvaja neto 696 MW električne moči. V primeru zaustavite NEK bi bilo treba energijo nadomestiti z drugimi viri. V študiji IPCC z leta 2006 je ocenjeno, da jedrska elektrarna v celotnem življenjskem ciklu (gradnja, obratovanje, razgradnja ter rudarjenje uranove rude in procesiranje) izpusti za vsako kWh električne energije 0,012 kg CO_2.

V povprečju torej lahko ocenimo, da energija iz jedrske elektrarne moči NEK proizvede 8,3 t CO_2 vsako uro svoje proizvodnje (neposredna in posredna emisija).

Termoelektrarna na premog po zelo konservativnih predpostavkah proizvede v 0,82 kg CO_2 za vsako kWh proizvedene električne energije. To pomeni, da termoelektrarna z močjo 696 MW proizvede vsako uro kar 570.720 kg CO_2, ki ga izpušča v ozračje.

Plinske elektrarne proizvedejo približno polovico manj emisij CO_2, kar znese za enako moč elektrarne 341.040 kg CO_2 za vsako uro obratovanja.

V poglavju 5.5.1 je podana podrobnejša primerjava emisij toplogrednih plinov različnih tehnologij.



Slika 17: Povprečne emisije ekvivalenta ogljikovega dioksida v življenjskem ciklu za različne proizvajalce električne energije (vir: IPCC, /1/, /176/)

Vpliv na okolje bi bil najbolj znaten z vidika toplogrednih plinov, saj ni drugih virov, ki bi lahko v takšni kapaciteti, zanesljivosti in ekonomičnosti pokrili primanjkljaj električne energije.

3.2.2 Raba zemljišč

Ob predpostavki, da Slovenija želi nadomestiti obstoječe proizvodnje kapacitete, je iz grafa na naslednji sliki razvidno, da ima jedrska energija najmanjši možni odtis na rabo zemljišč, glede na druge proizvodnje vire. Pri novih energetskih objektih je treba, poleg porabe prostora za same objekte, upoštevati tudi potrebo po izgradnji nove prenosne daljnovodne infrastrukture, ki te objekte poveže v EES.

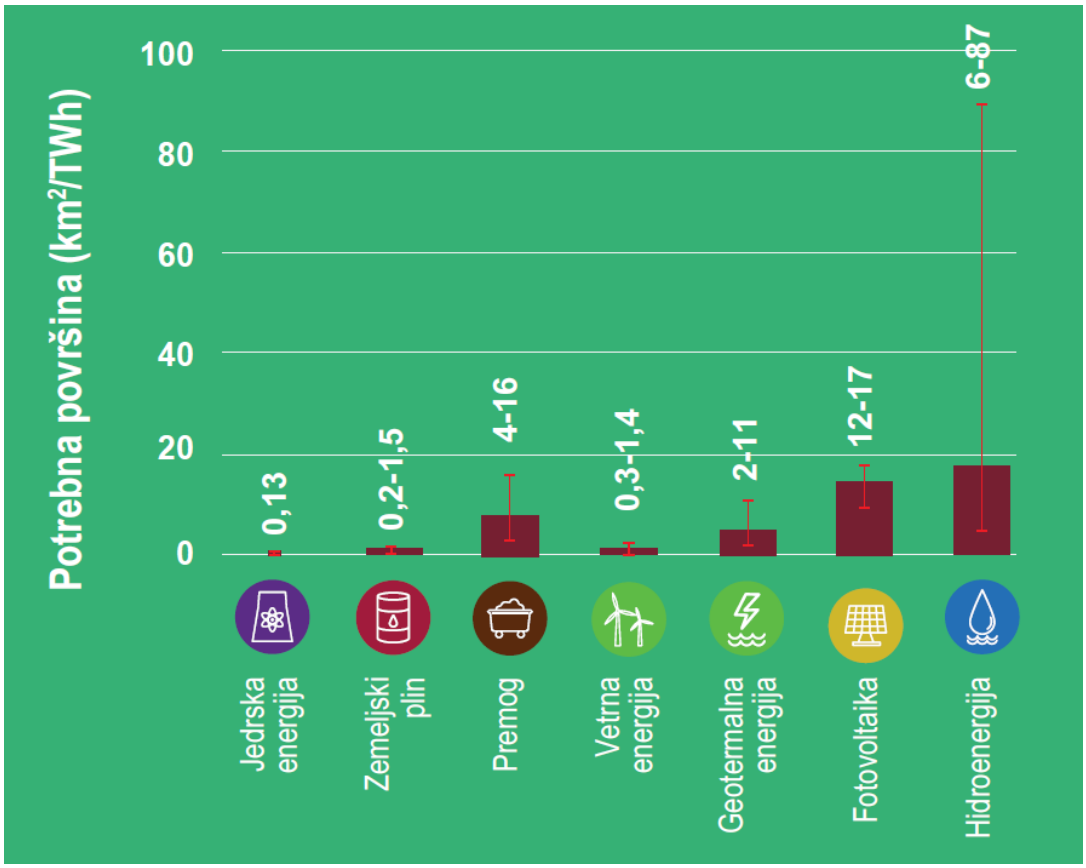
Dodatno je treba upoštevati, da enaka inštalirana moč elektrarn ne pomeni tudi enake letne proizvodnje; npr. sončne elektrarne ne delujejo ponoči oziroma delujejo v zmanjšanem obsegu v oblačnem vremenu,

obseg proizvodnje vetrnih elektrarn se v času spreminja, ne obratujejo v brezvetrju ali pri previsokih hitrostih vetra, tudi hidroelektrarne redko proizvajajo električno energijo na nazivni moči.

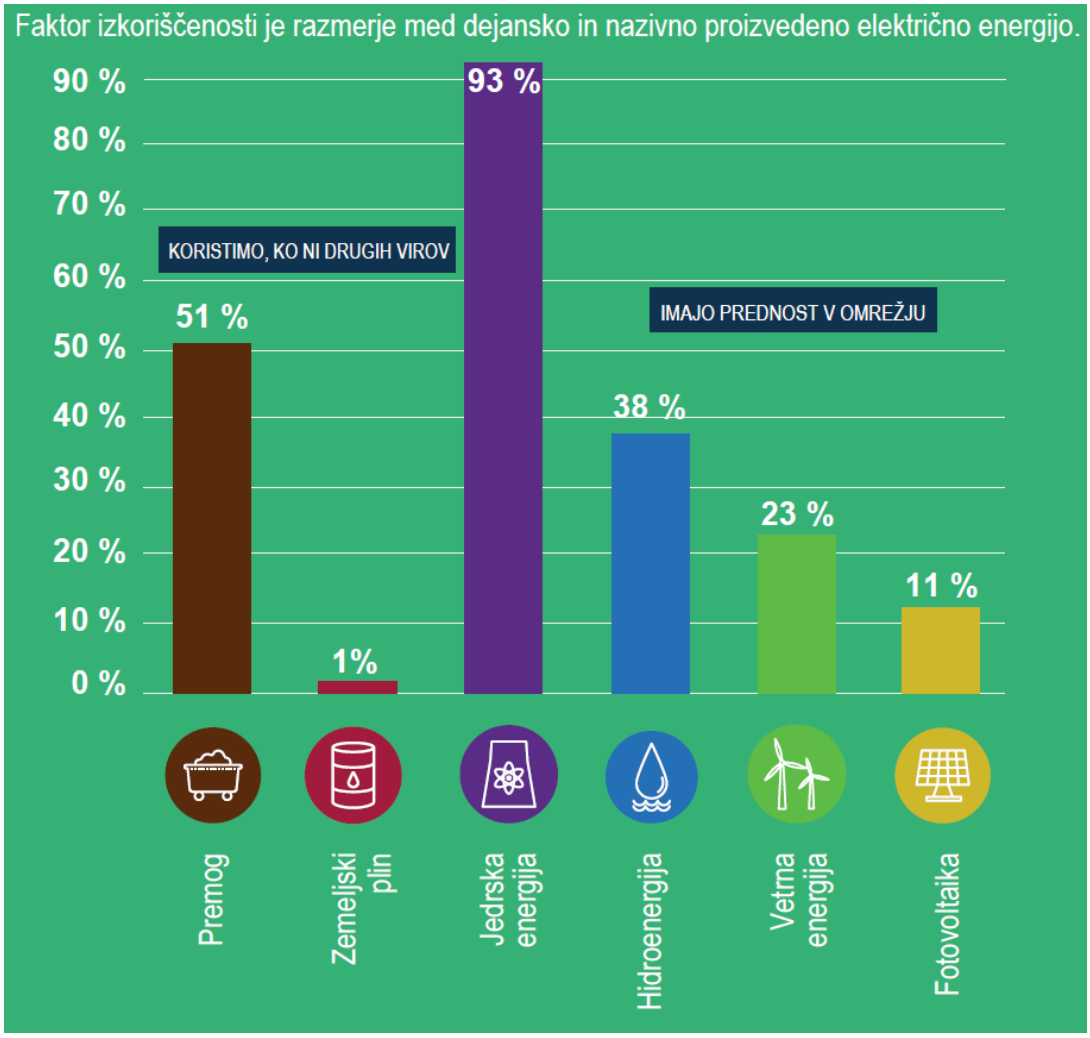
NEK v povprečju skupaj proizvede 5900 GWh elektrike v letih brez remonta. Letna proizvodnja HE Brežice v povprečju znaša 161 GWh, kar pomeni, da bi bilo za nadomestitev letne proizvodne NEK potrebnih 36 primerljivih hidroelektrarn, oziroma 18 za slovensko polovico proizvodnje. Če upoštevamo proizvodnjo naše največje hidroelektrarne HE Zlatoličje (577 GWh/leto) /221/, bi za nadomestitev slovenskega dela letne proizvodnje NEK potrebovali pet takšnih hidroelektrarn. Akumulacija HE Zlatoličje je dolga 6,5 km in po površini meri približno 1,14 km^2 oziroma 114 ha.

Vetrnica nazivne moči 2,3 MW v Dolenji vasi pri Senožečah letno proizvede ca. 4,5 GWh /222/, kar pomeni, da bi za nadomestitev slovenskega dela letne proizvodnje v NEK potrebovali 655 tako velikih vetrnic. V svetu je razdalja med vetrnicami določena na okrog 7 premerov rotorja, kar bi pri vetrnici omenjene velikosti (premer rotorja 71 m) pomenilo medsebojno razdaljo ca. 500 m in porabo prostora ca. 25 ha / vetrnico. 655 vetrnic bi bilo možno postaviti na skupaj 163,75 km^2.

Letna proizvodnja velike sončne elektrarne v kompleksu Lauingen Energy Park na Bavarskem z nazivno močjo 25,7 MW, ki se razteza na 63 ha, je približno 27 GWh /223/. Za nadomestitev slovenskega dela proizvodnje v NEK bi primerljive sončne elektrarne zasedle ca. 6883 ha oziroma 68,83 km^2.



Slika 18: Raba zemljišč glede na proizvodni vir električne energije (vir: /236/)



Slika 19: Predvidena povprečna letna proizvodnja električne energije glede na inštalirano moč (vir: /236/)

3.2.3 Drugi vplivi

Eden od ciljev sprejetega Celovitega nacionalnega energetskega in podnebnega načrta Republike Slovenije (NEPN, 2020) na področju energetske varnosti je nadaljevanje izkoriščanja jedrske energije in ohranjanje odličnosti v obratovanju jedrskih objektov v Sloveniji. Na področju razogljičenja je ključen cilj doseči vsaj 27-odstotni delež obnovljivih virov v končni rabi energije do leta 2030, od tega 43-odstotni delež v sektorju električna energija. Iz tega lahko sklepamo, da se v primeru ne-podaljšanja življenjske dobe NEK vsaj v začetnem obdobju pričakuje nadomestitev manjkajoče proizvodnje z uvozom in srednjeročno iz obnovljivih virov.

Poleg pozitivnih imajo vsi energetski viri tudi negativne vplive na okolje. Vrsta in intenziteta vplivov se razlikujeta glede na uporabljeno tehnologijo, geografsko lego in številne druge dejavnike. Medtem ko je o vplivih neobnovljivih virov na okolje v strokovni in splošni javnosti veliko znanega, se vsaj nekatere obnovljive vire pogosto obravnava kot povsem neproblematične s stališča vplivov na okolje in se vpliv obremenitve okolja zaradi obnovljivih virov zelo ali povsem zanemarja (sončna: proizvodnja in razgradnja sončnih celic in hranilnikov energije – akumulatorjev, vetrne: nizkofrekvenčni hrup in ptice, hidroelektrarne: zasedanje naravnih habitatov in prekomerno razraščanje alg).

V nadaljevanju je podan kratek pregled možnih negativnih vplivov obnovljivih virov na okolje.

Tabela 22: Povzetek možnih negativnih vplivov obnovljivih virov energije (vir: /119/, /120/)

Obnovljivi viri energije	Možni negativni vplivi
Proizvodnja biomase: centralizirani sistemi	negativni vplivi značilni za velike plantažne nasade: degradacija zemljišča, raba vode, poslabšanje kakovosti vode, negativni vplivi na ekosistem itd.
	zmanjšanje površine zemljišč za proizvodno hrane, dvig cene hrane
Proizvodnja biomase: razpršeni sistemi	siromašenje gozdov, motnje naravnega okolja zaradi človeške dejavnosti
Kurjenje biomase	onesnaženje zraka, sproščanje CO_2 (les je zaenkrat najbolj učinkovita oblika dolgoročno shranjenega CO_2)
Sončna energija: centralizirani sistemi	degradacija obsežnih površin - pokritost s solarnimi paneli
	posledična izguba habitatov na teh površinah
	posredno onesnaženje med proizvodnjo sončnih panelov in hranilnikov energije
	nastanek nevarnih onesnaževal pri razgradnji
Sončna energija: razpršeni sistemi	v urbanih območjih segrevanje nameščenih panelov lahko prispeva k pojavu toplotnega otoka
	interferenca z drevesnimi krošnjami okrog stavb z nameščenimi solarnimi paneli - odstranitev drevja, ki senči panele
	možnost požara
Vetrna energija: centralizirani sistemi	hrup zaradi turbin (nizkofrekvenčni, infra)
	vizualna degradacija in metanje sence (lokalno)
	interferenca s preleti ptic
	negativen vpliv na ekosistem zaradi manjših hitrosti vetra za turbinami
	motnje TV signalov
	onesnaženje zaradi razlitja olja v primeru havarije
	dodatna zasedba prostora z dostopi in daljnovodi
Vodna energija: centralizirani sistemi	izguba habitatov (gozdovi, travniki)
	poslabšanje kakovosti vode
	nastajanje toplogrednih plinov zaradi razkrajanja vegetacije v akumulaciji
	ovira v rečnem toku, spremenjena hidrodinamika
	spremembe življenjskih razmer za vodni živelj, prekinitev stika med populacijami
	možnost porušitve pregrade oziroma popustitev nasipov
	sprememba lokalne mikroklime
Vodna energija: male HE in mikro HE	podobni vplivi kot pri velikih sistemih
Pretvorba oceanske toplotne energije (OTEC)	vpliv na morske ekosisteme: sprememba temperature vode
	sprememba kemizma vode
	evtrofikacija in cvetenje alg
	vnos biocidov
Geotermalna energija	zasedba / motnje zemljišč
	posedanje / ugrezanje tal, mikropotresi
	hrup
	toplotno onesnaženje
	onesnaženje zraka (vodikov sulfid, metan, amonijak, radon)
	onesnaženje vode
Sežig odpadkov	onesnaženje zraka (še posebej dioksini, furani in toksične kovine), nastajanje nevarnih in nenevarnih odpadkov

3.3 EKONOMSKE POSLEDICE NIČELNE VARIANTE

Obe lastnici sta že investirali v posodobitve in zamenjave opreme kot v varnostno nadgradnjo. Poleg izgubljenih investicij bi morali obe lastnici (Republika Slovenija in Republika Hrvaška) zagotoviti manjkajoča finančna sredstva za razgradnjo NEK in odlaganje radioaktivnih odpadkov v naslednjih 10 letih.

V kolikor bo NEK obratovala dodatnih 20 let, se bodo ta sredstva zbirala kot dajatev v obeh skladih za razgradnjo NEK.

Tudi v primeru nadomeščanja električne proizvodnje NEK iz drugih energetskih virov, le-te ne bi bilo možno nadomestiti takoj po koncu življenjske dobe NEK, zaradi dolgotrajnih postopkov umeščanja v prostor in dodatno še obdobja potrebnega za gradnjo nadomestnih objektov. To pomeni, da bi bili za manjkajoči del (skupaj v povprečju 5900 GWh v letih brez remonta), v začetnem obdobju neposredno po letu 2023, tako Republika Slovenija kot Republika Hrvaška v celoti odvisni od zakupa električne energije v drugih državah.

Opis ničelne variante je podan v točki 4.5 Izhodiščno stanje in oris verjetnega nadaljnjega razvoja brez izvedbe posega (ničelna varianta).

3.4 UMESTITEV V PROSTOR

S predvidenim posegom podaljšanja obratovalne dobe NEK se ne spreminjata položaj in lokacija objektov ter daljnovodnih povezav, zato primernejše rešitve z vidika umestitve v prostor ni.

4. OPIS OBSTOJEČEGA STANJA OKOLJA

4.1 OSNOVNE ZNAČILNOSTI LOKACIJE POSEGA

4.1.1 Lega in geografske značilnosti območja

Geografsko se lokacija posega nahaja na območju Krške ravni, ki predstavlja najbolj južno pokrajino slovenskega panonskega sveta. Na severu meji Krška ravan na panonsko Bizeljsko in Krško gričevje, na zahodu na dinarsko Novomeško pokrajino, na jugu na dinarske Gorjance, na vzhodu pa sega do Sotle, po kateri teče meja s Hrvaško. Večji del Krške ravni leži v višinskem pasu med 100 in 200 m. Ima najnižjo povprečno nadmorsko višino (161 m) v Sloveniji. Kar tri četrtine površja je ravnega z naklonom pod 2 ° (povprečje znaša 1,6 °). Na območju Krške ravni so prisotne tri večje reke: Sava, Krka in Sotla. Kar tretjina Krške ravni so poplavna območja. Poplavljajo jo vse tri največje reke, prav tako pa tudi večina njihovih pritokov, predvsem tistih s Krških in Bizeljskih goric. Ob Savi je poplavno območje urezano med Krško in Brežiško polje, od Brežic naprej pa poteka ob robu Gorjancev in se ob meji s Hrvaško sreča s poplavnim območjem ob Sotli. Sestava rastja Krške ravni je sorazmerno preprosta: na vseh nanosih ob vodotokih rastejo vrbe, jelše in topoli, višje na poplavnem svetu na peščenih nanosih prav tako vrbe, jelše in topoli ter na glinastih nanosih hrast dob in beli gaber, iznad poplav pa na vseh nanosih prevladuje beli gaber. Krška ravan je bila zaradi obsežnih gozdov in poplavnega sveta poseljena kasneje kot bolj sušna in sončna gričevja na njenem obrobju. Poplavna območja so bila v večji meri kultivirana šele v rimski dobi. Največje naselje Krške ravni je Krško, sledita mu Brežice in Šentjernej.

Natančneje se lokacija posega nahaja na robu aluvialne ravnine Krškega polja, na levem bregu reke Save. Ožje območje lokacije je hkrati tudi del poplavne pokrajine Vrbina, ki predstavlja prehod med vzhodnim robom Krškega polja in zahodnim robom Brežiškega polja /133/.

Krško polje je prodnata dolina, prepletena s travniki in polji, preko katerih se na južnem obrobju vije reka Krka. Na severu, preko reke Save, Krško polje meji na z gozdovi poraščeno pobočje Bohorja. Celotno Krško polje obdajajo manjši griči, porasli s sadovnjaki in vinogradi, ki se na jugu konča ob vznožju Gorjancev, poraščenih z bukovimi gozdovi, v katerih domuje številna divjad. Na zahodu zaokrožuje dolino Krakovski pragozd, ki je zaščiteno področje nekaterih redkih in ogroženih živalskih in rastlinskih vrst.

Lokacija NEK se nahaja v občini Krško, in sicer 2,5 km jugovzhodno od mesta Krško, na nadmorski višini med 154 m in 155 m.

4.1.2 Meteorološke značilnosti območja, klimatski podatki

4.1.2.1 Podnebje

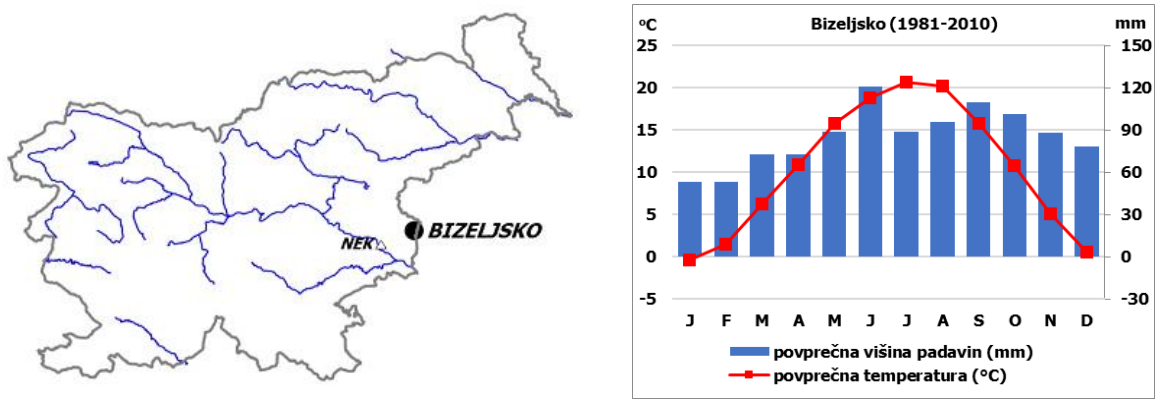
Krško se nahaja v območju zmerno celinskega podnebja. Za širše območje Krškega so značilna sorazmerno vroča poletja in relativno mile zime. Povprečne januarske temperature so pod lediščem, povprečne julijske pa skoraj 20 °C /107/.

4.1.2.2 Klimatski podatki

Najbližja meteorološka postaja, za katero so na voljo podnebni podatki, je Bizeljsko (46°1' S, 15°41' I, 174 m n.v.), ki se nahaja na razdalji 16 kilometrov severozahodno od NEK (Slika 20). Po programu meteoroloških meritev je Bizeljsko podnebna postaja. Na njej se meteorološke meritve temperature, relativne vlažnosti in opazovanja oblakov izvajajo ob 7., 14. in 21. uri, meritve padavin in višine snežne odeje pa enkrat na dan (ob 7. uri). Za opis vetrov so bili uporabljeni podatki meritev z anemometrom na meteorološkem stolpu v krogu NEK.

Podnebje je opredeljeno kot povprečno vremensko stanje na območju v daljšem časovnem obdobju. V skladu z navodili Svetovne meteorološke organizacije se klimatski podatki (npr. povprečna letna temperatura zraka, povprečna letna količina padavin itd.) računajo za 30-letna obdobja. V nadaljevanju

so prikazana podnebna povprečja[11] za obdobje 1981-2010 za postajo Bizeljsko. Letni potek temperature zraka in količine padavin sta prikazani na sliki (Slika 20), pregled mesečnih vrednosti podnebnih parametrov pa v tabeli (Tabela 23).



Slika 20: Lega podnebne postaje Bizeljsko in podnebni diagram za obdobje 1981-2010 (vir: /106/)

Povprečna letna temperatura zraka za Bizeljsko, za obdobje 1981-2010, je znašala 10,5 °C. V poprečju je bil najhladnejši mesec januar, s temperaturo -0,4 °C, najtoplejši pa julij s povprečno mesečno temperaturo 20,7 °C. V obdobju 1981-2010, je bila absolutno najnižja temperatura zraka -26,5 °C zabeležena januarja, avgusta pa je bila absolutno najvišja temperatura zraka 39,4 °C. V obdobju 1981-2010 je bilo v povprečju:

- 18 ledenih dni, ki nastopijo v obdobju od novembra do februarja, največ pa jih je januarja (7),
- 92 hladnih dni, ki nastopijo v obdobju od oktobra do aprila, največ pa jih je januarja (24),
- 81 toplih dni, ki nastopijo v obdobju od aprila do oktobra, največ pa jih je julija (23),
- 24 vročih dni, ki nastopijo v obdobju od maja do avgusta, največ pa jih je julija (10).

V obdobju 1981-2010 je letna količina padavin na Bizeljskem v povprečju znašala 1024 mm. V povprečju je bilo največ padavin junija (121 mm). Ta letni maksimum padavin je značilnost celinskega padavinskega režima. Po količini padavin izstopata še meseca september (101 mm) in oktober (110 mm). V obdobju 1981-2010 je bilo povprečno 125 padavinskih dni na leto (dni z več kot 0,1 mm padavin). V povprečju je bilo 35 dni na leto s padavinami večjimi kot 10 mm, pri čem je v povprečju največ dni (4) bilo junija in septembra.

V obdobju 1981-2010 je bilo v povprečju 57 jasnih dni na leto (oblačnost < 2/10) in 113 oblačnih dni na leto (oblačnost > 8/10). Julij in avgust sta meseca z največ jasnih dni (9 dni) in najmanj oblačnih dni (4 dni) v letu. December je mesec z največ oblačnih dni (17 dni), nato pa sledita november in januar (15 dni). Najmanj jasnih dni na leto (2 dni) imata poleg decembra tudi oktober in november.

V obdobju 1981-2010 se je na meteorološki postaji Bizeljsko sneg pojavil v obdobju od novembra do marca. V povprečju je bilo 40 dni s snežno odejo. Največ snežnih dni je bilo v povprečju januarja (13).

Tabela 23: Podnebni podatki za Bizeljsko za obdobje 1981-2010 (vir: /106/)

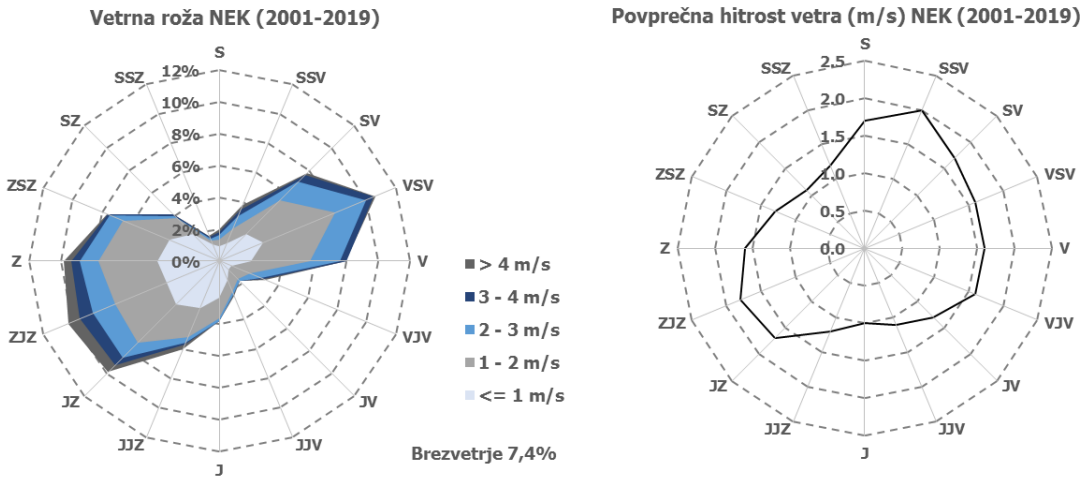
	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AVG	SEP	OKT	NOV	DEC	LETO
povprečna temperatura (°C)*	–0,4	1,5	6,2	10,9	15,8	18,8	20,7	20,2	15,8	10,8	5,1	0,6	10,5
povprečna najvišja dnevna temperatura (°C)*	3,3	6,5	12,1	17,3	22,8	25,8	28,1	27,6	22,5	16,4	9,1	3,8	16,3

[11] Podnebni podatki, ki se nanašajo na natančno določena 30-letna časovna obdobja, začenši z obdobjem 1901-1930, se imenujejo podnebna povprečja.

	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AVG	SEP	OKT	NOV	DEC	LETO
povprečna najnižja dnevna temperatura (°C)*	–3,6	–2,9	1,0	5,2	9,9	13,1	14,9	14,5	10,8	6,5	1,7	–2,2	5,7
absolutno najvišja temperatura (°C)	17,6	21,8	26,2	29,8	33,6	36,0	38,0	39,4	31,6	27,0	22,2	20,6	39,4
absolutno najnižja temperatura (°C)	–26,5	–23,0	–15,2	–5,4	0,2	4,2	6,6	4,6	1,6	–4,8	–16,2	–18,6	–26,5
povprečno število dni z najvišjo temp. < 0 °C	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	18
povprečno število dni z najnižjo temp. < 0 °C	24	21	11	2	0	0	0	0	0	2	11	21	92
povprečno število dni z najvišjo temp. > 25 °C	0	0	0	1	9	16	23	22	8	1	0	0	81
povprečno število dni z najvišjo temp. > 30 °C	0	0	0	0	1	5	10	8	0	0	0	0	24
povprečna relativna vlažnost ob 7. uri (%)	89	89	87	87	87	88	89	91	92	93	92	91	90
povprečna relativna vlažnost ob 14. uri (%)	73	60	53	50	50	53	51	52	57	64	72	79	59
povprečna relativna vlažnost ob 21. uri (%)	86	80	74	72	75	78	77	80	85	88	88	89	81
povprečna oblačnost ob 7. uri (v desetinah)	7,5	6,5	6,3	6,0	5,4	5,4	4,5	5,2	7,4	8,1	8,0	8,2	6,5
povprečna oblačnost ob 14. uri (v desetinah)	6,6	5,6	6,0	6,1	5,7	5,5	4,5	4,4	5,3	5,7	7,0	7,2	5,8
povprečna oblačnost ob 21. uri (v desetinah)	6,2	5,1	4,9	5,0	4,4	4,8	3,8	3,3	4,1	4,7	6,4	6,7	4,9
povprečno število jasnih dni (oblačnost < 2/10)	3	5	5	4	6	6	9	9	3	2	2	2	57
povprečno število oblačnih dni (oblačnost > 8/10)	15	9	9	8	6	6	4	4	8	10	15	17	113
povprečna višina padavin (mm)*	53	53	73	73	89	121	89	96	110	101	88	78	1024
povprečno število dni z vsaj 0,1 mm padavin	8	8	10	12	12	13	10	10	10	10	11	12	125
povprečno število dni z vsaj 1 mm padavin	7	7	8	10	10	11	8	8	9	8	9	9	105
povprečno število dni z vsaj 10 mm padavin	2	2	2	2	3	4	3	3	4	3	3	2	35
povprečno število dni s snežno odejo ob 7. uri	13	10	3	0	0	0	0	0	0	0	3	10	40
povprečna višina snežne odeje ob 7. uri (cm)*	5	5	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1,2
največja višina snežne odeje ob 7. uri (cm)	45	59	45	7	2	0	0	0	0	0	35	56	59
vsota dnevnih višin novega snega (cm)*	16	17	5	1	0	0	0	0	0	0	7	16	61

Na sliki (Slika 21) je prikazana roža vetrov na višini 10 metrov nad tlemi, po podatkih meritev na meteorološkem stolpu v krogu NE Krško v obdobju 2001 do 2019. Na območju Krškega najpogosteje pihajo šibki vetrovi iz jugozahodnega kvadranta (smeri: JZ – 9,9 %, ZJZ – 10,3 % in Z – 8 %), nato pa sledi veter iz severovzhodne smeri (VSV – 10,6 %). Vetrovi s hitrostjo nad 5 m/s so redki (1,1 % na leto), pihajo pa iz jugozahodnega kvadranta (smeri: JZ, ZJZ in Z). Največjo povprečno hitrost ima veter smeri sever-severovzhod (2,0 m/s), nato pa sledi veter smeri jug-jugozahod (1,8 m/s). Tišine, oziroma

obdobja z vetrom, manjšim kot 0,3 m/s, so na lokaciji NE Krško pogost pojav. V obdobju 2001-2019 je frekvenca pojava tišina v povprečju znašala 7,4 % na leto.



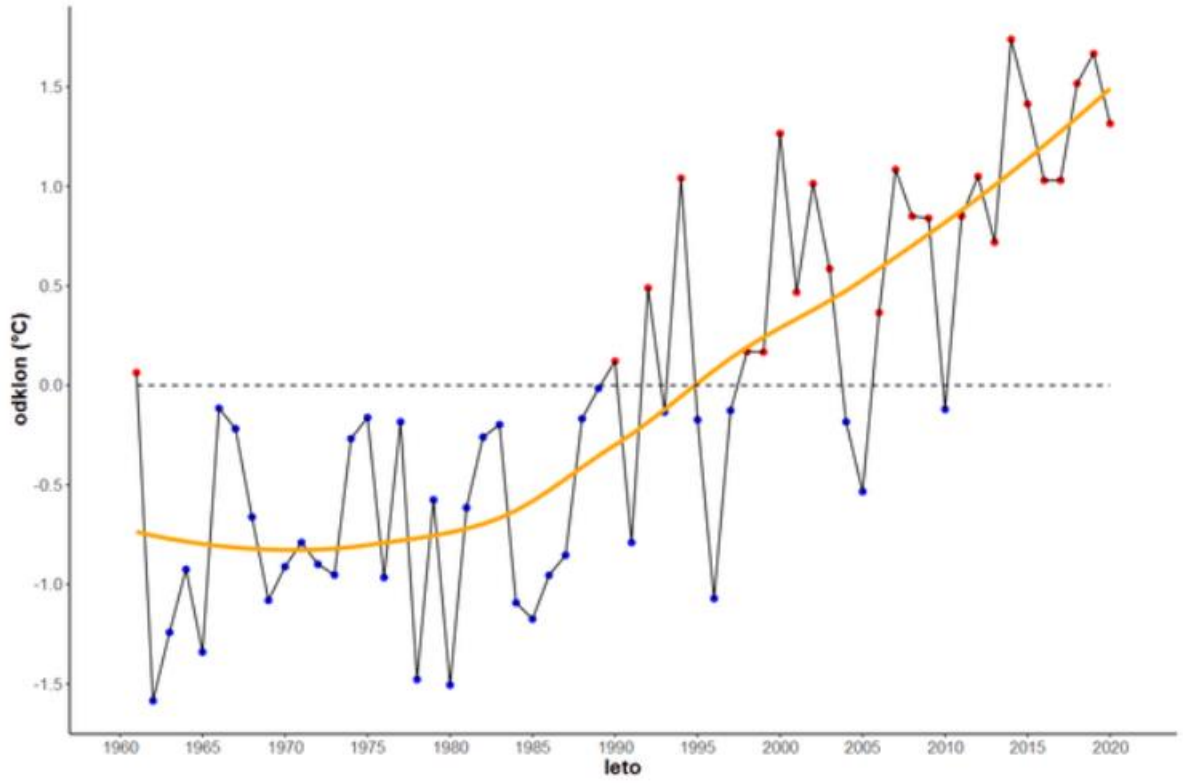
Slika 21: Roža vetrov (levo) in povprečne hitrosti vetra po smereh (desno) za meteorološki stolp NEK (višina 10 metrov nad tlemi) za obdobje 2001-2019 (vir:/107/, Obdelava: EKONERG)

4.1.2.3 Opazovane podnebne spremembe

Globalna povprečna temperatura za leto 2019 je bila 1,1 ± 0,1 °C nad predindustrijsko ravnijo. Leto 2019 je bilo verjetno drugo najtoplejše leto, odkar obstajajo meritve, zadnje desetletje, 2010–2019, pa je najtoplejše po zapisih o meritvah. Od osemdesetih let je bilo vsako desetletje toplejše od prejšnjih /67/.

Ocenjuje se, da so človekove dejavnosti doslej povzročile "globalno segrevanje" ali "povišanje globalne temperature" za približno 1,0 ° C v primerjavi s predindustrijskim obdobjem. Če se bo sedanji trend nadaljeval, se pričakuje da bo globalno segrevanje med letoma 2030 in 2052 doseglo vrednosti 1,5 °C /68/.

Porast povprečne letne temperature zraka v obdobju od leta 1961 do leta 2020 na območju Slovenije prikazan na naslednji sliki (Slika 22) kaže na močan porast temperature na koncu 20. in v začetku 21. stoletja.

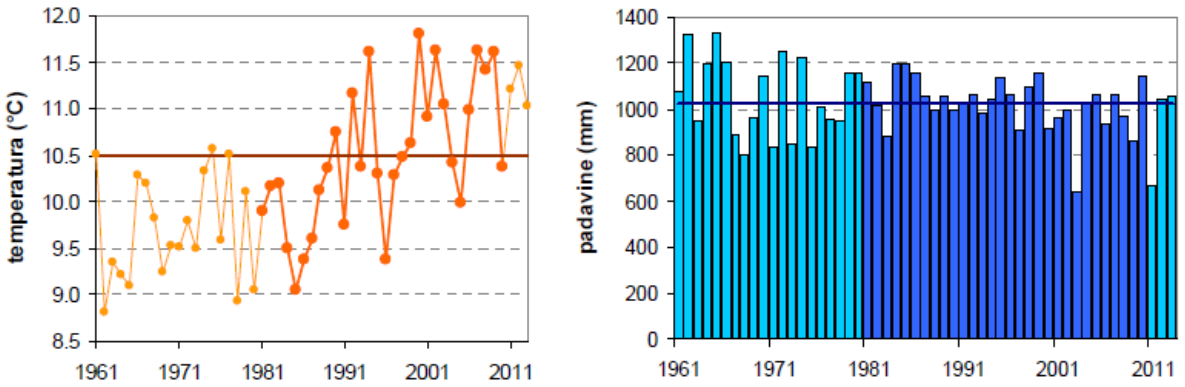


Slika 22: Odstopanje povprečne letne temperature zraka od povprečja za obdobje 1981-2010 (vir: /68/).

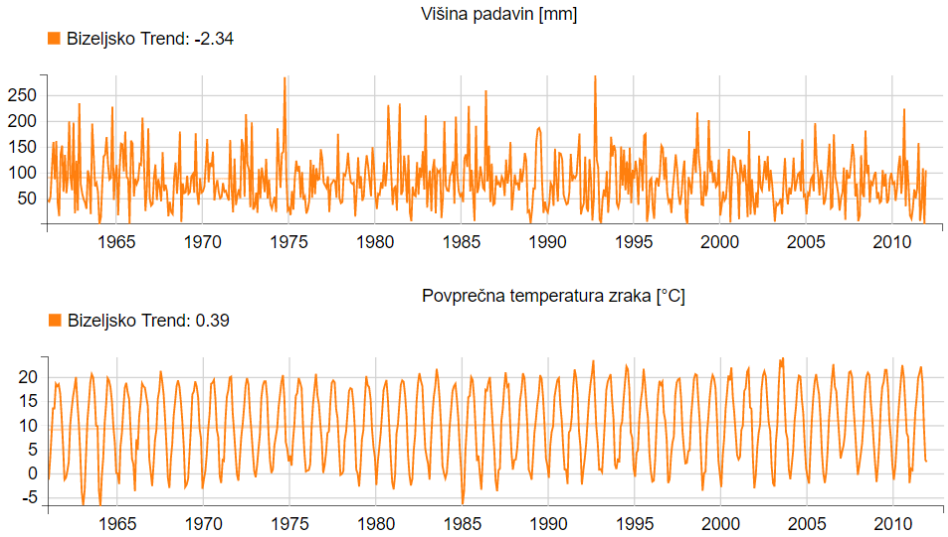
V obdobju od leta 1961 do leta 2011 so bile zabeležene naslednje podnebne spremembe na območju Slovenije /70/:

- Povprečna temperatura zraka se je dvignila za 1,7 °C.
- Trend naraščanja temperature zraka je nekoliko večji v vzhodni kot v zahodni polovici države.
- Najbolj so se ogreli poletja in pomladi, nekoliko manj zime. Jeseni se niso ogrele.
- Višina padavin se je na letni ravni zmanjšala za okoli 15 % v zahodni polovici države, nekoliko manj (10 %) v vzhodni polovici države, kjer spremembe niso statistično značilne.
- Najbolj se je višina padavin zmanjšala spomladi (povsod po državi) in poleti (v južni polovici države).
- Skupna višina snežne odeje se je zmanjšala za okoli 55 %.
- Višina novozapadlega snega se je zmanjšala za 40 %.
- Na letni ravni se je trajanje sončnega obsevanja v povprečju povečalo za 10 %, najbolj na račun povečanja spomladi in poleti. Na desetletje se je trajanje sončnega obsevanja tako povečalo za 30–40 ur.
- Izhlapevanje se je od leta 1971 povečalo za okoli 20 %, najbolj na račun povečanja spomladi in poleti.
- Zračni tlak je na letni ravni v povprečju zrastel za 1,5 hPa.
- Najbolj je zračni tlak zrastel pozimi, le nekoliko manj pomladi. Bistveno manjši je porast zračnega tlaka poleti, najmanjši pa je jeseni.
- Temperatura vode se je zviševala s trendom 0,2 °C na desetletje za površinske vode (obdobje 1953–2015) in 0,3 °C na desetletje za podzemne vode (obdobje 1969–2015).

Na sliki (Slika 23) so prikazane povprečne letne temperature zraka in letne količine padavin na meteorološki postaji Bizeljsko v obdobju 1961-2011. Očiten je porast temperature zraka in zmanjšanje količine padavin v opazovanem obdobju, vendar je treba pripomniti, da je naravno bistveno višja variabilnost padavin kot variabilnost temperature zraka. Trend spremembe mesečnih vrednosti temperature zraka je znašal +0,39 °C na desetletje, zmanjšane količine padavin pa -2,34 mm na desetletje, kot je prikazano na sliki (Slika 24).

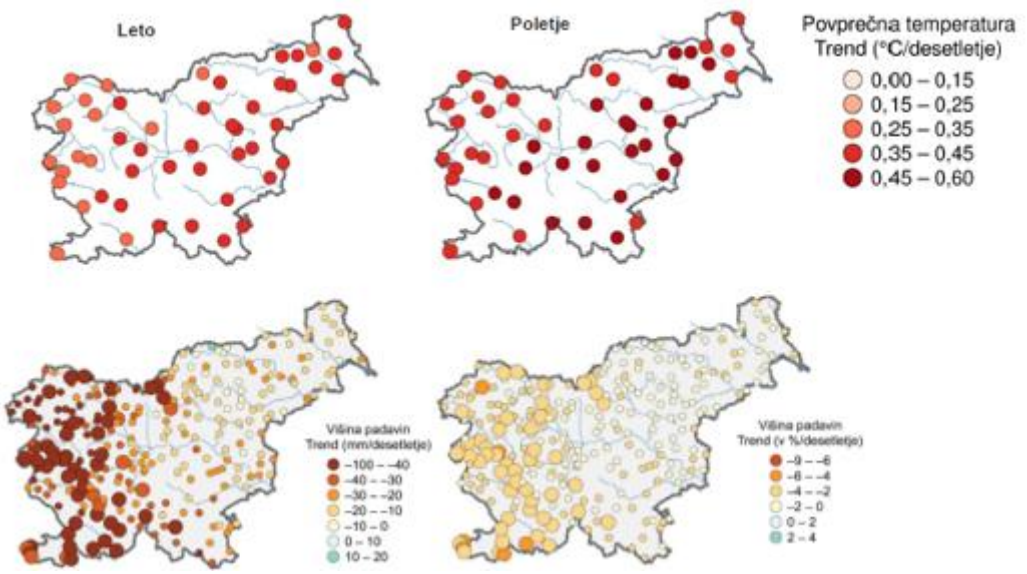


Slika 23: Povprečne letne temperature zraka in letne količine padavin za Bizeljsko v obdobju 1961-2011 (vir: /106/)



Slika 24: Trend padavin in temperature na podnebni postaji Bizeljsko v obdobju 1961-2011

V obdobju 1961-2011 se je na vseh meteoroloških postajah v bližini NEK povprečna letna temperatura zraka povečala za približno 0,4 °C na desetletje, medtem ko se je količina padavin zmanjševala za približno 20 - 40 mm oziroma 2 - 4 % na desetletje (Slika 25). Porast temperature je bil zabeležen v vseh letnih časih, največji pa je bil poleti. Zmanjšanje letnih padavin je bilo predvsem posledica zmanjšanja spomladanskih in poletnih padavin /73/.



Slika 25: Trend spremembe temperature in padavin (vir: /72/)

Podnebne spremembe, ki imajo vpliv na padavine, pretoke in temperature reke Save, se periodično obravnavajo v sklopu občasnega varnostnega pregleda (Periodic Safety review), torej vsaj enkrat na 10 let. Vpliv sprememb v porečju reke Save (npr. izgradnja HE Brežice) oz. spremembe izrabe prostora v okolici se evaluira že pred samo izvedbo spremembe. Meritev profilov struge reke Save se izvaja periodično vsaj enkrat na 5 let ali po izrazito visokih vodah, ki presegajo 50-letno povratno dobo (3060 m^3/s).

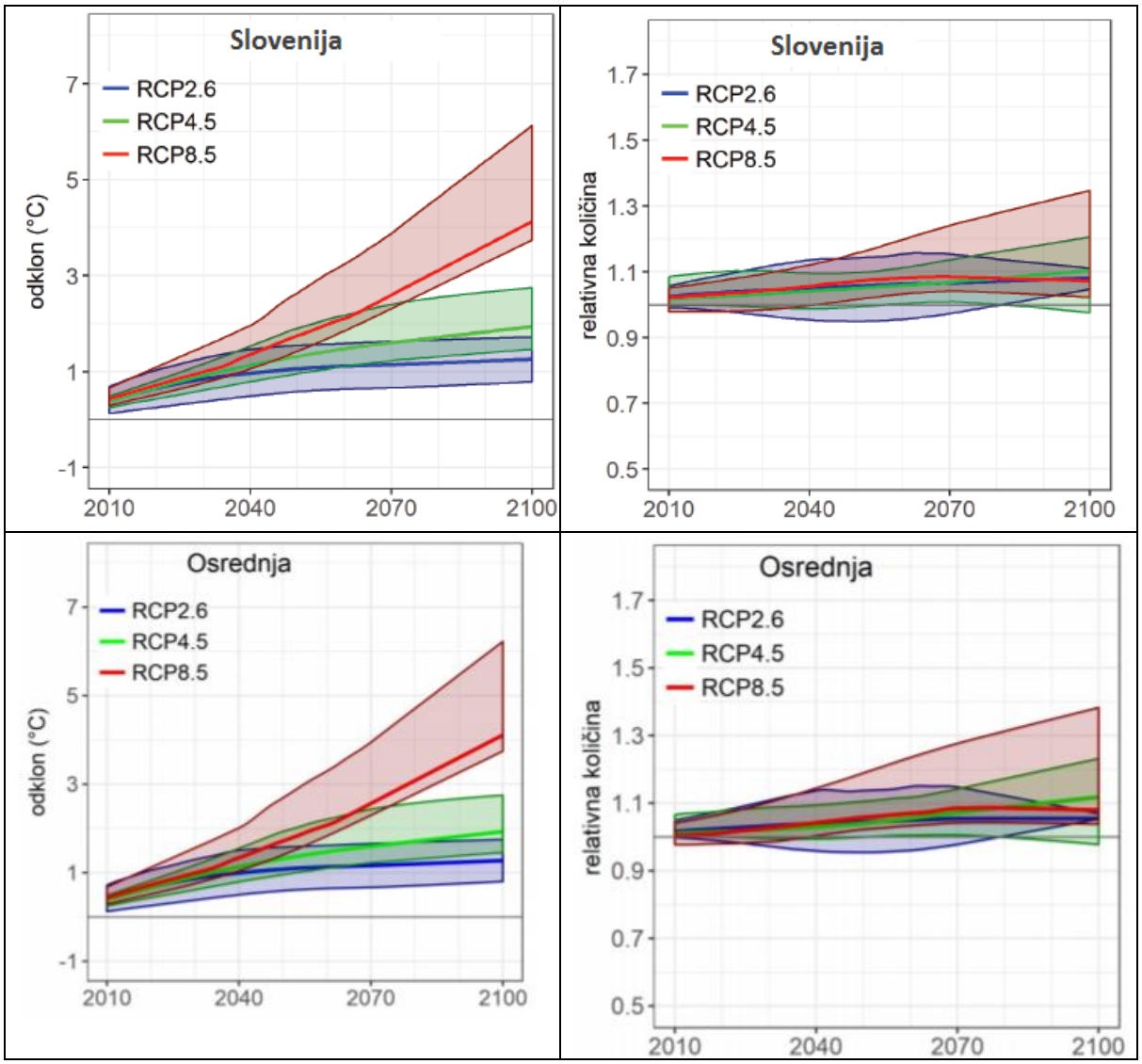
4.1.2.4 Pričakovane podnebne spremembe v 21. stoletju

Potek podnebnih sprememb v prihodnosti je odvisen od dejanskih izpustov toplogrednih plinov, ki se jih poskuša zajeti z uporabo različnih scenarijev značilnih potekov vsebnosti toplogrednih plinov (Representative Concentration Pathways - RCP). Scenariji temeljijo na človekovi dejavnosti ter z njo povezanimi izpusti CO_2, CH_4, N_2O in drugih onesnaževalcev zraka. Vsak izmed scenarijev je v osnovi odvisen od globalnih družbeno-gospodarskih dejavnikov, kot so stopnja naraščanja prebivalstva in bruto domači proizvod ter tehnološki razvoj v 21. stoletju, ti pa neposredno vplivajo na porabo primarnih energijskih virov in nafte ter na spremembo rabe tal. Scenarije lahko ločimo po številčni oznaki skupnega sevalnega prispevka, ki je v posplošenem smislu merilo povišanega toplogrednega učinka glede na predindustrijsko dobo in je izražen v vatih na kvadratni meter ($W\ m^{-2}$). Najbolj optimističen je scenarij RCP2.6, ki predvideva aktivno politiko blaženja podnebnih sprememb in posledično nizke izpuste toplogrednih plinov, katerih raven naj bi dosegla svoj višek v začetku 21. stoletja in potem postopoma začela upadati, sevalni prispevek pa naj bi ob koncu stoletja znašal 2,6 Wm^{-2}. Stabilizacijski scenarij RCP4.5, ki na podlagi trenutnega stanja velja za zmerno optimističnega, predvideva postopno zmanjševanje izpustov in ustalitev sevalnega prispevka pri 4,5 Wm^{-2} do leta 2100. Podobno tudi stabilizacijski scenarij RCP6.0 do leta 2100 doseže vrednost 6,0 Wm^{-2} in se kmalu po tem ustali. Najbolj pesimističen scenarij brez predvidenega blaženja podnebnih sprememb je RCP8.5, ki predvideva visok izpust toplogrednih plinov in posledično naraščanje njihove vsebnosti tudi po letu 2100, na koncu stoletja pa naj bi sevalni prispevek znašal 8,5 Wm^{-2}. Za potrebe analize podnebja v prihodnosti je 21. stoletje razdeljeno na tri obdobja: 1. obdobje med 2011-2040 (osrednje leto 2025), 2. obdobje med 2041-2070 (osrednje leto 2055) in 3. obdobje med 2071-2100 (osrednje leto 2085). Za prikaz prostorskih razlik je bilo obravnavanih šest manjših prostorskih regij znotraj Slovenije glede na podnebno razvrstitev: Visokogorje, Namočeni gorski svet, Severovzhodna regija, Jugozahodna regija, Osrednja regija in Hribovita prehodna regija /74/.

Podnebne projekcije so simulacija Zemljinega podnebja v prihodnjih desetletjih s pomočjo podnebnih modelov. Običajno so rezultati modeliranja podnebja izraženi kot odstopanje od referenčnega obdobja. Glede na to, da so podnebne projekcije v glavnem pridobljene na podlagi izračunov z več podnebnimi

modeli, je poleg pričakovane (medialne) vrednosti v rezultatih pogosto naveden tudi razpon vrednosti (minimum in maksimum).

Na naslednji sliki (Slika 26) je prikazan razpon vrednosti podnebnih projekcij spremembe temperature zraka in padavin za tri scenarije podnebnih projekcij za Slovenijo in »osrednjo regijo«, v kateri se nahaja Nuklearna elektrarna Krško. Črte prikazujejo glajeno mediano modelskih projekcij, zgornji in spodnji rob ovojnic največjo in najmanjšo vrednost modelskih projekcij. Projekcije za regijo »osrednja« se nekoliko razlikujejo od povprečnih vrednosti podnebnih projekcij za območje Slovenije.



Slika 26: Prikaz poteka spremembe povprečne letne temperature zraka in spremembe padavin tekom 21. stoletja v primerjavi z referenčnim obdobjem 1981-2010 za scenarije RCP2.6, RCP4.5 in RCP8.5, vključno z razponi možnih odstopanj (vir: /74/)

Večji kot je sevalni prispevek, večje spremembe v podnebnem sistemu lahko pričakujemo. Stabilizacijski scenarij RCP4.5, ki na podlagi trenutnega stanja, velja za zmerno optimističnega in najbolj verjetnega v naslednjem stoletju, predvideva postopno zmanjševanje izpustov ter stabilizacijo sevalnega prispevka pri 4,5 W m^{-2} do leta 2100.

Do leta 2100 podnebni scenarij RCP4.5 predvideva naraščanje temperature zraka, in sicer za približno 2 °C; temperatura bo sprva naraščala in se konec 21. stoletja ustalila. Znatne spremembe temperature bo Slovenija sicer občutila v vseh letnih časih, vendar bo predvsem v zimskem času segrevanje ob koncu stoletja predvidoma izrazitejše od povprečnega letnega segrevanja. V visokogorju, na

severovzhodu in v osrednji Sloveniji bo temperatura pozimi naraščala še strmeje. Segrevanje bo najmanj izrazito spomladi. V nasprotju s temperaturo so scenariji za spremembe padavin manj zanesljivi, saj so te časovno in prostorsko bolj raznolike. Velike razlike so med signali sprememb padavin za različne scenarije izpustov, predvsem za drugo polovico 21. stoletja. V primeru zmerno optimističnega scenarija RCP4.5 v začetnem obdobju na letni ravni ni pričakovati bistvenih sprememb, se pa signali z odmikom v prihodnost stopnjujejo. S pričetkom drugega obdobja se bo območje naraščanja padavin na letni ravni pričelo širiti z vzhoda na zahod. Do leta 2100 je na celotnem območju Slovenije z izjemo severozahoda pričakovan porast povprečnih letnih padavin za približno 10 % glede na obdobje 1981-2010. Na sezonski ravni je signal spremembe padavin nekoliko bolj izražen, v primeru zmerno optimističnega scenarija RCP4.5 bo naraščanje padavin najbolj izrazito pozimi. Poletja bodo tekom prvih dveh napovednih obdobij predvidoma bolj suha v primerjavi s povprečjem v obdobju 1981-2010, za konec stoletja pa kaže, da bodo bolj mokra. Predznak sezonskih sprememb padavin je močno odvisen od poteka izpustov toplogrednih plinov. Tako se v primeru scenarija RCP4.5 padavine poleti najprej zmanjšajo, konec stoletja pa povečajo. Zimsko naraščanje padavin ne pomeni povečane možnosti za sneg, saj bodo s hkrati naraščajočo temperaturo zraka snežne padavine najverjetneje postale vse manj pogoste.

Povzetek podnebnih scenarijev za prvo (2011-2040) in drugo (2041-2070) tridesetletno obdobje za zmerno optimističen scenarij RCP4.5, ki predpostavlja znatne blažilne ukrepe glede izpustov toplogrednih plinov, v primerjavi s povprečjem obdobja 1981-2010:

- spremembe temperature zraka:
  - 2011-2040: Slovenija se bo na letni ravni ogrela v povprečju za 1 °C. Približno enostopinjski dvig temperature se pričakuje v vseh letnih časih z izjemo pomladi, kjer je pričakovani dvig manjši od 0,5 °C;
  - 2041-2070: do sredine 21. stoletja se bo Slovenija na letni ravni ogrela za 2 °C. Podobno kot v predhodnem tridesetletju se tudi za to obdobje kaže dokaj enakomeren dvig temperature poleti, jeseni in pozimi ter nekoliko manj izražen dvig temperature pomladi;
- spremembe padavin:
  - 2011-2040: na letni ravni se ne kažejo znatne spremembe padavin, so pa nakazani nekoliko bolj izraziti signali sprememb na sezonski ravni. Najbolj izrazita sprememba se kaže za zimo, ko se bo količina padavin verjetno povečala;
  - 2041-2070: do sredine stoletja se bodo spremembe padavin stopnjevale. Na letni ravni kaže, da se bo količina padavin povečala v polovici države, medtem ko je za Z polovico države signal povečanja padavin bolj šibak. Večje spremembe kot na letni ravni se obetajo na sezonski ravni. Signal povečanja padavin pozimi se v primerjavi s predhodnim tridesetletjem še poveča, več padavin lahko pričakujemo tudi jeseni v V polovici države. Poleti se predvsem za J polovico države kaže signal zmanjšanja padavin, najmanj pa je signal sprememb padavin izrazit za pomlad, kjer se kaže blago povečanje padavin na Z države;
- spremembe potencialne evapotranspiracije:
  - 2011-2040: v bližnji prihodnosti se večje spremembe v potencialni evapotranspiraciji ne obetajo, še najbolj jasen signal je za povečanje izhlapevanja v jeseni;
  - 2041-2070: do sredine stoletja bodo spremembe potencialne evapotranspiracije bolj izrazite. Na letni ravni se bo povečala, najbolj izrazito na JZ države. K spremembi na letni ravni bo v največji meri prispevalo povečanje potencialne evapotranspiracije poleti in jeseni, medtem ko bo porast pomladi in pozimi manjši.

Po podnebnih projekcijah za 21. stoletje lahko v Sloveniji pričakujemo naslednje spremembe hidroloških razmer /74/:

- Večjih sprememb srednjih letnih pretokov v Sloveniji v primerjavi z obdobjem 1981–2010 po vseh scenarijih izpustov ni pričakovati, z izjemo severovzhoda, kjer bi se pretoki v zmerno optimističnem scenariju (RCP4.5) izpustov do konca stoletja lahko povečali do 30 %. V primeru pesimističnega scenarija (RCO8.5) izpustov bo lahko v sredini stoletja na severovzhodu povečanje do 40 %.
- Srednje letne konice se bodo po vseh scenarijih izpustov v primerjavi z obdobjem 1981–2010 povečale povsod po državi, v povprečju od 20 do 30 %. Povečanje se od bližnje prihodnosti proti

koncu stoletja stopnjuje. Največje povečanje konic bo na severovzhodu države, kjer bo v primeru zmerno optimističnega scenarija izpustov znašalo do približno 30 %. V primeru pesimističnega scenarija izpustov bo povečanje proti koncu stoletja med 20 in 40 % na skoraj vseh vodomernih postajah. Po zmerno optimističnem in pesimističnem scenariju so spremembe srednjih malih pretokov prostorsko neenotne in le ponekod v severni polovici Sloveniji kažejo na značilno povečanje za približno 20 %.

- Za pretoke letnih visokovodnih konic s 100-letno povratno dobo v primerjalnem obdobju se v vseh scenarijih izpustov pričakuje povečanje 100-letnih nivojev za vsa obdobja v prihodnosti glede na obdobje 1981–2010, večinoma po celi državi. V primeru scenarija izpustov RCP2.6 bo največje povečanje v vzhodnem delu države in na jadranskih rekah. V primeru scenarijev izpustov RCP 4.5 in RCP8.5 povečanje 100-letnih velikih pretokov ni tako veliko kot v scenariju RCP 2.6. Večja povečanja se pričakuje za severovzhod države.

V tabeli (Tabela 24) je prikaz podnebnih projekcij temperature in padavin za »osrednjo regijo«, za leto 2025 kot osrednje leto obdobja 2011-2040 ter za leto 2055 kot osrednje leto iz obdobja 2041-2070. Navedene so projekcije za vse tri podnebne scenarije (RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5) in so izkazane kot odstopanje od referenčnega obdobja 1981-2010. Zaradi enostavnosti v tabeli (Tabela 24) niso navedene minimalne in maksimalne vrednosti, temveč so izkazane samo medialne vrednosti podnebnih projekcij.

Vse podnebne projekcije kažejo trend segrevanja v 21. stoletju, pri čemer je porast temperature v drugi polovici 21. stoletja posebej močan za scenarij RCP8.5. Poleg porasta povprečne in maksimalne dnevne temperature zraka se segrevanje v 21. stoletju odraža tudi v porastu toplih temperaturnih indeksov (število toplih dni, število vročih dni, število tropskih noči) in zmanjšanju hladnih temperaturnih indeksov (število hladnih dni, število ledenih dni) kot je razvidno iz tabel (Tabela 24, Tabela 25).

Trend spremembe količine padavin ni enoznačen v vseh modelih, kar je razvidno tudi iz slike (Slika 26), kjer vrednosti manjše od 1 kažejo na trend zmanjšanja, vrednosti večje od 1 pa na trend porasta količine padavin. Čeprav večina podnebnih projekcij kaže na porast količine padavin, nekaj jih kaže na zmanjšanje količine padavin, zlasti sredi 21. stoletja za scenarij RCP2.5. Medialna vrednost projekcij za vse podnebne scenarije kaže na porast povprečnih padavin in maksimalne dnevne količine ter porast števila dni s padavinami večjimi od 10 mm. Za razliko od temperaturnih indeksov, ki imajo jasen trend segrevanja, padavinski indeksi nimajo jasno izraženega trenda zmanjšanja trajanja sušnih obdobij (CDD) in povečanja trajanja mokrih obdobij (CWD), kot je razvidno iz tabele (Tabela 24).

Tabela 24: Podnebne projekcije spremembe temperature in padavin za regijo »osrednja« izražene kot odstopanja od obdobja 1981-2010 (vir podatkov: /75/, /76/)

	OBDOBJE 2011-2040 (za osrednje leto 2025)			OBDOBJE 2041-2070 (za osrednje leto 2055)		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
Povprečna temperatura (°C)	0,8	0,8	0,8	1,1	1,4	1,8
Povprečna dnevna najvišja temperatura (°C)	0,8	0,8	0,8	1,1	1,4	1,7
Povprečna dnevna najnižja temperatura (°C)	0,9	0,8	0,8	1,2	1,4	1,8
Število toplih dni (SU)	11,4	10,5	11,2	13,9	19,9	22,5
Število vročih dni	7,7	5,9	6,4	7,6	12,7	14,3
Število tropskih noči (TR)	1,3	1,6	1,7	2,3	5,0	7,7
Število hladnih dni (FD)	-10,9	-9,0	-9,3	-16,2	-16,7	-23,5
Število ledenih dni (ID)	-3,1	-3,6	-3,9	-4,9	-7,4	-9,4
Višina padavin (%)	4	4	3	7	6	10
Največja dnevna višina padavin na mesec (Rx1day) (%)	3,0	4,8	4,4	6,9	9,3	12,4
Število dni na leto z več kot 10 mm padavin (R10mm)	1,2	0,8	0,2	2,1	1,5	2,6

	OBDOBJE 2011-2040 (za osrednje leto 2025)			OBDOBJE 2041-2070 (za osrednje leto 2055)		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
Dolžina najdaljšega suhega obdobja v letu (CDD) (število dni)	-1,1	-0,3	0,3	-1,2	0,3	-0,5
Dolžina najdaljšega mokrega obdobja v letu (CWD) (število dni)	0,0	-0,1	-0,1	0,3	0,0	-0,1

Spremembe srednjega letnega pretoka skozi 21. stoletje za reko Savo ne kažejo velikih razlik med posameznimi scenariji izpustov /70/. V tabeli (Tabela 25) je naveden pregled sprememb hidroloških kazalnikov za vse tri podnebne scenarije (RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5) v dveh podnebnih obdobjih (2011-2040 in 2041-2070) in je navedena njihova statistična pomembnost. Spremembe malih pretokov so v razponu od -5 % do 5 % za vse tri podnebne scenarije (RCP2.5, RCP4.5, RCP8.5) v obeh podnebnih obdobij (2011-2040 in 2041-2070) in niso statistično pomembne. Kot statistično pomembne so bile ocenjene le spremembe v obdobju 2041-2070, in sicer: porast povprečnega pretoka do 20 % za podnebni scenarij RCP8.5, in porast velikih pretokov do 20 % za scenarije RCP4.5 in RCP8.5.

Tabela 25: Podnebne projekcije hidroloških spremenljivk za lokacijo Sava – Čatež (vir: /77/)

	OBDOBJE 2011-2040			OBDOBJE 2041-2070		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
Srednji pretok	**-5 % – +5 %**	**-5 % – +5 %**	**-5 % – +5 %**	+5 % – +20 %	+5 % – +20 %	+5 % – +20 %
Veliki pretok	5 % – +20 %	5 % – +20 %	5 % – +20 %	5 % – +20 %	5 % – +20 %	5 % – +20 %
Srednji mali pretok	**-5 % – +5 %**	**-5 % – +5 %**	**-5 % – +5 %**	**-5 % – +5 %**	**-5 % – +5 %**	**-5 % – +5 %**

Oznaka:
Nizka stopnja zanesljivosti pa kaže na pomembne razlike v podnebnih modelih, ki privedejo do nasprotujočih rezultatov.
Stopnjo zanesljivosti »ni spremembe« pa lahko razumemo, da sklop uporabljenih modelskih kombinacij kaže na majhno, statistično nepomembno spremembo, ki jo verjetno zakrije naravna spremenljivost podnebja.
Visoka stopnja zanesljivosti pomeni, da gre z veliko verjetnostjo pričakovati spremembe v določeno smer.

4.1.3 Geološke in hidrogeološke značilnosti območja

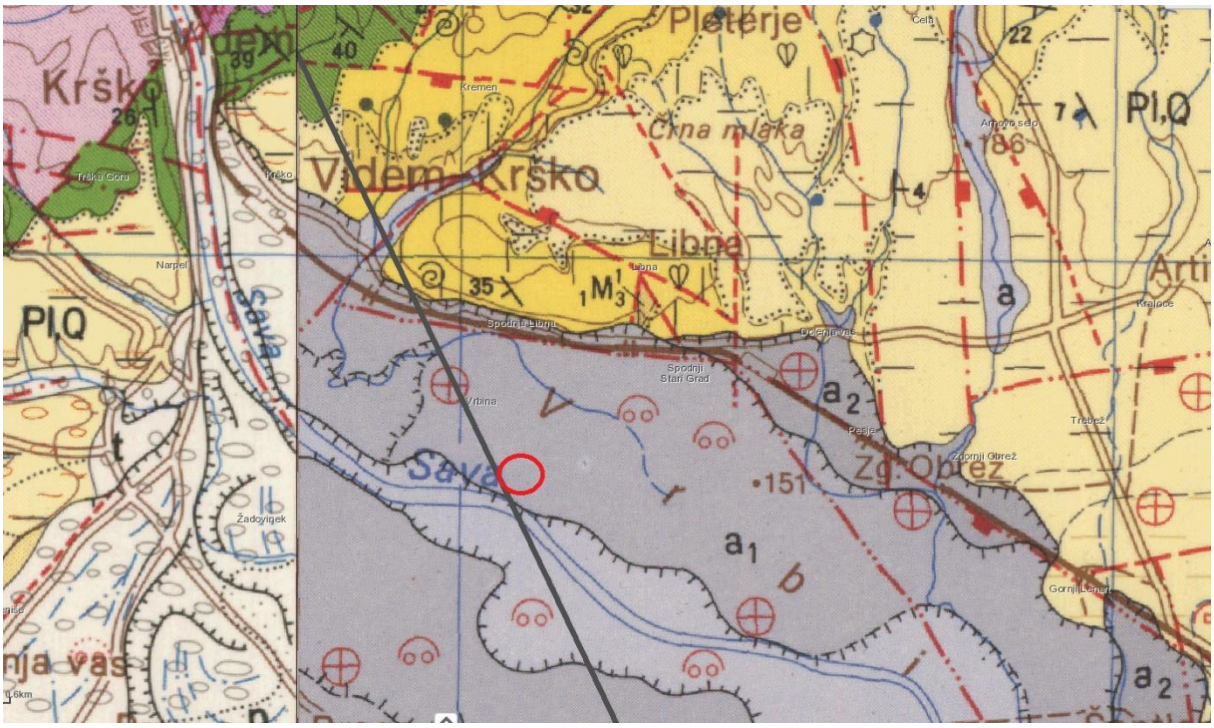
4.1.3.1 Geološke značilnosti

Lokacija posega se nahaja na območju Krškega polja. Širše območje Krškega v geotektonskem smislu leži na severozahodnem robu levo zmične Srednjemadžarske cone, v bližini jugovzhodne meje Savskega tektonskega klina z vzhod-zahod orientiranimi Posavskimi gubami. Glavne (vodilne) strukture Srednjemadžarske cone so SV usmerjeni (»balatonski«) zmični prelomi. Vodilna (glavna) struktura te levo zmične prelomne cone je prelom Sveta Nedelja, na južnem obrobju Gorjancev, in Zagrebški prelom vzdolž južnega obrobja Medvednice. Prelom Sveta Nedelja predstavlja nadaljevanje Zagrebškega preloma. Orliški prelom je najbolj severozahodni od balatonskih prelomov in izraža post-badenijsko levo zmično aktivnost, smatramo ga kot zunanjo mejo Srednjemadžarske zmične cone. Pogostnost balatonskih prelomov narašča od Orliškega preloma proti JV.

Krška sinklinala je najpomembnejša plikativna struktura v obrobnem delu Srednjemadžarske cone. Glede na podatke seizmičnih in gravimetričnih raziskav in številnih vrtin, ima Krška sinklinala severovzhodno smer v osrednjem delu Krškega bazena in proti zahodu zavije v smer vzhod-zahod, ko se približuje JZ nadaljevanju Orliškega preloma. Osrednji in vzhodni del Krške sinklinale ni vzporeden balatonskim prelomom, saj medsebojni kot znaša približno 30 °. Če upoštevamo levozmični karakter balatonskih prelomov, lahko Krško sinklinalo razumemo kot "fault-flank depresijo" med ali v povezavi z Orliškim in Artiškim prelomom proti severu in skupino subparalelnih balatonskih prelomov južno od sinklinale, ki so bili opazovani na Gorjancih /82/.

Širše območje lokacije predstavlja Krška kotlina, kjer pod Krško sinklinalo terciarnih sedimentov ležijo sedimenti mezozojske starosti, neznane debeline. Najstarejši terciarni sediment je ottnangijski

zaglinjeni silikatni prod s premogom. Je srednje do zelo debelo zrnat. Navzgor mu sledi erozijsko diskordantno odložen masivni apnenec badenijske starosti, ponekod prekrit z apnenčevimi sarmatijskimi resedimenti. Te sedimente prekriva nato v Krški kotlini nad 1000 m debel pokrov sarmatijskih drobnozrnatih klastitov (dobro konsolidiranih glinastih karbonatnih muljev, meljev, peščenih meljev in drobnozratega peska), panonijske in pontske starosti. Zadnja in najmlajša enota tega območja je prekrov pliokvartarnih klastitov: srednje do debelozrnatega savskega proda, različne debeline. Debelina zadnjega kvartarnega savskega nanosa je majhna, do 15 m.



Slika 27: Izsek iz osnovne geološke karte 1:100.000, z označeno lokacijo posega (vir: /79/)

4.1.3.2 Geološke značilnosti na lokaciji posega

Geološke razmere za predvideno lokacijo so povzete po Geological - geotehnical Report For Dry Storage Building – DSB« (IRGO) /80/.

Zgornji sloj (IG0b) umetnega nasipa, označen kot NA, je srednje do zelo gost peščeni prod.

Sledi tanka plast glinastih kvartarnih nanosov (IG1a), ki leži pod umetnim nasipom, debeline 1 - 2,0 m. Označena je kot CL, SM, in je nizko plastična glina in melj.

Pod glino je zelo tenka plast melja in peska (IG1b) oznake SM. Relativno debela plast gramoza s peskom (IG1c) - GW, GM je naslednji sloj, srednje gosto do gosto zbit.

Bazični sloj je predstavljen z miocenskimi glinami in meljnimi nanosi (IG2a), zelo trdih do zelo gostih (ML) konsistenc.

4.1.3.3 Hidrogeološke značilnosti

Lokacija NEK leži na severozahodnem obrobju Krško–Brežiškega polja, na levem bregu reke Save, nekaj kilometrov nizvodno od mesta Krško. Geološko je to zelo kompleksno mejno področje Dinaridov, Alpskih struktur in Panonskega bazena. Najstarejše registrirane kamnine na površini terena so iz obdobja perma in triasa in gradijo jedra antiklinalnih oblik v robnih delih Krško – Brežiškega polja /154/.

Depresija Krško – Brežiškega polja je nastala v zgodnji fazi neogena kot del Paratethysa v širši Panonski depresiji na severovzhodni strani Dinarske platforme, ki je s svojim dvigovanjem razdvojila nekdanje morje Tethys na Panonski in Jadranski bazen. Glede na to je Krško–Brežiško polje v neogenu bilo del Panonskega sedimentacijskega prostora in plasti neogenske starosti se lahko spremljajo kontinuirano v smeri Hrvaškega Zagorja od Krško – Brežiške depresije proti severovzhodu. Karbonatne in klastične plasti robov depresije so delno prekrite z neogenskimi plastmi, ki so transgresivne na starejšo podlago. Plasti neogenske starosti (M, Pl) so litološko pretežno klastične, pričnejo se s peskovnimi in glinastimi plastmi miocenske starosti. Skupna debelina neogenske plasti se ocenjuje na 700 m /158/.

Prehod v geološko obdobje kvartarja se vidi na površini terena po erozijskih ostankih plasti pliokvartarne starosti v zgornjem delu grebena Libne. Gre za silikatno meljno-peščene plasti, katerih razširjenost se lahko pričakuje po celem Krško–Brežiškem polju v različnih debelinah, odvisno od morfologije bazena usedanja na prehodu iz neogena v kvartar. Konec neogena in začetek kvartarja sta v Dinaridih so značilna za ustvarjanje depresij s površinskimi pritoki vode iz neposrednih prispevnih območij in ustvarjanje „zaprtih" jezer - močvirij. Povečanje količine vode v obdobju med ledenimi dobami je imelo za posledico intenziviranje procesa krušenja, širjenja povodij in povezovanja kraških vodnih sistemov s pronicanjem vode in njenim ponovnim izviranjem na nižjih stopnjah povodja. Podobno se je dogajalo v času pleistocena na Krško–Brežiškem polju, kjer so sedimenti pliokvartarne starosti izpolnjevali depresije v reliefu.

V holocenu je zaradi pomembnega povečanja površinske vode v povodjih reke Save in Krke prišlo do vdora njihovih tokov iz danes oddaljenih delov povodja, ko je prišlo do nastanka t.i. tretje rečne terase, ki je nastala z odlaganjem nanosa obeh rek. Druga rečna terasa teče vzdolž večjega dela toka reke Save, prva terasa pa vzdolž celotnega toka reke Save. To so v glavnem prodnato-peščene usedline debeline 7 do 20 m, povprečne debeline okrog 12 m /158/.

Tektonika je zelo kompleksna zaradi kontakta dveh makro strukturnih form Alp in Dinaridov /156/). Odpiranje Panonskega bazena se je pričelo na prehodu iz oligocena v zgodnji miocen z dvigovanjem karbonatne platforme Dinaridov, s čemer sta ločena Jadranski in Panonski bazen. Pomembno vlogo pri odpiranju „velikega" Panonskega bazena in lokalnih bazenov je imelo regionalno premikanje strukturnih blokov v smeri severovzhoda vzdolž Medvedniške prelomnice. Na takšen način je bil v srednjem miocenu odprt sedimentacijski bazen razširjenosti od Novega Mesta v smeri Hrvaškega Zagorja, v tej coni je tudi Krško–Brežiško polje.

Hidrogeološka razmerja so neposredno vezana na geološke značilnosti terena – litološke in tektonske odnose. V širšem prostoru Krško – Brežiškega polja in še naprej nizvodno do Zagrebškega vodonosnika v Republiki Hrvaški so ločene tri osnovne skupine kamnin in usedlin različnih hidrogeoloških značilnosti. To so osrednje do slabo vodoprepustne kamnine razpoklinske poroznosti na področju okoliških hribov, potem popolnoma vodo neprepustne fino klastične usedline neogenske starosti in vodoprepustne klastične usedline kvartarne starosti.

Kamnine okoliškega hribovja tvorijo bazo pretežno klastičnih sedimentnih kamnin neogenske starosti Panonskega bazena. Na jugovzhodni strani Krško–Brežiškega bazena je to antiklinalna forma Žumberške gore v litološkem smislu izmenjave klastitov, dolomita in manj apnenca, kar celi ta kompleks razvršča v skupino osrednje do slabo vodoprepustnih kamnin. Posledica je pomanjkanje velikih kraških izvirov vzdolž desne obale reke Krke, ki teče po Krško–Brežiškem polju vzdolž severnih obronkov Žumberške gore. Severozahodna stran Krško–Brežiškega polja je podobne geološke zgradbe kot jugovzhodna. Dominira antiklinalna forma z dolomiti triasne starosti v jedru širjenja od Krškega proti Bizeljskemu, kjer postopoma „tone" pod plasti neogenske starosti dela Panonskega bazena. To so kamnine z razpoklinsko poroznostjo, katerih vodoprepustnost je zaradi velike mase klastičnih kamnin omejena, kakor tudi oblikovanje aktivnih vodonosnikov. Tudi na tem področju ni pojava močnejših izvirov podzemne vode, dreniranje padavinskih voda je v največji meri površinsko, s hudourniškimi vodotoki proti reki Savi /154//157/.

Finoklastične plasti neogenske starosti in skupne debeline več kot 700 m izpolnjujejo depresijo Krško–Brežiškega polja, kar je ugotovljeno z geofizikalnimi raziskavami /158/. V hidrogeoloških študijah za potrebe oskrbe z vodo in drugih posegov v vodnem gospodarstvu se največji del klastičnih plasti

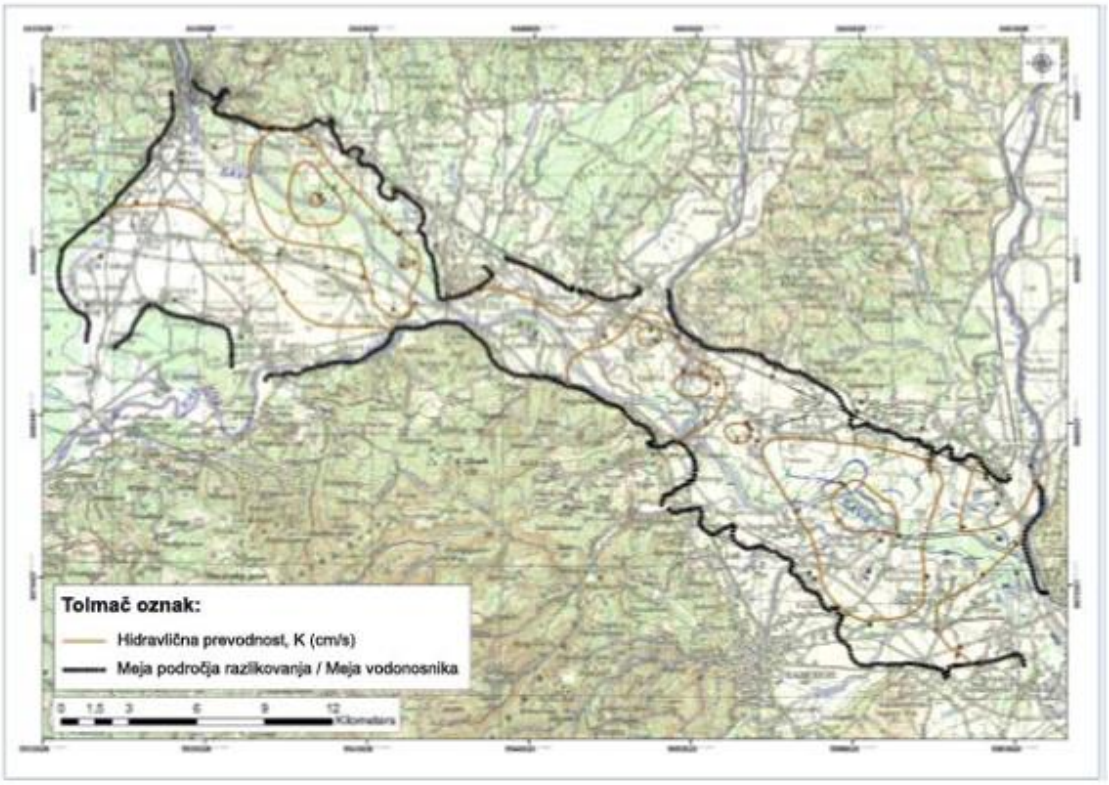
neogenske starosti, razen litotamnijskih apnencev, smatra kot vodo neprepustna celota. Raziskave hidravlične prevodnosti s poskusnimi črpanji v bližini NEK so pokazale vrednosti hidravlične prevodnosti neogenskih plasti okrog $3x10^{-7}$ m/s /159/.

Klastične plasti pliokvartarja in kvartarja so nastale z nanosi rek Save in Krke. Plasti pliokvartarne starosti v litološkem pogledu predstavljajo mešanico proda, peska, melja in gline in zapolnjujejo v glavnem depresije v reliefu, zgrajenem iz neogenskih usedlin. Nastale so z erozijo in odtekanjem iz lokalnih porečij Krško–Brežiške depresije in nanosa eolskih materialov, kar je razlog večje vsebnosti gline v sedimentu z relativno nizkimi vrednostmi hidravlične prevodnosti $1x10^{-6}$do $1x10^{-8}$m/s. Plasti kvartarne starosti (holocen) so rezultat „preboja" reke Save iz, s padavinami bogatega alpskega področja, v Krško – Brežiško polje in naprej nizvodno do Donave. Litološko je to klasični prodnati aluvialni nanos reke Save in deloma njene desnega pritoka Krke na področju Brežic debeline 7 do 20 m. Hidravlična prevodnost aluvialnega nanosa reke Save je visoka in se giblje v razponu od $1x10^{-1}$ do $1x10^{-3}$ m//160/.

Posledica opisanih geoloških in hidrogeoloških razmer Krško – Brežiške depresije je, da je edini aktivni vodonosni sistem vezan na aluvialni nanos reke Save in reko Savo, ki je glavni nosilec vode iz oddaljenega s padavinami bogatega alpskega gorskega področja in glavna drenaža za vzdrževanje ravnotežnega odnosa z „lokalnimi" podzemnimi vodami na Krško–Brežiškem polju. Reka Sava ima pomemben vpliv tudi na praktično vodo neprepustno fino klastično plast neogenske starosti, kar potrjujejo istočasne meritve podzemnih vodostajev v globokih neogenskih in plitvejših kvartarnih plasteh v letih 2009 in 2010, ki so pokazale podobnost potenciala podzemnih voda v obeh vodonosnikih /159/, kar nima neposrednega vpliva na splošno hidrogeološko sliko območja polja.

Reka Sava na področju Krškega prihaja v široko dolino do Brežic in se po izlivu reke Krke v Savo ponovno zoži ter se za Brežicami odpira proti Čatežu in naprej nizvodno proti Samoborskemu bazenu v Republiki Hrvaški, do zoženja vodonosnika med Medvednico in Samoborsko goro /160/.

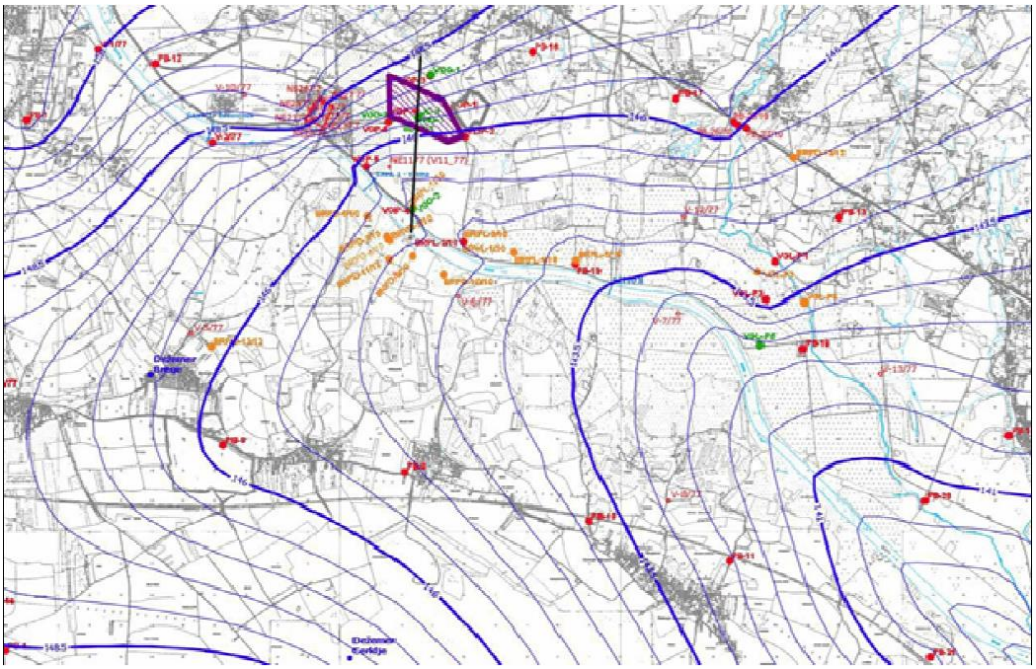
S hidrogeološkega vidika gre za povezana vodonosnika z razširitvami nizvodno od Krškega in čez Čateško polje v Samoborski in končno Zagrebški vodonosnik kjer reka Sava s povezanimi podzemnimi vodonosniki predstavlja na določen način „koridor" med Krško – Brežiškim in Zagrebškim vodonosnikom. Vzdolž omenjenega vodonosnega koridorja so zgrajena številna vodooskrbna črpališča na področju Republike Slovenije in Republike Hrvaške.



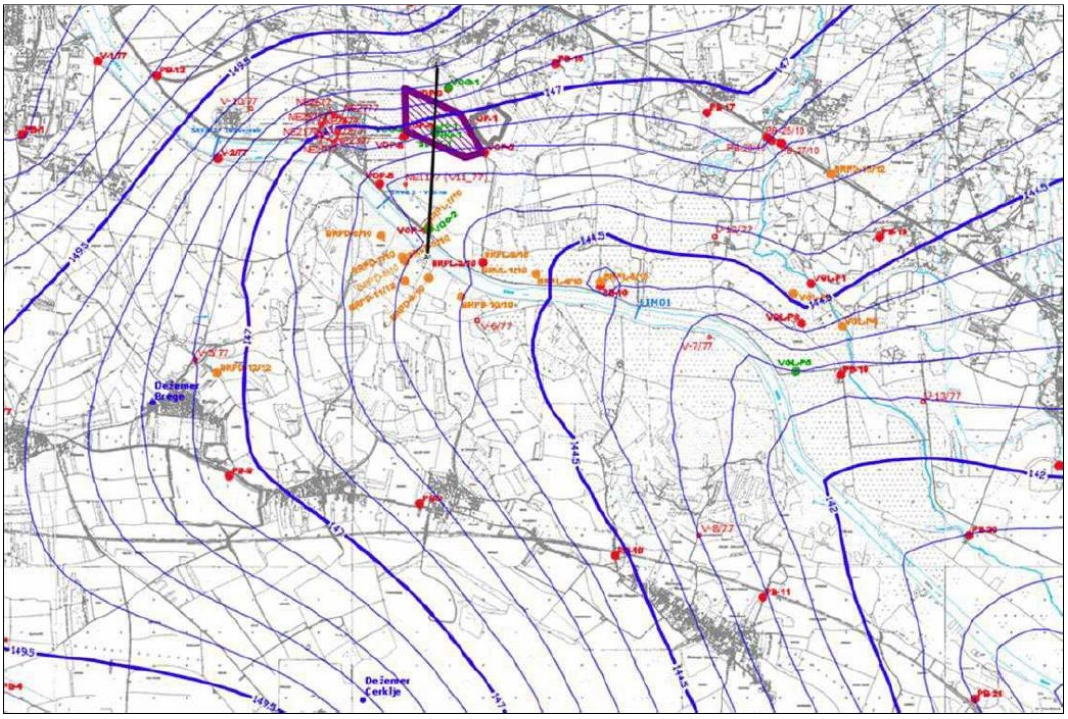
Slika 28: Meje vodonosnika od Krškega do konca Samoborskega vodonosnika z delitvijo hidravlične prevodnosti vodonosnika (vir: /160/)

Razpored hidravlične prevodnosti aluvialnega nanosa vzdolž reke Save (Slika 28) kažejo, da so najvišje vrednosti (K = 4 cm/s) v centralnem delu Krško – Brežiškega polja, enako tudi v centralnem delu Samoborskega bazena. Hidravlična prevodnost aluvialnega nanosa reke Save se zmanjšuje v smeri „zoženja" vodonosnika na področju Brežic, na Čateškem polju in na prehodu iz Samoborskega v Zagrebški vodonosnik /160/.

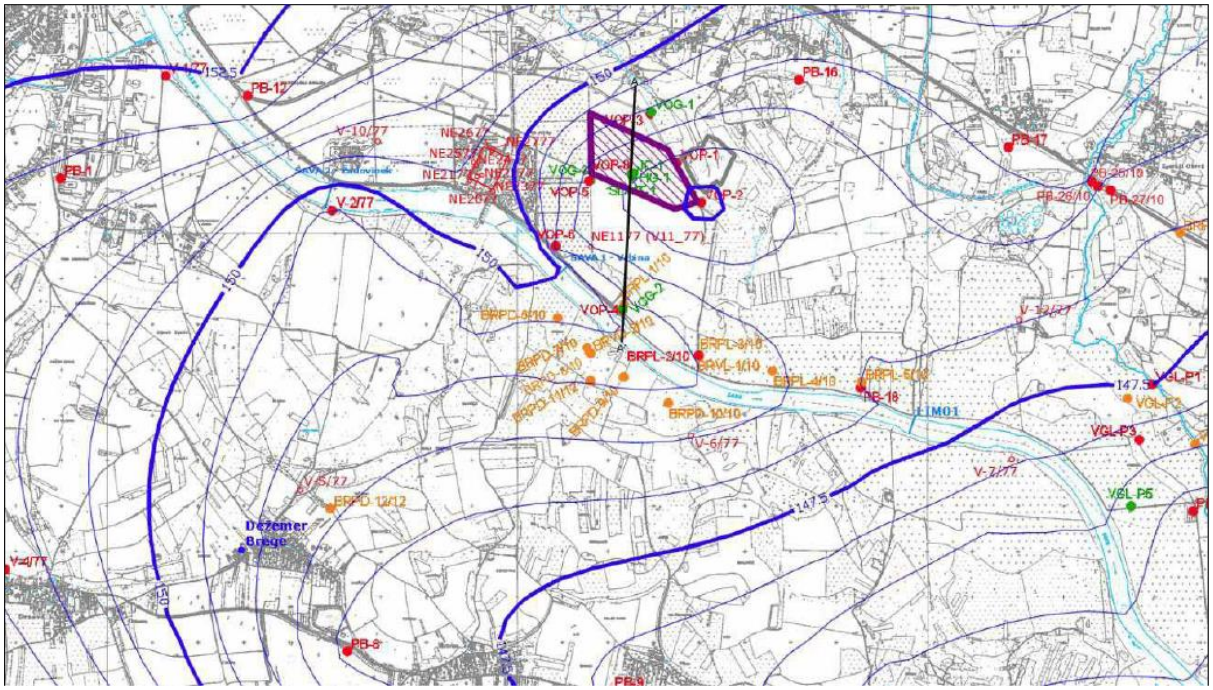
Smer toka podzemne vode v aluvialnem vodonosniku je globalno v smeri jug in jugovzhod v hidroloških pogojih pri nizkih in srednjih vodostajih (Slika 29 in Slika 30). Izjema se dogaja pri visokem vodostaju reke Save, kadar reka napaja aluvialni vodonosnik po svoji celotni dolžini (Slika 31).



Slika 29: Karta izohips podzemnih voda v kvartarnem vodonosniku za nizke vode (vir: /189/)



Slika 30: Karta izohips podzemnih voda v kvartarnem vodonosniku za srednje vode (vir: /189/)



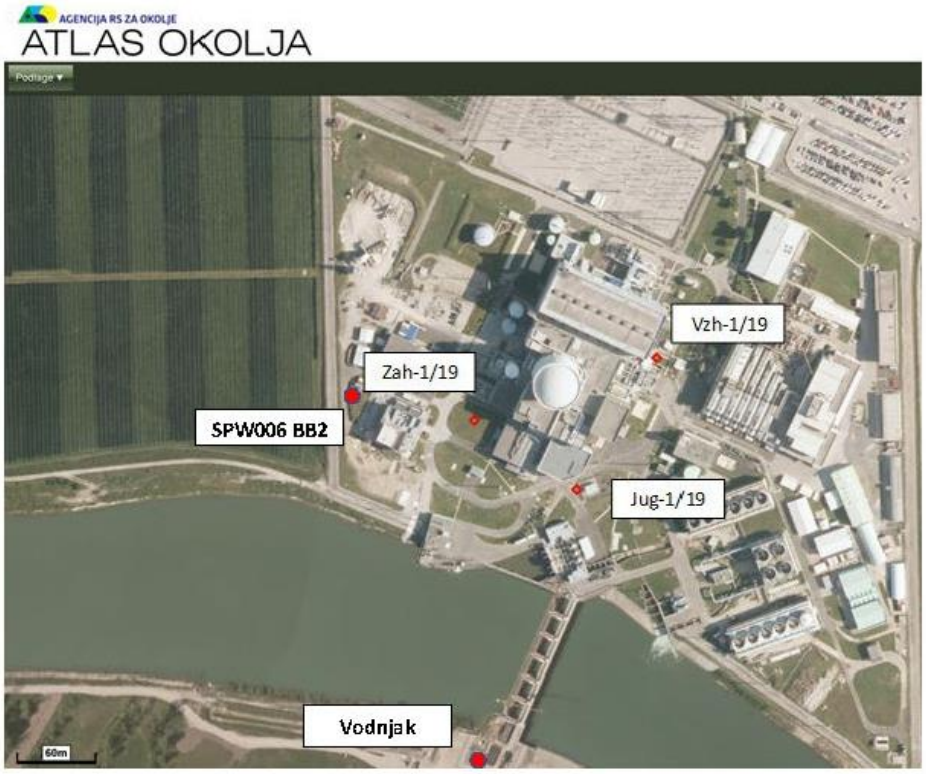
Slika 31: Karta izohips podzemnih voda u kvartarnem vodonosniku za visoke vode (vir: /189/)

Nuklearna elektrarna Krško je zgrajena na levem bregu reke Save v delu aluvialnega vodonosnika. Ob elektrarni na reki Savi je zgrajena pregrada, s katero so dvignjeni nivoji reke zaradi možnosti gravitacijske oskrbe NEK s potrebno vodo za hlajenje. Upočasnitev vode reke Save na pregradi ima za posledico dvig nivoja podzemne vode na levem in desnem bregu vzvodno od NEK in napajanje podzemnih voda v vseh hidroloških pogojih (nizek, srednji in visoki vodostaj).

Nuklearna Elektrarna Krško je projektirana na levem bregu reke Save v obliki „otoka" zgrajenega s pomočjo tesnilne zavese dimenzij 144,0 m x 192,0 m, znotraj katere so nameščene vse inštalacije in obrat NEK /161/. Kota vrha zavese je zgrajena na 154,5 m n.v., kota dna na 141,0 m n.v. ali skupne globine 13 m, s čimer je NEK skoraj izolirana od kvartarnega vodonosnika visoke vodoprepustnosti. Izgradnja HE Brežice je povzročila dvig maksimalnih voda reke Save do kote 153,20 m n.v. v primerjavi z maksimalnim vodostajem reke Save 151,21 m n.v. pred gradnjo HE Brežice.

V sklopu kontrole delovanja tesnilne zavese ob straneh zavese z notranje in zunanje strani so bili že leta 2009 izvrtani pari piezometrskih vrtin in narejeno vzporedno merjenje nivojev podzemne vode znotraj in zunaj tesnilne zavese. Zabeležen je padec potenciala Δh 0,3 do 1,3 m, na različnih straneh zavese.

Negativni gradient podzemnih voda v razmerju do s tesnilno zaveso obkroženem prostoru NEK in okoliškega področja kaže, da so tokovi podzemne vode „zaobšli" zaščiteni prostor NEK in brez neposrednega vpliva odtekajo proti reki Savi, ki drenira podzemne vode na njenem levem bregu /155/.



Slika 32: Lokacije vodnjakov: vodnjak na desnem bregu Save, vodnjaki znotraj prostora tesnilne zavese (vodnjaki 1/19), vodnjak SPWW006 BB2 (vir: /163/, /276/)

Na vseh parih piezometrov obstaja razlika nivoja podzemne vode, najmanjša je na jugovzhodni strani NEK, kar lahko kaže na najmanjši odpor pretoku podzemne vode s te strani tesnilne zavese. V vsakem primeru je zabeležen nekoliko nižji nivo podzemne vode znotraj gabarita tesnilne zavese, toda z izgradnjo HE Brežice so se nivoji površinske in podzemne vode generalno dvignili za približno 1 m. Da bi se zagotovilo vzdrževanje nivoja podzemne vode na nivojih, ki so bili pred izgradnjo HE Brežice, je Direkcija Republike Slovenije za vode leta 2020 izdala vodno dovoljenje za izvajanje treh vodnjakov znotraj prostora tesnilne zavese z maksimalno dovoljenim črpanjem velikosti 5,0 l/s v posameznem vodnjaku, ali skupaj 70.000 m^3/letno na vodnjak (Slika 32) /163/. Vodnjaki so narejeni in opravljena so poskusna črpanja. Debelina kvartarnega vodonosnika na lokacijah vodnjakov je okrog 3,2 m, prepustnost je $2{,}3x10^{-3}$ m/s. Na ta način se vzdržuje nivo podzemne vode, znotraj prostora omejenega s tesnilno zaveso, na nivoju, kot je bil pred tem.

Znotraj ograje NEK je od 9. septembra 2021 v uporabi še en vodnjak globine cca. 13 m. Odvzem vode iz vodnjaka je v obsegu največ 8,0 l/s in največ do 230 m^3/leto. Srednja vrednost koeficienta prepustnosti pridobljena s poskusnim črpanjem znaša 1,4*10-2 m/s. V skladu z vodnim dovoljenjem /276/ se nadzor vpliva na vodni režim izvaja z merjenjem trenutno in skupno odvzete vode vsaj enkrat dnevno, izvajanje meritev nivoja podzemne vode vsaj enkrat dnevno. Iz merjenj mora biti jasno razviden nivo podzemne vode v času mirovanja vodnjaka in v času črpanja.

4.1.3.4 Vodno telo podzemne vode Krška kotlina

Na področju Republike Slovenije sta določeni **dve osnovni vodni področji – Donavsko in Jadransko povodje**. V sistemu odtekanja voda s področja Slovenije po svojih dimenzijah in količinah dominira Donavsko povodje z največjimi rekami v Sloveniji: Savo, Dravo in Muro s pritoki. Največje porečje v Sloveniji ima reka Sava, ki izvira v Alpah in teče po centralnem delu Republike Slovenije do meje z Republiko Hrvaško. Pri mestu Krško se steka v **Vodno telo podzemne vode *VTPodV_1003 Krška kotlina***, ki zajema celo Krško–Brežiško polje /164/. Zajema površino velikosti 96.76 km^2. Širina je približno 9 km, dolžina pa okrog 18 km. Po načrtu upravljanja z vodnimi področji od leta 2016 je VTPodV_1003 Krška kotlina eno od teles podzemne vode ocenjenih kot izjemno visoko ranljivih /164/.

V sklopu VTPodV_1003 Krška kotlina so opredeljeni trije tipični vodonosniki. Prvi je **medzrnski (intergranularni) aluvialni**, nastal z nanosi rek Save in Krke ter njenih pritokov. Gre za velike in lokalno srednje do visoko izdatne vodonosnike. Drugi vodonosnik ali skupina **vodonosnikov je nastala v pleistocenskih in terciarnih sedimentih** pod aluvialnimi nanosi reke Save. Gre za medzrnske velike in lokalne vodonosnike slabe do srednje izdatnosti. Tretji vodonosnik ali skupina vodonosnikov je nastala v **karbonatnih kamninah** v podlagi terciarnih plasti in v njih so oblikovani **termalni vodonosniki.** Vodonosniki v karbonatnih kamninah so kraškega tipa/z razpokami. Lahko so veliki in lokalni nizke do visoke izdatnosti.

V VTPodV_1003 Krška kotlina obstaja eno večje črpališče podzemne vode Brege (okoli 60 l/s) za preskrbo mesta Krško z vodo in 8 manjših lokalnih črpališč. Črpališče Drnovo trenutno ni v uporabi zaradi visokih nitratov. Za črpališča pitne vode so določena vodovarstvena območja. Vodovarstveno območje največjega črpališča Brege sega do reke Save vzvodno in nizvodno od pregrade NEK.

Z izgradnjo akumulacije HE Brežice so bili spremenjeni hidrološki in hidrogeološki pogoji v VTPodV_1003 Krška kotlina. Upočasnjeno je odtekanje vode po reki Savi proti Brežicam zaradi zgrajenega jezu, ki upočasni tok vode do kote 153,20 m - maksimalnega nivoja akumulacijskega jezera z volumnom okoli 3.120.000,0 m^3. Vsi spremljajoči objekti ob jezu HE Brežice in vzvodnem delu akumulacije so narejeni z namenom ohranjanja razmerij med jezerom, podzemnimi vodami in biosfero v prejšnjem stanju. Ob severovzhodni in jugozahodni strani jezera so zgrajeni nasipi, ki omejujejo nekontrolirano širjenje jezerskega prostora na področje Krške kotline. Izcejanje skozi nasipe na obeh straneh jezera je rešeno z drenažnimi kanali ob nasipih, z gravitacijskim odtekanjem v reko Savu nizvodno od jezu. Nasip ob NEK, od pregrade do kote 154,5 m, ima vse značilnosti visokovodnih energetskih nasipov brez izcejanja vode v levi breg. Vzvodno od pregrade NEK je na desnem bregu reke Save zgrajen objekt za bogatenje podzemnih voda, ki odtekajo v smeri črpališč pitne vode na desnem bregu reke in črpališča NEK. Z opisanim načinom je zaščiteno širše področje NEK pred projektiranim visokim vodostajem akumulacije HE Brežice, povečana je infiltracija vode reke Save v desni breg, kjer se nahajajo pomembna črpališča pitne vode, in zagotovljen je odnos do podzemnih voda na obeh bregovih z zvišanimi nivoji za okoli 1 m.

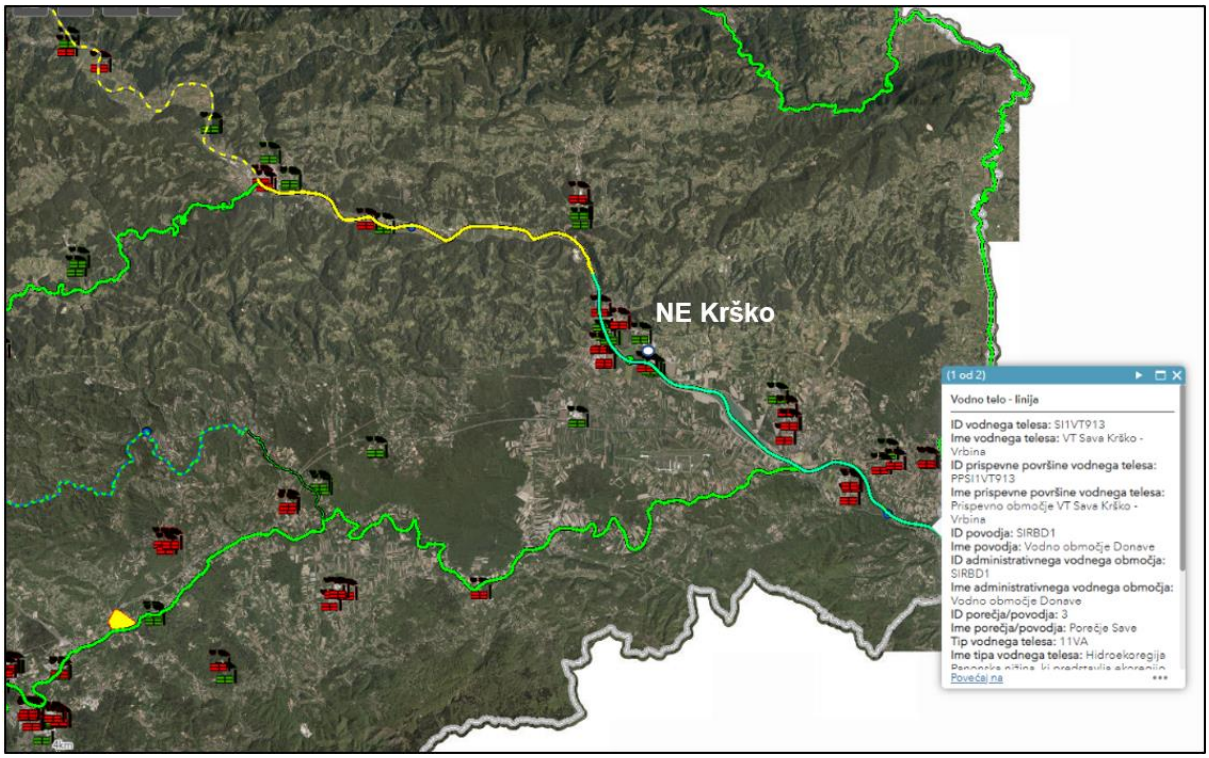
4.1.4 Površinske vode

Vodno telo površinskih voda, v katero se izpuščajo odpadne vode NEK in ga elektrarna uporablja za tehnološke in hladilne potrebe, je vodno telo Sava Krško – Vrbina (Slika 33). V skladu s Pravilnikom o določitvi in razvrstitvi vodnih teles površinskih voda (UL RS, št. 63/05, 26/06, 32/11 in 8/18) so v tabeli (Tabela 26) podane lastnosti tega vodnega telesa.

Tabela 26: Lastnosti vodnega telesa Sava Krško – Vrbina (vir: /93/)

Šifra	porečje	Površinsk. voda	Vodno telo	Vrsta	Klasif. po tipu	Kriteriji, ki se uporabljajo za določanje vodnega telesa				
						Tip	Pomembna hidromorf. sprememba	Prekinitev	Pomembna antropog. fizična sprememba	Pomembno različno stanje
SI1VT913	Sava	Sava	VT Sava Krško - Vrbina	V	11VA	x	x			

V - veliko prispevno področje (več kot 10 000 km^2), 11 - Hidroekoregija Panonska nižina, ki predstavlja 11. madžarsko nižino po Illiesu, A – apneninško



Slika 33: Področje VP Sava Krško – Vrbina (vir: /61/)

Kakovost reke Save je ocenjena na osnovi rednega monitoringa, ki ga izvaja Agencija RS za okolje. Kemijsko stanje reke Save je po podatkih ARSO na vodnem telesu VT Sava Krško – Vrbina, v obdobju od 2009 do 2013 ocenjeno kot dobro, stopnja zanesljivosti kot visoka, po parametru živo srebro v organizmih pa je ocenjeno kot slabo, z nizko stopnjo zanesljivosti (kemijsko stanje za ta parameter je ocenjeno kot slabo za vsa vodna telesa razen VT Krupa).

V obdobju od 2009 do 2015 je bilo kot dobro ocenjeno ekološko stanje reke Save na vodnem telesu VT Sava Krško – Vrbina z visoko stopnjo zanesljivosti, enako je bilo ocenjeno njegovo ekološko stanje glede na vsebnost posebnih onesnaževal (/166/).

V Načrtu upravljanja voda na vodnem območju Donave za obdobje 2016–2021 (NUV 2) je bilo stanje tega vodnega telesa ocenjeno v skladu z navedenimi rezultati monitoringa.

Za Načrt upravljanja voda na vodnem območju Donave za obdobje 2022-2027 (NUV 3) /283/, ki se pripravlja, je ocena stanja vodnih teles podana na osnovi podatkov monitoringa v obdobju od 2014 – 2019. Pregled ocene stanja NUV 3 za VT Sava Krško – Vrbina in sosednja vodna telesa Sava Boštanj – Krško in Sava mejni odsek je prikazano v tabelah v nadaljevanju (Tabela 27, Tabela 28 in Tabela 29). Ocena kemijskega stanja je podana za stanje voda in za stanje biote in kemijsko stanje vode je ocenjeno kot dobro, biote pa kot slabo oziroma, skupaj kot slabo z visoko stopnjo zanesljivosti. Ekološko stanje je ob srednji stopnji zanesljivosti ocenjeno kot dobro. Ekološko stanje je glede na vsebnost posebnih onesnaževal ocenjeno kot zelo dobro. Stanje vodnega telesa Sava Krško – Vrbina za specifična onesnaževala je ocenjeno kot zelo dobro z visoko stopnjo zanesljivosti.

Povišane vrednosti živega srebra in BDE v bioti niso povezane z obratovanjem NE Krško. V Osnutku načrta upravljanja voda na vodnem območju Donave za obdobje 2022–2027 je navedeno naslednje:

'Ocene kemijskega stanja površinskih voda za matriks biota kažejo, da so v Sloveniji podobno kot v vseh evropskih državah, snovi, ki povzročajo slabo kemijsko stanje vodnih teles površinskih voda zaradi preseganja OSK v bioti, živo srebro in bromirani difeniletri (BDE). Slabo kemijsko stanje zaradi preseganja okoljskega standarda kakovosti (OSK) za živo srebro v bioti je bilo ugotovljeno za 98,6 % vodnih teles površinskih voda že v predhodnem načrtu upravljanja voda. Živo srebro in bromirani

difeniletri so snovi, ki sodijo med splošno prisotna onesnaževala (t.i. PBT onesnaževala) in se akumulirajo v organizmih. Podobno stanje se kaže v vseh evropskih državah, ki so že izvedle analize teh snovi v ribah.

V Sloveniji se je monitoring v bioti izvajal na 60 vodnih telesih površinskih voda, tako na meddržavnih profilih, na območjih brez vpliva človekovega delovanja kot tudi na onesnaženih območjih. Na vseh merilnih mestih, kjer so se izvedle analize živega srebra in bromiranih difeniletrov, so bila ugotovljena preseganja OSK za organizme. Glede na navedeno je bila izvedena ekstrapolacija slabega kemijskega stanja za parametra živo srebro in bromirane difeniletre na vsa vodna telesa površinskih voda. Zato je slabo kemijsko stanje v bioti določeno za vsa vodna telesa površinskih voda v Sloveniji, pri čemer imajo vodna telesa površinskih voda, kjer je bila ocena kemijskega stanja vodnih teles določena z uporabo pristopa ekstrapolacije, nizko raven zaupanja.'

Ocene kažejo, da so na VO Donave največji vnosi obravnavanih onesnaževal zaradi atmosferske depozicije na porečju Drave, Srednje Save, Spodnje Save in Savinje. Ocene nadalje kažejo, da so se vnosi dušika in žvepla z atmosfersko depozicijo v obdobju od 2013 do 2015 zmanjševali, v letu 2016 pa je bilo ugotovljeno manjše povečanje. Za preostala izbrana onesnaževala so bili na voljo podatki za obdobje 2015 in 2016, zaradi česar morebitnega povečanja ali zmanjšanja vnosa onesnaževala v površinske vode ni mogoče dovolj zanesljivo oceniti.

Ob upoštevanju navedenega in primerjave ocenjenih podatkov o vrstah in jakostih obremenitev zaradi atmosferske depozicije z oceno stanja vodnih teles površinskih voda je ocenjeno, **da je atmosferska depozicija pomembna obremenitev, ki povzroča slabo kemijsko stanje zaradi preseganja okoljskega standarda kakovosti za živo srebro v bioti.**

Ocena ekološkega stanja vodnega telesa VT Krško Vrbina, je dobra in zelo dobra za posamezne elemente kakovosti, kako je prikazano u tabeli (Tabela 30). Pri hidromorfološkem stanju je za nekatere elemente ocenjeno, da so na vodnem telesu ugotovljene pomembne hidromorfološke obremenitve: hidrološki režim v glavnem toku in pritoku, zveznost glavnega toka in morfološke razmere glavnega toka (Tabela 31).

Tabela 27: Ocena kemijskega stanja vodnih teles površinskih voda za Načrt upravljanja 2022-2027 (NUV 3) *(vir: /239/)*

Šifra VTPV	Ime vodnega telesa	Površinska voda	Vodno območje	Obdobje	Kemijsko stanje NUV3 - voda	Raven zaupanja ocene kemij. stanja - voda	Razlog za slabo kemij. stanje - voda
SI1VT739	VT Sava Boštanj - Krško	SAVA	RBD_1	2014-2019	dobro	srednja	
SI1VT913	VT Sava Krško - Vrbina	SAVA	RBD_1	2014-2019	dobro	visoka	
SI1VT930	VT Sava mejni odsek	SAVA	RBD_1	2014-2019	dobro	visoka	

Nadaljevanje tabele

Ime vodnega telesa	Obdobje	Kemijsko stanje NUV3 - biota	Raven zaupanja ocene kem. stanja - biota	Razlog za slabo kemij. stanje - biota	Kemijsko stanje NUV3 - voda in biota skup.	Raven zaupanja ocene kemij. stanja - voda in biota skup.	Razlog za slabo kemij. stanje - voda in biota skup.
VT Sava Boštanj - Krško	2014-2019	slabo	nizka	Hg, BDE	slabo	nizka	Hg, BDE

Ime vodnega telesa	Obdobje	Kemijsko stanje NUV3 - biota	Raven zaupanja ocene kem. stanja - biota	Razlog za slabo kemij. stanje - biota	Kemijsko stanje NUV3 - voda in biota skup.	Raven zaupanja ocene kemij. stanja - voda in biota skup.	Razlog za slabo kemij. stanje - voda in biota skup.
VT Sava Krško - Vrbina	2014-2019	slabo	visoka	Hg, BDE	slabo	visoka	Hg, BDE
VT Sava mejni odsek	2014-2019	slabo	visoka	Hg, BDE	slabo	visoka	Hg, BDE

Tabela 28: Ocena kemijskega stanja vodnih teles površinskih voda za Načrt upravljanja 2022-2027 brez vsesplošno prisotnih snovi (PBT) (NUV 3) (vir: /239/)

Šifra VTPV	Ime vodnega telesa	Površinska voda	Vodno območje	Obdobje	Kemijsko stanje za VTPV za NUV3 - brez PBT snovi	Raven zaupanja ocene kemij. stanja za VTPV za NUV3 - brez PBT snovi
SI1VT739	VT Sava Boštanj - Krško	SAVA	RBD_1	2014-2019	dobro	visoka
SI1VT913	VT Sava Krško - Vrbina	SAVA	RBD_1	2014-2019	dobro	visoka
SI1VT930	VT Sava mejni odsek	SAVA	RBD_1	2014-2019	dobro	visoka

Tabela 29: Ocena stanja VT površinskih voda glede na posebna onesnaževala za Načrt upravljanja voda 2022-2027 (NUV 3) (vir: /239/)

Šifra VTPV	Ime vodnega telesa	Obdobje	Ekološko stanje glede na posebna onesnaževala za VT površinskih voda za NUV3	Raven zaupanja ocene ekol. stanja glede na posebna onesnaževala za VT površinskih voda za NUV3
SI1VT739	VT Sava Boštanj - Krško	2014-2019	dobro	visoka
SI1VT913	VT Sava Krško - Vrbina	2014-2019	zelo dobro	visoka
SI1VT930	VT Sava mejni odsek	2014-2019	zelo dobro	srednja

Tabela 30: Ocena ekološkega stanja vodnih teles površinskih voda (NUV3) /239/

Šifra VT	Ime vodnega telesa	Obremenjenost s hranili	Obremenjenost z organskimi snovmi	Hidromorfološka spremenjenost in splošna degradiranost	Posebna onesnaževala	Ekološko stanje/Ekološki potencial VTPV
SI1VT739	VT Sava Boštanj – Krško	dobro	zmerno	zmerno	dobro	zmerno
SI1VT913	VT Sava Krško – Vrbina	dobro	dobro	dobro	zelo dobro	dobro
SI1VT930	VT Sava mejni odsek	zelo dobro	zelo dobro	dobro	zelo dobro	dobro

Legenda:
Obremenjenost s hranili – ocena ekološkega stanja VTPV glede na biološke elemente kakovosti (Fitobentos in makrofiti za vodotoke; Fitobentos in makrofiti ter fitoplankton za jezera; fitoplankton in makroalge za morje) in splošne fizikalno-kemijske elemente kakovosti

Obremenjenost z organskimi snovmi – ocena ekološkega stanja VTPV glede na biološke elemente kakovosti Fitobentos in makrofiti ter Bentoški nevretenčarji za vodotoke in splošne fizikalno-kemijske elemente kakovosti
Hidromorfološka spremenjenost in splošna degradiranost - ocena ekološkega stanja VTPV glede na biološke elemente kakovosti bentoški nevretenčarji in ribe
Posebna onesnaževala – ocena ekološkega stanja VTPV glede na posebna onesnaževala, ki so določena s predpisom, ki ureja stanje površinskih voda
Ekološko stanje/Ekološki potencial VTPV – skupna ocena ekološkega stanja VTPV
NR – elelemt kakovsti ni relevanten za oceno stanja oziroma metodologija za element kakovosti še ni razvita

Tabela 31: Pomembne hidromorfološke obremenitve vodnih teles površinskih voda (NUV3) /239/

Šifra VTPV	Ime VTPV	Pomembne hidromorfološke obremenitve (PO)					
		PO hidrološki režim GT	PO hidrološki režim PR	PO zveznost toka GT	PO zveznost toka PR	PO morfološke razmere GT	PO morfološke razmere PR
SI1VT739	VT Sava Boštanj – Krško	1	0	1	0	1	1
SI1VT913	VT Sava Krško – Vrbina	1	1	1	0	1	0
SI1VT930	VT Sava mejni odsek	0	0	0	0	0	1

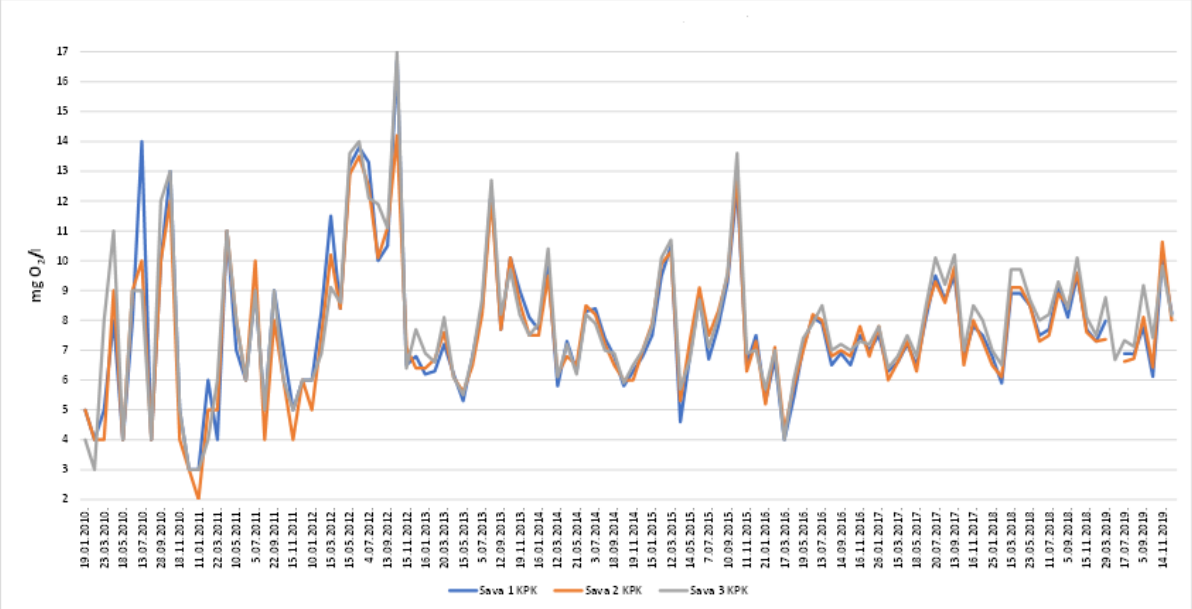
Legenda:
PO – pomembna hidromorfološka obremenitev
PO hidrološki režim GT - pomembna hidromorfološka obremenitev na glavnem toku VTPV, ki lahko vpliva hidrološki režim
PO hidrološki režim PR - pomembna hidromorfološka obremenitev na pritoku VTPV, ki lahko vpliva hidrološki režim
PO zveznost toka GT - pomembna hidromorfološka obremenitev na glavnem toku VTPV, ki lahko vpliva na zveznost toka
PO zveznost toka PR - pomembna hidromorfološka obremenitev na pritoku VTPV, ki lahko vpliva na zveznost toka
PO morfološke razmere GT - pomembna hidromorfološka obremenitev na glavnem toku VTPV, ki lahko vpliva na morfološke razmere
PO morfološke razmere PR - pomembna hidromorfološka obremenitev na pritoku VTPV, ki lahko vpliva na morfološke razmere
1 – na VTPV so ugotovljene pomembne hidromorfološke obremenitve
0 – na VTPV pomembne hidromorfološke obremenitve niso ugotovljene

Za potrebe NE Krško se vrsto let izvaja monitoring pokazateljev organske obremenitve reke Save oziroma, KPK in BPK_5. Vzorčenja so na treh lokacijah vsak mesec v koledarskem letu. Lokacije so navedene v spodnji tabeli (Tabela 32).

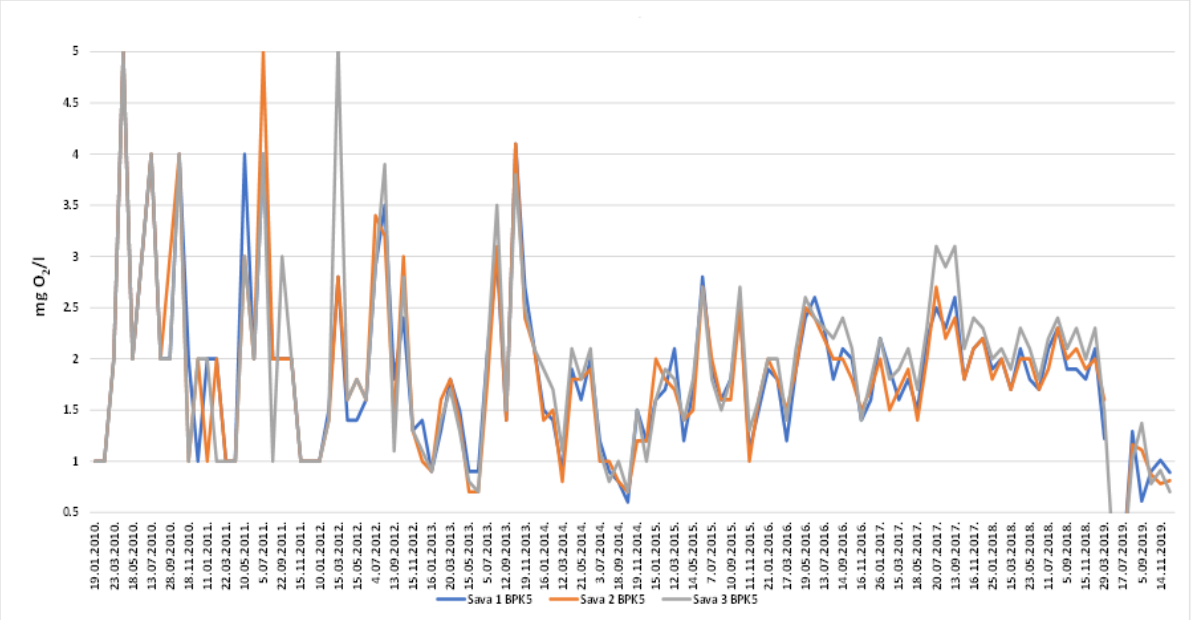
Tabela 32: Lokacije vzorčenja vode reke Save (vir: /103/)

Lokacija vzorčenja	Opis
Lokacija 1	V NE Krško, na kraju izvzema hladilnih voda
Lokacija 2	Pred NE Krško, na desni obali Save
Lokacija 3	V Brežicah, pri cestnem mostu

Gibanje koncentracij navedenih kazalnikov v obdobju 2010 – 2019 je prikazano je na slikah v nadaljevanju (Slika 34 in Slika 35).



Slika 34: Rezultati spremljanja KPK v reki Savi na treh lokacijah (obdobje 2010 -2019) (vir: /103/)



Slika 35: Rezultati spremljanja BPK5 v reki Savi na treh lokacijah (obdobje 2010 -2019) (vir: /103/)

4.1.4.1 Toplotno onesnaženje

Za potrebe proizvodnega procesa potrebuje NEK hladilno vodo iz Save, ki jo odvzema na dveh mestih gorvodno od jezu NEK:

- za mali hladilni sistem (essential service water, ESW) v manjšem črpališču na skrajnem JV delu kompleksa NEK, kjer se odvzema do 1,606 m^3/s ter
- za veliki hladilni sistem (circulating water, CW) v črpališču, ki se nahaja za potopno steno tik gorvodno od jezu NEK, kjer se odvzema do 25 m^3/s.

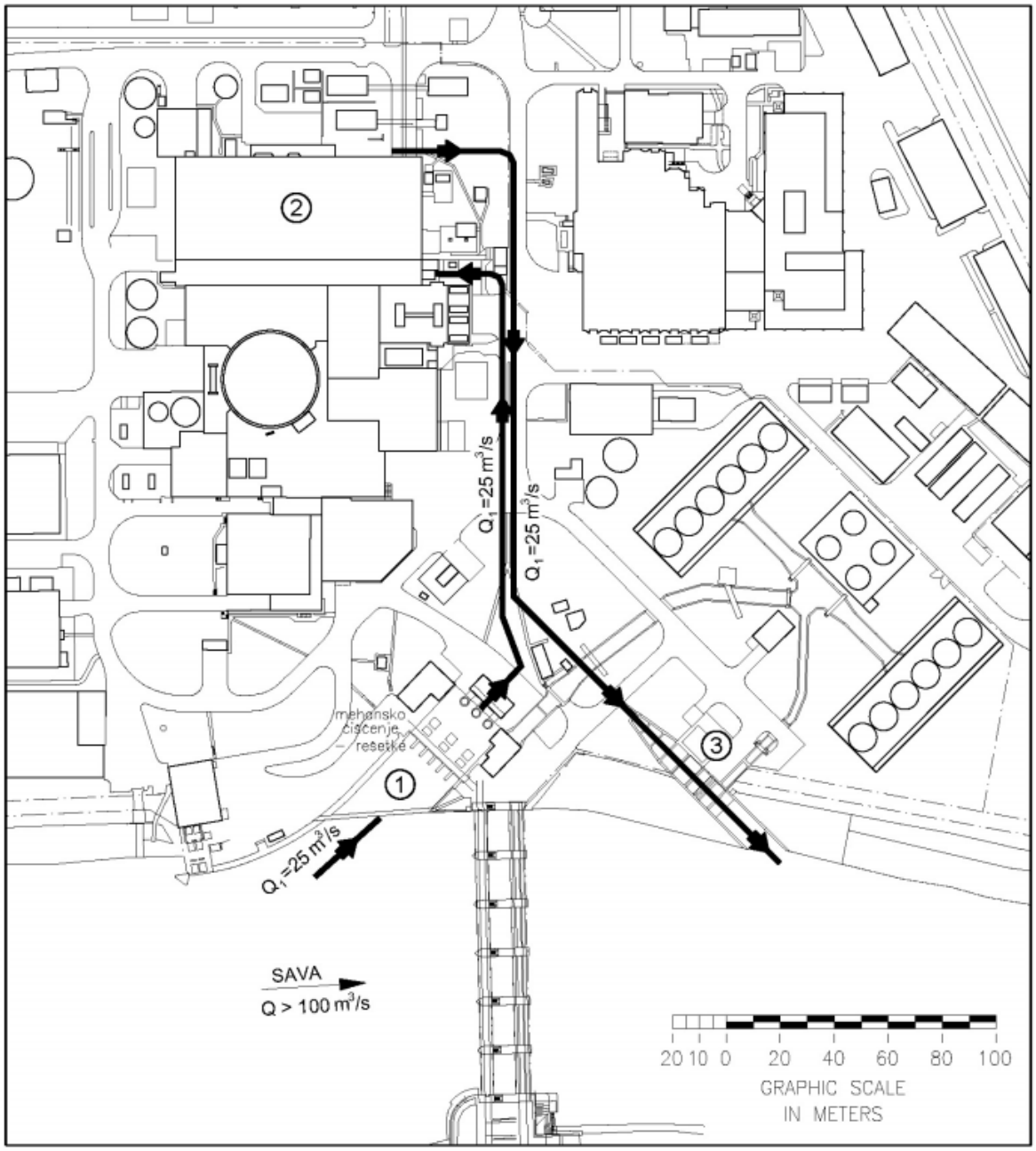
Voda iz sistema ESW se vrača v Savo gorvodno od jezu na iztoku V1, voda iz sistema CW pa skozi iztočni objekt CW na lokaciji V7. Savska voda v sistemu CW se pri prehodu skozi kondenzator segreje, pri čemer je NEK v skladu z OVD /49/ dolžna zagotavljati, da:

1. je mejni emisijski delež oddana toplote v 24 urnem povprečju za odvajanje odpadnih vod v Savo preko iztokov V1 in V7 enak 1;
2. da reka Sava zaradi sinergičnega delovanja navedenih iztokov in tudi drugih iztokov iz NEK v nobenem obdobju leta ne preseže naravne temperature za več kot 3 °C;
3. pravočasno vključi sistem recirkulacije hladilne vode preko hladilnih stolpov, da Sava ne preseže naravne temperature za več kot 3 °C;
4. kadar kombinirani sistem hlajenja ne zadošča za izpolnjevanje tega pogoja, mora NEK pravočasno zmanjšati moč elektrarne (po nadgradnji hladilnih stolpov ni bilo nobenega zmanjšanja moči elektrarne);
5. temperatura iztočne vode na iztoku V7 ne presega 43 °C.

Količino odvzete vod iz Save določa delno vodno dovoljenje, ki je bilo izdano 15. 10. 2009 št. 35536-31/2006-16 /57/ in je bilo zaradi spremembe količine odvzema savske vode spremenjeno z odločbo št. 35536-54/2011-4 dne 8. 11. 2011 ter odločbo št. 35530-7/2018-2 z dne 22. 6. 2018.) /50/.

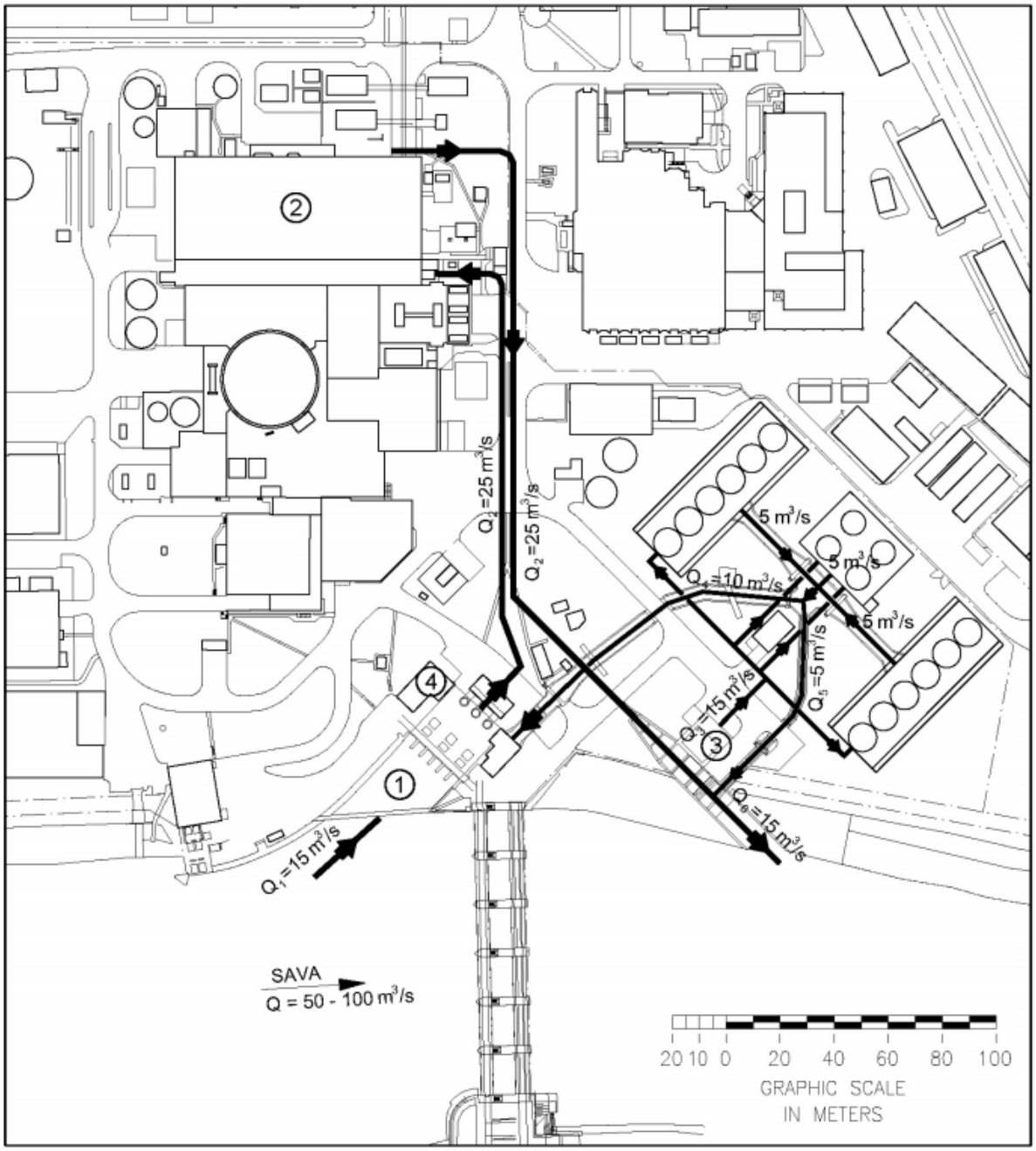
S spremembo vodnega dovoljenja 22. 6. 2018 znaša skupna dopustna količina vode za odvzem iz reke Save 29 m^3/s. Dovoljena letna količina odvzema za tehnološke namene (Sava in vodnjak na desnem bregu) je 915.000.000 m^3.

V nadaljevanju so prikazani trije osnovni načini obratovanja hladilnega sistema glede na pretok v Savi.



LEGENDA:
1. vtočni objekt, 2. turbinska zgradba, 3. iztočni objekt,
Q - pretok Save, Q_1 - odvzem in pretok hladilne vode skozi kondenzator

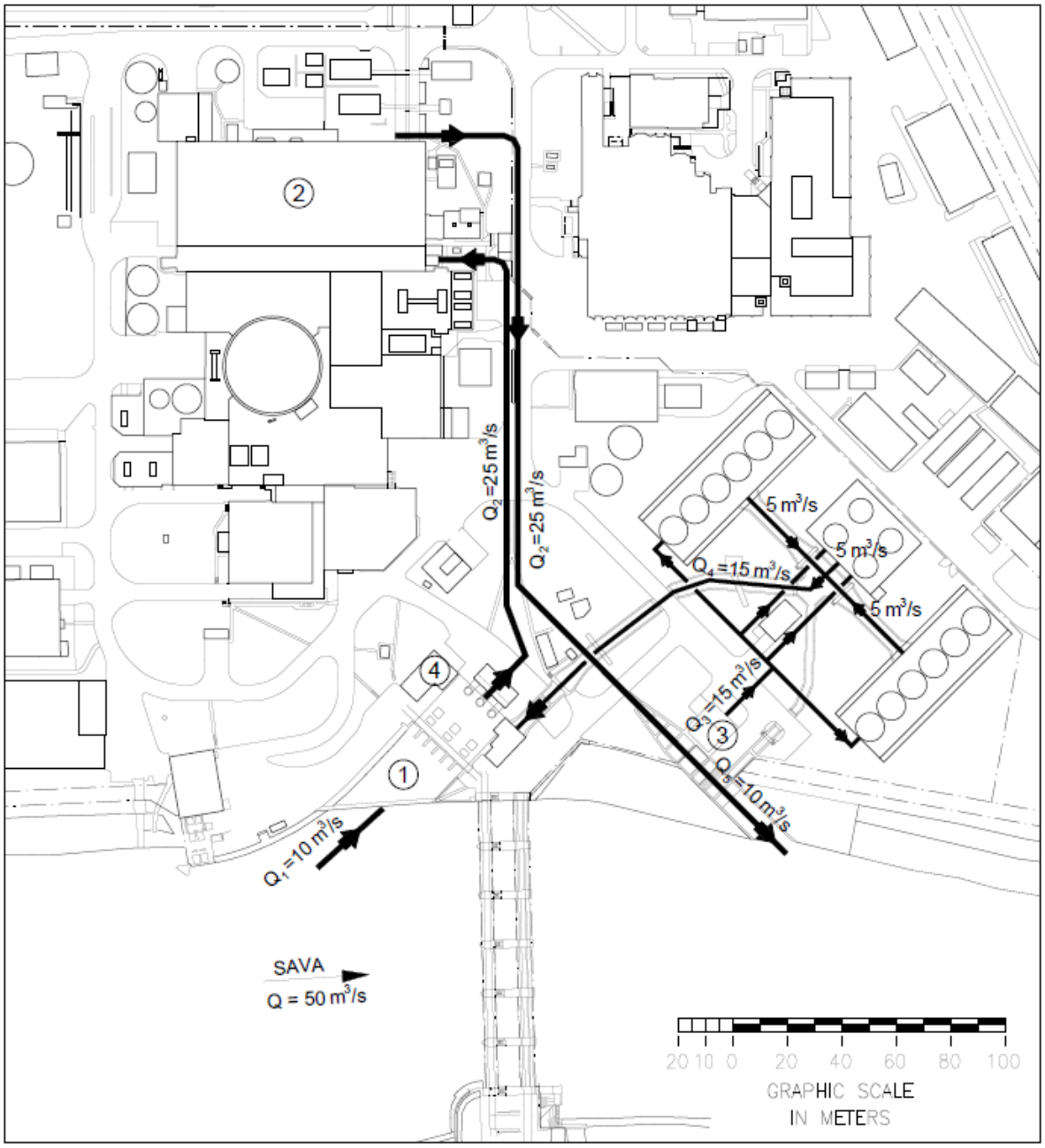
Slika 36: Shema delovanja hladilnega sistema CW za pretok Save: Q Save > 100 m³/s (vir: /237/)



LEGENDA:

1. vtočni objekt, 2. turbinska zgradba, 3. iztočni objekt, 4. mešalni bazen pri vtočnem objektu, Q - pretok Save, Q_1 - odvzem hladilne vode, Q_2- pretok hladilne vode skozi kondenzator, Q_3- delež hlajene hladilne vode na celicah, Q_4- delež recirkulirane hladilne vode, Q_5- delež izpuščene ohlajene hladilne vode, Q_6 - pretok izpuščene hladilne vode

Slika 37: Shema delovanja hladilnega sistema CW za pretok Save: 100 m³/s > Q Save > 60 m³/s (vir: /237/)



LEGENDA:
1. vtočni objekt, 2. turbinska zgradba, 3. iztočni objekt, 4. mešalni bazen pri vtočnem objektu, Q - pretok Save, Q_1 - odvzem hladilne vode, Q_2- pretok hladilne vode skozi kondenzator, Q_3- delež hlajene hladilne vode na celicah, Q_4- delež recirkulirane hladilne vode, Q_5- pretok izpuščene hladilne vode

Slika 38: Shema delovanja hladilnega sistema CW za pretok Save: Q Save < 60 m³/s (vir: /237/)

4.1.4.2 Temperature reke Save pri NEK

Meritve temperature reke Save pred vstopom v NEK se redno izvajajo v okviru obratovalnega monitoringa NEK, za namen vodenja procesa in nadzora maksimalne temperature izpusta in nazora dviga T Save po popolnem premešanju (3 °C), vendar niso statistično obdelane. Zato nekaj starejših obdelav povzemamo po viru izven NEK: Medsebojni vplivi energetskih objektov ob in na reki Savi z vidika toplotne obremenitve Save - revizija A /147/.

Tabela 33: Srednje mesečne temperature Save v Radečah in pri NEK (vir: /147/)

Obdobje	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AVG	SEP	OKT	NOV	DEC	Pov
Radeče '54 - '63	3,27	3,39	5,89	8,87	11,4	14,2	15,9	16,4	14,1	10,5	7,51	4,58	9,66
Radeče '64 - '73	3,02	4,10	5,94	8,69	11,7	14,4	16,6	16,7	14,2	11,0	7,76	4,52	9,87
Radeče '74 - '83	4,59	5,35	6,97	9,30	11,5	14,3	16,1	16,8	14,7	11,1	7,63	5,43	10,3
Radeče '84 - '93	4,15	4,69	7,24	9,50	12,8	14,7	17,6	18,2	15,2	11,5	7,76	5,60	10,8
NEK 1984 -1993	4,3	5,1	7,4	10,1	13,5	15,1	18,8	19,6	16,4	11,6	7,7	5,60	10,9
NEK 1994 - 2001	5,6	6,6	8,8	11,7	14,1	17,9	19,5	20,6	15,9	12,5	8,8	6,00	11,0

Meritev v Radečah se je izvajala na VP Radeče, ki je v obdobju 1909 - 1998 predstavljala temeljno državno vodomerno postajo za odsek spodnje Save. Po letu 1998 je bila postaja ukinjena zaradi lege v akumulaciji HE Vrhovo, nadaljevanje niza podatkov je možno z upoštevanjem meritev na Savi v Hrastniku in Savinji pri Velikem Širju, kjer sta aktualni vodomerni postaji državne mreže. Meritve pred vstopom v NEK se izvaja na merilnem mestu MM1, definiranem v OVD /49/, na lokaciji: Y=540280, X=88332, Z=150 m n.m., na parcelni št. 1246/6, k.o. 1321-Leskovec, občina Krško.

Septembra 2017 je začela obratovati akumulacija Brežice, ki z vidika toplotne obremenitve Save ne predstavlja bistvene spremembe za obratovanje NEK. Študije toplotne obremenitve Save, izdelane pred izgradnjo akumulacije (/147/), ter meritve in analize po napolnitvi akumulacije (/148/, /149/), so ugotovile naslednje:

- povprečna mesečna temperatura dotekajoče vode v verigo HE (v bazen Vrhovo) se je v zadnjih desetletjih v poletnih mesecih dvignila za 1,5 do 2 °C, temperaturne konice pa so v istem obdobju narasle tudi za 3 do 4 °C. To pomeni bistveno višje »temperaturno naravno ozadje« za obratovanje NEK;
- akumulacije HE na spodnji Savi ne povzročajo dodatnega segrevanja reke v primerjavi z nezajezenim stanjem;
- v kritičnih poletnih situacijah z nizkimi pretoki Save in visokimi zračnimi temperaturami bazeni HE bistveno zmanjšajo dnevna temperaturna nihanja v reki v primerjavi z nezajezenim stanjem in zaradi toplotne slojevitosti predstavljajo tudi zalogo hladnejše vode v spodnjih plasteh bazenov;
- to se odraža tudi v akumulaciji Brežice, kjer je bilo ugotovljeno celo pospešeno oddajanje toplote iz bazena v atmosfero v primerjavi z naravnim stanjem;
- zaradi navedenih vplivov predstavljajo bazeni HE z vidika toplotne obremenitve Save ukrep za blaženje posledic podnebnih sprememb, kar pozitivno vpliva tudi na obratovanje NEK v razmerah znižanih pretokov Save ter visokih temperatur savske vode in zraka.

V nadaljevanju so podane povprečne dnevne in mesečne vrednosti temperature Save za leta 2018, 2019 in 2020.

Tabela 34: Povprečne dnevne in mesečne temperature Save pri NEK v letu 2018 (vir: /48/)

Temperatura reke Save na vstopu SW/CW [°C], leto 2018 - MM1

	JANUAR	FEBRUAR	MAREC	APRIL	MAJ	JUNIJ	JULIJ	AVGUST	SEPTEMBER	OKTOBER	NOVEMBER	DECEMBER
1	6,0	6,5	1,7	8,4	14,0	17,1	18,3	22,8	17,3	13,5	10,6	6,4
2	6,6	6,7	1,9	8,6	14,2	17,2	18,2	23,1	17,0	13,7	10,6	6,3
3	6,3	5,9	2,2	8,8	14,2	17,7	18,8	23,3	15,9	13,7	11,1	6,5
4	6,3	4,9	2,6	9,5	14,3	18,0	19,7	23,6	15,6	13,7	11,5	6,9
5	6,3	5,2	3,1	9,7	14,3	18,3	19,8	23,9	15,5	13,4	11,5	7,4
6	6,9	5,7	3,5	9,8	14,0	18,7	19,6	24,4	16,0	13,4	11,6	7,9
7	7,4	5,6	4,5	10,2	14,1	18,9	19,9	24,3	16,3	13,5	11,6	7,9
8	7,8	5,3	5,4	10,3	14,6	18,6	20,0	24,4	16,8	13,7	11,7	7,8
9	7,7	5,2	6,1	10,5	15,0	18,7	20,3	24,4	17,3	14,0	11,6	7,5
10	7,7	5,7	6,5	11,0	15,2	18,6	20,2	24,4	17,6	14,4	11,6	7,6
11	7,6	6,0	6,5	11,1	15,2	18,8	19,9	24,2	18,0	14,6	11,4	7,4
12	7,4	5,8	6,7	11,1	15,2	19,5	19,0	24,1	18,3	14,8	11,5	6,9
13	7,2	5,4	7,1	10,9	15,1	19,6	17,6	24,5	18,5	14,6	11,7	6,5
14	6,9	5,1	7,6	10,2	15,1	19,3	17,9	24,2	18,7	14,6	11,7	6,2
15	6,6	5,1	7,8	10,6	15,1	18,6	18,1	23,8	18,7	14,4	11,5	5,7
16	6,2	5,3	7,9	11,1	13,7	18,2	18,8	23,3	18,8	14,4	10,9	5,3
17	6,2	5,3	7,7	11,4	13,4	18,4	19,2	23,1	18,9	14,3	10,3	5,2
18	6,3	5,1	7,1	11,8	13,9	18,6	19,3	23,1	18,8	14,3	9,8	5,1
19	6,1	5,4	6,4	11,8	14,1	19,0	19,6	23,0	18,9	14,2	9,1	5,1
20	6,0	5,6	5,7	12,2	14,4	19,1	20,0	22,6	18,9	14,1	8,3	5,0
21	6,3	5,2	5,7	12,5	14,9	19,7	20,5	22,6	19,0	13,8	8,0	5,0
22	6,0	4,8	5,9	13,0	15,1	19,8	20,8	22,7	18,8	13,6	7,8	5,1
23	5,9	4,8	6,0	13,3	15,3	19,5	20,7	23,0	18,4	13,7	7,6	5,3
24	5,6	4,6	6,1	13,5	15,5	18,8	20,6	23,2	17,9	13,8	7,9	5,7
25	5,6	4,1	6,5	13,7	15,6	17,6	20,3	22,7	15,4	13,8	8,4	5,9
26	5,7	3,8	6,8	13,7	15,8	17,7	20,3	21,6	15,0	13,3	8,7	6,1
27	6,0	3,4	7,1	13,8	16,6	18,0	20,1	16,9	14,4	13,0	9,0	6,0
28	6,6	2,5	7,7	13,6	17,4	17,7	20,7	15,8	14,1	12,4	8,6	6,0
29	6,5		8,2	13,7	17,8	17,4	21,7	16,2	13,9	12,8	7,8	5,5
30	6,4		8,5	14,0	17,9	17,9	22,0	16,5	13,4	12,2	7,0	5,0
31	6,4		8,3		17,2		22,2	16,8		11,2		4,7
povpr.	**6,5**	**5,1**	**6,0**	**11,5**	**15,1**	**18,5**	**19,8**	**22,3**	**17,1**	**13,7**	**10,0**	**6,2**

Tabela 35: Povprečne dnevne in mesečne temperature Save pri NEK v letu 2019 (vir: /48/)

Temperatura reke Save na vstopu SW/CW [°C], leto 2019 - MM1

	JANUAR	FEBRUAR	MAREC	APRIL	MAJ	JUNIJ	JULIJ	AVGUST	SEPTEMBER	OKTOBER	NOVEMBER	DECEMBER
1	4,6	5,0	7,4	10,2	11,2	12,3	22,7	20,4	21,4	16,3	12,0	9,0
2	4,4	5,4	7,8	10,9	11,6	13,2	22,7	21,0	21,6	16,1	11,7	8,3
3	4,4	6,4	8,2	11,4	12,3	14,3	22,3	21,1	21,1	16,2	11,6	8,0
4	4,4	7,0	8,5	11,8	12,9	15,3	21,8	20,9	20,5	15,2	11,1	7,7
5	4,4	6,8	8,6	12,1	12,2	15,9	21,3	19,9	19,5	14,4	11,3	7,1
6	4,5	6,3	9,0	12,1	11,0	16,6	21,1	20,3	18,9	13,7	11,0	6,7
7	4,1	6,0	9,3	11,0	10,3	17,2	20,3	20,5	18,5	13,4	10,7	6,5
8	3,6	5,7	9,5	10,7	10,6	17,7	20,7	20,7	17,9	13,1	10,3	6,7
9	3,5	5,7	9,5	10,6	11,0	18,0	20,9	21,0	16,5	13,3	10,1	6,9
10	3,6	5,9	9,8	10,8	11,5	18,4	19,8	21,9	15,3	13,1	10,1	7,2
11	3,6	6,2	9,8	10,8	11,9	18,7	19,5	22,2	15,3	13,0	9,7	7,3
12	3,7	6,3	9,6	10,2	12,4	18,9	19,3	21,8	15,0	13,0	9,4	6,7
13	3,8	6,1	9,5	9,5	12,1	19,2	19,2	21,8	15,5	13,4	9,6	5,9
14	4,2	6,0	9,4	9,4	10,8	19,1	19,5	21,9	15,6	13,8	9,6	5,9
15	4,3	6,0	8,8	9,7	10,1	19,3	19,8	22,0	16,1	14,0	9,5	6,0
16	4,4	6,2	8,9	10,0	9,7	19,7	20,0	21,8	16,9	14,0	9,7	6,2
17	4,3	6,3	9,1	10,4	10,0	19,8	19,9	21,7	17,6	13,9	10,0	6,9
18	4,5	6,3	9,3	11,3	11,0	19,5	20,4	21,4	17,6	14,1	10,3	8,0
19	4,9	6,4	9,3	11,8	12,1	20,0	20,7	21,1	17,5	14,2	9,8	8,5
20	5,5	6,6	9,6	12,4	12,5	20,1	21,2	21,2	17,5	14,3	9,7	8,7
21	5,5	6,8	9,4	12,9	12,8	20,2	21,8	21,6	17,3	14,6	9,8	9,0
22	4,8	7,0	8,8	13,4	12,6	20,1	21,9	21,5	17,2	14,4	9,9	9,0
23	4,5	6,8	9,0	13,8	12,5	18,7	22,1	21,6	16,4	14,3	9,9	8,5
24	4,4	6,8	9,4	14,1	13,3	17,3	22,4	22,0	15,8	14,6	9,8	8,3
25	4,4	6,9	9,7	13,9	14,5	18,0	22,9	21,3	15,3	14,6	9,8	7,7
26	4,1	6,3	10,0	13,4	15,0	18,6	23,4	20,5	15,4	14,5	9,7	7,3
27	3,9	6,2	10,3	13,4	15,1	20,0	23,8	20,3	15,9	14,3	9,5	7,1
28	4,0	6,9	9,8	13,0	14,7	20,7	23,4	20,3	15,9	14,2	9,5	6,9
29	4,0		9,7	12,3	13,1	21,5	22,8	20,4	15,8	13,8	9,8	6,6
30	4,0		9,8	11,5	11,5	22,0	22,0	20,6	16,1	13,1	9,5	5,8
31	4,6		9,8		11,5		20,5	20,9		12,4		5,2
povpr.	**4,3**	**6,3**	**9,2**	**11,6**	**12,1**	**18,3**	**21,3**	**21,1**	**17,2**	**14,1**	**10,1**	**7,3**

Tabela 36: Povprečne dnevne in mesečne temperature Save pri NEK v letu 2020 (vir: /48/)

Temperatura reke Save na vstopu SW/CW [°C], leto 2020 - MM1

	JANUAR	FEBRUAR	MAREC	APRIL	MAJ	JUNIJ	JULIJ	AVGUST	SEPTEMBER	OKTOBER	NOVEMBER	DECEMBER
1	4,9	7,1	7,6	8,8	16,4	15,6	20,3	21,5	18,8	12,6	11,1	6,0
2	5,0	7,1	7,8	9,6	16,0	15,8	20,9	21,7	16,8	12,9	11,3	5,9
3	4,9	7,1	8,3	9,4	15,4	16,5	20,5	21,7	16,3	13,0	11,3	5,6
4	4,9	7,7	8,3	9,1	15,8	16,4	20,3	20,3	15,8	13,6	11,3	5,3
5	4,9	7,7	8,1	9,3	15,6	16,8	20,2	17,8	16,0	13,4	11,5	5,1
6	4,8	7,7	8,0	9,9	15,4	15,5	19,7	17,2	16,5	12,5	11,5	5,2
7	4,8	7,7	8,0	10,4	15,4	13,0	19,8	16,9	16,9	12,0	11,1	6,4
8	4,4	7,2	7,8	11,0	15,7	13,2	19,5	17,4	17,4	12,1	10,9	7,2
9	4,1	6,2	8,2	11,4	16,2	13,6	19,0	18,7	17,7	12,1	10,1	7,1
10	4,1	6,0	8,3	12,0	15,9	12,5	18,7	19,7	17,6	12,1	9,6	6,7
11	4,2	5,9	8,6	12,5	16,0	12,6	19,6	20,1	17,2	12,1	9,3	7,0
12	4,5	6,1	9,0	12,9	16,0	13,5	20,0	20,6	17,6	11,2	9,1	7,2
13	4,7	6,2	9,2	13,4	16,2	14,4	20,1	21,0	17,9	10,8	9,0	7,2
14	4,9	7,2	9,6	13,4	15,5	15,5	19,0	21,2	18,3	10,8	9,1	7,1
15	5,0	7,7	9,8	13,5	14,2	16,0	19,0	20,9	18,5	10,9	9,1	7,0
16	4,9	7,8	9,4	13,8	14,1	16,1	18,9	21,0	18,7	10,6	9,4	6,8
17	4,9	7,7	9,6	14,2	13,5	15,8	18,8	21,1	18,7	10,7	9,5	6,6
18	5,0	7,9	9,7	13,7	13,5	16,0	18,8	20,7	18,7	10,8	9,4	6,6
19	5,3	8,1	9,5	13,3	13,3	16,6	19,2	20,6	18,4	10,9	9,2	6,7
20	5,4	7,8	9,9	13,7	13,5	16,8	19,4	20,7	18,2	10,9	9,0	6,8
21	5,6	7,8	10,7	14,0	13,8	17,4	19,6	20,9	18,1	11,0	8,5	6,8
22	5,5	8,1	10,9	14,5	14,1	17,3	19,6	20,8	18,0	11,1	8,1	7,0
23	5,3	8,4	10,4	14,8	14,8	17,4	20,3	20,8	17,9	11,3	7,6	7,3
24	5,2	8,3	9,9	14,9	15,4	17,5	21,0	21,0	17,6	11,7	7,0	7,7
25	5,0	7,8	9,1	14,7	15,8	18,2	20,5	21,3	17,3	11,9	6,4	8,1
26	4,8	7,5	7,7	14,7	16,3	18,8	19,7	21,5	15,8	11,9	6,4	7,6
27	4,9	7,9	7,2	15,1	16,6	18,5	18,8	21,5	13,2	11,8	6,5	6,8
28	5,0	8,1	7,4	15,5	15,9	18,4	19,3	20,9	12,4	11,7	6,3	6,1
29	5,6	8,0	7,4	15,7	16,0	19,4	20,0	20,8	12,6	11,4	6,1	6,1
30	6,4		7,4	16,1	15,9	19,9	20,8	21,1	12,6	11,1	6,1	6,3
31	6,9		8,1		15,7		21,7	20,6		11,0		6,8
povp.	**5,0**	**7,4**	**8,7**	**12,8**	**15,3**	**16,2**	**19,8**	**20,4**	**16,9**	**11,7**	**9,0**	**6,7**

4.1.5 Pedološke značilnosti območja

Območje posega predstavlja pozidano območje z dolgoletno energetsko rabo (energetska infrastruktura).

Po podatkih iz pedološke karte (1:25.000) /60/ so tla na širšem območju obravnavane lokacije kartirana kot obrečna tla, karbonatna, srednje globoka, na peščeno prodnatem aluviju 70 %; obrečna tla, karbonatna, globoka, na peščeno prodnatem aluviju 30 %.

4.1.6 Biološke lastnosti območja, ekosistemi, rastlinstvo in živalstvo ter njihovi habitati

4.1.6.1 Splošno

Območje posega predstavlja gosto pozidano območje z dolgoletno energetsko rabo (energetska infrastruktura, ograjeno in obdano s številnimi cestnimi infrastrukturnimi objekti, kmetijskimi površinami in drugimi industrijskimi objekti v industrijski coni Vrbina. V bližnji okolici, ki je pretežno pozidana, ni večjih gozdnih zemljišč. Na sami lokaciji posega in v neposredni okolici ni naravovarstvenih prvin, območje ne predstavlja pomembnejšega življenjskega prostora za rastline in živali, z izjemo reke Save, ki teče mimo kompleksa NEK in na kateri ima NEK postavljen tudi jez.

Zavarovana območja, območja Natura 2000, naravne vrednote in ekološko pomembna območja v širši okolici obravnavane lokacije so prikazana v nadaljevanju in na slikah v poglavju 11.2.

4.1.6.2 Zavarovana območja

Na območju daljinskega vpliva 2000 m po Pravilniku o presoji sprejemljivosti vplivov izvedbe planov in posegov v naravo na varovana območja (UL RS, št. 130/04, 53/06, 38/10, 3/11) ni zavarovanih območij. Najbližje zavarovano območje je Kozjanski park (ID 1413 državnega pomena), ki je oddaljeno ca. 5.060 m severozahodno. Glede na 20. člen Pravilnika se lahko ugotovljeno območje daljinskega vpliva za konkretni poseg v naravo kadarkoli razlikuje od območja daljinskega vpliva posega v naravo iz Priloge 2 tega pravilnika, če to izhaja iz ugotovitev na terenu, podrobnejših podatkov o izvedbi posega v naravo in iz drugih dejanskih okoliščin. Poleg daljinskega vpliva opredeljenega s Pravilnikom na območju polmera 2000 m je možen tudi daljinski vpliv dolvodno po reki Savi, kjer pa ni zavarovanih območij. Zavarovanih območij zato v nadaljevanju ne obravnavamo.

4.1.6.3 Natura 2000

Na območju daljinskega vpliva 2000 m po Pravilniku o presoji sprejemljivosti vplivov izvedbe planov in posegov v naravo na varovana območja (UL RS, št. 130/04, 53/06, 38/10, 3/11 je eno Natura 2000 območje, določeno z Uredbo o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000) (UL RS, št. 49/04, 110/04, 59/07, 43/08, 8/12, 33/13, 35/13-popr., 39/13-Odl.US, 3/14, 21/16, 47/18), **POO Vrbina (SI3000234),** ki je od obravnavanega posega oddaljeno približno 350 m. Glede na 20. člen Pravilnika se lahko ugotovljeno območje daljinskega vpliva za konkretni poseg v naravo kadarkoli razlikuje od območja daljinskega vpliva posega v naravo iz Priloge 2 tega pravilnika, če to izhaja iz ugotovitev na terenu, podrobnejših podatkov o izvedbi posega v naravo in iz drugih dejanskih okoliščin. Poleg daljinskega vpliva opredeljenega s Pravilnikom na območju polmera 2000 m je možen tudi daljinski vpliv dolvodno po reki Savi. Predpostavljamo, da območje daljinskega vpliva dolvodno po reki Savi sega do 8 km dolvodno od iztokov iz NEK, kjer je reka Sava razglašena za Natura 2000 območje **POO Spodnja Sava (SI3000304).** Opis Natura 2000 območij je v poglavju 4.4.1.4.

4.1.6.4 Naravne vrednote

Najbližje naravne vrednote, določene s Pravilnikom o določitvi in varstvu naravnih vrednot (UL RS, št. 111/04, 70/06, 58/09, 93/10, 23/15 in 7/19):

- Libna – lipa pri cerkvi (ID 7860; botanična naravna vrednota lokalnega pomena) - ca. 1.270 m severno od nameravanega posega;
- Stari Grad - gramoznica (ID 7861; Vodni biotop, preletna postaja in gnezditveni prostor ogroženih vrst, ekološka in zoološka vrednota lokalnega pomena) - ca. 1415 m vzhodno od nameravanega posega.

4.1.6.5 Ekološko pomembna območja

Na območju nameravanega posega je eno ekološko pomembno območje, določeno z Uredbo o ekološko pomembnih območjih (UL RS, št. 48/04, 33/13, 99/13 in 47/18):

- Sava od Radeč do državne meje (ID 63700).

4.1.7 Značilnosti grajenega okolja in prisotnost posebnih materialnih dobrin

4.1.7.1 Značilnosti grajenega okolja

Območje NEK, katerega del je tudi območje lokacije posega, se nahaja v občini Krško, in sicer 2,5 km jugovzhodno od mesta Krško. Območje NEK je na jugu omejeno s strugo reke Save in industrijsko cono Vrbina na severu. Lokacija posega je dostopna z regionalne ceste R1 Krško – Spodnja Pohanca ter v nadaljevanju z lokalne ceste, ki iz območja naselja Vrbina vodi v smeri jugovzhoda, proti območju NEK.

Zahodno, severno in vzhodno obdajajo okolico ograjenega območja NEK sadovnjaki, na jugu pa teče reka Sava. Kljub temu, da se v literaturi omenja naselje Vrbina, ki je od lokacije posega oddaljeno ca. 490 m severozahodno, le-ta po podatkih PISO /63/ predstavlja območje centralnih dejavnosti, ki ni

poseljeno. Najbližje strnjeno poseljeno naselje Spodnji Stari Grad je od lokacije posega oddaljeno ca. 700 m severovzhodno.

Mesto Krško, ki se nahaja severozahodno od lokacije posega, predstavlja gospodarsko, upravno, izobraževalno in kulturno središče spodnjega Posavja. Kraj se prvič omenja leta 895. Leta 1189 se na strateško pomembnem mestu ob vstopu v sotesko Save omenja grad, pod katerim se je razvil trg, ki je leta 1477 dobil mestne pravice, leta 1480 pa so ga obdali z obzidjem. V srednjem veku so se razvile usnjarska, čevljarska in krojaška obrt. Pozneje je postala pomembnejša trgovina povezana s plovbno po Savi, ki je močno vplivala na mestno gospodarstvo vse do leta 1862, ko jo je izpodrinila železnica. Industrija se je začela razvijati leta 1937, ko so v Vidmu, današnji industrijski coni Krškega, odprli manjšo tovarno papirja, ki je prerasla v industrijo celuloze, papirja in papirnih izdelkov /133/. Kasneje se je razvila še druga industrija, tako da sta danes skoraj dve tretjini prebivalstva zaposleni v industriji. Naselja dolvodno od Krškega in Vidma so se formirala pretežno na desnem bregu Save ob glavni cesti Ljubljana – Zagreb.

4.1.7.2 Kulturna dediščina

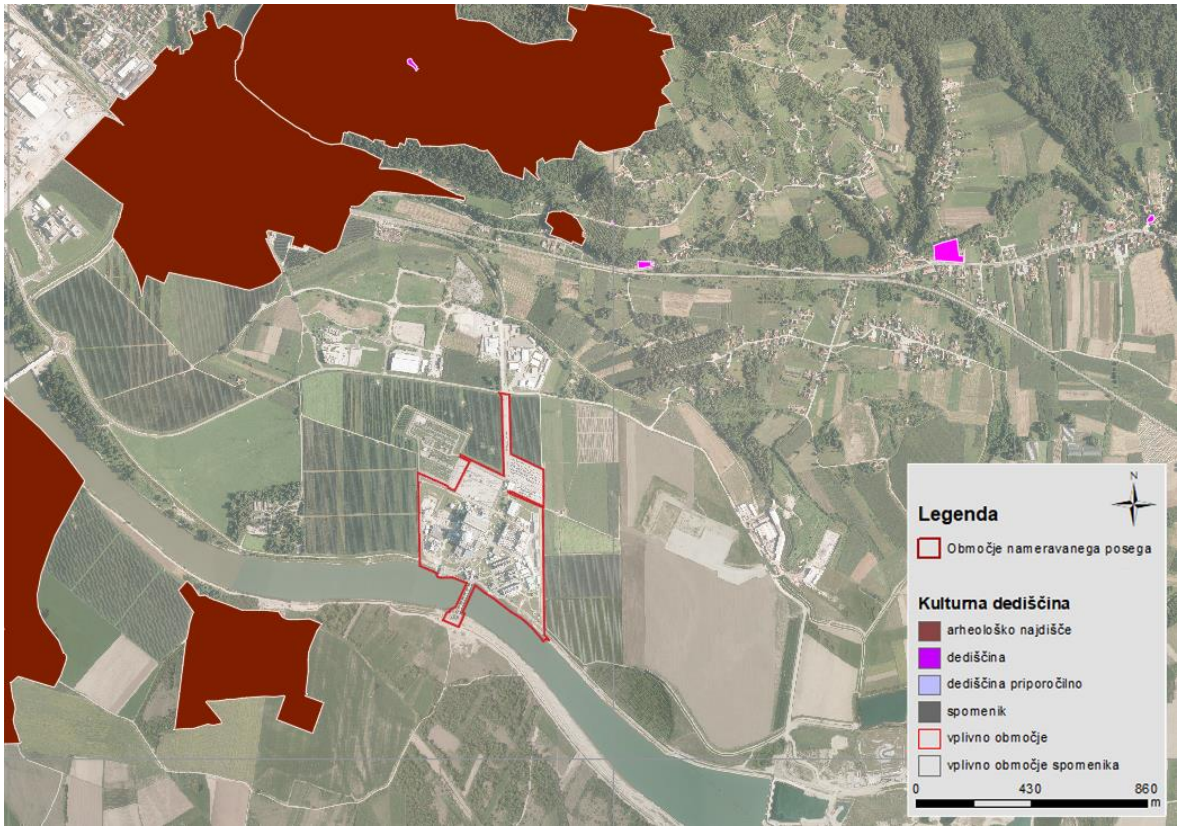
Širše območje posega je bilo od nekdaj primerno za naselitev, tukaj so našli zgodovinske ostanke iz prazgodovine (Kartuševa in Jermanova jama), ilirske in keltske ostanke (Libna, Dunaj) ter iz časa rimske zasedbe ostanke mesta in pristanišča pri današnji vasi Drnovo (Neviodunum).

Kompleks nuklearne elektrarne leži na savski ravnici jugovzhodno od nekdanjega Vidma, kjer je Sava v preteklosti pogosto spreminjala svojo strugo, zato je bilo ožje območje manj primerno za poselitev. Dokaz za premike rečne struge, ki je bila pokrajinska meja, je tudi lokacija nekdanjega mejnega kamna med Kranjsko in Štajersko pri Spodnjem Starem Gradu, ki stoji daleč od današnje savske struge. Ostanki nekdanjih strug so na širšem območju še vedno opazni kot mikroreliefni pojavi.

V okolici NEK so bile za potrebe priprave državnega prostorskega načrta za Odlagališče NSRAO Vrbina izdelane strokovne podlage »Poročilo o arheološkem vrednotenju na potencialni lokaciji Vrbina za odlagališče NSRAO, Zavod za varstvo kulturne dediščine – območna enota Novo mesto, december 2006«. Na širšem območju predvidene gradnje odlagališča Vrbina, ki je locirano severovzhodno od NEK, je bilo za potrebe preiskave opravljenih 108 testnih izkopov jarkov velikosti 120 cm x 120 cm. Pri vrednotenju je bila upoštevana metodologija SAAS-a (Arheologija na avtocestah Slovenije, Metode in postopki, Ljubljana, april 1994). Rezultati arheološke preiskave so pokazali, da področje ni bilo poseljeno v preteklosti oziroma da ni vidnih znakov človekove prisotnosti na tem območju v preteklosti.

V času gradnje elektrarne je bil na celotnem območju platoja elektrarne izveden izkop in nadomestitev materiala, zato ocenjujemo, da znotraj energetskega kompleksa NEK ni pričakovati najdb arheoloških ostalin.

Na območju posega (v okviru obstoječega kompleksa NEK) ni kulturnovarstvenih prvin, območje pa se nahaja tudi izven območja vpliva na objekte in območja kulturne dediščine v okolici. Najbližje enote kulturne dediščine so od lokacije posega oddaljene več kot 470 m in se nahajajo izven območja NEK. Opis enot je v naslednji tabeli, grafični prikaz je na naslednji sliki in v poglavju 11.2



Slika 39: Kulturna dediščina v širši okolici lokacije posega (vir: /64/)

Tabela 37: Objekti in območja nepremične kulturne dediščine v okolici lokacije posega (vir: /64/)

Enota NKD	EŠD	Zvrst / Tip	Obseg	Opis
Žadovinek - Arheološko najdišče Remen-Tribeže	28988	arheološka dediščina	območje	Območje nekdanje domačije Globočnik (Globotshnig) in Čečkerjeve pristave (Zhezhker Maierhof) ter potencialna lokacija nekdanje grajske pristave Šrajbarskega turna. Najdišče je od območja posega oddaljeno ca. 450 m.
Krško - Arheološko najdišče Stara vas	16518	arheološka dediščina	območje	Sledovi prazgodovinske in rimskodobne poselitve (najdbe lončenine) in gomila iz starejše železne dobe, raziskovana 1890 (med grobovi je bil odkrit tudi grob konjenika s čelado). Pisani viri omenjajo še grobove iz mlajše železne in rimske dobe. Najdišče je od obm. posega oddaljeno ca. 730 m.
Žadovinek - Arheološko najdišče Petrovce	1327	arheološka dediščina	območje	Grobišče s poznobronastodobnimi pokopi (odkritih je 26 grobov), potencialno železnodobno grobišče glede na slučajno odkrit keltski grob in lokacija pristave gospostva Šrajbarski turn, ki se prvič omenja 1436 (Gornji in Srednji Mairhof). Najdišče je od območja posega oddaljeno ca. 1240 m.
Spodnja Libna - Prazgodovinsko gomilno grobišče	24419	arheološka dediščina	območje	Gomilno grobišče: tri gomile, od katerih je eno delno raziskal M. Hoernes (skeletni grobovi iz starejše železne dobe). Tod naj bi odkrili tudi žgane grobove iz mlajše železne dobe (neraziskano). Najdišče je od območja posega oddaljeno ca. 610 m.

Enota NKD	EŠD	Zvrst / Tip	Obseg	Opis
Spodnja Libna - Domačija Spodnja Libna 13	17422	profana stavbna dediščina	skupina objektov	Domačijo sestavljajo pritlična zidana hiša z nadstropnim, navzven pomaknjenim, poudarjenim zatrepom, ki sloni na treh stebrih, lesena vrtna uta ter niz gospodarskih poslopij, ki stojijo levo in desno od hiše. Domačija je od območja posega oddaljena ca. 670 m.
Libna - Kapelica v Spodnji Libni	16233	sakralna stavbna dediščina	objekt	Historična kapelica odprtega tipa z začetka 20. stol. V notranjosti je razpelo s Kristusom. Kapelica je od območja posega oddaljena ca. 740 m.
Stari grad pri Vidmu - Cerkev sv. Nikolaja	3487	sakralna stavbna dediščina	objekt	Baročna cerkev je bila zgrajena 1627 v spomin na kugo. Sestavljajo jo pravokotna ladja, tristrano zaključen prezbiterij in zvonik na zahodu. Oltarna oprema iz 19. stol. Cerkev je od območja posega oddaljena ca. 1650 m.
Libna - Cerkev sv. Marjete	3489	sakralna stavbna dediščina	objekt	Cerkev s pravokotno ladjo z ravnim stropom, kapelo sv. Ane, tristrano zaključenim prezbiterijem in zvonikom na zahodni strani je bila barokizirana 1765. Glavni oltar iz 1849, stranska sta baročna. Cerkev stoji na hribu Libna (354 m n. m. v.), severno od istoimenskega naselja. Cerkev je od območja posega oddaljena ca. 240 m (zračna razdalja).

Zavod RS za varstvo kulturne dediščine, OE Ljubljana, je izdal Mnenje o podatkih, ki naj jih vsebuje poročilo o vplivih na okolje po tretjem odstavku 52. člena Zakona o varstvu okolja za podaljšanje obratovalne dobe NEK s 40 na 60 let (predhodna informacija) št. 350-0051/2016-16, z dne 10. 12. 2020.

Po pregledu gradiv na spletnem strežniku ugotavljajo, da nameravani poseg ne tangira registriranih enot kulturne dediščine, zato nimajo podatkov, ki bi jih bilo treba vključiti v poročilo o vplivih na okolje. Menijo tudi, da izvedba presoje vplivov na okolje ter pridobitev okoljevarstvenega soglasja zaradi varstva kulturne dediščine za podaljšanje obratovalne dobe NEK s 40 na 60 let, ni potrebna.

4.1.8 Vrste zemljišč na območju

Lokacija posega se nahaja na območju stavbnih zemljišč, pretežno pozidanih z industrijskimi objekti, z namensko rabo E – energetska infrastruktura in VI – območje vodne infrastrukture (namenska raba je prikazana v poglavju 1.8.1). Območja severno, vzhodno in južno so prav tako pozidana, kmetijska zemljišča ležijo zahodno in jugozahodno. Gozdnih zemljišč v bližnji okolici ni.

4.1.9 Poplavna in erozijska ogroženost

Širše območje lokacije posega ni erozijsko ogroženo, zaradi ravninske lege se nahaja tudi izven plazljivih in plazovitih območij. Karta poplavne nevarnosti je prikazana v poglavju 11.2.

Območje NEK se nahaja na območju poplavne pokrajine Vrbina, ki predstavlja prehod med vzhodnim robom Krškega polja in zahodnim robom Brežiškega polja /133/. Po podatkih opozorilne karte poplav (ARSO /60/) se redke in katastrofalne poplave ne pojavljajo na območju NEK, se pa le-te pojavljajo severno, vzhodno in južno od meje območja NEK. Glede na poplavno karto (iKRPN) je območje razreda velike poplavne nevarnosti določeno po celotni strugi reke Save, ki poteka vzporedno z južno mejo območja NEK.

Poplavna varnost

NEK je situirana na nekdanji poplavni ravnici Save, ki je bila ob izgradnji NEK zaščitena pred poplavami z nasipoma ob Savi in Potočnici. Savski nasip sega približno 2 km gorvodno in 1 km dolvodno od NEK, nasip ob Potočnici pa je dolg 750 m in poteka od izliva Potočnice v Savo do železniške proge. Ob

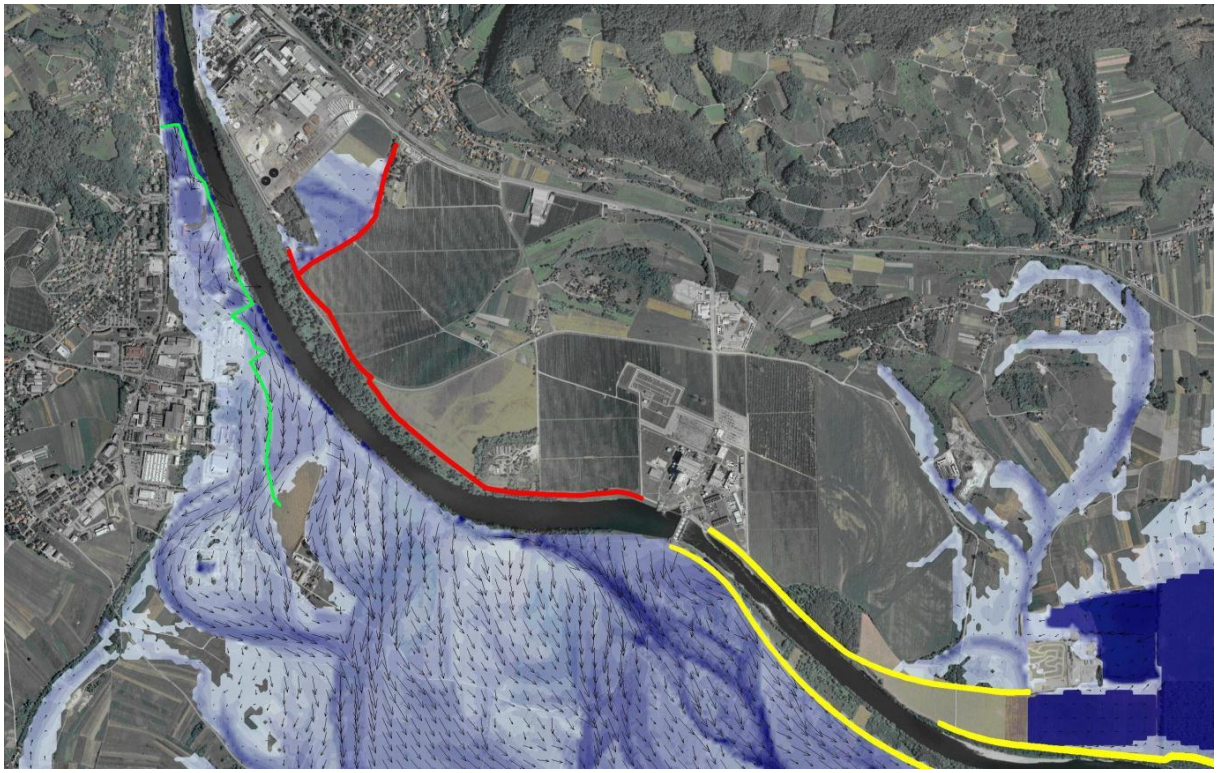
izgradnji NEK je desni breg Save ostal v naravnem stanju in je kot takšen zagotavljal, da se morebitna ekstremna poplava razlije na desno poplavno ravnico ob Savi. V času gradnje NEK je merodajna poplava Q10.000 znašala 4272 m^3/s.

V letu 2011 je bila poplavna varnost NEK ponovno ovrednotena, pri čemer je bil v okviru razširjenih analiz določen tudi nov merodajni pretok Q10.000 = 4790 m^3/s. Na podlagi teh analiz je bila v februarju 2012 zaključena modifikacija protipoplavnih nasipov (projekt NEKPMF-B056/186-2). Krona nasipa ob Savi je bila na dolžini 1430 m dvignjena do 1 m, krona nasipa ob Potočnici pa do 1,8 m, pri čemer se je na skrajno gorvodnem odseku izvedel zaščitni betonski zid.

Druga, manjša modifikacija nasipov ob Savi in Potočnici, kot posledica gradnje HE Brežice, je bila zaključena marca 2018 (projekt NEKPOT-A201/019), investitor pa so bili INFRA, HESS, DRSI in Občina Krško. Krona nasipa ob Savi se je le minimalno korigirala v dolžini 100 m (do 10 cm), vzdolž Potočnice pa se je protipoplavna zaščita dvignila za dodatnega 0,5 m z izgradnjo parapetnega zidu in nadvišanjem obstoječega protipoplavnega zidu.

Kot rezultat modifikacij protipoplavnih nasipov ob Savi in Potočnici v letih 2011 in 2018 je NEK zaščitena do pretoka 11.130 m^3/s /3/.

Zgradba suhega skladišča IG je zasnovana tako, da zagotavlja varnost pred poplavami z visokovodnimi nasipi (PMF) in je za primer poplave PMF po potresu nad 0,3 g zaščitena še s sistemom zagatnic oziroma tesnenja do kote 157,53 m n. m. Tesnost objekta pred poplavami zagotavljajo obodne AB stene, vdor vode skozi vrata pa je preprečen z demontažnimi poplavnimi barierami.



Slika 40: Obseg poplavljenosti območja NEK in vektorji lokalne hitrosti vode pri QPMF = 7081 m^3/s (nestalni tok) za stanje s HE Brežice (vir: /151/)

Rdeča črta predstavlja nasipe NEK ob Savi in Potočnici, zelena visokovodne nasipe v sklopu projekta HE Brežice in rumena energetske nasipe HE Brežice. Po: Hidravlična analiza visokih voda reke Save v območju NEK pri največjem verjetnem pretoku (PMF) za stanje po izgradnji HE Brežice /151/.

Tabela 38: Po velikosti urejeni največji do sedaj zabeleženi pretoki Save v Radečah, ki je bila do leta 1994 referenčna vodomerna postaja za NEK (vir: /3/)

Year	Flow	Year	Flow	Year	Flow	Year	Flow
1990	**2991**	*1909*	1863	*1916*	1466	*1952*	1302
1998	2940	*1991*	1862	*1960*	1458	*1928*	1294
1933	2809	*1987*	1857	*1939*	1458	*1944*	1264
1964	2699	*1969*	1839	*1918*	1458	*1997*	1250
1923	2676	*1985*	1831	*1983*	1450	*1994*	1217
1979	2498	*1949*	1820	*1959*	1420	*1978*	1216
1973	2460	*1962*	1789	*1956*	1420	*1999*	1133
1980	2391	*1940*	1772	*1921*	1420	*1911*	1131
1966	2350	*1915*	1754	*1984*	1416	*1910*	1119
1982	2313	*1993*	1735	*1947*	1412	*1912*	1104
1936	2228	*1967*	1712	*1919*	1400	*1955*	1068
1974	2213	*1968*	1708	*1989*	1391	*1953*	1018
1992	2153	*1948*	1693	*1995*	1390	*1913*	1007
1927	2134	*1963*	1661	*1976*	1380	*1957*	1000
1926	2109	*1931*	1661	*1937*	1380	*1924*	997
1930	2087	*1925*	1576	*1977*	1370	*1971*	973
2000	2080	*1922*	1576	*1970*	1346	*1981*	942
1961	2024	*1951*	1552	*1943*	1341	*1950*	929
1934	1998	*1954*	1536	*1988*	1331	*1941*	849
1965	1957	*1935*	1536	*1932*	1325	*1920*	832
1975	1930	*1917*	1513	*1914*	1321	*1945*	815
1972	1913	*1986*	1492	*1908*	1317	*1942*	805
1996	1865	*1938*	1482	*1958*	1309	*1929*	805
						1946	582

Tabela 39: Šest največjih zabeleženih pretokov reke Save v profilu HE Krško (vir: /246/)

Year	Date	Flow
1933	23.9.	*2940*
1964	25.10.	*2733*
1973	25.9.	*2549*
1979	29.1.	*2630*
1990	1.11.	*3050*
1998	4.11.	*3001*

Na podlagi predhodnih opisov zaščit in dokumentiranih dosedanjih poplav je zaključek, da bo NEK tudi ob upoštevanju posledic podnebnih sprememb ustrezno zaščitena pred poplavami do leta 2043.

4.1.10 Prometne povezave in obremenitve cest

NEK leži na levem bregu reke Save v industrijski coni Krškega. Do elektrarne vodi lokalna cesta, ki se preko krške obvoznice, navezuje regionalno cesto R1 Krško–Spodnja Pohanca. Elektrarna ima tudi industrijski tir, ki jo povezuje z železniško postajo v Krškem.

Prometne obremenitve regionalne ceste so prikazane v naslednji tabeli. Zadnji dostopni podatki so za leto 2018.

Tabela 40: Povprečni letni dnevni promet (PLDP) po regionalni cesti v obdobju 2016-2018 (vir:/123/)

Kat. ceste	Št. ceste	Št. odseka	Odsek	Števno mesto	Vsa vozila (PLDP)		
					2016	2017	2018
R1	220	1334	Krško – Spodnja Pohanca	367 Dolenja vas	5.904	5.810	6.026

Tabela 41: Povprečni letni dnevni promet (PLDP) po regionalnih cestah v okolici lokacije posega po vrstah vozil v letu 2018 (vir: /123/)

Kat. in št. ceste Odsek	Vsa vozila (PLDP)	Motor-ji	Os. vozila	Avto-busi	Lah. tov. <3,5t	Sr. tov. 3,5-7t	Tež. tov. >7t	Tov. s prik.	Vlačil-ci
R1 220 1334 Krško – Spodnja Pohanca	**6.026**	44	5.398	43	334	58	61	22	63

Iz prejšnje tabele je razvidno, da je delež prometa srednjih in težkih tovornih vozil v skupnem prometu na regionalnih cestah v okolici relativno majhen in da glavnino prometa predstavlja promet osebnih vozil.

Glavna železniška proga Ljubljana - Zagreb - d. m. poteka severno od NEK, železniška postaja Krško se nahaja ca. 2.500 m severozahodno in je dostopna preko ceste R1 odsek 220.

4.1.11 Potresna nevarnost

Slovenija je država s srednjo potresno nevarnostjo. Čeprav potresi pri nas ne dosegajo prav velikih vrednosti magnitude, so lahko njihovi učinki dokaj hudi zaradi razmeroma plitvih žarišč. Pas večje potresne nevarnosti poteka po osrednjem delu Slovenije, v sklenjenem pasu od skrajnega severozahoda proti skrajnemu jugovzhodu države. Z oddaljevanjem od tega pasu proti severovzhodu in jugozahodu se potresna nevarnost zmanjšuje.

Obravnavano območje se uvršča v 8 stopnjo seizmične intenzitete po EMS lestvici (European Macroseismic Scale). V tem območju lahko pričakujemo seizmične pospeške do 0,2 g PGA za povratno dobo potresa 475 let in 0,45 g PGA za povratno dobo 10000 let. Podatke povzemamo po kartah makroseizmičnih intenzitet Slovenije za povratno dobo potresov 475 in 10000 let /60/.

Na lokaciji NEK so bile v več fazah izvedene podrobne geomehanske, hidrološke, geofizikalne in seizmološke preiskave. Prva faza se je zvajala v letih 1972 - 1973 in je vključevala vrtanje do globine 12-13 m, merjenje hitrosti P in S valov. Preiskave so bile izvedene v širši okolici NEK in uporabljene za določitev končne lokacije.

Druga faza preiskav je potekala v drugi polovici leta 1973. Zajemala je meritve seizmičnih P in S valov ter mikroseizmičnega hrupa v tleh na lokacije NEK. Preiskave so bile uporabljene za izdelavo geotehničinega modela in določitve parametrov za potresno obremenitev.

Tretja faza preiskav je bila izvedena sredi leta 1974. Izdelanih je bilo 30 geomehanskih izvrtin globine 30 - 90 m, izvedene so bile laboratorijske preiskave in izmerjene hitrosti P in S valov do globine 45 m.

Četrta faza preiskav je bila izvedena leta 1974. Dodatno je bilo izvedenih 24 novih geomehanskih vrtin do globine 100 m z meritvami hitrosti P in S valov, laboratorijskimi testi, meritvami gama-gama gostote materiala in geoelektričnim sondiranjem terena. Preiskave izvedene v drugi, tretji in četrti fazi so bile izvedene na lokaciji NEK in se nanašajo na strukture I. kategorije.

Nadaljnje preiskave na lokaciji so bile izvedene v povezavi z dokončanjem seizmične verjetnostne varnostne analize za oceno ranljivosti elektrarne na potresne dogodke. Geološke, seizmološke in geofizične preiskave so bila zaključena med letoma 1994 in 1996. Na podlagi predhodnih rezultatov in priporočil IAEA, »Program for additional site investigations« so bile izvedene še dodatne geološke, seizmološke in geofizične preiskave. Študije so se osredotočale na območje NEK in bližnjo regijo (polmer 25 km) in so vključevale:

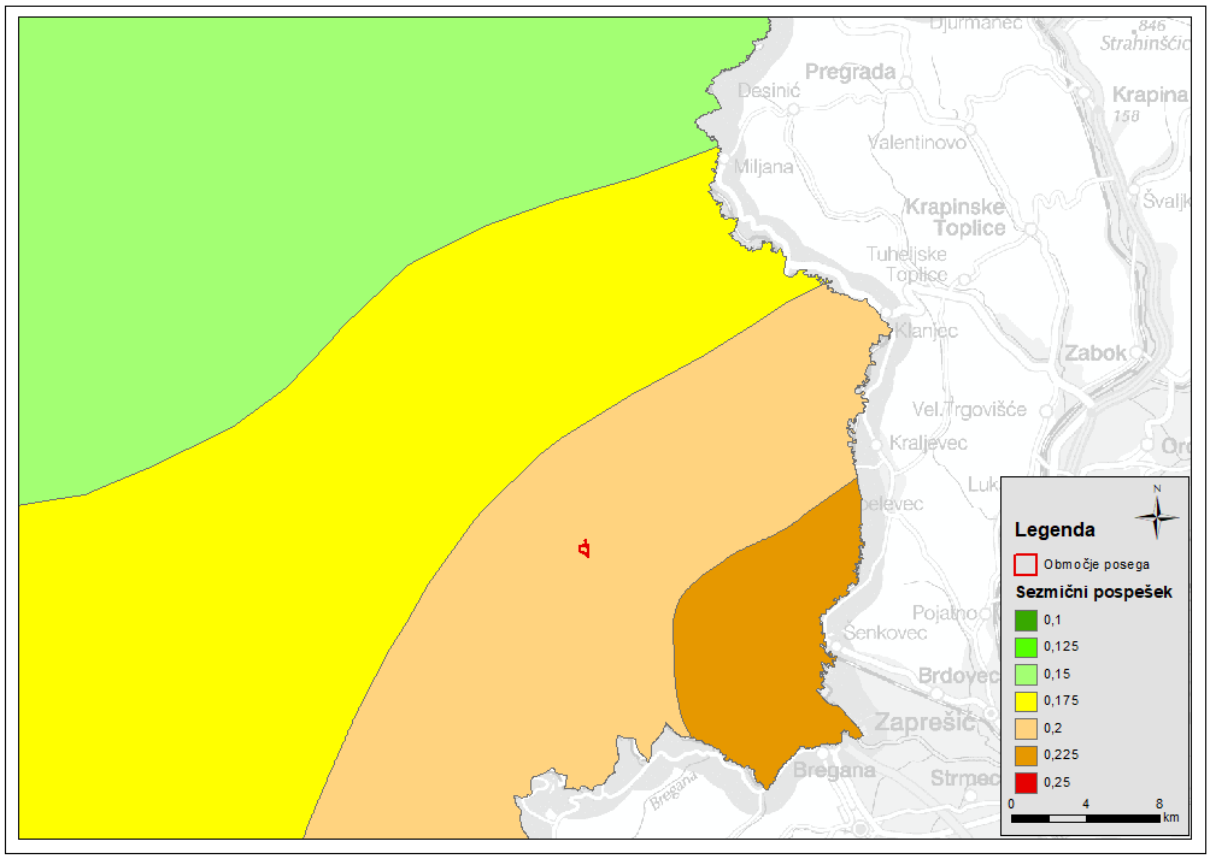
- posodobitev baze podatkov o potresnih dogodkih;
- podrobno geološko kartiranje Krškega porečja in sosednjih regij v bližini lokacije v merilu 1: 5000;
- geofizične preiskave;

- podrobne raziskave kvartarnih nahajališč, tal in geomorfnih površin, ki se lahko uporabijo za oceno neotektonske deformacije;
- pridobivanje in analizo podatkov o geodetskem izravnavanju in GPS-meritvah.

Rezultati geoloških, seizmoloških in geofizičnih raziskav, ki predstavljajo posodobljen seizmotektonski model Krške kotline, predstavljeni v poročilu prvega občasnega varnostnega pregleda (PSR). To poročilo predstavlja podlago za ponovno oceno in revizijo verjetnostne analize potresne nevarnosti (PSHA, 2002-2004).

Po zaključku obširne potresne verjetnostne analize /225/, v okviru katere je bila izvedena tudi analiza potresne nevarnosti lokacije NEK, so se v sklopu raziskav lokacij za NSRAO in JEK2, v neposredni bližini NEK izvajale obsežne dodatne raziskave. Te raziskave so se osredotočile na posamezne geološke strukture (potresne izvore in prelomnice) s ciljem boljšega razumevanja seizmo-tektonske strukture Krške kotline in zmanjšanja negotovosti pri določitvi potresne nevarnosti lokacije. V sklopu teh raziskav, ki so bile izvajane okvirno v zadnjih 10-ih letih, ni bil potrjen obstoj takih novih prelomov ali geoloških struktur, ki bi lahko ob potresu trajno deformirali površino lokacije (»capable faults«), oziroma ni prišlo do novih spoznanj, ki bi pomembno spremenila obstoječo oceno potresne nevarnosti lokacije NEK /271/, ki je bila izdelana v letih 2002-2004 po predhodnih 10-ih letih raziskav.

Elektrarne se projektirajo za potrese s povratno dobo, ki bistveno presegajo povratne dobe potresov, za katere se projektirajo običajni objekti. Potres v Petrinji, dne 29. 12. 2020, ki smo ga čutili tudi na območju Krškega, ni za NEK predstavljal nobene nevarnosti in ni povzročil nikakršne škode.



Slika 41: PGA za povratno dobo potresa 475 let (vir: /60/)

4.2 OBMOČJA S POSEBNIM PRAVNIM REŽIMOM

Lokacija posega se nahaja izven poplavno ogroženih območij ter izven območij, varovanih po predpisih o ohranjanju narave in varstvu kulturne dediščine.

Vodovarstvena območja, objekti in območja kulturne dediščine ter območja, varovana po predpisih o ohranjanju narave, v okolici lokacije posega so prikazani na slikah v poglavju 11.2.

4.2.1 Varstvo pitne vode

Lokacija posega se v skrajnem južnem območju posega (območje jezu) po Odloku o varstvu podzemne vode na območju varstvenih pasov črpališča vodovoda Krško (UL SRS 12/85) v majhnem delu nahaja VVO Drnovo - II. varstveni režim.

Območje Krškega se obravnava kot enotno telo podzemne vode VTPodV_1003 Krška kotlina in zajema aluvialni vodonosnik na levem in desnem bregu reke Save od vstopa reke na ravnico pri mestu Krško in njenega izhoda z ravnice pri mestu Brežice. Glede na geološko sestavo Krško–Brežiškega polja so najbolj pomembni vodni viri vezani na aluvialne plasti reke Save kvartarne starosti. Debelina vodonosnika variira med 12 in 20 m, odvisno od morfologije podlage, sestavljene iz praktično vodo nepropustnih kamnin neogenske starosti.

Za vodooskrbo širšega področja mesta Krško se skupaj uporablja 9 različnih virov, medtem ko se na VTPodV_1003 Krška kotlina uporabljata le dve črpališči Brege in Drnovo, ki s pitno vodo pokrivata največji del širšega mestnega območja. Vir Drnovo trenutno ni v uporabi, zaradi visokih koncentracij nitratov v vodi. Poleg nitratov, težavo predstavljajo tudi pesticidi. Nadzor pitne vode na Krškem polju je pokazal, da so koncentracije desetilatrazina presegale mejno vrednost od leta 2003 dalje in dosegle maksimum v letih 2005 in 2006, ko so bile vrednosti 4-krat višje od mejne vrednosti. V letu 2010 sta se na zajetju Drnovo v preseženih koncentracijah pojavila tudi pesticida bentazon in S-metaloklor. Od oktobra 2010 dalje Drnovo služi kot rezervni vodni vir, ki ga uporabimo v primeru večjih okvar na vodovodu Krško /258/. Preiskave kažejo, da ni trenda izboljšanja na vodnem telesu 1003 Krška kotlina, na črpališču Drnovo pa trend narašča /259/, /89/. Vir Brege ima skupno kapaciteto okrog 60 l/s in ima skupaj z virom Drnovo definirane pasove vodovarstvenega območja, ki segajo vse do desnega brega reke Save.

V II. varstvenem režimu vodooskrbnega črpališča Brege in Drnovo v bližini pregrade NEK na reki Savi je zgrajen črpalni vodnjak NEK. Vodnjak obratuje na osnovi dovoljenja ARSO z dne 15. 10. 2009, z veljavnostjo do 31. 8. 2039 /50/. Maksimalna količina črpanja iz vodnjaka za potrebe oskrbe NEK s tehnološko vodo je omejena na 16 l/s oziroma, 504.576 m^3/letno. V letu 2020 je bilo iz vodnjaka načrpanih približno 204.000 m^3, kar je manj kot polovica dovoljene količine črpanja. Podobne količine so bile črpane tudi v zadnjih 10 letih.

Širše področje mesta Brežice se s pitno vodo oskrbuje iz skupno 12 črpališč, ki so izven VTPodV_1003 Krške kotline. Od 12 črpališč jih je 6 naravnih virov male kapacitete (do 2,2 l/s) ter so v največji meri namenjeni za manjša naselja na širšem področju mesta. Največja črpališča so Glogov Brod z okrog 60 l/s skupaj in Brezina z okrog 20 l/s, v naseljih severno od mesta. Vsa črpališča pitne vode imajo določeno vodovarstveno območje.

4.2.2 Stopnja varstva pred hrupom

Lokacija posega se po Odloku o občinskem prostorskem načrtu (OPN) za območje občine Krško (UL RS, št. 61/15) nahaja na območju z namensko rabo E – energetska infrastruktura, ki se, v skladu s prostorskim aktom, uvršča v območje **IV. stopnje varstva pred hrupom**. V IV. stopnjo varstva pred hrupom se uvršča tudi neposredna okolica območja posega - površine K1 (najboljša kmetijska zemljišča), IG (območja gospodarske dejavnosti) VI (območja vodne infrastrukture) in PC (območja prometnih površin). Namenska raba na širšem območju lokacije posega je prikazana na sliki v poglavju 1.8.1.

Najbližja stanovanjska območja se nahajajo severno in severovzhodno od območja posega (oddaljenost najmanj 550 m), v EUP:

- SSG 04 z namensko rabo SS (območja stanovanj),
- SSG 131 z namensko rabo A (površine razpršene poselitve),
- SLI 052 z namensko rabo SS (območja stanovanj).

ki se uvrščajo v območje **III. stopnje varstva pred hrupom**.

Mejne vrednosti kazalcev hrupa za IV. in III. območje varstva pred hrupom (VPH), prikazane v naslednjih tabelah, določa Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (UL RS, št. 43/18, 59/19).

Tabela 42: Mejne vrednosti kazalcev hrupa iz preglednice 1 in 2 Uredbe o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju- območje

Območje VPH	Mejne vrednosti preglednica 1		Mejne vrednsti preglednica 2	
	$L_{noč}$ (dBA)	L_{dvn} (dBA)	$L_{noč}$ (dBA)	L_{dvn} (dBA)
IV	65	75	80	80
III	50	60	59	69

Tabela 43: Mejne vrednosti kazalcev hrupa - naprava ali obrat iz preglednice 4 Uredbe o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju-

Območje VPH	Mejne vrednosti			
	L_{dan} (dBA)	$L_{večer}$ (dBA)	$L_{noč}$ (dBA)	L_{dvn} (dBA)
IV	73	68	63	73
III	58	53	48	58

Legenda k zgornjim tabelam:

L_{dan} kazalec dnevnega hrupa (od 6. do 18. ure)
$L_{večer}$ kazalec večernega hrupa (od 18. do 22. ure)
$L_{noč}$ kazalec nočnega hrupa (od 22. do 6. ure)
L_{dvn} kombinirani kazalec dan-večer-noč

Tabela 44: Mejne vrednosti konične ravni hrupa L_1 - naprava ali obrat

Območje VPH	Mejne vrednosti konične ravni L_1	
	Obdobje večera in noči (dBA)	Obdobje dneva (dBA)
IV	90	90
III	70	85

4.2.3 Stopnja varstva pred elektromagnetnim sevanjem

Lokacija posega se po Odloku o občinskem prostorskem načrtu (OPN) za območje občine Krško (UL RS, št. 61/15) nahaja na območju z namensko rabo E – energetska infrastruktura, ki se, v skladu s prostorskim aktom, uvršča v območje **II. stopnje varstva pred sevanjem**. V II. stopnjo varstva pred sevanjem se uvršča tudi neposredna okolica območja posega - K1 (najboljša kmetijska zemljišča), IG (območja gospodarske dejavnosti) VI (območja vodne infrastrukture) in PC (območja prometnih površin). Namenska raba na širšem območju lokacije posega je prikazana na sliki v poglavju 1.8.1.

V območje **I. stopnje varstva pred sevanjem**, ki potrebuje povečano varstvo pred sevanjem, se uvrščajo najbližja stanovanjska območja (oddaljenost najmanj 550 m), ki se nahajajo severno in severozahodno od območja posega v EUP:

- SSG 04 z namensko rabo SS (območja stanovanj),
- SSG 131 z namensko rabo A (površine razpršene poselitve),

- SLI 052 z namensko rabo SS (območja stanovanj).

Mejne vrednosti veličin elektromagnetnega sevanja po Uredbi o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju (UL RS, št. 70/96, 41/04-ZVO-1) za nizkofrekvenčna sevanja pri frekvenci 50 Hz so prikazane v naslednji tabeli.

Tabela 45: Mejne vrednosti veličin EMS za nizkofrekvenčna sevanja pri frekvenci 50 Hz

Frekvenca (Hz)	**Električna poljska jakost - E (V/m)**		**Gostota magnetnega pretoka - B (µT)**	
	I. območje	II. območje	I. območje	II. območje
50	500	10.000	10	100

4.3 POSELJENOST IN POGOJI BIVANJA NA OBMOČJU

Območje NEK se nahaja v občini Krško, in sicer 2,5 km jugovzhodno od mesta Krško. Območje je na jugu omejeno s strugo reke Save in industrijsko cono Vrbina na severu. Lokacija posega je dostopna z regionalne ceste R1 Krško – Spodnja Pohanca ter v nadaljevanju z lokalne ceste, ki iz območja naselja Vrbine vodi v smeri jugovzhoda, proti območju NEK.

Zahodno, severno in vzhodno obdajajo okolico ograjenega območja NEK sadovnjaki, na jugu pa teče reka Sava. Kljub temu, da se v literaturi omenja naselje Vrbina, ki je od lokacije posega oddaljeno ca. 490 m severozahodno, le-ta po podatkih PISO /63/ predstavlja območje centralnih dejavnosti, ki ni poseljeno. Najbližje strnjeno poseljeno naselje Spodnji Stari Grad je od lokacije posega oddaljeno ca. 700 m severovzhodno.

Mesto Krško, ki se nahaja severozahodno od lokacije posega, predstavlja gospodarsko, upravno, izobraževalno in kulturno središče spodnjega Posavja. Kraj se prvič omenja leta 895. Leta 1189 se na strateško pomembnem mestu ob vstopu v sotesko Save omenja grad, pod katerim se je razvil trg, ki je leta 1477 dobil mestne pravice, leta 1480 pa so ga obdali z obzidjem. V srednjem veku so se razvile obrti, pozneje je postala pomembnejša trgovina povezana s plovbno po Savi, ki je močno vplivala na mestno gospodarstvo vse do leta 1862, ko jo je izpodrinila železnica. Industrija se je začela razvijati leta 1937, ko so v Vidmu, današnji industrijski coni Krškega, odprli manjšo tovarno papirja, ki je prerasla v industrijo celuloze, papirja in papirnih izdelkov /133/. Kasneje se je razvila še druga industrija, tako da sta danes skoraj dve tretjini prebivalstva zaposleni v industriji. Naselja dolvodno od Krškega in Vidma so se formirala pretežno na desnem bregu Save ob glavni cesti Ljubljana – Zagreb.

V drugi polovici leta 2019 je imela občina približno 25.996 prebivalcev (13.358 moških in 12.638 žensk). Po številu prebivalcev se je med slovenskimi občinami uvrstila na 11. mesto. Na kvadratnem kilometru površine občine živi povprečno 90 prebivalcev; torej je gostota naseljenosti tu manjša kot v celotni državi (102 prebivalca na km^2).

V občini je čutiti ugodno podjetniško klimo, oblikovanje novih poslovnih in obrtnih con pa je eden pomembnejših dejavnikov nadaljnjega razvoja in odpiranja novih delovnih mest. Poslovno okolje občine Krško predstavlja največji energetski bazen Slovenije, saj se v njem nahajajo številna uspešna energetska podjetja kot je Nuklearna elektrarna, Hidroelektrarna Brežice, GEN energija, Termoelektrarna Brestanica, pa tudi Fakulteta za energetiko.

Med večjimi infrastrukturnimi projekti v zadnjem desetletju je bila zgrajena tudi obvoznica okoli Krškega, ki je bila vključena v prometno omrežje leta 2019.

Temelj gospodarskega razvoja določa tudi konkurenčna ponudba komunalno opremljenih zemljišč v poslovnih conah, ki imajo izjemno strateško pozicijo. Ležijo namreč ob glavnem cestnem in železniškem koridorju ter tako omogočajo izjemno ugodne logistične povezave, kar poleg razvite podporne dejavnosti, urejene infrastrukture in nabora kadrov pomeni konkurenčno prednost, ki jo s pridom izkorišča veliko lokalnih, nacionalnih in svetovnih podjetij. Investitorji imajo na voljo 83 hektarov še

nezasedenih površin, na preostalih 82 hektarjih pa so že umeščene poslovne dejavnosti, ki so v občini Krško v zadnjih letih omogočile več kot 700 delovnih mest.

Pestrost pokrajine omogoča oddih in sprostitev. Možnosti kolesarjenja, teka, pohodništva ali pa sprehoda na konjskem hrbtu so številne. Prav tako so številne tudi športne prireditve, predvsem spidvej, konjske dirke, nogomet, rokometne in košarkarske tekme ter kolesarski maratoni. Številna teniška igrišča in poljske poti, primerne za kolesarjenje, omogočajo aktivno rekreacijo.

Lega krške pokrajine in njen relief sta ugodna tudi za razvoj kmetijske in turistične dejavnosti. Domačini so griče krške kotline spremenili v sadovnjake in vinograde, kjer pridelujejo avtohtono vino 'Cviček'.

Zdravstvena slika prebivalstva v občini Krško je, po podatkih Nacionalnega inštituta za javno zdravje (NIJZ) /134/, za večino kazalnikov zdravstvenega stanja nekoliko slabša od slovenskega povprečja (prikaz v naslednji tabeli).

Tabela 46: Nekateri kazalniki zdravja prebivalstva v občini Krško – 2020 (vir: /134/)

Kazalnik	Občina	Slovenija	Enota*
Prebivalci in skupnost			
Razvitost občine	1,13	1,0	indeks
Prirast prebivalstva	6,1	6,8	‰
Starejše prebivalstvo (nad 80 let)	5,2	5,3	%
Stopnja delovne aktivnosti	65,7	64,4	%
Zdravstveno stanje			
Bolniška odsotnost	16,9	16,4	dnevi
Astma pri otrocih in mladostnikih (0-19 let)	0,6	1,0	sss/1000
Prejemniki zdravil zaradi sladkorne bolezni	5,9	5,2	sss/100
Prejemniki zdravil zaradi povišanega krvnega tlaka	26,1	23,0	sss/100
Srčna kap (35-74 let)	3,3	2,1	sss/1000
Možganska kap (35-84 let)	3,4	2,6	sss/1000
Novi primeri raka	563	563	sss/100000
Umrljivost			
Umrljivost po stalnem prebivališču	965	916	sss/100.000
Umrljivost zaradi bolezni srca in ožilja (0-74 let)	83	77	sss/100.000
Umrljivost zaradi vseh vrst raka (0-74 let)	165	162	sss/100.000

* sss: starostno standardizirana stopnja na 100, 1.000 ali 100.000 prebivalcev, na slovensko populacijo 1. 7. 2014

- Bolniška odsotnost delovno aktivnih prebivalcev je trajala povprečno 16,9 koledarskih dni na leto, v Sloveniji pa 16,4 dni.
- Delež oseb, ki prejemajo zdravila zaradi povišanega krvnega tlaka, je bil višji od slovenskega povprečja, za sladkorno bolezen prav tako.
- Stopnja bolnišničnih obravnav zaradi srčne kapi je bila 3,3 na 1000 prebivalcev, starih 35 do 74 let, v Sloveniji pa 2,1.
- Pri starejših prebivalcih občine je bila stopnja bolnišničnih obravnav zaradi zlomov kolka 9,5 na 1000, v Sloveniji pa 6,5.
- Delež uporabnikov pomoči na domu je bil višji od slovenskega povprečja.
- Stopnja umrljivosti zaradi samomora je bila 17 na 100.000 prebivalcev, v Sloveniji pa 19.

Za umestitev v širši okvir je v nadaljevanju podana tudi primerjava Posavske regije (občine: Bistrica ob Sotli, Brežice, Kostanjevice na Krki, Krško, Radeče in Sevnica) s slovenskim povprečjem. Podatki so povzeti po publikaciji NIJZ Zdravje v regiji 2018 /111/.

Zdravje prebivalcev Posavja je po precej kazalnikih slabše od slovenskega povprečja predvsem pri dejavnikih tveganja za zdravje, na področju preventive in umrljivosti. V nekoliko slabšem položaju je

tudi sistem zdravstvenega varstva, regija posebej izstopa po manjšem številu zdravstvenega osebja in ter nizkem številu bolnišničnih postelj na 1000 prebivalcev.

Kazalniki zdravja posavske regije v primerjavi s povprečjem Slovenije pokažejo:
- Delež prekomerno prehranjenih otrok je bil značilno višji kot v celotni Sloveniji.
- Odstotek prometnih nezgod z alkoholiziranimi povzročitelji je bil najvišji v državi. Med višjimi je bila tudi stopnja bolnišničnih zdravljenj zaradi bolezni, neposredno pripisljivih alkoholu.
- Odzivnost v Program Svit in presejanost v Programu Zora sta bila značilno nižja od slovenskega povprečja.
- Deleži oseb, ki prejemajo zdravila zaradi povišanega krvnega tlaka, sladkorne bolezni in zaradi duševnih motenj, so bili značilno višji od slovenskega povprečja.
- Stopnja bolnišničnih obravnav zaradi zlomov kolka pri starejši prebivalcih regije je bila med višjimi v državi.
- Delež uporabnikov pomoči na domu je bil značilno višji od slovenskega povprečja.
- Število bolnišničnih obravnav zaradi klopnega meningoencefalitisa je bilo med najnižjimi v državi.
- Značilno višji od slovenskega povprečja sta bili splošna umrljivosti in umrljivost zaradi bolezni srca in ožilja.

4.4 OBSTOJEČE STANJE, OBREMENITVE IN KAKOVOST OKOLJA

4.4.1 Ekosistemi, rastlinstvo in živalstvo ter njihovi habitati

Podatki o flori in favni (razen rib) in habitatnih tipih obravnavanega območja temeljijo predvsem na izsledkih študije iz leta 2008, ki je bila opravljena kot strokovna podlaga za umeščanje HE Brežice in HE Mokrice v prostor: Pregled živalskih in rastlinskih vrst, njihovih habitatov ter kartiranje habitatnih tipov s posebnim ozirom na evropsko pomembne vrste, ekološko pomembna območja, posebna varstvena območja, zavarovana območja in naravne vrednote na vplivnem območju predvidenih HE Brežice in HE Mokrice. Uredniki: Govedič, M., A. Lešnik & M. Kotarac. Center za Kartografijo favne in flore v sodelovanju z Lutro, Inštitutom za ohranjanje naravne dediščine, Znanstvenoraziskovalnim centrom SAZU, Nacionalnim inštitutom za biologijo, Vodnogospodarskim birojem Maribor in Univerzo v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo. To študijo v nadaljnjem besedilu citiramo kot: CKFF, 2008, vir /136/.

4.4.1.1 Rastlinstvo in habitatni tipi

Samo območje nameravanega posega predstavlja pozidano območje znotraj ograje kompleksa NEK, parkirišče, dostopno cesto, jez na Savi in vodnjak na desnem bregu. V neposredni bližini okrog kompleksa NEK so površine intenzivnih sadovnjakov (HT 83.22 Nizkodebelni in grmičasti sadovnjaki). Na levem bregu Save je območje večinoma pod vplivom intenzivnega kmetijstva (sadovnjaki, njive) in industrijske cone Vrbina. Znotraj ožjega območja nadzorovane rabe (650 m) na levem bregu Save tako ni naravovarstveno pomembnejših habitatnih tipov.

V širšem območju nadzorovane rabe (1500 m) severno in vzhodno od industrijske cone Vrbina najdemo še nekatere ohranjene ekstenzivne travnike (HT 34.322 Srednjeevropska zmerno suha travišča s prevladujočo pokončno stoklaso). Ta travišča so bila v preteklosti na karbonatnih prodnatih nanosih ob rekah pogosta, danes pa jih skorajda ni več, saj so bila spremenjena v njive oziroma intenzivne travnike. Po Uredbi o habitatnih tipih (UL RS, št. 112/03, 36/09 in 33/13) sodijo med habitatne tipe, ki so na območju Evropske unije v nevarnosti, da izginejo, in so v predpisih Evropske unije, ki urejajo varstvo prosto živečih rastlinskih in živalskih vrst, opredeljeni kot prednostni. Prepoznamo jih po travi pokončni stoklasi *(Bromus erectus*), ki je značilna graditeljica travne ruše, med pogostimi vrstami trav pa so tudi navadna migalica (*Briza media*), navadna glota (*Brachypodium pinnatum agg.*), pasja trava (*Dactylis glomerata*) in brazdnatolistna bilnica (*Festuca rupicola*). Za ta habitatni tip je značilna tudi prisotnost kukavičevk (Orchidaceae).

Ob potoku Struga je še ohranjena obrežna lesna vegetacija (HT 44.132 Vzhodnoevropska belovrbovja s topoli). Tudi ta habitatni tip je po Uredbi o habitatnih tipih (UL RS, št. 112/03, 36/09 in 33/13) med

habitatnimi tipi, ki so na območju Evropske unije v nevarnosti, da izginejo, in so v predpisih Evropske unije, ki urejajo varstvo prosto živečih rastlinskih in živalskih vrst, opredeljeni kot prednostni.

Na jugu ob kompleksu NEK teče reka Sava. Ob reki neposredno ob kompleksu NEK brežine poraščajo visoka steblikovja (HT 37.7 Nitrofilni gozdni robovi in vlažno obrečno visoko steblikovje), gorvodno in dolvodno pa v ozkem pasu ob bregu najdemo tudi HT 44.132 Vzhodnoevropska belovrbovja s topoli in HT 44.42 Ostanki srednjeevropskih hrastovo-jesenovo-brestovih logov. Na desnem bregu Save je prvotna lesna obrežna vegetacija večinoma izkrčena. Na tem območju, ki je opredeljeno tudi kot Natura 2000 POO Vrbina, je mozaik različnih habitatnih tipov. Tu najdemo ekstenzivne travnike (HT 34.322 Srednjeevropska zmerno suha travišča s prevladujočo pokončno stoklaso in HT 34.323 Srednjeevropska zmerno suha travišča z glotami) ter zmerno gojene travnike (HT 38.221 Srednjeevropski kseromezofilni nižinski travniki na razmeroma suhih tleh in nagnjenih legah s prevladujočo visoko pahovko). Ponekod se območje zarašča z drevesno-grmovnimi vrstami (HT 31.8121 Srednjeevropska topoljubna bazifilna grmišča s kalino in črnim trnom, HT 31.8D Grmičasti gozdovi listavcev in površine, zaraščajoče se z listnatimi drevesnimi vrstami). Prisotna je tudi tujerodna drevesna vrsta robinija (*Robinia pseudoacacia*) – HT 83.324 Nasadi in gozdni sestoji robinije.

Kot smo že omenili, na srednjeevropskih zmerno suhih traviščih s prevladujočo pokončno stoklaso uspevajo številne vrste orhidej. Na tem območju so med drugim zabeležili pojavljanje navadne kukavice (*Orchis morio*), steničje kukavice (*Orchis coriophora*) in osjelikega mačjega ušesa (*Ophrys sphegodes*). Vse tri vrste so uvrščene na Rdeči seznam praprotnic in semenk (Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam (UL RS, št. 82/02 in 42/10)) kot ranljive vrste. Na širšem območju je bil zabeležen tudi navadni kosmatinec (*Pulsatilla nigricans*), ki je prav tako uvrščen na Rdeči seznam kot ranljiva vrsta (Bioportal, 2020 /138/). Po podatkih iz 2008 se na širšem območju pojavlja še 9 drugih vrst orhidej, od rastlin z Rdečega seznama pa še latasti mačji rep (*Phleum paniculatum*, redka vrsta), navadni kokalj (*Agrostemma githago*, ranljiva vrsta), črna lahkotnica (*Ballota nigra*, premalo znana vrsta), zeleni jagodnjak (*Fragaria viridis*, ranljiva vrsta), jagodasta in čopasta hrušica (*Muscari botryoides* in *M. comosum*, ranljivi vrsti) ter vrednikov pojalnik (*Orobanche teucrii*, premalo znana vrsta). Nekatere vrste orhidej ter trava zlatolaska (*Chrysopogon gryllus*), goloplodni šaš (*Carex liparocarpos*) in enoletna konjska kumina (*Seseli annuum*) imajo na širšem območju POO Vrbina zelo številčne populacije (CKFF, 2008 /136/).

4.4.1.2 Živalstvo

Sesalci (Mammalia)

Netopirji (Chiroptera)

V bližnji okolici NEK se pojavljajo tudi habitati, ki predstavljajo primeren življenjski prostor za netopirje. Za prehranjevanje netopirjev so posebno pomembni vlažni deli gozda, oziroma gozdnega roba, ki vzdržujejo večje število členonožcev, predvsem žuželk. Te pa so glavni vir prehrane na območju prisotnih netopirjev. Ugodna območja za prehranjevanje netopirjev tako predstavljajo vsi bregovi voda poraščeni s starimi drevesi, kot npr. bregovi Save in okolica potoka Struga ter zaraščajoče območje na desnem bregu Save. Veliko vrst netopirjev (npr. belorobi netopirji, pozni netopirji) ima zatočišča v različnih razpokah stavb. Drevesne vrste netopirjev (npr. mračniki, obvodni netopirji) pa si poiščejo zatočišča v duplih in razpokah v starejših listnatih drevesih, ki jih na obravnavanem območju lahko pričakujemo v habitatnih tipih, kot so vzhodnoevropska belovrbovja s topoli in ostanki srednjeevropskih hrastovo-jesenovo-brestovih logov. Pri nas mnoge vrste prezimujejo v jamah in ostalih podzemnih prostorih. Vsi netopirji so uvrščeni med ogrožene vrste (Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam (UL RS, št. 82/02 in 42/10)) in so zavarovani z Uredbo o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah (UL RS, št. 46/04, 109/04, 84/05, 115/07, Odločba US 13. 3. 2008, 96/08, 36/09, 102/11, 15/14, 64/16 in 62/19). V širši okolici obravnavanega območja so bili netopirji opaženi v cerkvi sv. Ana v Leskovcu (veliki podkovnjak – *Rhinolophus ferrumequinum*), v zvoniku cerkve sv. Rupert v Krškem (navadni netopir – *Myotis myotis*), klice uhatih netopirjev (*Plecotus* sp.) so zabeležili v Krškem, ob reki Savi pa so bili še posebno številni klici obvodnega netopirja (*Myotis daubentonii*), jeseni pa tudi navadnega mračnika (*Nyctalus noctula*). Na bregovih reke Save in v naseljih širšega območja so bili zabeleženi mali netopir (*Pipistrellus pipistrellus*), drobni netopir *(Pipistrellus pygmaeus*), belorobi netopir (*Pipistrellus kuhlii*) in pozni netopir (*Eptesicus serotinus*). Posamezne osebke južnega

podkovnjaka (*Rhinolophus euryale*) bi pričakovali ob bregu Save v okolici Krškega, prav tako bi lahko ob vodah pričakovali vejicatega netopirja (*Myotis emarginatus*) (CKFF, 2008 /136/). Varstveni status netopirjev na širšem obravnavanem območju je v spodnji tabeli.

Tabela 47: Naravovarstveni status netopirjev širšega območja (vir: /136/).

Latinsko ime	Slovensko ime	Rdeči seznam	Uredba	FFH
Eptesicus serotinus	pozni netopir	O1	1	IV
Myotis daubentonii	obvodni netopir	O1	1	IV
Myotis emarginatus	vejicati netopir	V	1, 2	II, IV
Myotis myotis	navadni netopir	E	1, 2	II, IV
Nyctalus noctula	navadni mračnik	O1	1	IV
Pipistrellus kuhlii	belorobi netopir	O1	1	IV
Pipistrellus pistrellus	mali netopir	O1	1, 2	IV
Pipistrellus pygmaeus	drobni netopir	K	1	IV
Plecotus austriacus	sivi uhati netopir	V	1, 2	IV
Rhinolophus euryale	južni podkovnjak	E	1, 2	II, IV
Rhinolophus ferrumequinum	veliki podkovnjak	E	1, 2	II, IV

Legenda:
Rdeči seznam: vrsta je zabeležena v Pravilniku o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam (UL RS 82/02). Ex – izumrla vrsta; Ex? – domnevno izumrla vrsta; E – prizadeta vrsta; V – ranljiva vrsta; R – redka vrsta; K – premalo znana vrsta; O/O1 – vrsta zunaj nevarnosti/ možnost ponovne ogroženosti, I – neopredeljena vrsta.
Uredba: Uredba o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah (UL RS, št. 46/04, 109/04, 84/05, 115/07, 32/08 – odl. US, 96/08, 36/09, 102/11, 15/14 in 64/16). **1** – Priloga 1 (poglavje A): živalske vrste, za katere je določen varstven režim za varstvo živali in populacij; **2** – Priloga 2 (poglavje A): živalske vrste, za katere so določeni ukrepi varstva habitatov in smernice za ohranitev ugodnega stanja njihovih habitatov; **2*** – Priloga 2 (poglavje A): prednostne živalske vrste, za ohranitev katerih je Evropska unija še posebej odgovorna glede na delež njihovega naravnega območja razširjenosti, ki leži na ozemlju Evropske unije.
FFH: Direktiva Sveta 92/43/EGS z dne 21. maja 1992 o ohranjanju naravnih habitatov ter prosto živečih živalskih in rastlinskih vrst (UL L 206 z dne 22. 7. 1992, str. 7), zadnjič spremenjena z Direktivo Sveta 2006/105/ES z dne 20. novembra 2006 (UL L 363 z dne 20. 12 .2006, str. 368) (Direktiva o habitatih). **I** – Priloga I: naravni habitatni tipi v interesu Skupnosti, za ohranjanje katerih je treba določiti posebna ohranitvena območja; **II** – Priloga II: živalske in rastlinske vrste v interesu Skupnosti, za ohranjanje katerih je treba določiti posebna ohranitvena območja; **IV** – Priloga IV: živalske in rastlinske vrste v interesu Skupnosti, ki jih je treba strogo varovati.

Vidra (*Lutra lutra*)
Na območju reke Save je vidra stalno prisotna. Njene sledi oziroma drugi znaki prisotnosti so bili evidentirani v rečnih in obrežnih habitatih. Pomemben del njenega habitata so tudi gramoznice. Pritoki, posebno njihov izlivni odsek, so zelo pomemben del vidrinega habitata, saj zagotavljajo zadostno izbiro ribjih vrst za vidrino prehrano in tudi ustrezno količino hrane. Samo območje kompleksa NEK in njegova neposredna okolica pa ne predstavljajo ugodnega habitata za vidro, v okolici NE Krško znaki prisotnosti vidre niso bili opaženi (CKFF, 2008 /136/).

Bober (*Castor fiber*)
Območje reke Save v neposredni bližini NEK ne predstavlja primernega habitata za bobra, vendar je reka Sava, predvsem v spodnjem toku, pomemben koridor za bobrovo ponovno poselitev historičnih habitatov po Sloveniji (CKFF, 2008 /136/). Sledovi bobrove aktivnosti so bili zaznani tudi že pri Krškem, verjetno pa ne gre za družino.

Velike zveri
Zaradi poselitve in prometne obremenitve je Krško–Brežiška kotlina za volka (*Canis lupus*) in medveda (*Ursus arctos*) omejena le na – sicer pomemben – prehodni mikrohabitat. Obe vrsti sta stalno prisotni v Gorjancih in se občasno pojavljata tudi v Krško–Brežiški kotlini. Domneva se, da volkovi iz Gorjancev čez Krakovski gozd in Krško-Brežiško kotlino prehajajo v območje Bohorja in Orlice in naprej proti severovzhodu. Posamezni medvedi, ki se gibljejo proti severu, v okolici Sevnice prečkajo Savo in

nadaljujejo pot proti Bohorju in Orlici. Za prehode potrebujejo naraven obrečni prostor z vsaj mestoma dostopnimi in prehodnimi obrežji (CKFF, 2008 /136/).

Jelen (*Cervus elaphus*)
Krško-Brežiška kotlina predstavlja prehod oziroma funkcionalno povezavo med Gorjanci na jugu in Posavskim hribovjem ter Bohorjem-Orlico na severu. Današnje habitatne razmere za jelenjad so ugodne, predvsem zaradi ohranjenosti obrečne vegetacije in drugih habitatnih tipov s poudarjeno prehransko in varovalno funkcijo (različno veliki ohranjeni otoki gozda, omejki ipd.). Trenutno območje med Krškim in Brežicami še omogoča prepustnost za prehajanje jelenjadi med Gorjanci, Bohorjem in naprej proti Pohorju, kar zagotavlja pretok alelov med populacijskimi enotami v njenem obrobju. Jelenjad je sicer spreten plavalec, vendar poskuša tekoče vode prebresti na plitvinah, mestih s primerno oblikovanimi bregovi in obrežno zarastjo, v kateri se po prečkanju vodotokov praviloma krajši čas zadržuje. Med Brežicami in Obrežjem je zaradi dokaj naravne dinamike rečnega toka zdaj še dovolj plitvin, sipin, osamelih skal in območij z obrežno zarastjo, ki so pomembna za prehode in kritje jelenjadi (CKFF, 2008 /136/).

Drugi sesalci
Krško-Brežiška kotlina predstavlja osrednji optimalen habitat za poljskega zajca (*Lepus europaeus*). Tu se občasno pojavlja tudi divji prašič (*Sus scrofa*), ki iz jugovzhodnih delov Gorjancev prehaja v kmetijski prostor na njive. Zaradi prisotnosti gozdnih sestojev se na območju Krško-Brežiške kotline pojavljajo tudi srna (*Capreolus capreolus*), jazbec (*Meles meles*), kuna belica (*Martes foina*), kuna zlatica (*Martes martes*) in lisica (*Vulpes vulpes*). Obvodni habitati ob reki Savi so zelo pomembno prehranjevalno območje za dihurja (*Mustela putorius*). Na poljih, travnikih in v vlažnih habitatih je verjetno prisoten tudi hermelin (*Mustela erminea*), na odprtih ravninah pa verjetno tudi mala podlasica (*Mustela nivalis*) (CKFF, 2008 /136/). Na širšem območju se pojavljajo tudi številne vrste rovk in drugih malih sesalcev (Kryštufek, B., 1991 /247/) (tabela spodaj).

Tabela 48: Seznam sesalcev (razen netopirjev) širšega območja in njihov naravovarstveni status (vir podatkov: CKFF, 2008 /136/).

Latinsko ime	Slovensko ime	Rdeči seznam	Uredba	FFH
Canis lupus	volk	E	1,2	II, IV *
Capreolus capreolus	srna	-	-	-
Castor fiber	bober	Ex/E	1,2	II, IV
Cervus elaphus	navadni jelen	-	-	-
Crocidura suaveolens	vrtna rovka	O1	2	-
Crocidura leucodon	poljska rovka	O1	2	-
Erinaceus concolor	beloprsi jež	O1	1	-
Lepus europaeus	poljski zajec	-	-	-
Lutra lutra	vidra	V	1, 2	II, IV
Martes martes	kuna zlatica	-	-	V
Muscardinus avellanarius	podlesek	O1	1,2	-
Mustela erminea	hermelin (velika podlasica)	O1	1,2	-
Mustela nivalis	mala podlasica	O1	1,2	-
Mustela putorius	dihur	O1		V
Neomys anomalus	močvirska rovka	O1	2	
Sciurus vulgaris	veverica	O1	1	
Sorex araneus	gozdna rovka	O1	2	IV
Sorex minutus	mala rovka	O1	2	IV
Sus scropha	divji prašič	-	-	-
Talpa europaea	navadni krt	O1	-	-
Ursus arctos	medved	E	1,2	II, IV *

Legenda:
Rdeči seznam: vrsta je zabeležena v Pravilniku o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam (UL RS 82/02). Ex – izumrla vrsta; Ex? – domnevno izumrla vrsta; E – prizadeta vrsta; V – ranljiva vrsta; R – redka vrsta; K – premalo znana vrsta; O/O1 – vrsta zunaj nevarnosti/ možnost ponovne ogroženosti, I – neopredeljena vrsta.
Uredba: Uredba o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah (UL RS, št. 46/04, 109/04, 84/05, 115/07, 32/08 – odl. US, 96/08, 36/09, 102/11, 15/14 in 64/16). **1** – Priloga 1 (poglavje A): živalske vrste, za katere je določen varstven režim za varstvo živali in populacij; **2** – Priloga 2 (poglavje A): živalske vrste, za katere so določeni ukrepi varstva habitatov in smernice za ohranitev ugodnega stanja njihovih habitatov; **2*** – Priloga 2 (poglavje A): prednostne živalske vrste, za ohranitev katerih je Evropska unija še posebej odgovorna glede na delež njihovega naravnega območja razširjenosti, ki leži na ozemlju Evropske unije.
FFH: Direktiva Sveta 92/43/EGS z dne 21. maja 1992 o ohranjanju naravnih habitatov ter prosto živečih živalskih in rastlinskih vrst (UL L 206 z dne 22. 7. 1992, str. 7), zadnjič spremenjena z Direktivo Sveta 2006/105/ES z dne 20. novembra 2006 (UL L 363 z dne 20. 12. 2006, str. 368) (Direktiva o habitatih). **I** – Priloga I: naravni habitatni tipi v interesu Skupnosti, za ohranjanje katerih je treba določiti posebna ohranitvena območja; **II** – Priloga II: živalske in rastlinske vrste v interesu Skupnosti, za ohranjanje katerih je treba določiti posebna ohranitvena območja; **IV** – Priloga IV: živalske in rastlinske vrste v interesu Skupnosti, ki jih je treba strogo varovati; **V** - priloga V: živalske in rastlinske vrste v interesu skupnosti, pri katerih za odvzem iz narave in izkoriščanje lahko veljajo ukrepi upravljanja, * prednostna vrsta

Ptice (Aves)

Reka Sava je življenjski prostor številnih vrst ptic, med drugim tu gnezdita mali martinec (*Actitis hypoleucos*) in vodomec (*Alcedo atthis*). V kmetijski kulturni krajini širšega območja so najpogostejše vrste poljski škrjanec (*Alauda arvensis*), domači vrabec (*Passer domesticus*) in črnoglavka (*Sylvia atricapilla*), predstavlja pa tudi pomembno prehranjevališče poljskih vran (*Corvus frugilegus*) in gnezdilno območje ranljivih vrst kot so slavec (*Luscinia megarhynchos*), poljski (*Alauda arvensis*) in čopasti škrjanec (*Galerida cristata*) ter priba (*Vanellus vanellus*). Na območjih, kjer se prepletajo suhi travniki in grmičevje, sta poleg črnoglavke najpogostejši vrsti še velika sinica (*Parus major*) in fazan (*Phasianus colchicus*), naravovarstveno pomembni pa sta populaciji pisane penice (*Sylvia nisoria*) in divje grlice (*Streptopelia turtur*). Od sov sta bili v širši okolici zabeležene mala uharica (*Asio otus*) in lesna sova (*Strix aluco*) (CKFF, 2008 /136/).

Seznam ptic, zabeleženih na reki Savi med Krškim in Brežicami, je v naslednji tabeli (CKFF, 2008 /136/).

Tabela 49: Seznam ptic, zabeleženih na reki Savi, in njihov naravovarstveni status (vir podatkov: CKFF, 2008 /136/).

Latinsko ime	Slovensko ime	Rdeči seznam	Uredba	Direktiva
Acrocephalus schoenobaenus	bičja trstnica	V	1	
Actitis hypoleucos	mali martinec	E2	1, 2	
Alcedo atthis	vodomec	E2	1, 2	1
Anas platyrhynchos	mlakarica			2/1, 3/1
Ardea cinerea	siva čaplja	O1	1	
Buteo buteo	kanja	O1	1	
Circus cyaneus	pepelasti lunj		1, 2	1
Falco subbuteo	škrjančar	V1	1	
Haliaeetus albicilla	belorepec	E1	1, 2	1
Hippolais icterina	rumeni vrtnik	K	1	
Locustella fluviatilis	rečni cvrčalec	V	1	
Merops apiaster	čebelar	E2	1, 2	
Milvus migrans	črni škarnik	E2	1, 2	1
Motacilla cinerea	siva pastirica		1	
Phalacrocorax carbo	kormoran		1, 2	
Podiceps cristatus	čopasti ponirek	V1	1	
Remiz pendulinus	plašica	V	1	
Riparia riparia	breguljka	E2	1, 2	
Sterna hirundo	navadna čigra	E2	1, 2	1

Legenda:

Rdeči seznam: vrsta je zabeležena v Pravilniku o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam (UL RS, št. 82/02). Ex – izumrla vrsta; Ex? – domnevno izumrla vrsta; E – prizadeta vrsta; V – ranljiva vrsta; R – redka vrsta; K – premalo znana vrsta; O/O1 – vrsta zunaj nevarnosti/ možnost ponovne ogroženosti, I – neopredeljena vrsta.
Uredba: vrsta je zabeležena v Uredbi o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah (UL RS, št. 46/04, 109/04, 84/05, 115/07, 32/08 – odl. US, 96/08, 36/09, 102/11, 15/14 in 64/16). **1** – Priloga 1 (poglavje A): živalske vrste, za katere je določen varstven režim za varstvo živali in populacij; **2** – Priloga 2 (poglavje A): živalske vrste, za katere so določeni ukrepi varstva habitatov in smernice za ohranitev ugodnega stanja njihovih habitatov; **2*** – Priloga 2 (poglavje A): prednostne živalske vrste, za ohranitev katerih je Evropska unija še posebej odgovorna glede na delež njihovega naravnega območja razširjenosti, ki leži na ozemlju Evropske unije.
Direktiva: Direktiva Sveta 79/409/EEC z dne 2. aprila 1979 o ohranjanju prostoživečih ptic (UL L 103, z dne 25. 4. 1979, str. 1), **1** –Vrste iz Priloge I so predmet posebnih ukrepov za ohranitev njihovih habitatov, da se zagotovi preživetje in razmnoževanje teh vrst na njihovem območju razširjenosti; **2/1 -** Vrste iz Priloge II/1 se lahko lovijo na geografskem območju morja in kopnega, kjer se uporablja ta direktiva; **2/2** – Vrste iz Priloge II/2,ki se lahko lovijo samo v državah članicah, v zvezi s katerimi se navajajo, **3/1 in 3/2** – vrste v prilogah **III/1** in **III/2.**

Dvoživke (Amphibia)

Samo območje posega in površine intenzivnih sadovnjakov v neposredni bližini kompleksa NEK ne predstavljajo primernega življenjskega prostora za dvoživke. Primerni habitati za dvoživke so predvsem v okolici potoka Struga, ostanki mrtvic, kanali, gramoznice ter mozaik gozdnih habitatov na levem in desnem bregu reke. V širši okolici tako najdemo zeleno rego (*Hyla arborea*), rosnico (*Rana dalmatina*), sekuljo (*Rana temporaria*), navadno krastačo (*Bufo bufo*), zelene žabe (*Pelophylax* sp.), velikega pupka (*Triturus carnifex*), navadnega pupka (*Lissotriton vulgaris*) in planinskega pupka (*Ichthyosaura alpestris*) in zeleno krastačo (*Bufotes viridis*) (CKFF, 2008 /136/).

Naravovarstveni status dvoživk z območja obravnave je v naslednji tabeli.

Tabela 50: Seznam dvoživk širšega območja in njihov naravovarstveni status (vir podatkov: CKFF, 2008 /136/).

Latinsko ime	Slovensko ime	Rdeči seznam	Uredba	FFH
Bufo bufo	navadna krastača	V	1, 2	-
Bufotes viridis	zelena krastača	V	1, 2	IV
Hyla arborea	zelena rega	V	1, 2	IV
Ichthyosaura alpestris	planinski pupek	V	1, 2	-
Lissotriton vulgaris	navadni pupek	V	1, 2	-
Pelophylax sp.	zelene žabe	V	1, 2	IV, V
Rana dalmatina	rosnica	V	1, 2	IV
Rana temporaria	sekulja	V	1	V
Triturus carnifex	veliki pupek	V	1, 2	II, IV

Legenda:
Rdeči seznam: vrsta je zabeležena v Pravilniku o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam (UL RS 82/02). Ex – izumrla vrsta; Ex? – domnevno izumrla vrsta; E – prizadeta vrsta; V – ranljiva vrsta; R – redka vrsta; K – premalo znana vrsta; O/O1 – vrsta zunaj nevarnosti/ možnost ponovne ogroženosti, I – neopredeljena vrsta.
FFH: Direktiva Sveta 92/43/EGS z dne 21. maja 1992 o ohranjanju naravnih habitatov ter prosto živečih živalskih in rastlinskih vrst (UL L 206 z dne 22. 7. 1992, str. 7), zadnjič spremenjena z Direktivo Sveta 2006/105/ES z dne 20. novembra 2006 (UL L 363 z dne 20. 12. 2006, str. 368) (Direktiva o habitatih). **I** – Priloga I: naravni habitatni tipi v interesu Skupnosti, za ohranjanje katerih je treba določiti posebna ohranitvena območja; **II** – Priloga II: živalske in rastlinske vrste v interesu Skupnosti, za ohranjanje katerih je treba določiti posebna ohranitvena območja; **IV** – Priloga IV: živalske in rastlinske vrste v interesu Skupnosti, ki jih je treba strogo varovati; ***** – prednostna vrsta; **V** – priloga V: živalske in rastlinske vrste v interesu Skupnosti, pri katerih za odvzem iz narave in izkoriščanje lahko veljajo ukrepi upravljanja.
Uredba: vrsta je zabeležena v Uredbi o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah (UL RS, št. 46/04, 109/04, 84/05, 115/07, 32/08 – odl. US, 96/08, 36/09, 102/11, 15/14 in 64/16). **1** – Priloga 1 (poglavje A): živalske vrste, za katere je določen varstven režim za varstvo živali in populacij; **2** – Priloga 2 (poglavje A): živalske vrste, za katere so določeni ukrepi varstva habitatov in smernice za ohranitev ugodnega stanja njihovih habitatov; **2*** – Priloga 2 (poglavje A): prednostne živalske vrste, za ohranitev katerih je Evropska unija še posebej odgovorna glede na delež njihovega naravnega območja razširjenosti, ki leži na ozemlju Evropske unije.

Plazilci (Reptilia)

Znotraj samega območja posega lahko pričakujemo le v antropogenih habitatih pogosto pozidno kuščarico (*Podarcis muralis*). Na vlažnih mestih v bližini vode, delno zaraščenih z grmovjem ali visokim

steblikovjem, lahko pričakujemo martinčka (*Lacerta agilis*). Na območju grmišč na desnem bregu Save, nasproti NE Krško, so v velikem številu zabeležili zelenca (*Lacerta viridis*). Reka Sava z obrežnim pasom je pomemben življenjski prostor kobranke (*Natrix tessellata*), ob (predvsem stoječih) vodah pa lahko pričakujemo tudi belouško (*Natrix natrix*). Na ekstenzivno obdelanih kmetijskih območjih in grmiščih pričakujemo splošno razširjenega slepca (*Anguis fragilis*) ter bolj redkega navadnega goža (*Zamenis longissimus*), grmišča pa so tudi življenjski prostor smokulje (*Coronella austriaca*). Naravovarstveni status plazilcev iz območja obravnave je v naslednji tabeli.

Tabela 51: Seznam plazilcev širšega območja in njihov naravovarstveni status (vir podatkov: CKFF, 2008 /136/).

Latinsko ime	Slovensko ime	Rdeči seznam	Uredba	FFH
Anguis fragilis	slepec	O1	1	-
Coronella austriaca	smokulja	V	1	IV
Lacerta agilis	martinček	E	1, 2	IV
Lacerta viridis	zelenec	V	1	IV
Natrix natrix	belouška	O1	1	-
Natrix tessellata	kobranka	V	1	IV
Podarcis muralis	pozidna kuščarica	O1	1	IV
Zamenis longissimus	navadni gož	V	1	IV

Legenda:
Rdeči seznam: vrsta je zabeležena v Pravilniku o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam (UL RS 82/02). Ex – izumrla vrsta; Ex? – domnevno izumrla vrsta; E – prizadeta vrsta; V – ranljiva vrsta; R – redka vrsta; K – premalo znana vrsta; O/O1 – vrsta zunaj nevarnosti/ možnost ponovne ogroženosti, I – neopredeljena vrsta.
FFH: Direktiva Sveta 92/43/EGS z dne 21. maja 1992 o ohranjanju naravnih habitatov ter prosto živečih živalskih in rastlinskih vrst (UL L 206 z dne 22. 7. 1992, str. 7), zadnjič spremenjena z Direktivo Sveta 2006/105/ES z dne 20. novembra 2006 (UL L 363 z dne 20. 12. 2006, str. 368) (Direktiva o habitatih). **I** – Priloga I: naravni habitatni tipi v interesu Skupnosti, za ohranjanje katerih je treba določiti posebna ohranitvena območja; **II** – Priloga II: živalske in rastlinske vrste v interesu Skupnosti, za ohranjanje katerih je treba določiti posebna ohranitvena območja; **IV** – Priloga IV: živalske in rastlinske vrste v interesu Skupnosti, ki jih je treba strogo varovati; ***** – prednostna vrsta; **V** – priloga V: živalske in rastlinske vrste v interesu Skupnosti, pri katerih za odvzem iz narave in izkoriščanje lahko veljajo ukrepi upravljanja.
Uredba: vrsta je zabeležena v Uredbi o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah (UL RS, št. 46/04, 109/04, 84/05, 115/07, 32/08 – odl. US, 96/08, 36/09, 102/11, 15/14 in 64/16). **1** – Priloga 1 (poglavje A): živalske vrste, za katere je določen varstven režim za varstvo živali in populacij; **2** – Priloga 2 (poglavje A): živalske vrste, za katere so določeni ukrepi varstva habitatov in smernice za ohranitev ugodnega stanja njihovih habitatov; **2*** – Priloga 2 (poglavje A): prednostne živalske vrste, za ohranitev katerih je Evropska unija še posebej odgovorna glede na delež njihovega naravnega območja razširjenosti, ki leži na ozemlju Evropske unije.

Ribe (Pisces) in raki (Crustacea)

Potok Struga nima ribiškega upravljanja in ni zabeležen v ribiškem katastru. Reka Sava na delu, ki poteka ob območju NEK, spada v revir Sava 19 (Sava od izliva Blanščice do Turškega broda). V ribiškem katastru (RibKat, 2019 /137/) je za revir Sava 19 navedenih 40 vrst rib. Seznam rib ribolovnega revirja Sava 19 je v spodnji tabeli.

Tabela 52: Seznam rib v ribolovnem revirju Sava 19 in njihov naravovarstveni status (vir podatkov: RibKat, 2019 /137/).

Latinsko ime	Slovensko ime	Rdeči seznam	Uredba	FFH	Varstvena doba
Abramis brama	ploščič	-	-	-	1. 5. - 30. 6.
Alburnoides bipunctatus	pisanka	O1	-	-	-
Alburnus alburnus	zelenika	-	-	-	1. 4. - 30. 6.
Aspius aspius	bolen	E	2	II	1. 5. - 30. 6.
Barbatula barbatula	babica	O1	-	-	-
Barbus balcanicus	pohra	-	2	II, V	1. 5. - 30. 6.
Barbus barbus	mrena	E	2	V	1. 5. - 30. 6.

Latinsko ime	Slovensko ime	Rdeči seznam	Uredba	FFH	Varstvena doba
Blicca bjoerkna	androga	-	-	-	1. 5. - 30. 6.
Carassius auratus	zlati koreselj	-	-	-	/
Carassius gibelio	srebrni koreselj	-	-	-	/
Chondrostoma nasus	podust	E	2	-	1. 3. - 31. 5.
Cobitis elongata	velika nežica	E	1, 2	II	-
Cobitis elongatoides	navadna nežica	V	1, 2	II	-
Cottus gobio	kapelj	V	2	II	-
Cyprinus carpio	krap (gojena oblika)	-	-	-	/
Esox lucius	ščuka	V	2	-	1. 2. - 30. 4.
Gobio obtusirostris	navadni globoček	-	-	-	-
Gymnocephalus cernua	navadni okun	O1	2	-	-
Hucho hucho	sulec	E	2	II, V	15. 2. - 30. 9.
Lepomis gibbosus	sončni ostriž	-	-	-	/
Leuciscus idus	jez	E	2	-	1. 3. - 31. 5.
Perca fluviatilis	navadni ostriž	-	-	-	1. 3. - 31. 5.
Phoxinus phoximus	pisanec	-	-	-	1. 4. - 30. 6.
Pseudorasbora parva	pseudorazbora	-	-	-	/
Rhodeus amarus	pezdirk	E	2	II	-
Romanogobio kesslerii	keslerjev globoček	V	1, 2	II	-
Romanogobio uranoscopus	zvezdogled	V	2	II	-
Romanogobio vladykovi	beloplavuti globoček	V	1, 2	II	-
Rutilus rutilus	rdečeoka	-	-	-	1. 4. - 30. 6.
Rutilus virgo	platnica	E	2	II	1. 3. - 31. 5.
Sabanejewia balcanica	zlata nežica	E	2	II	-
Salmo trutta fario	potočna postrv	E	-	-	1. 10. - 28. 2.
Sander lucioperca	smuč	E	-	-	1. 3. - 31. 5.
Scardinius erythrophthalmus	rdečeperka	-	-	-	1. 4. - 30. 6.
Silurus glanis	som	V	-	-	1. 5. - 30. 6.
Squalius cephalus	klen	-	-	-	1. 5. - 30. 6.
Telestes souffia	blistavec	E	1, 2	II	-
Vimba vimba	ogrica	E	-	-	1. 5. - 30. 6.
Zingel streber	upiravec	E	2	II	-

Legenda:
Rdeči seznam: vrsta je zabeležena v Pravilniku o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam (UL RS 82/02). Ex – izumrla vrsta; Ex? – domnevno izumrla vrsta; E – prizadeta vrsta; V – ranljiva vrsta; R – redka vrsta; K – premalo znana vrsta; O/O1 – vrsta zunaj nevarnosti/ možnost ponovne ogroženosti, I – neopredeljena vrsta.
Uredba: vrsta je zabeležena v Uredbi o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah (UL RS, št. 46/04, 109/04, 84/05, 115/07, 32/08 – odl. US, 96/08, 36/09, 102/11, 15/14 in 64/16). **1** – Priloga 1 (poglavje A): živalske vrste, za katere je določen varstven režim za varstvo živali in populacij; **2** – Priloga 2 (poglavje A): živalske vrste, za katere so določeni ukrepi varstva habitatov in smernice za ohranitev ugodnega stanja njihovih habitatov.
FFH: Direktiva Sveta 92/43/EGS z dne 21. maja 1992 o ohranjanju naravnih habitatov ter prosto živečih živalskih in rastlinskih vrst (UL L 206 z dne 22. 7.1992, str. 7), zadnjič spremenjena z Direktivo Sveta 2006/105/ES z dne 20. novembra 2006 (UL L 363 z dne 20. 12. 2006, str. 368) (Direktiva o habitatih). **I** – Priloga I: naravni habitatni tipi v interesu Skupnosti, za ohranjanje katerih je treba določiti posebna ohranitvena območja; **II** – Priloga II: živalske in rastlinske vrste v interesu Skupnosti, za ohranjanje katerih je treba določiti posebna ohranitvena območja; **IV** – Priloga IV: živalske in rastlinske vrste v interesu Skupnosti, ki jih je treba strogo varovati; ***** – prednostna vrsta; **V** – priloga V: živalske in rastlinske vrste v interesu Skupnosti, pri katerih za odvzem iz narave in izkoriščanje lahko veljajo ukrepi upravljanja.

V okviru ihtiološke raziskave akumulacije HE Brežice so v letu 2019 potrdili prisotnost 27 vrst rib, od tega štiriindvajset domorodnih vrst in tri tujerodne vrste (psevdorazbora (*Pseudorasbora parva*), sončni ostrž (*Lepomis gibbosus*) in srebrni koreselj (*Carassius gibelio*)) /139/.

Nevretenčarji (Invertebrata)

Mehkužci (Mollusca)

Od naravovarstveno pomembnih vrst mehkužcev je bil v povirnem delu pritoka potoka Struga najden polž ozki vrtenec (*Vertigo angustior*), njegov potencialni habitat pa predstavljajo tudi bregovi reke Save. V gramoznici Stari Grad je bil opažen polž uhati mlakar (*Radix auricularia*). Druge zavarovane ali ogrožene vrste mehkužcev v neposredni bližini NEK niso bile opažene. Za mehkužce je sicer pomembno tudi območje travišč in grmišč na desnem bregu reke Save, kjer je vrstna pestrost mehkužcev zelo visoka (CKFF, 2008 /136/).

Tabela 53: Naravovarstveno pomembne vrste mehkužcev širšega območja in njihov naravovarstveni status (vir podatkov: CKFF, 2008 /136/).

Latinsko ime	Slovensko ime	Rdeči seznam	Uredba	FFH
Radix auricularia	uhati mlakar	R	**-**	**-**
Vertigo angustior	ozki vrtenec		2	II

Legenda:
Rdeči seznam: Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam (UL RS 82/02). **Ex** – izumrla vrsta; **Ex?** – domnevno izumrla vrsta; **E** – prizadeta vrsta; **V** – ranljiva vrsta; **R** – redka vrsta; **K** – premalo znana vrsta; **O/O1** – vrsta zunaj nevarnosti/ možnost ponovne ogroženosti, **I** – neopredeljena vrsta.
Uredba: Uredba o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah (UL RS, št. 46/04, 109/04, 84/05, 115/07, 32/08 – odl. US, 96/08, 36/09, 102/11, 15/14 in 64/16). **1** – Priloga 1 (poglavje A): živalske vrste, za katere je določen varstven režim za varstvo živali in populacij; **2** – Priloga 2 (poglavje A): živalske vrste, za katere so določeni ukrepi varstva habitatov in smernice za ohranitev ugodnega stanja njihovih habitatov; **2*** – Priloga 2 (poglavje A): prednostne živalske vrste, za ohranitev katerih je Evropska unija še posebej odgovorna glede na delež njihovega naravnega območja razširjenosti, ki leži na ozemlju Evropske unije.
FFH: Direktiva Sveta 92/43/EGS z dne 21. maja 1992 o ohranjanju naravnih habitatov ter prosto živečih živalskih in rastlinskih vrst (UL L 206 z dne 22. 7. 1992, str. 7), zadnjič spremenjena z Direktivo Sveta 2006/105/ES z dne 20. novembra 2006 (UL L 363 z dne 20. 12. 2006, str. 368) (Direktiva o habitatih). **I** – Priloga I: naravni habitatni tipi v interesu Skupnosti, za ohranjanje katerih je treba določiti posebna ohranitvena območja; **II** – Priloga II: živalske in rastlinske vrste v interesu Skupnosti, za ohranjanje katerih je treba določiti posebna ohranitvena območja; **IV** – Priloga IV: živalske in rastlinske vrste v interesu Skupnosti, ki jih je treba strogo varovati; * – prednostna vrsta.

Metulji (Lepidoptera)

Popisi metuljev so bili opravljeni na območju suhih travnikov in grmišča na desnem bregu Save, vendar lahko opažene vrste metuljev pričakujemo tudi na suhih travnikih in grmiščih v okolici industrijske cone Vrbina in potoka Struga. Na travnikih na desnem bregu Save je bil v letu 2001 zabeležen močvirski cekinček (*Lycaena dispar*), v raziskavah v letu 2008 pa je bilo tam zabeleženih 58 vrst, med drugimi petelinček (*Zerynthia polyxena*), jetičnikov pisanček (*Melitaea aurelia*), temni pisanček (*Melitaea britomartis*), primorski belin (*Pieris mannii*), ozkorobi mnogook (*Plebeius idas*), slezenovčev kosmičar (*Carcharodus alceae*), progasti lišajar (*Spiris striata*) in vrečkar (*Ptilocephala plumifera*). Območje je pomembno tudi kot ugoden življenjski prostor še za nekatere travniške in grmiščne kserotermofilne vrste dnevnih metuljev kot so npr. jadralec (*Iphiclides podalirius*), slivov repkar (*Satyrium pruni*), mali repkar (*S. acaciae*) in rdeči pisanček (*Melitaea didyma*) (CKFF, 2008 /136/). V letu 2018 so bile tam opažene tudi gosenice hromega volnoritca (*Eriogaster catax*) (Bioportal, 2020 /138/).

Tabela 54: Naravovarstveno pomembne vrste metuljev širšega območja in njihov naravovarstveni status (vir podatkov: CKFF, 2008 /136/).

Latinsko ime	Slovensko ime	Rdeči seznam	Uredba	FFH
Carcharodus alceae	slezenovčev kosmičar	V	-	-
Eriogaster catax	hromi volnoritec	E	1, 2	II, IV
Lycaena dispar	močvirski cekinček	V	1, 2	II, IV
Melitaea aurelia	jetičnikov pisanček	V	-	-

Latinsko ime	Slovensko ime	Rdeči seznam	Uredba	FFH
Melitaea britomartis	temni pisanček	V	-	-
Pieris mannii	primorski belin	V	-	-
Plebeius idas	ozkorobi mnogook	V	-	-
Spiris striata	progasti lišajar	-	2	-
Zerynthia polyxena	Petelinček	V	1, 2	IV

Legenda:
Rdeči seznam: Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam (UL RS 82/02). **Ex** – izumrla vrsta; **Ex?** – domnevno izumrla vrsta; **E** – prizadeta vrsta; **V** – ranljiva vrsta; **R** – redka vrsta; **K** – premalo znana vrsta; **O/O1** – vrsta zunaj nevarnosti/ možnost ponovne ogroženosti, **I** – neopredeljena vrsta.
Uredba: Uredba o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah (UL RS, št. 46/04, 109/04, 84/05, 115/07, 32/08 – odl. US, 96/08, 36/09, 102/11, 15/14 in 64/16). **1** – Priloga 1 (poglavje A): živalske vrste, za katere je določen varstven režim za varstvo živali in populacij; **2** – Priloga 2 (poglavje A): živalske vrste, za katere so določeni ukrepi varstva habitatov in smernice za ohranitev ugodnega stanja njihovih habitatov; **2*** – Priloga 2 (poglavje A): prednostne živalske vrste, za ohranitev katerih je Evropska unija še posebej odgovorna glede na delež njihovega naravnega območja razširjenosti, ki leži na ozemlju Evropske unije.
FFH: Direktiva Sveta 92/43/EGS z dne 21. maja 1992 o ohranjanju naravnih habitatov ter prosto živečih živalskih in rastlinskih vrst UL L 206 z dne 22. 7. 1992, str. 7), zadnjič spremenjena z Direktivo Sveta 2006/105/ES z dne 20. novembra 2006 (UL L 363 z dne 20. 12. 2006, str. 368) (Direktiva o habitatih). **I** – Priloga I: naravni habitatni tipi v interesu Skupnosti, za ohranjanje katerih je treba določiti posebna ohranitvena območja; **II** – Priloga II: živalske in rastlinske vrste v interesu Skupnosti, za ohranjanje katerih je treba določiti posebna ohranitvena območja; **IV** – Priloga IV: živalske in rastlinske vrste v interesu Skupnosti, ki jih je treba strogo varovati; * – prednostna vrsta.

<u>Kačji pastirji (Odonata)</u>

Na obrežni vegetaciji reke Save je bil 800 m pod jezom NE Krško najden lev kačjega potočnika (*Ophiogomphus cecilia*). Kačji potočnik je vrsta nižinskih rek, ličinke živijo v mirnejših delih zakopane v mivkasto ali peščeno dno (CKFF, 2008). Zavarovan je z Uredbo o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah (UL RS, št. 46/04, 109/04, 84/05, 115/07, 32/08 – odl. US, 96/08, 36/09, 102/11, 15/14 in 64/16) kot vrsta, katerih živali so zavarovane in katerih habitate se varuje. Na Rdeči seznam kačjih pastirjev Slovenije je uvrščen kot ranljiva vrsta. Reka Sava je tudi življenjski prostor popotnega porečnika (*Gomphus vulgatissimus*), ki je prav tako na Rdeči seznam kačjih pastirjev Slovenije uvrščen kot ranljiva vrsta. Ker razen reke Save in potoka Struga v neposredni bližini območja posega ni drugih voda, je vrstna pestrost kačjih pastirjev na tem območju mnogo manjša kot v bolj oddaljenih gramoznicah in mrtvicah. V gramoznici Stari Grad je bil opažen prodni paškratec (*Erythromma lindenii*), v opuščeni gramoznici ob potoku Močnik v Vrbini pa presenetljiva pazverca (*Chalcolestes parvidens*), grmiščna zverca (*Lestes barbarus*), suhljati škratec (*Coenagrion pulchellum*) in povodni škratec (*Coenagrion scitulum*) (CKFF, 2008 /136/).

Tabela 55: Naravovarstveno pomembne vrste kačjih pastirjev širšega območja in njihov naravovarstveni status (vir podatkov: CKFF, 2008 /136/)

Latinsko ime	Slovensko ime	Rdeči seznam	Uredba	FFH
Chalcolestes parvidens	presenetljiva pazverca	I	-	-
Coenagrion pulchellum	suhljati škratec	V	-	-
Coenagrion scitulum	povodni škratec	V	-	-
Erythromma lindenii	prodni paškratec	V	-	-
Gomphus vulgatissimus	popotni porečnik	V	-	-
Lestes barbarus	grmiščna zverca	V	-	-
Ophiogomphus cecilia	kačji potočnik	V	1, 2	II, IV

Legenda:
Rdeči seznam: Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam (UL RS 82/02). **Ex** – izumrla vrsta; **Ex?** – domnevno izumrla vrsta; **E** – prizadeta vrsta; **V** – ranljiva vrsta; **R** – redka vrsta; **K** – premalo znana vrsta; **O/O1** – vrsta zunaj nevarnosti/ možnost ponovne ogroženosti, **I** – neopredeljena vrsta.
Uredba: Uredba o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah (UL RS, št. 46/04, 109/04, 84/05, 115/07, 32/08 – odl. US, 96/08, 36/09, 102/11, 15/14 in 64/16). **1** – Priloga 1 (poglavje A): živalske vrste, za katere je določen varstven režim za varstvo živali in populacij; **2** – Priloga 2 (poglavje A): živalske vrste, za katere so določeni ukrepi varstva habitatov in smernice za ohranitev ugodnega stanja njihovih habitatov; **2*** – Priloga 2 (poglavje A): prednostne živalske vrste, za ohranitev katerih je Evropska unija še posebej odgovorna glede na delež njihovega naravnega območja razširjenosti, ki leži na ozemlju Evropske unije.

FFH: Direktiva Sveta 92/43/EGS z dne 21. maja 1992 o ohranjanju naravnih habitatov ter prosto živečih živalskih in rastlinskih vrst (UL L 206 z dne 22. 7. 1992, str. 7), zadnjič spremenjena z Direktivo Sveta 2006/105/ES z dne 20. novembra 2006 (UL L 363 z dne 20. 12. 2006, str. 368) (Direktiva o habitatih). **I** – Priloga I: naravni habitatni tipi v interesu Skupnosti, za ohranjanje katerih je treba določiti posebna ohranitvena območja; **II** – Priloga II: živalske in rastlinske vrste v interesu Skupnosti, za ohranjanje katerih je treba določiti posebna ohranitvena območja; **IV** – Priloga IV: živalske in rastlinske vrste v interesu Skupnosti, ki jih je treba strogo varovati; ***** – prednostna vrsta

Hrošči (Coleoptera)

Ohranjena naravna drevesna vegetacija ob potoku Struga predstavlja življenjski prostor rogača (*Lucanus cervus*), kjer so bile v raziskavi v letu 2008 ugotovljene srednje velike gostote tega hrošča (CKFF, 2008 /136/). Njegov potencialni življenjski prostor predstavlja tudi drevesna vegetacija ob reki Savi. Posamezna starejša drevesa, ki se pojavljajo ob potoku Struga in ob reki Savi, predstavljajo potencialni življenjski prostor puščavnika (*Osmoderma eremita*) in marmornate minice (*Liocola lugubris*). Prodišča na reki Savi so potencialni življenjski prostor krešičev *Bembidion friebi* in *Lionychus quadrillum* (CKFF, 2008 /136/). Na zaraščajočih travnikih 1,1 km JV od jezu pri NE Krško je bila v letu 2018 najdena redka neleteča vrsta kozlička črni kosec (*Lamia textor*), ki sicer živi pretežno v sestojih mehkolesnih listavcev (Bioportal, 2020 /138/).

Tabela 56: Naravovarstveno pomembne vrste hroščev širšega območja in njihov naravovarstveni status (vir podatkov: CKFF, 2008 /136/ ; Bioportal, 2020 /138/).

Latinsko ime	Slovensko ime	Rdeči seznam	Uredba	FFH
Bembidion friebi	-	V	1, 2	-
Lucanus cervus	Rogač	E	1, 2	II
Lamia textor	črni kosec	E	-	-
Liocola lugubris	marmornata minica	E	-	-
Lionychus quadrillum	-	-	2	-
Osmoderma eremita	Puščavnik	E	-	II, IV

Legenda:
Rdeči seznam: Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam (UL RS 82/02). **Ex** – izumrla vrsta; **Ex?** – domnevno izumrla vrsta; **E** – prizadeta vrsta; **V** – ranljiva vrsta; **R** – redka vrsta; **K** – premalo znana vrsta; **O/O1** – vrsta zunaj nevarnosti/ možnost ponovne ogroženosti, **I** – neopredeljena vrsta.
Uredba: Uredba o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah (UL RS, št. 46/04, 109/04, 84/05, 115/07, 32/08 – odl. US, 96/08, 36/09, 102/11, 15/14 in 64/16). **1** – Priloga 1 (poglavje A): živalske vrste, za katere je določen varstven režim za varstvo živali in populacij; **2** – Priloga 2 (poglavje A): živalske vrste, za katere so določeni ukrepi varstva habitatov in smernice za ohranitev ugodnega stanja njihovih habitatov; **2*** – Priloga 2 (poglavje A): prednostne živalske vrste, za ohranitev katerih je Evropska unija še posebej odgovorna glede na delež njihovega naravnega območja razširjenosti, ki leži na ozemlju Evropske unije.
FFH: Direktiva Sveta 92/43/EGS z dne 21. maja 1992 o ohranjanju naravnih habitatov ter prosto živečih živalskih in rastlinskih vrst (UL L 206 z dne 22. 7. 1992, str. 7), zadnjič spremenjena z Direktivo Sveta 2006/105/ES z dne 20. novembra 2006 (ULt L 363 z dne 20. 12. 2006, str. 368) (Direktiva o habitatih). **I** – Priloga I: naravni habitatni tipi v interesu Skupnosti, za ohranjanje katerih je treba določiti posebna ohranitvena območja; **II** – Priloga II: živalske in rastlinske vrste v interesu Skupnosti, za ohranjanje katerih je treba določiti posebna ohranitvena območja; **IV** – Priloga IV: živalske in rastlinske vrste v interesu Skupnosti, ki jih je treba strogo varovati; ***** – prednostna vrsta.

4.4.1.3 EPO in naravne vrednote

Na območju nameravanega posega je eno ekološko pomembno območje, določeno z Uredbo o ekološko pomembnih območjih (UL RS, št. 48/04, 33/13, 99/13 in 47/18):

- Sava od Radeč do državne meje (ID 63700).

EPO Sava od Radeč do državne meje (ID 63700)

To je ravninski odsek Save na Krško-Brežiškem polju od Krškega do izliva Sotle, kjer ustvarja reka prostrano poplavno ravnico. To je območje velike raznolikosti habitatov na razmeroma majhnem prostoru. Ohranjena prodišča, odseki erodiranih sten, občasno poplavljene struge, stalne mrtvice, loke in fragmenti nižinskih poplavnih gozdov nudijo življenjski prostor številnim zavarovanim in ogroženim vrstam. Med vrstami rib so to bolen, upiravec, zvezdogled in velika nežica. Prisotnih je devet vrst dvoživk, pestra pa je tudi favna ptic. Fragmenti mehkolesnega poplavnega gozda, v povezavi z ostanki topolovih nasadov ter pasovi obrežne vegetacije ob potokih Močniku in Strugi, so habitat saproksilnih

hroščev (škrlatni kukuj, puščavnik, rogač) in polža vrste ozki vrtenec. Na desnem obrežju so v območju Vrbine ohranjeni fragmenti nekdaj obsežnih suhih travišč, ki so pomembni kot rastišča kukavičevk /62/.

Naravne vrednote
Najbližje naravne vrednote, določene s Pravilnikom o določitvi in varstvu naravnih vrednot (UL RS, št. 111/04, 70/06, 58/09, 93/10, 23/15):
- Libna – lipa pri cerkvi (ID 7860). Lipa pri cerkvi sv. Marjete na Libni, vzhodno od Krškega. Botanična naravna vrednota lokalnega pomena, oddaljena približno 1.270 m severno od nameravanega posega.
- Stari Grad - gramoznica (ID 7861). Vodni biotop, preletna postaja in gnezditveni prostor ogroženih vrst ptic jugovzhodno od Krškega. Ekološka in zoološka vrednota lokalnega pomena, oddaljena približno 1415 m vzhodno od nameravanega posega.

4.4.1.4 Varovana območja

Na območju daljinskega vpliva 2000 m po Pravilniku o presoji sprejemljivosti vplivov izvedbe planov in posegov v naravo na varovana območja (UL RS, št. 130/04, 53/06, 38/10, 3/11 je eno Natura 2000 območje, določeno z Uredbo o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000) (UL RS, št. 49/04, 110/04, 59/07, 43/08, 8/12, 33/13, 35/13-popr., 39/13-Odl.US, 3/14, 21/16, 47/18), **POO Vrbina (SI3000234),** ki je od obravnavanega posega oddaljeno približno 350 m. Glede na 20. člen Pravilnika se lahko ugotovljeno območje daljinskega vpliva za konkretni poseg v naravo kadarkoli razlikuje od območja daljinskega vpliva posega v naravo iz Priloge 2 tega pravilnika, če to izhaja iz ugotovitev na terenu, podrobnejših podatkov o izvedbi posega v naravo in iz drugih dejanskih okoliščin. Poleg daljinskega vpliva opredeljenega s Pravilnikom na območju polmera 2000 m je možen tudi daljinski vpliv dolvodno po reki Savi. Predpostavljamo, da območje daljinskega vpliva dolvodno po reki Savi sega do 8 km dolvodno od iztokov iz NEK, kjer je reka Sava razglašena za Natura 2000 območje **POO Spodnja Sava (SI3000304)**.

POO Vrbina (SI3000234)
Na poplavni ravnici Save med Krškim in Brežicami so na desnem bregu opredeljena tri manjša območja suhih travišč na karbonatnih tleh z rastišči kukavičevk, na levem bregu v Vrbini pa fragmenti mehkolesnega poplavnega gozda v povezavi z ostanki topolovih nasadov ter pasov obrežne vegetacije ob Močniku in Strugi, kot habitat saproksilnih hroščev (škrlatni kukuj, puščavnik, rogač) in polža ozkega vrtenca /62/.

Kvalifikacijske vrste:

- škrlatni kukuj - *Cucujus cinnaberinus* (1086)

Škrlatni kukuj je 11 do 15 mm velik hrošč s podolgovatim, paralelnim in sploščenim telesom. Glava, ovratnik in pokrovke so izrazito rdeče barve, noge in tipalnice pa so črne. Glava je nagrbančena, ovratnik in pokrovke pa so rebrasti. Vrsta živi najraje pod gnijočim vlažnim lubjem dreves listavcev (hrast, topol, javor, in bukev) ali iglavcev (smreka, jelka in bor). V obeh razvojnih fazah se prehranjuje plenilsko, ličinke pa se delno prehranjujejo tudi z lesnim drobirjem. Slednje najdemo pogosto skupaj z ličinkami kozličkov, s katerimi se tudi hranijo. Razvoj traja dve leti ali več. Vrsto ogroža način gospodarjenja z gozdovi, pri katerem se stara in umirajoča drevesa odstranjuje /62/.

- rogač - *Lucanus cervus* (1083)

Sodi med največje vrste hroščev v Evropi. Pri vrsti je zelo izražen spolni dimorfizem. Samci so navadno večji in zrastejo od 25 do 75 mm. Samice so navadno manjše in zrastejo 30-50 mm. Velik razpon velikosti je posledica različne kvalitete hrane, ki je dostopna ličinkam. Telo je podolgovato, široko in deloma sploščeno. Samice imajo majhne čeljusti, medtem ko so čeljusti samcev preobražene v rogovju podobno tvorbo - od tu tudi slovensko vrstno ime – rogač. Glava, ovratnik in noge so črne ali temnorjave barve, obarvanost pokrovk variira od temnorjavih do kostanjevo-rdečih. Razvoj je vezan na različne vrste listopadnega drevja, med katerimi prevladujejo hrasti. Samice rogača odlagajo jajčeca v ali ob štore, stara ali padla drevesa. Ličinke se prehranjujejo z mrtvimi ali nagnitimi koreninami dreves, zabubijo se v zemlji (15-20 cm globoko). Celoten razvoj poteka zelo počasi, tudi do pet let. Odrasli hrošči, ki živijo samo nekaj tednov, so največkrat aktivni v mraku, prehranjujejo se z različnimi rastlinskimi izločki. Ocenjujemo, da vrsta v Sloveniji še ni ogrožena, čeprav je bila uvrščena na rdeči

seznam zaradi pretirane zbirateljske vneme (posebno zelo veliki primerki samcev). Neprimeren poseg pri gospodarjenju v gozdovih je s stališča vrste prenizko sekanje dreves (tik nad tlemi) /62/.

- puščavnik - *Osmoderma eremita* (1084)

Puščavnik je relativno velika (20-35 mm) vrsta minice, temnorjave do vijolične barve in jo le težko zamenjamo z drugimi vrstami minic. Razvoj poteka v globokih drevesnih duplih, večinoma listavcev (hrast, vrba, sadno drevje, lipa, jesen) z večjo količino drevesnega mulja, s katerim se hranijo ličinke. Razvoj poteka dve do tri ali celo štiri leta, odvisno od prehrambne kvalitete mulja. Odrasli samci živijo le nekaj dni (10-20), medtem ko samice tudi par mesecev. Hranijo se z rastlinskim materialom in srkajo sladke drevesne sokove. So malo mobilni in se večinoma zadržujejo v bližini mesta razvoja (od tod tudi ime »puščavnik«), zaradi česar je za njegov obstoj pomembna bližina oziroma gostota drevesnih dupel. Ta je zaradi delovanja človeka še največja prav v antropogenih okoljih kot so stari drevoredi, obrežna vrbovja ali visokodebelni sadovnjaki. Tako je eden od faktorjev ogrožanja opuščanje nekaterih navad – npr. odstranitev velikih in starih vrb z bregov, spremenjen način kmetovanja in izginjanje visokostebelnih sadovnjakov /62/.

- ozki vrtenec *Vertigo angustior* (1014)

Hišica tega drobnega polža je 1,8 mm visoka in 0,9 mm široka, levosučna, s 5 zavoji, površina drobno rebrasta, rdeče rjava, svetleča. Zadržuje se v visokih steblikah na močvirnih travnikih in dolinskih logih, v šašju in med mahovi na barjih, v stelji obvodnih grmišč. Pogosto živi na mejah različnih življenjskih okolij, kot na primer meji med trstiščem in močvirjem ali v prehodni coni med traviščem in slanim močvirjem, lahko pa živi tudi v popolnoma suhih okoljih, kot so suhi gozdovi. Občutljiv je na hitre spremembe vlage v življenjskem prostoru, spremembe pašnih pogojev (tolerira pašo do neke mere) in na fizične motenje. Pomembno je, da se na poplavnih območjih ohranjajo višji predeli barij in trstišč, ki predstavljajo zavetišča ob poplavah /62/.

Kvalifikacijski habitatni tipi:

- 6210[12] Polnaravna suha travišča in grmiščne faze na karbonatnih tleh (*Festuco-Brometalia*)

Ta habitatni tip sestavljajo travniki ali pašniki na apnencih, dolomitih, redkeje na flišu ali peskih in starih prodiščih. Njihova rastišča so suha, svetla in topla, podlaga je nevtralna ali rahlo bazična, z malo hranili. Ne prenesejo gnojenja, razen na zelo pustih tleh, kjer uspevajo tudi ob zmernem gnojenju. Poraščajo pobočja gričevij (razen severnih), kjer so plitva, mestoma razgaljena tla. Ne prenesejo močne vlage, kakor tudi ne zastajanja vode. Potrebujejo ekstenzivno pašo ali košnjo 1-2-krat letno, prvič po odcvetu večine travniških rastlin, brez gnojenja, s sušenjem sena na travniku, ne škodi jim paša na koncu sezone (avgust-oktober). V Sloveniji se ta habitatni tip pojavlja raztreseno na primernih površinah (negnojeno, zlasti karbonatna tla, prisojna pobočja). Ogrožajo ga gnojenje travnikov, baliranje sena, spreminjanje travnikov v njive, zaraščanje z lesnimi vrstami, ponekod tudi planinarjenje in izgradnja infrastrukture /62/.

- 6510 Nižinski ekstenzivno gojeni travniki (*Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis*)

Nižinski ekstenzivno gojeni travniki uspevajo na zmerno gnojenih, vlažnih do zmerno suhih tleh. Košeni so dva- ali trikrat letno. V tradicionalni kulturni krajini se ponavadi pojavljajo v mozaiku s suhimi in vlažnimi travniki. Najdemo jih povsod po Sloveniji, redki so v Slovenski Istri in na Krasu, ni jih v visokogorju. Poznamo tri oblike tega habitatnega tipa: vlažno, suho in mezofilno. Slednja je zaenkrat najmanj ogrožena, medtem ko suho najbolj ogroža zaraščanje, vlažno pa izsuševanje in intenzifikacija travnikov (sprememba v njive, dosejevanje travnih mešanic, baliranje, pretirano gnojenje, prepogosta košnja) /62/.

POO Spodnja Sava (SI3000304) – od območja posega oddaljeno približno 8 km.

Reka Sava od izliva reke Krke do državne meje predstavlja povezovalni habitat populacij platnice iz Sotle in Krke /62/. Na podlagi zaključka biogeografskega seminarja (Ljubljana, junij, 2014), da se zagotovi povezljivost populacije ribe platnice med Krko in Sotlo, je bilo za vrsto *Rutilus pigus* določeno novo območje na Savi med izlivom Krke in Republiko Hrvaško. V Sloveniji živijo platnice, ki pripadajo vrsti z latinskim imenom *Rutilus virgo*, ki je bila nekoč opredeljena kot podvrsta *Rutilus pigus virgo*. Danes je to samostojna vrsta, ki naseljuje povodje Donave, za razliko od vrste *Rutilus pigus*, ki naravno

[12] pomembna rastišča kukavičevk

naseljuje severni del jadranskega povodja. Jezerske populacije vrste *Rutilus pigus* naseljujejo globoka pretočna alpska jezera v Italiji, rečne populacije pa pritoke reke Pad. Razširjenosti obeh vrst se ne prekrivata, vrsta *Rutilus pigus* v Sloveniji ne živi. Kot kvalifikacijska vrsta je za vsa območja Natura 2000 v Sloveniji na referenčni listi Natura 2000 vrst opredeljena vrsta *Rutilus pigus*, saj tako ime izhaja iz habitatne direktive in v primeru Slovenije pokriva vrsto *Rutilus virgo* (tolmačenje ZRSVN).

Kvalifikacijska vrsta:

- platnica – *Rutilus pigus* (1114)

Platnica je do 60 cm dolga riba z bočno sploščenim telesom srebrne barve, ki na hrbtu prehaja v sivozeleno. Usta so podstojna. Živi v zmerno hitro tekočih srednje velikih do velikih vodotokih. V času drsti zahaja tudi v manjše vodotoke s potopljenim vodnim rastlinjem in/ali prodnatim dnom. Tudi takrat ji ustrezajo hitrejši vodni pretoki. Drsti se aprila do maja v pritokih in rečnih rokavih, ikre običajno odlaga na rastlinje ali na dno. Samci imajo v tem času na hrbtu in glavi velike bele drstne bradavice. Platnica se hrani z vodnim rastlinjem in z vodnimi nevretenčarji. V Sloveniji jo najdemo v vseh vodotokih donavskega povodja, največje populacije pa so v porečju Ljubljanice, spodnjem toku Save, Mirni, Krki in Kolpi. Je donavski endemit. Glede na ekološke značilnosti je platnica uvrščena v kategorije reofilna, reopotamalna, litofilna oziroma lito-fitofilna, invertivora /141/, /142/, ki se seli po nekaterih virih na kratke razdalje /140/ po drugih virih pa tudi več kot 150 km /143/.

4.4.2 Kakovost in značilnosti tal

Lokacija posega se nahaja na pretežno pozidanem območju z dolgoletno energetsko rabo, na katerem večinoma ni več prisoten naravni površinski horizont tal. Gre za urbana tla, ki se od neurbanih tal (kmetijskih, gozdnih …) razlikujejo v sestavi in rabi. Najpogosteje zasledimo odsotnost naravnih horizontov oziroma plasti, material je premešan, pogosto najdemo ostanke gradbenega ali drugih materialov. Ker se tla v urbanem okolju pogosto razvijejo na materialih, ki so neavtohtonega izvora, npr. material navožen od drugod, so pogosto zelo heterogena, običajno pa so tudi bolj zbita kot kmetijska tla, zaradi uporabe težke mehanizacije pri gradnji itd.

V **letu 2020** so bile izvedene analize tal, na podlagi katerih je bilo izdelano Poročilo o stanju tal na lokaciji nameravane gradnje suhega skladišča za izrabljeno gorivo /16/.

Na podlagi izkopa in opisa tal izvajalec analiz tla razvrsti med: Obrečna tla, tipična, (globoka, evtrična, sprsteninasta, srednje globoko humozna) na karbonatnem produ.

Sklepna ocena

Na parceli št. 1197/44, k. o. 1321 Leskovec z namenom gradnje SFDS s površino 3.312 m^2 za Nuklearno elektrarno Krško d.o.o., so bila preiskana tla v skladu s Pravilnikom o obratovalnem monitoringu stanja tal (UL RS, št. 66/17, 4/18) s podrobnejšim opisom in izvedbo onesnaženosti.

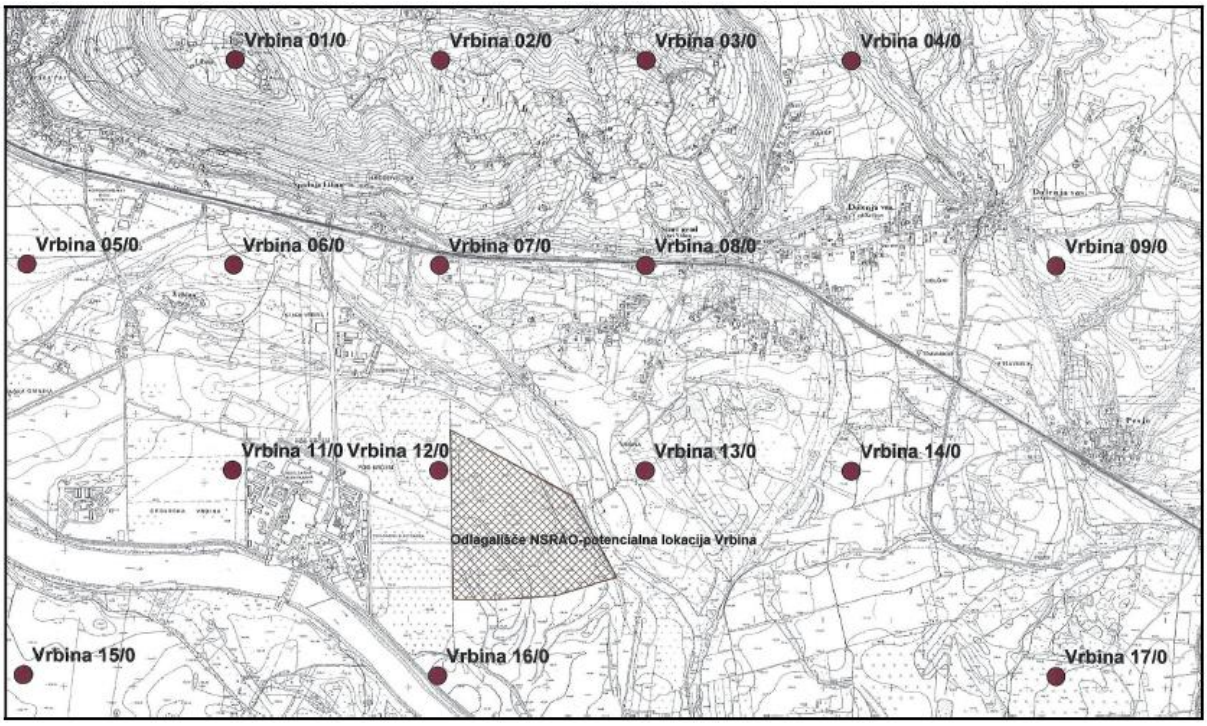
Po vrednotenju vsebnosti nevarnih snovi po Uredbi o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednosti nevarnih snovi tleh (UL RS, št. 68/96 in 41/04 – ZVO-1) izvajalec analiz ugotavlja, da vrednosti parametrov ne presegajo mejnih imisijskih vrednosti, kar pomeni takšno obremenitev tal, pri kateri se ne poslabšuje kakovosti podzemne vode in tal. Pri dobljenih vrednostih so učinki ali vplivi na zdravje človeka ali okolja še sprejemljivi.

Poročilo o analizi tal je priloženo k poročilu kot samostojna priloga.

Ostale analize tal na območju

Pri analizah onesnaženosti tal v letu 1991 v širši okolici obravnavane lokacije, na vzorčni točki 13657 Spodnji Stari grad (njiva), ki se nahaja pri Krškem ca. 800 m vzhodno (GKX = 541000, GKY = 88000), izvedenih v okviru državnega monitoringa (ROTS), so bile analizirane anorganske nevarne snovi pod mejno vrednostjo glede na Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (UL RS, št. 68/96, 41/04-ZVO-1). Od organskih nevarnih snovi sta bila atrazin in simazin nad mejno vrednostjo, a še pod opozorilno vrednostjo. Povišane so bile tudi vrednosti destil-atrazina in ala-klora. Vrednosti ostalih organskih nevarnih snovi so bile pod mejo detekcije (LOD) /60/.

V letu 2006 so bile na območju predvidene lokacije odlagališča NSRAO (od območja posega oddaljena ca. 350 m) Vrbina v občini Krško izvedene preiskave onesnaženosti tal in pedološke raziskave kot podlaga za vrednotenje pridelovalnega potenciala kmetijskih zemljišč, skladno s smernicami MKGP v postopku celovite presoje vplivov na okolje /85/.



Slika 42: Pregled lokacij vzorčenja za preiskave onesnaženosti tal širšega območja (vir: /85/)

Rezultati preiskav so pokazali, da imisijske mejne vrednosti (mg/kg) za kemijske elemente iz programa preiskav, niso presežene. Izjema sta le izmerjeni vsebnosti za svinec in živo srebro na lokaciji Vrbina 16/0, območje Žadovinek, preseganje pa se ocenjuje, z upoštevanjem merilne negotovosti, za nepomembno. Za povečane se ocenjujejo tudi vsebnosti živega srebra na lokacijah Vrbina 1/0, Vrbina 11/0 in Vrbina 12/0, vendar imisijska mejna vrednost ni presežena. Na lokaciji Vrbina 16/0, območje Žadovinek, imisijski opozorilni vrednosti (za svinec in živo srebro) nista preseženi.

Izmerjene vrednosti za mangan so v okviru pričakovanih naravnih vrednosti za sedimentacijske karbonatne geološke podlage. Izmerjene vsebnosti za talij in vanadij ne presegajo ciljnih vrednosti opredeljenih s Holandsko listo. Izjema so vsebnosti vanadija na lokacijah Vrbina 2/0 in Vrbina 3/0, preseganje pa se ocenjuje, z upoštevanjem merilne negotovosti, za nepomembno. V navedenem primeru indikativni vrednosti nista preseženi.

Izmerjene vsebnosti za selen so vse pod spodnjo mejo določanja za uporabljeno metodo preskušanja, ciljna vrednost opredeljena s Holandsko listo, ni bila presežena. V preiskovanih tleh ni bila ugotovljena prisotnost organoklornih spojin iz skupine DDT, drinov, HCH in PCB. Prav tako ni bila ugotovljena prisotnost drugih organoklornih spojin, za katere mejne vrednosti s predpisi RS niso opredeljene. Za vse organoklorne spojine so izmerjene vsebnosti na meji zaznavanja za uporabljene metode preskušanja.

V preiskovanih tleh niso bile ugotovljene vsebnosti mineralnih olj, ki bi presegale imisijsko mejno vrednost.

Izmerjene vsebnosti za fenolne snovi na mestih vzorčenja Vrbina 3/0, Vrbina 6/0, Vrbina 7/0 in Vrbina 13/0 presegajo imisijsko mejno vrednost. Z upoštevanjem možnosti, da so lahko fenolne snovi na koncentracijskih nivojih okrog meje določanja 0,1 mg/kg tudi naravnega izvora, in z upoštevanjem

merilne negotovosti, se preseganje ocenjuje za nepomembno. V vseh navedenih primerih imisijska opozorilna vrednosti ni bila presežena.

Izmerjene vsebnosti za vsoto policikličnih aromatskih ogljikovodikov (PAO) niso presegale imisijske mejne vrednosti.

4.4.3 Kakovost in količine podzemnih voda ter njihova uporaba

V okviru državnega monitoringa podzemne vode se kakovost podzemne vode na vodnem telesu Krška kotlina (VTPodV 1003) spremlja na več merilnih mestih, katerih število se z leti spreminja. Kemijsko stanje vodnega telesa od leta 2009 je prikazano v naslednji tabeli. V letih 2019 in 2020 je bilo na vodnem telesu Krška kotlina, glede na rezultate meritev, neustrezno merilno mesto Drnovo, zaradi nitratov in pesticida desetil-atrazina. Drnovo je bilo sicer tudi v zgodovinskem nizu neustrezno merilno mesto, v nekaterih letih pa ni bilo ustrezno tudi merilno mesto Brege, zaradi desetil-atrazina /89/.

Tabela 57: Kemijsko stanje VTPodV 1003 Krška kotlina v obdobju 2009-2020 (vir: ARSO /89/)

Leto	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**
Kemijsko stanje	slabo	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro	dobro
Št. MM	*8*	*8*	*11*	*11*	*11*	*11*	*11*	*14*	*14*	*14*
Št. neustreznih MM	*2*	*1*	*1*	*1*	*1*	*1*	*2*	*1*	*1*	*2*

Leto	**2019**	**2020**
Kemijsko stanje	dobro	dobro
Št. MM	*14*	*13*
Št. neustreznih MM	*1*	*1*

Kakovost podzemne vode na ožjem obravnavanem območju se v okviru državnega monitoringa ne spremlja. Najbližji merilni mesti na Krškem polju, zahodno in jugovzhodno od obravnavane lokacije, sta Vrbina NE-1077 (P62060) - ca. 0,5 km zahodno in Stari Grad NE 1177 (P62120) - ca. 0,8 km jugovzhodno.

Tabela 58: Ustreznost najbližjih merilnih mest v obdobju 2006 do 2020 na Krškem polju (vir: ARSO /89/)

Merilno mesto (MM)	**Oddaljenost**	**Leto**	**Ustreznost**
Vrbina NE-1077 (P62060)	0,5 km Z	2006 – 2020	ustreza
Stari Grad NE 1177 (P62120)	0,8 km JV	2006 - 2020	ustreza

Na območju posega se dovoljuje odvzem vode iz enega vodnjaka, v količini največ 16 l /s (vodno dovoljenje št. 35536-31/2006-16, z dne 15. 09. 2009) /50/, iz treh vodnjakov, vsak v količini največ 5 l/s, letno 70.000 m^3 (vodno dovoljenje št. 35530-100/2020-4, z dne 14. 11. 2020) /163/ in iz enega vodnjaka v količini 8 l/s, letno 230 m^3 (vodno dovoljenje št. 35530-48/2020-3 z dne 9. 9. 2021) /276/ (Slika 32). V okolici obravnavane lokacije se podzemna voda črpa in uporablja za namakanje kmetijskih površin, za tehnološke namene, za pridobivanje toplote in za druge namene.

Ocena stanja vodnega telesa 1003 - Krška kotlina na osnovi Načrta upravljanja voda na vodnem območju Donave za obdobje 2022–2027 /283/je podana v tabelah (Tabela 59, Tabela 60, Tabela 61) v nadaljevanju. Kemijsko stanje in količinsko stanje je ocenjeno koz dobro.

Tabela 59: Ocena kemijskega stanja vodnih teles podzemne vode za obdobje 2014–2019 /283/

Šifra vodnega telesa	Ime vodnega telesa	Obdobje	Kemijsko stanje	Raven zaupanja	Razlog za slabo kemijsko stanje
1003	Krška kotlina	2014.-2019	Dobro	Srednja	

Tabela 60: Trend vsebnosti nitrata na vodnih telesih s slabim kemijskim stanjem in bolj obremenjenih vodnih telesih podzemne vode za obdobje 1998–2019 /283/

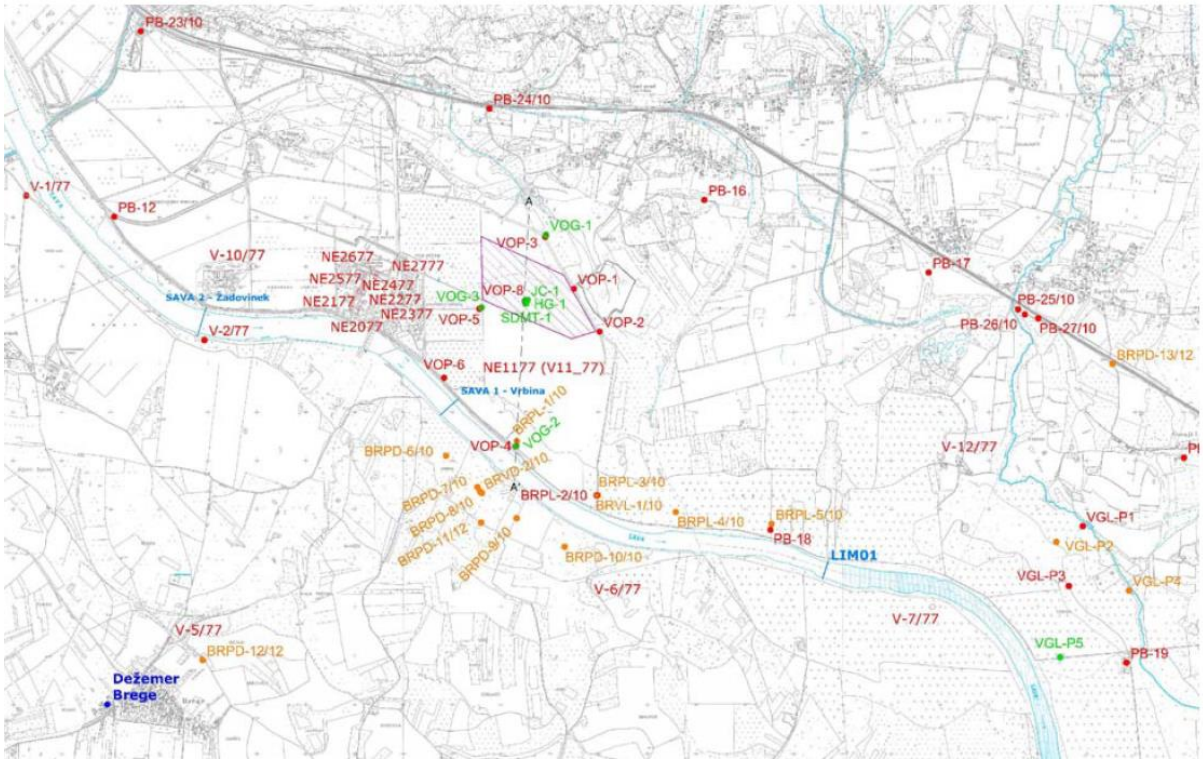
Šifra vodnega telesa	Ime vodnega telesa	Obdobje	Trend nitrata	Trend atrazina
1003	Krška kotlina	1998-2019	Ni trenda	

Tabela 61: Skupna ocena količinskega stanja vodnih teles podzemnih voda /283/

Vodno telo podzemne vode (šifra in ime)	Preizkus 1	Preizkus 2	Preiskus3	Preizkus 4	Stopnja zaupanja	Ocena stanja
1003 Krška kotlina	+				Visoka stopnja	DOBRO

Za potrebe umeščanja odlagališča NSRAO je bila izdelana »Nadgradnja hidrogeološke interpretacije podatkov monitoringa na širšem območju lokacije za odlagališče NSRAO na Vrbini v občini Krško, IRGO Inštitut, marec 2016« /86/, z novelacijami v letih 2018 in 2019 /257/.

Iz naslednje slike so razvidne lokacije merilnih mest meritev parametrov podzemne vode na obravnavanem območju.



Slika 43: Pregled lokacij piezometrov (vir: /86/)

Razpon gladin podzemne vode na ožjem obravnavanem območju navzdol omejuje reka Sava kot drenažna baza območja. Najvišje vrednosti nivojev podzemne vode so vezane na piezometer PB-12, ki leži najbolj gorvodno od pregrade za NE Krško. Poleg omenjenega piezometra se gorvodno nahajajo še nekateri piezometri serije NE na območju NEK ter piezometer V-10/77. Pregrada NEK ima velik vpliv na tok podzemne vode v kvartarnem vodonosniku. Dodatno ta vpliv povečuje še prisotnost tesnilne zavese do miocenske podlage na območju NEK.

V splošnem lahko s podatki monitoringa potrdimo ugotovljene hidrogeološke razmere, torej da nivoji podzemne vode padajo vzdolž toka reke in od roba vodonosnika proti reki. Amplitude nihanja so najvišje ob reki (VOP-4 in piezometrih serije BRPL/D) in se znižujejo proti notranjosti vodonosnika, kar je konsistentno z dušenim nihanjem tlačnega vala, ki ga inducira Sava. Prav tako je nihanje nivoja dušeno v globino, torej v miocenske plasti, kjer so amplitude nihanja še nižje (od 0,95 m v VOG-1 do 2,83 m v VOG-2). Podatki iz piezometrov serije BRPL in BRPD kažejo, da se podzemna voda v zgornjem delu pliokvartarnega vodonosnika na inducirane tlačne vale s strani reke zelo dobro odziva, saj so statistično podatki zelo primerljivi s podatki reke Save na merskem mestu Sava-1 /86/.

Rezultati raziskav kažejo, da je smer toka podzemne vode v času nizkega in prevladujočega stanja podzemne vode proti jugu, v času visokega vodnega stanja pa proti vzhodu in jugovzhodu /257/.

Razvidno je nihanje sezonsko temperature v odvisnosti od temperature ozračja in posledično temperature infiltrirane površinske (rečne in padavinske) vode. Razponi temperatur podzemne vode v posameznih piezometrih v miocenskih plasteh so razmeroma majhni, saj vpliv temperaturnega nihanja atmosfere in površinskih vod z globino pada. Večji razpon ima od globokih piezometrov le VOG-2, ki se nahaja ob reki Savi. Piezometri v kvartarnem vodonosniku kažejo širše razpone vrednosti, med katerimi največji razpon pripada piezometru VOP-4. Večji razponi v meritvah temperature so značilni tudi za piezometre NE0277, NE0377 in V-1/77. Vsi omenjeni piezometri se nahajajo v neposredni bližini reke Save /86/. Po polnitvi akumulacijskega bazena HE Brežice se temperatura PV v piezometrih na desnem bregu Save ni bistveno spremenila, medtem ko je v piezometrih na levem bregu reke Save opazno nihanje temperature z večjo amplitudo, predvsem v piezometrih VOP-4, VOP-6 in PB-20, ki so vsi v bližini reke Save /257/.

Za piezometre v kvartarnem vodonosniku na območju NEK je značilno majhno nihanje temperature in višje vrednosti za piezometre, ki se nahajajo znotraj tesnilne zavese pod objektom (NE2077, NE2277, NE2477 in NE2677). V piezometru NE2677 so bile izmerjene najvišje temperature, ki v največji meri odstopajo od ostalih. Piezometer se nahaja znotraj tesnilne zavese objekta NEK. Piezometri v pliokvartarnem vodonosniku (serija BRPD in BRPL) kažejo na majhna nihanja v temperaturi, med njimi ima le piezometer BRPD-6/10 nekoliko večji razpon. Najnižje temperature so bile izmerjene v piezometru NE0277, ki se nahaja v bližini reke. Nizke vrednosti so bile izmerjene tudi v piezometrih NE0377, V-12, V-1/77 in PB-18. Pri tem prihaja tudi do velikega nihanja med vrednostmi, kar pomeni da je prenos med površinsko in podzemno vodo dokaj hiter in nedušen.

Zvezne meritve elektroprevodnosti se izvajajo na naslednjih piezometrih znotraj ožjega območja: VOG-3, VOP-1, VOP-2, VOP-3, VOP-4, VOP-5, VOP-6, VOP-8, HG-1, JC-1, SDMT-1, NE2077, NE2177, NE2277, NE2377, NE2477, NE2577, NE2677 in NE2777.

Na podlagi predstavljenih meritev ter meritev elektroprevodnosti podzemne vode pliokvartarnega vodonosnika na območju Vrbine ob Savi, ki so bile opravljene ob črpalnih poizkusih, je bilo ugotovljeno, da znaša elektroprevodnost kvartarnega vodonosnika ca. 800 µS/cm, medtem ko so vrednosti za pliokvartarni vodonosnik manjše, med 420 in 480 µS/cm. Za elektroprevodnost v kvartarnih plasteh lahko tako ugotovimo, da je višja kot v pliokvartarnih plasteh, saj so v slednjih prisotni pretežno silikatni prodniki, medtem ko v kvartarnih sedimentih najdemo tudi karbonatne prodnike, ki se lažje raztapljajo in prispevajo k povišani skupni masi raztopljenih snovi in povišani elektroprevodnosti. Najnižja elektroprevodnost je v miocenskih meljih, ki so pretežno sestavljeni iz silikatnih mineralov. Vseeno je za tako visoke vrednosti v kvartarnem vodonosniku verjetno potrebno vzroke iskati tudi v antropogenih vplivih (kmetijstvo, urbanizacija, ipd.).

Rezultati radioloških meritev podtalnice iz kvartarnega vodonosnika kažejo pričakovano radiološko sliko sevalcev gama in Sr-90/Sr-89, ki je značilna za podtalnico s krško–brežiškega področja. Nekoliko višje so le koncentracije K-40, ki je posledica splošne razširjenosti kalija v vrhnji plasti zemlje. Koncentracija Ra-226 se znatno ne razlikuje od slovenskega povprečja. Koncentracija Cs-137 v vzorcih je bila pod mejo detekcije. Rezultati meritev koncentracije Sr- 90/Sr-89 so pokazali, da so te vrednosti primerljive z vrednostmi iz meritev v vzorcih iz vrtine E1 NEK in v podtalnici na Hrvaškem, medtem ko je koncentracija Sr-90/Sr-89 v vodovodih in črpališčih 2-3-krat nižja. Rezultati meritev kažejo radiološko sliko, ki je značilna za vodovode in črpališča na krškobrežiškem področju, za vse sevalce gama. Nekoliko je povečana le specifična aktivnost Ra- 226. Vrednosti za tritij so v okviru pričakovanj. Sprejemljive so tudi za pitno vodo /86/.

4.4.4 Kakovost in količine površinskih voda ter njihova uporaba

Na kemijsko in ekološko stanje Save na obravnavanem odseku vpliva prisotnost onesnažil na celotnem prispevnem delu Save, kar pomeni v tem primeru precejšni del Slovenije, vključno z najbolj onesnaženimi predeli, kot sta Ljubljanska in Celjska kotlina, ter industrijski predeli, kot so Jesenice, Zagorje, Trbovlje in Hrastnik. Na onesnaženost vodotoka ima velik vpliv tudi kmetijska dejavnost (uporaba živalskih in umetnih gnojil ter fitofarmacevtskih sredstev na obdelovalnih površinah).

Ocena kemijskega stanja vodnih teles za obdobje 2014-2019 kaže, da je kemijsko stanje vodnega telesa VT Sava Krško – Vrbina dobro, za matriks voda, za matriks biota je slabo in za matriks voda in biota skupaj je slabo. Ocena (slabo stanje) je podana zaradi parametrov, ki se ne nanašata na emisije iz NEK, živo srebro in bifeniletri (BDE) (glej poglavje 4.1.4), in je posledica splošnega onesnaženja.

Po podatkih Agencije RS za okolje o izdanih koncesijah in vodnih dovoljenjih /61/ se voda iz reke Save na odseku skozi Krško uporablja za tehnološke namene in za namakanje.

Nosilec posega uporablja vodo iz Save za tehnološke namene, na podlagi delnega vodnega dovoljenja št. 35536-31/2006-16 z dne 15. 10. 2009 in odločbe št. 35536-26/2011-9 z dne 23. 5. 2013 ter odločbe o spremembi vodnega dovoljenja št. 35530-7/2018-2 z dne 22. 6. 2018 /50/; Vodna pravica za neposredno rabo vode za tehnološke namene stranki, Nuklearna elektrarna Krško, s katerim je bila nosilcu posega podeljena vodna pravica za neposredno rabo vode za tehnološke namene (Sava in vodnjak na desnem bregu) v količini največ 29.000 l/s oziroma največ 915.000.000 m³/leto, z veljavnostjo do 31. 8. 2039.

Po podatkih Agencije RS za okolje /94/ kažejo scenariji bodočih sprememb hidroloških razmer za zmerno optimističen podnebni scenarij RCP4.5, ki predpostavlja znatne blažilne ukrepe glede izpustov toplogrednih plinov, za obdobje 2021-2050 (v primerjavi z referenčnim obdobjem 1981-2010) naslednjo sliko:

- v severni polovici države se bodo srednji letni pretoki rahlo povečali, južna polovica države pa kaže na zmanjšanje pretočnih količin;
- kazalnik malih srednjih dnevnih pretokov 90. percentila (Q90) kaže na povečanje malih pretokov v severni polovici države in na zmanjšanje v južni polovici države;
- največji letni pretoki kažejo na zmanjšanje v vzhodni polovici države, v zahodni polovici države pa na povečanje, najbolj v severozahodnem delu;
- največji letni pretoki kažejo na zmanjšanje v vzhodni polovici države, v zahodni polovici države pa na povečanje, najbolj v severozahodnem delu.

4.4.4.1 Emisije snovi in toplote iz NEK v letu 2020

Stanje glede emisij snovi in toplote v vode povzemamo po Poročilu o obratovalnem monitoringu odpadnih vod za podjetje Nuklearna elektrarna Krško, ki ga je za leto 2020 pripravil NLZOH, Novo Mesto /237/.

Ugotavljanje čezmerne obremenitve glede letnih količin onesnaževal in/ali emisijskega deleža oddane toplote v primerih odvajanja v vodotok (za celotno napravo) se izvaja v skladu z Uredbo o emisiji snovi

in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (UL RS, št. 64/12, 64/14, 98/15). Emisijski delež oddane toplote (EDOT) se izračunava po enačbi:

$$EDOT = \frac{\Delta\text{T reke Save } [°\text{C}]}{3\ [°\text{C}]}$$

Pri tem se ΔT za veliki hladilni sistem CW računa po enačbi:

$$\Delta T = \frac{(T\_izst - T\_vst) \bullet Q\_kond + (T\_hl - T\_vst) \bullet Q\_hlad}{Q\_sk}$$

Spremenljivke v enačbi so:

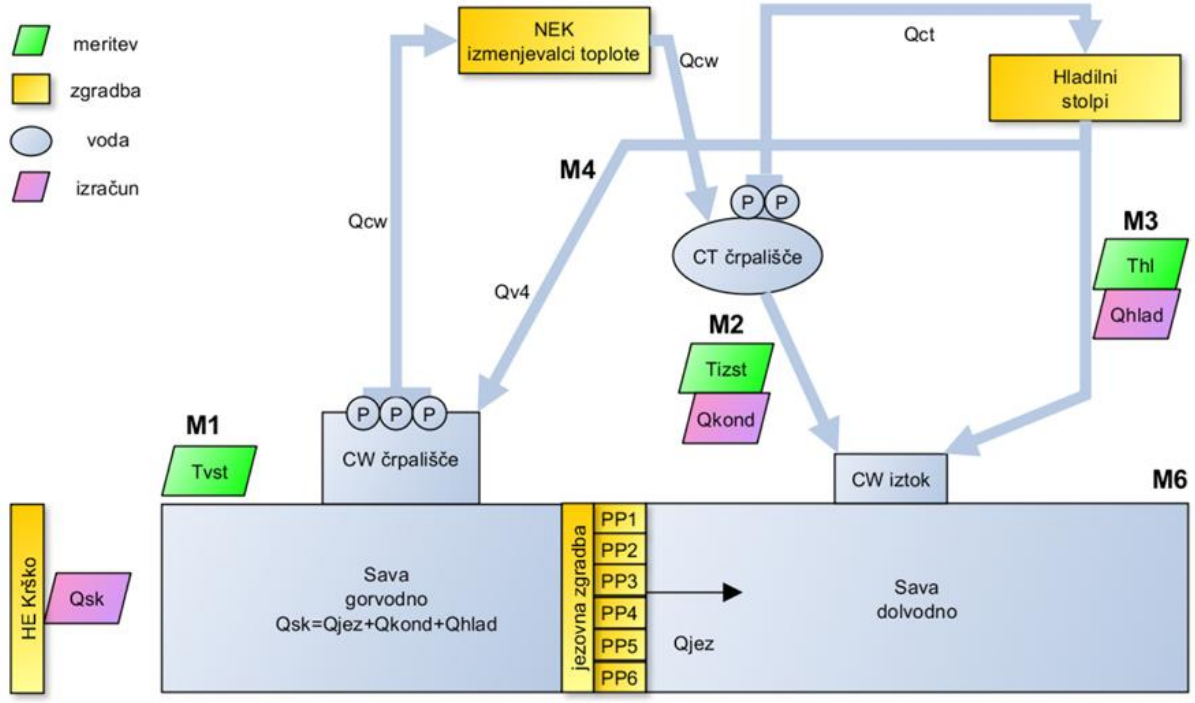
T_izst - temperatura izstopne vode iz kondenzatorja, merjena v točki M2
T_vst - temperatura Save na vstopu v NEK, merjena v točki M1
Q_kond - pretok skozi kondenzator v točki M2
T_hl - temperatura ohlajene vode iz hladilnih stolpov, merjena v točki M3
Q_hlad - pretok hladilne vode v točki M3

Vrednost spremenljivke Q_sk je odvisna načina obratovanja HE Brežice in jezu NEK:

- V primeru, ko HE Brežice obratuje in jez NEK ni v funkciji, je Q_sk enak pretoku preko HE Krško, ki je vsota pretokov skozi agregate 1, 2 in 3, pretokov pod segmentnimi zapornicami 1-5 ter pretokov preko zaklopk 1-5.
- V primeru, ko HE Brežice ne obratuje in je jez NEK v funkciji (ta način obratovanja je bil v veljavi le v omejenem obdobju v času remontov HE Brežice 2018, 2019 in 2020), se Q_sk računa po enačbi, za katero se vse količine merijo v NEK:

$$Q\_sk = Qkond + Qhlad + Qjez$$

Pomen vseh spremenljivk in lokacije njihovih meritev ali izračuna so razvidni iz sheme delovanja NEK na naslednji sliki.



Slika 44: Shema delovanja in meritev NEK za nadzor toplotnega onesnaževanja Save (vir:/48/)

Lokacije meritev temperatur vode iz enačbe in sheme delovanja so:

- Tvst: Y=540280 X=88332 (točka M1 v shemi oz. MM1 iz OVD)
- Tizst: Y=540400 X=88162 (točka M2 v shemi oz. MM3 iz OVD)
- Thl: Y=540435 X=88154 (točka M3 v shemi oz. MM4 iz OVD)

Segrevanje vode (ΔT) v malem hladilnem sistemu SW se računa kot razlika meritve v točki vtoka:

- TE 2800 (vtok v zajetje ESW): Y=540222 X=88200

in točki iztoka na lokaciji V1 (iz OVD):

- TE 2836A (vzhodni iztok oz. proga A ESW): Y=540252 X=88202
- TE 2836B (zahodni iztok oz. proga B ESW): Y=540250 X=88202

Pri tem je meritev na iztoku odvisna od tega, katera od prog ESW sistema takrat deluje.

V skladu z 11. členom Uredbe o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (UL RS, št. 64/12, 64/14 in 98/15) se obravnavna celotna naprava.

EDOT za celotno napravo se izračunava kot vsota EDOT za veliki hladilni sistem CW in mali hladilni sistem SW. Delež EDOT iz malega hladilnega sistema SW v rezultatih ni opazen, saj se odraža šele na tretjem decimalnem mestu, skupna vrednost pa se prikazuje samo na eno decimalko natančno.

V razmerah nizkih pretokov Save NEK občasno del hladilne vode kondenzatorjev, ki bi sicer odtekala v Savo, vrača v črpališče CW (recirkulira), zaradi česar pride do odstopanj izračuna EDOT oz. prikazanih visokih vrednosti. Te so lahko še dodatno povečane zaradi zaokroževanja na eno decimalno mesto. V prikazanih podatkih v nadaljevanju je do takšnih situacij prišlo 29. 12. 2020, 19. 2. 2020, 25. 9. 2020, 21., 22. in 23. 9. 2020 ter 4. 11. 2020. Glavni razlog za visoke vrednosti EDOT je v vseh primerih upoštevanje Tizst in Qkond v računu EDOT, čeprav se ta voda dejansko ne spušča v Savo, temveč vrača v črpališče CW (recirkulira), v Savo pa se spušča predvsem ohlajena voda iz hladilnih stolpov.

Celotna naprava z odvajanjem industrijske odpadne vode ne obremenjuje okolja čezmerno, ker niso presežene letne količine nevarne snovi AOX in ker celotna naprava ni presegala kriterijev za čezmerno obremenjevanje okolja z emisijo toplote.

Tabela 62: Emisijski delež oddane toplote NEK za leto 2020 (vir: NLZOH /237/)

	JANUAR	FEBRUAR	MAREC	APRIL	MAJ	JUNIJ	JULIJ	AVGUST	SEPTEMBER	OKTOBER	NOVEMBER	DECEMBER
1	0.5	0.9	0.8	1.0	0.8	1.0	1.0	1.0	0.3	0.5	0.5	1.0
2	0.5	1.0	0.3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.4	0.5	0.5	1.0
3	0.6	1.0	0.2	1.0	1.0	1.0	0.6	0.7	0.6	0.5	0.6	1.0
4	0.6	1.0	0.2	1.0	1.0	0.9	0.7	0.3	0.6	0.2	0.7	1.0
5	0.6	1.0	0.2	1.0	1.0	0.5	0.9	0.3	0.9	0.2	0.7	0.8
6	0.6	0.9	0.3	1.0	1.0	0.2	1.0	0.5	0.9	0.2	0.7	0.3
7	0.7	1.0	0.3	1.0	1.0	0.3	0.4	0.6	0.7	0.2	0.7	0.1
8	0.7	0.9	0.4	1.0	1.0	0.4	0.4	0.7	0.8	0.2	0.9	0.2
9	0.7	1.0	0.4	1.0	1.0	0.2	0.8	0.9	1.0	0.3	0.7	0.1
10	0.7	1.0	0.5	0.9	1.0	0.2	0.9	0.9	0.9	0.3	0.8	0.2
11	0.8	1.0	0.5	1.0	1.0	0.2	0.9	0.9	1.0	0.3	0.8	0.2
12	0.8	1.0	0.7	0.9	0.7	0.3	0.6	0.9	1.0	0.1	0.8	0.3
13	0.7	1.0	0.6	0.9	0.6	0.4	0.6	1.0	1.0	0.2	0.9	0.3
14	0.8	1.0	0.6	0.9	0.6	0.4	0.8	0.9	1.0	0.2	1.0	0.3
15	0.9	1.0	0.7	1.0	0.6	0.5	1.0	0.9	1.0	0.2	1.0	0.4
16	1.0	1.0	0.7	1.0	0.5	0.5	1.0	0.8	1.0	0.2	0.7	0.4
17	0.9	1.0	0.7	1.0	0.4	0.7	0.9	1.0	1.0	0.2	0.2	0.5
18	0.9	1.0	0.8	1.0	0.5	0.6	0.8	0.9	1.0	0.2	0.4	0.5
19	1.0	1.0	0.8	1.0	0.6	0.8	1.0	1.0	1.0	0.3	0.4	0.6
20	0.9	0.9	0.8	1.0	0.5	0.6	1.0	1.0	1.0	0.3	0.5	0.6
21	0.9	1.0	1.0	1.0	0.7	0.7	1.0	1.0	1.0	0.3	0.7	0.6
22	1.0	1.0	0.7	1.0	0.8	0.7	1.0	1.0	0.9	0.4	0.7	0.6
23	1.0	1.0	0.8	1.0	1.0	0.8	1.0	1.0	0.9	0.4	0.7	0.6
24	1.0	1.0	0.8	1.0	0.8	0.9	0.6	1.0	0.9	0.4	0.8	0.6
25	1.0	1.0	1.0	1.0	0.6	0.9	0.5	1.0	0.7	0.4	0.7	0.3
26	1.0	1.0	0.9	1.0	0.8	0.6	0.7	1.0	0.2	0.4	0.9	0.2
27	1.0	0.7	1.0	0.9	1.0	0.7	1.0	1.0	0.3	0.4	0.9	0.3
28	1.0	0.9	0.9	0.8	1.0	0.9	0.9	1.0	0.3	0.3	0.9	0.3
29	0.8	1.0	1.0	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	0.2	0.3	1.0	0.1
30	0.8		1.0	0.7	1.0	1.0	0.5	0.9	0.3	0.4	1.0	0.0
31	0.9		1.0		1.0		0.8	0.5		0.5		0.1

Remont NEK 2020: Remonta v letu 2020 ni bilo!

Zaradi iztoka odpadnih vod iz hladilnih sistemov in drugih virov, v nobenem obratovalnem dnevu temperatura reke Save ni presegala naravne temperature za več kot 3 °C.

Tabela 63: ΔT reke Save (°C) v letu 2020 (vir: NLZOH /237/)

	JANUAR	FEBRUAR	MAREC	APRIL	MAJ	JUNIJ	JULIJ	AVGUST	SEPTEMBER	OKTOBER	NOVEMBER	DECEMBER
1	1.36	2.84	2.34	2.88	2.54	3.00	2.99	2.97	0.98	1.37	1.63	2.86
2	1.46	2.97	0.76	2.92	2.85	3.00	2.93	2.98	1.35	1.61	1.51	2.91
3	1.78	2.98	0.49	2.95	3.00	3.00	1.78	2.22	1.76	1.56	1.70	2.90
4	1.73	2.96	0.53	2.97	2.99	2.82	2.21	0.85	1.93	0.68	2.11	2.91
5	1.75	2.91	0.73	2.98	3.00	1.59	2.85	0.88	2.56	0.67	2.10	2.45
6	1.87	2.78	0.88	2.90	2.98	0.60	2.89	1.59	2.70	0.58	2.01	0.78
7	2.01	2.91	1.00	2.98	3.00	0.87	1.27	1.82	2.12	0.68	2.03	0.29
8	2.06	2.79	1.06	2.96	3.00	1.15	1.35	2.19	2.25	0.68	2.57	0.46
9	2.17	2.92	1.34	2.91	2.98	0.59	2.32	2.62	2.88	0.88	2.06	0.43
10	2.18	2.97	1.36	2.82	2.96	0.51	2.70	2.63	2.78	0.97	2.48	0.56
11	2.46	2.99	1.49	2.89	3.00	0.70	2.73	2.71	2.97	1.01	2.55	0.64
12	2.30	2.92	2.07	2.82	2.23	0.91	1.80	2.82	2.98	0.25	2.52	0.78
13	2.23	3.00	1.81	2.77	1.78	1.14	1.72	2.93	2.97	0.51	2.60	0.93
14	2.30	3.00	1.85	2.56	1.75	1.19	2.46	2.82	2.91	0.66	2.94	1.00
15	2.73	2.99	2.09	2.91	1.82	1.49	2.99	2.67	2.94	0.65	2.90	1.32
16	2.90	2.96	2.18	3.00	1.48	1.57	2.98	2.52	2.96	0.46	2.16	1.27
17	2.79	3.00	2.24	3.00	1.24	2.15	2.60	2.87	2.97	0.62	0.62	1.51
18	2.66	2.97	2.51	3.00	1.63	1.92	2.48	2.79	2.91	0.70	1.14	1.43
19	2.93	2.87	2.26	3.00	1.73	2.40	2.94	2.92	3.00	0.85	1.23	1.68
20	2.82	2.83	2.46	2.96	1.62	1.92	2.95	3.00	2.88	0.93	1.62	1.93
21	2.77	2.96	2.89	2.94	2.13	2.11	2.98	2.91	2.93	1.04	2.09	1.71
22	2.93	3.00	2.24	2.92	2.25	2.18	2.98	2.98	2.69	1.17	2.01	1.82
23	2.97	2.99	2.34	2.98	2.92	2.36	3.00	2.96	2.65	1.21	2.09	1.85
24	2.98	3.00	2.53	2.90	2.32	2.60	1.94	2.96	2.85	1.21	2.43	1.81
25	2.95	3.00	2.93	2.99	1.78	2.70	1.53	2.94	2.25	1.05	2.22	0.78
26	2.99	2.85	2.68	2.90	2.31	1.75	2.22	2.97	0.58	1.18	2.70	0.57
27	2.97	2.01	2.89	2.62	2.97	2.08	2.94	2.96	0.76	1.09	2.64	0.79
28	2.98	2.82	2.83	2.42	2.96	2.83	2.81	3.00	0.79	0.84	2.80	0.92
29	2.54	2.93	2.90	2.28	2.95	2.95	2.93	2.97	0.74	0.97	2.96	0.35
30	2.47		2.88	2.13	2.98	2.96	1.38	2.66	0.96	1.31	2.91	0.00
31	2.69		2.98		2.95		2.36	1.61		1.51		0.44
Povprečje	**2.44**	**2.90**	**1.98**	**2.84**	**2.45**	**1.90**	**2.45**	**2.57**	**2.27**	**0.93**	**2.18**	**1.29**

Iztok V9 - Izpust iz čistilne naprave

Rezultati spremljanja emisij odpadnih voda na merilnem mestu MM6 (V-9) v letu 2020 so podani v tabeli v nadaljevanju (Tabela 64).

Tabela 64: Rezultati spremljanja emisij odpadnih voda na merilnem mestu MM6 (V-9) v letu 2020 (vir:/237/)

Parameter	MVE	21. 04. 20	08. 10. 20
KPK	150 mg/l	40	58
BPK_5	30 mg/l	2,0	7,8

Vrednotenje po 10. členu (preseganje mejnih vrednosti)
V skladu z 10. členom Uredbe o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (UL RS, št. 64/12, 64/14 in 98/15) naprava na tem iztoku v letu 2020 ni presegla mejnih vrednosti, ki jih določa Okoljevarstveno dovoljenje št.: 35441-103/2006-24; 35402-10/2010-4; 35441-103/2006-33; 35444-11/2013-3 /49/.

Vrednotenje po 11. členu (ugotavljanje čezmerne obremenitve)
V skladu z 11. členom Uredbe o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (UL št. 64/12, 64/14 in 98/15) naprava na tem iztoku v letu 2020 ni čezmerno obremenjevala okolja.

Iztoki V2, V3, V4, V5 in V6

Za komunalne ali hladilne vode meritve niso predvidene (razen za hladilne vode z iztokom v vode, kjer je obvezna meritev temperature) /237/.

Vrednotenje po 10. členu (preseganje mejnih vrednosti) - za hladilno vodo ni predvideno.

Vrednotenje po 11. členu (ugotavljanje čezmerne obremenitve) - za hladilno vodo ni predvideno.

Iztok V7-11 odtok iz bazena za pripravo vode

Rezultati spremljanja emisij odpadnih voda na merilnem mestu MM5 (V7-11) v letu 2020 so podani v tabeli v nadaljevanju (Tabela 65).

Tabela 65: Rezultati spremljanja emisij odpadnih voda na merilnem mestu MM5 (V7-11) v letu 2020 (vir: /237/)

Parameter	MVE	10. 03. 20	21. 03. 20	08. 12. 20
Temperatura	30 °C	15,2	23,5	15,8
pH	6,5-9,0	8,7	7,3	7,7
Usedljive snovi	0,3 ml/l	LOD	LOD	0,1
Neraztopljene snovi	80 mg/l	2	2	2
Strupenost za vodne bolhe	3	2	1	1
Prosti klor	0,2 mg/l	0,05	0,05	0,05
KPK	90 mg/l	17	10	9
BPK_5	25 mg/l	5,6	5,0	7,5
AOX	1 mg/l	LOD	LOD	0,03

LOD ali podčrtano – med mejo zaznavnosti in mejo določljivosti; LOD – pod mejo zaznavnosti

Vrednotenje po 10. členu (preseganje mejnih vrednosti)
V skladu z 10. členom Uredbe o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (UL RS, št. 64/12, 64/14 in 98/15) naprava na tem iztoku v letu 2020 ni presegala mejnih vrednosti, ki jih določa Okoljevarstveno dovoljenje št.: 35441-103/2006-24; 35402-10/2010-4; 35441-103/2006-33; 35444-11/2013-3.

Vrednotenje po 11. členu (ugotavljanje čezmerne obremenitve)
V skladu z 11. členom Uredbe o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (UL RS, št. 64/12, 64/14 in 98/15) naprava na tem iztoku v letu 2020 ni čezmerno obremenjevala okolja. V okoljevarstvenem dovoljenju določena letna količina nevarne snovi AOX ni presežena. Maksimalna dovoljena letna količina snovi AOX je 3810,3 kg/leto, količina emitiranega je 0,04 kg.

Iztok V7-10 NEK - hladilni stolpi

Rezultati spremljanja emisij odpadnih voda na merilnem mestu MM4 (V7-10) v letu 2020 so podani v tabeli v nadaljevanju (Tabela 66).

Tabela 66: Rezultati spremljanja emisij odpadnih voda na merilnem mestu MM4 (V7-10) v letu 2020 (vir: /237/)

Parameter	MVE (maj – september)	MVE (oktober – april)	17. 02. 20	20. 04. 20	08. 05. 20	14. 09. 20	07. 12. 20
Temperatura	43 °C	30 °C	18,1,	18,0	16,4	19,4	19,7
pH	6,5-9,0	6,5-9,0	8,4	8,3	8,6	8,2	8,6
Usedljive snovi	0,5 ml/l	0,5 ml/l	LOD	LOD	LOD	LOD	0,1
Neraztopljene snovi	80 mg/l	80 mg/l	2,0	7,9	5,0	3,2	190
Strupenost za vodne bolhe	3	3	1	1	1	1	1
KPK	120 mg/l	120 mg/l					

Parameter	MVE (maj – september)	MVE (oktober – april)	17. 02. 20	20. 04. 20	08. 05. 20	14. 09. 20	07. 12. 20
BPK_S	25 mg/l	25 mg/l	2,0	2,4	LOD	2,0	2,0
AOX	(a)	(a)					
Prosti klor	0,3 mg/l	-	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Pretok Save – 24 urno povprečje	m^3/s	m^3/s	75	79	74	81	965

LOD ali podčrtano – med mejo zaznavnosti in mejo določljivosti; LOD – pod mejo zaznavnosti; KPK v besedilu

AOX in brom se analizirajo 4 x na leto v času dodajanja biocidov natrijevega hipoklorita in natrijevega bromida.

(a) V odpadni vodi ne sme biti nobenih spojin AOX, razen tistih, ki jih vsebuje surova voda. V primeru sunkovne obdelave velja MVE 0,15 mg/l

Vrednotenje po 10. členu (preseganje mejnih vrednosti)

V skladu z 11. členom Uredbe o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (UL RS, št. 64/12, 64/14 in 98/15) naprava je na tem iztoku v letu 2020 presegla mejne vrednosti, ki jih določa Okoljevarstveno dovoljenje št.: 35441-103/2006-24; 35402-10/2010-4; 35441-103/2006-33; 35444-11/2013-3, in sicer 1x v parametru neraztopljene snovi.

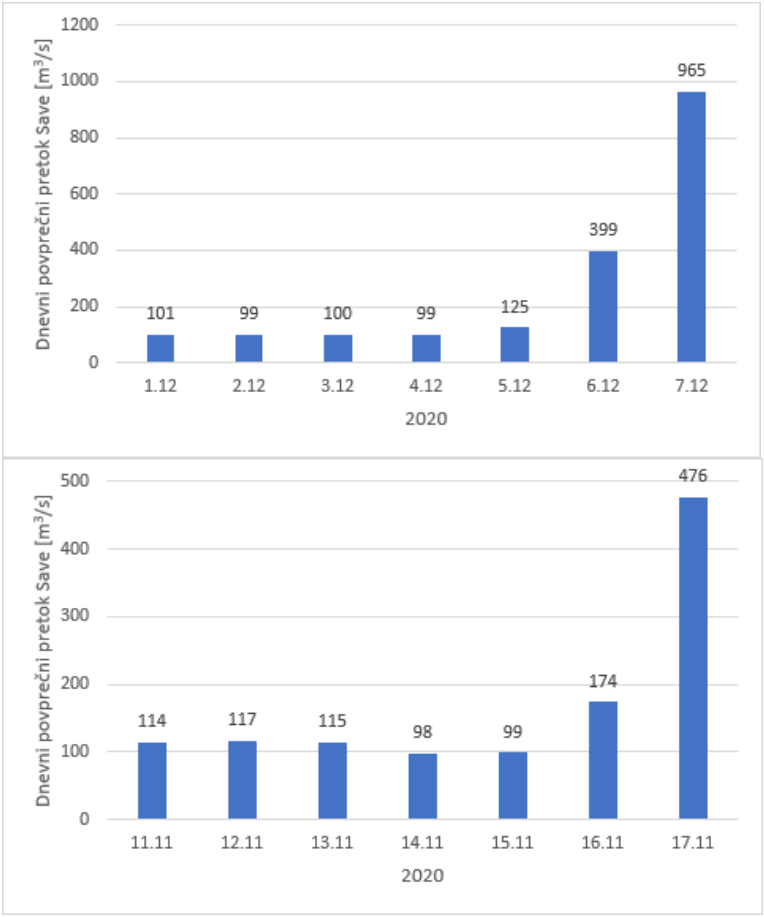
Izmerjene vrednosti KPK so:

- 6 mg/l O_2
- 9 mg/l O_2
- 7 mg/l O_2
- 8 mg/l O_2
- 20 mg/l O_2

Vrednotenje po 11. členu (ugotavljanje čezmerne obremenitve)

V skladu z 11. členom Uredbe o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (UL RS, št. 64/12, 64/14 in 98/15) naprava je na tem iztoku v letu 2020 čezmerno obremenila okolje, ker je parameter neraztopljene snovi v eni meritvi presegal mejno vrednost za več kot 50 %.

Rezultati merjenja na tem merilnem mestu v obdobju 2015-2020 kažejo, da je bilo prekoračenje tudi v letu 2016. Preverjeno je bilo, ali so se na sistemu izvajala dela (za dan 7. 12. 2020), ki bi lahko vplivala na preseženo vrednost koncentracije suspendiranih snovi, in ugotovljeno je bilo, da del ni bilo. Pri monitoringu odpadnih vod se podobna preseganja neraztopljenih snovi občasno dogajajo. Vzrok zanje je hiter porast pretoka Save med vzorčenjem, ki sicer traja 24 ur, enkrat mesečno. Pri takšnem pojavu se poveča kalnost savske vode in je porast neraztopljenih snovi pričakovan ter nanj NEK ne more vplivati. Prikaz pretokov Save v času prekoračenja in 6 dni prej, za datuma 17. 11. 2020 in 07. 12. 2020, je prikazan na naslednji sliki (Slika 45). Razvidno je, da je v dnevih izvedbe meritev in dnevu prej prišlo do povečanja pretoka Save.



Slika 45: Pretoki 6 dni prej in v času vzorčenja neraztopljenih snovi in trdih delcev na merilnih mestih: 1) varnostne oskrbne vode (V1-1) MM1, 2) hladilne vode (V7-7) MM3 in vode hladilnih stolpov CW (V7-10) MM4, dnevi prekoračenja zaradi nečistoč v Savi

Iztok V1-1 - Izpust varnostne oskrbne vode

Rezultati spremljanja emisij odpadnih voda na merilnem mestu (V1-1) MM1 v letu 2020 so podani v tabeli v nadaljevanju (Tabela 67).

Tabela 67: Rezultati spremljanja emisij odpadnih voda na merilnem mestu (V1-1) MM1 v letu 2020 (vir: /237/)

		Koledarski meseci											
Parameter	MVE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Temperatura	30 °C	9,2	10,6	10,9	16,4	17,8	15,1	17,7	23,5	21,0	14,3	11,0	11,0
ΔT max (°C)	10°C	2,9	2,7	2,8	2,6	2,6	2,6	2,5	3,1	2,6	2,6	2,9	2,8
pH	6,5-9,0	8,3	8,4	8,2	8,6	8,5	8,1	8,2	8,1	8,1	8,3	7,6	7,6
Usedljive snovi	0,5 ml/l	LOD	LOD	LOD	LOD	LOD	LOD	LOD	LOD	LOD	0,1	0,1	***1,1***
Neraztopljene snovi	80 mg/l	2	3,6	3,3	11	4,5	9,9	4,0	4,9	4,1	20	***96***	***290***
Strupenost za vodne bolhe	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1
KPK	120 mg/l												

Koledarski meseci													
BPK_5	25 mg/l	3,8	LOD	2,0	2,8	LOD	2,0	2,0	2,2	LOD	LOD	2,0	3,1
Pretok Save – 24 urno povprečje	m3/s	130,3	94,2	199,5	87,0	126,1	209,1	135,2	122,6	164,4	379,1	165,5	338,1

LOD ali podčrtano – med mejo zaznavnosti in mejo določljivosti; LOD – pod mejo zaznavnosti, poudarjeno, rdeče in poševno- nad mejno vrednostjo; KPK v besedilu

Vrednotenje po 10. členu (preseganje mejnih vrednosti)
V skladu z 10. členom Uredbe o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (UL RS, št. 64/12, 64/14 in 98/15) naprava je na tem iztoku v letu 2020 presegla mejne vrednosti, ki jih določa Okoljevarstveno dovoljenje št.: 35441-103/2006-24; 35402-10/2010-4; 35441-103/2006-33; 35444-11/2013-3 in sicer 2x v parametru neraztopljene snovi in 1x v parametru usedljive snovi.

Izmerjene vrednosti KPK:
- <5 mg/l O_2
- 7 mg/l O_2
- 6 mg/l O_2
- 11 mg/l O_2
- 9 mg/l O_2
- 7 mg/l O_2
- 9 mg/l O_2
- 9 mg/l O_2
- 6 mg/l O_2
- 10 mg/l O_2
- 16 mg/l O_2
- 111 mg/l O_2

Zvišanje temperature
Zvišanje temperature mali hladilni sistem SW – MM1 za leto 2020 je podano v tabeli v nadaljevanju (Tabela 69).

Mejna vrednost zvišanja temperature malega pretočnega hladilnega sistema (10°C), določena v Okoljevarstvenem dovoljenje št.: 35441-103/2006-24; 35402-10/2010-4; 35441-103/2006-33; 35444-11/2013-3, ni bila presežena! Najvišje zvišanje je znašalo 3,1°C.

Vrednotenje po 11. členu (ugotavljanje čezmerne obremenitve)
V skladu z 11. členom Uredbe o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (UL RS, št. 64/12, 64/14 in 98/15) je naprava na tem iztoku v letu 2020 čezmerno obremenila okolje, ker je parameter neraztopljene snovi v eni meritvi presegal mejno vrednost za več kot 50 % in ker je parameter usedljive snovi v eni meritvi presegal mejno vrednost za več kot 50 %. V letu 2019 naprava na tem iztoku ni čezmerno obremenjevala okolja. S pregledom podatkov meritev 2015-2020 je bilo ugotovljeno, da je do prekoračenje za neraztopljene snovi in usedljive snovi prišlo zaradi povišanih parametrov v reki Savi.

Emisijski delež oddane toplote
Emisijski delež oddane toplote - mali hladilni sistem SW za leto 2020 je podan v tabeli v nadaljevanju (Tabela 68).

Emisijski delež oddane toplote na tem viru; Izpust varnostno oskrbne vode (mali hladilni sistem - SW) v nobenem od dnevnih povprečij 366 obratovalnih dni v letu 2020 ni prekoračil mejne vrednosti (1), ki je določena v Okoljevarstvenem dovoljenju št.: 35441-103/2006-24; 35402-10/2010-4; 35441-103/2006-33; 35444-11/2013-3.

Tabela 68: Emisijski delež oddane toplote - mali hladilni sistem SW za leto 2020 (vir: NLZOH /237/)

	JANUAR	FEBRUAR	MAREC	APRIL	MAJ	JUNIJ	JULIJ	AVGUST	SEPTEMBER	OKTOBER	NOVEMBER	DECEMBER
1	0.003	0.006	0.004	0.005	0.004	0.007	0.005	0.005	0.002	0.002	0.003	0.006
2	0.003	0.006	0.001	0.005	0.005	0.007	0.005	0.005	0.002	0.003	0.003	0.006
3	0.003	0.006	0.001	0.006	0.006	0.007	0.003	0.003	0.003	0.002	0.003	0.006
4	0.003	0.006	0.001	0.006	0.005	0.006	0.004	0.002	0.003	0.001	0.004	0.006
5	0.003	0.006	0.001	0.007	0.006	0.003	0.005	0.002	0.005	0.001	0.004	0.004
6	0.003	0.005	0.002	0.007	0.007	0.001	0.005	0.003	0.005	0.001	0.003	0.001
7	0.004	0.006	0.002	0.006	0.007	0.002	0.002	0.004	0.004	0.001	0.004	0.001
8	0.004	0.006	0.002	0.006	0.007	0.002	0.002	0.004	0.004	0.001	0.004	0.001
9	0.004	0.006	0.002	0.007	0.007	0.001	0.004	0.004	0.005	0.002	0.004	0.001
10	0.004	0.006	0.003	0.007	0.007	0.001	0.005	0.004	0.005	0.002	0.004	0.001
11	0.005	0.007	0.003	0.006	0.007	0.001	0.005	0.005	0.005	0.001	0.005	0.001
12	0.004	0.007	0.004	0.006	0.005	0.002	0.003	0.005	0.006	0.001	0.005	0.001
13	0.004	0.006	0.003	0.006	0.003	0.002	0.003	0.005	0.006	0.001	0.005	0.002
14	0.004	0.006	0.003	0.006	0.003	0.002	0.004	0.005	0.007	0.001	0.005	0.002
15	0.005	0.006	0.004	0.005	0.003	0.002	0.005	0.005	0.007	0.001	0.005	0.002
16	0.006	0.006	0.004	0.005	0.003	0.003	0.005	0.004	0.007	0.001	0.003	0.002
17	0.006	0.008	0.004	0.006	0.002	0.004	0.004	0.005	0.007	0.001	0.001	0.003
18	0.005	0.007	0.005	0.007	0.003	0.003	0.004	0.005	0.007	0.001	0.002	0.003
19	0.006	0.007	0.004	0.007	0.003	0.004	0.005	0.005	0.007	0.002	0.002	0.003
20	0.006	0.007	0.004	0.007	0.003	0.003	0.005	0.005	0.009	0.002	0.003	0.003
21	0.006	0.005	0.006	0.006	0.004	0.004	0.005	0.005	0.009	0.002	0.004	0.003
22	0.006	0.007	0.004	0.006	0.003	0.004	0.005	0.006	0.007	0.002	0.004	0.003
23	0.006	0.007	0.004	0.006	0.005	0.004	0.005	0.006	0.007	0.002	0.004	0.003
24	0.006	0.007	0.005	0.006	0.004	0.005	0.003	0.007	0.006	0.002	0.004	0.003
25	0.006	0.007	0.006	0.007	0.003	0.005	0.003	0.006	0.003	0.002	0.004	0.001
26	0.006	0.006	0.005	0.009	0.004	0.002	0.004	0.006	0.001	0.002	0.005	0.001
27	0.006	0.004	0.006	0.008	0.005	0.004	0.005	0.007	0.001	0.002	0.005	0.001
28	0.006	0.005	0.005	0.007	0.005	0.005	0.005	0.007	0.001	0.002	0.005	0.002
29	0.005	0.006	0.006	0.007	0.005	0.005	0.005	0.009	0.001	0.002	0.005	0.001
30	0.005		0.006	0.003	0.005	0.005	0.002	0.007	0.002	0.002	0.006	0.001
31	0.004		0.006		0.007		0.004	0.003		0.003		0.001

Remont NEK 2020: Remonta v letu 2020 ni bilo!

Tabela 69: Zvišanje temperature mali hladilni sistem SW – MM1 za leto 2020 (vir: NLZOH /237/)

	JANUAR	FEBRUAR	MAREC	APRIL	MAJ	JUNIJ	JULIJ	AVGUST	EPTEMBE	OKTOBER	OVEMBE	DECEMBEF
1	2.8	2.7	2.5	2.5	2.4	2.5	2.4	2.4	2.4	2.5	2.4	2.6
2	2.7	2.6	2.5	2.5	2.4	2.4	2.5	2.3	2.4	2.5	2.4	2.6
3	2.7	2.6	2.5	2.6	2.4	2.5	2.4	2.4	2.4	2.5	2.4	2.8
4	2.7	2.6	2.5	2.6	2.3	2.4	2.4	2.5	2.4	2.4	2.5	2.6
5	2.7	2.6	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.7	2.4	2.5	2.4	2.6
6	2.7	2.6	2.5	2.5	2.4	2.6	2.4	2.6	2.3	2.5	1.8	2.6
7	2.7	2.6	2.5	2.5	2.3	2.4	2.2	3.1	2.3	2.4	2.5	2.5
8	2.8	2.7	2.5	2.5	2.3	2.5	2.4	2.4	2.3	2.4	2.5	2.5
9	2.8	2.7	2.5	2.5	2.3	2.5	2.2	2.2	2.3	2.5	2.5	2.5
10	2.9	2.6	2.5	2.6	2.4	2.5	2.5	2.2	2.3	2.5	2.5	2.4
11	2.8	2.6	2.5	2.5	2.3	2.5	2.4	2.3	2.3	2.5	2.5	1.7
12	2.8	2.6	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.2	2.5	2.6	2.6	2.5
13	2.8	2.6	2.5	2.5	2.3	2.5	2.4	2.2	2.4	2.5	2.6	2.5
14	2.8	2.5	2.4	2.5	2.6	2.4	2.5	2.2	2.4	2.6	2.5	2.5
15	2.8	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.5	2.2	2.5	2.5	2.5	2.7
16	2.8	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.5	2.2	2.5	2.2	2.5	2.7
17	2.8	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.1	2.2	2.4	2.4	2.4	2.8
18	2.7	2.6	2.5	2.6	2.5	2.4	2.4	2.2	2.5	2.4	2.5	2.7
19	2.7	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.2	2.5	2.4	2.5	2.6
20	2.7	2.6	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.2	2.4	2.4	2.5	2.6
21	2.8	1.9	2.5	2.5	2.4	2.5	2.4	2.2	2.6	2.4	2.5	2.6
22	2.7	2.5	2.5	2.5	1.8	2.5	2.4	2.3	2.5	2.3	2.6	2.6
23	2.7	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.3	2.2	2.5	2.3	2.6	2.6
24	2.7	2.5	2.6	2.5	2.4	2.4	2.5	2.2	2.5	2.3	2.6	2.6
25	2.7	2.6	2.6	2.5	2.4	2.4	2.4	2.2	2.5	2.3	2.7	2.6
26	2.7	2.6	2.6	2.5	2.4	1.6	2.5	2.2	2.6	2.5	2.8	2.6
27	2.7	2.5	2.8	2.5	2.4	2.5	2.5	2.3	2.4	2.4	2.9	2.6
28	2.7	2.5	2.6	2.5	2.5	2.4	2.4	2.3	2.5	2.4	2.6	2.5
29	2.7	2.5	2.6	2.5	2.4	2.4	2.4	2.5	2.5	2.4	2.4	2.5
30	2.6		2.6	1.6	2.4	2.3	2.4	2.4	2.5	2.4	2.6	2.7
31	2.0		2.6		2.4		2.3	2.3		2.4		2.5

Remont NEK 2020: Remonta v letu 2020 ni bilo!

Iztok V7-7 - Izpust hladilne vode

Rezultati spremljanja emisij odpadnih voda na merilnem mestu MM3 (V7-7) v letu 2020 so podani v tabeli v nadaljevanju (Tabela 70).

Tabela 70: Rezultati spremljanja emisij odpadnih voda na merilnem mestu MM3 (V7-7) v letu 2020 (vir: /237/)

		Koledarski meseci											
Parameter	MVE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Temperatura	43 °C	18,2	22,2	19,7	26,6	27,4	25,1	24,1	32,8	30,6	23,7	21,1	21,1
pH	6,5-9,0	8,4	8,2	7,9	8,8	8,8	8,1	8,2	8,3	8,0	8,2	7,8	8,1
Usedljive snovi	0,5 ml/l	LOD	LOD	LOD	LOD	LOD	LOD	LOD	LOD	LOD	0,1	0,1	***1,4***
Neraztopljene snovi	80 mg/l	2	2,5	4,6	6,1	2	7,4	4,0	6,2	3,0	38	47	***340***
Strupenost za vodne bolhe	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
KPK	120 mg/l												
BPK_5	25 mg/l	LOD	2,0	2,0	2,0	LOD	2,0	2,0	2,0	2,0	LOD	2,0	2,2
AOX	(a)												
Prosti klor	0,3 mg/l	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Koledarski meseci													
Pretok Save – 24 urno povprečje	m3/s	130,3	94,2	199,5	87,0	126,1	209,1	135,2	122,6	164,4	379,1	165,5	338,1

LOD ali podčrtano – med mejo zaznavnosti in mejo določljivosti; LOD – pod mejo zaznavnosti, poudarjeno, rdeče in poševno- nad mejno vrednostjo; KPK v besedilu

AOX in brom se analizirajo 4 x na leto v času dodajanja biocidov natrijevega hipoklorita in natrijevega bromida.

(a) V odpadni vodi ne sme biti nobenih spojin AOX, razen tistih, ki jih vsebuje surova voda. V primeru sunkovne obdelave velja MVE 0,15 mg/l

Vrednotenje po 10. členu (preseganje mejnih vrednosti)

V skladu z 10. členom Uredbe o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (UL RS, št. 64/12, 64/14 in 98/15) je naprava na tem iztoku v letu 2020 presegla mejne vrednosti, ki jih določa Okoljevarstveno dovoljenje št.: 35441-103/2006-24; 35402-10/2010-4; 35441-103/2006-33; 35444-11/2013-3, in sicer 1x v parametru neraztopljene snovi in 1x v parametru usedljive snovi.

Izmerjene vrednosti KPK so:

- <5 mg/l O_2
- 6 mg/l O_2
- 7 mg/l O_2
- 7 mg/l O_2
- 7 mg/l O_2
- 7 mg/l O_2
- 8 mg/l O_2
- 7 mg/l O_2
- 7 mg/l O_2
- 9 mg/l O_2
- 18 mg/l O_2
- 36 mg/l O_2

Vrednotenje po 11. členu (ugotavljanje čezmerne obremenitve)

V skladu z 11. členom Uredbe o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (UL RS, št. 64/12, 64/14 in 98/15) je naprava na tem iztoku v letu 2020 čezmerno obremenila okolje, ker je parameter neraztopljene snovi v eni meritvi presegal mejno vrednost za več kot 50 % in ker je parameter usedljive snovi v eni meritvi presegal mejno vrednost za več kot 50 %. Pregled merilnih podatkov za obdobje 2015 – 2020 je pokazal eno prekoračitev v letu 2016. Kot je predhodno razloženo, prekoračitve niso posledica emisij ali dejavnosti NEK.

V letu 2019 naprava na tem iztoku ni čezmerno obremenjevala okolja.

Tabela 71: Emisijski delež oddane toplote - veliki hladilni sistem CW za leto 2020 (vir: NLZOH /237/)

	JANUAR	FEBRUAR	MAREC	APRIL	MAJ	JUNIJ	JULIJ	AVGUST	SEPTEMBER	OKTOBER	NOVEMBER	DECEMBER
1	0.4	1.0	0.7	1.0	0.8	1.0	1.0	1.0	0.3	0.4	0.5	1.0
2	0.5	1.0	0.2	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	0.4	0.5	0.5	1.0
3	0.5	1.0	0.1	1.0	1.0	1.0	0.5	0.7	0.6	0.5	0.5	1.0
4	0.5	1.0	0.2	1.0	1.0	0.9	0.7	0.3	0.6	0.2	0.7	1.0
5	0.5	1.0	0.2	0.8	1.0	0.5	0.9	0.3	0.8	0.2	0.7	0.8
6	0.6	0.9	0.3	0.7	0.9	0.2	1.0	0.5	0.9	0.2	0.6	0.2
7	0.6	1.0	0.3	1.0	0.9	0.3	0.3	0.6	0.7	0.2	0.6	0.1
8	0.6	0.9	0.3	1.0	0.9	0.3	0.4	0.7	0.7	0.2	0.8	0.1
9	0.6	1.0	0.4	1.0	0.9	0.2	0.8	0.9	1.0	0.3	0.6	0.1
10	0.7	1.0	0.4	0.9	0.9	0.2	0.9	0.9	0.9	0.3	0.8	0.2
11	0.8	1.0	0.5	0.9	0.9	0.2	0.9	0.9	1.0	0.2	0.8	0.2
12	0.7	0.7	0.6	0.8	0.6	0.3	0.6	0.9	1.0	0.1	0.8	0.3
13	0.7	1.0	0.6	0.9	0.6	0.4	0.6	1.0	1.0	0.2	0.8	0.3
14	0.7	1.0	0.6	0.7	0.6	0.4	0.8	0.9	0.9	0.2	1.0	0.3
15	0.9	1.0	0.7	1.0	0.6	0.5	1.0	0.9	0.9	0.2	1.0	0.4
16	1.0	1.0	0.7	1.0	0.5	0.5	1.0	0.8	0.9	0.1	0.6	0.4
17	0.9	0.7	0.7	1.0	0.4	0.6	0.9	1.0	0.9	0.2	0.2	0.4
18	0.9	0.7	0.8	0.9	0.5	0.6	0.8	0.9	0.9	0.2	0.4	0.4
19	1.0	0.6	0.7	1.0	0.5	0.8	1.0	1.0	1.0	0.3	0.4	0.5
20	0.9	0.7	0.8	0.9	0.5	0.6	1.0	1.0	0.8	0.3	0.5	0.6
21	0.9	0.9	1.0	0.8	0.6	0.7	1.0	0.9	0.8	0.3	0.7	0.5
22	1.0	0.9	0.7	0.8	0.7	0.7	1.0	0.9	0.7	0.4	0.6	0.6
23	1.0	0.9	0.8	0.8	1.0	0.8	1.0	0.9	0.6	0.4	0.7	0.6
24	1.0	0.9	0.8	0.8	0.7	0.9	0.6	0.9	0.9	0.4	0.8	0.6
25	1.0	0.9	1.0	0.8	0.6	0.9	0.5	0.9	0.5	0.3	0.7	0.2
26	1.0	0.9	0.9	0.7	0.7	0.5	0.7	0.9	0.2	0.4	0.9	0.2
27	1.0	0.7	1.0	0.6	1.0	0.7	1.0	0.9	0.2	0.3	0.9	0.3
28	1.0	0.9	0.9	0.6	1.0	0.9	0.9	0.9	0.3	0.3	0.9	0.3
29	0.8	1.0	1.0	0.6	1.0	1.0	1.0	1.0	0.2	0.3	1.0	0.2
30	0.8		1.0	0.7	1.0	1.0	0.4	0.9	0.3	0.4	1.0	0.0
31	0.9		1.0		0.9		0.8	0.5		0.5		0.1

Remont NEK 2020: Remonta v letu 2020 ni bilo!

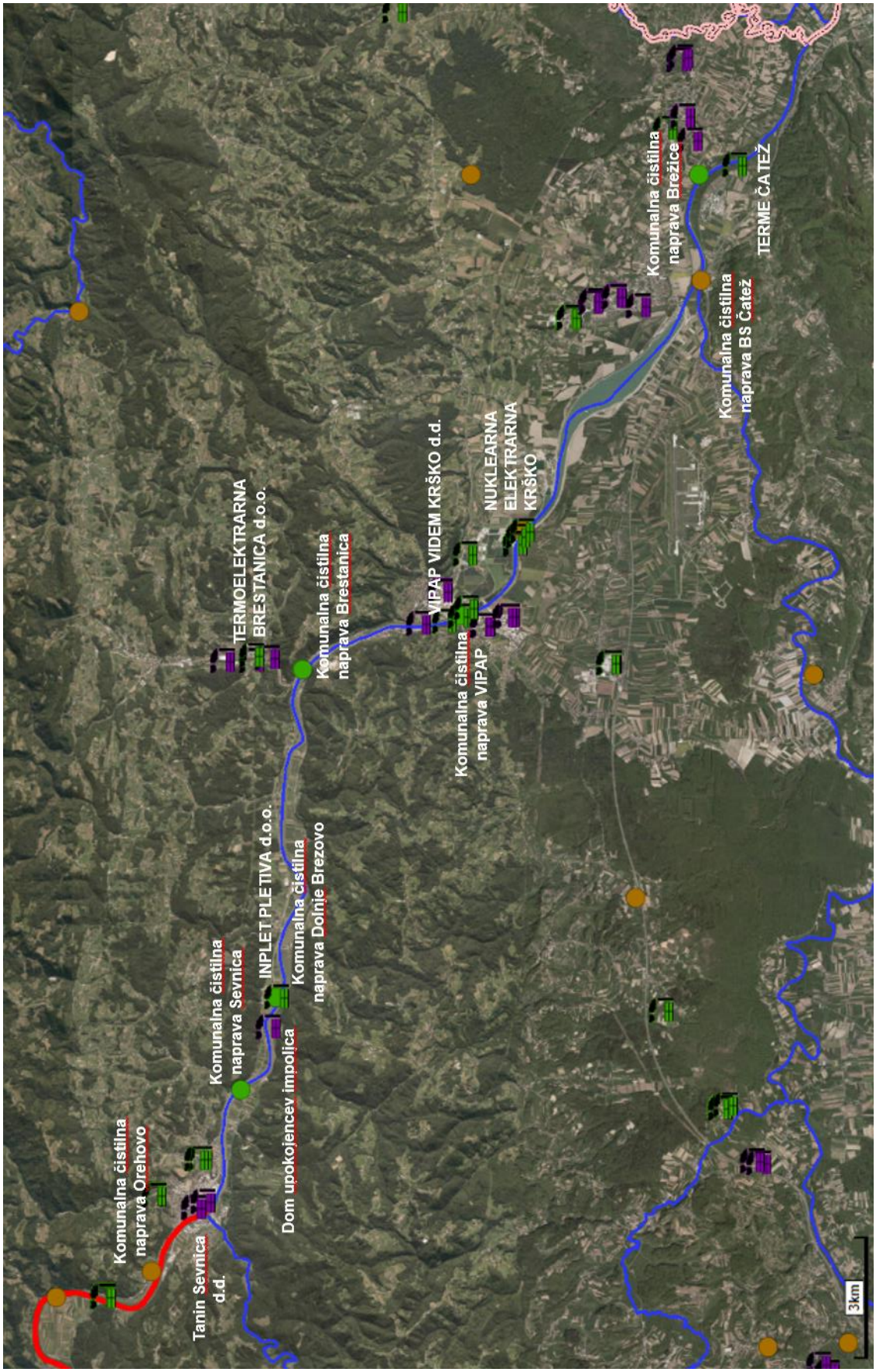
Tabela 72: Letna izpuščanja odpadnih voda v obdobju od leta 2015 do 2020

Izpuščanje odpadnih voda, 1000 m^3/leto	V1-1	V2, V3, V4, V5, V6	V7-7	V7-10	V7-11	V9
2015	21.766	105	609.465	20.299	4	10
2016	22.249	120	598.714	27.726	4	10
2017	22.007	159	603.397	54.586	4	10
2018	21.394	146	655.863	30.060	4	10
2019	21.203	140	654.246	26.496	4	10
2020	20.835	170	725.562	22.225	4	10

Podatki o količinah izpuščenih odpadnih voda so povzeti po letnih poročilih o obratovalnem monitoringu odpadnih vod NEK.

Drugi viri izpuščanja odpadnih voda v vodno telo Sava Krško – Vrbina

Viri emisij odpadnih voda na širšem območju NEK so prikazani na naslednji sliki, letne količine odpadnih voda iz teh virov v letu 2019 pa v tabeli v nadaljevanju (Tabela 73).



Slika 46: Iztoki v reko Savo na širšem območju NEK (vir: /60/

Tabela 73: Letne količine odpadnih voda v reko Savo s širšega območja NEK v letu 2019 (vir: /60/)

Izpusti odpadnih voda v Savo	**Količine izpuščanja odpadnih voda, m^3/leto**
Komunalna čistilna naprava Orehovo, sekundarna stopnja čiščenja	3194 27 PE
Tanin Sevnica d.d.	Hladilna voda vakuumskih črpalk in hladilnika kondenzatov: 44.000 (izpust v potok Sevnična)
Komunalna čistilna naprava Sevnica, sekundarna stopnja čiščenja	970.800 6339 PE
Dom upokojencev impoljca, pralnica perila	25.979
INPLET PLETIVA d.o.o.	125.163
Komunalna čistilna naprava Dolnje Brezovo, terciarna stopnja čiščenja	158.119 1880 PE
Komunalna čistilna naprava Brestanica, sekundarna stopnja čiščenja	520.800 2142 PE
TERMOELEKTRARNA BRESTANICA d.o.o.	40 (izpust v Brestaniški potok)
VIPAP VIDEM KRŠKO d.d., proizvodnja papirja in kartona	V1 - Kanal KIIT (MMV1): 782.414 V2 - Kanal KVT - čistilna naprava (MMV2): 3.856.425
Komunalna čistilna naprava VIPAP, terciarna stopnja čiščenja	5.010.585 (180.084 PE)
Komunalna čistilna naprava BS Čatež, sekundarna stopnja čiščenja	2946 69 PE
Komunalna čistilna naprava Brežice, terciarna stopnja čiščenja (izpust: ponikanje)	1.456.389 17.562 PE
TERME ČATEŽ	V2 - Bazenske OV - odtok V1-2 (OV iz notranjih bazenov): 461.900 V1 - Bazenska OV-odtok V1-1 (OV iz zunanjih bazenov): 479.100 Odpadne vode iz komunalne čistilne naprave: 198.000

4.4.5 Kakovost zraka

4.4.5.1 Kakovost zunanjega zraka

Slovenija je po Uredbi o kakovosti zunanjega zraka (UL RS, št. 9/11, 8/15, 66/18) za ocenjevanje kakovosti zraka razdeljena na dve območji in dve aglomeraciji, ki sta različni za težke kovine in za druga onesnaževala. Za ocenjevanje kakovosti zunanjega zraka glede na ravni SO_2, NO_2, NO_x, CO, O_3,C_6H_6, PM_{10}, $PM_{2,5}$ in BaP je razdeljena na celinski del (SIC) ter primorski (SIP) del. Za težke kovine je zaradi svoje specifike iz območja celotne Slovenije izvzeta Zgornja Mežiška dolina, ki se obravnava ločeno, ostali deli Slovenije pa se nahajajo v območju SITK (območje težke kovine).

Glede na Uredbo o kakovosti zunanjega zraka (UL RS, št. 9/11, 8/15, 66/18) se občina Krško uvršča:
- v celinsko območje (SIC) glede na žveplov dioksid, dušikov dioksid, dušikove okside, delce PM_{10} in $PM_{2,5}$, benzen, ogljikov monoksid ter benzo(a)piren.
- v območje težke kovine (SITK) glede na svinec, arzen, kadmij in nikelj.

Posamezno območje, podobmočje ali aglomeracija se razvrsti v I. ali II. stopnjo onesnaženosti zraka:
- I. stopnja onesnaženosti zraka se določi, če raven onesnaževala presega mejne ali ciljne vrednosti ali če obstaja tveganje, da bo raven onesnaževala presegla alarmno vrednost;

- II. stopnja onesnaženosti zraka se določi, če raven onesnaževala ne presega mejne ali ciljne vrednosti.

Z Odredbo o razvrstitvi območij, aglomeracij in podobmočij glede na onesnaženost zunanjega zraka (UL RS, št. 38/17, 3/20, 152/20) so za območje SIC in SITK določene stopnje onesnaženosti zraka in razvrstitev glede na spodnji in zgornji ocenjevalni prag, kot je prikazano v tabelah v nadaljevanju.

Tabela 74: Stopnja onesnaženosti zraka v podobmočju SIC in SITK glede na mejne vrednosti

Oznaka	SO_2	NO_2	NO_x	PM_{10}	$PM_{2,5}$	Svinec	CO	Benzen
SIC	II	II	II	/	II	/	II	II
SIC razen SIC_CE, SIC_MS, SIC_ZS	/	/	/	II	/	/	/	/
SITK	/	/	/	/	/	II	/	/

Legenda: II = pod mejno vrednostjo, / = ni relevantno

Tabela 75: Stopnja onesnaženosti zraka v podobmočju SIC in SITK glede na ciljne vrednosti

Oznaka	Ozon	Arzen	Kadmij	Nikelj	Benzo(a)piren
SIC	I	/	/	/	II
SIC razen SIC_CE, SIC_MS, SIC_ZS	/	/	/	/	/
SITK	/	II	II	II	/

Legenda: I = nad mejno vrednostjo, II = pod mejno vrednostjo, / = ni relevantno

Tabela 76: Ravni onesnaževal v zunanjem zraku v območju SIC glede na spodnji in zgornji ocenjevalni prag

Oznaka	SO_2	NO_2	NO_x	PM_{10}	$PM_{2,5}$	Svinec	CO	Benzen	Arzen	Kadmij	Nikelj	Benzo(a)piren
SIC	1	2	2	3	3	/	1	1	/	/	/	3
SITK	/	/	/	/	/	1	/	/	1	2	1	/

Legenda:
1 = pod spodnjim ocenjevalnim pragom, 2 = med spodnjim in zgornjim ocenjevalnim pragom, 3 = nad zgornjim ocenjevalnim pragom, / = ni relevantno

4.4.5.2 Obstoječe emisije iz industrijskih virov

V naslednji tabeli so prikazani podatki iz uradnih evidenc Agencije RS za okolje o letnih količinah izpuščenih snovi v zrak iz izpustov naprav in oceni razpršenih emisij v letu 2019 nosilca obravnavanega posega in drugih naprav v neposredni okolici - v radiju ca. 2000 m od obravnavane lokacije, ki so zavezanci za emisijski monitoring snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja. /55/

Tabela 77: Letne količine izpuščenih snovi v zrak iz izpustov naprav in ocena razpršenih emisij v letu 2019 - zavezanci za emisijski monitoring v bližnji okolici (vir: ARSO /55/)

Zavezanec	Onesnažilo	Emisija snovi iz izpustov (kg)	Ocena razpršene emisije (kg)
AVTOLINE KRŠKO trgovina in servis d.o.o.	celotni prah	5,86	0
CGP d.d. – Asfaltna baza Drnovo	VSOTA rakotvorne snovi III. nev. sk.	134,40	0
	dušikovi oksidi (NO in NO2), izraženi kot NO2	138,43	0
	celotni prah	307,20	0
	ogljikov monoksid (CO)	2.044,51	0
DS SMITH SLOVENIJA D.O.O.	celotni prah	11,10	0
FARME IHAN - KPM d.o.o. - Krško	amonijak (NH3)		7778
	metan (CH4)		11162
KEMOKOVINA KRŠKO D.O.O.	celotni prah	15,35	5
	organske spojine, izražene kot skupni organski ogljik (TOC)	99,67	0
Kostak d.d.	metan (CH4)		104500
	ogljikov dioksid (CO2)		396800
Kostak d.d. Spodnji Stari Grad	celotni prah	82,99	10
	amonijak (NH3)	823,54	99
	metan (CH4)	5.602,40	673
	organske spojine, izražene kot skupni organski ogljik (TOC)	8.736,00	1048
Krka d.d. Obrat Krško	poliklorirani dibenzodioksini (PCDD) in poliklorirani dibenzofurani (PCDF)	0,00006451	0
	metilklorid (CH2Cl)	19,35	0
	celotni prah	20,97	0
	ogljikov monoksid (CO)	322,56	0
	organske spojine, izražene kot skupni organski ogljik (TOC)	491,90	444
	dušikovi oksidi (NO in NO2), izraženi kot NO2	1.056,38	0
METALNA SENOVO, D.O.O.	celotni prah	125,40	50
RESISTEC UPR. d.o.o. & Co.k.d.	celotni prah	12,96	0
	organske spojine, izražene kot skupni organski ogljik (TOC)	1.163,36	0
Šumi bonboni d.o.o. PE Krško	celotni prah	43,58	0
TERMOELEKTRARNA BRESTANICA	žveplovi oksidi (SO2 in SO3), izraženi kot SO2	177,00	0
	celotni prah	376,26	0
	ogljikov monoksid (CO)	509,05	0
	dušikovi oksidi (NO in NO2), izraženi kot NO2	12.281,85	0
	dimno število		0
VIPAP VIDEM KRŠKO, Proizvodnja papirja in vlaknin d.d.	poliklorirani dibenzodioksini (PCDD) in poliklorirani dibenzofurani (PCDF)	0,00000189	0
	VSOTA Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V	2,17	0
	VSOTA rakotvorne snovi I. nev. sk.	4,10	0
	VSOTA prašnate anorg. snovi III.	6,07	0
	VSOTA prašnate anorg. snovi II.	21,08	0
	VSOTA prašnate anorg. snovi I. in II.	21,87	0
	VSOTA prašnate anorg. snovi I., II. in III.	27,94	0

Zavezanec	Onesnažilo	Emisija snovi iz izpustov (kg)	Ocena razpršene emisije (kg)
	anorganske spojine klora, če niso navedene v I. nevarnostni skupini, izražene kot HCl	120,00	0
	organske spojine, izražene kot skupni organski ogljik (TOC)	563,08	0
	celotni prah	14.545,70	138
	žveplovi oksidi (SO2 in SO3), izraženi kot SO2	62.774,00	0
	ogljikov monoksid (CO)	75.677,00	0
	dušikovi oksidi (NO in NO2), izraženi kot NO2	261.213,00	0
	fluor in njegove spojine, izražene kot HF		0
	talij in njegove spojine, izražene kot Tl		0
	VSOTA Cd, Tl		0
	živo srebro in njegove spojine, izražene kot Hg		0
Willy Stadler d.o.o.	celotni prah	15,68	0
	organske spojine, izražene kot skupni organski ogljik (TOC)		6213

Tabela 78: Skupna emisija snovi iz industrijskih virov v Občini Krško, kg/leto prijavljene v ARSO za leto 2019

	SO_2	NOx	CO	TOC	NH_3	TSP (celotni prah)
Emisija iz izpusta	62.951,0	274.689,7	78.553,1	11.054,0	823,5	15.563,0
Ocena difuzne emisije	0	0	0	7.705,0	7.877,0	203,0
Skupno	62.951,0	274.689,7	78.553,1	18.759,0	8.700,5	15.766,0

4.4.5.3 Obstoječe emisije iz prometa

Tudi promet na javnih cestah je vir emisij snovi v zrak. NEK se nahaja na levem bregu Save v industrijski coni Krško. Lokalna cesta vodi do NEK po krški obvoznici in povezuje regionalno cesto R1 Krško - Spodnja Pohanca. NEK ima tudi industrijski tir, ki jo povezuje z železniško postajo v Krškem. Glavna železniška proga Ljubljana - Zagreb - d. m. prehaja severno od NEK, železniška postaja Krško se nahaja približno 2.500 m severozahodno in je dostopna po R1, odsek 220.

Podatki o prometni obremenitvi regionalne ceste v okolici NEK so prikazani v naslednjih tabelah (Tabela 79 in Tabela 80), kjer je razviden pregled povprečnega letnega dnevnega prometa (PGDP) za obdobje 2015-2018 in pregled PLDP v letu 2018 po vrsti vozila za opazovani odsek prometa.

Tabela 79: Povprečni letni dnevni promet (PLDP) na regionalni cest v obdobju 2015 - 2018 (vir:/123/)

Kat. ceste	Štev. ceste	Štev. odseka	Prometni odsek	Številno mesto	Vsa vozila (PLDP)			
					2015	2016	2017	2018
R1	220	1334	Krško-spodnja Pohanca	367 Dolenja vas	5859	5904	5810	6026

Tabela 80: Povprečni letni dnevni promet (PGDP) na regionalnih cestah v bližini mesta intervencije glede na tip vozila v letu 2018 (vir:/123/)

Kat. in št. ceste prometni odsek	Vsa vozila (PLDP)	Motorji	Os. vozila	Avto busi	Lah. tov. <3,5t	Sr. tov. 3,5-7t	Tež. tov. >7t	Tov. S prik.	Vlačilci
R1 220 1334 Krško-spodnja Pohanca	6026	44	5.398	43	334	58	61	25	63

Iz tabele (*Tabela 80*) je razvidno, da je delež srednje težkih in težkih tovornih vozil v celotnem prometu na regionalnih cestah blizu NEK razmeroma majhen in večino prometa predstavlja promet osebnih vozil, za katerega je podana ocena emisij onesnaževal zraka.

Skupne letne emisije iz prometa osebnih avtomobilov na R1, 220, 1334, prometnem odseku Krško-Brežice, izračunane kot povprečna vrednost, z uporabo emisijskih faktorjev in podatkov o skupnem številu osebnih avtomobilov v letu 2018 ter podatkov o prometni obremenitvi in dolžini regionalnih ceste v višini 12.715 m so prikazane v tabeli (Tabela 81). Faktorji emisije temeljijo na COPERT 5 modelu prijavljenih nacionalnih emisij za osebna vozila v letu 2018 in na predpostavki strukture vozil /190/. Ocene emisij iz prometa osebnih avtomobilov vključujejo emisije pri izgorevanju goriva, emisije zaradi izhlapevanja bencina iz vozil na bencinski pogon, emisije zaradi obrabe pnevmatik in zavor ter emisije zaradi obrabe cest.

Tabela 81: Emisija snovi SO_2, NOx, NMVOC, PM_{10}, $PM_{2,5}$ in NMVOC iz cestnega prometa, osebna vozila v letu 2018, kg/leto

Vir	SO_2	NOx	CO	PM_{10}	$PM_{2,5}$	NMVOC
Promet osebnih vozil na R1, 220, 1334 Krško-Brežice	24,09	11.177,04	15391,55	1.858,82	1.031,29	2.643,91
Emisijski faktorji, kg/vozilo	0,0045	2,0706	2,8515	0,3444	0,1911	0,4898

4.4.5.4 Emisija iz proizvodnje električne in toplotne energije v Sloveniji

V letu 2018 sta obratovali dve termoelektrarni, Termoelektrarna Šoštanj (TEŠ) in Termoelektrarna Ljubljana (TE-TOL), pri čemer je TE-TOL za proizvodnjo električne in toplotne energije uporabljala izključno uvoženi premog z visoko neto kalorično vrednostjo in nizko vsebnostjo žvepla, TEŠ pa uporablja lignit iz domačega premogovnika ob sami termoelektrarni. Poleg omenjenih termoelektrarn obstaja tudi manjša elektrarna Brestanica - TEB, ki uporablja zemeljski plin in deluje predvsem kot pomožna elektrarna, kadar je potrebne več električne energije ali kadar se obnavlja katera druga elektrarna.

Skupna emisija SO_2, NOx, CO, PM_{10}, $PM_{2,5}$ v letu 2018 iz sektorja Proizvodnje električne in toplotne energije iz /190/ je prikazana v tabeli (Tabela 82).

Tabela 82: Emisija onesnaževalnih snovi SO_2, NO_x, CO, PM_{10}, $PM_{2.5}$ in NMVOC iz sektorja Proizvodnja električne in toplotne energije v letu 2019, kt/leto

Vir	SO_2	NOx	CO	PM_{10}	$PM_{2,5}$	NMVOC
Proizvodnja električne in toplotne energije	1,59	3,52	1,32	0,32	0,28	0,15

Glede na opazovane emisije snovi lahko zaključimo, da je Sektor Proizvodnje električne in toplotne energije ključni vir emisije SO_2, NOx, PM_{10} in $PM_{2,5}$ v Republiki Sloveniji za leto 2019.

4.4.5.5 Nacionalna emisija

Skupna nacionalna emisija SO_2, NOx, CO, PM_{10}, $PM_{2,5}$ in NMVOC v letu 2019 je prikazana v tabeli (Tabela 83) skupaj z deležem posega tj. izračunanih emisij med obratovanjem elektrarne in emisij med gradnjo suhega skladišča izrabljenega goriva.

Tabela 83: Nacionalna emisija snovi SO2, NOx, CO, PM_{10}, $PM_{2,5}$ in NMVOC, kt/leto in delež vseh opazovanih virov v skupni nacionalni emisiji v letu 2019

Vir	SO_2	NOx	CO	PM_{10}	$PM_{2,5}$	NMVOC
Nacionalna emisija	4,3	29,2	96,6	13,1	10,6	31,20
Delež sektorja Proizvodnja električne energije in toplote v nacionalni emisiji	36,9 %	12,0 %	1,4 %	2,4 %	2,6 %	0,5 %
Delež prometa osebnih vozil na R1, 220, 1334 Krško-Brežice	0,0005 %	0,04 %	0,02 %	0,014 %	0,010 %	0,008 %
Delež skupnih industrijskih emisij v nacionalni emisiji	1,7 %	1,0 %	0,1 %	-	-	0,1 %
Delež posega v nacionalni emisiji	0,009 %	0,002 %	0,0001 %	0,0002 %	0,0001 %	0,00002 %

4.4.5.6 Obstoječe emisije iz NEK – neradioaktivne snovi

Emisije snovi, ki vplivajo na kakovost zraka, so zelo majhne in so posledica zgorevanja fosilnih goriv na območju posega.

Emisija SO_2, NOx, CO, PM_{10} , $PM_{2,5}$ in NMVOC nastane iz naslednjih virov:

- Dizelski generatorji za zasilno napajanje (DG1 in DG2 po 3500 kW in DG3 4000 kW). Vklopijo se šele, ko elektrarna ostane brez lastnega napajanja in kadar ni mogoče zagotoviti zunanjega napajanja. Vsakih 18 mesecev se med remontom opravijo preskusi obratovalne pripravljenosti dizelskega generatorja. V obdobju od leta 2014 do 2019 je bila povprečna poraba dizelskega goriva 72,8 t/leto.
- Pomožna kotlovnica (dva kotla skupne moči 16.321 kW, vsak s približno 40 m visokim dimnikom), ki deluje v času remonta in občasno zagotavlja pomožno paro ob zagonu elektrarne za vzdrževanje toplega stanja turbinske naprave in drugih sistemov. V obdobju od 2014 do 2019 je bila povprečna poraba dizelskega goriva 125,6 t/leto.
- Notranji tovorni promet v obratu. NEK ima okoli deset vozil za interni prevoz in njihova emisija je skoraj zanemarljiva.
- Promet osebnih vozil na prostoru parkirišča. Emisija izvira iz vozil na kratkem odseku dostopne ceste in med parkiranjem (severna glavna dostopna cesta in severno parkirišče). To je zelo majhna emisija, desetkrat manjša od emisije iz nepremičnih virov (dizelski generatorji in pomožna kotlovnica), zato ni številčno izražena.

Dizelski motorji DG1, DG2 in DG3 ter kotlovnica po Uredbi o emisiji snovi v zrak iz srednjih kurilnih naprav, plinskih turbin in nepremičnih motorjev (UL RS, št. 17/18, 59/18) niso zavezani mejnim vrednostim emisije in niso obvezni izvajati merjenja emisije, ker obratujejo manj kot 300 ur letno in je njihov namen, da služijo kot rezervni vir. V zadnjih petih letih je kotel obratoval 778 ur, povprečno 155,6 ure na leto.

V tabeli (Tabela 84) so prikazane povprečne vrednosti skupne letne emisije, pri čem so upoštevani emisijski dejavniki in podatki o gorivih iz /190/.

Tabela 84: Emisija snovi SO_2, NO_x, PM_{10}, $PM_{2.5}$ in NMVOC iz NEK, kg/leto

Vir	SO_2	NOx	CO	PM_{10}	$PM_{2,5}$	NMVOC
Dizelski generatorji	145,6	198,2	49,4	9,8	2,4	2,4
Pomožna kotlovnica	251,1	341,7	85,2	16,8	4,2	4,2
Skupno	396,7	539,9	134,6	26,6	6,6	6,6

4.4.6 Ionizirajoče sevanje (radioaktivno sevanje)

V nadaljevanju podajamo vplive ionizirajočega sevanja na vse dejavnike okolja. Rezultate nadzora povzemamo po dokumentu: »Nadzor radioaktivnosti v okolici NEK, Poročilo za leto 2020 /87/.

4.4.6.1 Obstoječe emisije snovi v zrak iz NEK - radioaktivne snovi

Podatke o obstoječih emisijah radioaktivnih snovi v zrak, povzemamo po letnem poročilu radioaktivnih emisijah iz NEK, ki ga je pripravila NEK za leto 2020 /88/ in po dokumentu: »Nadzor radioaktivnosti v okolici NEK, Poročilo za leto 2020 /87/.

Vzorčenje emisij je potekalo na glavnem ventilacijskem kanalu NEK, kjer se odvzemajo vzorci za meritve joda, tritija (H-3), ogljika (C-14), aerosolov (aerosolni filtri v monitorju RM-24) ter opravljajo meritve žlahtnih plinov.

Doza zaradi skupne letne aktivnosti izpuščenih žlahtnih plinov za leto 2020 znaša približno 0,076 odstotka letne omejitve, kar je podobno kot leta 2019. Tudi če pogledamo leto 2018, 2017 in tudi druga leta so deleži izpuščenih žlahtnih plinov manj kot 0,1% letne omejitve.

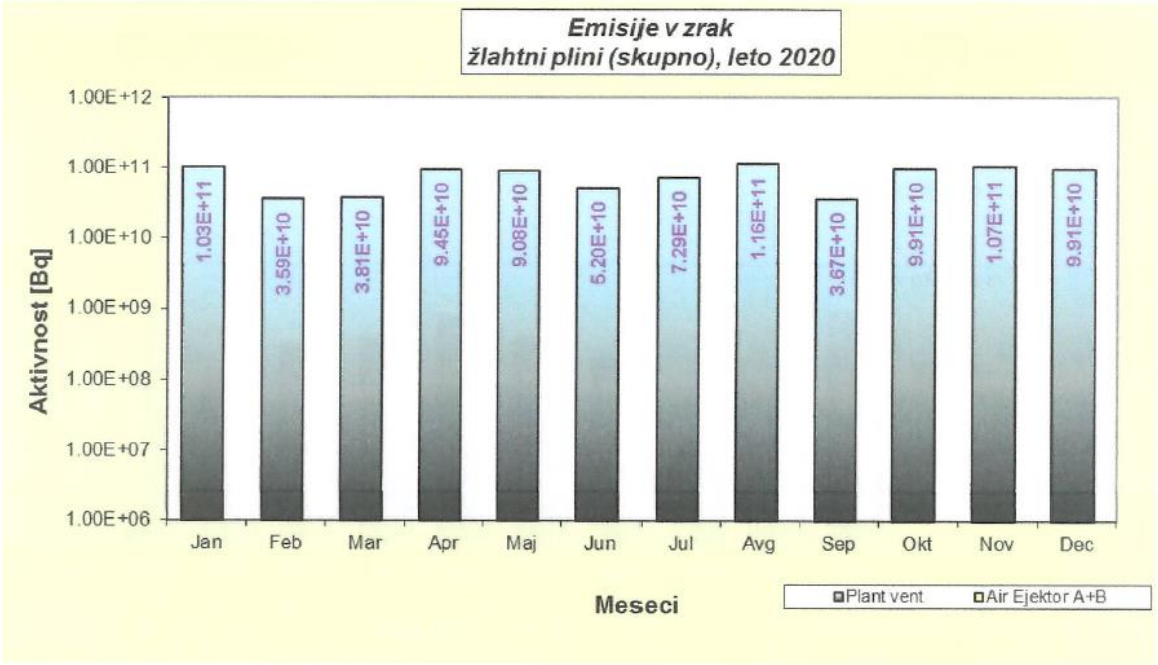
Izotopi radioaktivnega joda niso bili izmerjeni in zaznani, kar je eden od indikatorjev, ki kaže na ustrezno integriteto jedrskega goriva.

Radioaktivni izotopi kobalta in cezija, ki nastopajo v obliki prašnih delcev v zraku, so navedeni v okviru vrednosti na meji detekcije.

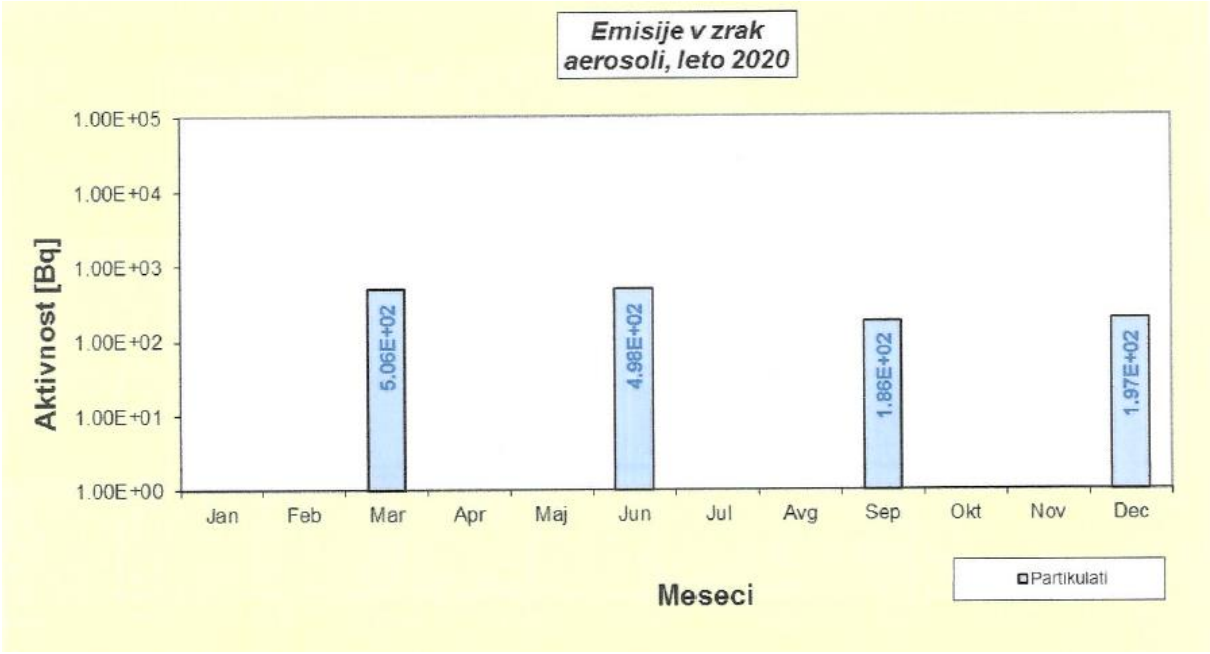
Tabela in slike v nadaljevanju prikazujejo podrobnejše podatke.

Tabela 85: Podatki o radioaktivnosti v izpustih v zrak za leto 2020

Radioaktivne snovi	letna omejitev	Izpuščena aktivnost	Odstotek omejitve
cepitveni in aktivacijski plini (skupaj)	doza < 50µSv	0,945 TBq	7,6 E-02
jodi (I-131 in ostali)	18,5 GBq (ekvivalent I-131)	0	0
prašni delci (kobalt, cezij...)	18,5 GBq	1,39 kBq	7,5 E-06
tritij (H-3)	-	3,45 TBq	-
ogljik (C-14)	-	19,8 GBq	-

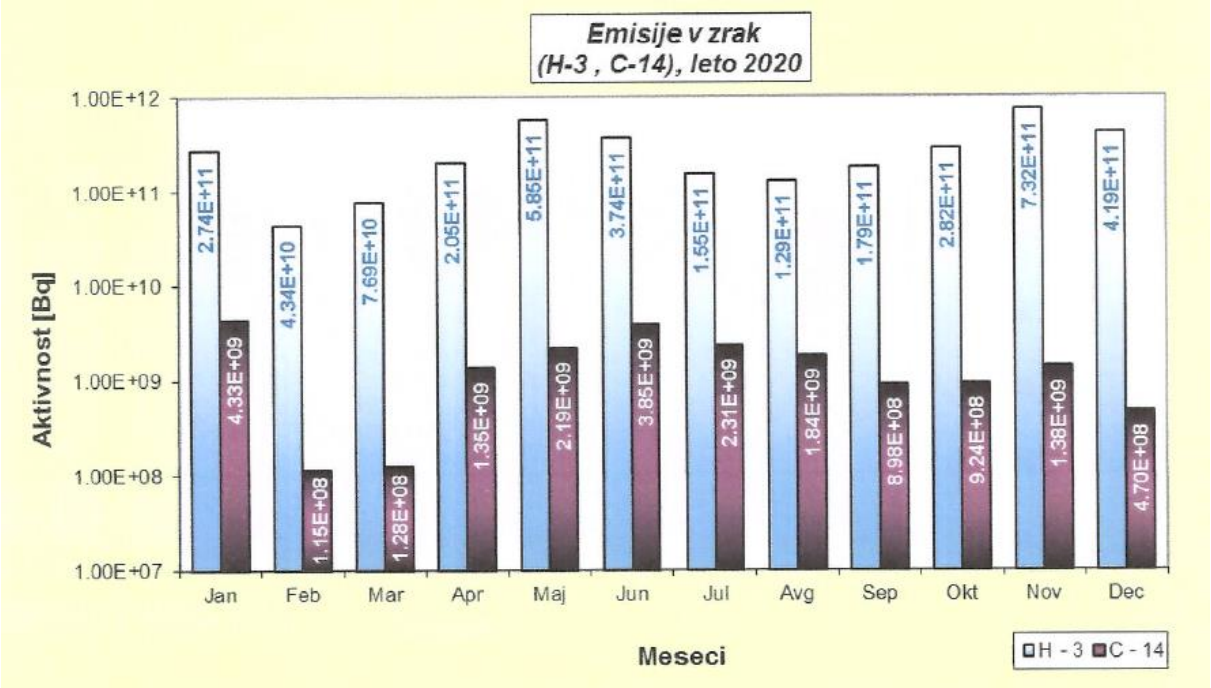


Slika 47: Mesečne aktivnosti žlahtnih plinov v izpustih v zrak 2020[13] *(vir: /88/)*



Slika 48: Mesečne aktivnosti partikulatov (aerosolov) v izpustih v zrak 2020 (vir: /88/)

[13] Plant vent - glavni ventilacijski kanal, Air Ejektor - odzračevanje kondenzatorja sekundarne strani.



Slika 49: Mesečne aktivnosti C-14 in H-3 v izpustih v zrak 2020 (vir: /88/)

Letna aktivnost C-14 v zračnih izpustih iz NEK je v letih, ko je remont, nekajkrat večja kot v letih, ko ni remonta. V letu 2019, ko je bil remont, je bila letna aktivnost C-14 v zračnih izpustih 74,7 GBq, v letu 2020, ko ni bilo remonta, pa 19,8 GBq. Čeprav se na prvi pogled zdi, da gre za veliko razliko, pa to pomeni le majhen prispevek k dozi in skoraj nepomembno razliko v celotnemu prispevku k dozni obremenjenosti referenčnega prebivalca.

Upoštevani so bili vsi tehnični normativi za obratovanje elektrarne, tako da trenutna koncentracija radioaktivnih izotopov v zraku oziroma hitrost doze na razdalji 500 metrov od reaktorja ni presegla predpisane vrednosti.

Plinske emisije

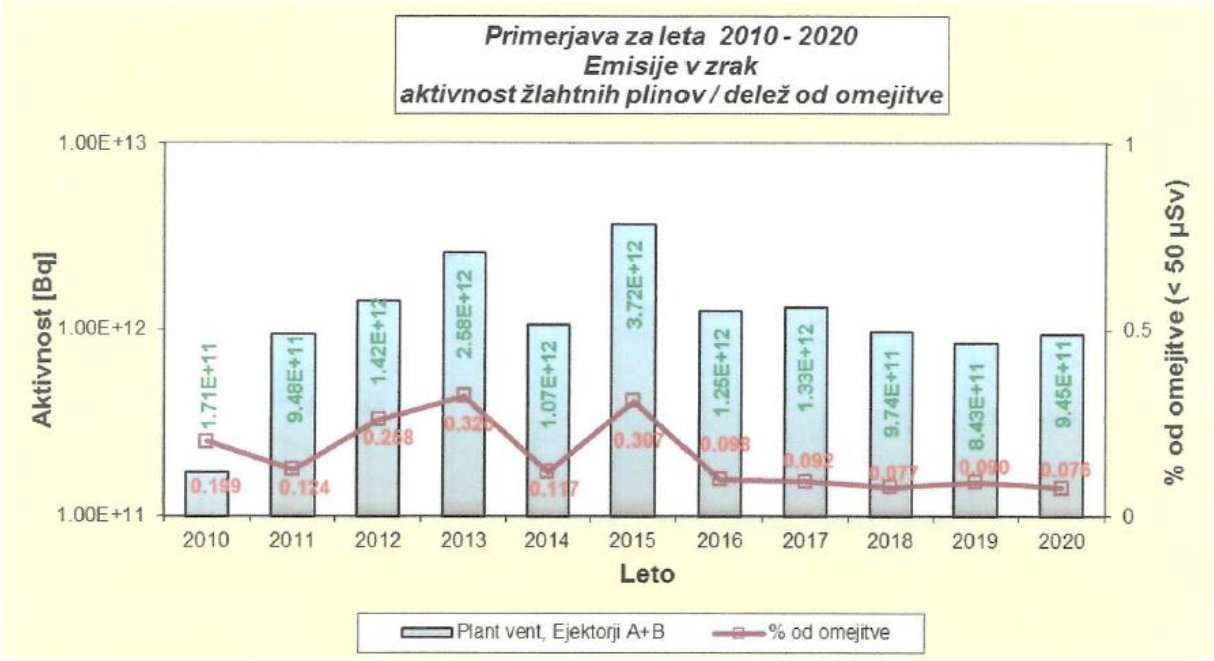
Aktivnost žlahtnih plinov v plinskih efluentih je bila v letu 2020 primerljiva s tisto iz prejšnjega leta, prav tako skupna aktivnost ekvivalenta I-131. Oba podatka potrjujeta ustrezno integriteto jedrskega goriva. Izpust zraka iz ejektorja na sekundarni strani ne vsebuje žlahtnih plinov v merljivih količinah, kar pomeni, da uparjalnika ne prepuščata s primarne na sekundarno stran.

Letna izpuščena aktivnost prašnih delcev - aerosolov je bila izredno nizka, skupna aktivnost je znašala 1,39 kBq oziroma okoli 8 milijonink % od letne omejitve, kar je praktično nemerljivo. Edini prispevek k tej aktivnosti predstavlja radionuklid Sr-90, ki je bil določen na IJS v filtrih glavnega izpuha NEK.

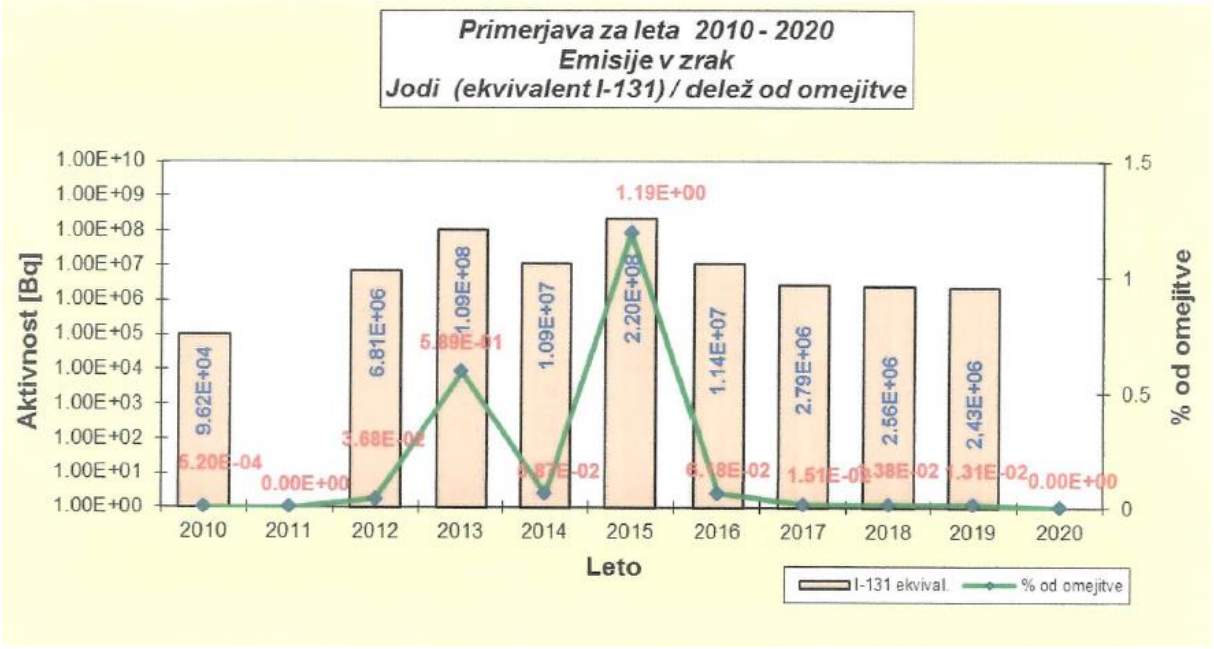
Skupni letni izpusti H-3 in C-14 v zrak so bili primerljivi z vrednostmi zadnjih let. Izmerjene aktivnosti so bile pričakovane.

Aktivnost sevalcev alfa v plinskih emisijah ni bila detektirana oziroma je bila za glavni ventilacijski kanal pod detekcijsko mejo 0,001 Bq/m^3.

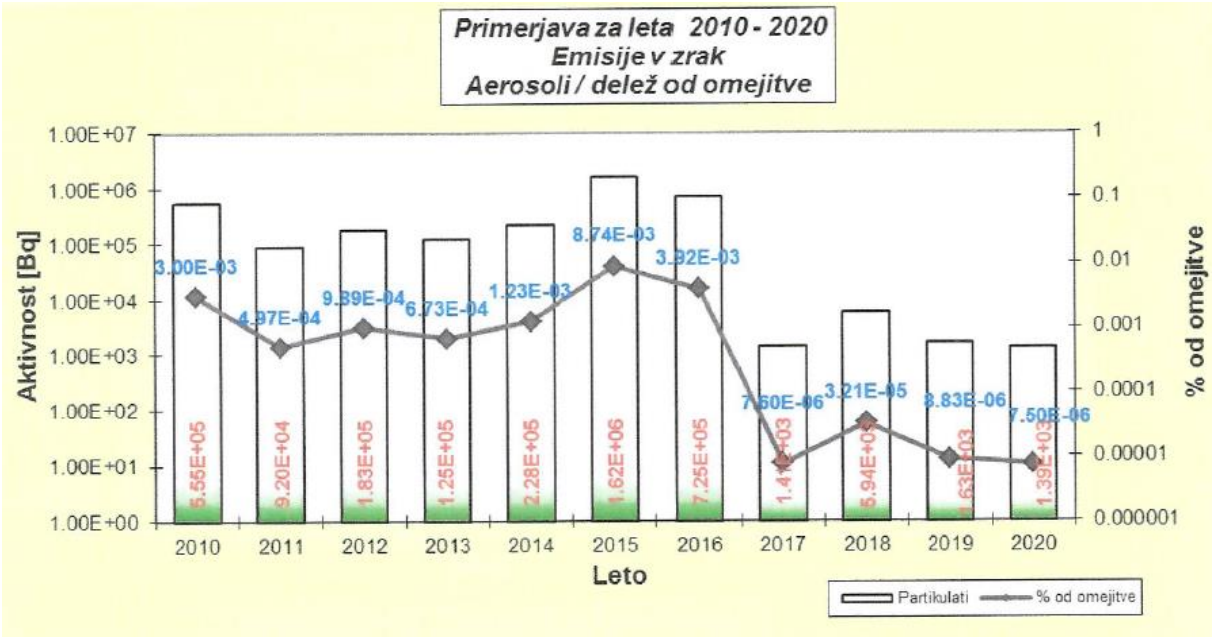
Primerjavo tekom posameznih let prikazujejo slike v nadaljevanju.



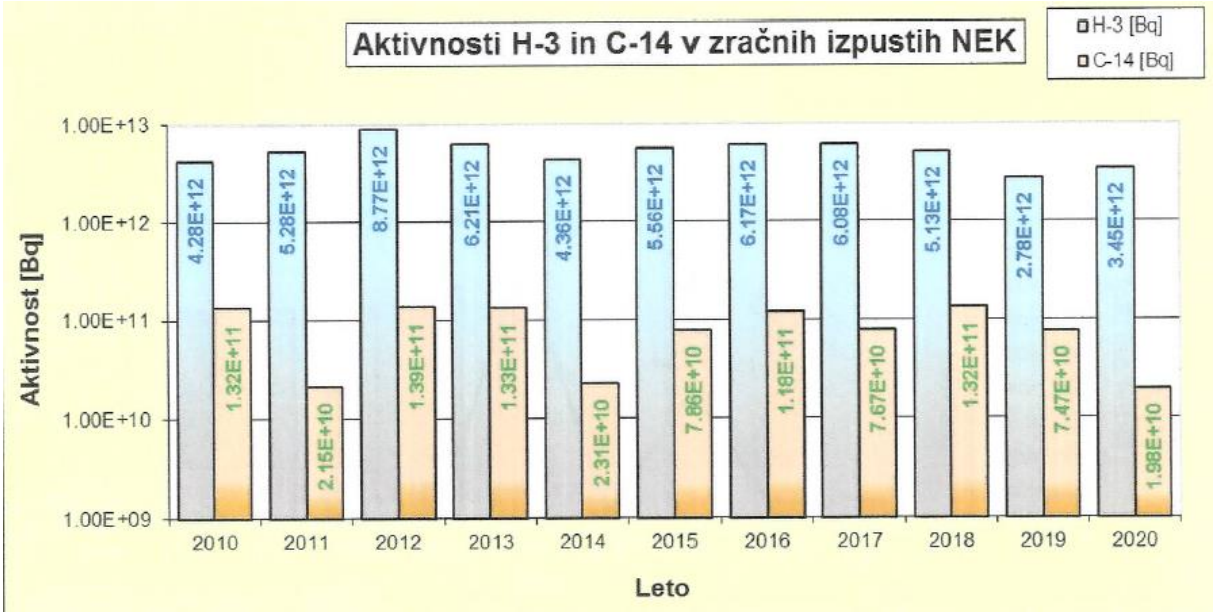
Slika 50: Letna primerjava aktivnosti žlahtnih plinov v izpustih v zrak (vir: /88/)



Slika 51: Letna primerjava aktivnosti I-131 v izpustih v zrak (vir: /88/)



Slika 52: Letna primerjava aktivnosti partikulatov (aerosolov) v izpustih v zrak (vir: /88/)



Slika 53: Letna primerjava aktivnosti C-14 in H-3 v izpustih v zrak (vir: /88/)

Emisiie radioaktivnih snovi v zrak se nadzira tudi z meritvami v okolici NEK, s čimer se spremlja razširjanje zračnih radioaktivnih izpustov v okolico.

V nadaljevanju so za leto 2020 povzeti rezultati nadzora po dokumentu: »Nadzor radioaktivnosti v okolici NEK, Poročilo za leto 2020 /87/. Radioaktivnost v zraku se spremlja na naslednjih lokacijah:

a) vzorčenje aerosolov se opravlja s kontinuirnim prečrpavanjem zraka skozi aerosolne filtre, ki se menjajo vsakih 15 dni; črpalke so postavljene na osmih lokacijah v okolici NEK (Spodnji Stari Grad, Krško – Stara vas, Leskovec, Brege, Vihre, Gornji Lenart, Spodnja Libna in referenčna lokacija Dobova) ter na kontrolni lokaciji v Ljubljani (nadzor radioaktivnosti v življenjskem okolju v Republiki Sloveniji);

b) vzorčenje joda I-131 se opravlja s posebnimi črpalkami in filtri, na istih lokacijah kot potek vzorčenje aerosolov (razen v Dobovi);
c) vzorčenje za specifično meritev Sr-90/Sr-89 se opravlja s posebno črpalko le v Dobovi;
d) meritve emisij se opravijo na glavnem oddušniku NEK, pri čemer se odvzemajo vzorci za meritev joda, tritija (H-3), ogljika (C-14), aerosolov ter opravljajo meritve žlahtnih plinov;
e) zbiranje vzorcev zračnega ogljika C-14 v CO_2 je kontinuirno potekalo na dveh mestih na ograji NEK. Kontrolne meritve so potekale v Zagrebu, R Hrvaška.

Meritve filtrov za aerosole in posebnih filtrov za I-131 se opravljajo z visokoločljivostno spektrometrijo gama, specifična meritev Sr-90/Sr-89 pa se opravlja s scintilacijskim spektrometrom beta. Radiokemijska analiza Sr-89/Sr-90 se opravi na istih vzorcih kot visokoločljivostna spektrometrija gama. Merjenje specifične aktivnosti C-14 v atmosferskem CO_2 poteka z uporabo tekočinsko scintilacijskega števca, pri čemer iz CO_2 tvorijo benzen.

Rezultati 2020

V zračnih izpustih iz NEK (4,5 TBq) je največ tritija H-3 (3,5 TBq) in C-14 (0,02 TBq). Njuno prisotnost v okolju ocenjujemo z uporabo modela razširjanja snovi po zraku na podlagi meritev na izviru, C-14 pa se tudi meri na dveh lokacijah znotraj ograje NEK.

Med obratovanjem so bili v izpuhu NEK v letu 2020 zaznani izpusti Co-60, Te-125, Te-127m, Cs-137 in Sr-90, vendar ti radionuklidi z izjemo zadnjih dveh niso bili detektirani na nobenem od sedmih merilnih mest v okolici NEK in v Ljubljani. Izračunane koncentracije aktivnosti Cs-137 in Sr-90 so na vzorčevalnih postajah najmanj tri rede velikosti nižje od izmerjenih vrednosti. Cs-137 in Sr-90 sta v okolju pretežno posledica splošne kontaminacije.

Povprečne mesečne koncentracije aktivnosti Cs-137 na lokacijah v okolici NEK v letu 2020 so bile nižje od dolgoletnih povprečij ter nižje kot drugod po Sloveniji. Domnevamo, da je prisotnost Cs-137 v zraku posledica uporabe trdih goriv (drva, briketi, peleti), manj pa resuspenzije prašnih delcev s tal.

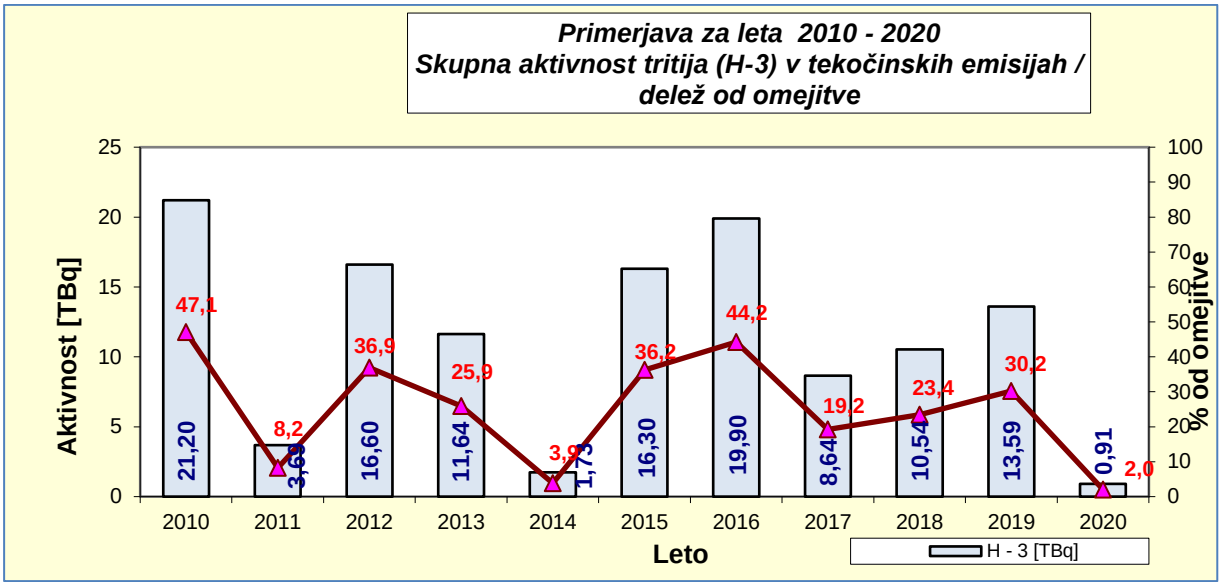
Meritve stroncija Sr-90 v okolju se izvajajo le v Dobovi, in še to v trimesečnih sestavljenih vzorcih. Povprečna koncentracija aktivnosti v letu 2020 je bila 0,07 μBq/m^3, vendar so bile vse meritve pod mejo detekcije. Večletno povprečje koncentracije aktivnosti za Sr-90 je manjše od 0,7 μBq/m^3. Radionuklid Sr-89 v letu 2020 v zračnih izpustih NEK ni bil zaznan.

Radionuklid I-131 v letu 2020 ni bil detektiran na nobenem od sedmih merilnih mest v okolici NEK, kjer so postavljene kombinirane črpalke (aerosolni filtri, ogleni filtri). Tudi zmogljivejše aerosolne črpalke na mestih v Dobovi (nadzor radioaktivnosti v okolju v okolici NEK) in Ljubljani (nadzor radioaktivnosti v okolju v RS) niso pokazale prisotnosti I-131 v zraku.

Meritve naravnih radionuklidov v aerosolih v vzorcih iz okolice NEK kažejo prisotnost radionuklidov, ki jih merimo v okviru nadzornih meritev tudi na drugih mestih v Sloveniji. Pri tem velja, da se povprečni koncentraciji aktivnosti Be-7 in Pb-210 v letu 2020 v okviru negotovosti povprečja dobro ujemata na vseh merilnih mestih v okolici NEK in Ljubljani. Povprečna koncentracija aktivnosti Be-7 v letu 2020 v okolici NEK je bila 3,4 mBq/m^3 , Pb-210 pa 0,6 mBq/m^3. V Ljubljani sta bili povprečni koncentraciji 4,6 mBq/m^3 in 0,8 mBq/m^3. Pri drugih naravnih radionuklidih (izotopi uranove in torijeve razpadne verige ter K-40) so bile razlike med posameznimi merilnimi mesti v okolici NEK nekaj večje, a še vedno v okviru merilnih negotovosti in pričakovanih odmikov, kar je posledica večje resuspenzije na obdelovanih kmetijskih površinah.

4.4.6.2 Obstoječe tekočinske emisije - radioaktivne snovi

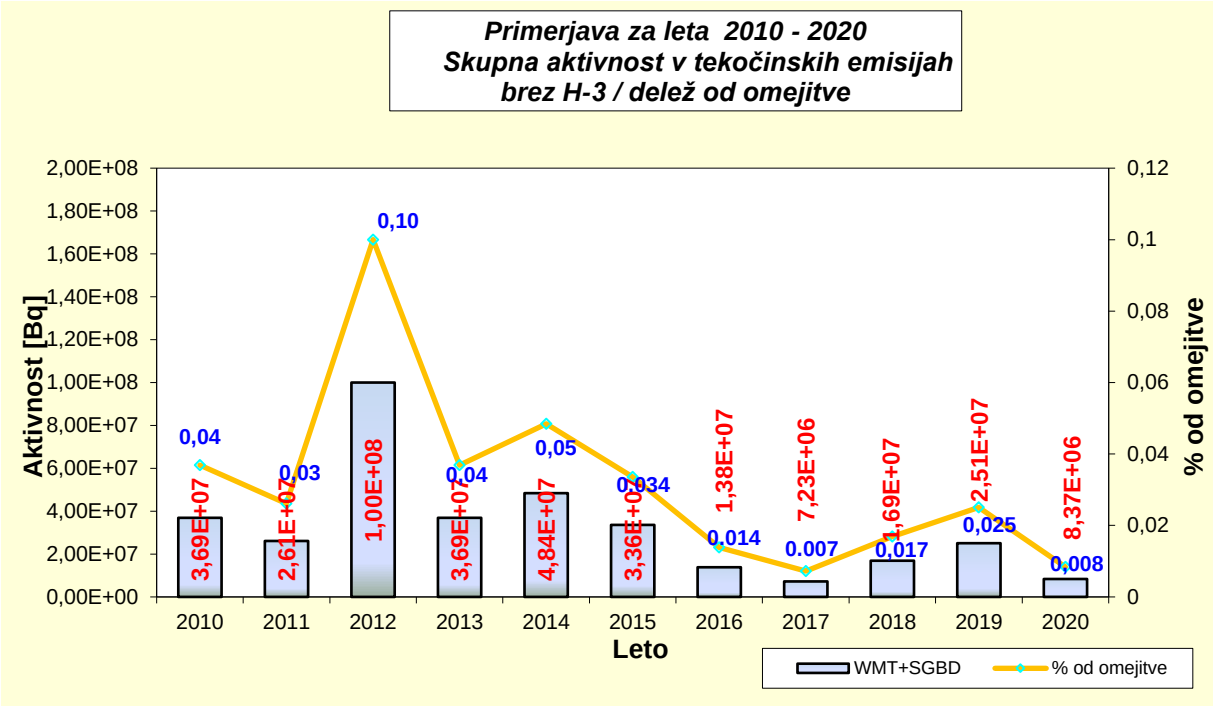
Na slikah v nadaljevanju (
Slika 54, Slika 55, Slika 56) so letne tekočinske emisije H-3 in C-14 (Letno poročilo o emisijah iz NEK, leto 2020), v tabeli (Tabela 86) pa letna povprečja /88/.



Slika 54: Skupna aktivnost H-3 v tekočinskih emisijah (vir: /88/)



Slika 55: Aktivnost C-14 v tekočinskih emisijah (vir: /88/)



Slika 56: Skupna aktivnost v tekočinskih emisijah brez H-3 (vir: /88/)

Tabela 86: Povprečne letne vrednosti tekočinskih emisij radioaktivnosti v obdobju 2010 – 2020 za H-3 in 2013-2019 za C-14.

	Povprečna letna vrednost	Delež od letne omejitve
Skupna aktivnost H-3	11,3 TBq	0,25
Skupna aktivnost C-14	1,7 GBq	n.a.
Skupna aktivnost brez H-3	33 MBq	0,033

4.4.6.3 Meritve radioaktivnosti v vodovodih in črpališčih

NEK, v okviru nadzora radioaktivnosti v okolici, opravlja tudi meritve radioaktivnega sevanja v vodovodih in črpališčih. Rezultate nadzora povzemamo po dokumentu: »Nadzor radioaktivnosti v okolici NEK, Poročilo za leto 2020 /87/. Vzorčenje je potekalo, kot sledi:

- posamični letni vzorci vode iz vodovoda v Ljubljani (referenčna lokacija);
- posamični četrtletni vzorci vode iz vodovodov v Krškem in Brežicah;
- mesečni sestavljeni vzorci črpališč v Bregah, Rorah, Brežicah ter vodovodov Spodnji Stari Grad in Brežice;
- vzorčevanje podtalnice v neposredni okolici elektrarne (četrtletni enkratni vzorci iz vrtine E1 znotraj ograje NEK in mesečni enkratni vzorci iz vrtine VOP-4, Vrbina) in na dveh lokacijah na Hrvaškem (vrtini Medsave in Šibice);
- mesečni vzorci vrtin VOP-1/06, V-7/77 in V-12/77.

Meritve vzorcev vključujejo določanje koncentracije aktivnosti sevalcev gama z visokoločljivostno spektrometrijo gama (VLG), določanje koncentracije aktivnosti tritija (H-3) s tekočinsko scintilacijsko spektrometrijo in določanje koncentracije aktivnosti Sr-90/Sr-89 z radiokemično separacijo in štetjem na proporcionalnem števcu. Radiokemijska analiza Sr-89/Sr-90 se opravi na istih vzorcih kot visokoločljivostna spektrometrija gama.

Rezultati za leto 2020

Med umetnimi radionuklidi sta bila v pitni vodi in podtalnici v letu 2020 izmerjena ali zaznana stroncij Sr-90 in cezij Cs-137. Slednji je bil večinoma zaznan, ne pa tudi izmerjen, ker so bile vrednosti pod mejo kvantifikacije. Tako kot predhodna leta pa jod I-131 v letu 2020 ni bil zaznan v nobenem vzorcu vodovodnih oziroma podzemnih vod. Izmerjen pa je bil H-3, ki je tako naravnega kot umetnega izvora.

Koncentracije aktivnosti tritija v pitni vodi v okolici NEK so istega velikostnega reda kot drugod po Sloveniji. Vrednosti tritija v črpališču v Bregah ali Spodnjem Starem Gradu, ki je povezan na krški vodovod, so najvišje v Sloveniji in so nedvomno posledica vpliva NEK, vendar tudi najvišje vrednosti še vedno dosegajo le slaba 2 % mejnih vrednosti EU-direktive za pitne vode (100 Bq/l).

V tabeli (Tabela 87) so srednje vrednosti koncentracije H-3 v črpališčih in vodovodih v okolici NEK od 2017 do 2020. Tu opazimo tri kategorije glede na koncentracije aktivnosti H-3: črpališče Brege in vodovod Spodnji Stari Grad, vodovod Brežice in črpališče Glogov Brod ter črpališče Rore. Srednje vrednosti za črpališče Rore, črpališče in vodovod Brežice v tem obdobju znatno ne spreminjajo, ker gre za vrtini, ki nista neposredno izpostavljeni atmosferskemu tritiju. V primeru črpališča Rore koncentracija H-3 ustreza naravni koncentraciji v površinskih vodah, v primeru Brežic pa gre za vodo, v kateri je večina tritija skoraj razpadla, ker voda pronica do globine vrtine več kot 20 let.

Tabela 87: Srednja vrednost koncentracij H-3 v črpališčih in vodovodih v okolici NEK za obdobje 2017 – 2020.

	Leto 2020 (Bq/m^3)	**Leto 2019 (Bq/m^3)**	**Leto 2018 (Bq/m^3)**	**Leto 2017 (Bq/m^3)**
ČRPALIŠČE BREGE	1473 ± 48	1319 ± 46	2043 ± 67	1846 ± 64
ČRPALIŠČE RORE	554 ± 18	620 ±24	600± 20	580 ± 22
VODOVOD SP. STARI GRAD	1058 ± 35	1177 ± 41	2010 ± 61	1746 ± 59
VODOVOD BREŽICE	99 ± 8	77 ± 41	83 ± 8	125 ± 11
ČRPALIŠČE BREŽICE	114 ± 27	81 ± 18	250 ± 52	125 ± 21

V zgornji tabeli je razvidno zmanjševanje srednje vrednosti v vzorcih iz črpališča Brege in vodovoda Spodnji Stari Grad. Ta vodovod oziroma vodovod Krško črpa vodo iz obeh črpališč, Brege in Rore, v letu 2020 povprečno približno v enakem razmerju. Letne povprečne koncentracije aktivnosti H-3 v padavinah so nekoliko višje za lokaciji Brege in Krško v primerjavi z Dobovo ali Ljubljano, kar lahko tudi vpliva na podtalnico na tej lokaciji.

Neposredni vpliv tekočinskih izpustov je možno zaznavati v nadzornih vrtinah v bližini reke Save. V letu 2020 je bil tekočinski izpust po aktivnosti eden nižjih v zadnjih dvajsetih letih. Korelacij med temi vrtinami blizu reke Save in izpusti tudi zato najbrž nismo opazili oziroma niso bile tako izrazite kot prejšnji dve leti, ko smo spremenjene vrednosti v nekaterih vrtinah povezovali s spremenjenim hidrološkim režimom na krško-brežiškem polju zaradi napolnitve akumulacije HE Brežice. Leto 2020 je bilo glede na razlike v koncentracijah aktivnosti v vrtinah mirno leto, saj so bile najvišje izmerjene koncentracije praktično istega velikostnega razreda kot koncentracije aktivnosti v reki Savi. Koncentracije aktivnosti tritija v VOP-4 in vrtini Medsave v letu 2020 niso bile korelirane med seboj in z izpusti iz NEK. V vrtini V-7/77, ki načeloma sledi izpustom NEK z večjo zakasnitvijo kot vrtini VOP-4 in Medsave, smo v letu 2020 opazili le relaksacijo in upad aktivnosti po večjih izpustih v letu 2019, ki so izzveneli v prvi polovici leta 2020.

4.4.6.4 Meritve radioaktivnosti v reki Savi

NEK v okviru nadzora radioaktivnosti v okolici opravlja tudi meritve radioaktivnosti v reki Savi. Rezultate nadzora povzemamo po poročilih: »Nadzor radioaktivnosti v okolici NEK, Poročilo za leto 2019 /71/ in Poročilo za leto 2020 /87/. Vzorčenje na reki Savi je poteka, kot sledi:

- kontinuirno vzorčevanje na štirih lokacijah (Krško – 3,2 km vzvodno, nad jezom HE Brežice – 7,2 km nizvodno, Brežice – 8,2 km nizvodno in Jesenice na Dolenjskem – 17,5 km nizvodno) za dolgožive radionuklide in enkratni vzorci nefiltrirane vode v Krškem, levem in desnem bregu akumulacijskega jezera, v nadomestnem habitatu, nad jezom HE Brežice, Breživcah, Jesenicah

na Dolenjskem in Podsusedu pri Zagrebu (HR, okrog 30 km nizvodno od NEK) za kratkožive radionuklide;
- enkratni četrtletni vzorci reke Save v Krškem in Brežicah;
- vzorčevanje sedimentov na desetih lokacijah (Krško vzvodno, pod jezom NEK, Pesje, na levem in desnem bregu akumulacijskega jezera HE Brežice, nad jezom HE Brežice, Brežice, Jesenice na Dolenjskem, Podsused - HR nizvodno);
- vzorci rib: Krško, akumulacijsko jezero, Brežice, Jesenice na Dolenjskem, Podsused (HR) in Otok (HR).

Meritve vzorcev vključujejo določanje koncentracije aktivnosti sevalcev gama z visokoločljivostno spektrometrijo gama (VLG), določanje koncentracije aktivnosti tritija (H-3) s tekočinskoscintilacijsko spektrometrijo in določanje koncentracije aktivnosti Sr-90/Sr-89 z radiokemično separacijo in štetjem na proporcionalnem števcu. Radiokemijska analiza Sr-89/Sr-90 se opravi na istih vzorcih kot visokoločljivostna spektrometrija gama.

Rezultati za leto 2019

Tritij (H-3) je redno prisoten v tekočinskih efluentih NEK. Največji mesečni tekočinski izpust H-3 v letu 2019 je bil v avgustu (5,6 TBq), kar je primerljivo z največjimi mesečnimi izpusti v letih 2016 in 2017. Skupni letni izpust 13,6 TBq je v okviru stresanja podatkov (disperzija je 6 TBq) primerljiv z dolgoletnim povprečjem (dolgoletno povprečje od 2002 do 2018 je 12,6 TBq).

Rezultati mesečnih meritev iz vzorčevalnih postaj HE Brežice in Brežice se dobro ujemajo in kažejo nekoliko višje koncentracije aktivnosti H-3 nad jezom. Korelacijski koeficient je 1. Ujemanje je dobro tudi med mesečnimi izpusti in mesečnimi izmerjenimi vrednostmi na obeh vzorčevalnih postajah (korelacijski koeficient je 0,7). Podobno dobro ujemanje je bilo tudi v letu 2018, saj je bil korelacijski koeficient med izmerjenimi vrednostmi na obeh lokacijah 0,9, med mesečnimi izpusti in izmerjenimi vrednostmi pa prav tako 0,9.

Najvišja vrednost mesečnih koncentracij aktivnosti H-3 pred jezom HE Brežice je bila (21,5 ± 0,8) kBq/m3 v septembru. V Brežicah je bila v tem obdobju koncentracija aktivnosti H-3 (18,6 ± 0,7) kBq/m^3. Za primerjavo je bila koncentracija aktivnosti H-3 v Krškem pred NEK (0,88 ± 0,08) kBq/m^3. Najvišja izmerjena koncentracija aktivnosti v Brežicah je 21-krat višja kot na referenčnem odvzemu v Krškem v septembru, prav tako pa je bila najvišja izmerjena koncentracija aktivnosti H-3 v HE Brežice v septembru 25-krat višja kot na referenčnem odvzemu v Krškem.

Povprečje mesečnih koncentracij aktivnosti H-3 v Krškem je bilo 0,61 kBq/m^3, nad jezom HE Brežice 3,5 kBq/m^3. V Brežicah je bilo povprečje mesečnih koncentracij aktivnosti 3,2 kBq/m^3, kar je primerljivo s povprečjem mesečnih koncentracij aktivnosti H-3 nad jezom HE Brežice in nižje od dolgoletnega povprečja 4,1 kBq/m3 v zadnjih 16 letih.

Izmerjene koncentracije aktivnosti pod jezom (Brežice) so primerljive z meritvami v Jesenicah na Dolenjskem (letno povprečje 3,2 kBq/m^3), kar je drugače kot pred polnitvijo akumulacijskega jezera. Pred tem so bile navadno koncentracije aktivnosti tritija v Jesenicah na Dolenjskem nižje zaradi dodatnega redčenja Save s Krko in Sotlo (pod 1 kBq/m^3) za faktor 1,8, v letih 2018 in 2019 pa je kvocient 1,1. Dolgoletno povprečje mesečnih koncentracij aktivnosti H-3 v Jesenicah na Dolenjskem je 2,4 kBq/m^3.

Zaznali so tudi povečanje koncentracije aktivnosti tritija pri posamičnih vzorcih nefiltrirane vode v septembru in oktobru na vseh lokacijah nad jezom HE Brežice. Na levem bregu akumulacijskega jezera so bile največje mesečne koncentracije posamičnih vzorcev 1,7 kBq/m^3 (september) in 4,9 kBq/m^3 (oktober), medtem ko so bile na desnem bregu 12 kBq/m^3 (september) in 2,2 kBq/m^3 (oktober). Najvišjo vrednost smo zaznali na desnem bregu akumulacijskega jezera HE Brežice, kar se ujema z ugotovitvami iz preteklih let, da matica reke po akumulacijskem jezeru potuje bolj ob desnem bregu.

Skupna letna izpuščena aktivnost C-14 v Savo v letu 2019 je bila 0,09 GBq, kar je več kot v preteklem letu. Izpusti so za en velikostni red nižji, kot je dolgoletno povprečje (1,9 GBq) od leta 2013. Ob tem je

treba poudariti, da je oktobra potekal tudi remont v NEK in da so bili pričakovani večji izpusti in s tem tudi morebiten merljiv vpliv v okolju.

C-14 je radionuklid, ki je prisoten v naravi, nastaja pa tudi ob jedrskih reakcijah. C-14 je bil v letu 2019 merjen v savski vodi in v ribah. Na lokacijah na levem in desnem bregu akumulacijskega jezera HE Brežice so bili odvzeti posamični četrtletni vzorci. Povprečni četrtletni koncentraciji aktivnosti C-14 na desni in levi obali akumulacijskega jezera sta bili 89 pMC (10,1 Bq/m3 vode) in 87 pMC (9,6 Bq/m3). Izmerjena sta bila tudi dva vzorca rib (klen in krap) v akumulacijskem jezeru HE Brežice. Izmerjene relativne specifične aktivnost C-14 v ribah so bile do 98 pMC (221 Bq/kg ogljika). Vse izmerjene aktivnosti so nižje od trenutnih atmosferskih aktivnosti (103 pMC).

I-131 se uporablja v medicini za terapijo ščitnice. V okolje tako pride z izločki pacientov, ki so na takšni terapiji in ga posledično zaznavamo v rekah. V 2019 je bil I-131 redno prisoten na vseh nadzornih mestih reke Save, tako vzvodno od elektrarne kot nizvodno v Brežicah in Jesenicah na Dolenjskem. Povprečna koncentracija aktivnosti I-131 v posamičnih vzorcih je bila od 3,1 Bq/m3 do 5,7 Bq/m^3 in je bila najvišja na odvzemnem mestu HE Brežice. Najvišja posamična vrednost 20 Bq/m3 je bila izmerjena na desnem bregu akumulacijskega jezera HE Brežice v mesecu oktobru. V mesecu oktobru je NEK izvedel edini tekočinski izpust I-131 (195 kBq). Če primerjamo rezultate meritev v okviru obratovalnega nadzora radioaktivnosti v okolici NEK z rezultati meritev iz nadzora radioaktivnosti v življenjskem okolju v Republiki Sloveniji, so bile povprečne koncentracije aktivnosti I-131 v reki Savi v Brežicah podobne, kot jih izmerijo v Savi v Ljubljani (2,3 Bq/m^3), in so tudi primerljive z dolgoletnim povprečjem 4,6 Bq/m^3 v Brežicah.

V letu 2019 je bil jod v talnem sedimentu zaznan samo v enem vzorcu na lokaciji HE Brežice – levi breg (1,3 Bq/kg).

V vzorcih rib iz referenčnega odvzema (v Krškem nad jezom) in tudi v vzorcih iz nadzornih odvzemnih mest pod jezom NEK ni bila zaznana prisotnost I-131, kar je enako kot v preteklih letih.

Letni tekočinski izpust Cs-137 iz NEK v reko Savo je bil 2,2 MBq, kar je podobno kot v prejšnjih letih.

Povprečje mesečnih koncentracij aktivnosti v rečni vodi je bilo na referenčnem mestu v Krškem 0,17 Bq/m^3, v Brežicah 0,28 Bq/m^3 pri HE Brežice pa 0,26 Bq/m^3. Na večini odvzemnih mest so bili rezultati meritev cezija v savski vodi pod mejo detekcije. Cs-137 se je sicer v preteklosti navadno pojavljal v nekoliko višjih koncentracijah v filtrskem ostanku, kot tudi v vodni sušini, sedaj pa poročajo o rezultatih meritev pod mejo detekcije.

Vsebnost Cs-137 v reki Savi pripisujejo globalni kontaminaciji, saj je izračunani prirastek koncentracije aktivnosti Cs-137 v Brežicah, če upoštevamo letne tekočinske izpuste in povprečni pretok Save ter privzamejo razredčitveno razmerje na levem bregu v Brežicah, 0,5 mBq/m^3. Tega prispevka ni mogoče ločiti od nehomogeno porazdeljene globalne kontaminacije.

Izmerjena koncentracija aktivnosti Cs-137 v rekah po Sloveniji se spreminja glede na lokacijo vzorčenja, najvišja je bila (2,2 ± 0,2) Bq/m^3 v reki Dravi. V letu 2019 v Soči in Krki Cs-137 ni bil zaznan, enako v enem vzorcu Save pri Lazah (Ljubljana), Kolpe in Save Brežice, v enem vzorcu rek Save pri Lazah (Ljubljana) in Kolpe pa je bil pod mejo kvantifikacije. Povprečna koncentracija aktivnosti Cs-137 v letu 2019 je bila od 0,02 Bq/m3 v Kolpi do 1,3 Bq/m^3 v Dravi. Povprečna koncentracija aktivnosti Cs-137 v rekah je bila v letu 2019 nižja od povprečja med leti 2008 in 2018 za posamezno reko, razen za reko Dravo.

Povprečna specifična aktivnost radioaktivnega cezija v obrežnih sedimentih je bila v Krškem (pod mostom) 7,2 Bq/kg, pod jezom NEK 7,0 Bq/kg, v na levem bregu jezera HE Brežice (Pesje) 9,5 Bq/kg, Brežicah 4,0 Bq/kg, v Jesenicah na Dolenjskem 4,5 Bq/kg in v Podsusedu 0,9 Bq/kg. Specifična aktivnost cezija v sedimentih kaže najvišje povprečje mesečnih koncentracij aktivnosti na levem bregu jezera HE Brežice (Pesje). Iz rezultatov meritev je razvidno, da specifična aktivnost Cs-137 v zadnjih letih na večini lokacij, tako na referenčni lokaciji kot v akumulacijskem jezeru, narašča. Ugotavljajo, da se je specifična

aktivnost cezija v sedimentu na vseh lokacijah do leta 2011 sistematično zmanjševala. To so povezali z razpadom radionuklida (iz globalne kontaminacije) ter istočasno z izpiranjem talnega sedimenta. Od leta 2011 do 2018 se je specifična aktivnost Cs-137 v talnem sedimentu povišala v Krškem in Brežicah. To lahko pripišemo posegom v okolje zaradi gradnje hidroelektrarn na spodnji Savi v tem obdobju.

Povprečne specifične aktivnosti Cs-137 v ribah na lokacijah: Krško, pred jezom HE Brežice, Brežice in Jesenice na Dolenjskem so od 0,03 Bq/kg do 0,05 Bq/kg, pod mejo kvantifikacije v 11 primerih od 16. Najvišja vrednost na referenčnem mestu v Krškem pred NEK je bila 0,03 Bq/kg, v akumulaciji HE Brežice 0,05 Bq/kg, v Brežicah 0,05 Bq/kg, v Jesenicah na Dolenjskem pa je bila najvišja specifična aktivnost Cs-137 v ribah manjša kot 0,045 Bq/kg. V okviru merske negotovosti so specifične aktivnosti Cs-137 v ribah na vseh odvzemnih mestih vzvodno in nizvodno od NEK enake.

Radioaktivni stroncij Sr-90 je, podobno kot Cs-137, v okolju prisoten zaradi globalne kontaminacije, to je bombnih poskusov v šestdesetih letih dvajsetega stoletja ter jedrskih nesreč, predvsem černobilske nesreče leta 1986. Seveda pa nastaja tudi ob jedrskih reakcijah in se ga spremlja v okolju jedrskih objektov. Radioaktivni stroncij (Sr-90) je redno izmerjen v tekočinskih izpustih NEK. V letu 2019 je bila izpuščena aktivnost v reko Savo 0,08 MBq, kar je v okviru negotovosti enako kot v prejšnjih letih.

Koncentracija aktivnosti Sr-90 v vodi na referenčnem mestu Krško je 1,0 Bq/m^3, pred jezom HE Brežice 1,7 Bq/m^3, v Brežicah 2,0 Bq/m^3 in v Jesenicah na Dolenjskem 2,0 Bq/m^3. Koncentracije aktivnosti Sr-90 v posamičnih vzorcih vode so v okviru negotovosti enake kot v neprekinjeno vzorčenih vzorcih filtrirane vode. Na vseh lokacijah so četrtletna povprečja od 1,3 Bq/m^3 do 2,4 Bq/m^3. Najvišja posamična izmerjena vrednost je bila nad jezom HE Brežice na desnem bregu 5,8 Bq/m^3.

Povprečne koncentracije aktivnosti stroncija v drugih rekah po Sloveniji so podobne ali višje, kot jih lahko izmerijo v Savi v okolici NEK. Povprečna koncentracija, izmerjena v Savi na lokaciji Laze pri Ljubljani, je bila 2,2 Bq/m^3, v reki Muri 2,3 Bq/m^3 in v Dravi 1,5 Bq/m^3.

Specifične aktivnosti stroncija v obrežnih sedimentih so tipično nižje od specifičnih aktivnosti cezija. Povprečne aktivnosti so bile tipično pod spodnjo mejo detekcije 0,7 Bq/kg v Krškem, 0,3 Bq/kg na levem bregu jezera HE Brežice, 0,5 Bq/kg na desnem bregu jezera HE Brežice, 0,3 Bq/kg v Brežicah in 0,4 Bq/kg v Jesenicah na Dolenjskem. Povprečna specifična aktivnost Sr-90 v talnih sedimentih v Podsusedu pri Zagrebu (republika Hrvaška) je bila 0,03 Bq/kg.

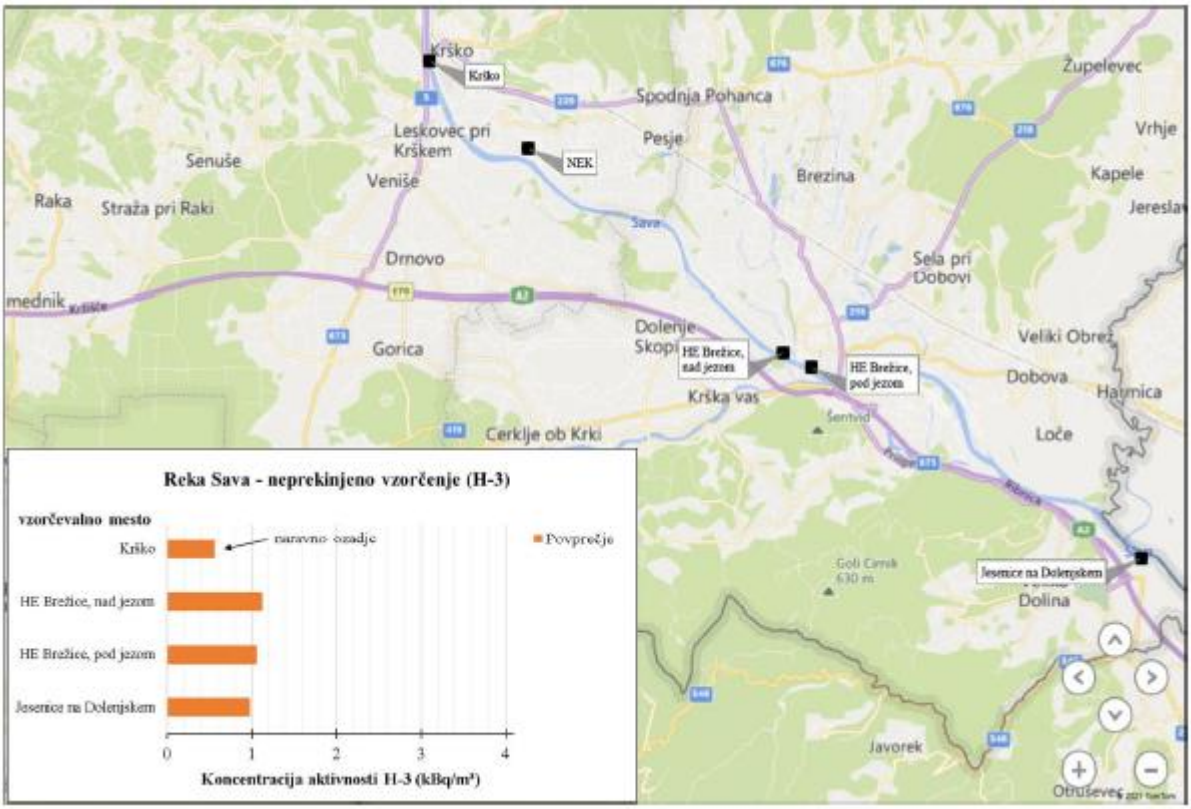
Stroncij je bil izmerjen tudi v vseh vzorcih rib. Povprečne specifične aktivnosti Sr-90 v ribah so bile 0,07 Bq/kg v Krškem in Jesenicah na Dolenjskem ter 0,09 Bq/kg v Brežicah do 0,17 Bq/kg pred jezom HE Brežice. V okviru stresanja so specifične aktivnosti za vse lokacije enake ali podobne kot v preteklih letih.

Drugi fisijski in aktivacijski produkti (Co-58, Co-60, Ag 110m, Cs-134) se redno pojavljajo v tekočinskih izpustih NEK. Njihova skupna aktivnost v letu 2019 je bila vsaj šest velikostnih redov nižja kot pri tritiju. V zadnjih nekaj letih ni bil noben izmed naštetih radionuklidov zaznan v okolju. Nazadnje je bil detektiran Co-60 v letih 2003 in 2006 v vodi in sedimentu.

Naravni radionuklidi uranove (U-238, Ra-226 in Pb-210) in torijeve (Ra-228 in Th-228) razpadne vrste so bili redno zaznani v vseh vzorcih vode. V nefiltrirani vodi so bile na vseh odvzemnih mestih koncentracije aktivnosti U-238 do 19 Bq/m3, Ra-226 do 32 Bq/m3, Pb-210 do 58 Bq/m3, Ra-228 do 11 Bq/m^3 in Th-228 do 8,7 Bq/m3. Redno je bil merjen tudi kozmogeni radionuklid Be-7, katerega koncentracije aktivnosti so od 4,6 Bq/m^3 do 420 Bq/m^3. Vrednosti so podobne tistim, izmerjenim v rekah po Sloveniji. Koncentracije aktivnosti K-40 so od 35 Bq/m^3 do 200 Bq/m^3. Predvsem za K-40 je značilno izrazito nihanje, ki je povezano predvsem z onesnaženostjo rek, v manjši meri pa tudi z geološko sestavo tal. V sedimentih so bile na vseh odvzemnih mestih specifične aktivnosti U-238 do 52 Bq/kg, Ra-226 do 34 Bq/kg, Ra-228 do 39 Bq/kg in Th-228 do 33 Bq/kg. Specifične aktivnosti K-40 so bile od 17 Bq/kg (Jesenice na Dolenjskem) do 470 Bq/kg (Krško). V sedimentu je bil zaznan Be-7 s povprečjem od 51 Bq/kg do 62 Bq/kg na vseh lokacijah. Specifične aktivnosti Pb-210 so značilno višje, in so bile od 24 Bq/kg do 93 Bq/kg.

Rezultati za leto 2020

Tritij je redno prisoten v tekočinskih efluentih NEK. Pregled povprečnih mesečnih koncentracij aktivnosti H-3 v reki Savi na postajah z neprekinjenim vzorčenjem (filtrirana voda) vzvodno in nizvodno od jezu NEK v letu 2020 je prikazan na sliki (Slika 57).

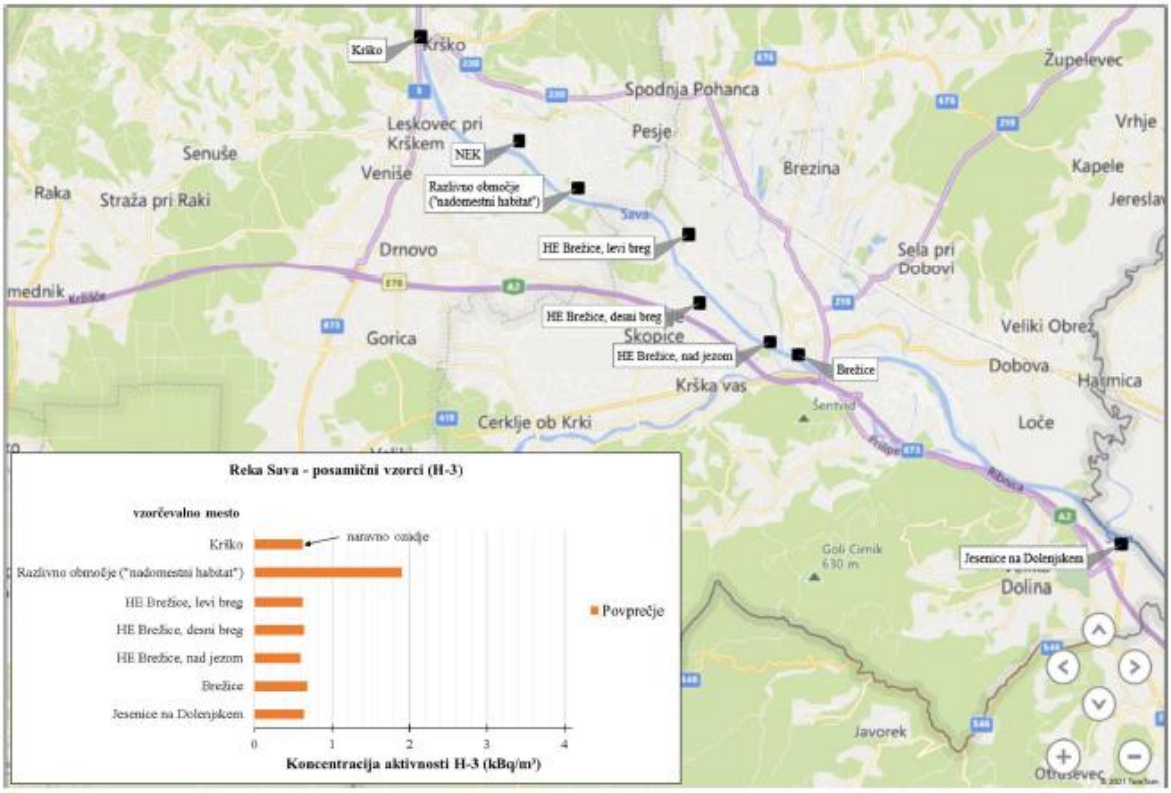


Slika 57: Pregled povprečnih mesečnih koncentracij aktivnosti H-3 v reki Savi na postajah z neprekinjenim vzorčenjem vzvodno in nizvodno od jezu NEK v letu 2020.[14] (vir: /87/)

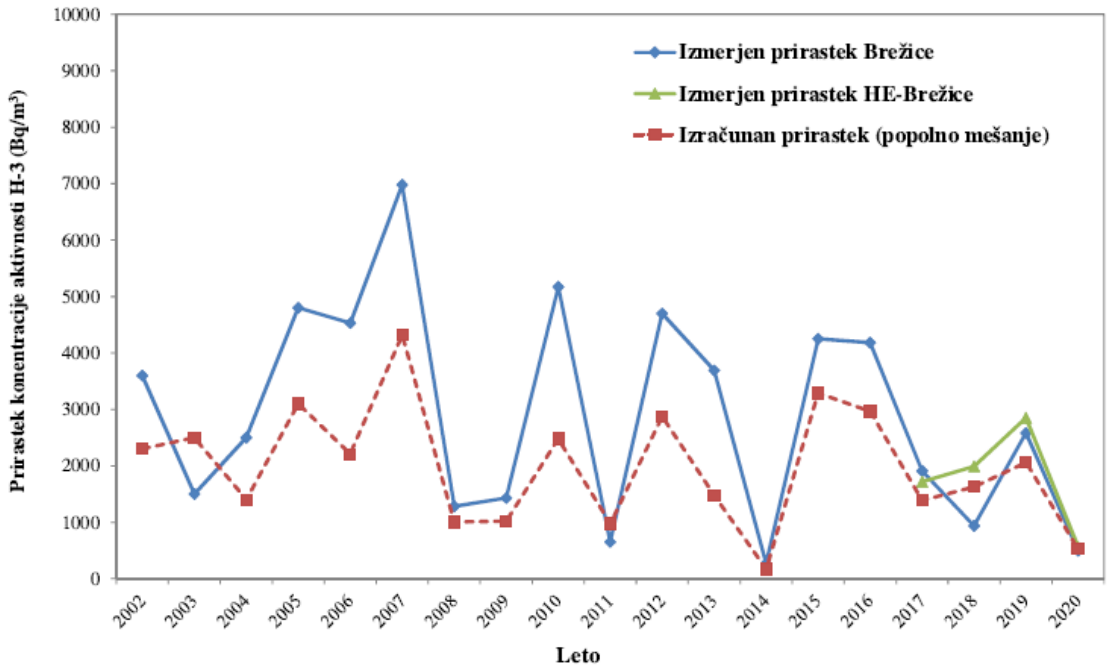
Po izgradnji in umestitvi HE Brežice se je tok reke Save spremenil in časovni potek koncentracij H-3 na vzorčevalnih mestih v akumulaciji HE Brežice (levi breg, desni breg, pred jezom HE Brežice) ne sledi časovnemu poteku izpustov H-3 iz NEK. Enako je bilo tudi v letu 2020. Opazimo, da so koncentracije H-3 v reki Savi, vzorčene na levi in desni strani najširšega dela akumulacije, v okviru merskih negotovosti med seboj primerljive. Domnevamo lahko, da je tok počasnejši, a izrazitejši, po desni strani akumulacije do najširšega dela akumulacije, nato tok sledi matici reke do jezu HE Brežice. To lahko sklepamo tudi iz batimetričnih meritev globine reke Save, ki so bile opravljene v zajezitvi nad jezom HE Brežice [25]. Na sliki v nadaljevanju (Slika 58) so prikazane koncentracije aktivnosti H-3 na lokacijah vzvodno in nizvodno od jezu NEK, kjer se vzorčujejo posamični vzorci (nefiltrirana voda) za leto 2020. Ker v letu 2020 ni bilo remonta, so koncentracije nižje kot v letih, ko je remont (glej opombo v nogi dokumenta).

Ni še popolnoma jasno, kakšen učinek ima gradnja HE Brežice na razširjanje H-3 v Savi. Spremembe gotovo so. Na sliki v nadaljevanju (Slika 59) je prikazan časovni potek prirastka koncentracije aktivnosti H-3 v Brežicah in na HE Brežice ter primerjava z izračunanim prirastkom (modelni izračun).

[14] Dolgoletno povprečje (od leta 2002) mesečnih koncentracij aktivnosti H-3 v Brežicah je 4,0 kBq/m^3. Večmesečno povprečje (od julija 2017) mesečnih koncentracij aktivnosti H-3 na vzorčevalni postaji pred jezom HE Brežice je 2,9 kBq/m^3. Koncentracije aktivnosti tritija v Jesenicah na Dolenjskem so nižje zaradi dodatnega redčenja Save s Krko in Sotlo. Dolgoletno povprečje mesečnih koncentracij aktivnosti H-3 v Jesenicah na Dolenjskem je 2,4 kBq/m^3.



Slika 58: Pregled povprečnih mesečnih koncentracij H-3 v reki Savi na lokacijah vzvodno in nizvodno od jezu NEK, kjer se vzorčujejo posamični (mesečni ali kvartalni) vzorci za leto 2020 (vir: /87/)



Slika 59: Primerjava med letnima povprečnima prirastkoma koncentracije H-3 v reki Savi na jezu HE Brežice ter za jezom HE Brežice in izračunano koncentracijo H-3 po obstoječem modelu razširjanja radionuklidov v reki Savi (enodimenzionalni model), dobljeno iz letnih tekočinskih izpustov in pretoka reke Save ob predpostavki popolnega mešanja (vir: /87/)

Skupna letna izpuščena aktivnost C-14 v Savo v letu 2020 je bila 0,3 GBq, kar je za velikostni red nižje, kot je dolgoletno povprečje (1,9 GBq) od leta 2013. C-14 je bil merjen tudi v savski vodi in v ribah. Na lokacijah na levem in desnem bregu akumulacijskega jezera HE Brežice so bili odvzeti posamični četrtletni vzorci. Vse izmerjene specifične aktivnosti so nižje od trenutnih atmosferskih aktivnosti (103 pMC ali 226 Bq/kg C). V primerjavi z letom 2019 so specifične aktivnosti C-14 v reki Savi in ribah v letu 2020 okviru negotovosti meritev enake.

I-131 je redno prisoten na vseh nadzornih mestih reke Save, tako vzvodno od elektrarne kot nizvodno v Brežicah in Jesenicah na Dolenjskem. Povprečna koncentracija aktivnosti I-131 v vzorcih filtrirane vode (neprekinjeno zbiranje) je bila od 0,53 Bq/m^3 pred jezom HE Brežice do 1,8 Bq/m^3 v Jesenicah na Dolenjskem. Najvišja posamična vrednost je bila 6,5 Bq/m^3 v junijskem vzorcu v Brežicah, pod jezom HE Brežice. V posamičnih vzorcih nefiltrirane vode je bila najvišja koncentracija aktivnosti I-131 8,3 Bq/m^3 v vzorcu iz Brežic iz prvega četrtletja. Povprečje četrtletnih koncentracij aktivnosti je bilo od 1,5 Bq/m^3 na desnem bregu akumulacijskega jezera do 4,0 Bq/m^3 v Brežicah, pri čemer je bila na vseh odvzemnih mestih najvišja koncentracija aktivnosti v prvem četrtletju 2020. Prisotnost I-131 v reki Savi pripisujemo izpustom iz bolnišnic v reke, ki se izlivajo v Savo vzvodno od jezu NEK (Ljubljanica, Savinja). V tekočinskih izpustih iz NEK I-131 v tem letu ni bil zaznan. Iz nadzora radioaktivnosti v življenjskem okolju v Republiki Sloveniji v letu 2020 lahko razberemo, da so bile povprečne koncentracije v reki Savi v Brežicah podobne, kot jih izmerimo v Savi v Ljubljani (3,4 Bq/m), in so tudi primerljive z dolgoletnim povprečjem 5,1 Bq/m v Brežicah.

V letu 2020 jod v talnem sedimentu ni bil zaznan. V vzorcih rib iz referenčnega odvzema (v Krškem nad jezom) in tudi v vzorcih iz nadzornih odvzemnih mest pod jezom NEK ni bila zaznana prisotnost I-131, enako kot v preteklih letih.

Letni tekočinski izpust Cs-137 iz NEK v reko Savo je bil 0,9 MBq, kar je manj kot v preteklih letih (dolgoročno povprečje 15,1 MBq). Vsebnost Cs-137 v reki Savi pripisujemo globalni kontaminaciji, saj je izračunani prirastek koncentracije aktivnosti Cs-137 v Brežicah, ob upoštevanju letnih tekočinskih izpustov in povprečnega pretoka Save ter privzetku razredčitvenega razmerja na levem bregu v Brežicah, enak 2 E-4 Bq/m^3. Tega prispevka ni mogoče ločiti od nehomogeno porazdeljene globalne kontaminacije.

Povprečje mesečnih koncentracij Cs-137 v rečni vodi (filtrirana voda) je bilo na referenčnem mestu v Krškem 0,17 Bq/m3, pri HE Brežice 0,41 Bq/m^3, v Brežicah pa pod mejo detekcije. V posamičnih vzorcih nefiltrirane vode so bila povprečja koncentracij Cs-137 od 0,33 Bq/m^3 v Krškem, do 0,52 Bq/m3 na levi strani akumulacijskega jezera in 0,55 Bq/m^3 na desnem bregu akumulacijskega jezera. Pred jezom HE Brežice, v Brežicah in v Jesenicah na Dolenjskem so bile koncentracije Cs-137 pod mejo detekcije. Koncentracije Cs-137 v filtrskem ostanku so bile od 0,12 Bq/m^3 do 0,43 Bq/m^3 v Brežicah in do 1,0 Bq/m^3 v Jesenicah na Dolenjskem. V Krškem in pred jezom HE Brežice so bile koncentracije Cs-137 v vseh vzorcih filtrskega ostanka pod mejo detekcije.

Izmerjena koncentracija Cs-137 v rekah po Sloveniji variira z lokacijo vzorčenja, najvišja je bila (9,6 ± 0,8)Bq/m^3 v reki Muri. Povprečna koncentracija Cs-137 v letu 2020 je bila od 0,002 Bq/m^3 v Kolpi do 5 Bq/m^3 v Muri.

Radioaktivni stroncij (Sr-90) je redno izmerjen v tekočinskih izpustih NEK. V letu 2020 je bila izpuščena v reko Savo 0,04 MBq, kar je nižje kot v prejšnjih letih. Tudi vsebnost Sr-90 v reki Savi pripisujemo globalni kontaminaciji, saj je izračunani prirastek koncentracije Sr-90 v Brežicah, ob upoštevanju letnih tekočinskih izpustov in povprečnega pretoka Save ter privzetku razredčitvenega razmerja na levem bregu v Brežicah, enak 1 E-5 Bq/m^3. Tega prispevka ni mogoče ločiti od nehomogeno porazdeljene globalne kontaminacije.

Večina stroncija je raztopljena v vodi, saj je koncentracija Sr-90 v vodi vsaj 10-krat večja kot v filtrskem ostanku. Na splošno so koncentracije stroncija v vodi 10-krat višje kot za cezij. Povprečna koncentracija Sr-90 v filtrirani vodi na referenčnem mestu Krško je bila 1,7 Bq/m^3, pred jezom HE Brežice 1,8 Bq/m^3, v Brežicah 1,6 Bq/m^3 in v Jesenicah na Dolenjskem 2,1 Bq/m^3. V okviru razsutja podatkov so vrednosti

primerljive med seboj. Prav tako so koncentracije Sr-90 v filtrirani vodi v okviru razsutja primerljive z dolgoletnimi koncentracijami na teh lokacijah. Koncentracije Sr-90 v posamičnih vzorcih nefiltrirane vode so v okviru negotovosti enake kot v neprekinjeno vzorčenih vzorcih filtrirane vode. Na vseh lokacijah so četrtletna povprečja od 1,5 Bq/m^3 do 2,5 Bq/m^3. Najvišja posamična izmerjena vrednost je bila nad jezom HE Brežice na desnem bregu 3,0 Bq/m^3.

Povprečne koncentracije stroncija v drugih rekah po Sloveniji so podobne ali višje, kot jih lahko izmerimo v Savi v okolici NEK. Povprečna koncentracija, izmerjena v Savi na lokaciji Laze pri Ljubljani, je bila 2,3 Bq/m^3, v reki Muri 0,3 Bq/m3 in v Dravi 1,6 Bq/m^3.

Vsebnosti Cs-137 in Sr-90 v sedimentih pripisujemo globalni kontaminaciji, saj tekočinski izpusti iz NEK prispevajo specifični aktivnosti 5 E-4 Bq/kg za Cs-137 in 2 E-5 Bq/kg za Sr-90 v obrežnih sedimentih v Brežicah. Prispevka sta zanemarljiva v primerjavi s povprečnimi specifičnimi aktivnostmi 5,2 Bq/kg za Cs-137 in 0,56 Bq/kg za Sr-90 v obrežnih sedimentih v letu 2020 v Brežicah.

Izmerjene specifične aktivnosti radionuklidov Cs-137 in Sr-90 v ribah pripisujemo globalni kontaminaciji, saj sta prispevka radionuklidov zaradi tekočinskih izpustov iz NEK od štiri do pet velikostnih redov nižja od izmerjenih specifičnih aktivnosti obeh radionuklidov v ribah.

Drugi fisijski in aktivacijski produkti (Co-58, Co-60, Mn-54, Ag-110m, Cs-134, Sb-125) se redno pojavljajo v tekočinskih izpustih NEK. Skupna aktivnost teh radionuklidov v letu 2020 je bila vsaj šest velikostnih redov nižja od tritijeve. Je pa tritij izotop, ki ima zelo nizko radiotoksičnost. Tako npr. v primeru zaužitja ali inhalacije povzroči več kot 100-krat nižjo dozo kot enaka aktivnost Cs-137. Cs-134 je bil v tekočinskih izpustih nazadnje izmerjen leta 2016. V zadnjih nekaj letih ni bil zaznan v okolju noben od naštetih radionuklidov. Nazadnje je bil detektiran Co-60 v letih 2003 in 2006 v vodi in sedimentu, Cs-134 pa v sedimentih leta 2002.

Naravni radionuklidi uranove (U-238, Ra-226 in Pb-210) in torijeve (Ra-228 in Th-228) razpadne vrste so bili redno zaznani v vseh vzorcih vode. V nefiltrirani vodi so bile na vseh odvzemnih mestih koncentracije aktivnosti U-238 do 8 Bq/m^3, Ra-226 do 6 Bq/m^3, Pb-210 do 39 Bq/m^3 in Ra-228 do 3 Bq/m^3. Vrednosti so podobne izmerjenim v rekah po Sloveniji. V sedimentih so bile na vseh odvzemnih mestih specifične aktivnosti U-238 do 53 Bq/kg, Ra-226 do 55 Bq/kg, Ra-228 do 62 Bq/kg in Th-228 do 3 Bq/kg. Povprečne specifične aktivnosti K-40 so bile od 220 Bq/kg (Jesenice na Dolenjskem) do 560 Bq/kg (Krško pod jezom NEK). V sedimentu je bil zaznan Be-7 z razponom od 9,3 Bq/kg do 110 Bq/kg na vseh lokacijah. Specifične aktivnosti Pb-210 so bile od 32 Bq/kg do 90 Bq/kg.

4.4.6.5 Padavinski in suhi usedi

Radioaktivnost v padavinah in suhem usedu se spremlja na naslednjih lokacijah:
- mesečni sestavljeni vzorci iz zbiralnikov padavin v Bregah, Krškem in na referenčni lokaciji v Dobovi ter v Ljubljani (kontrolna lokacija; v okviru nadzora radioaktivnosti v življenjskem okolju v Republiki Sloveniji);
- mesečna menjava vazelinskih zbiralnikov suhega useda na osmih lokacijah v ožji in širši okolici NEK ter v Ljubljani (referenčna lokacija).

Pri vzorcih padavin so bile opravljene meritve z visokoločljivostno spektrometrijo gama, določena je bila še koncentracija aktivnosti tritija (H-3) s tekočinskoscintilacijsko spektrometrijo in koncentracija aktivnosti Sr-90/Sr-89 z radiokemijsko analizo. Radiokemijska analiza Sr-89/Sr-90 se opravi na istih vzorcih kot visokoločljivostna spektrometrija gama. Na vazelinskih vzorcih so bile opravljene meritve z visokoločljivostno spektrometrijo gama.

Rezultati za leto 2020

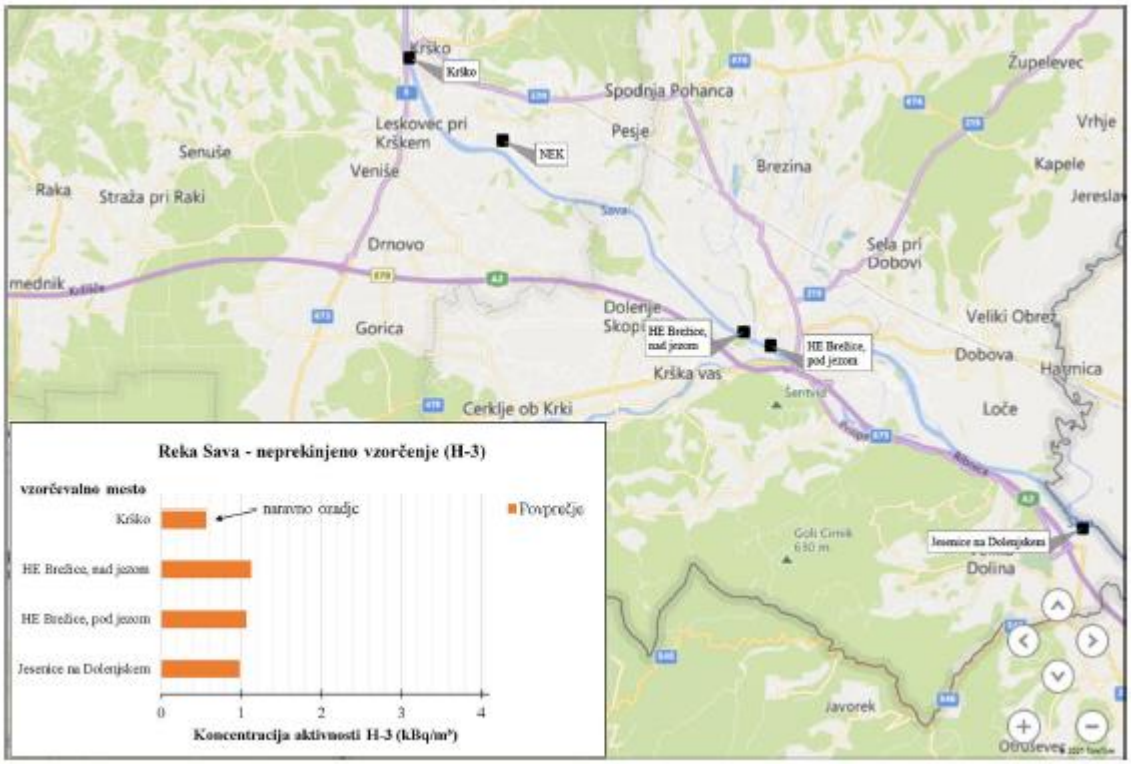
V letu 2020 je bila letna količina padavin v Ljubljani 1263 mm, v Krškem 1055 mm, v Bregah 914 mm in najmanj v Dobovi 879 mm. Količine padavin po lokacijah so v okvirih razsutja podatkov primerljive z zadnjimi leti. Razsutje letne količine padavine je ±60 mm. Variacija padavin po mesecih je še izrazitejša,

v januarju je bilo padavin zelo malo, zato nismo uspeli dobiti reprezentativnega vzorca. Izrazito sušni meseci se pojavljajo praktično vsako leto, ne nujno vedno v istem letnem času.

Koncentracija aktivnosti tritija v padavinah močno variira in le koncentracije aktivnosti nad 2 kBq/m^3 bi lahko pripisali izpustom iz NEK. V letu 2020 je bila koncentracija aktivnosti tritija v padavinah štirikrat višja od 2 kBq/m^3, in sicer jeseni trikrat v Bregah in enkrat spomladi v Krškem. Povprečne mesečne koncentracije H-3 v padavinah so na naslednji sliki (Slika 60).

Učinek NEK na koncentracije aktivnosti tritija v padavinah v neposredni bližini elektrarne je opazen, če pogledamo letna povprečja, ki so v Bregah in Krškem (Stara Vas) vsako leto višja kot v Dobovi in Ljubljani. V jeseni (september–november) so bile koncentracije aktivnosti tritija v Bregah višje od povprečne vrednosti, kar se sklada z zračnimi izpusti, ki so bili takrat najvišji v letu. Povezanost med zračnimi izpusti in izmerjenimi koncentracijami aktivnosti H-3 je zmerna, saj je korelacijski koeficient v Krškem 0,58, v Bregah 0,63, medtem ko je za Dobovi 0,24, kar pomeni šibko povezanost. Tako za bližnje lokacije lahko ugotavljamo zmeren učinek zračnih izpustov H-3 iz NEK na okolje, medtem ko je v Dobovi učinek šibek. Za Ljubljano (referenčna lokacija) je koeficient korelacije negativen.

Dobovi je časovni potek koncentracij aktivnosti H-3 podoben kot na referenčni lokaciji v Ljubljani. Mesečne vrednosti so za 40 % višje kot v Ljubljani. Koncentracije aktivnosti tritija v grobem sledijo naravnim letnim gibanjem tritija v ozračju severne zemeljske poloble, kjer so vrednosti poleti v splošnem višje kot pozimi.



Slika 60: Povprečne mesečne koncentracije aktivnosti H-3 v padavinah v okolici NEK in Ljubljani (vir: /87/)

Najvišji mesečni padavinski usedi H-3 so bili izmerjeni v Bregah, do 0,35 kBq/m^2 v mesecu oktobru. Vrednosti in časovna poteka za Ljubljano in Dobovo sta v okviru razsutja vrednosti primerljiva, vrhovi se skladajo z meseci, ko je bilo padavin več. Časovna poteka za Krško in Brege sta si kvalitativno podobna, nekoliko drugačna kot pri Ljubljani in Dobovi. Najvišje vrednosti sledijo mesecem z največjo količino padavin.

Najvišja koncentracija aktivnosti Cs-137 v padavinah za kraje v okolici NEK je bila ugotovljena v aprilskem vzorcu v Bregah (15 ± 1) Bq/m^3, medtem ko je bila v Ljubljani najvišja koncentracija aktivnosti Cs-137 v padavinah v januarju (16 ± 20) Bq/m^3. Izrazit odmik koncentracije aktivnosti Cs-137 od povprečja v Bregah pripisujemo resuspenziji s tal, medtem ko gre v Ljubljani še za majhno količino zbranega vzorca, kar je prispevalo k visoki negotovosti merskega rezultata. Številni merski rezultati imajo veliko negotovost, kar pomeni, da so vrednosti pod mejo kvantifikacije, prav tako je bilo tudi več kot polovica (7-8) mesecev, ko Cs-137 v padavinah nismo zaznali.

Najvišje izmerjene vrednosti padavinskega useda za Cs-137 so bile: v Ljubljani 0,22 Bq/m^2 januarja, v Bregah 0,66 Bq/m^2 aprila, v Krškem 0,041 Bq/m^2 junija in v Dobovi 0,1 Bq/m^2 marca, v vseh primerih pri majhni oziroma manjši količini padavin, razen v Krškem, ko je junija padla zmerna količina padavin. V takšnih primerih povišanje pripisujemo resuspenziji delcev s tal, v zimskih mesecih pa še zaradi kurjenja s trdimi gorivi.

Used je na vseh lokacijah primerljiv z vrednostmi iz predčernobilskega obdobja med letoma 1982 in 1985.

4.4.6.6 Zunanja izpostavljenost sevanju

Zunanje sevanje

- doza zunanjega sevanja (sevanje gama in ionizirajoča komponenta kozmičnega sevanja) se meri s 57 TL-dozimetri v okolici NEK (nameščeni so krožno okoli NEK na razdaljah do 10 km) in devetimi TL-dozimetri na ograji NEK; dozimetri se odčitavajo v polletnih presledkih; referenčni dozimeter za vse meritve doze zunanjega sevanja je v Ljubljani; dodatnih 10 TL-dozimetrov je postavljenih na Hrvaškem;
- vzporedno potekajo meritve s TL-dozimetri na 50 lokacijah po državi;
- v okolici NEK je postavljenih 14 kontinuirnih merilnikov sevanja MFM-203, ki delujejo v sklopu mreže zgodnjega obveščanja, od tega je 13 merilnikov iz mreže NEK in 1 merilnik, ki ga upravlja Uprava RS za jedrsko varnost. Poleg teh je v mrežo zgodnjega obveščanja v Sloveniji vključenih še dodatnih 60 kontinuirnih merilnikov.

Vsi TL-dozimetri v Sloveniji se odčitavajo na sistemu IJS MR 200 (C), dozimetri na Hrvaškem pa na sistemu, ki je v uporabi na Institutu Ruđer Bošković v Zagrebu. Podatke iz kontinuirnih merilnikov zbira in posreduje URSJV.

Zemlja

- vzorce zemlje zbirajo na treh lokacijah neobdelanih tal nizvodno od NEK na poplavnih območjih (Amerika – 3,5 km od NEK, Gmajnice – 2,5 km od NEK in Kusova Vrbina-Trnje – 8,5 km od NEK); vzorčevanje poteka dvakrat letno, in sicer ločeno po globinah do 30 cm.

Meritve sevalcev gama se opravljajo z visokoločljivostno spektrometrijo gama, specifična aktivnost Sr-90/Sr-89 pa se določa z radiokemijsko analizo. Radiokemijska analiza Sr-89/Sr-90 se opravi na istih vzorcih kot visokoločljivostna spektrometrija gama.

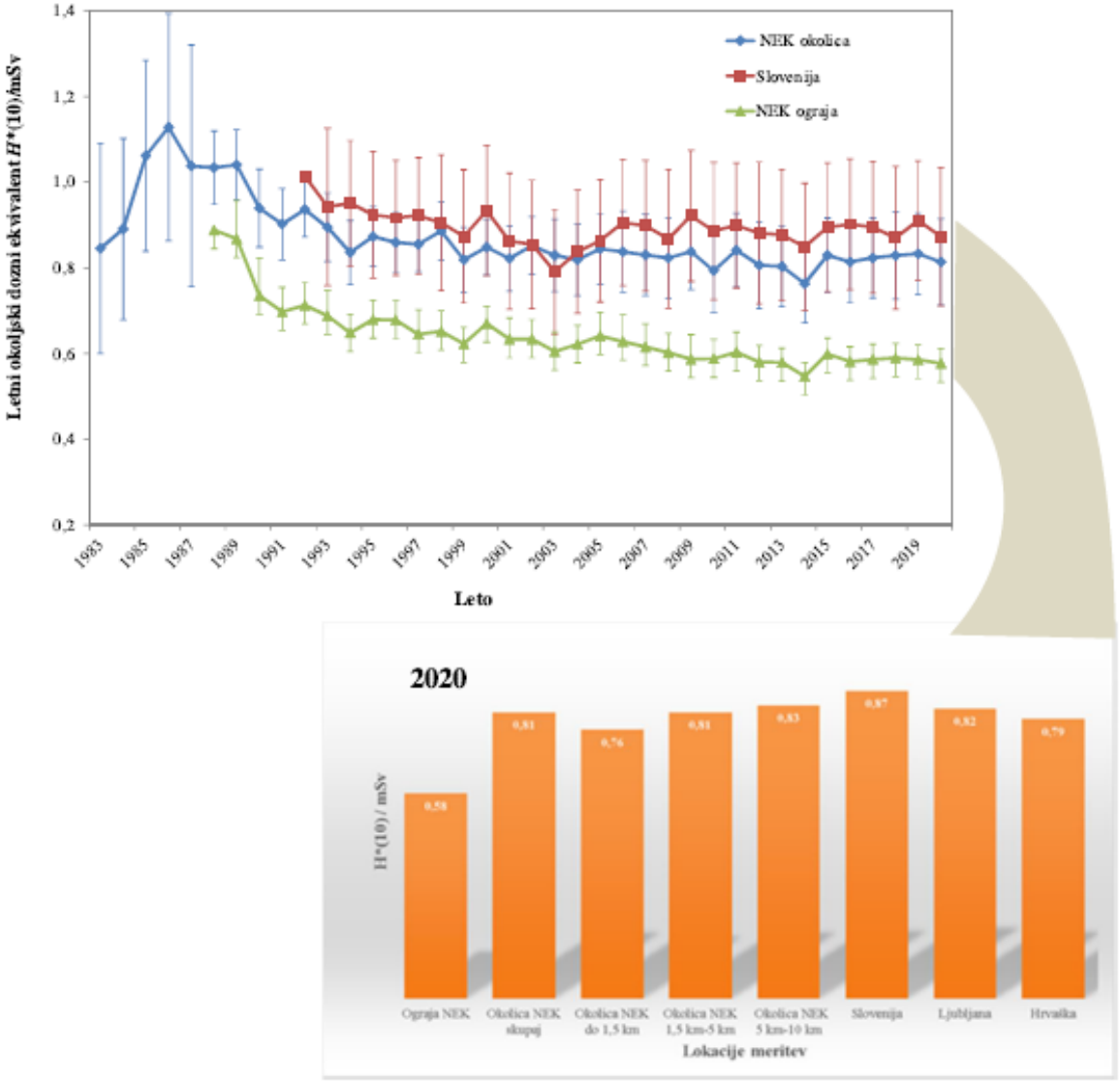
Rezultati 2020 – zunanje sevanje

Zunanje sevanje, ki mu je izpostavljeno prebivalstvo v okolici NEK, vključuje kozmično sevanje, sevanje naravnih radionuklidov (predvsem razpadnih produktov radona) v ozračju, sevanje iz radioaktivnega oblaka ob izpustu radioaktivnih snovi iz NEK v okolje in zunanje sevanje zaradi useda, ki se odloži po prehodu oblaka, ter zunanje sevanje zaradi naravnih in umetnih radionuklidov v zemlji. Ker okoljski TLD ne merijo doze nevtronske komponente kozmičnega sevanja, so jo avtorji poročila /87/ izračunali z uporabo programa EXPACS. Program omogoča izračun doze, ki je posledica posameznih komponent kozmičnega sevanja, vključno z nevtronsko komponento za poljubno geografsko dolžino in širino. Mreža TLD tako meri skupno dozo sevanja gama naravnih radionuklidov v okolju, ionizirajoče komponente kozmičnega sevanja ter prispevka globalne kontaminacije s Cs-137.

Na sliki v nadaljevanju (Slika 61) prikazujemo povprečni letni okoljski dozni ekvivalent H*(10) v okolici NEK, na ograji NEK, in v Sloveniji od začetka meritev do 2020. Za leto 2020 prikazujemo še primerjavo med povprečnimi okoljskimi doznimi ekvivalenti H*(10), izmerjenimi v okolici NEK, na referenčni lokaciji v Ljubljani in povprečnimi ekvivalenti izmerjenimi na Hrvaškem v okviru programa nadzora radioaktivnosti v okolici NEK ter povprečnimi ekvivalenti izmerjenimi v okviru meritev radioaktivnosti v življenjskem okolju v Republiki Sloveniji. Izmerjeni letni okoljski dozni ekvivalenti se v okviru razsutja vrednosti ne odmikajo od večletnega povprečja na posameznih lokacijah. Najnižji letni H*(10) je ob ograji NEK, saj so tam prodnata tla z odstranjeno plastjo zemlje. Zunanje sevanje iz zemljišča dodatno slabijo še asfaltirane površine in zgradbe znotraj ograje NEK.

Meritve v Sloveniji kažejo, da je povprečni letni okoljski dozni ekvivalent v okolici NEK sistematično nekoliko nižji kot v življenjskem okolju v Sloveniji. To pripisujemo raznolikosti slovenske pokrajine, orografiji, sestavi tal, debelini snežne odeje, neenakomernemu usedu Cs-137 po nesreči v jedrskem reaktorju v Černobilu..., kar vpliva na dozo zunanjega sevanja. Tudi v krajih v okolici NEK so določene raznolikosti pokrajine, dodatno pa k nihanjem efektivnih doz izmerjenih s TLD na bližnjih lokacijah prispevajo še lokalne posebnosti pri postavitvi dozimetrov v okolju (travnik, polje, gozd, asfaltirane površine, bližine zgradb, temperatura tal itd.).

Za meritve zunanjega sevanja v Sloveniji je v vseh primerih značilno izrazito zmanjševanje letnega okoljskega doznega ekvivalenta, predvsem v prvih letih po černobilski nesreči (1986). Tak potek se nadaljuje tudi v letu 2020. Vzrok je razpad usedlih kratkoživih sevalcev gama, ki so v začetnem obdobju največ prispevali k zunanjemu sevanju, in prodiranje Cs-137 v zemljo. Letni okoljski dozni ekvivalenti zaradi globalne kontaminacije s Cs-137 na lokacijah v okolici NEK, ocenjeni pri predpostavki realne globinske porazdelitve Cs-137, so v območju med 0,003 mSv in 0,033 mSv. To je primerljivo z vrednostmi na lokacijah, kjer se zemlja vzorčuje v okviru nadzora radioaktivnosti v Republiki Sloveniji. Tam so ocenjene letne doze H*(10) v območju od 0,015 mSv do 0,052 mSv.



Slika 61: Povprečni letni okoljski dozni ekvivalent H(10) v okolici NEK, na ograji NEK, in v Sloveniji od začetka meritev do 2020[15] (vir: /87/)*

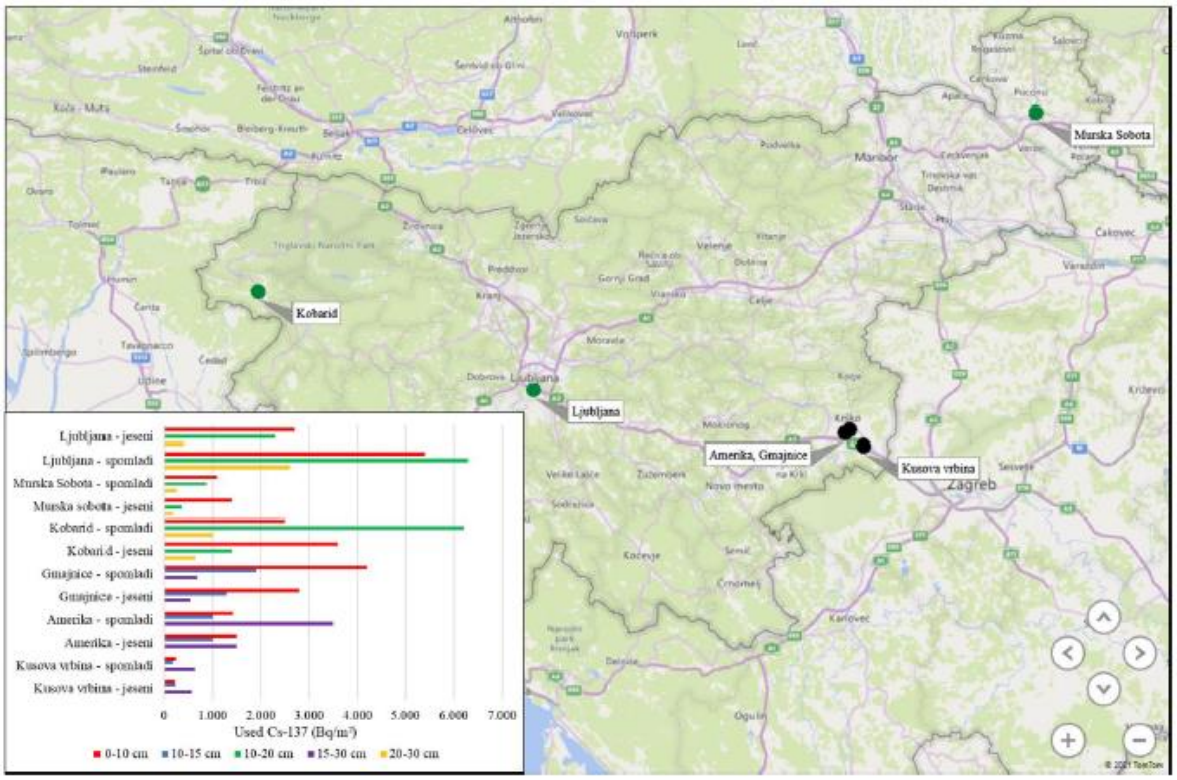
<u>Rezultati 2020 – zemlja</u>

Vzorčenje zemlje poteka na poplavnih področjih, kjer sta usedanje iz zraka in poplavljanje prenosni poti, po katerih lahko izpusti NEK dosežejo mesta vzorčenja.

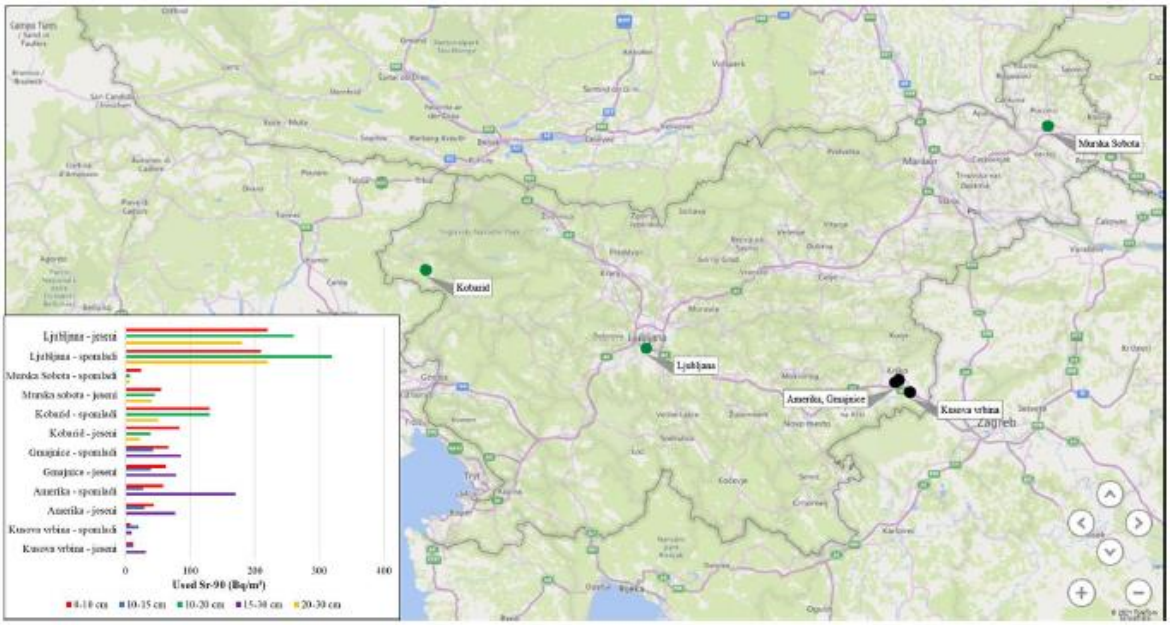
Specifične aktivnosti Cs-137 v zemlji so bile v letu 2020 od 2,5 Bq/kg v globini 5–10 cm na lokaciji Amerika do 63 Bq/kg v globini 5–10 cm v Gmajnicah. Iz rezultatov meritev je razvidno, da gre za precejšnje razsutje specifičnih aktivnosti Cs-137 na mikrolokaciji v posameznih letih. Nihanja vrednosti lahko pripišemo nehomogenosti svežega nanosa po černobilski nesreči. in prerazporeditvi useda na mikrolokaciji. Prerazporeditev je posledica hidrogeoloških procesov, ki vplivajo na prodiranje Cs-137 v zemljino. To ugotovitev lahko podkrepimo z ugotovljenim premikanjem težišča nanosa v globino na lokaciji Kusova Vrbina. Dva izrazita skoka v globini težišča sta vsekakor posledica poplav, ki so povzročile dodaten nanos sveže mivke. To je tudi razlog, da je prodiranje Cs-137 v zemljino navidezno hitrejše kot

[15] Za leto 2020 je prikazana še primerjava med povprečnimi okoljskimi doznimi ekvivalenti H*(10), izmerjenimi v okolici NEK, na referenčni lokaciji v Ljubljani in povprečnimi ekvivelenti izmerjenimi na Hrvaškem v okviru programa nadzora radioaktivnosti v okolici NEK ter povprečnimi ekvivalenti izmerjenimi v okviru meritev radioaktivnosti v življenjskem okolju v Republiki Sloveniji.

na drugih dveh lokacijah. Začetna globina težišča nanosa na lokaciji Kusova Vrbina, upoštevajoč podatke od leta 1992, je ustrezno večja. Dodatno lahko ugotovimo, da se šele v 10-letnem drsečem povprečju izpovpreči lokalna nehomogenost useda in vpliv hidrogeoloških procesov v zgornjih plasteh. Na slikah v nadaljevanju (Slika 62 in Slika 63) prikazujemo usede Cs-137 in Sr-90 po globinah za lokacije v okolici NEK, za primerjavo pa so dodani še usedi po Sloveniji. Opazimo lahko, da so usedi v okolici NEK nižji kot po Sloveniji.



Slika 62: Usedi Cs-137 po Sloveniji (vir: /87/)



Slika 63: Usedi Sr-90 po Sloveniji (vir: /87/)

4.4.6.7 Hrana

- Odvzemna mesta vzorcev hrane v letu 2020, ki so označena na priloženem zemljevidu na koncu poročila, so bila: sadovnjak ob NEK (sadje), Pesje (mleko, zelenjava), Brege (meso, mleko, zelenjava), Vihre (zelenjava), Vrbina (jajca, sadje), Spodnji Stari Grad (meso, jajca, zelenjava), Žadovinek (zelenjava, žito), Trnje (zelenjava), Leskovec (meso, sadje), Dolenje Skopice (mleko, zelenjava). V letu 2020 je bilo v okolici NEK skupno vzorčenih 32 vrst živil.
- Zelenjavo, žita in sadje so vzorčili od junija do oktobra, odvzem mesa in jajc je bil v januarju, marcu in juliju, mleko pa je bilo vzorčeno mesečno.
- Meritve vsebnosti C-14 v rastlinskih vzorcih so bile v juliju in septembru 2020 v bližnji okolici NEK (zunanji krog) in na kontrolni točki v Dobovi. Specifična aktivnost C-14 je bila izmerjena v koruzi in pšenici.

Specifične aktivnosti sevalcev gama so bile izmerjene z visokoločljivostno spektrometrijo gama, specifične aktivnosti Sr-90/Sr-89 pa z radiokemijsko metodo. Radiokemijska analiza Sr-89/Sr-90 se opravi na istih vzorcih kot visokoločljivostna spektrometrija gama.

Rezultati 2020

V hrani nismo zaznali radionuklidov, ki so bodisi v zračnih bodisi v tekočinskih izpustih NEK. Izjeme so C-14, Cs-137 in Sr-90, ki pa so pretežno posledica kozmogenega izvora ali globalne kontaminacije. C-14 se v rastline vgrajuje v procesu fotosinteze, v živalski in človeški organizem pa prehaja predvsem z zaužitjem rastlinske hrane. Specifična aktivnost C-14 je bila v bližnji okolici NEK v letu 2020 izmerjena v koruzi in pšenici in sicer v juliju in septembru. Med povprečnimi vsebnosti C-14 v hrani in rastlinju, merjenih v juliju in septembru na istih lokacijah, ni statistično značilnih razlik. Najvišja izmerjena specifična aktivnost C-14, (242 ± 3) Bq na kilogram ogljika, je bila izmerjena v koruzi (lokacija M, Žadovinek) v juliju.

Izračunane specifične aktivnosti radionuklidov, ki so v okolje prišli po zračnih izpustih iz NEK, so vsaj pet redov velikosti nižje od izmerjenih specifičnih aktivnosti v hrani. To razloži, da vsebnosti Cs-137 in Sr-90 v hrani pripisujemo globalni onesnaženosti. Specifične aktivnosti radionuklidov v hrani v okolici NEK in po Sloveniji močno variirajo, kar je posledica neenakomerne globalne onesnaženosti, orografije, sestave tal in drugih značilnosti površja Republike Slovenije. V okviru negotovosti povprečij po skupinah hranil so specifične aktivnosti Cs-137 in Sr-90 primerljive za tiste vzorčene v okolici NEK in Sloveniji.

Med naravnimi radionuklidi je v hrani, vnesen po različnih prenosnih poteh iz zemlje, umetnih gnojil in zraka, najbolj zastopan K-40, prisotni pa so tudi radionuklidi iz razpadnih vrst U-238 in Th-232. V letu 2020 je bila specifična aktivnost K-40 v hrani, pridelani na krško-brežiškem polju, od 27 Bq/kg (kumare) do 399 Bq/kg (fižol v zrnju), v hrani, vzorčeni drugod po Sloveniji, pa od 32 Bq/kg (hruške) do 176 Bq/kg (mleko). V okolici NEK v skupino z večjo specifično aktivnostjo K-40 spada listna zelenjava in plodovke, med živila z manjšo aktivnostjo K-40 pa mleko in sadje.

4.4.7 Ocena vplivov ionizirajočega sevanja

Ocena vpliva ionizirajočega sevanja za obstoječe stanje je povzeta po dokumentu »Nadzor radioaktivnosti v okolici NEK, Poročilo za leto 2020 /87/.

4.4.7.1 Tekočinski izpusti 2020

Ob delovanju NEK v Krškem so koncentracije aktivnosti izpuščenih radionuklidov, razen H-3, v okolju znatno pod detekcijskimi mejami oziroma je morebitni prispevek teh radionuklidov težko ločiti od ozadja (C-14, Cs-137). Zato njihov vpliv na človeka in okolje posredno ovrednotimo iz podatkov o izpustih v ozračje in o tekočinskih izpustih. Z uporabo modelov, ki opisujejo razširjanje radionuklidov po raznih prenosnih poteh v okolju, pa se ocenjuje izpostavljenost prebivalstva.

Zaradi gradnje HE Brežice in nastanka akumulacijskega jezera je prišlo do sprememb pri načinih in poteh izpostavitve prebivalstva. Sedanja ocena vplivov izpuščenih radionuklidov, ki je opisana v nadaljevanju,

temelji na starih predpostavkah in ne upošteva vseh hidravličnih parametrov in konfiguracije struge reke Save, kot so mešanje na jezu, negotovosti pretokov, zatekanje reke Save nizvodno v podtalnico (pred izgradnjo akumulacijskega jezera HE Brežice).

Modelni izračun, ki temelji na tekočinskih izpustih in podatkih o letnem pretoku reke Save, upoštevajoč značilnosti referenčne skupine (to so ribiči, ki lovijo po akumulacijskem jezeru do 350 m nizvodno od jeza NEK, preživijo znaten čas na obrežju in uživajo savske ribe), je pokazal, da je efektivna doza za odraslega zaradi izpustov v reko Savo v letu 2020 v Brežicah 0,006 µSv na leto (zadrževanje na obrežju in uživanje rib). Na lokaciji 350 m pod jezom NEK je izračunana letna efektivna doza za odraslega 0,014 µSv. Če bi upoštevali povprečne navade referenčne osebe, bi bile prejete efektivne doze še nekajkrat nižje. K celotni efektivni dozi tako največ prispeva H-3 (44 %), pri čemer je prevladujoča prenosna pot uživanje rib. Zaradi zadrževanja na bregu je večina celotne obremenitve zaradi izpustov Co-60 in Co-58. Ob upoštevanju pitja savske vode, kar je malo verjetna prenosna pot, pa bi prevladal prispevek H-3 (100 %).

Največja ocenjena letna efektivna doza v okolici NEK v letu 2020 zaradi pitja vodovodne vode je bila na krško-brežiškem polju izračunana za črpališče Brege (4,5 µSv za odraslo referenčno osebo, 6,4 µSv za otroke in 26,9 µSv za dojenčke). Praktično vsa obremenitev gre na račun naravnih radionuklidov. Umetni radionuklidi prispevajo k obremenitvi kvečjemu delež 1,2 % pa še to so predvsem posledica globalne kontaminacije in ne vpliva NEK. Za otroke in dojenčke je ta delež še manjši. V primerjavi z drugima dvema črpališčema in tudi z ljubljanskim vodovodom je vpliv naravnih radionuklidov za Brege najvišji. Za to črpališče se kaže neposredna povezava površja s podtalnico na primeru uporabe kemičnih sredstev v kmetijstvu, kot ilustrirajo tudi meritve iz Poročila o kakovosti pitne vode na javnih vodovodih v občinah Krško in Kostanjevica na Krki v letu 2019 /280/. Podobno dokazuje tudi višja koncentracija naravnih radionuklidov oziroma kalija K-40 v vodi, ki ga je za Brege okrog trikrat več kot za Rore.

Ocenjene letne efektivne doze zaradi umetnih radionuklidov v pitni vodi v brežiškem in krškem vodnooskrbnem sistemu so daleč pod avtorizirano mejno dozo (50 µSv), koncentracije aktivnosti pa pod izpeljanimi mejnimi koncentracijami aktivnosti, ki so izračunane ob upoštevanju, da je vrednost mejne efektivne doze 100 µSv na leto.

4.4.7.2 Atmosferski izpusti 2020

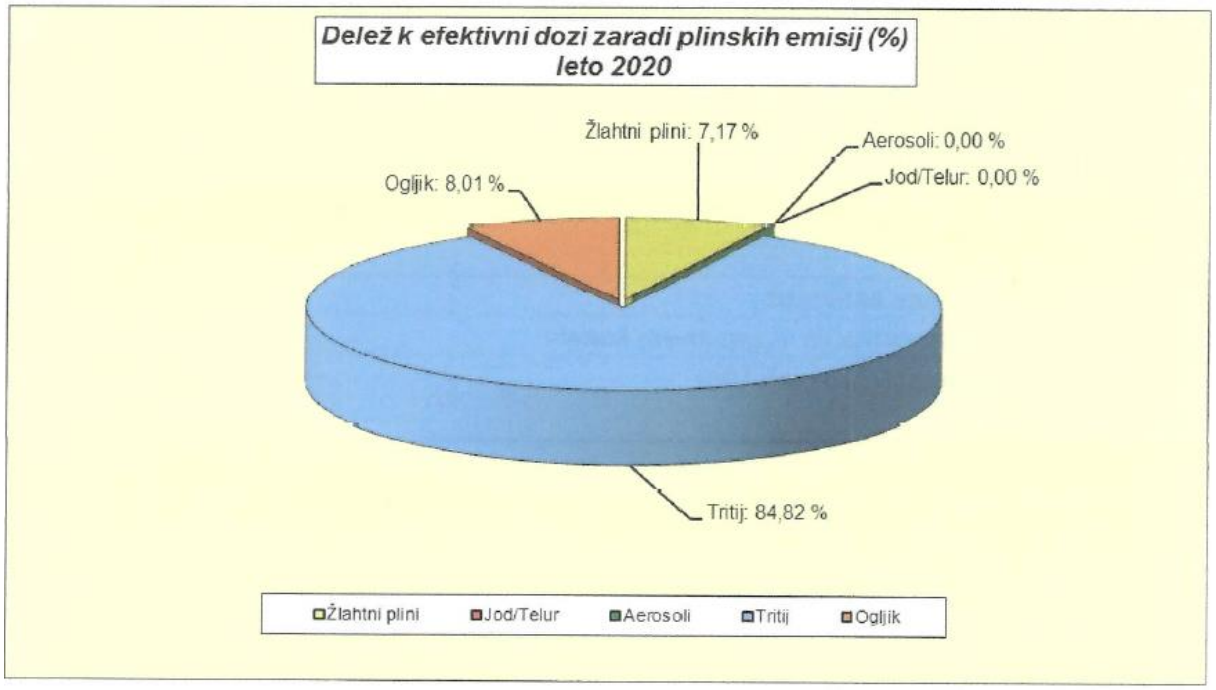
Efektivna doza iz nadzora imisij
Pri izračunu doz je upoštevanih več konservativnih predpostavk - tako glede vremenskih pogojev (najneugodnejši letni faktor redčenja določene smeri vetra), višina izpusta (talni izpust) ter stalna prisotnost fiktivne osebe na razdalji 500 m. Namen tega izračuna je primerjava z administrativno omejitvijo doze v neposredni bližini elektrarne, ne pa dejanska obsevanost prebivalstva, ki je razumljivo bistveno nižja.

Glede na to, da je emisija značilnejših cepitvenih produktov zanemarljiva, sta bila relativno pomembnejša prispevka H-3 in C-14 (kot CxHy), saj predstavljata 93,0 % od skupne doze.

Prispevek izpuščenih žlahtnih plinov je bil 7 % od skupne doze, ostali radionuklidi pa so bili manj pomembni.

Doza je izračunana za obsevanje iz oblaka žlahtnih plinov in za notranje obsevanje zaradi vdihavanja ostalih radionuklidov.

Efektivna doza je izračunana z uporabo Lagrangeevega modela letne disperzije za talni izpust in znaša na razdalji 500 m od osi reaktorja 0,45 µSv . Prispevki posameznih izotopov k dozi zaradi zračnih emisij so na sliki (Slika 64).



Slika 64: Izračunan prispevek k dozi glede na posamezne elemente v plinski emisiji na razdalji 500 m od reaktorja (vir: /88/)

Efektivna doza iz nadzora emisij

Pri ovrednotenju vpliva atmosferskih izpustov se upoštevajo naslednje skupine radionuklidov:

- žlahtni plini, ki so izključno pomembni za zunanjo izpostavitev ob prehodu oblaka;
- čisti sevalci beta, kot sta H-3 in C-14, ki sta biološko pomembna le v primeru vnosa v organizem zaradi inhalacije (H-3, C-14) in ingestije (C-14);
- sevalci beta/gama v aerosolih (izotopi Co, Cs, Sr itd.) s prenosnimi potmi: inhalacija, zunanje sevanje iz useda, ingestija na rastline usedlih radionuklidov;
- izotopi joda v raznih fizikalnih in kemijskih oblikah, pomembnih pri inhalaciji ob prehodu oblaka in zaradi vnosa v telo z mlekom.

Tabeli v nadaljevanju prikazujeta ovrednotenje zračnih emisij z modelnim izračunom razredčitvenih koeficientov v ozračju za leto 2020 in za posamezne skupine radionuklidov po najpomembnejših prenosnih poteh za odrasle prebivalce v naselju Spodnji Stari Grad, ki je najbližje naselje zunaj izključitvenega območja (Tabela 88), in ob ograji NEK. Ocene okvirno veljajo tudi za razdaljo 500 m od osi reaktorja (Tabela 89). Velja omejitev dodatne izpostavitve prebivalstva na robu izključitvenega območja (500 m od osi reaktorja) in dalje, da celotna letna efektivna doza prispevkov vseh prenosnih poti na posameznika iz prebivalstva ne sme presegati 50 µSv. Iz tabel lahko ugotovimo, da so prispevki k letni efektivni dozi za odraslega prebivalca na ograji NEK 0,0079 µSv, ter v naselju Spodnji Stari grad 0,0066 µSv.

Razredčitvene faktorje za zunanje sevanje iz oblaka in inhalacijo od leta 2007 ocenjujemo z Lagrangeevim modelom, ki vključuje značilnosti terena v okolici NEK in večji nabor meteoroloških spremenljivk. Model uporablja vse merjene podatke, ki so v sistemu ekološkega informacijskega sistema EIS, ki ga upravlja NEK. Za emisije je to pretok plinov skozi glavni izpuh. Model potrebuje še hitrost izpustnih plinov ter presek dimnika pri izpustu. Po posvetovanju z NEK je bila za temperaturo dimnih plinov določena temperatura 25 °C. Prispevek sevanja iz useda je bil do leta 2010 ocenjen še z Gaussovim modelom z upoštevanjem talnega izpusta. Ocena za zračno imerzijo v letu 2020 je v okviru stresanja podatkov primerljiva za prejšnja leta.

Tabela 88: Izpostavitve sevanju prebivalstva (odrasla oseba) v naselju Spodnji Stari Grad zaradi atmosferskih izpustov iz NEK v letu 2020 (vir:/87/)

Način izpostavitve	Prenosna pot	Najpomembnejši radionuklidi	Letna doza (mSv)
zunanje sevanje	inverzija (oblak) sevanje iz useda	žlahtni plini (Ar-41, izotopi Xe) aerosoli (izotopi I in Co, Cs-137)	3,6 E–7 7,2 E–16
inhalacija	oblak	H-3, C-14, I-131, I-132, I-133	6,3 E–6
ingestija	rastlinska hrana	C-14	0[16]

Tabela 89: Izpostavitve sevanju prebivalstva (odrasla oseba) ob ograji NEK zaradi atmosferskih izpustov iz NEK v letu 2020 (vir:/87/)

Način izpostavitve	Prenosna pot	Najpomembnejši radionuklidi	Letna doza (mSv)
zunanje sevanje	inverzija (oblak) sevanje iz useda	žlahtni plini (Ar-41, izotopi Xe) aerosoli (izotopi I in Co, Cs-137)	5,6 E–7 4,7 E–15
inhalacija	oblak	H-3, C-14, I-131, I-132, I-133	7,3 E–6
ingestija	rastlinska hrana	C-14	5,0 E–5

Meritve C-14 so bile v letu 2020 izvedene na vzorcih pšenice in koruze na Institutu "Jožef Stefan". Rezultati meritev kažejo pričakovano rahlo povišanje specifične aktivnosti C-14 v vzorcih na razdalji do 1 km od osi reaktorja glede na vzorce, vzete na referenčni točki v Dobovi. Ocenjena letna efektivna doza zaradi zaužitja C-14 je tako v okolici NEK (do 1 km) za 5 E-5 mSv višja kot na kontrolni točki v Dobovi. Pri izračunu doze prejete zaradi C-14 v okolici NEK, smo konzervativno privzeli, da prebivalci uživajo hrano iz neposredne bližine NEK (blizu roba izključitvenega območja) dva meseca v letu, drugih 10 mesecev pa hrano od drugod (Dobova). Iz tega izhaja, da je tudi v računu doze zaradi C-14 upoštevano, da prebivalci uživajo hrano, pridelano na krško-brežiškem področju (od ograje NEK do Dobove).

Razlika med računanjem doze zaradi C14 in doze zaradi vnosa drugih radionuklidov v hrano je v tem, da se za C-14 upošteva uteženo povprečje specifične aktivnosti C-14 glede na lokacijo vzorčenja, za druge radionuklide pa to ni mogoče zaradi različnih načinov vzorčenja. Doza C-14 se nanaša na hrano in ne na posamezno vrsto hrane, saj se specifične aktivnosti C-14 (v Bq na kilogram ogljika) v raznih vrstah živil ne razlikujejo. Razmerje med izotopoma C-14 in C-12 je namreč v vseh organizmih konstantno in izraža razmerje med izotopoma v atmosferi. V primeru umetnih izpustov C-14 pa se razmerje med izotopi C-14 in C-12 tako v atmosferi kot v organizmih lahko spremeni, saj izotopi C-14 zamenjujejo izotope C-12 v organskih molekulah.

4.4.7.3 Naravno sevanje 2020

Meritve zunanjega sevanja v okolici NEK so tudi v letu 2020 potrdile ugotovitve iz preteklosti, da gre za značilno naravno okolje, ki ga najdemo tudi drugje v Sloveniji in v svetu. Letni okoljski dozni ekvivalent H*(10) sevanja gama in ionizirajoče komponente kozmičnega sevanja v okolici NEK je bil na prostem v povprečju 0,90 mSv. To je več, kot je ocena letne efektivne doze za zaprte prostore 0,83 mSv (1998). K temu je treba dodati še prispevek H*(10) nevtronskega kozmičnega sevanja, ki je za območje NEK 0,07 mSv na leto. Tako je bila skupna doza naravnega zunanjega sevanja H*(10) v letu 2020 v okolici NEK 0,97 mSv na leto. Ustrezna letna efektivna doza (ob upoštevanju pretvorbenih faktorjev iz publikacije Radiation Protection 106) je 0,81mSv na leto, kar je nižje od podatka za svetovno povprečje (0,87 mSv na leto).

[16] Rezultat je manjši od negotovosti meritve

Specifične aktivnosti naravnih radionuklidov v hrani so primerljive s povprečnimi vrednostmi v svetu, zato za efektivno dozo zaradi vnosa hrane privzemamo sklepe iz UNSCEAR[17].

Posamezni prispevki k dozi naravnega sevanja so zbrani v tabeli C izvornega dokumenta. Skupna letna efektivna doza je ocenjena na 2,39 mSv, kar je v okviru stresanja vrednosti primerljivo s prejšnjimi leti ter s svetovnim povprečjem, ki je 2,4 mSv na leto.

Tabela 90: Efektivne doze E zaradi naravnih virov sevanja v okolici NEK v letu 2020 (vir:/87/)

Vir	Letna efektivna doza E (mSv)
sevanje gama in neposredno ionizirajoče kozmično sevanje kozmični nevtroni[18]	0,76 0,06
ingestija (K, U, Th) ([55], efektivna doza)	0,27
inhalacija (kratkoživi potomci Rn-222, efektivna doza)[19]	1,3
skupaj	**2,39**

4.4.7.4 Naravni radionuklidi v letu 2020

Izmerjene aktivnosti naravnih radionuklidov (uranova in torijeva veriga, K-40, Be-7) se ne razlikujejo bistveno od vrednosti, izmerjenih v drugih krajih Slovenije, in vrednosti, ki jih podaja literatura. To velja tako za reko Savo, podtalnice, vodovode in usede, kot za zrak in hrano. Prav tako velja, da so vrednosti primerljive z vrednostmi iz preteklih let.

4.4.7.5 Černobilska kontaminacija, poskusne jedrske eksplozije in nesreča v Fukušimi (leto 2020)

V letu 2020 sta bila, podobno kot v preteklih letih, od antropogenih radionuklidov v zemlji merljiva še Cs-137 in Sr-90, ki izvirata iz černobilske nesreče in poskusnih jedrskih eksplozij. Učinka radionuklidov, ki so ušli v ozračje po nesreči v japonski jedrski elektrarni v Fukušimi leta 2011, v letu 2020 ni bilo zaznati.

Prispevek Cs-137 k zunanjemu sevanju je bil ocenjen na manj kot 0,017 mSv na leto, kar je 2,5 % povprečne letne zunanje doze zaradi naravnega sevanja v okolici NEK. Ocena je primerljiva z ocenami v preteklih letih.

Predvidena efektivna doza zaradi inhalacije radionuklidov, ki so posledica splošne kontaminacije (Cs-137 in Sr-90), je za odraslega posameznika ocenjena na 2,7 E-7 mSv na leto.

Cs-137 in Sr-90 iz jedrskih poskusov in černobilske nesreče sta bila izmerjena v sledeh v posameznih vrstah hrane. Efektivna doza zaradi zaužitja te hrane je bila za leto 2020 ocenjena na 3 E-4 mSv na leto za Cs-137 in 1,3 E-3 mSv na leto za Sr-90, kar je skupaj 0,8 % letne efektivne doze zaradi naravnih radionuklidov (brez K-40) v hrani. Ocenjena doza je primerljiva s tistimi iz prejšnjih let.

K letni efektivni dozi v hrani največ prispeva C-14, ki je v prehransko verigo prišel po naravni poti in zaradi nadzemnih jedrskih poskusov v 60. letih prejšnjega stoletja.

[17] UNITED NATIONS, Sources and effects of Ionizing Radiation, Report to the General Assembly with Scientific Annexes, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, (UNSCEAR), YN, New York, 2000

[18] Ocena efektivne doze zunanjega sevanja iz okoljskega doznega ekvivalenta doze H*(10) z upoštevanjem pretvorbenega faktorja E/H*(10) = 0,84 za fotone 600 keV (Radiation Protection 106, EC, 1999). Pretvorbeni faktorji v območju od 100 keV do 6 MeV so v območju med 0,84 in 0,89.

[19] Značilni prispevek kratkoživih radonovih potomcev k efektivni dozi je bil ocenjen v poročilu za leto 2000 (IJS-DP-8340, #3 na strani 7)

4.4.7.6 Primerjava s preteklimi leti (leto 2020)

V tabeli (Tabela 91) so predstavljeni posamezni prispevki k letni efektivni dozi zaradi emisij NEK v letih 2016 - 2020 za odraslo osebo na ograji NEK. Ocene okvirno veljajo tudi za razdaljo 500 m od osi reaktorja. Izjema je doza zaradi zunanjega sevanja, ki jo merijo TLD. Ob ograji NEK so med gradnjo objekta odstranili vrhnjo plast zemlje in nasuli prod, zaradi česar je povprečni letni okoljski dozni ekvivalent v okolici NEK za 40 % višji od tistega na ograji NEK. Zaradi tega tu podajamo povprečni okoljski dozni ekvivalent za okolico NEK.

Tabela 91: Povzetek letnih izpostavitev prebivalstva v okolici NEK za obdobje 2016 - 2020 (vir:/87/)

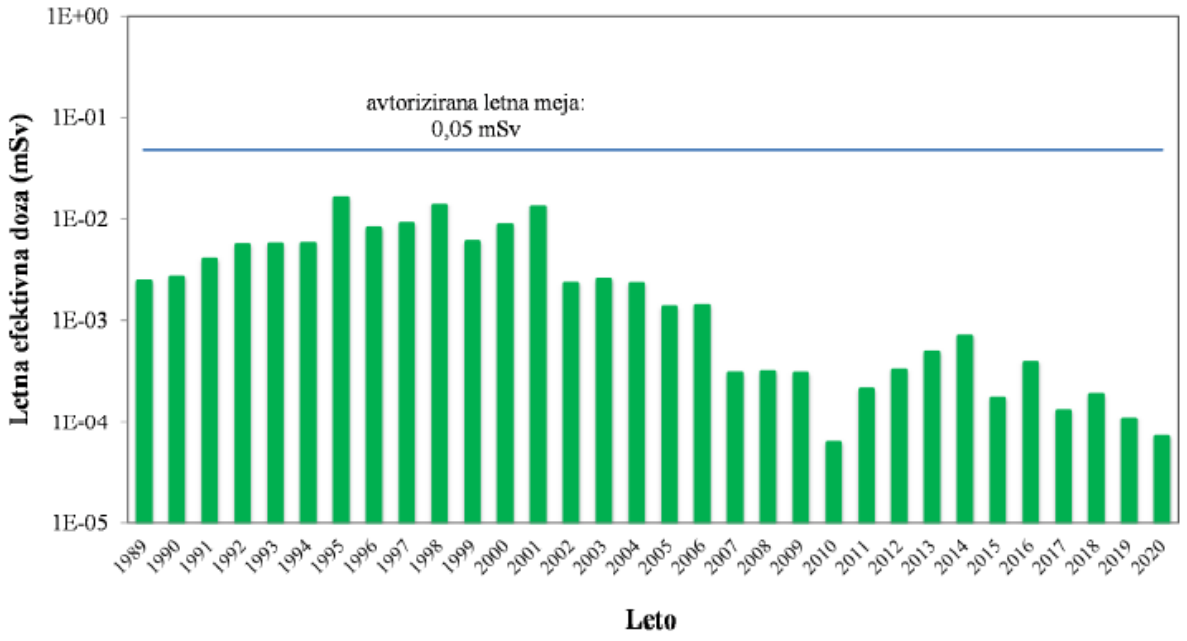
		Letna efektivna doza E (mSv)				
Vir	**Prenosna pot**	**Leto 2020**	**Leto 2019**	**Leto 2018**	**Leto 2017**	**Leto 2016**
naravno sevanje	gama in ionizirajoče kozmično sevanje	0,76**	0,64**	0,70**	0,69**	0,68**
	kozmični nevtroni	0,06	0,08	0,09	0,08	0,1
	ingestija (K, U, Th)	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
	inhalacija (kratkoživi potomci Rn-222)	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
	Skupaj naravno sevanje	2,39	2,29	2,36	2,34	2,35
NEK neposredno sevanje ob ograji NEK	neposredno sevanje iz objektov NEK	nedoločljivo	nedoločljivo	nedoločljivo	nedoločljivo	nedoločljivo
NEK atmosferski izpusti* (na ograji NEK)****	zunanje sevanje iz oblaka	5,6 E–7	1,2E-6	9,4E-7	7,1E-7	6,9E-7
	zunanje sevanje iz useda (izotopi I in Co, Cs-137)	4,7 E–15	2,7E-12	2,1E-12	1,2E-12	5,8E-12
	inhalacija iz oblaka (H-3, C-14)	7,3 E–6	1,6E-5	3,0E-5	2,4E-5	1,3E-5
	zaužitje (C-14)	5,0 E–5	8,0E-5	8,0E-5	1,0E-4	1,0E-4
NEK tekočinski izpusti (Sava)	referenčna skupina (350 m pod jezom NEK)	1,4 E–5	1,2E-5	8,0E-6	8,0E-6	2,7E-4
	odrasla oseba, Brežice	6,3 E–6	5,4E-6	4,0E-6	4,0E-6	1,3E-4
černobilska kontaminacija jedrski poskusi	zunanje sevanje**	< 1,7E-2***	<1,3E-2***	<2,3E-2***	<3,3E-2***	<4,0E-2***
	ingestija rastlinske in živalske hrane (brez C-14)	1,6 E–3	1,0E-3	1,5E-3	1,4E-3	Ingestija skupaj: 1,4E-3

		Letna efektivna doza E (mSv)				
Vir	**Prenosna pot**	**Leto 2020**	**Leto 2019**	**Leto 2018**	**Leto 2017**	**Leto 2016**
	ingestija rastlinske hrane (C-14)	1,5 E–2	1,5E-2	1,5E-2	1,5E-2	
	ingestija rib	8,9 E–5	1,4E-4	7,5E-4	1,1E-3	

* Skupne vsote prispevkov NEK ne navajamo, saj vsi prispevki niso aditivni, ker ne gre za iste skupine prebivalstva.
**Ocena efektivne doze zunanjega sevanja iz okoljskega doznega ekvivalenta doze H*(10) z upoštevanjem pretvorbenega faktorja E/H*(10) = 0,84 za fotone 600 keV (Radiation Protection 106, EC, 1999).
*** V tej oceni ni upoštevano, da se prebivalec zadržuje 20 % časa na prostem in da je faktor ščitenja pri zadrževanju v hiši 0,1. Gre za konzervativno oceno.
**** Ocena okvirno velja tudi na razdalji 500 m od osi reaktorja

Ko seštejemo vrednosti za atmosferske in tekočinske izpuste, ugotovimo, da je vpliv nadzorovanih izpustov iz NEK na prebivalstvo znatno pod avtorizirano mejo. Pri tem je treba poudariti, da gre za različne skupine prebivalstva in je zato seštevek samo groba ocena letne efektivne doze.

Na naslednji sliki (Slika 65) so ocenjene letne efektivne doze posameznih referenčnih skupin zaradi emisij NEK. Označena je tudi letna avtorizirana meja (0,05 mSv).



Slika 65: Ocenjene letne efektivne doze posameznih referenčnih skupin zaradi emisij NEK (vir:/87/)

Od leta 2005 do 2011 se seštevek znižuje, v letih od 2012 pa je bila letna efektivna doza na prebivalca na ograji NEK (ocene okvirno veljajo tudi za razdaljo 500 m od osi reaktorja), nekoliko višja zaradi vpliva C-14 na prehrambno verigo med vegetacijo in spremenjenih predpostavk v izračunu doze, vendar še vedno dva velikostna reda pod avtorizirano mejo. Tudi v letih 2013 in 2014 lahko opazimo povišanje letne efektivne doze, vendar ga lahko pripišemo izključno prispevku C-14 v tekočinskih izpustih, ki ga v prejšnjih letih nismo upoštevali.

V letu 2020 daje seštevek drugo najnižjo vrednost v zadnjih 31-ih letih. Najnižja je bila v letu 2010. Tako nizke vrednosti lahko pripišemo majhnim nadzorovanim izpustom iz NEK (kvalitetno gorivo) in dejstvu, da v letu 2020 ni bilo rednega remonta. Pri primerjanju prispevkov v posameznih letih je treba

upoštevati še, da se pri izračunu zunanjega sevanja iz oblaka in inhalacije iz oblaka od leta 2007 uporablja Lagrangeev model, ki lahko daje nižje vrednosti izpostavitve, ter da so bile vrednosti prispevka dozi zaradi zaužitja C-14 (iz atmosferskih izpustov) do leta 2006 ocenjena na osnovi izpustov in podatkov iz podobnih elektrarn.

Tako lahko ugotovimo, da so sevalni učinki NEK v primerjavi z globalnim onesnaženjem in učinki uporabe radionuklidov v medicini za več redov velikosti nižji. Še več, ocenjena vrednost sevalnih učinkov (letne efektivne doze) NEK na prebivalstvo ob ograji NEK (in okvirno 500 m od osi reaktorja) je približno 0,003 % značilnega neizogibnega naravnega ozadja.

V okolju v okolici NEK so bili izmerjeni tudi drugi radionuklidi, ki so pretežno del globalne kontaminacije (C-14, Sr-90, Cs-137) ali uporabe v medicini (I-131), ali kozmogenega izvora (H-3, C-14). Prispevki k letni efektivni dozi po medijih za vse umetne radionuklide, ki jo prejme prebivalstvo (odrasli) iz najbližjih naselij, oziroma referenčnih lokacij, so zbrani v tabeli (Tabela 91), dodana je primerjava s prejšnjimi leti. V letu 2020 je bil največji prispevek zaradi zunanjega sevanja – posledica prisotnosti Cs-137 v zemlji (globalno onesnaženje). Drugi največji prispevek je zaradi C-14 v hrani. Ugotovimo lahko še, da se vsota prispevkov z leti znižuje, k čemur največ prispeva zmanjšana ocena zaradi sevanja Cs-137 iz zemlje.

Izdelovalci poročila /87/ **ugotavljajo**, da so bili vsi načini izpostavitev prebivalstva **zanemarljiv**i v primerjavi z naravnim sevanjem, doznimi omejitvami in avtoriziranimi mejami.

4.4.7.7 Sklepi - leto 2020

Povzetek izpostavitve prebivalstva v okolici NEK za leto 2020 je v tabeli (Tabela 91), kjer so navedeni prispevki naravnega sevanja, vplivi NEK ob ograji NEK in preostali vplivi černobilske kontaminacije in poskusnih jedrskih eksplozij:

- v letu 2020 so bili vsi sevalni učinki NEK na ograji NEK (ocena okvirno velja tudi za razdaljo 500 m od osi reaktorja) ter 350 m nizvodno od jezu NEK na prebivalstvo v okolici ocenjeni na manj kot 7,14 E-5 mSv na leto;
- ocenjena vrednost sevalnih učinkov NEK-a na ograji NEK je približno 0,003 % značilnega neizogibnega naravnega ozadja. Ocena okvirno velja tudi na razdalji 500 m od osi reaktorja;
- ocenjena vrednost je majhna v primerjavi z avtorizirano mejno dozo za prebivalstvo v okolici NEK (efektivna doza 50 μSv na leto na razdalji 500 m in dalje za prispevke po vseh prenosnih poteh);
- seštevek vseh prispevkov sevalnih učinkov je drugi najnižji v zadnjih 31-ih letih. Nizke vrednosti lahko pripišemo majhnim nadzorovanim izpustom iz NEK (kvalitetno gorivo) in dejstvu, da v letu 2020 ni bilo rednega remonta Zasluge za nizke učinke jedrske elektrarne gredo tudi zaposlenim v NEK, ki zgledno skrbijo za nadzor in omejevanje izpustov;
- k celotni efektivni dozi največ prispeva zaužitje hrane (86,9 %) z vnosom C-14;
- efektivna doza zaradi vdihavanja prispeva k celotni efektivni dozi 10,2%. Med radionuklidi največ prispeva H-3;
- efektivna doza zunanjega sevanja k celotni efektivni dozi prispeva 2,9 %. Med radionuklidi največ prispeva Co-60;
- vsota prispevkov efektivnih doz, ki jih izračunamo iz meritev vzorcev iz okolja, se z leti znižuje, k čemur največ prispeva zmanjšano sevanje zaradi Cs-137 iz zemlje. To je ostanek zračnega in padavinskega useda po nesreči v jedrskem reaktorju leta 1986 v Černobilu, Ukrajina.

4.4.8 Obremenjenost z vonjavami

Vonjave v poročilu niso obravnavane (pojasnilo v poglavju 1.7.4).

4.4.9 Obremenjenost z odpadki

Na podlagi terenskega ogleda ožje in širše območje obravnavane lokacije ni obremenjeno z odpadki. Odpadki iz proizvodnih dejavnosti in komunalni odpadki se redno oddajajo ustreznim zbiralcem / izvajalcem obdelave posameznih vrst odpadkov in izvajalcu gospodarske javne službe ravnanja s komunalnimi odpadki.

4.4.10 Obremenjenost z radioaktivnimi odpadki

4.4.10.1 Splošno

Z začetkom poskusnega obratovanja NEK je v letu 1981 v Sloveniji pričela stalno nastajati znatna količina radioaktivnih odpadkov. Nastopajo v plinastem, tekočem ali trdnem stanju. Del tekočinskih radioaktivnih odpadnih snovi in plinaste radioaktivne odpadne snovi se v skladu z avtoriziranimi omejitvami upravnega organa sproti oziroma obdobno izpušča v okolico. Ostale odpadne snovi pa je treba v okviru procesa ravnanja z radioaktivnimi odpadki ustrezno predelati v trdno obliko, uskladiščiti in odložiti v odlagališče radioaktivnih odpadkov.

Razdelitev radioaktivnih odpadkov v trdni obliki je navedena v Pravilniku o ravnanju z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom (UL RS št. 125/21). Radioaktivni odpadki v trdni obliki se tako glede na stopnjo in vrsto radioaktivnosti razvrščajo v naslednje kategorije:

- prehodno radioaktivni odpadki;
- zelo nizkoradioaktivni odpadki;
- nizko- in srednjeradioaktivni odpadki (NSRAO);
- visokoradioaktivni odpadki (VRAO) in
- radioaktivni odpadki z naravnimi radionuklidi.

Pri RAO je poleg aktivnosti pomembna predvsem življenjska doba radionuklidov, ki jih odpadki vsebujejo, saj le-ta pogojuje, koliko časa bodo odpadki radioaktivni, s tem pa določa tudi ravnanje z njimi in pogoje za odlaganje. V skladu s tem so del RAO v NEK prehodno radioaktivni odpadki, pri katerih se v nekaj letih skladiščenja specifična aktivnost vsebovanih radionuklidov zniža na raven, pri kateri se v skladu s predpisom, ki ureja sevalne dejavnosti, opusti nadzor nad radioaktivnimi odpadki, del RAO pa so zelo nizkoradioaktivni odpadki, za katere lahko URSJV odloči o opustitvi nadzora. Največji delež predstavljajo NSRAO. Visokoradioaktivni odpadki bodo nastali šele v fazi razgradnje NEK. Radioaktivni odpadki z naravnimi radionuklidi pa v NEK niso prisotni.

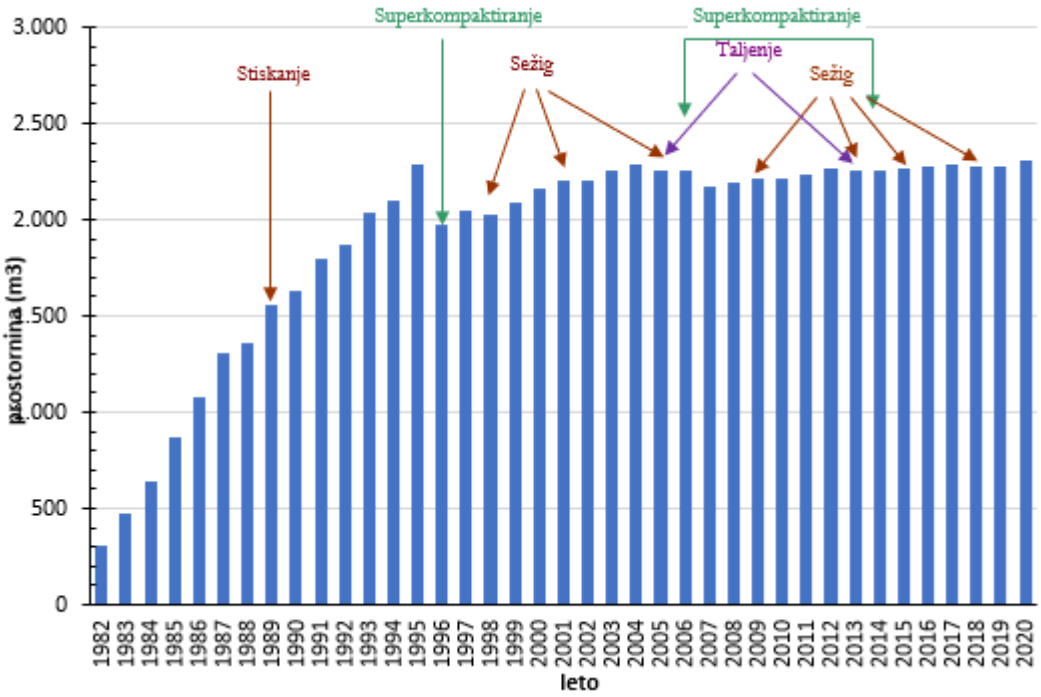
4.4.10.2 Obstoječi inventar RAO

Letna količina uskladiščenih obratovalnih NSRAO, ki je v začetnem obdobju obratovanja NEK znašala v povprečju 100 m^3, se zaradi aktivnih ukrepov zmanjševanja količin nastalih NSRAO in ustreznih postopkov obdelave in priprave na skladiščenje ves čas zmanjšuje, tako da trenutno znaša pod 35 m^3, kar je tudi dolgoročni operativni cilj NEK20. Obratovalni odpadki so shranjeni v skladišču, ki je bilo sprva predvideno za 5000 sodov oziroma 5-letno proizvodnjo NSRAO, kasneje pa je bila zmogljivost povečana na 11.200 sodov oziroma 3000 cevastih zabojnikov (TTC-tube type container), ki je oblika paketa z NSRAO. Ob koncu leta 2019 je znašala prostornina NSRAO v skladišču 2.274 m^3. Ker je zasedenost skladišča radioaktivnih odpadkov že v letu 2012 dosegla 95 % razpoložljivih skladiščnih zmogljivosti, se je v NEK v letu 2013 začelo z načrtovanjem objekta za manipulacijo z opremo in pošiljkami radioaktivnih tovorov (WMB). Nova stavba olajšuje težave zaradi zamud z gradnjo odlagališča NSRAO. V letu 2018 je bila gradnja omenjenega objekta končana. Z novo zgradbo je omogočen umik merilne opreme in superkompaktorja iz manipulativnega prostora skladišča. S tem ukrepom je v skladišču pridobljen prostor za rezervno skladiščno zmogljivost (5 %) za primer izrednih dogodkov. S tovrstno reorganizacijo skladišča bo po oceni NEK zagotovljeno dovolj prostora za skladiščenje radioaktivnih odpadkov do leta 2022. Za normalno obratovanje NEK po letu 2022 je tako nujno, da se aktivnosti za izgradnjo odlagališča

[20] Resolucija o Nacionalnem programu ravnanja z RAO in IG ReNPRRO16-25, točka 3.1.1.3

NSRAO pospešijo in se zagotovi začetek prevzema NSRAO odpadkov v letu 2023[26]. Gradnja odlagališča NSRAO je samostojen projekt, ki je popolnoma ločen od projekta podaljšanja obratovalne dobe NEK. Zanj je bilo izdelano posebno poročilo o vplivih na okolje in v letu 2021 pridobljeno okoljevarstveno soglasje.

Količina obratovalnih NSRAO v skladišču v NEK je prikazana na naslednji sliki (Slika 66).



Slika 66: Prikaz količine NSRAO v skladišču NSRAO v NEK (stanje ob koncu leta 2020) /227/

V NEK je bila leta 1999 zgrajena stavba za dekontaminacijo, v kateri sta shranjena stara uparjalnika, ki sta ostala po zamenjavi leta 2000, ter še druga kontaminirana oprema. Skupna prostornina kontaminirane opreme v stavbi za dekontaminacijo znaša približno 1.000 m^3. V stavbi za dekontaminacijo je bila po zamenjavi v letu 2012 uskladiščena tudi zamenjana (stara) glava reaktorske posode. Z uskladiščenjem reaktorske glave so razpoložljive skladiščne zmogljivosti stavbe za dekontaminacijo začasno v precejšnji meri izčrpane. Za večji del uskladiščene kontaminirane opreme bo še pred začetkom razgradnje predvidoma opuščen nadzor, zato bo lahko ta oprema oddana v predelavo ali pa odložena kot neradioaktivni odpadki.

4.4.10.3 Predvidene količine NSRAO /195/

Ob upoštevanju podaljšanja obratovanja NEK do leta 2043 bo v NEK nastalo 3.005 m^3 (skladiščna prostornina) oziroma 6.025 t obratovalnih NSRAO. Če bi NEK obratovala do leta 2023, bi bilo obratovalnih NSRAO za 547 m^3 oziroma 884 t manj; t.j. 2458 m^3 oziroma 5.141 t.

Poleg obratovalnih NSRAO bodo po prenehanju obratovanja NEK nastali NSRAO, ki bodo posledica razgradnje[27]. Del teh NSRAO bo nastal v času razgradnje NEK po koncu obratovanja. Teh NSRAO bo 2.860 t oziroma 2.842 m^3 (skladiščna prostornina) ne glede na to, če bo NEK obratovala do leta 2023

[26] Nuklearna elektrarna Krško, Letno poročilo o obratovanju NEK za leto 2020, februar 2021
[27] Razgradnja objekta ni predmet te presoje in bo predmet drugih upravnih postopkov s področja graditve objektov, jedrske varnosti in varstva okolja.

ali leta 2043. Del NSRAO iz razgradnje pa bo nastal v času razgradnje objekta suhega skladišča (2103-2106). Teh NSRAO bo 392 t oziroma 407 m^3. [23] Pri razgradnji bo nastala tudi manjša količina VRAO.

4.4.10.4 Predpriprava odpadkov za NSRAO Vrbina

NSRAO pakete bosta prevzeli za to pristojni organizaciji iz Republike Slovenije (ARAO) in Republike hrvaške (FOND). Sama delitev se bo izvajala v stavbi Waste Manipulation Building (WMB). Pri tem se bodo uporabljala obstoječa orodja in naprave. Za zmanjševanje radioloških obremenitev izvajalcev aktivnosti se bo uporabljalo dodatno ščitenje v obliki premičnih zaščitnih sten, daljinskega upravljanja itd. Zgradba WMB (Waste Manipulation Building) je bila projektirana prav z namenom priprave NSRAO za odpošiljanje na predelavo (sežig, taljenje), aktivnosti, ki jih NEK že izvaja, in za končno predajo in pakiranje v posebne zabojnike za končni prevzem s strani ARAO in FOND-a.

Obstoječi paketi se bodo direktno vstavljali v predvidene N2d, RCC ali ISO IP2 transportne zabojnike v WMB stavbi. Stavba je projektirana na način, da zagotavlja radiološko zaščito proti okolici, zaščito okolja, kakor tudi delovne ambientalne pogoje v sami stavbi (debeline sten, zaprt filtrski sistem ventilacije, izvedba talnega zaprtega drenažnega sistema,…). Pred vstavitvijo paketov v zabojnike se bo izvedel formalni prenos lastništva NSRAO iz NEK na prevzemnika (ARAO in FOND). V WMB stavbi je predvideno tudi zalivanje N2d in RCC zabojnikov s polnilno malto s pomočjo mobilne opreme. Po končanem sušenju in utrjevanju polnilne malte bodo zabojniki naloženi na tovornjake in odpeljani z lokacije NEK v skladu in ob upoštevanju vseh zahtev za transport radioaktivnega materiala. Za organizacijo transporta sta odgovorna prevzemnika ARAO in Fond.

Del NSRAO, ki ga ne bo moč direktno vstaviti v RCC ali N2s zabojnike in ga bo potrebno dodatno obdelati, bo vstavljen v ISO IP2 transportne zabojnike in bo odpeljan iz NEK v organizaciji in odgovornosti prevzemnika. Po obdelavi in kondicioniranju pri zunanjem izvajalcu v tujini bodo ti odpadki vrnjeni v dolgotrajno skladiščenje prevzemniku v Republiki Hrvaški ali Republiki Sloveniji.

4.4.10.5 Načini ravnanja z RAO

Ukrepi za zmanjševanje nastajanja RAO

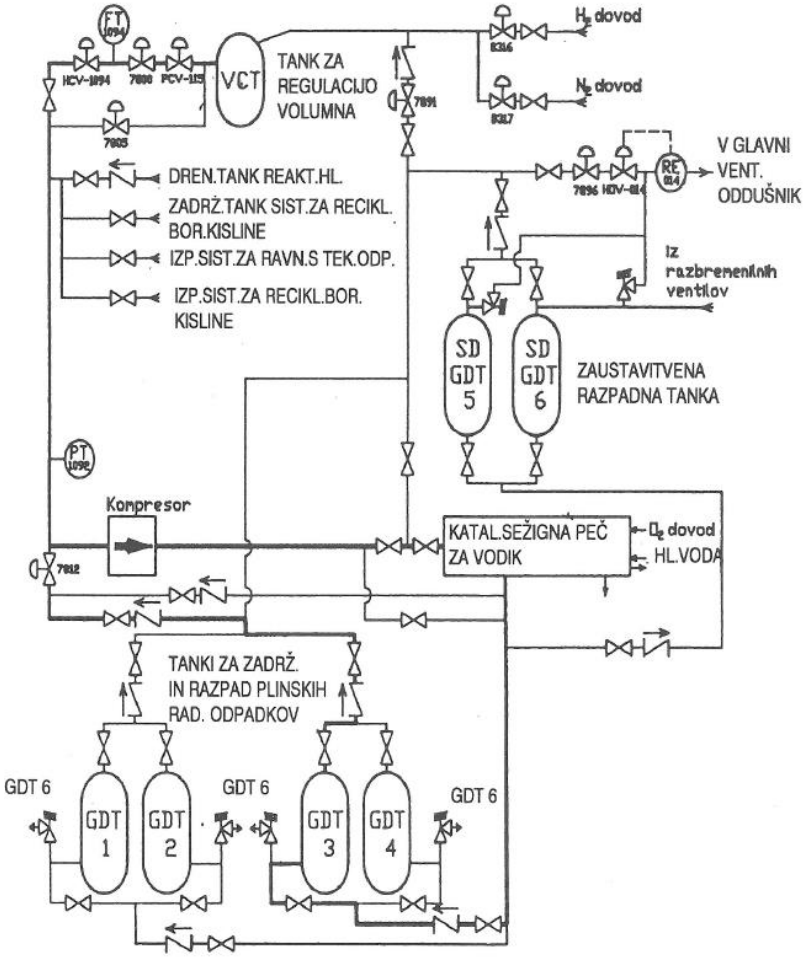
Nastajanje RAO v čim manjših količinah je zakonska obveza (121. člen ZVISJV -1), ki se odraža tudi v internih dokumentih elektrarne. Priročnik sistema vodenja elektrarne MD-1 Notranje usmeritve in cilji – petletni razvojni načrt podaja usmeritev o zmanjševanju količine RAO z doslednim nadzorom in odpravo puščanj hladila, dekontaminacijo in ponovno uporabo orodij in materialov, preprečevanjem kontaminacije, doslednim ločevanjem kontaminiranih materialov od čistih in uporabo tehnik zmanjševanja volumna. Uporablja se možnost opustitve nadzora.[24] /229/

Obdelava plinastih odpadnih snovi

Sistem obdelave plinastih odpadnih snovi tvorita dva enaka vzporedna zaprta kroga s kompresorjem in katalitsko sežigalno pečjo za vodik ter šest tankov za razpad in zadrževanje komprimiranih razcepnih plinov. Sistem odstranjuje iz reaktorskega hladila pline, ki so se tam nabrali zaradi poškodovanih srajčk gorivnih palic. Največ plina prispeva tank za regulacijo volumna hladila (VCT), manj jih je pa iz izparilnika za recikliranje bora, tanka za zbiranje drenaž reaktorskega hladila, tanka za recikliranje bora in iz analiznih sistemov. V VCT se dovaja vodik, ki izloča razcepne pline iz reaktorskega hladila v plinsko fazo. Ta kontaminirani vodik je v krogotoku dušika doveden v katalitsko sežigalno peč, kjer se dodaja kisik in izvaja sežig, tako da vodik na katalizatorju zgori v vodno paro. Po odstranitvi vode krožijo preostali plini (s pomočjo kompresorja) skozi enega od šestih tankov za razpad in zadrževanje plinov. Poenostavljena shema sistema je prikazana na naslednji sliki (Slika 67) /3/.

[23] Third Revision of the Krško NPP Radioactive Waste and Spent Fuel Disposal Program, version 1.3, September 2019, ARAO - Agency for Radwaste Management, Ljubljana, Fund for financing the decommissioning of the Krško NPP, Zagreb (PO3), Table 4-17;

[24] Program gospodarjenja z radioaktivnimi odpadki, TD-0C, Rev. 8, točka 8



Slika 67: Shema sistema za ravnanje s plinskimi RAO /4/

Zadrževalne zmogljivosti sistema omogočajo, da plinov ni treba dnevno izpuščati v ozračje. V okviru ventilacijskega sistema se plini filtrirajo s pomočjo ogljenih in visoko učinkovitih filtrov za partikulate. Izpusti so tempirani na ugodne atmosferske pogoje. Plinske emisije nadzira sistem radioloških monitorjev (RM) z avtomatsko akcijo preprečitve izpusta v primeru preseganja alarmnih vrednosti[25].

Izpuste plinastih RAO se izvaja na osnovi opravljenih analiz ter z evidentiranjem in poročanjem.

Obdelava tekočih odpadnih snovi

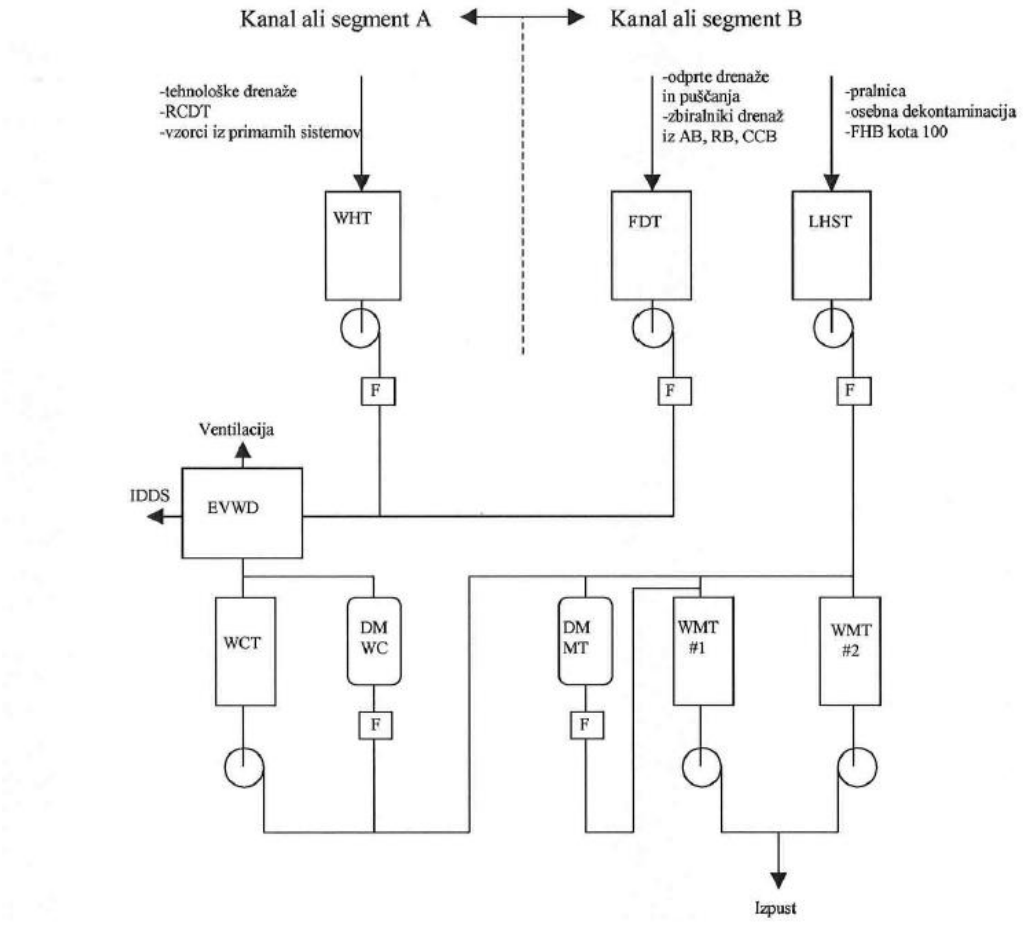
Sistem ravnanja s tekočimi RAO (Slika 68) je namenjen sprejemanju, ločevanju obdelavi, recikliranju in izpuščanju tekočih RAO. V NEK se obdelava tekočih RAO izvaja z izparevanjem, ionsko izmenjavo, filtriranjem in sušenjem (sistem za sušenje v sodu - IDDS). Tekoči RAO so gleda nastanka in kemične lastnosti razvrščeni v dve skupini: v prvo se uvrščajo RAO, ki jih je mogoče ponovno uporabiti, ker imajo reaktorsko stopnjo kemijske čistoče in se obdelujejo s kanalom A sistema za ravnanje s tekočimi RAO, v drugo pa se uvrščajo tekoči RAO, ki ne dosegajo reaktorske stopnje kemijske čistoče in se obdelujejo s kanalom B obravnavanega sistema. Sistem je namenjen tudi ravnanju z izrabljenimi ionskimi izmenjevalniki.

Kanal A obdeluje odpadne vode, ki nastajajo z zaprtim dreniranjem in puščanjem opreme reaktorskega hladilnega sistema. Zbirajo se v odpadnem zadrževalnem tanku (WHT). Glavna sestavina v tej vodi je, poleg radionuklidov, borova kislina. Ta odpadna voda se obdela z izparilnikom sistema (EVWD), če pa

[25] SOP-3.2.211, Sistem odpadnih plinov (GH), Dodatek 7.6, Slika 2

se na podlagi rezultatov analiz vzorcev vsebnosti WHT izkaže, da te odpadne vode ni treba obdelati z izparevanjem in tudi če je WHT prenapolnjen, se tekoči odpadki prečrpajo v tank za zbiranje talnih drenaž (FDT). V EVWD se izvaja koncentracija do 12 % raztopine borove kisline, do 20 % trdnih snovi oziroma do koncentracije radioaktivnosti 1,5 TBq/m^3 – do vrednosti, ki je prej dosežena. Odpadni koncentrat se obdela v IDDS. Če EVWD ne obratuje, se odpadne vode iz WHT obdelajo z izparilnikom sistema za recikliranje bora (EVRE). Destilat se prečrpa v tank za zbiranje kondenzata (WCT). Vodo iz WCT se lahko ponovno obdela z EVWD ali pa z ionskim izmenjevalnikom kondenzata (DMWC); lahko pa se jo tudi prečrpa v nadzorni odpadni tank (WMT#2).

Kanal B obdeluje tekoče RAO, ki nastajajo z odprtim dreniranjem in puščanjem komponent primarnih sistemov, dekontaminacijo opreme, delovnih površin in zaščitne opreme in ki se zbirajo v tanku za zbiranje talnih drenaž (FDT) in tanku za zbiranje vode iz pralnice in sobe za osebno dekontaminacijo (LHST). Odpadne vode iz LHST navadno ni treba dekontaminirati, zato se jo prečrpa skozi sito in filter v WMT#1 in od tam v izpustni kanal. Tekočine, ki se stekajo v FDT se po potrebi dekontaminira z ionsko izmenjavo (DMMT) ali z izparevanjem. Po dekontaminaciji se odpadno vodo nadzorovano prečrpa v WMT#2 in od tam v izpustni kanal. Prečrpavanje se nadzira s procesnim monitorjem RM 018.[26]



Slika 68: Shema sistema ravnanja s tekočimi RAO /228/

Sistemi za obdelavo trdnih RAO

Trdni RAO so utrjeni (solidificirani) ali enkapsulirani tekoči RAO, kontaminirani filtri in kontaminirane trdne odpadne snovi (plastika, krpe, papir, osebna zaščitna oprema, orodje, strojna in elektro oprema, gradbeni odpadki). Najpogostejši postopek obdelave trdnih RAO je zmanjšanje prostornine RAO. Načini zmanjšanja prostornine so odvisni od vrste RAO in so navedeni v tabeli (Tabela 10).

[26] Gospodarjenje z RAO v NEK, Tehnično poročilo ESD-TR-03/97, Rev. 3, NEK, 2008

Za odpadne snovi, ki izhajajo iz radiološko nadzorovanega območja in imajo vrednosti kontaminacije ali specifične aktivnosti pod referenčnimi vrednostmi, se opusti radiološki nadzor in se jih razvrsti med navadne odpadke.

Pakiranje NSRAO

Osnovna embalaža za pakiranje NSRAO so sodi različnih izvedb iz navadne in nerjavne pločevine. Osnovni sod iz navadne pločevine je sod D1. Sodi D3, D4 in D5 so izpeljanke soda D1 z različnimi notranjimi ščiti oziroma vložki. Sod D3 ima betonski ščit in se uporablja za shranjevanje izrabljenih filtrskih vložkov. Sod D4 ima v notranjosti jekleno košaro, prostor med košaro in sodom pa je zapolnjen z vermikulit-cementom. Uporabljal se je za shranjevanje izrabljenih smol ionskih izmenjevalnikov. Sod D5 ima v notranjosti jeklen vložek, prostor med sodom pa je zapolnjen z vermikulit-cementom. Uporabljal se je za shranjevanje koncentratov izparilnika in gošč. Sod D2 se uporablja za shranjevanje ostankov sežiga, sod D6 pa se je uporabljal kot vsebnik za shranjevanje manjših sodov in superkompaktiranih sodov. Sod H3 se je uporabljal za shranjevanje posušenih izrabljenih smol kalužuparjalnikov. Soda H1 in H2 sta izdelana iz nerjavne pločevine. Sod H1 se uporablja za shranjevanje posušenih izrabljenih smol kalužuparjalnikov ter posušenih koncentratov izparilnika in gošč. Sod H2 ima v notranjosti jeklen ščit in se uporablja za shranjevanje posušenih izrabljenih smol primarnega kroga. Cevasta vsebnika T1 in T2 sta izdelana iz navadne pločevine in se uporabljata za shranjevanje sodov v začasnem skladišču na lokaciji NEK. Pregled vrst sodov in TTC je prikazan v naslednji tabeli (Tabela 92).

Tabela 92: Vrste sodov in TTC za skladiščenje obratovalnih NSRAO v NEK /231/

Oznaka	Dimenzije DxH (mm)	Neto volumen (l)	Masa praznega soda (kg)	Projektna masa (kg)	Material
D1	570x825	208	23	300	nav. ploč.
D2	460x700	113	33	300	nerj. ploč.
D3	605x872	320	400	500	nav. ploč.
D4	570x825	65	190	300	nav. ploč.
D5	570x825	110	180	300	nav. ploč.
D6	660x946	320	37	500	nav. ploč.
H1	563x816	200	65	800	nerj. ploč.
H2	506x779	150	450	800	nerj. ploč.
H3	563x818	204	60	800	nav. ploč.
T1	640x2695	864	117	3000	nav. ploč.
T2	640x2698	869	135	3000	nav. ploč.

Predelava NSRAO

Glede na način nastanka in njihove lastnosti so v okviru procesa karakterizacije NSRAO v NEK definirane naslednje vrste obratovalnih odpadkov:

- koncentrati izparilnika in gošče (EB);
- izrabljene smole ionskih izmenjevalnikov (SR, BR);
- izrabljeni filtrski vložki (F);
- stisljivi odpadki (CW);
- nestisljivi odpadki (NCW) in
- razni trdni odpadki (SW).

Koncentrati izparilnika in gošče nastanejo pri obdelavi procesnih tekočin in tekočin iz drenažnih rezervoarjev. Pri obdelavi z izparevanjem nastajata voda ter koncentrat izparilnika in gošče. Po prvotni tehnologiji sta se tako nastala koncentrat izparilnika in gošče solidificirala z enkapsulacijo v vermikulit-cementno matrico v sodu. Ta tehnologija je opuščena, namesto nje pa se uporablja tehnologija sušenja v sodih, pri kateri se koncentrat izparilnika in gošče sušijo v sodih. Končni odpadek je suha snov z do 5 % preostale vlažnosti.

Pri obdelavi procesnih tekočin v primarnem in sekundarnem delu elektrarne se uporablja tudi postopek ionske izmenjave. Po daljši uporabi postanejo ionski izmenjevalniki neučinkoviti. Ker vsebujejo radioaktivne snovi, se jih ne regenerira, ampak jih je treba zamenjati, s tem pa postanejo radioaktivni odpadek. Zaradi različne aktivnosti in hitrosti doze se izrabljene smole ionskih izmenjevalnikov iz primarnega in sekundarnega kroga zbirajo in obdelujejo ločeno. Po prvotni tehnologiji so se izrabljene smole polnile v sode in solidificirale z vermikulit-cementom. Ta tehnologija je opuščena, namesto nje pa se uporablja tehnologija sušenja pri kateri se izrabljene smole sušijo v sušilcu, pri čemer se jim zmanjša prostornina. Suha snov iz sušilca nato pada v sod. Končni odpadek je suha snov (brez proste vode) z do 30 % preostale vlažnosti.

Filtrski vložki se uporabljajo za odstranjevanje trdnih delcev iz procesnih tekočin ter plinastih izpustov. Ko vložki postanejo neuporabni, jih je treba zamenjati, s tem pa postanejo radioaktivni odpadek. Filtrski vložki so delno solidificirani s cementom, delno pa samo pakirani v sode. Izrabljeni vložki HEPA filtrov iz prezračevalnih sistemov so uvrščeni med nestisljive odpadke.

Različni kontaminirani ali aktivirani material se v radiološko kontroliranem področju elektrarne ločuje na stisljive in nestisljive odpadke. Stisljivi odpadki se pred skladiščenjem še stisnejo s hidravlično stiskalnico ali superkompaktorjem.

Glede na vrsto odpadkov, čas nastanka in uporabljeno tehnologijo obdelave so bili odpadki pakirani v različne vrste sodov. Del odpadkov je bil dodatno predelan v procesih superkompaktiranja, del pa poslan na sežiganje in taljenje. Stisnjeni sodi v procesu superkompaktiranja so bili nato vstavljeni v večje sode ali v TTC. Sodi z ostanki sežiga so bili vstavljeni v večje sode in zaliti s cementom. Vrste obratovalnih odpadkov glede na vrsto embalaže so prikazane v tabeli.

Tabela 93: Vrste obratovalnih NSRAO ter njihovo pakiranje in predelava /231/

Vrsta	Tip soda	Opis in način predelave ter pakiranja
EB	D5	koncentrat izparilnika
	H1	posušen koncentrat izparilnika
	H1	posušene gošče
	D5/T1	superkompaktirani paketi EBD5 vloženi v vsebnik T1
	D5/T2	superkompaktirani paketi EBD5 vloženi v vsebnik T2
	D5/D6	superkompaktirani paketi EBD5 vloženi v sod D6
	D5/T1	paketi EBD5 vloženi v vsebnik T1
	H1/T2	paketi DCH1 vloženi v vsebnik T2
	H1/T2	paketi DSH1 vloženi v vsebnik T2
SR, BR	D4	izrabljene smole
	H2	posušene izrabljene smole iz primarnega kroga
	H1	posušene izrabljene smole kaluže uparjalnika
	D4/T1	sodi SRD4 vloženi v vsebnik T1
	H2/T2	sodi PRH2 vloženi v vsebnik T2
	H1/T2	sodi BRH1 vloženi v vsebnik T2
F	D3	izrabljeni filtrski vložki v sodu z betonskim ščitom in zaliti z betonom
	D3	izrabljeni filtrski vložki v sodu z betonskim ščitom
	H2	izrabljeni filtrski vložki v sodu z jeklenim ščitom
	D3/T1	sodi CFD3 vloženi v vsebnik T1
CW	D1	kompaktirani odpadki
	D6	superkompaktirani sodi CWD1 vloženi v sod D6
	D1/T1	superkompaktirani sodi CWD1 vloženi v vsebnik T1

Vrsta	Tip soda	Opis in način predelave ter pakiranja
	D1/T2	superkompaktirani sodi CWD1 vloženi v vsebnik T2
	D2/D1	pepel v sodu D2; sod D2 vložen v sod D1 in zalit z betonom
NCW	D1	trdni nestisljivi odpadki
	D1/D6	superkompaktirani sodi OD1, vloženi v sod D6
	D1/T1	superkompaktirani sodi OD1, vloženi v vsebnik T1
	D1/T2	superkompaktirani sodi OD1, vloženi v vsebnik T2
	D1/T1	sodi OD1 vloženi v vsebnik T1
	D1	kompaktirani izrabljeni vložki HEPA filtrov
	D2/D1	ostanki sežiga v sodu D2; sod D2 vložen v sod D1 in zalit z betonom
SW	H1	korundni prah
	D1	ogleni filtrski vložki
	D1/T1	superkompaktirani sodi ACD1 vloženi v vsebnik T1
	D1/T2	superkompaktirani sodi ACD1 vloženi v vsebnik T2

4.4.10.6 Odlaganje NSRAO

Odnose Slovenije in Hrvaške v zvezi z odlaganjem RAO iz NEK ureja BHRNEK[27]. V skladu s 3. točko 10. člena BHRNEK se bo odlaganje NSRAO urejalo na podlagi programa odlaganja RAO in izrabljenega goriva (v nadaljnjem besedilu: IG). BHRNEK v šesti točki 10. člena nadalje določa, da se lokacija NEK lahko uporablja le za začasno skladiščenje RAO do konca življenjske dobe, v sedmi točki pa, da sta pogodbenici v primeru, če se do konca redne življenjske dobe ne dogovorita o skupni rešitvi odlaganja radioaktivnih odpadkov in izrabljenega goriva, obvezani, da najkasneje v dveh letih po tem roku končata s prevzemom RAO, in to vsaka polovico.

Koordinirano izvajanje določil BHRNEK v Sloveniji in na Hrvaškem zagotavlja meddržavna komisija (18. člen BHRNEK). Komisija je vsebinsko naslednica Medrepubliške koordinacije Slovenije in Hrvaške za področje RAO, ustanovljene leta 1989. Meddržavna komisija je na svoji 11. seji, dne 21. 11. 2017, ustanovila koordinacijski odbor za spremljanje izvajanja Tretje revizije Programa odlaganja radioaktivnih odpadkov in izrabljenega goriva iz NEK in Programa razgradnje NEK, katerega naloga je tudi, da pripravi skupni predlog izgradnje odlagališča NSRAO. Na 13. seji meddržavne komisije, dne 30. 9. 2019 pa je bil sprejet sklep, da meddržavna komisija na podlagi koordinacijskega odbora ugotavlja, da skupna rešitev odlaganja NSRAO ni možna.

Program odlaganja RAO iz NEK je bil skupaj s programom razgradnje NEK prvič izdelan v letu 2004, 2011 je bila pripravljena druga revizija, ki pa ni bila obravnavana in potrjena na meddržavni komisiji za spremljanje izvajanja BHRNEK in opravljanje drugih nalog v skladu s to pogodbo. V 2017 se je s potrditvijo projektnih nalog pričela izdelava tretje revizije Programa razgradnje NEK in Programa odlaganja RAO in IG iz NEK (PO3)[23]. Oba programa sta bila potrjena na 14. seji meddržavne komisije 14. julija 2020.

V skladu s PO3 bosta pogodbenici ločeno zagotavljali odlaganje NSRAO: odlaganje slovenske polovice NSRAO iz NEK se bo izvajalo v Odlagališču NSRAO, Vrbina, nedaleč od NEK, odlaganje hrvaške polovice NSRAO pa v odlagališču, katerega lokacija še ni določena, NSRAO pa bodo do začetka odlaganja v letu 2050 uskladiščeni v Centru za ravnanje z radioaktivnimi odpadki Čerkezovac. Določila ne veljajo za odlaganje NSRAO, ki bodo nastali pri razgradnji suhega skladišča IG v NEK. Te NSRAO se bo odlagalo v

[27] Zakon o ratifikaciji pogodbe med Vlado Republike Slovenije in Vlado Republike Hrvaške o ureditvi statusnih in drugih pravnih razmerij, povezanih z vlaganjem v Nuklearno elektrarno Krško… (UL RS, Mednarodne pogodbe št. 5/2003; podpis 19. 12. 2001, KK; začetek veljave 11. 3. 2003, UL RS, Mednarodne pogodbe št. 8/2003 – 35/2003)

globinsko odlagališče IG, ki je skupni projekt Slovenije in Hrvaške. Odločitev lastnikov o skupnem ravnanju z IG je bila sprejeta hkrati z odločitvijo o POD[28].

4.4.11 Izrabljeno gorivo (IG)

4.4.11.1 Splošno o IG

Gorivo, ki se uporablja NEK, je Westinghousovo standardno gorivo 16x16 STD z izvedenkami in izboljšavami (V5, V+, mV+). V četrtem gorivne ciklu je bilo uporabljenih tudi 40 gorivnih elementov KWU 16x16. Osnovni podatki o gorivu so podani v tabeli (*Tabela 94*)[29].

Tabela 94: Osnovni podatki o izrabljenem gorivu /3/

Lastnost	Vrednost
vrsta gorivnega elementa	Westinghouse 16x16 STD, V5, V+, mV+; KWU 16x16
največja obogatitev	5 % U-235
povprečna zgorelost elementa (maksimalno dovoljena)	60 GWD/MTU
število gorivnih palic v elementu	235
število ostalih lokacij v gorivnem elementu	21
dolžina gorivnega elementa	4.058,03 mm
dolžina gorivnega elementa s kontrolnim svežnjem	4.231,64 mm
širina gorivnega elementa	197,18 mm
masa gorivnega elementa	595 kg
masa gorivnega elementa s kontrolnim svežnjem	658 kg

Vse izrabljeno gorivo v NEK je trenutno shranjeno v bazenu za izrabljeno gorivo, kjer je v rešetkah za skladiščenje na voljo 1.694 celic. Skladiščna zmogljivost je bila prvič povečana s 180 na 828 celic z zamenjavo vseh rešetk v letu 1983, današnja zmogljivost pa je bila dosežena v letu 2003 z odstranitvijo treh starih rešetk in namestitvijo devetih novih rešetk.

Izrabljeno gorivo (IG) so gorivni elementi, ki so dosegli tehnično in ekonomsko mejo uporabnosti in so trajno odstranjeni iz reaktorske sredice. Ob upoštevanju delitve radioaktivnih odpadkov glede na specifično aktivnost, bi sodili med visoko radioaktivne odpadke (VRAO), ker pa je sprejeta le odločitev o njihovem začasnem skladiščenju do konca obratovanja NEK, jih imenujemo izrabljeni gorivni elementi. IG je sekundarna surovina, iz katere lahko s predelavo pridobimo predelan uran in plutonij, ki se lahko uporabljata kot surovina za novo jedrsko gorivo.

V skladu s sprejeto strategijo jih v NEK skladiščijo v posebni zgradbi in sicer v bazenu za izrabljeno gorivo.

Izrabljeni gorivni elementi so močno radioaktivni in sproščajo znatno količino toplote, zato so shranjeni v rešetkah, ki jih obdaja voda. Vodi je dodana borova kislina. Debela plast vode je hkrati ščit pred sevanjem in sredstvo za odvajanje toplote. Vstavljanje izrabljenega gorivnega elementa v rešetko v bazenu je prikazano na naslednji sliki (Slika 69).[30]

[28] Zajednički zapisnik 10. sjednice Međudržavnog povjerenstva za praćenje provedbe Ugovora između Vlad Republike Hrvatske i Vlade Republike Slocvenije o uređenju statusnih i drugih pravnih odnosa vezanih uz ulaganja, izkorištavanje i razgradnju Nuklearne elektrarne Krško (MDU), NEK, 20. 7. 2015; Ad.2.
[29] USAR NEK Ch. 4
[30] Nuklearna Elektrarna Krško - Izrabljeno gorivo (nek.si)

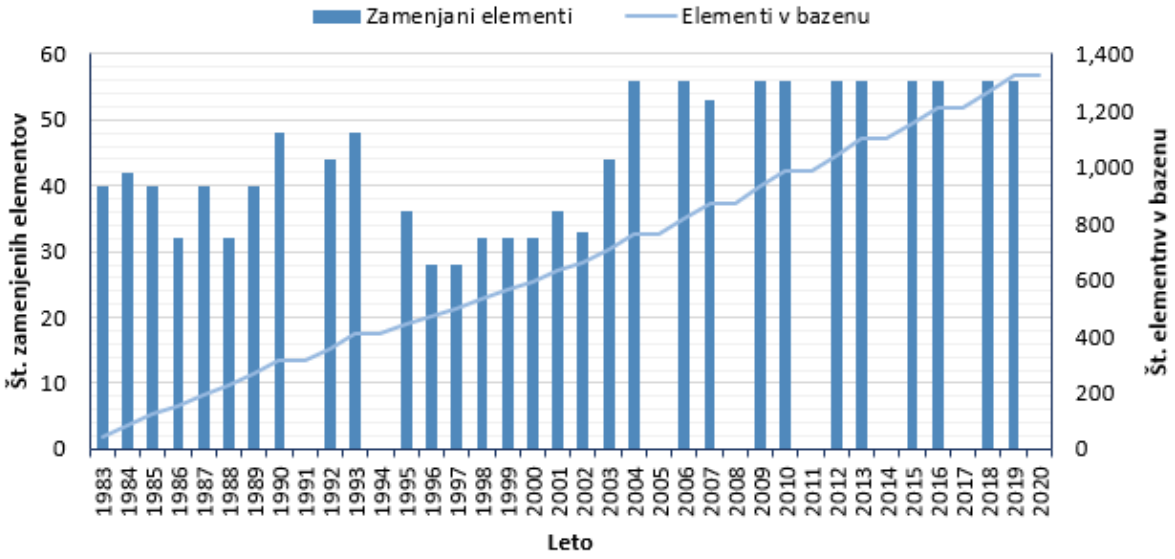


Slika 69: Vstavljanje izrabljenega gorivnega elementa v rešetko v bazenu izrabljenega goriva /233/

Odvod zaostale toplote, ki jo sprošča IG, iz bazena za izrabljeno gorivo se izvaja s pomočjo hladilne vode in toplotnih izmenjevalcev prek SF, CC in ESW sistema v Savo.

4.4.11.2 Obstoječi inventar IG

Ob koncu leta 2020 je bilo tako v bazenu za izrabljeno gorivo shranjenih skupno 1.323 gorivnih elementov, upoštevajoč tudi dva posebna kontejnerja z gorivnimi palicami in fisijsko celico iz leta 2017. Število vseh elementov IG v bazenu in število v bazen vstavljenih elementov med posameznim remontom do vključno remonta v letu 2020 sta prikazana na sliki v nadaljevanju (Slika 70).[21]



Slika 70: Število elementov IG v bazenu in število uskladiščenih elementov IG med remonti /227/

4.4.11.3 Predvidene količine IG

Če bi NEK obratovala do konca leta 2023, bi pri tem nastalo 1553 elementov IG, v primeru obratovanja do konca leta 2043 pa bo skupno nastalo 2281 elementov IG. V primeru obratovanja do leta 2023 bi IG do nadaljnega ostalo na lokaciji NEK.

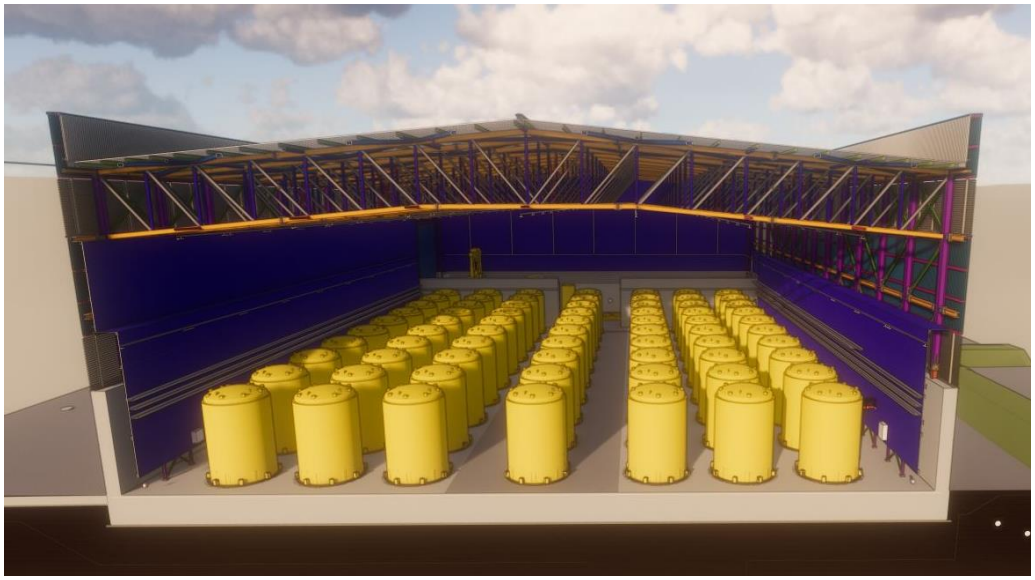
4.4.11.4 Načini ravnanja z IG

Vse izrabljeno gorivo bo iz bazena, po poprejšnjem petletnem hlajenju v bazenu, premeščeno v suho skladišče IG. Premeščeno bo v štirih kampanjah: prva bo opravljena neposredno po izgradnji suhega skladišča, druga v letu 2028, tretja v letu 2038 in četrta v letu 2048.

Tabela 95: Kampanje prestavitev IG iz bazena v suho skladiščenje /226/

Kampanje prestavitve:	Izvedba	Okvirno število gorivnih elementov
Kampanja I	2023	592 gorivnih elementov
Kampanja II	2028	592 gorivnih elementov
Kampanja III	2038	444 gorivnih elementov
Kampanja IV	2048	ostali gorivni elementi

Za potrebe suhega skladiščenja bo vse gorivo vstavljeno in zatesnjeno v večnamenske vsebnike (MPC), ki zagotavljajo zadrževalno pregrado in podkritičnost v času skladiščenja, premeščanja in tudi transporta izrabljenega goriva (IG), večnamenski vsebniki z IG pa v skladiščne plašče tipa HI-STORM v zgradbi suhega skladišča. Ti skladiščni plašči zagotavljajo ustrezen radiološki ščit. Poleg ščitenja pred sevanjem zagotavljajo HI-STORM skladiščni plašči v času skladiščenja tudi hlajenje MPC, zaščito MPC pred projektili ter zaščito MPC pred naravnimi in nezgodnimi vplivi. Za potrebe naravnega prezračevanja je v spodnjem delu valjastega ščita osnosimetrično razporejenih osem vstopnih odprtin. Izstop zraka poteka prek pokrova. Skladiščni plašči HI-STORM, nameščeni v zgradbi suhega skladišča so prikazani na sliki (Slika 71). Vsa zaostala toplota iz uskladiščenega IG v suhem skladišču bo neposredno oddana v zrak oziroma v okolico brez dodatne porabe energije. Toplotna moč bo s časom upadala. Iz zgradbe suhega skladišča ne bo emisij snovi v zrak. Iz tehnološkega dela objekta tudi ne bo tekočinskih izpustov.



Slika 71: Skladiščni plašči z IG v zgradbi suhega skladišča (vir: /226/)

NEK preverja in bo tudi v prihodnje preverjala možnost predelave IG v novo jedrsko gorivo. Po končani razgradnji NEK bo suho skladišče prevzela v upravljanje Agencija za radioaktivne odpadke, ki bo tudi poskrbela za odlaganje IG iz NEK (ReNPRRO, točka 4.5).

Hkrati z odločitvijo o POD je bila sprejeta tudi odločitev lastnikov o skupnem zagotavljanju odlaganja IG. Skupno globinsko odlagališče naj bi bilo zgrajeno na ozemlju Slovenije ali Hrvaške. Predviden je švedski koncept odlaganja KBS-3V /244//245/. Terminski načrt v zvezi z odlaganjem IG za osnovni in občutljivostni scenarij je podan v tabeli (Tabela 96, PR3). Pri obeh scenarijih je privzeto obratovanje NEK do leta 2043. Prvi, osnovni scenarij predvideva začetek rednega obratovanja odlagališča v letu 2093, drugi, občutljivostni scenarij pa v letu 2065. Pri obeh scenarijih naj bi bilo odloženih 2281 gorivnih elementov, ki so pripravljeni na odlaganje v 571 vsebnikih v obdobju desetih let obratovanja odlagališča.

Tabela 96: Terminski načrt gradnje odlagališča IG (vir: /226/)

Dejavnost	Osnovni scenarij (leto)	Občutljivostni scenarij (leto)
aktivacija postopka	2053	2025
začetek postopka izbora lokacije	2055	2027
opredelitev lokacije	2069	2041
začetek gradnje podzemnega testnega objekta	2079	2051
začetek raziskav v testnem objektu	2083	2055
potrditev lokacije	2086	2058
začetek gradnje odlagališča	2087	2059
začetek poskusnega obratovanja	2092	2064
začetek rednega obratovanja	2093	2065
dovoz zadnjega IG iz suhega skladišča	2103	2075
začetek razgradnje	2104	2076
začetek zapiranja	2108	2080
konec zapiranja	2110	2082

4.4.12 Obremenjenost s hrupom

Prikaz obstoječe obremenjenosti območja posega in okolice s hrupom povzemamo po rezultatih zadnjega obratovalnega monitoringa hrupa iz leta 2020, ki ga je izvedel ZVD d.o.o, Center za fizikalne meritve, Laboratorij za fizikalne meritve, oziroma po Poročilu o stanju hrupa v okolju, št.: LOM-20200588-KR/P /52/.

Na hrup v okolju vplivajo predvsem zunanji viri. Na merilnih mestih je bil v času meritev zaznan vpliv:
- notranjega transporta, manipulacij, vpliv dostavnih vozil,
- zvočnih signalov (predvsem po sistemu za notranjo komunikacijo - 'page', ograjeno območje NEK),
- transformatorjev in obratovanje turboagregata (v turbinski stavbi),
- zunanjih generatorjev.

Hrupni viri NEK niso stalni in obratujejo po potrebi, bolj ali manj intenzivno. V času meritev dne 22. 12. 2020 niso delovali hladilni stolpi. Hladilni stolpi so namenjeni ohlajanju tehnološke vode pred izpustom v reko Savo. Uporabljajo se predvsem v primeru neugodnih vremenskih razmer (visoka temperatura okolja) in nizkega pretoka Save. Glede na navedbe predstavnika naročnika delujejo okoli 100 dni, je pa načeloma odvisno od vremenskih pogojev.

Viri hrupa v grobem delujejo v dveh režimih:
- obratovalni režim: deluje kontinuirano, 24 ur na dan, 18- mesečni gorivni cikli,
- remont, enomesečni cikli med gorivnimi cikli, med katerimi se izvaja menjava goriva. Z vidika hrupa je okolje najbolj obremenjeno v času zagona elektrarne (kratkotrajni izpusti pare v obdobju dveh ur).

Obrat je v času merjenja deloval v obratovalnem režimu (delovali so vsi navedeni viri razen hladilnih stolpov). Obratovalne pogoje je zagotovil naročnik, ki navaja, da je obratovalno stanje ustrezalo obratovalnim razmeram, ki odražajo običajne razmere.

Proizvodni in neproizvodni viri NEK se nahajajo v industrijskem območju Vrbina vzhodno od naselja Krško. V neposredni okolici NEK ni za hrup občutljivih stanovanjskih objektov, najbližji stanovanjski objekti se nahajajo v naseljih Žadovinek, Spodnji Stari grad, Vrbina in Krško:

- stanovanjski objekt: Spodnji Stari Grad 2: ca. 550 m vzhodno od območja posega;
- stanovanjski objekt: Spodnja Libna 8: ca. 560 m severno od območja posega;
- stanovanjski objekt: Žadovinek 20A: ca. 1500 m jugozahodno od območja posega;
- stanovanjski objekt: Brege 3A: ca. 2000 m jugozahodno od območja posega;
- stanovanjski objekt: Mrtvice 13, 21, 27, 37: ca. 2500 m južno od območja posega.

V bližini NEK se nahajajo tudi druga podjetja, kjer so prav tako predpisane omejitve s hrupom, čeprav v bistveno blažji obliki kot v primeru stanovanjskih in drugih za hrup občutljivih objektov. Tako obstajajo omejitve tudi znotraj industrijske cone na mejah med posameznimi podjetji oziroma na parcelnih mejah NEK.

V bližini NEK se nahajajo podjetja GEN Energija d.o.o., Saramati Adem d.o.o., SeCOM, Kostak d.d., center za ravnanje z odpadki ter Betonarna Kostak.

Obravnavano območje je razen s hrupnimi viri zavezanca in okoliških obratov, obremenjeno tudi s hrupom cestnega prometa po industrijskem območju Vrbina in avtoceste Novo mesto–Zagreb.

Hrup na mestih ocenjevanja je bil ocenjen na podlagi izvedenih meritev hrupa na 6-ih merilnih mestih. Meritve so bile izvedene 22. 12. 2020 v dnevnem, večernem in nočnem obdobju dneva. Podatki o merilnih mestih so prikazani v nadaljevanju.



Slika 72: Lokacije merilnih mest v okviru obratovalnega monitoringa hrupa v letu 2020 (vir: /52/)

Tabela 97: Podatki o merilnih mestih v okviru obratovalnega monitoringa hrupa v letu 2020 (vir: ZVD /52/)

Mesto merjenja	L_{dan} (dBA)	$L_{večer}$ (dbA)	$L_{noč}$ (dBA)	L_{dvn} (dBA)
Merilno mesto 1 JV del (Mrtvice) na oddaljenosti ca. 580 m od NEK GKY: 540583 GKX: 87559	40,7	40,7	33,5	42,9
Merilno mesto 2 J parcelna meja na oddaljenosti ca. 270 m od NEK GKY: 540236 GKX: 87803	38,1	38,1	35,7	42,8
Merilno mesto 3 Z del (Žadovinek) na oddaljenosti ca. 1350 m od NEK GKY: 538797 GKX: 88409	40,5	40,5	39,1	45,9
Merilno mesto 4 SV stran proti naselju Spodnji Stari grad na oddaljenosti ca. 440 m od NEK GKY: 541023 GKX: 88749	39,6	39,6	36,4	43,8
Merilno mesto 5 S del, pred najbližjim poslovnim objektom Sarmati Adem d.o.o. na oddaljenosti ca. 130 m od NEK GKY: 540133 GKX: 88941	47,5	47,5	40,9	50
Merilno mesto 6 Z del, proti objektom na Vrbina 16 na oddaljenosti ca. 450 m od NEK GKY: 539709	39,9	39,9	36,8	44,1

Mesto merjenja	L_{dan} (dBA)	$L_{večer}$ (dbA)	$L_{noč}$ (dBA)	L_{dvn} (dBA)
GKX: 88551				

V skladu z veljavno zakonodajo mora upravljavec vira hrupa zagotoviti izvajanje industrijske dejavnosti na način, da vrednosti kazalcev hrupa L_{dan}, $L_{večer}$, $L_{noč}$ in L_{dvn} na kateremkoli mestu ocenjevanja, to je pred najbližjimi stavbami z varovanimi prostori, ne bodo presegale mejnih vrednosti kazalcev hrupa. Najbližja mesta ocenjevanja se skladajo z merilnimi mesti 1, 2, 3 in 4.

Tabela 98: Kazalci hrupa L_{dan}, $L_{večer}$, $L_{noč}$ in L_{dvn}. Mejne vrednosti so podane v oklepajih. Mejne vrednosti se nanašajo na III. stopnjo varstva pred hrupom (vir: ZVD /52/)

Lokacija	L_{dan} (dBA)	$L_{večer}$ (dBA)	$L_{noč}$ (dBA)	L_{dvn} (dBA)
Mesto ocenjevanja 1a: stanovanjski objekt Mrtvice 13	28,0 (58,0)	28,0 (53,0)	20,8 (48,0)	30,2 (58,0)
Mesto ocenjevanja 2a: stanovanjski objekt Brege 3a	24,1 (58,0)	24,1 (53,0)	21,7(48,0)	28,8 (58,0)
Mesto ocenjevanja 3a: stanovanjski objekt Žadovinek 20a	40,0 (58,0)	40,0 (53,0)	38,6 (48,0)	45,4 (58,0)
Mesto ocenjevanja 4a: stanovanjski objekt Spodnji Stari Grad 2a	36,8 (58,0)	36,8 (53,0)	33,6 (48,0)	41,0 (58,0)

Na osnovi meritev in analiz hrupa v okolju (rezultati so opisani v poročilu št. LOM – 20200588 – KR/M) ugotavljamo, da obravnavani vir v času obratovanja na nobenem mestu ocenjevanja (pred najbolj izpostavljenimi objekti z varovanimi prostori) ne presega mejnih vrednosti kazalcev hrupa v okolju, določenih z Uredbo o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (UL RS, št. 43/18 in 59/19).

V času meritev niso delovali hladilni stolpi. Na podlagi meritev, navedenih v poročilu št. LFIZ – 201500001 – JJ/M iz leta 2015, je bilo ocenjeno, da kljub njihovem prispevku k skupnemu hrupu, obravnavani vir na nobenem mestu ne presega mejnih vrednosti kazalcev hrupa v okolju, določenih z Uredbo o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (UL RS, št. 43/18 in 59/19), kot je razvidno iz tabele spodaj.

Tabela 99: Podatki o merilnih mestih v okviru obratovalnega monitoringa hrupa v letu 2015 (vir: ZVD /51/)

Mesto merjenja	Ldan (dBA)	Lvečer (dbA)	Lnoč (dBA)	Ldvn (dBA)
Merilno mesto 1 JV stran (Mrtvice) na oddaljenosti ca. 650 m od NEK. Zemljepisna šir: 45,931138°N Zemljepisna dolž.: 15,520523°E	39	39	47	53
Merilno mesto 2 J parcelna meja na oddaljenosti ca. 270 m od NEK. Zemljepisna šir.: 45,934950°N Zemljepisna dolž.: 15,514570° E	50	50	50	56
Merilno mesto 3 JZ parcelna meja (Žadovinek) na oddaljenosti ca. 1200 m od NEK. Zemljepisna šir.: 45,934579° N Zemljepisna dolž.: 15,501619°E	35	35	42	48
Merilno mesto 4 SV stran proti naselju Spodnji stari grad na oddaljenosti cca 810 m od NEK.	31	31	43	48

Mesto merjenja	Ldan (dBA)	Lvečer (dbA)	Lnoč (dBA)	Ldvn (dBA)
Zemljepisna šir.: 45,941869° N Zemljepisna dolž.: 15,524462° E				
Merilno mesto 5 Na križišču pred poslovno stavbo GEN na oddaljenosti ca. 1000 m od NEK. Zemljepisna šir.: 45,943940°N Zemljepisna dolž.: 15,508563°E	39	39	35	43
Merilno mesto 6 Z parcelna meja na oddaljenosti ca. 600 m od NEK. Zemljepisna šir.: 45,940197° N Zemljepisna dolž.: 15,507249° E	36	36	37	44

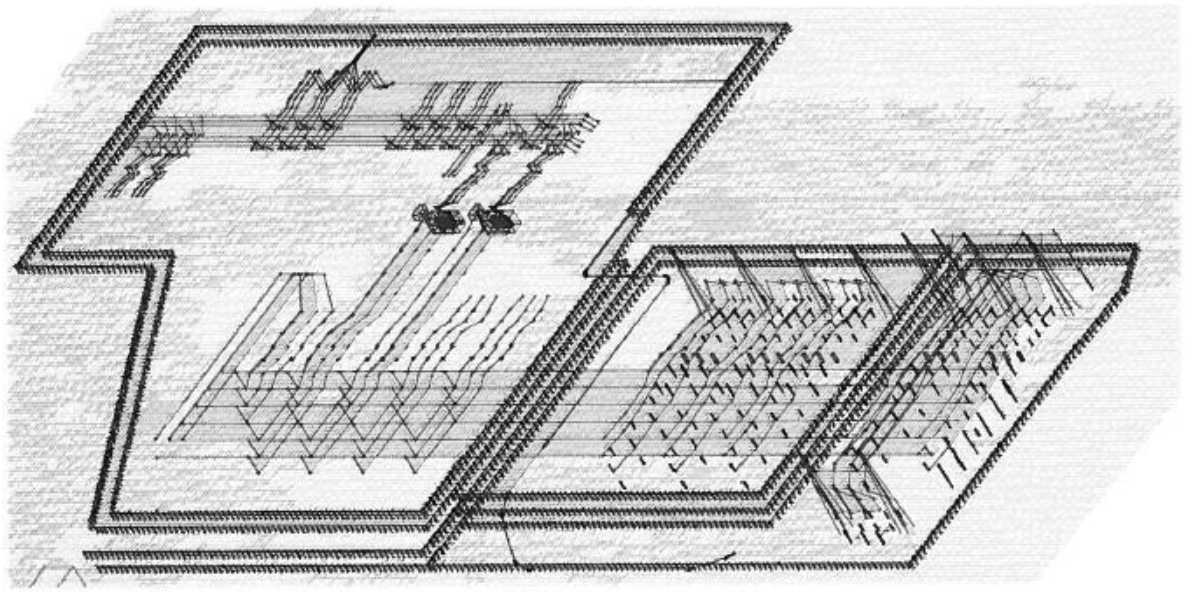
4.4.13 Obremenjenost z vibracijami

Obstoječa obremenjenost območja z vibracijami je po oceni nizka in je predvsem posledica tovornega in železniškega prometa na območju industrijske cone in na javnih dovoznih cestah, pri čemer so vse povozne površine asfaltirane, promet pa poteka pri nizkih hitrostih. Proizvodni proces v NEK ne vključuje strojev, naprav ali aktivnosti, ki bi bile izrazit vir vibracij v okolje.

4.4.14 Obremenjenost z elektromagnetnim sevanjem

Prve meritve elektromagnetnega sevanja za NEK so bile izvedene v letu 2014 za RTP 400/110 kV Krško in rekonstruirani del 400 kV stikališča v NEK.

Iz poročila o opravljenih prvih meritvah elektromagnetnega sevanja iz leta 2014 /53/ je razvidno, da glavni vir elektromagnetnih sevanj na meji območja predstavlja RTP 400/110 kV Krško in rekonstruirani del 400 kV stikališča. Meritve so bile opravljene na 8 merilnih točkah.



Slika 73: Tridimenzionalen prikaz elektromagnetnega modela RTP 400/110 kV Krško in rekonstruiranega dela 400 kV stikališča v NEK (vir: EIMV. /53/)

Na podlagi opravljenih meritev v izbranih merilnih točkah je bilo ugotovljeno, da izmerjene efektivne vrednosti električne poljske jakosti in gostote magnetnega pretoka v nobeni od izbranih merilnih točk ne presegajo mejnih vrednosti za II. stopnjo varstva pred sevanjem glede na Uredbo o

elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju (UL RS, št. 70/96, 41/04-ZVO-1). Rezultati meritev so prikazani v tabelah v nadaljevanju.

Tabela 100: Najvišje izmerjene in izračunane vrednosti električnega polja (E) (vir: EIMV. /53/)

Merilna točka	Najvišja izmerjena vrednost (k=2) E [V/m]	Najvišja izračunana vrednost E [V/m] (lastna emisija RTP)
1	2.293,2 ±91,7	357,6
2	1.947,4 ±77,9	316,1
3	263,0 ± 10,5	94,8
4	325,8 ± 13,0	75,8
5	643,4 ±25,7	1.390,8
6	528,7 ±21,1	1.197,1
7	1.701,7 ±68,1	4.197,1
8	1.537,9 ±61,5	4.033,2

Tabela 101: Najvišje izmerjene in izračunane vrednosti magnetnega polja (B) (vir: EIMV /53/)

Merilna točka	Najvišja izmerjena vrednost (k=2) B [µT]	Najvišja izračunana vrednost B [µT] (lastna emisija RTP)
1	1,469 ±0,156	5,833
2	1,325 ±0,140	4,318
3	1,133 ±0,120	1,900
4	1,238 ±0,131	1,600
5	1,555 ±0,165	8,422
6	1,219 ±0,129	7,489
7	5,674 ±0,601	35,661
8	4,445 ± 0,471	34,386

V mesecu februarju 2021 so bile ponovno izvedene prve meritve EMS v okviru modifikacije 1095-XR-L, ki vsebuje zamenjavo transformatorja T3 in regulator a napetosti T3 /194/. Rezultate meritev povzemamo v nadaljevanju.

V okviru modifikacije 1095-XR-L v NEK je bil vgrajen energetski transformator 60 MVA, 110/6,3/6,3 kV T3 z regulatorjem napetosti T3. Transformator T3 je nov transformator, ki je nadomestil stari transformator T3. Novi transformator T3 opravlja isto funkcijo kot stari transformator T3. Slednji je bil še zadnji od velikih energetskih transformatorjev, ki je bil še v originalni obliki vse od izgradnje elektrarne.

V sklop NEK sodijo tudi obstoječi VN transformatorji in VN povezave ter VN stikališče NEK, ki je povezano z RTP 400/110 kV Krško (ni del NEK).

Novi transformator T3 110/6,3/6,3 kV v NEK je elektroenergetski objekt, ki obratuje pri nazivni napetosti, ki je višja od 1 kV. Skladno s tem se ga na podlagi 2. točke 2. člena Uredbe opredeli kot vir elektromagnetnega sevanja.

Osnovna frekvenca elektromagnetnega sevanja, s katero transformator T3 110/6,3/6,3 kV obremenjuje naravno in življenjsko okolje, znaša 50 Hz, s čimer se uvršča med nizkofrekvenčne vire elektromagnetnega sevanja.
Območje znotraj ograje glede na 7. točko 2. člena Uredbe je bilo opredeljeno kot nadzorovano območje, zato določbe Uredbe zanj ne veljajo. Območje obravnave elektromagnetnega sevanja je torej območje zunaj nadzorovanega območja v pasu 40 m od zunanje ograje NEK. Med zunanjo ograjo NEK in ograjo RTP 400/110 kV Krško je pas, kamor se fizično lahko dostopa iz sosednjega sadovnjaka, vendar to

območje nadzoruje varnostna služba NEK. V ta pas nepooblaščen dostop ni dovoljen, zato je bil tudi ta pas opredeljen kot nadzorovano območje.

Stopnje varstva pred elektromagnetnim sevanjem so bile določene na podlagi podrobnejše namenske rabe iz občinskega prostorskega načrta občine Krško (OPN Krško). V območju 40-metrskega pasu se glede na podrobnejšo namensko rabo iz OPN Krško nahajajo le površine, ki jih opredelimo kot II. območje, na katerem velja II. stopnja varstva pred EMS. V območju obravnave ni stavb s I. stopnjo varstva pred EMS.

Najvišje izmerjene efektivne vrednosti električne poljske jakosti (E) in gostote magnetnega pretoka (B), ki so posledica celotne obremenitve območja kot posledice delovanja vseh virov elektromagnetnega sevanja (energetski transformator 110/6,3/6,3 kV T3 z regulatorjem napetosti T3 v NEK, obstoječe VN transformatorje in VN povezave, VN stikališče NEK, RTP 400/110 kV Krško in obstoječe priključne DV in KBV povezave), ter z računskim modelom izračunane efektivne vrednosti E in B NEK v okviru modifikacije 1095-XR-L, ki vsebuje zamenjavo transformatorja T3 in regulatorja napetosti T3 ter RTP 400/110 kV Krško (lastna emisija brez priključnih povezav), so bile uporabljene pri vrednotenju obremenjevanja okolja z elektromagnetnim sevanjem. Najvišje izmerjene in izračunane efektivne vrednosti električne poljske jakosti (E) in gostote magnetnega pretoka (B) so zbrane v naslednjih tabelah.

Tabela 102: Najvišje izmerjene in izračunane vrednosti električnega polja (E) (vir: EIMV /194/)

Zap. št.	Področje meritev		Naj višja izmerjena vrednost E [V/m], (k = 2)	Najvišja izračunana vrednost E [V/m] (lastna emisija brez priključnih povezav)
1.	Ob severni ograji zunaj področja NEK	Smer 1	1.611,0 ±64,4	136,0
		Smer 3	1.602,0 ±64,1	114,0
2.	Ob zahodni ograji zunaj področja NEK	Smer 1	53,3 ±2,1	95,0
		Smer 3	47,7 ± 1,9	51,0
3.	Ob vzhodni ograji zunaj področja NEK	Smer 1	*	4,0
		Smer 3	*	2,0

* pod spodnjim pragom merilnega območja inštrumenta.

Tabela 103: Najvišje izmerjene in izračunane vrednosti magnetnega polja (B) (vir: EIMV /194/)

Zap. št.	Področje meritev		Naj višja izmerjena vrednost B[µT],(k = 2)	Naj višja izračunana vrednost B [µT] (lastna emisija brez priključnih povezav)
1.	Ob severni ograji zunaj področja NEK	Smer 1	5,850 ±0,541	3,266
		Smer 3	5,730 ±0,529	2,804
2.	Ob zahodni ograji zunaj področja NEK	Smer 1	0,184 ±0,017	0,541
		Smer 3	0,121 ±0,011	0,484
3.	Ob vzhodni ograji zunaj področja NEK	Smer 1	0,066 ± 0,006	0,145
		Smer 3	*	0,111

* pod spodnjim pragom merilnega območja inštrumenta.

Najvišja izračunana vrednost lastne nemotene električne poljske jakosti energetskega transformatorja T3 (60 MVA, 110/6,3/6,3 kV) na območju obravnave (izven ograjenega območja NEK) je manj kot 0,1 kV/m, naj višja izračunana vrednost gostote magnetnega pretoka pa je manjša od 25 μT.

Na podlagi opravljenega vrednotenja obremenjevanja okolja z nizkofrekvenčnim elektromagnetnim sevanjem, ki ga pri svojem normalnem delovanju povzroča NEK v okviru modifikacije 1095-XR-L, ki vsebuje zamenjavo transformatorja T3 in regulatorja napetosti T3, je ugotovljeno, da so analizirane efektivne vrednosti:

- lastne električne poljske jakosti (E) energetskega transformatorja T3 (60 MVA, 110/6,3/6,3 kV), ki je bil zamenjan v okviru modifikacije 1095-XR-L, manjše od dopustne mejne vrednosti 10.000 V/m, ki velja na II območju varstva pred EMS,
- lastne gostote magnetnega pretoka (B) energetskega transformatorja T3 (60 MVA, 110/6,3/6,3 kV), ki je bil zamenjan v okviru modifikacije 1095-XR-L, manjše od dopustne mejne vrednosti 100 μT, ki velja na II območju varstva pred EMS,
- električne poljske jakosti (E) NEK v okviru modifikacije 1095-XR-L, ki vsebuje zamenjavo transformatorja, T3 manjše od dopustne mejne vrednosti 10.000 V/m, ki velja na II. območju varstva pred EMS,
- gostote magnetnega pretoka (B) NEK v okviru modifikacije 1095-XR-L, ki vsebuje zamenjavo transformatorja T3, manjše od dopustne mejne vrednosti 100 μT, ki velja na II območju varstva pred EMS,
- celotne električne poljske jakosti (E) vseh pomembnih virov EMS, manjše od dopustne mejne vrednosti 10.000 V/m, ki velja na II območju varstva pred EMS, o gostote magnetnega pretoka (B) vseh pomembnih virov EMS, manjše od dopustne mejne vrednosti 100 μT, ki velja na II. območju varstva pred EMS.

Na podlagi opravljenega vrednotenja obremenjevanja okolja z nizkofrekvenčnim elektromagnetnim sevanjem, ki ga pri svojem normalnem delovanju povzroča NEK v okviru modifikacije 1095-XR-L, ki vsebuje zamenjavo transformatorja T3 in regulatorja napetosti T3, glede na mejne vrednosti iz Uredbe je ugotovljeno, da naravno in življenjsko okolje ni čezmerno obremenjeno z nizkofrekvenčnim elektromagnetnim sevanjem.

4.4.15 Obremenjenost s svetlobo

Zunanja razsvetljava NEK je sestavni del tehničnih sistemov za zagotavljanje fizičnega varovanja, zato NEK ni zavezanka po Uredbi o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja (UL RS, št. 81/07, 109/07, 62/10, 46/13), temveč po Pravilniku o fizičnem varovanju jedrskih objektov, jedrskih in radioaktivnih snovi ter prevozov jedrskih snovi (UL RS, št. 17/13 in 76/17 - ZVISJV-1).

Kljub temu NEK ves čas skuša slediti zahtevam za zniževanje svetlobne onesnaženosti, kot na primer:

- uporabljajo ustrezne svetilke z ravnim steklom in vzporedne z vodoravnico;
- svetilke niso obrnjene navzgor v večji meri, kot je projektno predvideno za doseganje ustreznih nivojev osvetljenosti;
- pri posodobitvah se vgrajuje sodobne energetsko učinkovite rešitve - LED, itd.

V NEK je v splošnem vgrajenih več različnih tipov svetilk, od katerih jih v grobem ločijo po namenu:

- Varnostna razsvetljava dvojne ograje na 12 m visokih stebrih z dvema 250 W VT natrijevo sijalko (rumena svetloba). Skupno vgrajenih približno 60 stebrov x 2 svetilki = 120 svetilk,
- splošna cestna razsvetljava (bela svetloba),
- reflektorski stebri: 5 stebrov na YRD + 4 stebri v SY z večjim številom reflektorjev VTNA 400W (YRD) in LED (SY),
- zasilna razsvetljava 80 W: obcestna za evakuacijo v sili ca. 18 (YRD)+ 9 (SY).

Načrt razsvetljave iz katerega je razvidno število svetilk in njihove moči, se nahaja v **Prilogi 5**.

4.4.16 Značaj in posebnosti krajine

Območje posega je umeščeno na Krško polje, ki je obsežno ravninsko območje na aluvialnih nanosih, produ, glini in ilovici spodnjega toka reke Krke in Save. S severa enoto omejuje Krško gričevje, na jugu pa Gorjanci s Podgorjem. Za prostor je značilen izrazito izravnan relief. Sicer območje zaznamuje Krakovski gozd, ki loči Šentjernejsko polje na vzhodu od glavnine Krško-Brežiškega polja. Osnovno orientacijo prostoru (vzhod - zahod) daje tok reke Save. Stare poti potekajo predvsem ob vznožjih okoliških vzpetin, medtem ko avtocesta poteka po kotlini. Tod je potekala že trasa stare rimske ceste v smeri proti Sisku /66/.

Območje posega se nahaja v krajinski enoti Krško–Brežiško polje (podenota Posavski del polja), ki sodi v krajine Južne subpanonske regije. Ključne značilnosti te krajinske enote so:
- ravnina, ravninski gozd, reka Sava,
- odprta kmetijska krajina, strnjena naselja,
- majhna razglednost, velika odprtost ravnine s hribovitim obzorjem,
- prvobitnost gozda, raznaravljenost prostora,
- stara mesta, jedrska elektrarna, vojaško letališče /66/.

Prostorska podoba Krškega polja oziroma obsavskega prostora med Krškim in Brežicami je doživela veliko spremembo z regulacijo reke Save pred več kot sto leti. Z regulacijo se je bistveno zmanjšala krajinska pestrost, saj so bili številni meandri in rokavi Save zasuti, rečni tok pa je bil speljan v novo urejeno strugo. V nižinah so bile največje spremembe v krajinski sliki povzročene s hidromelioracijskimi ter regulacijskimi posegi v skoraj vse večje vodotoke in njihove pritoke. Na gričevju se razpršena urbanizacija še stopnjuje, na vinogradniških območjih prihaja do čezmerne gradnje objektov t. i. zidanic, ki spreminjajo prostorsko strukturna razmerja v prostoru. Enoto, predvsem njen nižinski del, obremenjujejo tudi razni infrastrukturni koridorji. Zaradi svoje velikosti in lege v ravnini je nuklearna elektrarna Krško močno vidna, za sabo je potegnila tudi gradnjo daljnovodov največje napetosti. Spremembe v prostoru je povzročila tudi nova trasa avtoceste Ljubljana – Obrežje.

Območje okrog elektrarne opredeljuje raven relief na prodnatem terenu z nadmorskimi višinami med 150 in 155 m. Na severu se ravninsko območje nadaljuje proti vzpetini Libna (355 m n. v.). Na južnem robu kompleksa poteka struga reke Save. V neposredni bližini območja so ostanki geomorfnega delovanja reke Save, ki je v preteklosti tekla v razvejani strugi. Poleg travnikov in obrežne vegetacije s posameznimi drevesi, skupinami dreves ali grmovja so na širšem območju značilni tudi ravninski gozdovi.

V okolici elektrarne je obstoječa raba tal namenjena intenzivni kmetijski izrabi, z večjimi njivskimi posestvi. Severno, zahodno ter vzhodno od NEK se nahaja obsežen plantažni sadovnjak. Velike sklenjene površine z intenzivnim (monokulturnim) kmetijstvom ustvarjajo krajinski vzorec velikega merila. Krajinski vzorec ekstenzivnega kmetijstva se pojavlja na prehodu v gričevnato območje. Za ta vzorec je značilna izmenjujoča raba njiv, travnikov, manjših sadovnjakov ter vinogradov. Ožje območje ni poseljeno, na širšem območju prevladujejo manjša gručasta naselja, pojavlja pa se tudi vzorec razpršene poselitve zunaj naselbinskih jeder. Najbližji naselji sta Spodnja Libna ter Sp. Stari grad.

Posavski del Krško–Brežiškega polja je zaradi sorazmerno visoke stopnje raznaravljenosti in urbanizacije (intenzivno kmetijstvo, topolovi nasadi, gramoznice, nuklearka, daljnovodi, ceste), ocenjen z oceno 3-4 /74/. Območja večje krajinske pestrosti so le ponekod ob mrtvicah Save. Območje obravnavane lokacije po strokovnih merilih ni uvrščeno med izjemne krajine, niti med območja krajinske prepoznavnosti nacionalnega pomena. Simbolne vrednosti naravnih in kulturnih prvin so lokalnega pomena. Nuklearna elektrarna Krško je v zavesti ljudi že postala pomembna prvina prepoznavnosti območja.

Smernice za varovanje in urejanje krajine na Krško – Brežiškem polju vključujejo:
– ohranjanje obvodnih krajin in mokrišč,
– ohranjanje nižinskih vlažnih gozdov,
– ohranjanje tradicionalnih poselitvenih vzorcev in arhitekture,
– sonaravno gospodarjenje v ravninskih gozdovih,
– ponovno oživitev raznaravljenih vodotokov.

Nobena od navedenih smernic se neposredno ne nanaša na krajinske prvine na ožjem območju posega.

4.4.17 Značilnosti kulturne dediščine na območju vpliva posega

Na območju vpliva posega ni objektov in območij kulturne dediščine.

Najbližji objekti in območja kulturne dediščine v okolici lokacije posega so prikazani v poglavju 4.1.7.2 in grafično v poglavju 10.2.

Celoten plato kompleksa Nuklearne elektrarne je na umetnem nasipu, zato so bili morebitni arheološki ostanki uničeni že med gradnjo pred štirimi desetletji.

Arheološke raziskave okolice NEK (širše območje Odlagališča NSRAO Vrbina) niso odkrile sledi človeške poselitve, pa tudi preteklo premikanje savske struge po poplavni ravnici nakazuje, da območje zaradi neugodnih razmer ni bilo poseljeno. Nekdanja vas Vrbina, ki je bila zaradi bližine elektrarne dokončno izseljena pred desetletjem, je nastala na višje ležečem terenu in v večji oddaljenosti od sedanje struge Save. Iz vsega tega je možno sklepati, da je bila verjetnost prisotnosti arheoloških ostankov na lokaciji že pred pričetkom gradnje izjemno majhna.

Vpliv elektrarne na okoliško kulturno dediščino je omejen na vidni vpliv, ki pa je zaradi oddaljenosti zanemarljiv.



Slika 74: Plato NEK med gradnjo (vir: /193/)



Slika 75: Gradbena jama na platoju NEK med gradnjo (vir: /193/)

4.5 IZHODIŠČNO STANJE IN ORIS VERJETNEGA NADALJNJEGA RAZVOJA BREZ IZVEDBE POSEGA (NIČELNA VARIANTA)

Izhodiščno stanje na lokaciji posega predstavlja obstoječe obratovanje NEK, pri katerem se načrtuje podaljšanje obratovalne dobe za 20 let, in sicer od leta 2023 do 2043, ki pa ne bo vplivala na proizvodno zmogljivost, prav tako se s spremembo ne predvideva bistvenih sprememb pri vplivih na okolje glede na obstoječe stanje.

Vplivi na okolje zaradi podaljšanja obratovalne dobe so natančno opisani v poglavju 5 – možni vplivi posega na okolje.

V primeru, da se načrtovana sprememba (podaljšanje obratovalne dobe) ne bi izvedla, se dejavnost ne bi mogla izvajati naprej, zato bi se NEK zaustavila – ničelna varianta. Obstoječi obrat NEK z obstoječimi vplivi na okolje, ki so prikazani v tem poročilu, tako predstavlja t.i. ničelno varianto na obravnavanem območju.

Sledile bi aktivnosti za opustitev posega (glej poglavje 2.18) in v nadaljevanju razgradnja jedrskega objekta. Razgradnja jedrskega objekta so vsi ukrepi, ki privedejo objekt v stanje, ko nadzor objekta po določbah predpisov s področja jedrske varnosti in varstva pred sevanji ni več potreben, in ko objekt lahko preide v neomejeno rabo. Razgradnja vključuje postopke dekontaminacije, postopke rušitev in odstranitev zgradb, postopke demontaže sistemov in naprav ter odstranitev radioaktivnih odpadkov in izrabljenega goriva iz objekta.[31]

[31] Prirejeno po Zakonu o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (ZVISJV-1, UL RS, št. 76/17 in 26/19), 3. člen, 1. odstavek, 85. točka.

5. MOŽNI VPLIVI POSEGA NA OKOLJE

5.1 IZHODIŠČA IN METODE VREDNOTENJA VPLIVOV

Ocenjevanje oziroma vrednotenje vplivov posega na okolje oziroma njegove dele in njihovih posledic temelji na ciljih in načelih varstva okolja, ohranjanja narave, varstva naravnih virov in varstva kulturne dediščine; pri tem so upoštevani predpisi, ki določajo mejne vrednosti emisij, stopnje zmanjševanja onesnaževanja okolja in s tem povezane ukrepe, pravila ravnanja z odpadki in druga pravila ravnanja za preprečevanje in zmanjševanje obremenjevanja okolja ter druge predpisane vrednosti in ravnanja, povezana z dopustno obremenitvijo okolja ali dovoljenim obsegom njegovih sprememb.

Vplivi so opisani in ocenjeni oziroma ovrednoteni[32] za čas obratovanja in za primer opustitve posega, pri čemer pri opustitvi posega ni upoštevana morebitna odstranitev ali rekonstrukcija objektov, ki bo predmet drugih upravnih postopkov s področja graditve objektov in varstva okolja (glej poglavje 11.1.3 - Opozorila).

Zaradi in s podaljšanjem obratovalne dobe ni predvidena gradnja novih objektov ali naprav, ki bi spreminjale fizične lastnosti NEK.

Vrednotenje vplivov:

- vpliv posega se nanaša na neposredne in posredne vplive nameravanega posega (podaljšanje obratovalne dobe s 40 na 60 let, od leta 2023 do leta 2043).
- celotni vpliv upošteva poleg nameravanega posega tudi povezan poseg (odlagališče NSRAO Vrbina).

Velikostni razredi za vrednotenje vplivov so predpisani v 2. členu Uredbe o vsebini poročila o vplivih nameravanega posega na okolje in načinu njegove priprave:

Velikostni razred	Pojasnilo
(5)	ni vpliva oziroma je vpliv pozitiven
(4)	vpliv je nebistven
(3)	vpliv je nebistven, zaradi izvedbe omilitvenih ukrepov
(2)	vpliv je bistven
(1)	vpliv je uničujoč

Z vrednostno lestvico se ocenjuje obremenitev posameznih dejavnikov okolja in sprejemljivost teh obremenitev, zato ne gre za neposredno pretvorbo količinsko opredeljenih sprememb dejavnikov v vrednostne ocene, ampak za ustrezno interpretacijo pričakovanih sprememb glede na stanje okolja pred posegom in ranljivost okolja na območju posega in širšega območja. Za nekatere dejavnike so standardi in normativi (npr. mejne vrednosti) predpisani, za nekatere pa je ocena vpliva stvar strokovne presoje ocenjevalca.

Prednost uporabe vrednostne lestvice je med drugim tudi ta, da omogoča identifikacijo dejavnikov, na katere bo poseg najbolj vplival oziroma bodo s posegom najbolj spremenjeni.

Pri ocenjevanju so upoštevani značaj in vrsta vplivov, verjetnost pojavljanja, trajanje ali pogostost in njihova reverzibilnost, obseg vpliva in morebitni sinergijski učinki več različnih vrst vplivov.

[32] Ker podaljšanje obratovanja NEK s 40 na 60 let ne predvideva gradnje objektov, vplivi med gradnjo niso opisani oziroma ocenjeni.

Pri ocenjevanju je predpostavljeno, da bodo v celoti upoštevani vsi s predpisi določeni, s projektom predvideni in dodatni ukrepi iz tega poročila za preprečitev, zmanjšanje ali odpravo negativnih vplivov posega na okolje ali zdravje ljudi.

5.2 VPLIVI NA TLA

5.2.1 Obratovanje

Za potrebe podaljšanja obratovalne dobe NEK gradbenih del ne bo, zato tudi posegov v tla ne bo. S podaljšanjem obratovalne dobe NEK se način odvajanja odpadnih vod ne spreminja. Emisij onesnaževal v tla času obratovanja ne bo, saj se vse odpadne vode že v obstoječem stanju ustrezno odvajajo (glej poglavje 2.10.3).

Vsi odpadki, vključno z radioaktivnimi, kot tudi nevarne snovi na območju NEK se ustrezno skladiščijo in ne predstavljajo nevarnosti za onesnaženje tal.

Vpliv posega in celotni vpliv na kakovost in rabo tal na območju posega v času obratovanja ocenjujemo s **(5)** - vpliva ni.

5.2.2 Opustitev posega

Emisij onesnaževal v tla, kot tudi drugih vplivov na tla, v primeru v prenehanja obratovanja (glej poglavje 2.18) ne bo. Stanje z vidika tal bo enako kot v času obratovanja.

Vpliv posega in celotni vpliv na kakovost in rabo tal v primeru opustitve posega ocenjujemo s **(5)** - vpliva ni.

5.3 VPLIVI NA VODE IN POPLAVNO VARNOST

5.3.1 Vplivi na vode

5.3.1.1 Obratovanje

Površinske vode

Kot je razvidno iz poglavja 2.10.3, se največje količine odpadne vode iz NEK nanašajo na hladilno vodo, ki se večinoma odvaja preko pretočnega hladilnega sistema (odtok V7-7), medtem ko se sistem s hladilnimi stolpi (odtok V7-10) uporablja v neugodnih razmerah pretoka reke Save glede na njeno toplotno obremenitev. Del hladilne vode se nanaša na varnostno oskrbo (odtok V1-1). Delež hladilnih voda v sistemu hladilnih stolpov je manj kot 5 % skupne količine hladilnih voda.

Po pregledu obratovalnega monitoringa odpadnih voda v obdobju 2015-2020 lahko zaključimo, da rezultati analiz redko presegajo predpisane mejne vrednosti, najpogosteje za parametre neraztopljene snovi in usedljive snovi. Prekoračitve so bile v izpustu glavnega sistema hladilne vode, izpustu hladilnih stolpov in izpustu varnostne vode. V te sisteme elektrarna ne izpušča snovi, ki bi lahko bile vzrok prekoračitve mejnih vrednosti neraztopljenih snovi in usedljivih snovi. Namreč, v nekaterih letih so posamezne meritve ugotavljale preseganje emisij netopnih snovi, sedimentov in KPK, ki niso posledica delovanja elektrarne, ampak siceršnje kakovosti vode reke Save (glej poglavje 4.4.4.1).

Da je sestava vode na iztokih odvisna od sestave same rečne vode, kaže tudi spremljanje vrednosti KPK in BPK5 na treh merilnih mestih na območju in v bližini NEK (Slika 76), kjer je razvidno, da voda že pred vstopom v elektrarno vsebuje določeno sestavo teh kazalnikov. Mejna vrednost v skladu z Uredbo o stanju površinskih voda (UL RS, št. 14/09, 98/10, 96/13 in 24/16) dobrega ekološkega stanja rek za BPK5 je 5,4 mg/l, za zelo dobro stanje KPK pa 20,9 mg/l). Koncentracija teh kazalnikov v izpustih iz NE Krško večinoma zadovoljuje kriterije za dobro stanje rek.

V obdobju 6-ih let so se na izpustu iz bazena za pripravo vode (odtok V7-11) občasno pojavile prekoračitve mejnih vrednosti enkrat za KPK (v letu 2015), enkrat za BPK5 (v letu 2017) in dvakrat za toksičnost (v letu 2016 in 2017), vendar so količine teh odpadnih voda zelo majhne in znašajo 4000 m^3 na leto (največja dovoljena količina je 6000 m^3/leto).

Ugotovljeno je, da NEK nima pomembnega negativnega vpliva na vode oziroma vodno telo Sava Krško - Vrbina, v katero se izpuščajo odpadne vode iz elektrarne. To dokazuje tudi dobro stanje tega vodnega telesa, kot je opisano v poglavju 4.1.4. Ocena kemijskega stanja vodnih teles za obdobje 2014-2019, ki je uporabljena za Načrt upravljanja 2022-2027 /283/, kaže, da je kemijsko stanje vodnega telesa dobro za matriks voda, za matriks biota je slabo in za matriks voda in biota skupaj je slabo. Ocena slabo je podana zaradi paremetrov, ki se ne nanašata na emisije iz NEK, ampak sta posledica splošnega onesnaženja, to sta živo srebro in bifenileteri (BDE) (glej poglavje 4.1.4). Ekološko stanje vodnega telesa je za posamezne element ocenjevanja dobro, za element 'posebna onesnaževala' pa zelo dobro. K dobremu stanju vodnega telesa zagotovo prispeva tako gradnja komunalnih čistilnih naprav, kot tudi prečiščevanje odpadnih voda na lastnih napravah ali komunalnih napravah industrijskih obratov na tem območju (glej poglavje 4.4.4.1).



Slika 76: Lokacije merilnih postaj za spremljanje kakovosti površinskih voda (vir: /60/)

NEK ima dovoljenje za uporabo biocidov za uporabo pri občasnem čiščenju kondenzatorjev, vendar se že dolga leta ne uporabljajo več. Sistem se uspešno čisti mehansko, z uporabo sistema recikliranja gumijastih kroglic (tako imenovani Taproge).

Pri obratovanju hladilnega sistema NEK izvaja ukrepe, ki so bili ocenjeni v skladu s smernicami BREF/BAT za hladilni sistem.

Podaljšanje obratovalne dobe NEK ne bo povzročilo sprememb v izpustih odpadne vode in bo takšno kot v obstoječem stanju, zaradi podnebnih sprememb pa obstaja možnost za povečanje deleža hladilne vode, ki se izpušča skozi sistem hladilnega stolpa. Glede na trenutno stanje vodnega telesa, v katerega se odvajajo odpadne vode NEK, ocenjujemo, **da bo vpliv majhen in da ne bo spremenil dobrega**

ekološkega in kemijskega stanja vode na tem območju, kakor je tudi načrtovano z Načrtom upravljanja 2022-2027.

Podzemne vode
Lokacija posega se v skrajnem južnem območju posega (območje jezu), po Odloku o varstvu podzemne vode na območju varstvenih pasov črpališča -vodovoda Krško (UL SRS 12/85) v majhnem delu nahaja VVO Drnovo - II. varstveni režim.

Vodnjak NEK na desnem bregu reke Save ne more vplivati na količine vode v črpališču Brege, glede na to, da je z oblikovanjem nivoja podzemne vode z izgradnjo akumulacije HE Brežice povečana tudi možnost črpanja vode v vodnjaku Brege na istih inštalacijah.

NEK škodljivih snovi ali onesnaženih voda ne izpušča neposredno v tla, s čimer bi lahko onesnažil podzemne vode. S podaljšanjem obratovalne dobe NEK se način odvajanja odpadnih vod ne spreminja. Emisij onesnaževal v tla času obratovanja ne bo, saj so vse odpadne vode že v obstoječem stanju ustrezno odvajajo (glej poglavje 2.10.3). Vpliva na vodovarstveno območje in zaloge pitne vode ne bo.

Emisije snovi NEK v vode so znotraj predpisanih zakonskih meja in bodo takšne ostale tudi v času podaljšanega obratovanje elektrarne.

Vpliv posega in celotni vpliv na površinske in podzemne vode v času obratovanja ocenjujemo s **(3)** - nebistven vpliv, zaradi izvedbe omilitvenih ukrepov, pri čemer upoštevamo ukrepe, ki jih NEK že izvaja in jih bo morala izvajati tudi v času podaljšanega obratovanja, za preprečevanje čezmernih obremenitev zaradi odvajanja odpadnih vod reko Savo (parametri odpadnih vod pod mejnimi vrednostmi, določenimi v okoljevarstvenem dovoljenju glede emisij v vode).

5.3.1.2 Opustitev posega

Po prenehanju obratovanja NEK (glej poglavje 2.18) bo poraba vode bistveno zmanjšana napram rednemu obratovanju. Še vedno bo potrebno hlajenje bazena za izrabljeno gorivo in nekatere ostale varnostne komponente - odvzem in vračanje v reko Savo bo na nivoju približno 1,6 m^3/s.

Črpanje iz vodnjaka na desnem bregu Save in vodnjaka BB2 se bo zmanjšalo, vodnjaki za vzdrževanje ravni podzemne vode bodo ostali v obratovanju.

Območja morebitnega izvajanja mokrih del bodo opremljena z zbirnimi jaški. Pred praznjenjem jaškov bo opravljeno vzorčenje. V primeru preseganja mejnih vrednosti za izpust se bo odpadno vodo prečistilo, utrdilo (solidificiralo) ali na drug ustrezen način predelalo, radiološko kontaminirani del pa bo odložen kot NSRAO.

Vpliv posega in celotni vpliv na površinske in pozemne vode v primeru opustitve posega ocenjujemo s **(4)** – nebistven vpliv.

5.3.2 Vplivi na toplotno onesnaženost reke Save

5.3.2.1 Obratovanje

Nosilec posega ima pridobljeno okoljevarstveno dovoljenje glede emisij v vode 35441-103/2006-24 z dne 30. 6. 2010, ki je bilo spremenjeno in v treh točkah izreka (spremenjene točke 1.1, 1.4 in 1.8 OVD) in ponovno odločeno z odločbo št. 35441-103/2006-33 z dne 4. 6. 2012 ter spremenjeno (spremenjena točka 1.5, Tabela 3) z odločbo št. 35444-11/2013-3 z dne 10. 10. 2013. /49/, v skladu s katerim se izvaja tudi obratovalni monitoring.

Iz poglavja 4.1.4.1 in Poročil o obratovalnem monitoringu odpadnih vod za podjetje NEK je razvidno, da NEK Save z vidika toplotne obremenitve ne obremenjuje čezmerno.

Toplotna obremenitev reke, ki jo povzroča NEK, bo ob podaljšanju obratovanja do leta 2043 ostala enaka kot do sedaj. To pomeni, da bo njeno obratovanje še naprej potekalo v skladu z okoljevarstvenim dovoljenjem, ki določa, da:

- je mejni emisijski delež oddane toplote 1 in
- temperatura reke Save po premešanju s hladilno vodo iz NEK ne preseže naravne temperature Save za več kot 3 °C.

V skladu z OVD NEK v točki mešanja ne sme reke Save segreti za več kot 3 °C. V primeru približevanja tej limiti NEK prične z delnim zapiranjem terciarnega kroga in zmanjševanjem toplotne obremenitve reke Save. To doseže s postopnim vključevanjem hladilnih stolpov. V primeru, da tudi to ni dovolj, NEK ustrezno zniža moč reaktorja.

Zaradi podaljšanja obratovanja se toplotna obremenitev Save ne bo povečala. Vpliv se ohranja na sedanjem nivoju.

Vpliv posega in celotni vpliv v času obratovanja na toplotno onesnaženost reke Save ocenjujemo s **(3)** - nebistven vpliv, zaradi izvedbe omilitvenih ukrepov, pri čemer upoštevamo ukrepe, ki jih NEK že izvaja in jih bo morala izvajati tudi v času podaljšanega obratovanja, za preprečevanje čezmernih obremenitev zaradi odvajanja odpadnih vod reko Savo (parametri odpadnih vod pod mejnimi vrednostmi, določenimi v okoljevarstvenem dovoljenju glede emisij v vode).

5.3.2.2 Opustitev posega

Po prenehanju obratovanja NEK (glej poglavje 2.18) ne bo več potrebe po hladilni vodi za tehnološki proces proizvodnje električne energije, oziroma se bo z opustitvijo posega toplotna onesnaženost Save zaradi NEK bistveno zmanjšala.

Vpliv posega in celotni vpliv na toplotno onesnaženost reke Save z opustitvijo posega ocenjujemo s **(4)** – nebistven vpliv.

5.3.3 Vplivi na poplavno varnost

5.3.3.1 Obratovanje

Kot je razvidno iz predhodnih poglavij (glej poglavji 2.7.8 in 4.1.9), podaljšanje obratovalne dobe NEK ne bo imelo vpliva na poplavno varnost objektov. Zaščita pred poplavami je bila izvedena že med načrtovanjem elektrarne in z izgradnjo nasipov reke Save gorvodno in dolvodno od elektrarne. Vhodi in odprtine zgradb so zgrajeni nad nadmorsko višino predvidenih deset tisoč letnih poplav. Elektrarna je varna v primeru nastanka projektne poplave tudi brez zaščitnega nasipa.

Vpliv posega in celotni vpliv na poplavno varnost v času obratovanja ocenjujemo s **(5)** – vpliva ni.

5.3.3.2 Opustitev posega

Po prenehanju obratovanja NEK (glej poglavje 2.18) ne bo vpliva na poplavno varnost jedrskega objekta in območja, ker objekti in poplavni nasipi, ki preprečujejo poplave na obravnavanem območju ostajajo v enakem stanju kot v času obratovanja.

Vpliv posega in celotni vpliv na poplavno varnost primeru opustitve posega ocenjujemo s **(5)** – vpliva ni.

5.4 VPLIVI NA ZRAK

5.4.1 Obratovanje

S podaljšanjem obratovalne dobe se obstoječa zmogljivost proizvodnje v NEK ne spreminja, prav tako se ne spreminjajo vrste in poraba surovin ter obseg cestnega transporta.

Emisija SO_2, NO_x, CO in trdnih delcev iz pomožne kotlovnice in dizelskega generatorja bo občasna in kratkotrajna. Novih izpustov zaradi podaljšanja obratovalne dobe, ki bi povzročali emisije snovi v zrak, ne bo. Obstoječi izpusti se ne spreminjajo, emisija onesnaževal se na obstoječih izpustih ne bo povečala.

Občasni vir emisij v zrak je eden od kotlov moči 8 MW, ki kot gorivo uporablja plinsko olje. V pomožni kotlovnici NEK sta nameščena dva kotla enake moči, pri čemu je delovanje enega kotla dovolj za preskrbo s toploto v času, ko je NEK izven pogona, drugi kotel je t.i. rezerva. Glede vpliva na zrak je pomembna le emisija NOx, med tem ko so emisije SOx in delcev zanemarljive glede na to, da se uporablja kvalitetno tekoče gorivo.

Za oceno vpliva dela kotla na onesnaževanje zraka v okolju NEK, je uporabljen disperzijski model AERMOD. AERMOD model je uporabljen v t.i. „screening" mode načinu s katerim se pridobivajo maksimalne urne koncentracije onesnažujočih snovi v zraku. V izračunu se uporablja matrica meteoroloških podatkov, ki simulira različne kombinacije meteoroloških pogojev, ki vplivajo na disperzijo onesnaževanja v atmosferi (temperature zraka, vetra in disperzijskih značilnosti atmosfere). Izračun je dodatno konservativen, ker je predpostavljena popolna konverzija emitiranega NOx v NO_2 v atmosferi.

Konservativni izračun kaže, da se na najbližjem naseljenem območju, ca. 900 metrov severozahodno od NEK, lahko pričakuje maksimalna urna koncentracija NO_2 v velikosti kakšnih 40 mikrogramov/m^3, kar je na nivoju 20 % mejne vrednosti (200 mikrogramov/m^3). Nivo koncentracij NO_2 v območju SIC /261/ v ozadju, je med spodnjim in zgornjim pragom ocene oziroma, med 50 % in 70 % zneska mejne vrednosti za urne koncentracije. Glede na to, da kotlovnica dela manj kot 2 % časa na leto (150 ur = 1,7 %), je vpliv na srednje letne koncentracije NO_2 v okolju zanemarljiv. Vpliv emisij pomožne kotlovnice je kratkotrajen in občasen, prekoračitve ni pričakovati niti v času najbolj neugodnih meteoroloških pogojev.

Atmosferski izpusti radioaktivnih snovi so obravnavani v 4.4.7.2, podan je izračun doz (vpliv) v primerjavi z omejitvijo. V letu 2020 je bila ocenjena doza zaradi atmosferskih izpustov v naselju Spodni Stari Grad 0,0066 µSv. Omejitev je 50 µSv sicer iz vseh prispevkov, ne le atmosferskih izpustov. Iz tabel lahko ugotovimo, da so prispevki k letni efektivni dozi za odraslega prebivalca na ograji NEK 0,0079 µSv, ter v naselju Spodnii Stari grad 0,0066 µSv.

V procesu proizvodnje električne energije iz nuklearne elektrarne ni emisij SO_2, NO_x in trdnih delcev (PM, PM_{10}, $PM_{2,5}$). Sicer so ta onesnaževala škodljiva za zdravje in ekosistem, z zdravstvenega vidika predvsem dušikovi oksidi in trdni delci, žveplov dioksid pa je glavni vzrok zakisanja s škodljivimi učinki na gozdne ekosisteme in materialna sredstva. Dušikov dioksid je tudi predhodna sestavina za nastanek prizemnega ozona, ki je zdravju škodljiv. V naslednji tabeli (Tabela 104) je podana ocena, koliko manj je emisij v zrak zahvaljujoč obratovanju NEK. Pri izračunu so bili uporabljeni podatki inventarja emisij slovenskih termoelektrarn in njihovi proizvodnji (mešanica goriv).

Tabela 104: Izostale emisije SO_2 in NO_x zaradi obratovanja NEK (vir: /153/, /190/, /241/)

		2010	2015		2018	2019
	Nacionalne emisije skupno, kt/leto					
NOx		48,00	34,90		32,20	29,2
SO_2		10,40	5,46		4,79	4,3
	Emisije sektorja proizvodnje električne energije in toplote					
NOx		10,8	4,5		4,7	3,5
SO_2		6,1	1,9		2,1	1,6

		2010	2015		2018	2019
	Proizvodnja na pragu TWh/leto					
Termoelektrarne		5,38	4,50		4,87	4,76
NEK		5,38	5,37		5,49	5,53
	Izostale emisije zaradi NEK, kt/leto					
NO_x		10,8	5,4		5,3	4,1
SO_2		6,13	2,30		2,35	1,85
	Izostale emisije, % od nacionalne emisije					
NO_x		23	15		16	14
SO_2		59	42		49	43

Iz zgornje tabele (Tabela 104) je razvidno, da so izostale emisije na ravni 16 % nacionalnih emisij za NO_x in 49 % za SO_2. Leta 2010 so bile te vrednosti še višje. Pri tem je pomembno, da so izostale emisije v času, ko je elektrarna začela obratovati, dosegle več kot 140 kt/leto za SO_2, kar je velik prispevek, saj je bil takrat v Evropi zelo aktualen problem propadanja gozdov zaradi kislega dežja.

NEK s podaljšanjem obratovalne dobe prispeva k izpolnjevanju mednarodnih obveznosti Republike Slovenije glede zmanjšanja emisij SO_2, NO_x in trdnih delcev v okviru obveznosti LRTAP/UNECE iz Direktive o nacionalnih emisijskih kvotah (Direktiva NEC, glej tabelo v nadaljevanju). Ob predpostavki, da enako letno proizvodnjo električne energije v višini 6 TWh realizirajo sodobne elektrarne na premog, (v skladu s sklepi BAT-LCP iz Direktive IED), bi emisija termoelektrarne na premog z napravo za zajemanje CO_2 (PC + CCS) znašala 2,3 kt/leto SO_2, 3,7 kt/leto NO_x in 0,17 kt/leto trdnih delcev, emisije visoko zmogljive elektrarne na plin z napravo za zajemanje CO_2 (CCGT + CCS) pa približno 1,9 kt/leto NO_x. S podaljšanjem življenjske dobe NEK je nastajanje novih emisij onemogočeno, kar pozitivno vpliva na kvaliteto zraka in prispeva k ciljem zmanjšanja emisij SO_2, NOx in $PM_{2,5}$ iz Direktive 2001/81/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 23. oktobra 2001 o nacionalnih zgornjih mejah emisij za nekatera onesnaževala zraka (UL RS št. 309 z dne 27. 11. 2001, str. 22; v nadaljnjem besedilu: stara Direktiva NEC), po letu 2020 pa iz nove Direktive NEC, ki je bila v slovensko zakonodajo prenesena z Uredbo o nacionalnih zgornjih mejah emisij onesnaževal zraka (UL RS, št. 48/18).

Slovenija mora na podlagi nove Direktive NEC občutno zmanjšati svoje emisije, in sicer do leta 2030 emisije SO_2 za 92 odstotkov glede na leto 2005, NO_x za 65 odstotkov ter $PM_{2,5}$ za 60 odstotkov. Najpomembnejši vir emisij SO_2 je proizvodnja električne energije, sledijo industrijski procesi, promet pa največ prispeva k emisijam NO_x. Mala kurišča so najpomembnejši vir emisij $PM_{2,5}$ /168/.

Nacionalne obveznosti Slovenije glede zmanjšanja emisij onesnaževal zraka za obdobje 2010–2019 izhajajo iz Direktive 2001/81/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 23. oktobra 2001 o nacionalnih zgornjih mejah emisij za nekatera onesnaževala zraka (UL RS št. 309 z dne 27. 11. 2001, str. 22; v nadaljnjem besedilu: stara Direktiva NEC), po letu 2020 pa iz nove Direktive NEC, ki je bila v slovensko zakonodajo prenesena z Uredbo o nacionalnih zgornjih mejah emisij onesnaževal zraka (UL RS, št. 48/18). Tabeli v nadaljevanju (Tabela 105 in Tabela 106) prikazujeta nacionalne emisije in cilje /168/.

Tabela 105: Nacionalne emisije (vir: /190/)

	SO_2	NOx	$PM_{2,5}$
Nacionalne emisije 2018	4,8 kt	32,2 kt	11,3 kt
Nacionalne emisije 2019	4,3 kt	29,2 kt	10,6 kt

Tabela 106: Nacionalni cilji zmanjšanja emisij (vir: /168/)

Nacionalne obveznosti zmanjšanja emisij v primerjavi z izhodiščnim letom 2005 *	**SO_2**	**NO_x**	**$PM_{2,5}$**
2010–2019	27 kt (–23 %)	45 kt (–18 %)	
2020–2029	–63 %	–39 %	–25 %
Od leta 2030	–92 %	–65 %	–60 %

*Referenčna emisija 2005, v skladu s smernicami EU in UNECE od leta 2019

Iz podanega je razvidno, da ima NEK kot velik vir električne energije zelo majhno emisijo SO_2, NO_x in $PM_{2,5}$ (iz tehnološkega procesa proizvodnje električne energije je emisija 0), kar vsekakor doprinese k uresničevanju ciljev iz Direktive NEC.

Vpliv posega in celotni vpliv na kakovost zraka v času obratovanja ocenjujemo s **(4)** - nebistven vpliv, predvsem zaradi obstoječih izpustov emisij radioaktivnih snovi v zrak, ki pa ne dosegajo letnih omejitev in so globoko pod njimi.

5.4.2 Opustitev posega

Po prenehanju obratovanja NEK (glej poglavje 2.18) bodo začasno prisotne emisije onesnaževal v zrak iz pomožne kurilnice, ki se bo uporabljala za ogrevanje prostorov in varnostne potrebe (proti zmrzovanju). Skupna poraba goriva se bo zmanjšala, saj toplota ne bo več potrebna za proizvodnjo rezervne pare. Občasne emisije bodo prisotne iz preizkušanja dizelskih generatorjev, ki bodo ostali kot rezervni vir električne energije na lokaciji.

Vpliv posega in celotni vpliv na kakovost zraka v primeru opustitve posega ocenjujemo s **(4)** – nebistven vpliv.

5.5 VPLIVI NA PODNEBJE VKLJUČNO Z EMISIJAMI TOPLOGREDNIH PLINOV

5.5.1 Obratovanje

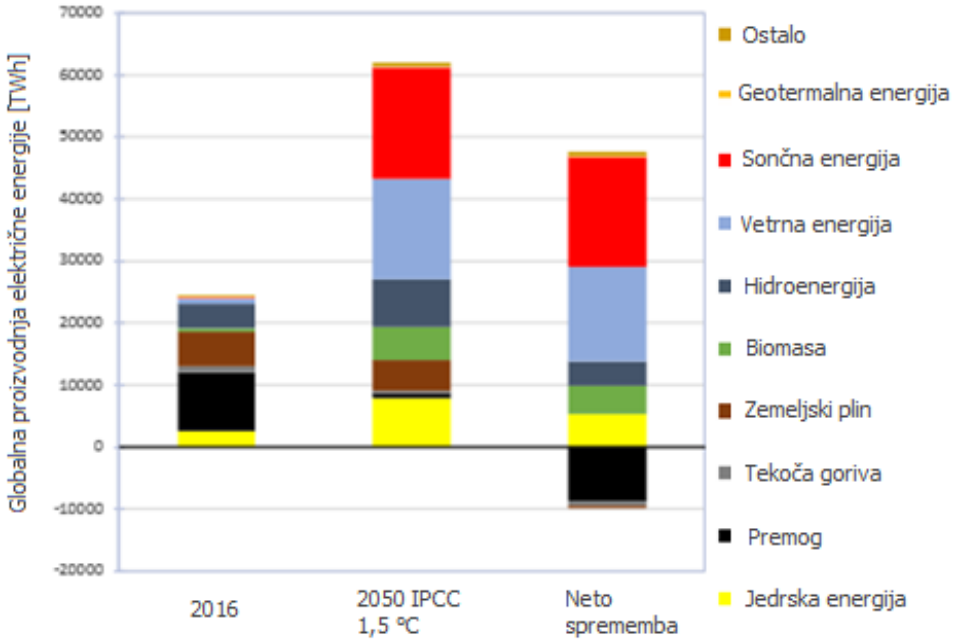
Emisije toplogrednih plinov povečajo njihovo koncentracijo v ozračju, kar ima za posledico globalno segrevanje in naraščanje podnebne temperature. Jedrske elektrarne nimajo emisij toplogrednih plinov iz tehnološkega procesa proizvodnje električne energije, emisija nastaja iz pomožnih dejavnosti na lokaciji: trije dizelski generatorji za zasilno oskrbo z električno energijo, pomožne parne kotlovnice, transport na območju lokacije in toplogredni plin SF6 (zelo učinkovito sredstvo za električno izolacijo v TP). S podaljšanjem obratovalne dobe bo imela elektrarna približno enake letne emisije kot v obstoječem stanju. Skupne emisije toplogrednih plinov za obdobje od 2024 do 2043 bi lahko znašale približno 23,46 kt CO_2-eq. To je zanemarljivo v primerjavi z nacionalnimi, 0,13 % skupnih nacionalnih emisij v letu 2018 in 0,28 % emisij sektorja za proizvodnjo električne energije in toplote.

Podaljšanje obratovalne dobe NEK pozitivno vpliva tudi s prispevkom k zmanjšanju emisij toplogrednih plinov v primerjavi z drugimi tehnologijami za proizvodnjo električne energije. Razlaga pozitivnega učinka je podrobno pojasnjena v nadaljevanju.

Globalni kontekst

Jedrske elektrarne med obratovanjem nimajo emisij toplogrednih plinov v ozračje, emisije, povezane s celotnim ciklom proizvodnje, pa so zelo majhne, na ravni obnovljivih virov energije. Danes se električna energija proizvaja iz jedrskih elektrarn v 30-ih državah in IAEA ocenjuje, da se z njihovo proizvodnjo izognemo emisijam 2 Gt na leto, kar je približno 3,7 % globalnih emisij toplogrednih plinov /169/. Jedrske elektrarne proizvajajo približno 10 % električne energije, kar je 30 % nizkoogljične električne energije. Republiko Slovenijo je NEK leta 2019 oskrbela z 18,1 % električne energije (50 % proizvodnje) /243/, kar predstavlja 35,9 % proizvedene nizkoogljične električne energije v tem letu.

V okviru Pariškega sporazuma UNFCCC (leta 2015) je bil zastavljen cilj ohraniti temperaturo na 2 °C nad ravnijo iz predindustrijskih časov ali, če je mogoče, na ravni 1,5 °C. Analize kažejo, da je bolj ambiciozen cilj rasti 1,5 °C nujen, postaja pa vprašljivo, ali ga je mogoče doseči. Do leta 2030 je treba globalne emisije zmanjšati za 45 % v primerjavi z letom 2010, do leta 2050 pa doseči podnebno nevtralnost /68//170/. Nekatera območja, kot tudi Slovenija, beležijo temperature, ki so blizu te meje, in malo verjetno je, da bodo lahko ostala znotraj navedenega cilja. Cilj 1,5 °C je močan izziv za sektor proizvodnje električne energije, saj električna energija nadomešča vse druge oblike energije in služi tudi za proizvodnjo vodika in drugih goriv. Poročilo o možnih scenarijih za doseganje cilja 1,5 °C obravnava štiri scenarije, ki dosegajo skoraj 90-odstotno pokritost potreb po nizkoogljični proizvodnji. Scenariji IPCC 1,5 °C za nizkoogljične vire štejejo obnovljive vire energije, jedrsko energijo in fosilne elektrarne s tehnologijo CCS (Carbon Capture and Storage). Vsi štirje scenariji IPCC 1,5 °C imajo povečanje zmogljivosti jedrske energije, kar je 100 % rast v letu 2050 v primerjavi z letom 2020 /68/. Slika 77 prikazuje spremembo zmogljivosti, izraženo kot povprečje za štiri scenarije IPCC 1,5 /68/.



Slika 77: Globalna proizvodnja električne energije, 2016 in 2050 povprečje scenarijev IPCC 1,5 C° (vir: /68/)

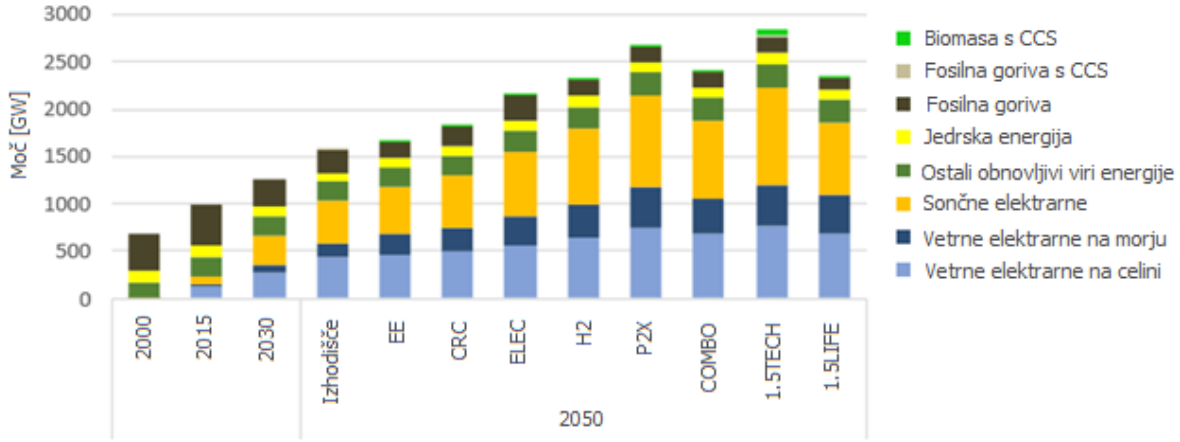
Kontekst EU

Podnebno energetski okvir 2030 /262/ določa na ravni EU do leta 2030: najmanj 40 % zmanjšanje emisij TGP glede na leto 1990, vsaj 32 % delež energije iz obnovljivih virov in najmanj 32,5 % izboljšanje energetske učinkovitosti. Leta 2020. Evropski zeleni dogovor /263/ in leta 2021 »Podnebni zakon EU« /264/ sta določila dolgoročni cilj doseganja podnebne nevtralnosti do leta 2050. V skladu s tem dolgoročnim ciljem Evropska komisija začenja razpravo o povečanju ambicije za zmanjšanje emisij do leta 2030, v kateri je cilj zmanjšanje emisij za 55 % do leta 2030 v primerjavi z letom 1990 („Fit to 55

%' paket, COM (2020) 562). Cilj do leta 2030 je v skladu s ciljem Pariškega sporazuma, da se globalno zvišanje temperature ohrani precej pod 2 °C in si prizadeva za ohranitev na 1,5 °C.

Energetska pogodba EU državam članicam omogoča, da se odločijo o svojih energetskih strategijah, vključno z vlogo jedrske energije, ki je v letu 2016 predstavljala 26 % proizvodnje v EU. Države, ki nameravajo obdržati in graditi nove jedrske elektrarne, razloge iščejo v energetski varnosti, konkurenčnosti in čisti energiji. Do konca leta 2017 je v EU delovalo 126 reaktorjev v 14 državah. Novi projekti so predvideni v desetih državah. Nekatere države so si zastavile cilje glede zamrznitve deleža jedrske energije (Francija), nekatere pa so se odločile za zaprtje jedrskih reaktorjev (Nemčija in Belgija).

Dolgoročna strateška vizija EU za pot do podnebno nevtralnega gospodarstva »A Clean Planet for All« upošteva 8 scenarijev /172/. Delež jedrske energije v teh scenarijih je leta 2050 12–15 %, leta 2030 pa 18 % in leta 2015 26 %. Slika 78 prikazuje delež posameznih virov energije do leta 2050 za osem scenarijev dokumenta 'Clean Planet for All'.



Slika 78: Deleži posameznih tehnologij v proizvodnji električne energije v skladu s strategijo dolgoročne vizije EU o podnebno nevtralnem gospodarstvu do leta 2050 (vir: /172/)

Republika Slovenija

Energetski koncept Republike Slovenije v Strategiji energetske politike do leta 2030, z vizijo do leta 2050 /173/ in Celoviti nacionalni energetski in podnebni načrt Republike Slovenije (NEPN) /20/ predvidevata podaljšanje uporabe NEK do leta 2043, pa tudi možnost gradnje nove jedrske elektrarne, o čemer naj bi se odločilo do leta 2027.

Okoljsko poročilo za NEPN ocenjuje prispevek scenarija oziroma nizkoogljičnega vira energije, izražen v količini emisije CO_2 na proizvedeno električno energijo v celotni življenjski dobi, vključno z emisijo CO_2, ki jo povzroča priprava goriva in materialov v napravi za pretvorbo energije /175/. Primerjajo se ogljični odtisi za OVE, jedrsko energijo, veter-sončne elektrarne in biomaso. Okoljsko poročilo ocenjuje, da je vpliv jedrske energije pozitiven.

V okviru ključnega cilja razogljičenja (blaženje in prilagajanje podnebnim spremembam) NEPN zastavlja naslednji cilj do leta 2030.

- Zmanjšati emisije TGP do leta 2030 v večji meri, kot Sloveniji to določa Uredba o delitvi bremen, tj. vsaj za 20 % glede na leto 2005 z doseganjem indikativnih sektorskih ciljev: promet: + 12 %, široka raba: - 76 %, kmetijstvo: - 1 %, ravnanje z odpadki: - 65 %, industrija: - 43 %, **energetika: - 34 %** (to velja za sektor, ki ni vključen v sistem trgovanja z emisijami, non-ETS). Doseganje ciljev s sistemom ETS se zagotavlja zmanjšanjem skupne kvote emisij za 2,25% na letnem nivoju EU do leta 2030).

V okviru cilja energetska varnost in notranji trg energije NEPN zastavlja naslednji cilj:

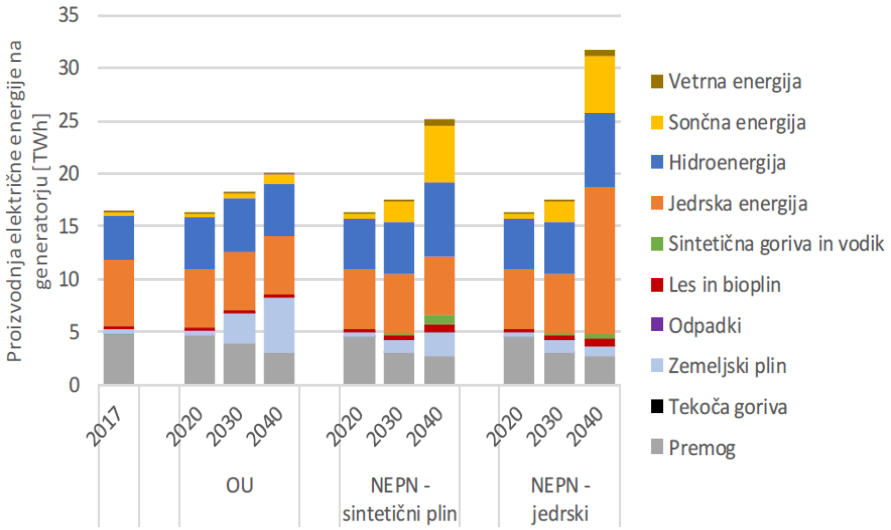
- Nadaljevanje izkoriščanja jedrske energije in ohranjanje odličnosti v obratovanju jedrskih objektov v Sloveniji.

V Sloveniji bodo v prihodnje glavna področja raziskovanja v energetiki: obnovljivi viri energije, učinkovita raba energije v stavbah, jedrska energija, električna energija in elektroenergetski in električni sistemi, toplota in toplotni sistemi.

Prihodnji razvoj sektorja proizvodnje električne energije vključuje:

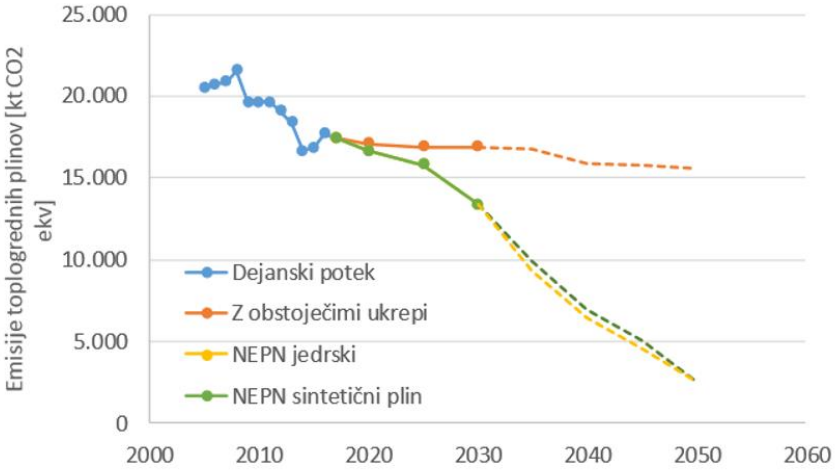
- do leta 2030 bo sektor še vedno v pretežni meri temeljil na uporabi mešanice primarnih virov iz Slovenije, predvsem OVE in jedrske energije ter ohranjanju uporabe domačega premoga – lignita;
- ohranjanje odličnosti in varnega obratovanja jedrskih objektov; preučila se bo možnost vpeljave novih jedrskih tehnologij in najkasneje do leta 2027 bomo sprejeli odločitev o eventualni izgradnji nove jedrske elektrarne.

Po letu 2030 ima razvoj velikih naprav za proizvodnjo električne energije dve alternativni smeri razvoja – ena smer je nadaljnja izraba jedrske energije z izgradnjo novega bloka, druga smer je izgradnja večjih PPE v kombinaciji z uporabo zemeljskega plina oziroma sintetičnega naravnega plina. Tudi v ostalih elektrarnah, ki uporabljajo zemeljski plin kot primarni vir, je predviden postopen vstop sintetičnega naravnega plina. Pokritost porabe s proizvodnjo je predpostavljena na obstoječi ravni, tj. pokritost iz leta 2017 (Slika 79).



Slika 79: Proizvodnja električne energije po scenarijih NEPN /20/

S scenariji NEPN bodo do leta 2030 dosežene 36 % manjše emisije kot emisije leta 2005 (Slika 80). Indikativni obseg skupnih emisij TGP v letu 2040 je med 8,6 mio tCO_2eq v jedrski usmeritvi ter 9 mio tCO_{2eq} pri usmeritvi v sintetični plin, kar pomeni znižanje med 56 % in 58 % glede na leto 2005.



Slika 80: Projekcija skupnih emisiji TGP za scenarij NEPN in scenarij z obstoječimi ukrepi /20/

Scenarij NEPN kaže pozitiven prispevek posega k zmanjšanju emisij toplogrednih plinov (Slika 80). V sektorju za proizvodnjo električne energije se kljub temu povečanju proizvodnje zaradi obnovljivih virov energije in jedrske energije emisije toplogrednih plinov po scenariju NEPN zmanjšujejo, tako da bo leta 2040 6.363 – 6.825 kt ekvivalenta CO_2. Emisije, izračunane za celotni cikel proizvodnje električne energije (LCA), so prikazane v nadaljevanju.

NEPN in Dolgoročna podnebna strategija Slovenije do leta 2050 /255/ sta usklajena, kar pomeni, da so uporabljene projekcije emisij TGP za oba dokumenta enake. Cilji NEPN-a do leta 2030 so skladni z dolgoročno usmeritvijo strategije.

Novi predlog regulative «Fit to 55%« predlaga za Republiko Slovenijo za ne-ETS sektor zmanjšanje emisije za 27 % do leta 2030 glede na leto 2005, kar je 7 % več od obstoječega nacionalnega cilja. ETS sektor na nivoju EU ima ciljni trend letnega zmanjšanja 4,2 % na leto, namesto 2,25 % /273/.

V nadaljevanju se ocena vpliva Posega na podnebne spremembe izvaja v skladu z metodologijo iz /266/, z analizo:

- absolutne emisije TGP (tj. letne emisije, ocenjene za povprečno leto uporabe, obratovanja ali trajanja posega),
- izhodiščne emisije TGP (tj. emisije, ki bi nastale, če projekta ne bi bilo) in
- relativne emisije (tj. razliko med absolutnimi in izhodiščnimi emisijami TGP).

Z vidika teritorialnega zajemanja emisij, je treba ločiti tri nivoje emisije:

Obseg 1	emisija zaradi aktivnosti znotraj meja posega
Obseg 2	emisija Obsega 1, plus indirektne emisije, ki nastajajo s proizvodnjo električne ali toplotne energije, ki je dobavljena posegu.
Obseg 3	emisija Obsega 1 in 2, plus indirektne emisije aktivnosti, ki so potrebne, da je omogočeno delovanje posega; vključuje skupno dobavno verigo in verigo aktivnosti po proizvodnji (odvoz proizvoda z lokacije, odstranjevanje odpadkov). To je ti. »Life Cycle Asssesment« pristop.

Absolutna emisija posega, ugotovljena za Obseg 1, znaša 0,609 kt eq-CO_2/leto. Navedeno emisijo povzroča občasno delovanje pomožne kotlovnice in treh rezervnih dizel generatorjev, ki delujejo samo v času testiranja. Emisija, ki jo povzroča tehnološki proces proizvodnje električne energije, je 0 tCO_2-eq. Na lokaciji se nahaja kakšnih deset transportnih vozil, njihova emisija je zanemarljivo majhna.

V hladilnih napravah, električna opremi, toplotnih črpalkah in protipožarnih sistemih se uporabljajo F-plini. Skupaj je 14 naprav v tehnološkem delu in 24 naprav v netehnološkem delu, v katerih se nahajajo hladilni mediji: fluorirani ogljikovodiki ter plin SF6, ki služi kot zelo učinkovito izolacijsko sredstvo v električnih napravah (transformatorji in stikališča). Ti plini imajo visok toplogredni potencial (GWP). Naprave predstavljajo potencialne vire emisij zaradi morebitnega iztekanja iz zaprtih sistemov. Izračunano je, da bi, v primeru uporabe povprečnih faktorjev iztekanja na nacionalnem nivoju, emisija znašala 0,501 ktCO_2-eq.

Za primerjavo in oceno o velikosti emisije posega je v spodnji tabeli podan prikaz emisije TGP za Republiko Slovenijo (Obseg 1).

Tabela 107: Emisije toplogrednih plinov v letih 1990 in 2019 (kt CO_2/leto) (vir: /152/)

Sektor	Leto 1990	Leto 2019
Energetska ind.	6375	4576
Pred. ind. grad.	3088	1728
Promet	2737	5635
Ostali sektorji	1891	1330
Ubežne emisije	512	378
Industrija	1393	1261
Kmetijstvo	1855	1718
Odpadki	699	435
Skupne emisije	18580	17065
LULUCF	-4412	-101
Neto emisija	14168	16964

Razvidno je, da so emisije posega nepomembno majhne glede na nacionalne emisije. NEK predstavlja 0,0035 % skupne nacionalne emisije, in 0,013 % emisije sektorja energetske industrije. Nacionalna emisija F-plinov je v letu 2019 znašala 295 ktCO_2-eq, potencialna emisija posega predstavlja 0,16 % nacionalne emisije F-plinov.

Izhodiščna emisija je določena za nekaj verjetnih nadomestnih rešitev (»base lines« – BL):

- »Nova TE na premog« - sodobna termoelektrarna na premogov prah, z napravo za izločanje CO_2. Predvidene značilnosti dela in kontrole emisije SO2, NOx, delcev in Hg, ki ustreza predpisanim smernicama o najboljših razpoložljivih tehnikah (BREF-BAT sklepi). Emisija 120 gCO-eq/KWh /176/
- »Nova TE na plin« – sodobna kombi elektrarna na zemeljski plin (combined cycle plant) učinkovitosti z vgrajeno napravo za izločanje CO_2. Obrat ima razen low-nox gorilnikov tudi denox napravo za zmanjšanje emisije NOx, usklajeno je z BREF/BAT sklepi. Emisija 57 gCO_2-eq/KWh /176/. Lahko uporabljajo tudi mešanico zemeljskega plina in vodika, odvisno od deleža vodika se zmanjšuje emisija TGP.
- Uvoz električne energije – predvideva se uvoz električne energije iz evropskih držav, ob predpostavki mešanice današnjih proizvodnih enot v EU28 (elektrarne na fosilna goriva, OVE in jedrske). Emisija na proizvedeno kilovatno uro je prevzeta iz vira in znaša 271 gCO_2-eq/KWh, vključno z izgubami prenosa električne energije /267/.

Ob predpostavki proizvodnje v obsegu 6 TWh električne energije, so izračunane emisije navedenih BL rešitev, zgoraj navedeni faktorji emisije so prevzeti iz /186/.

Tabela 108: Emisije TGP izhodiščnih variant (BL)

	Letna emisija, kt-eqCO_2	Emisija v 20 letih, kt-eqCO_2
Poseg	0,609	12,1
Nova TE premog	720	14.400
Nova TE plin (CCP)	342	6.840
Uvoz električne energije	1.626	32.520

Relativna emisija

Relativna emisija predstavlja razliko med emisijo posega in BL. Relativna emisija se izkazuje za dva obsega:

Obseg 1 – neposredna emisija z območja posega

V tabeli spodaj je prikaz relativne emisije posega, negativna vrednost pomeni, da se zagotavlja prihranek emisij v primerjavi z drugimi variantami.

Tabela 109: Relativna emisija Posega (Obseg 1)

Izhodiščna varianta	Letna emisija, kt-eqCO2	Emisija v 20 letih, kt-eqCO_2
Nova TE premog	-719,4	-14.388
Nova TE plin	-341,4	-6.828
Uvoz električne energije	-1.625,4	-32.507

Obseg 3 – LCA pristop

Obseg 3 so emisije za celotni cikel proizvodnje električne energije (LCA). Obseg 3 (LCA) zajema verigo izkoriščanja goriva, predelave goriva, obogatitve goriva, proizvodnje gorivnih palic za elektrarne, transporta, obratovanja in razgradnje elektrarne, vključno z odtisom proizvodnje materialov in opreme za celotno verigo. Predvideva se, da bo NEK letno proizvedla do 6 TWh električne energije. V spodnji tabeli je podan prikaz relativne emisije za Obseg 3. Specifična emisija za poseg je prevzeta iz istega vira kot tudi za ostale tehnologije z namenom, da se ohrani doslednost.

Tabela 110: Absolutne in relativne emisije posega (Obseg 3)

		Emisija - Obseg 3		Relativna emisija - Obseg 3	
	FE LCA*	2023-2043	Letno	2023-2043	Letno
	gCO_2/kWh	$ktCO_2$-eq	$ktCO_2$-eq/leto	$ktCO_2$-eq	$ktCO_2$-eq/leto
premog	820	98400	4920	-96960	-4848
biomasa – sežiganje skupaj s premogom	740	88800	4440	-87360	-4368
zemeljski plin	490	58800	2940	-57360	-2868
premog s CCS	220	26400	1320	-24960	-1248
kombi n. plin s CCS	170	20400	1020	-18960	-948
geotermalna energija	38	4560	228	-3120	-156
solar PV - streha	41	4920	246	-3480	-174
solarne PV elektrarne	48	5760	288	-4320	-216
hidroelektrarna	24	2880	144	-1440	-72
biomasa	18	2160	108	-720	-36
jedrska	12	1440	72	0	0

		Emisija - Obseg 3		Relativna emisija - Obseg 3	
	FE LCA*	**2023-2043**	**Letno**	**2023-2043**	**Letno**
veter na morju	12	1440	72	0	0
veter na kopnem	11	1320	66	120	6

Relativna emisija = emisija posega – emisija nadomestne tehnologije
* faktor emisije je mediana podatkov iz literature za različne tehnologije /176/

Podatki v tabeli za jedrsko elektrarno so za srednje vrednosti iz literature in so v razponu od 3,7 do 110 gCO_2eq/kWh. Jedrske elektrarne imajo emisije toplogrednih plinov na ravni drugih nizkoogljičnih tehnologij - sončne energije, energije vetra in hidroelektrarn. Ogljični odtis tehnologij naj bi se sčasoma spreminjal, pričakovati je, da bi se lahko zmanjšal za vetrne in sončne elektrarne, nekoliko manj pa za jedrske elektrarne.

Iz tabele je razvidno, da bi v obdobju od 2024 do 2043 sodobne elektrarne na premog z vgrajenim obratom za shranjevanje ogljika (CCS) v celotnem življenjskem ciklu proizvajale 18-krat večje emisije od jedrskih elektrarn, plinska elektrarna s CCS pa 14-krat večje emisije.

Omeniti je treba, da ker NEK ni v sistemu trgovanja z enotami emisije CO_2, nima nikakršnih stroškov za emisijske kupone CO_2. Pričakuje se da bo cena emisijskih kuponov CO_2 z današnjih 25-35 EUR/t CO_2 narasla na približno 60 EUR/t CO_2 do leta 2043 /174/. Nova elektrarna na premog z vgrajenim CCS obratom (120 gCO_2/kWh) bi imela letne stroške emisijskih kuponov okoli 30 mio EUR, plinska (57 gCO_2/kWh) pa bi imela oko 14,5 mio EUR, z dodatnimi stroški investicije v CCS obrat, stroški CCS obrata in transporta CO_2. Tu gre sicer za povečanje tržne konkurenčnosti jedrske elektrarne, kar ni neposredno relevantno glede vpliva na okolje. Upoštevati pa je treba, da nove ocene cen CO_2 izkazujejo tudi večkratno povišane vrednosti ob predpostavki neto ničelne emisije v letu 2050 /267/.

Glede na navedeno, ocenjujemo, da je vpliv podaljšanja obratovalne dobe NEK na podnebne spremembe pozitiven, ker gre za tehnologijo, ki prispeva k doseganju ciljev Pariškega sporazuma.

Vpliv posega in celotni vpliv na podnebje ocenjujemo s **(5)** - pozitiven vpliv.

5.5.2 Opustitev posega

Ob prenehanju obratovanja NEK (glej poglavje 2.18) ne bo več pomembnih emisij toplogrednih plinov (glej tudi poglavje 5.4.2).

Vpliv posega in celotni vpliv na podnebje v času opustitve posega ocenjujemo s **(4)** – nebistven vpliv. Ocena nebistven vpliv je podana, ker bo po koncu obratovanja NEK nadomeščena z nekim drugim virom električne energije. Zelo verjetno je, da bo imela električna energija iz tega drugega vira (ali kombinacije virov) večji skupni ogljični odtis kot NEK.

5.6 VPLIV PODNEBNIH SPREMEMB NA POSEG

5.6.1 Obratovanje

V tem poglavju so analizirani vplivi podnebnih sprememb na delovanje NEK glede na učinkovitost, celotno proizvodnjo električne energije in njeno razpoložljivost za uporabnike ter s tem povezanimi vplivi na okolje. Analiza se nanaša na normalno delovanje elektrarne, ki je sicer opredeljeno s šestimi možnimi stanji: proizvodnja (Power Operation), zagon (Startup), vroče stanje pripravljenosti (Hot Standby), vroča zaustavitev (Hot Shutdown), hladna zaustavitev (Cold Shutdown) in menjava goriva (Refueling).

V številnih nedavnih študijah se ocenjujejo vplivi podnebnih sprememb na infrastrukturo, potrebne so ocene v vseh fazah posega, v pripravljalni fazi, študijah izvedljivosti, načrtovanju, gradnji, obratovanju in razgradnji. Jedrske elektrarne ne proizvajajo toplogrednih plinov in ne prispevajo k podnebnim

spremembam, vendar so lahko občutljive na podnebne spremembe. Mednarodna agencija za jedrsko energijo (IAEA) je objavila dva dokumenta, ki se nanašata na vpliv jedrskih elektrarn na podnebje in vprašanje prilagoditve jedrskih elektrarn podnebnim spremembam (vir /169/, /178/, /180/). Statistični podatki kažejo, da so jedrske elektrarne zaradi dogodkov povezanih s podnebnimi spremembami /178/, v obdobju od 2004 do 2009 izgubile proizvodnjo v razponu od 0,01 % do 4 %.

Analize ranljivosti virov za proizvodnjo električne energije na podnebne spremembe v Evropi kažejo, da bo treba vlagati v energetsko infrastrukturo zaradi zmanjšanja ranljivosti in podnebnih sprememb /181/. Za jedrske elektrarne v Evropi so bila ugotovljena tri najpomembnejša proizvodna tveganja: nevarnost poplav, zmanjšana razpoložljivost vode in zvišana temperatura zraka. Termoelektrarne imajo enako prevladujoče proizvodno tveganje. Na evropski ravni bi lahko bile posledice stroškov ekstremnih dogodkov največje v srednji in južni Evropi, medtem ko v državah v ob obali Severnega morja naložbe skoraj ne bodo potrebne /181/.

Energetski koncept Republike Slovenije (EKS, osnutek dokumenta) kaže, da je ob predpostavki izpolnjevanja vseh varnostnih in tehničnih standardov delovanja NEK, v EKS predvideno podaljšanje rabe jedrske energije v NEK do leta 2043. V okoljskem poročilu za energetski koncept Slovenije /173/ je zaključek, da imajo 'pozitiven vpliv na zmanjšanje ranljivosti infrastrukture in naselij na podnebne spremembe (prilagajanje podnebnim spremembam)' vsi ukrepi EKS.

V celovitem nacionalnem energetskem in podnebnem načrtu Republike Slovenije (NEPN) se predvideva, da bo NEK obratovala do leta 2043 in je ugotovljeno, da bo s tem prispevala cilju povečanja varnosti oskrbe z energijo. To posledično pomeni, da NEK prispeva tudi k odpornosti energetskega sistema na današnjo dokazano nevarnost - podnebne spremembe. Zaključek okoljskega poročila je, da bodo imeli vsi scenariji NEPN na okoljski podcilj »Zmanjšana izpostavljenost vplivom podnebnih sprememb, občutljivost in ranljivost Slovenije ter povečana odpornost in prilagoditvena sposobnost družbe«, nebistven vpliv zaradi izvedbe omilitvenih ukrepov /174/, /173/.

Nacionalna strategija prilagajanja podnebnim spremembam podana v dokumentu Strateški okvir prilagajanja podnebnim spremembam, december 2016 /268/. Podaja zmanjšanje izpostavljenosti vplivom podnebnih sprememb, občutljivosti in ranljivosti Slovenije zanje ter povečevanje odpornosti in prilagoditvene sposobnosti družbe. V nadaljevanju je podana ocena, na kakšen način bo poseg, ki ima pomembno gospodarsko vlogo, izpostavljen podnebnim spremembam in koliko je ranljiv.

Metodološki pristop k ocenjevanju

V zvezi s temo tega poglavja je delovna skupina za izdelavo PVO z zaposlenimi v NEK izvedla tematsko delavnico. To se je zdelo potrebno, saj imajo strokovnjaki NEK najboljši tehnični vpogled in znanje o vseh elementih obratovanja elektrarne, delavnica pa je poudarila, da je treba vprašanje jedrske varnosti jasno ločiti od ocene ranljivosti gospodarstva in proizvodnje ter s tem povezanih sprememb glede vplivov na okolje. V okviru jedrskih predpisov se izvajajo celovite deterministične in verjetnostne varnostne analize, ki v kombinaciji z drugimi zunanjimi grožnjami določajo tveganje in možne posledice ekstremnih meteoroloških pojavov. Predlagano je bilo, da se kvantitativni kazalniki čim bolj uporabljajo pri končnih ocenah verjetnosti in možnih posledic glede na negotovost ocene podnebnih sprememb, zlasti glede pogostosti in skrajne intenzivnosti, ter vse večjih sprememb v zadnjem desetletju tega stoletja.

Čeprav ni splošno sprejete metodologije za oceno vpliva podnebnih sprememb na infrastrukturo in okolje, je vse več ustreznih dokumentov, ki vsebujejo metodološka priporočila. Tukaj se uporablja pristop v skladu z Navodilom izdelovalcem poročila o vplivih na okolje za obravnavo vidika podnebnih sprememb (ARSO, 2020). Tehnične smernice za metodologijo so podrobneje navedene v lit. /269/ in lit. /184/. Uporaba metodologije bo prilagojena projektnim posebnostim. Ker se izrazi »varnost«, »ranljivost« in »tveganje« v jedrski industriji uporabljajo v zvezi z jedrsko varnostjo, ionizirajočimi sevanji in radioaktivnimi odpadki, bodo tukaj uporabljeni izrazi »ranljivost proizvodnje« in »tveganje spremembe proizvodnje in vpliv na okolje«, s katerimi je povezana sprememba vpliva na okolje (neradiološka).

Analiza je na splošno sestavljena iz 7-ih modulov:
- Modul 1: Analiza občutljivosti,
- Modul 2a in 2b: Ocena izpostavljenosti,
- Modul 3a in 3b: Analiza ranljivosti (proizvodnje električne energije),
- Modul 4: Ocena tveganja (spremembe v proizvodnji električne energije in vplivi na okolje),
- Modul 5: Opredelitev možnosti prilagajanja,
- Modul 6: Ocena možnosti prilagajanja in
- Modul 7: Vključitev prilagoditvenega akcijskega načrta v poseg.

Sledi analiza odpornosti na podnebje skozi prve 4 module.

Modul 1 – Analiza občutljivosti posega

Nuklearna elektrarna Krško ima skozi celotno življenjsko dobo visoko razpoložljivost objektov, kar jo po razpoložljivosti uvršča v zgornjo četrtino svetovnih elektrarn. To potrjuje splošno odpornost njene infrastrukture in poslovnega sistema na zunanje fizične dogodke različnih vrst.

NEK po pregledu dogodkov iz preteklosti ni zabeležila izpadov elektrarne zaradi ekstremnih vremenskih razmer. Sta pa dva dogodka povezana z vremenskimi razmerami, ki pa sta posledica kombinacije pritoka velike količine naplavin, ki jih čistilni sistemi niso uspeli prečistiti, in neustreznega postopka zapiranja terciarnega hladilnega sistema, ki ni predvideval pravočasnega starta CT sistema v takšnih pogojih (porast pretoka in izpiranje brežin – velika količina naplavin).

Prvi izpad so beležili 27. 11. 2003, ko je nenadno povečanje pretoka reke Save in intenzivno izpiranje odpadlega listja in drugih zaostalih naplavin v strugo obremenilo čistilne naprave na odvzemu sistema za hlajenje kondenzatorja in TC-izmenjevalnikov (CW). Zaradi motenj v delovanju čistilnih naprav je prišlo do izgube zadostnega pretoka skozi kondenzator, padca vakuuma in sproženja samodejnih varovalnih sistemov turbine. Zaradi moči, večje od 10 %, se je reaktor samodejno varno zaustavil.

Drugi izpad se je zgodil 28. 10. 2012 in je trajal 1 dan in 23 ur. Neplanirana zaustavitev elektrarne se je zgodila zaradi hitrega porasta pretoka reke Save, ki je dosegel 2.250 m^3/s. Hitri porast pretoka reke Save s povečano količino nečistoč je povzročil mašenje čistilnih naprav CW sistema. Prišlo je do hitrega porasta razlike tlakov na potujočih rešetkah in odpiranja varnostnih loput na CW potujočih rešetkah. Posledično je prišlo do mašenja čistilnih sistemov na vstopu v kondenzator in izgube vakuuma v kondenzatorju. Zaradi izgube vakuuma v kondenzatorju so operaterji v komandni sobi pričeli z redukcijo moči in varno zaustavitvijo elektrarne.

NEK je z dizajnom in z uvedbo projektnih sprememb **izboljšala** sisteme, ki omogočajo čiščenje vode z namenom, da sedimenti nimajo vpliva na obratovanje NEK.
Obstajajo številni podnebni parametri (primarni in sekundarni), ki lahko vplivajo na poseg in so povezani s podnebnimi spremembami:

1) Primarni podnebni parametri: zvišanje srednjih temperatur, zvišanje ekstremnih temperatur, spremembe povprečne višine padavin, spremembe ekstremnih padavin, povprečna hitrost vetra, spremembe največje hitrosti vetra, vlaga, sončno sevanje itd.

2) Sekundarni podnebni parametri so posledica primarnih podnebnih parametrov: dvig morske gladine, razpoložljivost vode (suša), zvišanje temperature vode / morja, nevihte, poplave, erozija tal, obalna erozija, gozdni požari, nestabilnost tal / plazov, kakovost zraka, toplotni otoki v urbanih območjih itd.

Občutljivost posega je treba določiti glede na obseg podnebnih spremenljivk in sekundarnih učinkov. Občutljivost posega na ključne podnebne spremenljivke (primarne in sekundarne) ocenjujemo v štirih sklopih:

Imetje in procesi na sami lokaciji	**infrastruktura za proizvodnjo električne energije in pomožne funkcije**
Vhod	voda, jedrsko gorivo, zrak, surovine, viri za vzdrževanje elektrarn, kurilno olje za dizelske generatorje in pomožna kotlovnica,
Izhod	proizvedena električna energija in odpadki
Transport	s samim posegom je povezan tudi transport: transport ljudi, opreme, surovin, materialov, odpadkov

Vsaka od omenjenih sklopov je posebej ocenjen za vsako podnebno spremenljivko in sicer z oceno "visoka občutljivost", "srednja občutljivost" ali "neobčutljivost". Naslednji opisi služijo kot vodilo za ublažitev subjektivne ocene:

- visoka občutljivost: podnebna spremenljivka ali nevarnost lahko precej vpliva na imetje in procese, vhode, izhode in transport,
- srednja občutljivost: podnebna spremenljivka ali nevarnost lahko v manjšem obsegu vpliva na imetje in procese, vhode, izhode in transport,
- neobčutljivost: podnebna spremenljivka ali nevarnost nima nobenega vpliva.

Zaradi lokacije posega ter njegove načrtovane izvedbe je za nekatere podnebne spremenljivke in sekundarne učinke poseg ocenjen kot neobčutljiv, to pa so:

*Tabela 111: Podnebne spremenljivke, ki **ne vplivajo** na poseg*

Povprečna količina padavin	Poseg ni občutljiv na povprečne količine padavin.
Povprečna hitrost vetra	Poseg ni občutljiv, ker samo ekstremni vetrovi lahko poškodujejo območje. Na območju JE Krško niso pogosti vetrovi večje hitrosti.
Sončno sevanje	Poseg ni občutljiv na sončno sevanje.
Erozija tal	Na nabrežjih reke Save lahko pride do erozije tal, ki pa ne more biti tako intenzivna, da bi ogrozila delovanje elektrarne. Obstajajo nadzorni in preventivni postopki v primeru napovedi visokih voda.
Atmosferska praznjenja (nevihte)	Pojav lahko vpliva na zunanje napajanje v sili, kratke stike, ozemljitvene funkcije, „lažne" signale v sistemih I&C, notranje napajanje, opremo IKT, stikališče, meteorološki stolp. Glede na določeno število strel tem območju od 1998 do 2016 lahko zaključimo, da je pojavnost nekoliko pod povprečjem v Sloveniji (USAR). Na podlagi pogostosti in obsega posledic je ocenjeno nizko tveganje pri proizvodnji.
Gozdni požar	Gozdni požari: poseg ni občutljiv, ker ni obkrožen z gozdno vegetacijo, v bližini je sadovnjak, vendar energija požara, ki bi nastal, ni ocenjena kot pomembna in bi jo odpravili s hitrim posredovanjem. Vpliv požarnega dima na notranjo atmosfero glavnega nadzornega centra (GNC) je malo verjeten, v centru pa so izvedeni ukrepi za atmosfersko izolacijo z možnostjo popolne recirkulacije zraka.
Nestabilnost tal/plazovi	Poseg ni občutljiv, ker se ne nahaja na območju nestabilnih tal z nevarnostjo plazov, lokacija je na ravnem terenu. V poplavah se analizira nasipna erozija. Prometni dostop do lokacije je mogoč iz več smeri, ceste z vidika erozije niso ogrožene. Gorivo se dostavlja vsakih 18 mesecev, možno je natančno načrtovanje transporta.
Kakovost zraka	Poseg ni občutljiv na kakovost zraka.
Toplotni 'otoki' v urbanih središčih	Toplotni 'otoki' v urbanih središčih: poseg ni občutljiv, ker ni v bližini večjega urbanega središča.
Dvig morske gladine	Poseg ni na obalnem področju.

Naslednja tabela prikazuje oceno občutljivosti posega na podnebne spremenljivke (primarno) in s tem povezane nevarnosti (sekundarno) skozi omenjene štiri teme (Tabela 112) za tiste parametre, za katere je ocenjeno, da obstaja občutljivost (srednja ali visoka) za vsaj eno od štirih opazovanih tem.

Tabela 112: Ocena občutljivosti Posega na podnebne spremenljivke in z njimi povezanimi vplivi na proizvodnjo in vpliv na okolje

Transport	Vhod	Izhod	Imetje in procesi na sami lokaciji	Št.	Vidik občutljivosti
PODNEBNE SPREMENLJIVKE IN Z NJIMI POVEZANE NEVARNOSTI					
Primarni podnebni učinki					
				1	Povišanje povprečne temperature zraka
				2	Povišanje temperaturnih ekstremov
				3	Povišanje ekstremnih padavin
				4	Maksimalna hitrost vetra
Sekundarni učinki / povezane nevarnosti					
				5	Razpoložljivost vode (suše)
				6	Povišanje temperature vode
				7	Nevihte
				8	Poplave

Legenda:
Podnebna občutljivost | Ni | Srednja | Visoka |

Povišanje temperature zraka in temperaturnih ekstremov. NEK ima hladilni sistem za hlajenje kondenzatorja z vodo, hlajenje turbinskega sistema in komponent hladilnega sistema. V primeru, da je treba zaradi manjšega pretoka Save zmanjšati odvzem vode, se del toplote odvede s hladilnimi stolpi, da vpliv NEK na temperaturo reke Save ostane v razponu ΔT 3 °C. Termodinamični princip hladilnih stolpov je takšen, da se vodno hlajenje doseže z izhlapevanjem vode v nasprotnem toku zraka iz atmosfere. Ko se temperatura zraka dvigne, se učinkovitost hlajenja stolpov zmanjša. V kombinaciji več vročih dni in majhnega pretoka Save bo potrebna večja vključenost hladilnih stolpov in poraba energije za njihovo delovanje bo večja. Pri višjih temperaturah je za hladilne enote potrebno več energije, hladilniki so zasnovani tako, da delujejo v temperaturnem razponu od -18 do 35 °C, tudi do 48 °C /3/.

Skladišče izrabljenega goriva ima sistem pasivnega zračnega hlajenja in zvišanje temperature ne bo vplivalo na odpoved same funkcije hlajenja, kar je dokazano z analizami.

Povišanje ekstremnih padavin. Pri največji intenzivnosti padavin lahko v prvi uri sloj vode na tleh doseže približno 30 mm. Intenzivnost dežja po prvi uri pade, zato se bo sloj hitro zmanjšal. Zgradbe elektrarne so približno 300 mm nad okoliškimi tlemi, zato ta dogodek ne more povzročiti spremembe režima obratovanja elektrarne.

Kot smo že omenili, je bilo obratovanje elektrarne v preteklosti dvakrat prekinjeno zaradi hitrega porasta pretoka reke Save v kombinaciji s tehničnim odzivom elektrarne. Reka je postala zelo motna in je odnašala večje nečistoče (veje, plastične vrečke), kar je povzročilo mašenje rešetke dovodnega kanala hladilne vode in nanosa blata v sistem. Po teh dogodkih je bil uveden sistem za zgodnje ugotavljanje takšnih razmer in sprejemanje preventivnih ukrepov: morebitna vključitev hladilnih stolpov in usklajevanje z gorvodnimi hidroelektrarnami na reki Savi.

Močni vetrovi običajno prihajajo skupaj z nevihtami. Ta pojav lahko začasno onemogoči prevoz, vendar zahvaljujoč redni oskrbi z gorivom vsakih 18 mesecev nima posebnega vpliva, ker elektrarna

lahko načrtuje prevoz. Možno bo tudi načrtovati prevoz nizko in srednje radioaktivnih odpadkov iz skladišča. Največja izmerjena hitrost vetra na lokaciji je bila 26,5 m/s, kar ni poseben potencial za tveganje infrastrukturne škode. Treba je poudariti, da so NEK varnostne SSK projektirane za veliko močnejše vetrove do 140 km/h, ter nove DEC SSK še za močnejše vetrove z maksimalno hitrostjo do 240 km/h.

Razpoložljivost vode. Voda iz reke Save se uporablja za hlajenje kondenzatorja in turbinskega cikla (velik hladilni sistem) in za hlajenje komponent elektrarne (mali hladilni sistem), za objekte in naprave za pripravo vode in za sistem obdelave tekočih radioaktivnih odpadkov. Za varnost je najpomembnejša razpoložljivost vode za hlajenje reaktorskega jedra v nujnih primerih, tako imenovani Ultimate Heat Sink. Za suho skladiščenje izrabljenega goriva to ni občutljiva meteorološka spremenljivka, saj ima pasivno zračno hlajenje.

V skladu z vodnim dovoljenjem NEK za potrebe hlajenja lahko odvzema 25 m^3/s vode. V primeru, ko je pretok Save manjši od 100 m^3/s, NEK vključi hladilne stolpe, skozi katere se v recirkulaciji hladi del kondenzatorske vode. Po začetku obratovanja HE Brežice v avgustu 2017 se kot merodajni pretok Save za vključitev hladilnih stolpov upošteva srednji dnevni pretok na HE Krško, pred tem pa je to bil srednji dnevni pretok pred jezom NEK. Največji odvzem hladilnih stolpov je 15 m^3/s. Stolpi delujejo s polno močjo, ko je pretok Save pod 87 m^3/s. Na ta način je mogoče nadzorovati vpliv na toplotno ogrevanje reke Save do ΔT 3 °C. Če tudi med obratovanjem hladilnih stolpov ΔT ni mogoče vzdrževati pod 3 °C, elektrarna zmanjša moč. Da bi NEK preprečila zmanjšanje proizvodnje, je obstoječi sistem hladilnih stolpov (šest celic) nadgradila z dodatnimi štirimi celicami. Nadgradnja hladilnih stolpov izvedena leta 2008 je povečala hladilno zmogljivost za 36 %, na skupno 627,8 MW. Ocenjuje se, da bo morda treba dva dni na leto zmanjšati moč /184/, saj od nadgradnje leta 2008 ni prišlo do zmanjšanja moči.

Glede suše in najnižjih pretokov Save je za elektrarno pomembno, da je vodostaj dovolj nad nivojem sesalnega kanala hladilne in ESW vode. Ni verjetno, da bili pretoki tako majhni, da bi nastopile težave.

Povišanje temperature Save. Hladnejša voda reke Save je primernejša za obratovanje elektrarne, ker je celoten termodinamični cikel učinkovitejši, mogoče je doseči večji vakuum v kondenzatorju in elektrarna deluje z najvišjo stopnjo učinkovitosti. Razlika v proizvodnji elektrarne v zimskih in poletnih razmerah je, ker ima NEK omejeno vrednost povišanja temperature Save za 3 °C, ne glede na vstopno temperaturo, pod pogojem, da odvzame največ 25 m^3/s, odvzem pa mora biti manjši od ¼ celotnega pretoka. To pomeni, da mora elektrarna pri pretoku pod 100 m^3/s zmanjšati odvzem. Izhodna voda iz hladilnega sistema ne sme presegati 43 °C. Savsko vodo uporabljajo tudi hladilni stolpi, toplejša voda zmanjša hladilni učinek stolpov. NEK poleg hladilne vode kondenzatorja uporablja vodo za hlajenje pa komponent sistema ESW (1,6 m/s).

Poplava. Med delovanjem NEK so bile v letih 1990, 1998 in 2007 tri pomembne poplave. Zaradi teh dogodkov in dejstva, da je bilo gorvodno od NEK zgrajenih več hidroelektrarn, dolvodno ena (HE Brežice) in še ena v fazi pridobivanja gradbenega dovoljenja (HE Mokrice), se je v zadnjih desetih letih veliko pozornosti povečalo preučevanju poplavne ogroženosti in so popravljeni podatki o največji možni poplavi. NEK je bila projektirana proti poplavam, ki imajo frekvenco 0,01 % na leto (tako je povratna doba takšnega dogodka statistično določena na 10.000 let). Predviden maksimalni pretok reke Save v tem obdobju je 4.790 m^3/s, kar ustreza koti 155,35 metrov nad Jadranskim morjem. Kota platoja, na katerem stoji NEK, je 155,20 m n.v. Zgradbe v NEK, ki se nahajajo v središču območja, imajo vhode in odprtine nad 155,50 m n.v. To zagotavlja, da v primeru odpovedi nasipov ob reki Savi, vdor vode v zgradbe ni mogoč /185/.



Slika 81: Poplava v bližini NEK leta 1990. Potek poplavnega vala je usmerjen proti desnemu bregu, ki ima nižji nivo. (vir:/193/)

Modul 2a in 2b – Ocena izpostavljenosti lokacije posega

Ko se ugotovi občutljivost posega, je naslednji korak ocena izpostavljenosti območja podnebnim spremenljivkam. V skladu s Smernicami /174/ se za modul 2 Ocena izpostavljenosti zbirajo podatki za podnebne spremenljivke, kjer obstaja visoka ali srednja občutljivost (iz modula 1). Naslednja tabela prikazuje trenutno (modul 2a) in prihodnjo izpostavljenost (modul 2b) primarnim in sekundarnim podnebnim spremenljivkam (Tabela 113).

Trenutna izpostavljenost je povezana z opaženimi podnebnimi spremembami v obdobju 1961-2010 v Sloveniji in meteoroloških postajah v bližini Krškega ter na najbližji hidrološki postaji dolvodno od NEK. Prihodnja izpostavljenost se nanaša na napovedi podnebnih sprememb v 21. stoletju za Slovenijo in podnebno "srednjo regijo", v kateri se nahaja Jedrska elektrarna Krško.

Tabela 113: Trenutna in prihodnja izpostavljenost območja primarnim in sekundarnim podnebnim spremenljivkam

Br.	Podnebni parameter	Trenutna izpostavljenost	Prihodnja izpostavljenost
		Primarne podnebne spremenljivke	
	Povprečna letna temperatura zraka	V obdobju 1961–2011 je najbolj značilna podnebna sprememba v Sloveniji dvig povprečne temperature zraka, za okoli 0,36 °C na desetletje. /72/ Otoplitev, ki se odraža v naraščajočih letnih temperaturah zraka, se je pospešila konec 20. in v začetku 21. stoletja. BIZELJSKO (Tsrednja) /73/: +0,38 °C/10 l. (1961-2010) + 0,57 °C/10 l. (1981-2010)	RCP2.6 in RCP4.5 temperatura sprva narašča in se konec 21.stoletja ustali. Po RCP8.5 pa se naraščanje temperature proti koncu stoletja stopnjuje/72/. Za "srednjo regijo" v obdobju 2011-2040 je sprememba letne temperature zraka za vse tri podnebne scenarije 0,8 ° C, medtem ko je za obdobje 2041-2070 letna temperatura zraka višja 1,1 °C za RCP2.6, 1,4 °C za RCP 4.5 ter 1,8 °C za RCP 8.5 /75/
	Povprečna dnevna	Dvig dnevne najvišje in najnižje temperature po letnih časih je podobno velik kot pri povprečni	Za „srednjo regijo" za obdobje 2011–2040 je zvišanje najvišje dnevne temperature zraka v

Br.	Podnebni parameter	Trenutna izpostavljenost	Prihodnja izpostavljenost
	najvišja temperatura, vroči dnevi	temperaturi. Zaradi splošnega dviga temperature zraka se je spremenila pogostost števila značilnih dni: povečalo se je število vročih in toplih dni, nekoliko manj izrazito pa je upadlo število hladnih, mrzlih in ledenih dni. /72/ Segrevanja se odraža v povečanju vročih in zmanjšanju hladnih temperaturnih indeksov.	poletni sezoni 1,0 °C za RCP2.6, 0,8 °C za scenarija RCP4.5 in RCP8.5. Glede na podnebne napovedi za obdobje 2041-2070, bo povišanje najvišje dnevne temperature zraka znašalo 1,2 °C za RCP2.6, 1,7 °C za scenarij RCP4.5 in 1,8 °C RCP8.5 /75/ Otoplitev se bo odražala v nadaljnjem povečevanju števila dni „toplih" temperaturnih kazalnikov, zmanjšanju „hladnih" temperaturnih kazalnikov in trajanju „vročinskih valov".
	Maksimalne dnevne količine padavin	Na meteorološki postaji Bizeljsko v obdobju 1961-2010. je zabeleženo zmanjšanje največjih dnevnih padavin v območju 2 - 4 % / 10 let. Na drugih meteoroloških postajah v okolici Krškega v obdobju 1961-2010 največje dnevne padavine niso kazale trenda ali pa je bil zabeležen majhen negativen trend. /72/	Za vse tri podnebne scenarije napovedi kažejo povečanje največje dnevne višine padavin na mesec (oznaka Rx1day) za „srednjo regijo" v obeh podnebnih obdobjih. V obdobju 2011-2040 povečanje znaša 3 % za RCR2.6, 4,8 % za RCP4.5 in 4,4 % za RCP8.5. Za obdobje 2041-2070 povečanje znaša 6,9 % za RCP2.6, 9,3 % za RCP4.5 in 12,4 % za RCP8.5. /76/
	Maksimalna hitrost vetra	Močnejši vetrovi so pogosti tudi v visokogorju, predvsem ob spremembah vremena. Drugod po državi močnejši vetrovi spremljajo nevihte, sicer pa prevladujejo lokalni vetrovi, ki se razvijejo zaradi razgibane orografije in temperaturnih razlik.	V literaturi /72/ ni podnebnih napovedi sprememb glede največje hitrosti vetra.
3	Razpoložljivost vode (suše)	Trend najmanjših 30-dnevnih pretokov je povsod po državi negativen. Na večini postaj je upadajoči trend za obdobje 1961–2013 statistično značilen. /72/	Pri srednjih malih pretokih lahko pričakujemo tako povečanje kot zmanjšanje v primeru vseh treh scenarijev izpustov. /72/ V obeh podnebnih obdobjih (2011-2040 in 2041-2070) na področju Sava-Čatež podnebne napovedi kažejo na spremembe nizkih pretokov do 5 %, ki nimajo statističnega pomena. /77/
4	Povišanje temperature vode	Na merilni postaji Čatež je zvišanje temperature površine vode (Save) od 0,2 do 0,25 °C/10 let. /72/	Na površinskih vodah se trend povprečne letne temperature giblje od 0,11 do 0,26 °C na desetletje, povprečje je 0,19 °C na desetletje. Statistično značilni sezonski trendi na površinskih vodah kažejo največjo rast temperature v poletnem in spomladanskem obdobju. /72/
5	Nevihte	Nevihte so v Sloveniji redek pojav. Nevihte v notranjosti so večinoma povezane z ekstremnimi količinami padavin.	V literaturi /72/ ni podnebnih napovedi sprememb v pogostnosti neviht.
6	Poplave	Glede na karto poplavne ogroženosti je območje NEK zunaj območja poplav s 500-letno povratno dobo.	Za pretoke letnih visokovodnih konic s 100-letno povratno dobo v primerjalnem obdobju se v vseh scenarijih izpustov pričakuje povečanje 100-letnih nivojev za vsa obdobja v prihodnosti glede na obdobje 1981–2010, večinoma po celi državi. /72/

Legenda:
Izpostavljenost podnebnim spremembam

Ni	Srednja	Visoka

Modul 3 - Analiza ranljivosti pri proizvodnji električne energije

Na podlagi ocene občutljivosti posega na podnebne parametre ter njegove obstoječe in prihodnje izpostavljenosti podnebnim parametrom se ranljivost proizvodnje električne energije določi na naslednji način:

V = S x E

kjer S pomeni stopnjo občutljivosti, E pa izpostavljenost osnovnim podnebnim parametrom / sekundarnim učinkom.

Ranljivost proizvodnje električne energije se določi z uporabo preprostega matričnega algoritma (Tabela 114).

Tabela 114: Matrika kategorizacije ranljivosti za proizvodnjo električne energije

		Izpostavljenost		
		Ni	Srednja	Visoka
Občutljivost	Ni			
	Srednja			
	Visoka			

Raven ranljivosti	
	Ni
	Srednja
	Visoka

V naslednji tabeli (Tabela 115) je analiza ranljivosti (trenutne in prihodnje) za proizvodnjo električne energije.

Tabela 115: Analiza ranljivosti posega

Podnebni parametri	**Št.**	**Transport**	**Vhod**	**Izhod**	**Imetje in procesi na sami lokaciji**	**Transport**	**Vhod**	**izhod**	**Imetje in procesi na sami lokaciji**
		Trenutna ranljivost proizvodnje el. energije				**Prihodnja ranljivost proizvodnje el, energije**			
Povišanje povprečne temperature zraka	1								
Povišanje temperaturnih ekstremov	2								
Povišanje ekstremnih padavin	3								
Maksimalna hitrost vetra	4								
Razpoložljivost vode (suše)	5								
Povišanje temperature vode	6								
Nevihte	7								
Poplave	8								

Modul 4 – Ocena tveganja za proizvodnjo električne energije

Ocena tveganja za proizvodnjo električne energije in okolje izhaja iz modula 3 s poudarkom na prepoznavanju tveganj, ki izhajajo iz zelo ranljivih vidikov (rdeča ocena v modulu 3) glede na podnebne spremenljivke in z njimi povezane vplive na okolje.

Tveganje za proizvodnjo električne energije je definirano kot kombinacija verjetnosti nastopa dogodka in posledic, povezanih s tem dogodkom, in se izračuna s formulo R = P x S, kjer je P verjetnost nastopa, S pa jakost posledic določene grožnje.

Verjetnost nastopa in moč posledic se ocenjujeta po točkovalni lestvici s petimi kategorijami (Tabela 116 in Tabela 117). Jakost posledic podnebnih vplivov je prvo ocenjeno merilo, po katerem se oceni verjetnost, da bo določena posledica nastopila v določenem časovnem obdobju (npr. življenjska doba posega).

Tabela 116: Lestvica za oceno jakosti posledic zaradi nevarnosti, glede na tveganje poškodb obrata

	1	2	3	4	5
	Zanemarljive	**Majhne**	**Zmerne**	**Velike**	**Katastrofalne**
Pomen:	Minimalen vpliv, ki ga je mogoče ublažiti z običajnimi ukrepi.	Dogodek, ki vpliva na normalno delovanje sistema in ima za posledico lokalizirane začasne vplive.	Resni dogodek, ki zahteva dodatne upravljalne ukrepe, ima zmeren vpliv.	Kritičen dogodek, ki zahteva izredne dejavnosti, ima pomembne, razširjene ali dolgotrajne učinke.	Katastrofa, ki lahko privede do zaustavitve ali propada elektrarne / omrežja, povzroči precejšnjo škodo in dolgoročne vplive.

Tabela 117: Lestvica za oceno verjetnosti neželenega dogodka

	1	2	3	4	5
	Skoraj nemogoče	**Malo verjetno**	**Mogoče**	**Zelo verjetno**	**Skoraj zagotovo**
Pomen:	Zelo verjetno se ne bo pojavil	Glede na trenutne izkušnje in postopke se ta incident verjetno ne bo zgodil.	Incident se je zgodil v podobni državi/obratu.	Zelo verjetno je, da se bo zgodil incident.	Skoraj zagotovo se bo zgodil incident, mogoče celo večkrat.

Rezultati točkovanja moči posledice in verjetnosti za vsako posamezno tveganje so izraženi v skladu s klasifikacijsko matriko tveganj, navedeno v tabeli (Tabela 118) ter so definirani v tabeli (Tabela 119).

Tabela 118: Matrika tveganja

	Verjetnost pojava	Skoraj nemogoče	Malo verjetno	Mogoče	Zelo verjetno	Skoraj zagotovo
Jakost posledic		1	2	3	4	5
Zanemarljive	1	1	2	3	4	5
Majhne	2	2	4	6	8	10
Zmerne	3	3	6	9	12	15
Velike	4	4	8	12	16	20
Katastrofalne	5	5	10	15	20	25

Tabela 119: Definiranje ravni tveganja

Raven tveganja	
	Zanemarljivo tveganje
	Majhno tveganje
	Zmerno tveganje
	Visoko tveganje
	Ekstremno visoko tveganje

Rezultati so prikazani v tabeli spodaj (Tabela 120), v kateri je podana končna klasifikacija tveganj za proizvodnjo električne energije in s tem povezanih vplivov na okolje.

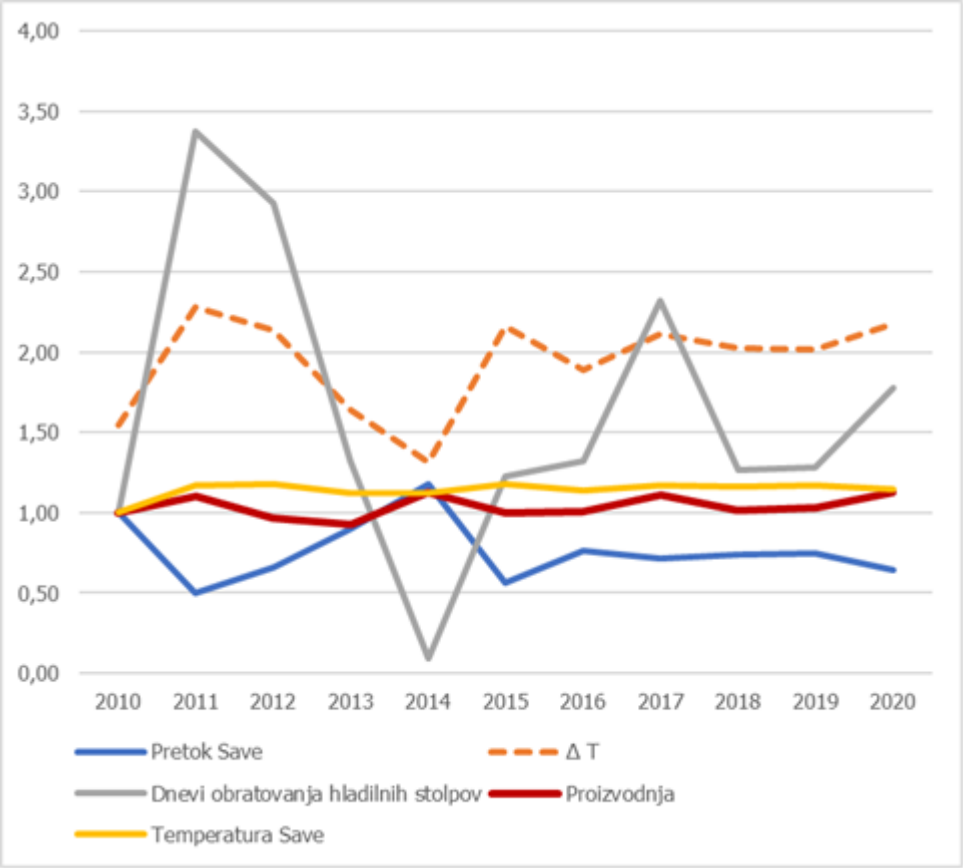
Tabela 120: Ocena stopnje tveganja glede povečanja vplivov na okolje NEK

	Verjetnost pojava	Skoraj nemogoče	Malo verjetno	Mogoče	Zelo verjetno	Skoraj zagotovo
Jakost posledic		1	2	3	4	5
Zanemarljive	1				Povišanje temp. zraka (4) Povišanje temp. vode (4)	
Majhne	2			Razpoložljivost vode (6)		
Zmerne	3					
Velike	4					
Katastrofalne	5					

Povišanje temperature zraka je ocenjeno kot zelo verjetno za 0,8 °C od leta 2011 do 2040, kar bi lahko vplivalo na povečanje števila vročih dni in najvišje temperature. Podatki meritev na lokaciji NEK (stolp, 2 m) iz leta 2010 kažejo, da so najvišje dnevne temperature v vseh mesecih višje od povprečja v letih 1961-2010, v poletnih mesecih pa za kar 3,1 do 4,5 °C. Absolutni dnevni maksimum v obdobju od leta 2010 je bil 28,7 °C. Povišanje temperature zraka zmanjša učinek hladilnih stolpov. Pričakovane spremembe bodo imele posledice/vplive, ki so znotraj predvidenih variacij -18 do 35 °C. Posledice tega vpliva so bile zato ocenjene kot nepomembne in "zelo verjetne". Končna ocena je, da je tveganje za proizvodnjo električne energije in okolje majhno. Podrobnejše je vpliv temperature zraka na hladilne stolpe obravnavan v tekstu v nadaljevanju.

Povišanje temperature reke Save v kombinaciji z nizkimi pretoki bi lahko povečalo število obratovalnih ur hladilnih stolpov, hladilna voda, ki se odvaja iz NEK, bo imela višjo temperaturo, vendar toplotna obremenitev Save ostaja znotraj današnje meje ΔT 3 °C. Slika 82 prikazuje ključne parametre od leta 2010 do 2020 v obliki relativne spremembe v primerjavi z letom 2010 (razen ΔT - letne absolutne vrednosti). To obdobje je statistično prekratko, da bi lahko sklepali o prihodnjem trendu, ter je tukaj predstavljeno z namenom, da se ugotovi odpornost posega in določijo posledice morebitnega zvišanja temperature Save. Dejstvo pa je tudi, da so podnebne spremembe v zadnjih letih vse bolj intenzivne. Temperatura reke Save se je od povprečja 1984-1993, ki je znašalo 10,9 °C (Tabela 31), dvignila na 12,6 °C v obdobju 2011-2020 (podatki NEK). Kljub dvigu temperature je proizvodnja električne energije ostala stabilna in nespremenjena. Kombinacija povišanja temperature reke Save in spremembe pretoka je povzročila rahlo povečanje ΔT. V obdobju od 2010 do 2020 je bila ΔT 1,98 ° C, kar pomeni povprečno 65 % največje dovoljene višine. Ugotovljeno je bilo, da je tveganje za proizvodnjo električne energije majhno.

NEK ne menja skupne termične moči nuklearnega reaktorja, ta ostaja enaka do leta 2043. Elektrarna ima stopnjo izkoristka okrog 36,5 % (na sponkah generatorja), kar pomeni da se 63,5 % toplote odvaja v okolico. V obdobju 2010-2020 je bilo v Savo odvedene 91,4% toplote iz kondenzatorja in 2,66 % preko sestava hladilnih stolpov ter v ozračje odvedeno 5,97 % toplote iz hladilnih stolpov (Slika 86).



Slika 82: Sprememba ključnih parametrov v obdobju od 2010 do 2020 glede na leto 2010 (letna povprečja), razen ΔT (°C) (vir: meritve NEK)

Razpoložljivost vode je spremenljivka z majhnim tveganjem, ker ima elektrarna prilagodljive ukrepe (hladilni stolpi) in lahko deluje s predvidenimi zmanjšanimi pretoki reke Save. Ne glede na pretok Save ostaja vpliv NEK znotraj omejitve ΔT 3 °C. Gradnja hidroelektrarn in jezov na Savi gorvodno od NEK zagotavlja boljše regulacijske pogoje, meritve pretoka pa kažejo, da so se od leta 2015 zmanjšale spremembe pretoka. Če se razpoložljivost vode zmanjša, se to nadomesti s hladilnimi stolpi. Slika 82 prikazuje, da hladilni stolpi niso v polni moči, ker je elektrarna povečala njihovo zmogljivost, sistem pa ima rezervo.

V nadaljevanju je ovrednoten vpliv spremembe pretokov Save na delovanje elektrarne in spremembe v režimu delovanja hladilnih stolpov, oz. pogostnost delovanja v recirkulacijskem načinu.

Glede na podatke /72/'*večjih sprememb srednjih letnih pretokov v Sloveniji za različne scenarije izpustov (RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5) do konca stoletja glede na primerjalno obdobje 1981– 2010 ni pričakovati, le za severovzhod države se kaže deloma znatno povečanje pretokov*'. Za scenarij, ki vodi k izpolnjevanju cilja Pariškega sporazuma RCP4.5 je sprememba srednjih letnih pretokov -5 % - +5 %, velikih pretokov +5 %- +20 %, malih pretokov -5 % - +5 %, za obdobje 2011-2040. Za pesimistični scenarij RCP8.5 so projekcije sprememb enake kot za scenarij RCP4.5 (Tabela 25, /77/).

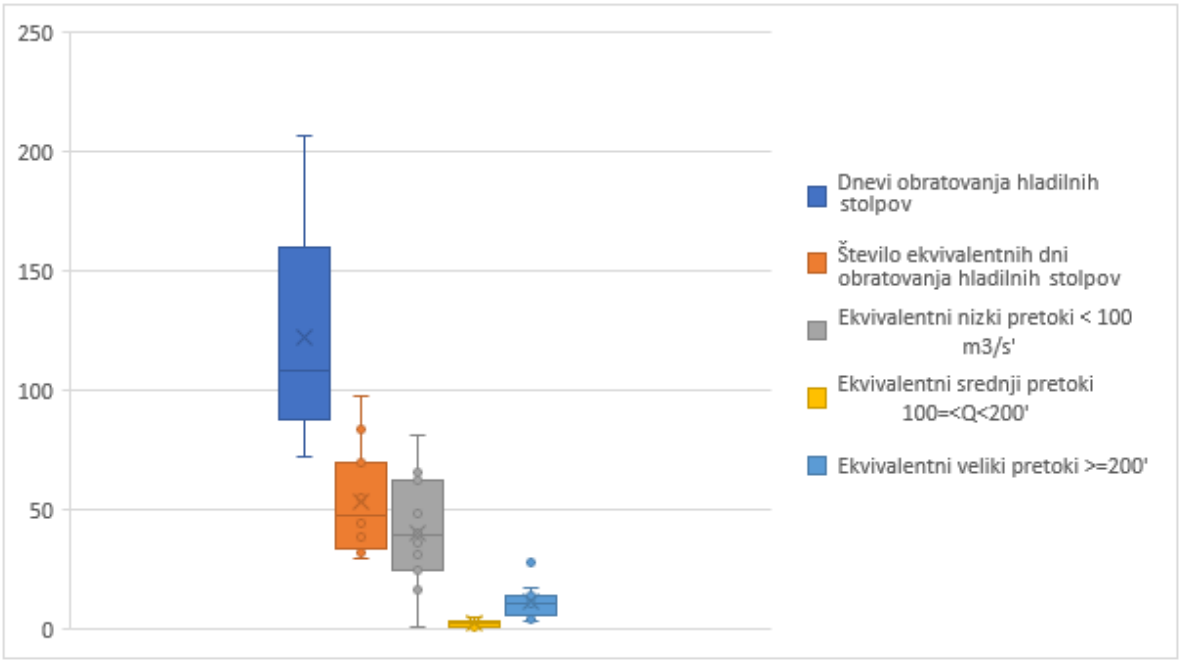
Opažene spremembe pretokov v Sloveniji kažejo, da se letna količina razpoložljive vode v strugah vodotokov zmanjšuje, kar kaže kazalnik okolja o letni rečni bilanci /72/, /283/. Neto odtok rečne bilance Slovenije se je v obdobju 1961-2015 zmanjšal za okrog 12 % (okrog 0,22 % letno). Z ekstrapolacijo tega trenda do leta 2043 bi bila sprememba pretokov Save lahko -4,6 %, kar je v skladu s projekcijami scenarijev RCP4.5 in RCP 8.5, za spodnji prag ocene, ki je -5 %.

Hladilni stolpi lahko odvedejo 49,5 % skupne odpadne toplote elektrarne, kar pomeni, da obstaja velika rezervna kapaciteta za odvajanje toplote. Kapaciteta stolpov je dimenzionirana za kratkotrajne potrebe in premoščanje situacij, ko bi morala elektrarna znižati proizvodnjo zaradi toplotne obremenitve Save.

Hladilni stolpi v NEK gredo v pogon na osnovi treh kriterijev:

1) kadar je pretok Save manjši od 100 m^3/s (zaradi vzdrževanja ΔT znotraj 3 °C),
2) v primeru povečanega pretoka reke Save (700 m^3/s), pri hitrem povečanju pretoka reke Save ali nanosu umazanije se CT sistem zažene z namenom, da se zmanjša odvzem CW vode iz Save
3) sistem hladilnih stolpov CT je potrebno startati enkrat na mesec. Zagon se izvede po tedenskem izpiranju usedlin v vtočnem bazenu CW črpalk in povratnem kanalu, da se prepreči prekomerno nalaganje mulja v povratnem kanalu.

Mejni pretok 100 m^3/s ni predpisan z OVD, to je tehnični pogonski parameter, ki izhaja iz omejitve ΔT. Hladilni stolpi so v obdobju od leta 2010 do 2020 delovali 122 dni na leto, od minimalno 72 dni na leto do maksimalno 207 dni na leto. Če pogledamo število ekvivalentnih dni, ki predstavljajo čas delovanja, ob predpostavki maksimalne moči, so stolpi delovali v povprečju 53,6 ekvivalentnih dni na leto, kar je 14,7 % skupnega časa delovanja elektrarne. Zaradi kriterija 1) so stopli v povprečju delovali 75,5 % v obdobju 2010-2020. Kriterija 2) in 3) predstavljata le manjši del pogonskih dni in sta manj pomembna za oceno toplotne obremenitve Save (Slika 83).



Slika 83: Število dni delovanja hladilnih stolpov na leto, statistika obdobja 2010-2020

Projekcije števila dni delovanja hladilnih stolpov so izdelane za leto 2043, v projekciji je predpostavljena sprememba majhnih in srednjih pretokov za -5 %, sprememba velikih pretokov pa za +5 %, pri čemer je za simulacijo uporabljena korigirana krivulja porazdelitve dnevnih pretokov iz obdobja 2011-2020. Prikaz rezultatov projekcij je v tabeli (Tabela 121).

Tabela 121: Projekcija delovanja hladilnih stolpov do leta 2043, sprememba pretokov Save -5 % za srednje pretoke, -5 % za minimalne pretoke in +5 % za velike pretoke, (dnevi delovanja)

	2010-2020			do 2043		
	Povprečje 11-ih let	Leto hidrološko nizkih pretokov 2011	Leto hidrološko visokih pretokov 2014	Povprečno leto	Leto hidrološko nizkih pretokov	Leto hidrološko visokih pretokov
Pretoki <100 m^3/s	113	160	4	+16,5	+20,0	+3,0
Ostalo	9	47	68	+0,4	+2,3	+3,4
Skupno	122	207	72	+16,9	+22,3	+6,4

V letih do 2043 se bo zaradi povečanega števila dni delovanja stolpov povečalo odvajanje odpadne toplote v ozračje v povprečju približno za 0,87 odstotnih točk ter bi znašalo 5,79+0,87=6,66 % skupne odpadne topote NEK. V letu nizkega hidrološkega pretoka bi znašalo 12,56+1,57=14,13 % odpadne toplote NEK. Odvajanje toplote v Savo bo zmanjšano v istem obsegu, vendar pa bo zaradi zmanjšanja pretokov Save prišlo do določenega povečanja povprečne ΔT in EDOT (glej spodaj).

Povečanje časa obratovanja hladilnih stolpov zaradi podnebnih sprememb povečuje nivo hrupa, ker so ventilatorji hladilnih stolpov eden od glavnih virov hrupa na območju NEK. Več o tem je v poglavju 5.7.

Kombinirani vpliv kazalnikov klimatskih sprememb

V nadaljevanju je podana analiza spremembe Emisijskega deleža odpadne toplote (EDOT) in ΔT.

Nekaj glavnih dejavnikov, ki bodo vplivali na spremembo toplotne obremenitve Save:

- sprememba pretoka Save
- sprememba temperature Save
- sprememba temperature zraka
- sprememba vlažnosti zraka

Sprememba pretokov Save je analizirana v predhodnem tekstu. Predpostavljena je sprememba majhnih in srednji pretokov -5 %, velikih pretokov za + 5 %. Obratno proporcionalno spremembi pretoka Save se bo spremenil delež oddane toplote in povprečni ΔT 3 °C, kar pomeni, da se bosta pri enaki toploti odvedeni v Savo povečala EDOT in ΔT za 5%. Elektrarna ne sme prekoračiti mejnega EDOT=1 in ΔT 3 °C.

V Sloveniji se pričakuje se porast povprečne letne temperature površinskih voda od 0,11 do 0,26 °C na desetletje, povprečje je 0,19 °C na desetletje /72/ (Tabela 105). Sprememba temperature hladilne vode vpliva na delovanje postroja. Tu so pri oceni vplivov uporabljajo rezultati raziskav, ki so pokazali, da sprememba za eno stopinjo pri hladilnem mediju posledično povzroči zmanjšanje električne moči za 0,444 % /284/. Lahko izračunamo, da bi se zaradi zvišanja temperature Save do leta 2043 za 0,253 - 0,598 °C odpadna toplota povečala za 0,064-0,152 %, ekvivalentna izguba električne moči pa bi bila 0,7 -1,7 MW.

Sprememba temperature zraka, temperature hladilne vode in sprememba relativne vlažnosti bo vplivala na učinkovitost hladilnih stolpov. Scenarij RCP4.5 predvideva spremembo temperature okrog 1 °C do leta 2040, scenarij RCP8.5 pa do 1.5 °C do leta 2040 (Tabela 105). Temperatura hladilne vode za hladilne stolpe se bo zvišala, kot je predhodno navedeno za Savo.

Relativna vlažnost v Evropi kaže tendenco zniževanja na nivoju okrog 1 % v zadnjih tridesetih letih /285/. Na globalnem nivoju se za obdobje do 2046-2065 predvideva za ta del Evrope sprememba znotraj

-1 do -2 % v letu 2046 /286/. Sprememba temperature zraka ima pomemben vpliv na učinkovitost hladilnih stolpov pri temperaturah nad 35 °C, občutljivost na temperaturo hladilne vode se začne nad 25 °C in občutljivost na relativno vlažnost se začne nad 60 % z 1,5 % spremembo učinkovitosti pri spremembi 1 % relativne vlažnosti. Podatki temeljijo na raziskavah iz /287/. Najmočnejši vpliv ima sprememba relativne vlažnosti, ta pa se bo zmanjšala, kar bi lahko znatno kompenziralo možne spremembe zaradi temperature zraka in temperature hladilne vode.

Spremembe v učinkovitosti hladilnih stolpov zaradi spremembe temperature zraka, temperature hladilne vode in spremembe relativne vlažnosti bi lahko zmanjšale izpuščanje toplote v atmosfero, če bo relativna vlažnost zmanjšana za 1-1,5 %, skupno zmanjšanje bi bilo lahko od 0,08 % do 0,17 %.

V tabeli (Tabela 121) je prikazana projekcija vpliva predhodno komentiranih dejavnikov na EDOT in ΔT. Možna sprememba navedenih kazalnikov Save je 4,186-4,262 %.

Tabela 122: Ocena porasta EDOT in ΔT zaradi klimatskih sprememb do leta 2043 (Scenarij: srednji pretoki -5 %, majhni pretoki -5 %, veliki pretoki +5 %, temperatura Save 0,25-0,6 °C, temperatura zraka 1-1.5 °C)

Zaradi pretoka Save	Zaradi temperature Save	Odziv NEK, povečano delovanje hladilnih stolpov	Skupna sprememba
%	%	%	%
+5 %	0,056–0,132	-0,87	4,186-4,262

Povprečje 2010-2020		2043	
EDOT	ΔT /°C/	EDOT	ΔT /°C/
0,646	1,94	0,673-0,674	2,021-2,022

ΔT in EDOT bosta v letu 2043 na okrog 2/3 mejne vrednosti.

Zgornja analiza se nanaša na veliki hladilni sistem, ki uporablja 97,5 % skupne količine vode odvzete iz Save. Za mali hladilni sistem (hlajenje komponent elektrarne) se prav tako spremlja EDOT in ΔT. Vrednosti iz tabele (Tabela 122) se lahko uporabijo tudi za mali hladilni sistem, s tam, da za mali hladilni sistem ni pomembno delovanje hladilnih stolpov.

V nadaljevanju podajamo analizo, ali je obstoječa kapaciteta hladilnih stolpov zadostna in kakšna je verjetnost, da bo treba zmanjševati proizvodnjo.

Zmanjšanje moči bi bilo potrebno, če:

- ni možno doseči 24-urnega ΔT pod 3 °C in EDOT < 1 (OVD)
- če ni možno doseči T vode na izhodu manj kot 43 °C (OVD)

Od izvedbe nadgraditve hladilnih stolpov (v letu 2007) elektrarna ni zmanjševala moči zaradi toplotne obremenitve Save. Dnevna temperatura Save v obdobju 2010-2020 ni bila višja od 25 ° C, minimalni pretok ni bil manjši od 49 m^3/s.

Statistika delovanja elektrarne v obdobju blizu mejnega EDOT in ΔT je podana v tabeli (Tabela 123). Na osnovi tabele (Tabela 123) lahko zaključimo, da možnost potrebe po zmanjšanju moči zaradi klimatskih sprememb ni izključena, vendar so verjetnosti tega pojava na osnovi projekcij klimatskih sprememb, ki so danes na razpolago, relativno majhne. Pri takšni verjetnosti ni zadostnih razlogov za planiranje nadgradnje hladilnih stolpov.

Tabela 123: Statistika delovanja elektrarne blizu mejnih pogojev

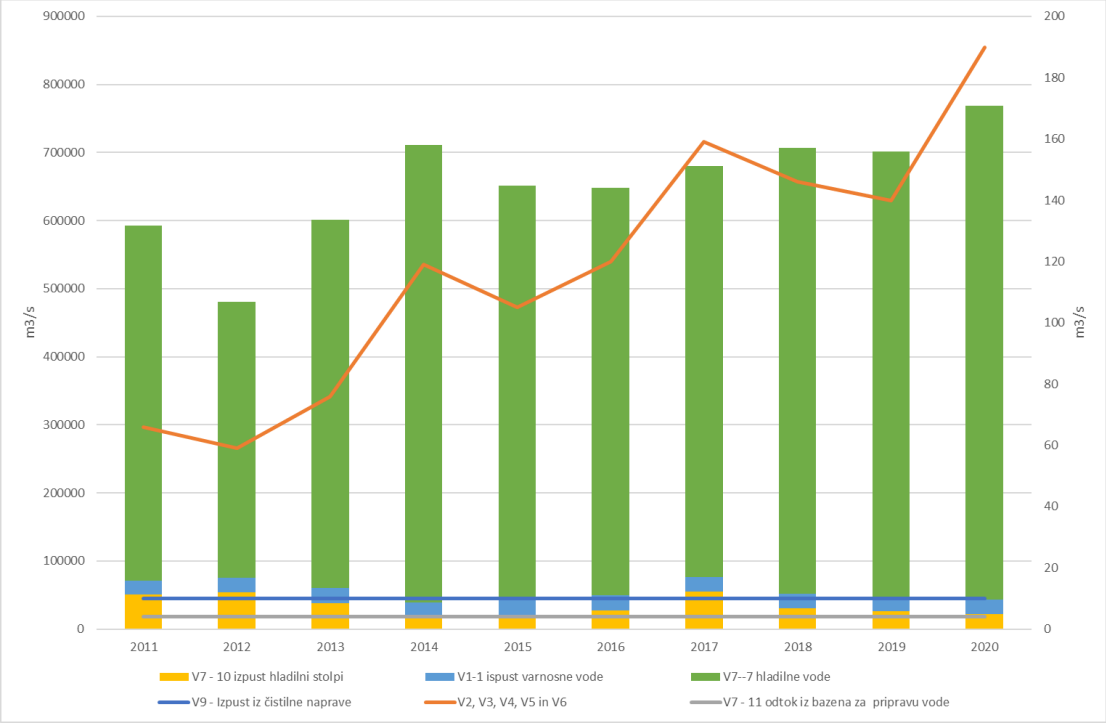
ΔT °C, EDOT %	Moč hladilnih stolpov %	Št. dni v obdobju 2010-2020	Verjetnost nastopa %	Leto nastopa
≥99,≤100	≥99	1	0,025	2019
≥99,≤100	≥97,5	2	0,05	2018, 2019
≥99,≤100	≥95	14	0,35	2018, 2019
≥99,≤100	≥90	19	0,47	2018, 2019, 2020
≥99,≤100	≥85	20	0,49	2018, 2019, 2020
≥97,5	≥99	2	0,05	2019
≥97,5	≥97,5	2	0,05	2019, 2019
≥97,5	95	19	0,47	2018, 2019
≥97,5	90	25	0,62	2018, 2019, 2020
≥97,5	85	26	0,64	2018, 2019, 2020

Iz predhodnega je razvidno, da lahko hladilni stolpi zagotovijo delovanje elektrarne znotraj toplotnih omejitev ΔT = 3 °C in EDOT-a manjši od 1, tudi pogojih klimatskih sprememb, ki so predvidene do leta 2043. Kot že omenjeno elektrarna v zadnjih desetih letih ni zniževala moči zaradi pogojev toplotne obremenitve Save. Zaradi klimatskih sprememb bi se takšne situacije lahko pojavljale le redko, v povprečju 1 – 2 dni na leto v letu 2043. Če pa bi nastopilo neugodno leto (projekcija leta 2019 v prihodnosti), bi bilo število dni, v katerih bi bilo potrebno zmanjšanje moči, lahko tudi desetkrat večje.

Če bi NEK povečevala čas delovanja hladilnih stolpov vsako leto za okoli 5-7 dni, bi to nevtraliziralo vplive klimatskih sprememb. V Savo bi se odvajalo manj toplote kot danes (absolutni obseg odvedene toplote), zato bi ob zmanjševanju pretokov Save, zvišanju temperature Save in temperature zraka, EDOT in ΔT ostala takšna kot danes. Mejo za vključevanje hladilnih stolpov bi bilo treba povečevati za okrog 5 m^3/s na leto: 105 m^3/s, 110 m^3/s, ..., s čimer bi se realiziralo navedeno povečanje obsega delovanja hladilnih stolpov. To seveda ob predpostavki obstoječega 'faktorja obremenitve' hladilnih stolpov (ekvivalentni dnevi delovanja stolpov/skupni dnevi delovanja stolpov).

V sklopu občasnega varnostnega pregleda NEK, ki je planiran v letu 2030, je podana priložnost, da se z novimi podatki klimatskih projekcij za Slovenijo izvede tudi aktualizacija ocene verjetnosti pojava situacij, v katerih bi elektrarna morala znižati moč zaradi omejitve ΔT.

V nadaljevanju komentiramo pričakovano spremembo posameznih vrst odpadne vode. Na naslednji sliki (Slika 84) je prikaz sprememb količine izpuščene odpadne vode.



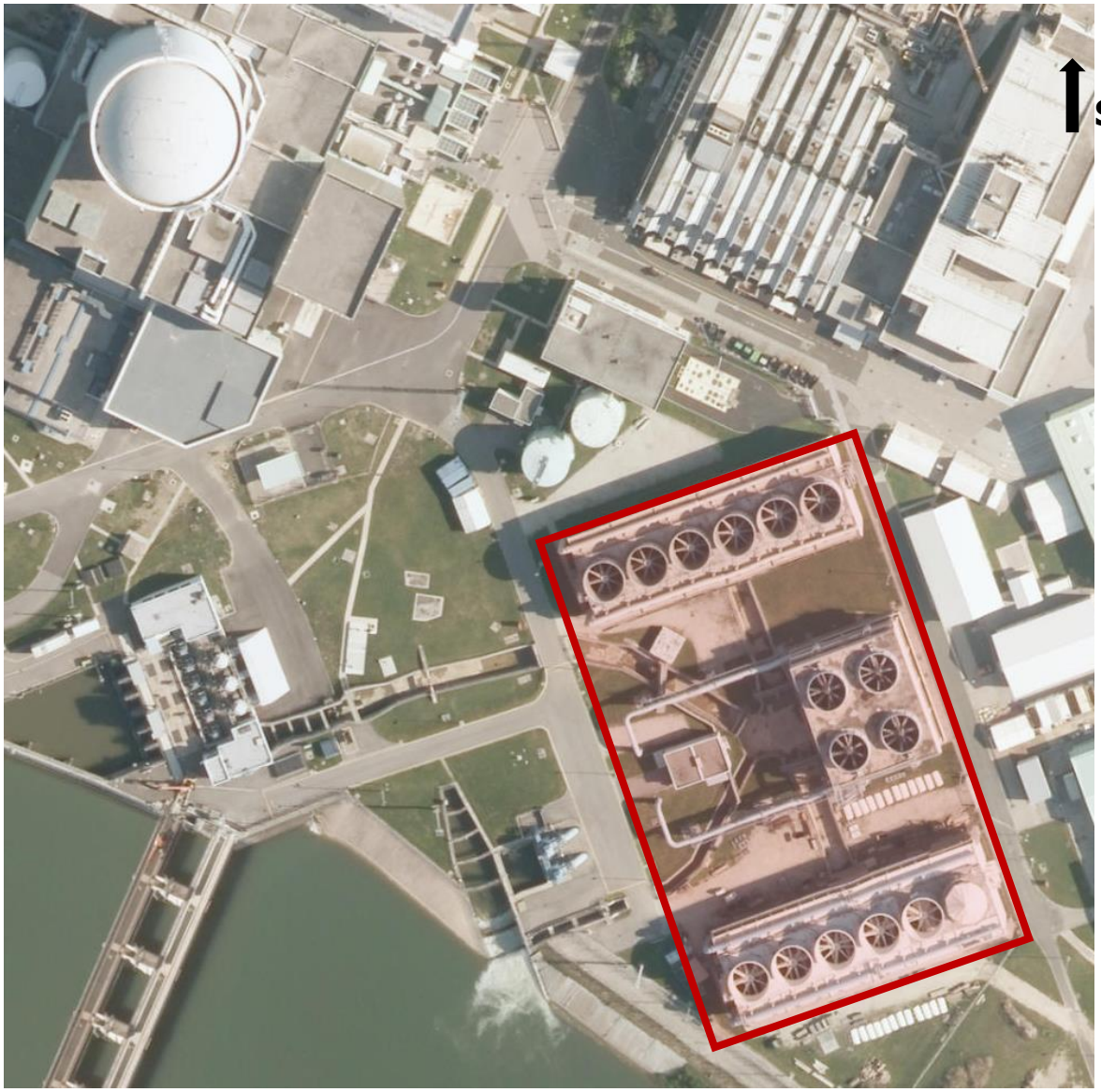
Slika 84: Pregled količin odpadne vode po posameznih izpustih (leva y os je merilo za stolpce, desna y os je merilo za krivulje)

Največje količine odpadne vode so iz hladilnega sistema kondenzatorja (CW) (91,4 %), sledijo hladilni stolpi (CT) (5,2 %) in mali hladilni sistem komponent (SW) (3,2 %). Te količine bodo ostale približno enake, le da bi se lahko nekoliko povečale količine odpadne vode iz hladilnih stolpov, vendar bi se s tem zmanjšale količine odpadne vode iz hladilnega sistema kondenzatorja. Z vodnim dovoljenjem so določene maksimalne količine izpustov voda. Letne količine odpadnih voda so znatno pod omejitvami, v letu z največjim koriščenjem so bile na 80 % dopustnih količin.

Na koncu analize lahko zaključimo, da stabilna proizvodnja in visoka razpoložljivost elektrarne dokazuje, da do zdaj nastale spremembe in spremembe podnebnih spremenljivk nimajo pomembnega vpliva na proizvodnjo električne energije in vpliv na okolje. To je potrdila poglobljena analiza v tem poglavju. Širitev hladilnih stolpov je povečala zmogljivost delovanja v kombiniranem hladilnem ciklu, kar je okrepilo podnebno odpornost, omejitev ΔT 3 °C pa preprečuje, da bi bil vpliv večji od predvidenega. Z gradnjo akumulacij hidroelektrarn gorvodno od NEK se zmanjšajo pretočne in temperaturne razlike reke Save, kar zmanjšuje tveganje za neželene pojave v prihodnosti.

5.6.1.1 Vpliv hladilnih stolpov

Hladilni stolpi se uporabljajo za hlajenje kondenzatorjev, kadar pretok Save ne zadostuje za odvajanje potrebnega toplotnega toka iz kondenzatorja ob spoštovanju omejitve za izpust vode v Savo. Takšni obratovalni režimi se pojavijo, kadar je pretok Save manjši od 100 m^3/s. Na lokaciji se nahajajo trije hladilni stolpi, ki se nahajajo jugovzhodno od reaktorske zgradbe: dva vzporedna starejša s šestimi hladilnimi elementi v vrsti in novejši med njima s štirimi kvadratno razporejenimi hladilnimi elementi, kot je prikazano na sliki spodaj. Vsi stolpi na lokaciji so stolpi s prisilno (mehansko) protitočno cirkulacijo zraka, kjer zrak teče nasproti gibanju vode skozi polnilo (navzgor), ta pretok pa je zagotovljen z delovanjem ventilatorja na vrhu hladilnega stolpa. Skupna zmogljivost vseh hladilnih stolpov je 627,8 MW /185/.



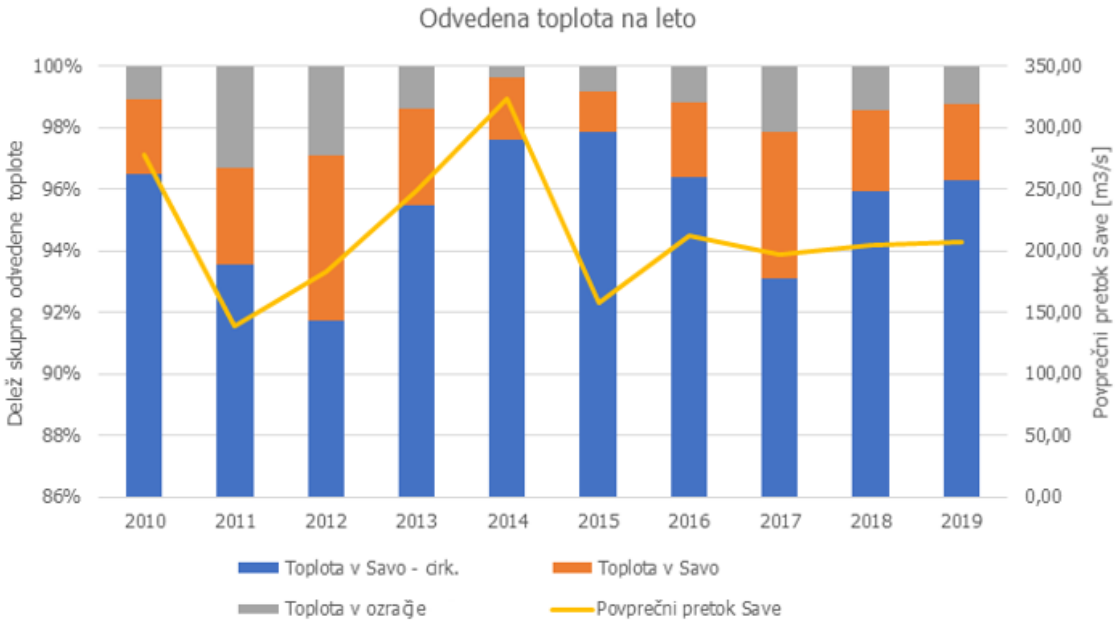
Slika 85: Lega hladilnih stolpov v kompleksu elektrarne (vir: /60/)

Obratovanje hladilnih stolpov

Hladilni stolpi obratujejo po principu hlajenja z izhlapevanjem: voda (medij, ki ga je treba ohladiti) se v tanki plasti preliva preko polnila in je v stiku z zračnim tokom. Prenos toplote v zrak je dvojen: obstaja konvekcijski prenos toplote zaradi razlike v temperaturi (toplejše) vode in (hladnejšega) zraka, obstaja pa tudi prenos toplote z izhlapevanjem (evaporacijo) vode zaradi možnosti, da zrak sprejme vodno paro do točke nasičenja. Kot posledica izhlapevanja se pojavlja tudi izguba hladilne vode, ki jo je treba občasno nadomestiti z vnosom nove vode v hladilni sistem.

Hladilni stolpi na lokaciji obratujejo tako, da podpirajo obratovanje pretočnega hladilnega sistema: odvajajo del vode pretočnega hladilnega sistema po kondenzatorju in ga dodatno hladijo. Po tem hlajenju se del vode vrne v mešalnik pred kondenzatorjem, kjer se zmešata sveže zajeta savska voda in voda iz hladilnih stolpov, del vode pa se izpusti v iztok V7-10, kar dodatno hladi vodo v pretočnem sistemu, ki se iz kondenzatorja izpušča v Savo. S tem se zagotavljajo potrebe po hlajenju v primeru nezadostnega pretoka reke Save za čisto pretočno hlajenje kondenzatorja ali v primeru previsoke temperature izpusta vode, kar bi negativno vplivalo na Savo.

Iz analize podatkov o obratovanju hladilnih stolpov in pretokih reke Save za obdobje 2010 – 2019 je razvidno, da imajo hladilni stolpi večji delež v celotni odvajani toploti v letih, ko je povprečni pretok Save nižji (Slika 86), v povprečju pa na leto odvajajo 4,48 % odpadne toplote.



Slika 86: Delež odvedene toplote na leto glede na način odvajanja in toplotni rezervoar

Vpliv hladilnih stolpov na okolje

Vpliv hladilnih stolpov je v veliki meri odvisen od vremenskih razmer v bližini samega stolpa. Načeloma obstaja pet vrst vplivov:

- širjenje parne perjanice, ki lahko povzroči lokalno poledico ali zameglitev;
- zasenčenje zaradi parne perjanice;
- povečanje vlažnosti zraka pri tleh;
- estetski vpliv zaradi vidnosti parne perjanice v določenih vremenskih razmerah;
- toplotna obremenitev okolja.

Z analizo obratovanja hladilnih stolpov od 2010 do 2019 je bilo ugotovljeno da najpogosteje obratujejo v poletnih in zimskih mesecih. V hladnejših mesecih se pričakujejo temperature pod 0 °C, kar lahko v kombinaciji z obratovanjem stolpov privede do pojava poledice na površinah v samem obratu NEK in v neposredni bližini. Modelne simulacije vpliva mehanskih hladilnih stolpov kažejo, da je nastajanje poledice omejeno na 1 km od samih hladilnih stolpov, v ekstremnih razmerah /187/. Na lokaciji NE Krško je pojav zaledenitve opažena na prostoru ograje elektrarne, zaradi česar obstaja sistem ogrevanja pristopnih poti neposredno ob stolpih, ki se aktivira v situacijah, ko obstaja potencialni pojav poledice. Deponiranje kapljic je omejeno na isto območje kot poledica. Vsebina kapljic je enaka vsebini hladilne vode, za katero je ugotovljeno, da izpolnjuje vse zakonsko določene meje.

V hladnejših mesecih leta je relativna vlaga zraka visoka in je temperatura nizka, kar pomeni, da lahko mešanje toplega, nasičenega zraka iz hladilnih stolpov s takšnim zrakom povzroči meglo ali vidno paro (perjanico). Primer vidne perjanice je prikazan na naslednji sliki. Elektrarna se nahaja na obrežju reke Save, kjer je pogost pojav sevalne megle.



Slika 87: Vidna perjanica iz hladilnih stolpov NEK (vir: /116/)

Hladilni stolpi v ozračje sproščajo topel vlažen zrak, ki ga toplotno obremenjuje. Pri prehodu skozi stolpe se zrak segreje za 3 – 5 °C /188/ in se po izhodu meša z zunanjim zrakom. Na letni ravni stolpi v povprečju sprostijo v ozračje 1,57 % odpadne toplote, preostala odpadna toplota pa gre v reko Savo.

5.6.1.2 Vpliv ekstremnih vremenskih dogodkov in podnebnih sprememb na varnostne vidike posega

Varnostne funkcije elektrarne morajo biti zagotovljene pri ekstremnih meteoroloških dogodkih, ki se lahko pojavijo tudi v kombinaciji z drugimi naravnimi nevarnostmi, značilnimi za lokacijo (geološki, seizmotektonski, hidrološki, biološki pojavi, gozdni požari). Pravilnik o dejavnikih sevalne in jedrske varnosti JV5 /35/ predpisuje, da je naravne nevarnosti treba upoštevati pri dokazovanju varnosti elektrarne, vključno s skladiščem izrabljenega goriva. Grožnje zaradi naravnih nevarnosti med normalnim in nenormalnim obratovanjem je treba izločiti ali omejiti, če je to praktično smiselno. Presoditi je treba tudi vpliv naravnih nevarnosti na razvoj nesreč ter prepoznati potrebe in možnosti za izboljšanje /35/.

V sklopu občasnega varnostnega pregleda (PSR) se sistematično vsakih deset let analizira in ocenjuje varnost elektrarne in usklajenost z zahtevami iz ZVIJS-1 in JV-5 (glej poglavje 2.7.14). Po potrebi se izvajajo se »*ad hoc*« preverjanja pogojena z dogodki in izkušnjami po svetu (po-Fukušimske analize /26/). NEK je skladno z zahtevami uspešno izvedla dva občasna varnostna pregleda, prvega leta 2003, drugega pa leta 2013. Trenutno je v postopku izvedbe tretji občasni varnostni pregled, ki bo zaključen leta 2023. V postopku ocene se uporabljajo tudi navodila Mednarodne atomske energetske agencije (IAEA) o pristopu k varnostnim analizam povezanim z zunanjimi tveganji in vsebina PSR, ki vključuje tudi analizo tveganj zaradi podnebnih sprememb /177/.

V poglavju 2.7 je opisano zagotavljanje varnega obratovanja elektrarne, v poglavjih 2.7.8 in 2.7.9 pa je opisano obratovanje v pomembnih ekstremnih pogojih (poplave in ostale ekstremne vremenske razmere). Za primer izredno močnega lokalnega deževja in nevihte je območje zaščiteno z osnovnim dizajnom in vgrajenim drenažnim sistemom. Projektna poplava (DBF), je definirana z 10.000-letno povratno dobo, s pretokom v tem obdobju 3470 m^3/s, kar ustreza koti 155,35 metrov nad Jadranskim morjem[33]. Elevacija ploščadi, na kateri stoji NEK, je 155,20 m n.v. Zgradbe v NEK, ki se nahajajo v središču območja, imajo vhode in odprtine nad 155,50 m n.v. S tem je zagotovljeno, da v primeru odpovedi nasipov ob reki Savi vdor vode v zgradbe ni mogoč. Elektrarna je zaščitena tudi pred največjimi verjetnimi poplavami (PMF), s pretokom 6500 m^3/s. PMF predstavlja hipotetično poplavo, ki velja za najhujšo razumno možno na podlagi uporabe verjetnih največjih padavin in drugih hidroloških

[33] Na nacionalni ravni, na podlagi analiz iz ocene tveganja zaradi poplave, v katerih so upoštevane tudi podnebne spremembe,, je bilo prepoznano, da se večina poplav dogaja v razponu povratnih dob od 2 -500 let, pretežno pa v razponu s povratno dobo od 5 – 100 let (Dokument Ocena tveganja za poplave, Ministrstvo za okolje in prostor, november 2016, poglavje 8 Zaključek).

dejavnikov, ugodnih za največji odtok vode, kot so zaporedne nevihte in hkratno taljenje snega. S 'Cliff edge' analizo v okviru stresnih testov se je preverila varnost za 1.000.000-letno povratno dobo pretoka/26/. Vir /26/ priporoča kot možne dodatne ukrepe za izboljšanje ukrepe, ki so bili izvedeni v okviru programa nadgradnje varnosti (poglavje 2.8.5). Vezano za poplave so bile leta 2012 izdelane projektne rešitve za zagotavljanje poplavne varnosti objektov NEK do kote 157,530 m nadmorske višine, kar vključuje tudi primer porušitve nizvodnih in vzvodnih nasipov reke Save. Projektne rešitve so vključevale pasivne in aktivne elemente protipoplavne zaščite. Protipoplavna zaščita NEK je bila projektirana in dimenzionirana tako, da zagotavlja funkcionalno zaščito tudi za primer potresa (glej poglavje 2.8.5.3).

Dostopnost vode za hlajenje je eden od temeljnih varnostnih pogojev za delovanje elektrarne. Voda se uporablja za hlajenje struktur, sistemov in komponent ter za protipožarne namene. Analiza podatkov od leta 1926 do 2013 kaže, da je v tem obdobju minimalni pretok Save znašal 41 m^3/s (USAR /3/). Minimalni dnevni pretoki Save se zmanjšujejo, v preteklih dvajsetih letih je trend zmanjšanja znašal 0,15 m^3/s na leto. Najnižji izmerjeni dnevni pretok v zadnjih desetih letih je bil 45 m^3/s (delovni podatki NEK). Najnižji potrebni nivo Save za potrebe delovanja sistema bistvene oskrbne vode (ESW) znaša 147,85 m n. v., kar ustreza pretoku 32 m^3/s, ki je izredno nizek in ki lahko nastopi s 620-letno povratno dobo (USAR). Omenjeni najnižji potrebni nivo ob pretoku 32 m^3/s zagotavlja betonski prag jezu na koti 147,50 m n. v. Pri tem pretoku sistem bistvene oskrbne vode (ESW), ki zagotavlja UHS (Ultimate Heat Sink), še deluje brez spuščanja zapornic jezu na Savi. Če je pretok manjši ali pa ga ni, deluje UHS prek ESW s kroženjem in hlajenjem vode v bazenu / jezeru, ki nastane za spuščenimi zapornicami. V sušnem obdobju je zmanjšanje pretoka predvidljivo, spremembe se dogajajo postopno. Gorvodno so bile z izgradnjo hidroelektrarn na Savi povečane kapacitete rezervne vode, kar predstavlja pozitiven učinek.

Podrobnejši podatki o oceni vpliva ekstremnih vremenskih dogodkov so v dokumentu stresnih testov /26/, v katerem so poleg analize poplave analizirani tudi ostali vremenski ekstremi: močni vetrovi, intenzivne 24-urne padavine, toča, zmrzal, visoka snežna odeja, ciklonske nevihte, hkrati je ocenjeno, da na tem področju ni možnosti pojavljanja orkanov. Vse gradbene strukture, v katerih je nameščena oprema varnostnega razreda, so projektirane tako, da niso občutljive na ekstremne vremenske dogodke: varnostni sistemi občutljivi na temperaturo okolja, hladilniki zraka in vode, vhodni zajemi vode in cevovodi, sistem oskrbe z osnovno vodo (ESW) za hlajenje komponent in hlajenje v nuji in sistemi za ogrevanje. Izvedena je bila preveritev varnostnih meja za strukture, sisteme in komponente v okviru /26/, iz katere izhaja zaključek, da niso prepoznani oz. potrebni ukrepi, ki bi jih bilo treba upoštevati. NEK je tudi izdelala tehnično poročilo Screening of External Hazards /34/, v katerem je dokumentiran pregled zunanjih nevarnosti, in sicer vseh zunanjih nevarnosti, razen potresov, in vseh drugih nevarnosti, ki niso vključene v notranje dogodke, notranje poplave, notranje požare in zlome visokoenergijskih cevi.

Varnostni sistemi in zgradbe, ki so povezani z obvladovanjem najtežjih postuliranih nezgodam (razširjeni projektni dogodki - DEC), so projektirani za minimalne/maksimalne zunanje temperature -28 °C/46 °C, v primerjavi s projektnimi temperaturami -28 °C/40 °C. DEC morajo biti projektirani za ekstremne vetrove maksimalne hitrosti 240 km/h /3/. Navedeni parametri so konzervativni glede na zgodovinski niz meritev in obstoječe projekcije. Pri tem upoštevamo vir /252/, ki navaja vremenske podatke v Sloveniji. Poglavje 6.4 opisuje izbrane scenarije in vplive iz nabora projektnih nesreč in DEC nesreč.

NEK ima avtomatsko meteorološko postajo z meteorološkim stolpom višine 70 m, z instrumentacijo za merjenje v treh višinskih slojih, ter dodatno opremo za sodarsko višinsko merjenje atmosferskih parametrov. V letnih poročilih se spremljajo trendi in spremembe klimatskih spremenljivk, in izračunavajo disperzijske značilnosti atmosfere X/Q, ki so pomembne za preverjanje in simulacije disperzije predvidenih nesreč v atmosferi. V povezavi s spremembo hidroloških razmer na Savi, velja Sporazum o ukrepih in obveznostih za zagotovitev nespremenjenega, varnega in nemotenega obratovanja NEK pri obratovanju HE na Spodnji Savi z dodatnimi vsebinami izvajanja monitoringa v reki Savi (2018).

Tu navajamo splošne svetovne izkušnje v zvezi z vplivi ekstremnih vremenskih razmer na obratovanje elektrarne. IAEA od leta 1980 vzdržuje bazo podatkov o nezgodah nuklearnih elektrarn (IRS). IRS se

lahko obravnava kot relevanten poglavitni vir informacij o občutljivosti elektrarn na ekstremne vremenske dogodke. Od 3665 prijavljenih poročil v bazi v obdobju od leta 1980 do leta 2010, za različne vrste in jakosti dogodkov v nuklearnih elektrarnah, samo 2 % vključuje vremenske ali klimatske dogodke. Največji del prijavljenih ekstremnih vremenskih razmer (88 %) se primarno nanaša na naslednje sisteme: hladilni sistemi (28 %), sistemi instrumentacije in kontrole ter prenosa električne energije v omrežje /178/.

Iz zgoraj navedenega lahko zaključimo naslednje: z zakonskim okvirom, ki se nanaša na jedrsko varnost, kot tudi z mednarodno prakso, je ugotovljeno, da se ekstremni vremenski dogodki, vključno z učinki podnebnih sprememb, morajo upoštevati, tudi v kombinaciji z drugimi naravnimi dogodki in dogodki, ki so posledica človekovega delovanja. Analize, ki se izvajajo v okviru Občasnega varnostnega pregleda (PSR) vsakih deset let, predstavljajo ustrezno vremensko obdobje, znotraj katerega se lahko poda ocena signifikantnosti sprememb z vidika podnebja. Celovito poročanje po Pariškem sporazumu se izvaja v desetletnih ciklusih preverjanja. Združena globalna znanstvena spoznanja o podnebnih spremembah se obnavljajo vsakih sedem let (Climate Change Assesment Reports – IPCC), zadnje sprejeto poročilo je iz leta 2018 (AR 5), objava naslednjega se pričakuje v teku leta 2021, pri čemer potrditev s strani držav članic UNFCCC-a lahko traja nekaj let /253/. Napovedi klimatskih modelov, ki so danes na voljo, so najmočnejše v napovedih povprečnih meteoroloških spremenljivk, napovedi intenzitete ekstremnih dogodkov, frekvence njihovega pojavljanja in trajanje, pa bodo vse bolj natančne. Meje jedrske varnosti temeljijo na konzervativnem pristopu, s čimer se pokrivajo sedaj prisotne negotovosti pri napovedih podnebnih sprememb. Ekstremne vremenske razmere so s stališča prognoze predvidljive, pa naj gre za vročinske valove, hladne dni ali nevihtne ciklone, tako da je mogoča pravočasna priprava nanje.

Lahko zaključimo, da ob že obstoječih ukrepih in standardni reviziji obratovanja, ki se opravlja v sklopu postopka PSR, podnebne spremembe, ki se nanašajo na ekstremne vremenske razmere, nimajo bistvenega vpliva na poseg.

Vpliv posega in celotni vpliv z vidika vpliva podnebnih sprememb na poseg v času obratovanja, ocenjujemo kot **(3)** - nebistven vpliv, zaradi izvedbe omilitvenih ukrepov, ki jih NEK že izvaja in jih bo morala izvajati tudi v času podaljšanega obratovanja.

Ukrepi, ki jih NEK že izvaja, so:

- v primeru, ko je pretok Save manjši od 100 m^3/s, NEK vključi hladilne stolpe, skozi katere se v recirkulaciji hladi del kondenzatorske vode;
- strukture, sistemi in komponente elektrarne so dimenzionirani na ekstremne vremenske dogodke in meteorološke parametre z visokim nivojem konzervativnosti, kar izhaja iz zahteve jedrske pravne ureditve, spremljanja svetovne prakse in razvoja najboljših tehnik (BAT);
- občasni varnostni pregled, ki se izvaja vsakih 10 let, vključuje globinsko analizo vpliva ekstremnih vremenskih dogodkov na varnost elektrarne. V naslednjem obdobju bosta izvedena dva pregleda (2021-2023) in (2031-2033);
- ukrepi iz OVD vezani na omejitev toplotne obremenitve in zajemanja vode ter s tem v zvezi uporaba kombiniranega sistema hlajenja (pretočni sistem in hladilni stolpi). V vseh pogojih pretoka reke Save elektrarna vzdržuje obremenitev znotraj ΔT 3 °C, ki ostane nespremenjena tudi v bodočem delovanju elektrarne. NEK je v letu 2008 dogradila hladilne kapacitete z izgradnjo tretjega bloka hladilnih stolpov;
- elektrarna ima postopke priprave v primeru hidroloških okoliščin, ki lahko vplivajo na delo elektrarne: vključevanje hladilnih stolpov pri visokih vodah zaradi tveganja nanosa nečistoč (veje, plastika in ostalo);
- elektrarna ima postopke za skupno delovanje z ostalimi energetskimi objekti na Savi - Sporazum o ukrepih in obveznostih za zagotovitev nespremenjenega, varnega in nemotenega obratovanja NEK pri obratovanju HE na Spodnji Savi z dodatnimi vsebinami izvajanja monitoringa na reki Savi;
- na lokaciji se izvajajo meritve meteoroloških parametrov na avtomatski postaji z meteorološkim stolpom višine 70 m in uporaba sodarja za višinske meritve v atmosferi. O meritvah se poroča na letnem nivoju.

5.6.2 Opustitev posega

Ob prenehanju obratovanja NEK (glej poglavje 2.18) ne bo več mogočih vplivov podnebnih sprememb na proizvodnjo. Vpliv podnebnih sprememb z vidika varnosti elektrarne bo v času opustitve posega manjši, kot je bil pri njenem obratovanju. V smislu varnosti bo še vedno treba zagotavljati vodo za hlajenje izrabljenega goriva, kot je to opisano v ostalih poglavjih (glej poglavje 5.3.1.2).

Vpliv na poseg in celotni vpliv z vidika podnebnih sprememb na poseg v času opustitve posega ocenjujemo kot **(4)** – nebistven vpliv.

5.7 VPLIVI NA OBREMENJENOST S HRUPOM

5.7.1 Obratovanje

Zaradi podaljšanja obratovalne dobe NEK, niso predvideni novi viri hrupa. Prav tako se ne spreminja zmogljivost proizvodnje NEK, ki bo tudi ob podaljšani obratovalni dobi potekala 24 ur na dan, vse dni v letu. Do morebitnega povečanja hrupa na območju bi lahko prišlo zaradi višjega števila obratovalnih dni hladilnih stolpov, vezano na podnebne spremembe, kar je pojasnjeno v nadaljevanju.

Na hrup v okolju vplivajo predvsem zunanji viri hrupa:
- hladilni stolpi;
- transport in dostava;
- zvočni signali (predvsem po sistemu za notranjo komunikacijo - 'page');
- obratovanje transformatorjev;
- obratovanje turboagregata v turbinski stavbi.

Glavni viri zunanjega hrupa so prikazani na sliki v nadaljevanju (Slika 88).

Viri hrupa NEK niso stalni oziroma kontinuirani in obratujejo po potrebi bolj ali manj intenzivno.

Glede na to, da se zmogljivost proizvodnje ne spreminja, bo obremenitev okolja s hrupom zaradi navedenih virov hrupa ostala v okviru obstoječega stanja. V okviru podnebnih sprememb, bi sicer lahko prišlo do povišanja temperature zraka in zmanjšanja pretoka reke Save, kar bi lahko privedlo do povečanega obsega obratovanja hladilnih stolpov, vendar glede na trend podnebnih spremenljivk ocenjujemo, da se količina obratovalnih dni hladilnih stolpov ne bo bistveno spremenila. Povprečno število dni obratovanja hladilnih stolpov s polno močjo v zadnjih desetih letih se giblje od 5 do 179, pri polni moči pa od 0 do 104 letno. Posledično to pomeni, da bodo emisije hrupa v okviru obstoječega stanja. Doprinos hladilnih stolpov na obremenjenost območja s hrupom je pojasnjen v nadaljevanju.

Kot je razvidno tudi iz meritev hrupa v okolju, ki jih NEK opravlja na obdobje pet let in so bile nazadnje opravljene v letih 2015 (poročilo št. LFIZ – 201500001 – JJ/M z dne 11. 9. 2015) in 2020 (poročilo št. LOM – 20200588 – KR/M iz dne 29. 12. 2020), te izkazujejo, da okolica NEK ni čezmerno obremenjena s hrupom. Iz meritev namreč izhaja, da hrup, ki je posledica obratovanje NEK, ne presega mejnih vrednosti kazalcev hrupa v okolju, določenih z Uredbo o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (UL RS, št. 43/18 in 59/19).

Zadnje meritve v letu 2020 sicer niso zajele obremenitve zaradi obratovanja hladilnih stolpov, ker v času meritev le-ti niso obratovali. Iz meritev v letu 2015 je razvidno, da hladilni stolpi doprinesejo k povečanju vrednosti kazalcev hrupa, vendar so le-ti še vedno močno pod mejnimi vrednostmi.

V nadaljevanju sta prikazani tabeli z rezultati meritev v letu 2015 in 2020 (Tabela 124, Tabela 125).

Tako je iz meritev v letu 2015 razvidno, da na merilnem mestu 2, ki je najbližje hladilnim stolpom, le-ti doprinesejo približno 12 dB(A) (izmerjena vrednost 50 dB(A)) v dnevnem in večernem času ter 14 dB(A)

(izmerjena vrednost 50 dB(A)) v nočnem času. Izmerjene vrednosti kazalcev hrupa so še vedno daleč pod mejnimi vrednostmi kazalcev hrupa za IV. stopnjo varstva pred hrupom, kjer se merilno mesto tudi nahaja, in znašajo za 73 dB(A) Ldan, 68 dB(A) Lvečer in 63 dB(A) Lnoč.

Na podlagi meritev, navedenih v poročilu št. LFIZ – 201500001 – JJ/M z dne 11. 9. 2015 je bilo ocenjeno, da kljub njihovem prispevku k skupnemu hrupu, obravnavani vir na nobenem mestu ne presega mejnih vrednosti kazalcev hrupa v okolju, določenih z Uredbo o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (UL, št. 43/18 in 59/19)



Slika 88: Glavni viri hrupa na območju NEK. Z modro je označeno območje NEK[34], z rumeno območja, kjer je povišan transport, z oranžno barvo turbinska stavba, v kateri se nahajata transformatorja in turboagregat, z rdečo dizel generatorji, z zeleno hladilni stolpi (vir: /52/)

[34] Območje NEK na sliki je drugačno od območja posega, ki ga obravnava PVO. Območje na severu namreč ni predmet posega.

Tabela 124: Podatki o merilnih mestih v okviru obratovalnega monitoringa hrupa v letu 2015 (vir: ZVD /51/)

Mesto merjenja	Ldan (dBA)	Lvečer (dbA)	Lnoč (dBA)	Ldvn (dBA)
Merilno mesto 1 JV stran (Mrtvice) na oddaljenosti ca. 650 m od NEK. Zemljepisna šir: 45,931138°N Zemljepisna dolž.: 15,520523°E	39	39	47	53
Merilno mesto 2 J parcelna meja na oddaljenosti ca. 270 m od NEK. Zemljepisna šir.: 45,934950°N Zemljepisna dolž.: 15,514570° E	50	50	50	56
Merilno mesto 3 JZ parcelna meja (Žadovinek) na oddaljenosti ca. 1200 m od NEK. Zemljepisna šir.: 45,934579° N Zemljepisna dolž.: 15,501619°E	35	35	42	48
Merilno mesto 4 SV stran proti naselju Spodnji stari grad na oddaljenosti ca. 810 m od NEK. Zemljepisna šir.: 45,941869° N Zemljepisna dolž.: 15,524462° E	31	31	43	48
Merilno mesto 5 Na križišču pred poslovno stavbo GEN na oddaljenosti ca. 1000 m od NEK. Zemljepisna šir.: 45,943940°N Zemljepisna dolž.: 15,508563°E	39	39	35	43
Merilno mesto 6 Z parcelna meja na oddaljenosti ca. 600 m od NEK. Zemljepisna šir.: 45,940197° N Zemljepisna dolž.: 15,507249° E	36	36	37	44

Tabela 125: Podatki o merilnih mestih v okviru obratovalnega monitoringa hrupa v letu 2020 (vir: ZVD /52/

Mesto merjenja	Ldan (dBA)	Lvečer (dbA)	Lnoč (dBA)	Ldvn (dBA)
Merilno mesto 1 JV del (Mrtvice) na oddaljenosti ca. 580 m od NEK. GKY: 540583 GKX: 87559	40,7	40,7	33,5	42,9
Merilno mesto 2 J parcelna meja na oddaljenosti ca. 270 m od NEK. GKY: 540236 GKX: 87803	38,1	38,1	35,7	42,8
Merilno mesto 3 Z del (Žadovinek) na oddaljenosti ca. 1350 m od NEK. GKY: 538797 GKX: 88409	40,5	40,5	39,1	45,9
Merilno mesto 4 SV stran proti naselju Spodnji Stari grad na oddaljenosti ca. 440 m od NEK. GKY: 541023 GKX: 88749	39,6	39,6	36,4	43,8

Mesto merjenja	Ldan (dBA)	Lvečer (dbA)	Lnoč (dBA)	Ldvn (dBA)
Merilno mesto 5 S del, pred najbližjim poslovnim objektom Sarmati Adem d.o.o. na oddaljenosti ca. 130 m od NEK. GKY: 540133 GKX: 88941	47,5	47,5	40,9	50
Merilno mesto 6 Z del, proti objektom na Vrbina 16 na oddaljenosti ca. 450 m od NEK. GKY: 539709 GKX: 88551	39,9	39,9	36,8	44,1

Kot izhaja iz poglavja (4.4.12) so bili v zadnjih meritvah (poročilu št. LOM – 20200588 – KR/M z dne 29. 12. 2020)) ocenjeni tudi kazalci hrupa pred najbolj izpostavljenimi objekti z varovanimi prostori. Obravnavani viri v času obratovanja na nobenem mestu ocenjevanja (pred najbolj izpostavljenimi objekti z varovanimi prostori) ne presegajo mejnih vrednosti kazalcev hrupa v okolju, določenih z Uredbo o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (UL RS, št. 43/18 in 59/19).

Na osnovi meritev in analiz hrupa v okolju (rezultati so opisani v poročilu št. LOM – 20200588 – KR/M) ugotavljamo, da obravnavani vir v času obratovanja na nobenem mestu ocenjevanja (pred najbolj izpostavljenimi objekti z varovanimi prostori) ne presega mejnih vrednosti kazalcev hrupa v okolju, določenih z Uredbo o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (UL RS, št. 43/18 in 59/19).

Vpliv podnebnih sprememb na delovanje hladilnih stolpov

Kot je omenjeno v uvodu tega poglavja, je v prihodnosti zaradi vpliva podnebnih sprememb mogoče pričakovati povečanje obsega obratovanja hladilnih stolpov. Meritve v letu 2015 /51/ so zajele tudi obratovanje hladilnih stolpov in izmerjene so bile **ekvivalentne** ravni hrupa v dnevnem, večernem in nočnem času na 6 merilnih mestih.

V dnevnem času je bila zaznana največja ekvivalentna vrednost kazalca hrupa L_{dan} na merilnem mestu 2, ki se nahaja 270 m od J parcelne meje NEK. Povprečna ekvivalenta vrednost treh meritev je bila 49,6 dB(A), kar je precej nižje od mejne vrednosti kazalca hrupa L_{dan} za III. in IV. območje varstva pred hrupom, ki je 58 oz. 73 dB(A).

V večernem času je bila zaznana največja ekvivalentna vrednost kazalca hrupa $L_{večer}$ na merilnem mestu 2, ki se nahaja 270 m od J parcelne meje NEK. Povprečna ekvivalenta vrednost treh meritev je bila prav tako 49,6 dB(A) in je nižja od mejne vrednosti kazalca hrupa $L_{večer}$ za III. in IV. območje varstva pred hrupom, ki je 53 oz. 68 dB(A).

V nočnem času je bila zaznana največja ekvivalentna vrednost kazalca hrupa $L_{noč}$ na merilnem mestu 2, ki se nahaja 270 m od J parcelne meje NEK. Povprečna ekvivalenta vrednost treh meritev je bila 50,2 dB(A), kar je višje od mejne vrednosti kazalca hrupa $L_{noč}$ za III. območje varstva pred hrupom, ki je 48 dB(A), in nižje od mejne vrednosti kazalca hrupa $L_{noč}$ za IV. območje varstva pred hrupom, ki je 53 dB(A).

Na vseh ostalih merilnih mestih so bile vrednosti kazalcev hrupa nižje, kar je normalno, saj so merilna mesta tudi bolj oddaljena. Merilno mesto 2 se nahaja v območju IV. stopnje varstva pred hrupom. Lokacije merilnih mest so razvidne iz predhodne tabele (Tabela 125).

Najbližja stavba z varovanimi prostori (Spodnji stari grad 2) je od lokacije hladilnih stolpov oddaljena več kot 920 m. V smeri proti tej stavbi se nahaja merilno mesto 4, na oddaljenosti približno 700 m od hladilnih stolpov, torej več kot 220 m bližje od najbližje stavbe z varovanimi prostori.

Ekvivalentne vrednosti kazalcev hrupa na merilnem mestu 4 so znašale; L_{dan} 31,2 dB(A), $L_{večer}$ 31,2 dB(A) in $L_{noč}$ 42,7 dB(A). Vse izmerjene vrednosti so bistveno nižje od mejnih vrednosti kazalcev hrupa, ki so za L_{dan} 58 dB(A), $L_{večer}$ 53 dB(A) in $L_{noč}$ 48 dB(A). Navedeno pomeni, da je hrup, ki ga povzroča

NEK s svojim delovanjem pri najbližji stavbi z varovanimi prostori, nezaznaven zaradi hrupa ozadja (vpliv prometa).

Glede na navedeno zaključujemo, da tudi v primeru, če se uresničijo najbolj »črni« scenariji podnebnih sprememb in bi morali hladilni stolpi teoretično obratovati 365 dni v letu, območje NEK in njegova bližnja okolica (območje merilnih mest) ne bi bili čezmerno obremenjeni s hrupom.

Vpliv posega in celotni vpliv na obremenjenost okolja s hrupom v času obratovanja ocenjujemo s **(4)** – nebistven vpliv.

Iz poročila o obratovalnem monitoringu hrupa v letu 2015 in letu 2020 /51/, /52/ (opis v poglavju 4.4.12), ki je zajel območje posega in bližnjo okolico, je razvidno, da za obrat NEK na nobenem od navedenih merilnih mest pri obratovalnem monitoringu hrupa v letu 2015 in 2020 ni bila ugotovljena čezmerna obremenitev s hrupom v dnevnem, večernem in nočnem obdobju dneva.

5.7.2 Opustitev posega

Po prenehanju obratovanja NEK bo prenehalo delovanje večina naprav na območju obrata NEK. Aktivnosti, ki povzročajo hrup, bodo bistveno zmanjšane.

Vpliv posega in celotni vpliv na obremenjenost okolja s hrupom v primeru opustitve posega ocenjujemo s **(4)** – nebistven vpliv.

5.8 VPLIVI ELEKTROMAGNETNEGA SEVANJA

5.8.1 Obratovanje

Novi viri EMS, kot npr. nove transformatorske postaje (TP), s podaljšanjem obratovalne dobe NEK niso predvideni. Prav tako v obstoječih TP niso predvideni novi transformatorji ali njihova zamenjava s transformatorji večjih moči od obstoječih. Na podlagi navedenega ocenjujemo, da bodo obremenitve z EMS enake kot v obstoječem stanju, torej takšne kot jih izkazujejo zadnje meritve EMS iz leta 2021.

Celotno območje NEK se uvršča v območje II. stopnje varstva pred sevanjem, stanovanjska in druga za sevanja bolj občutljiva območja v okolici pa v območje I. stopnje varstva pred sevanjem. Glavni vir nizkofrekvenčnih EMS na območju NEK so transformatorji in daljnovodi. Nosilec posega je upravljavec več TP (opis v poglavjih 2.5.5, 2.10.5). Iz poročila o meritvah nizkofrekvenčnih elektromagnetnih polj iz leta 2020 /53/ je razvidno, da mejne vrednosti za II. stopnjo varstva pred sevanjem na območju NEK in na meji območja niso presežene (opis v poglavju 4.4.14). Vse TP se redno preverjajo in servisirajo, o čemer se vodi evidenca.

Vpliv posega in celotni vpliv na obremenjevanje okolja z elektromagnetnim sevanjem v času obratovanja ocenjujemo s **(4)** – nebistven vpliv.

5.8.2 Opustitev posega

Za primer opustitve posega se predvideva, da bo izveden tudi izklop transformatorjev v TP v upravljanju nosilca posega.

Vpliv posega in celotni vpliv na obremenjevanje okolja z elektromagnetnim sevanjem v primeru opustitve posega ocenjujemo s **(5)** - vpliva ni.

5.9 VPLIVI VIBRACIJ

5.9.1 Obratovanje

Vibracije, ki se neposredno širijo v okolje v obliki občasnih sunkov ali stalnih nihajev, so lahko posledica cestnega tovornega prometa, železniškega prometa, delovanja nekaterih strojev in naprav ali nekaterih aktivnosti (npr. razstreljevanje, rušenje, vrtanje, pretovarjanje, ipd.). Širjenje vibracij v okolje je odvisno od številnih faktorjev (zgradbe tal, namestitve strojev in naprav, stanja cest itd.).

Območje posega, ki je obravnavano v tem poročilu, je od najbližjih stanovanjskih ali drugih za vibracije občutljivih objektov (npr. objektov kulturne dediščine, vrtcev, šol ...) oddaljeno najmanj 500 m. Cestni transport v okviru obravnavanega posega poteka po javnih regionalnih ter državnih cestah, lokalne ceste znotraj gosto poseljenih območij se za dovoz surovin in pomožnih materialov ter odvoz izdelkov ne uporabljajo. Obseg cestnega tovornega prometa za potrebe obratovanja je in bo majhen in bo prav tako potekal po javnih regionalnih cestah izven gosto poseljenih območij. Proizvodni proces v obratu NEK ne vključuje strojev, naprav ali aktivnosti, ki bi bile izrazit vir vibracij v okolje.

V Republiki Sloveniji sicer tudi ni predpisov, ki bi neposredno obravnavali vibracije med obratovanjem objektov v smislu okoljskih vplivov.

Vpliv posega in celotni vpliv na obremenjevanje okolja z vibracijami v času obratovanja ocenjujemo s **(5)** – vpliva ni.

5.9.2 Opustitev posega

Po prenehanju obratovanja NEK bo prenehalo delovanje večine naprav, ki bi lahko bile povzročitelj vibracij v okolje. Tako bodo na območju obrata NEK aktivnosti, ki povzročajo vibracije, bistveno zmanjšane.

Vpliv posega in celotni vpliv na obremenjenost okolja z vibracijami v primeru opustitve posega ocenjujemo s **(5)** - vpliva ni.

5.10 VPLIVI ODPADKOV

Količine in vrste odpadkov so podrobneje obdelane v poglavjih 2.19.4, 4.4.9, in 4.4.10.

5.10.1 Obratovanje

Radioaktivni odpadki
Zaradi podaljšanja obratovalne dobe se vrste in letne količine odpadkov (tudi radioaktivnih) v NEK, glede na obstoječe stanje, ne bodo bistveno spremenile. Dinamika nastajanja odpadkov ostaja **nespremenjena** in bo v okviru določil USAR /3/ in RETS /7/.

Zaradi podaljšanja obratovalne dobe z leta 2023 na leto 2043 bo nastalo za 547 m^3 oziroma 884 t obratovalnih NSRAO.

Podatki o generiranju RAO v času podaljšanega obratovanja, podatki delovanju sistema obdelave plinastih odpadnih snovi, sistema za obdelavo tekočih radioaktivnih odpadkov in sistema za obdelavo trdnih RAO, ki bo v obdobju POD delovali enako kot pred tem obdobjem, ter podatki o obdelavi, pakiranju, skladiščenju in pripravi na odlaganje, na katere uvedba POD ne vpliva, so podani v poglavju 4.4.10. Enako se bo izvajalo tudi odlaganje NSRAO.

Izrabljeno gorivo

Obremenitve okolja zaradi IG, nastalega med podaljšanja obratovalne dobe (POD) NEK, bodo nastopale v enakem obsegu in na enak način kot nastopajo trenutno oziroma v zadnjih letih obratovanja pred POD.

Z uvedbo suhega skladišča se bo spremenila tehnologija skladiščenja izrabljenega goriva (IG) iz mokrega v suhega. Uvedba tehnologije suhega skladiščenja izrabljenega goriva pomeni varnejši način skladiščenja IG pod enakimi okoljskimi in sevalnimi pogoji, kot so navedeni v obstoječem obratovalnem dovoljenju. Za suho skladišče IG je bila izvedena presoja vplivov na okolje in pridobljeno gradbeno dovoljenje (številka gradbenega dovoljenja 35105-25/2020/57 z dne 23. 12. 2020).

IG se sedaj začasno skladišči v bazenu v zgradbi za gorivo. Ker je gorivo pod vodo, gre za mokro skladiščenje, kjer se mora nenehno zagotavljati hlajenje vode. S suhim skladiščenjem se uvaja nov, tehnološko varnejši način skladiščenja IG, ki vodi do postopnega zmanjšanja števila izrabljenih gorivnih elementov v bazenu, kar bistveno povečuje raven jedrske varnosti.

S predvideno izgradnjo zgradbe suhega skladišča se zagotavlja bolj varen in popolnoma pasiven način skladiščenja izrabljenega goriva. V zgradbi bo zagotovljeno skladiščenje 2.600 gorivnih elementov.

Ob koncu leta 2020 je bilo v NEK skupno 1444 gorivnih elementov:

- 1323 v bazenu za izrabljeno gorivo (SFP) v zgradbi za rokovanje z gorivom (FHB), upoštevajoč tudi dva posebna kontejnerja z gorivnimi palicami in fisijsko celico iz leta 2017 ter
- 121 v reaktorski posodi (sredica) v reaktorski zgradbi.

Če bi NEK obratovala do konca leta 2023, bi tedaj v NEK bilo skupno predvidoma 1553 gorivnih elementov, v primeru obratovanja do konca leta 2043 pa bi jih bilo skupno 2281 (ocena). Zaradi podaljšanja obratovalne dobe z leta 2023 na leto 2043 bo torej v NEK predvidoma dodatnih 728 gorivnih elementov.

Podatki o generiranju IG in postopkih ravnanja z IG, ki bodo v obdobju POD delovali enako kot pred tem obdobjem, so podani v poglavju 4.4.11. Enako se bo izvajalo tudi odlaganje IG.

Ravnanje z ostalimi odpadki

Obstoječe vrste odpadkov (leto 2020) obsegajo okrog 36 vrst odpadkov, ki nastajajo v vseh proizvodnih in podpornih procesih, od tega je 19 vrst nevarnih (opis v poglavju 2.19.4.1). Skupna količina nastalih odpadkov v letu 2019 je znašala ca. 2.302 ton, od tega ca. 2.192 ton gradbenih odpadkov zaradi gradbenih del v letu 2019. Nevarnih odpadkov je bilo ca. 12,3 ton.

Vsi odpadki, z izjemo radioaktivnih, so oddani v obdelavo drugi osebi, nosilec posega predelave odpadkov ne izvaja. Odpadki se po vrstah odpadkov ločujejo že na izvoru, začasno skladiščenje odpadkov se izvaja v skladu z veljavnimi predpisi. Za začasno skladiščenje nevarnih odpadkov se uporablja zaprt prostor. Zagotavlja se reden odvoz odpadkov. Za nevarne odpadke se sproti vodi evidenca o količinah, ki so na začasnem skladiščenju.

V podjetju se stalno izvajajo različni tehnični in organizacijski ukrepi za zmanjševanje količin nastalih odpadkov oziroma za izboljšanje ravnanja z njimi, kot npr. izboljšanje ločevanja odpadkov na izvoru. NEK ima pridobljen tudi certifikat ISO 14001:2015.

Vpliv posega in celotni vpliv na nastajanje in obremenjevanje okolja z odpadki v času obratovanja ocenjujemo s **(3)** – nebistven vpliv, zaradi izvedbe omilitvenih ukrepov**,** pri čemer so kot omilitveni ukrepi mišljeni ukrepi, ki jih NEK že izvaja in jih bo morala izvajati tudi v času podaljšanega obratovanja, predvsem pri ravnanju z radioaktivnimi odpadki.

5.10.2 Opustitev posega

Po prenehanju obratovanja NEK (glej poglavje 2.18) bodo pri vzdrževanju, praznjenju tekočinskih sistemov ter dekontaminaciji naprav in objektov nastajali RAO v obsegu in obliki kot med obratovanjem.

Zaradi podaljšanja obratovalne dobe z leta 2023 na leto 2043 bo nastalo za 547 m^3 oziroma 884 t obratovalnih NSRAO.

Zaradi podaljšanja obratovalne dobe z leta 2023 na leto 2043 bo nastalo dodatnih 728 elementov izrabljenega goriva (IG).

Vpliv posega in celotni vpliv na nastajanje in obremenjevanje okolja z odpadki v primeru opustitve posega ocenjujemo s **(3) –** nebistven vpliv, zaradi izvedbe omilitvenih ukrepov, pri čemer so mišljeni ukrepi, ki jih NEK že izvaja pri ravnanju z odpadki..

5.11 VPLIVI SEVANJ - IONIZIRAJOČE

5.11.1 Obratovanje

V času obratovanja NEK bodo izpusti radioaktivnih snovi v okolje enaki, kot so v obstoječem stanju. NEK nenehno nadgrajuje in izboljšuje varnostne in procesne sisteme, kar pomeni tudi vedno manjše obremenjevanje okolja. Ocenjena letna efektivna doza za najbolj obremenjenega prebivalca za 2020 za vplive, ki jih povzroča NEK, je bila v letu 2020 manj kot 0,1 µSv (0,071 µSv). V primerjavi z letno efektivno dozo naravnega ozadja v Sloveniji, ki znaša okoli 2500 µSv, je prispevek NEK zanemarljiv prav tako pa več stokrat nižji od dozne omejitve 50 µSv.

Na slikah (
Slika 50, Slika 51, Slika 52, Slika 53) v poglavju 4.4.6.1, ki opisuje obstoječe stanje, so primerjave letnih emisij radioaktivnosti v zrak. Povprečje radioaktivnih emisij v zrak za obdobje 2010 -2020 je v naslednji tabeli (Tabela 126). Tudi po letu 2020 se pričakuje podobne ali nižje vrednosti zračnih emisij radioaktivnosti.

Tabela 126: Povprečne letne vrednosti zračnih emisij radioaktivnosti v obdobju 2010 – 2020

	Povprečna letna vrednost	**% od letne omejitve**
Žlahtni plini	1,4 E12 Bq	0,16
Jodi (ekvivalent I-131)	3,6 E07 Bq	0,19
H-3 v zračnih izpustih	5,2 E12 Bq	n.a.
C-14 v zračnih izpustih	8,1 E10 Bq	n.a.
Aerosoli	3,2 E05 Bq	0,0017

Iz predhodnih podatkov lahko zaključimo, da v povprečju zračni izpusti žlahtnih plinov in jodov **ne dosegajo** niti odstotek letne omejitve. Tekočinski izpusti H-3 dosegajo **le dobro** četrtino letne omejitve (45 TBq). Za vse ostale radionuklide pa emisije dosegajo kvečjemu nekaj odstotkov letne omejitve. To kaže na dober nadzor in upravljanje z emisijami radioaktivnih snovi. Tudi v prihodnosti se pričakuje podobne ali nižje emisije radioaktivnosti.

V prihodnje je predvideno obratovanje skladišča za izrabljeno gorivo, ki je v izgradnji. V času obratovanja skladišča bodo povečani nivoji ionizirajočega sevanja v okolici. Gre za zunanje sevanje. V dokumentu »Krsko SFDS site boundary and outside wall dose calculations« /2/ so povzeti rezultati izračunov nivojev ionizirajočega sevanja v okolici skladišča. V skladišče bodo izrabljeni gorivni elementi iz bazena za izrabljeno gorivo prestavljeni v štirih kampanjah:

- a. Kampanja I, leta 2023, do 592 gorivnih elementov;
- b. Kampanja II, 2028, približno 592 gorivnih elementov;
- c. Kampanja III, 2038, približno 444 gorivnih elementov in
- d. Kampanja IV, 2048, ostali gorivni elementi.

Izračuni doz so narejeni ob konservativnih predpostavkah:

- Pri modeliranju absorbcije nevtronov v gorivu, se je upoštevalo, *da gre za sveže in ne za izrabljeno gorivo*, kar pomeni, da so izračunane hitrosti doze zaradi nevtronskega sevanja večje, kot bodo v resnici. V svežem gorivu namreč ni cepitvenih produktov, ki absorbirajo nevtrone. Vsled tega je tudi manj reakcij n-gama in manjši prispevek gama sevanja.
- Pri izračunih so upoštevane najmanjše gostote materialov iz katerega so lahko zidovi skladišča in zabojniki. Nižje gostote pomenijo slabše ščitenje, kar ponovno pomeni, da so ocenjene hitrosti doz večje, kot bodo v resnici.
- Pri viru sevanja je upoštevano, da je bilo gorivo v reaktorju največji možni čas glede na obogatitev. To pomeni, da so hitrosti doz nevtronskega sevanja in gama sevanja konservativne.
- Pri nerjavečem jeklu je privzeto, da je vsebnost Co-59 kot nečistoče 0,8 g/kg v negorivnih delih gorivnih elementov, kar pomeni večje izračunane hitrosti doze gama sevanja, ki ga povzroča Co-60, ki nastane zaradi aktivacije Co-59.
- Pri izračunu doz je upoštevana, da se človek zadržuje celo leto na ograji NEK, to je 8760 ur, kar je izjemno konservativna predpostavka.

Rezultati izračunov nivojev sevanja na ograji NEK zaradi obratovanja suhega skladišča so prikazani v tabeli spodaj:

Tabela 127: Rezultati izračunov hitrosti doz in doz na ograji NEK

Kampanja	Največja hitrost doze (µSv/h)	Letna efektivna doza (mSv)	Letna omejitev iz tehnične specifikacije (mSv)
Po kampanji 4 (polno skladišče)	5,622 E-03	0,0492	0,05
Po kampanji 4 (polno skladišče), realna ocena	4,525 E-03	0,0396	0,05
Po kampanji 2	5,369 E-03	0,0470	0,05
Po kampanji 1	4,315 E-03	0,0378	0,05

Rezultati izračunov nivojev sevanja na zunanjem zidu zgradbe za suho skladiščenje izrabljenega goriva so prikazani v naslednji tabeli.

Tabela 128: Rezultati izračunov hitrosti doz na zunanjem zidu zgradbe za suho skladiščenje izrabljenega goriva

Kampanja	Največja hitrost doze (µSv/h)	Omejitev iz tehnične specifikacije (µSv/h)
Po kampanji 4 (polno skladišče)	0,028	3
Po kampanji 2	0,022	3
Po kampanji 1	0,020	3

Vsi izračuni nivojev sevanja kažejo, da bodo hitrosti doz in doze ionizirajočega sevanja ob realističnih predpostavkah znotraj zelo strogih omejitev, ki so bile zahtevane v tehnični specifikaciji projekta za izgradnjo suhega skladišča in so nižje od dovoljenih.

Prav tako letna efektivna doza zunanjega sevanja na ograji NEK iz vseh prispevkov, torej tudi iz suhega skladišča izrabljenega goriva, v času obratovanja ne bo presegla sevalne obremenitve, ki trenutno velja za ograjo NEK in znaša 200 µSv /7/.

Vpliv posega in celotni vpliv na obremenjevanje okolja z ionizirajočimi sevanji v času obratovanja ocenjujemo s **(3)** - nebistven vpliv, zaradi izvedbe omilitvenih ukrepov, pri čemer so mišljeni ukrepi, ki jih NEK že izvaja za varstvo pred ionizirajočim sevanjem ter ukrepi, ki se bodo izvajali zaradi suhega skladiščenja IG.

5.11.2 Opustitev posega

Po prenehanju obratovanja NEK (glej poglavje 2.18) jedrsko gorivo ne bo več v reaktorju, ampak bo to varno shranjeno v bazenu za izrabljeno gorivo in/ali v suhem skladišče za izrabljeno gorivo (IG).

Ionizirajoče sevanje zaradi suhega skladišča bo prisotno na ograji NEK kot je razvidno iz tabele (Tabela 127), medtem ko bodo zračne in tekočinske emisije bistveno zmanjšane ali pa jih ne bo več.
Pri tem bo treba izvesti vse zaščitne ukrepe za preprečitev uhajanja ionizirajočega sevanja v okolje.

Vpliv posega in celotni vpliv na obremenjevanje okolja s sevanji v primeru opustitve posega ocenjujemo s **(3)** – nebistven vpliv, zaradi izvedbe omilitvenih ukrepov, pri čemer so mišljeni ukrepi, ki jih NEK že izvaja za varstvo pred ionizirajočim sevanjem in jih bo izvajal tudi v času opustitve posega.

5.12 VPLIV SVETLOBNEGA ONESNAŽEVANJA

5.12.1 Obratovanje

Zunanja razsvetljava NEK je sestavni del tehničnih sistemov za zagotavljanje fizičnega varovanja, zato NEK ni zavezanka po Uredbi o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja (UL RS, št. 81/07, 109/07, 62/10, 46/13), temveč po Pravilniku o fizičnem varovanju jedrskih objektov, jedrskih in radioaktivnih snovi ter prevozov jedrskih snovi (UL RS, št. 17/13 in 76/17 - ZVISJV-1).

Kljub temu NEK ves čas skuša slediti zahtevam za zniževanje svetlobne onesnaženosti, kot na primer:
- uporabljajo ustrezne svetilke z ravnim steklom in vzporedne z vodoravnico;
- svetilke niso obrnjene navzgor v večji meri, kot je projektno predvideno za doseganje ustreznih nivojev osvetljenosti;
- pri posodobitvah se vgrajuje sodobne energetsko učinkovite rešitve - LED itd.

S podaljšanjem obratovalne dobe **ni predvidena** namestitev dodatnih svetilk na območju NEK, zato bo osvetljenost območja in emisije svetlobe v okolico **enaka** kot v obstoječem stanju.

Vpliv posega na svetlobno onesnaženje okolja v času obratovanja ocenjujemo s **(4)** - nebistven vpliv, ker se zaradi podaljšanja obratovalne dobe NEK ne bosta spremenila število in skupna električna moč vseh svetilk.

Celotni vpliv na svetlobno onesnaženje okolja v času obratovanja ocenjujemo s **(4)** - nebistven vpliv. Pri tem upoštevamo, da se lokacija nahaja v območju, namenjenemu energetski dejavnosti, da je v okolici prisotna razsvetljava proizvodnih objektov drugih upravljavcev in razsvetljava cest, kot tudi, da se varovana območja narave zaradi oddaljenosti nahajajo izven območja vpliva zunanje razsvetljave obrata NEK.

5.12.2 Opustitev posega

Viri svetlobe bodo ob opustitvi posega enaki kot v obstoječem stanju, saj bo območje NEK še vedno nadzorovano območje.

Vpliv posega in celotni vpliv na obremenjevanje okolja z emisijami svetlobe v primeru opustitve posega ocenjujemo s **(4)** – nebistven vplivi.

5.13 VPLIV NA KRAJINO

5.13.1 Obratovanje

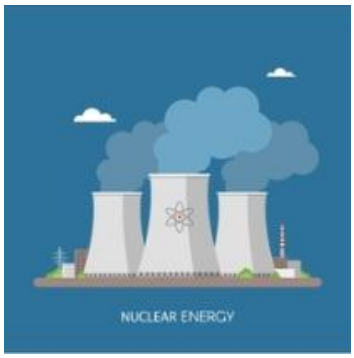
Nuklearna elektrarna Krško na Krško-Brežiškem polju od svoje izgradnje v začetku 80-ih let 20. stoletja predstavlja prostorsko dominanto, na osnovi katere se prebivalci in obiskovalci orientirajo v prostoru.

Kompleks NEK je s treh strani obdan z intenzivnimi sadovnjaki, povsem odprt pogled na kompleks je le z juga, z desnega brega Save.



Slika 89: Pogled na NEK z Libne (vir: /193/)

Silhueta NEK ni značilna za pretežni del nuklearnih elektrarn, katerih podoba je zasidrana v zavesti prebivalcev po svetu in se odraža v popularni kulturi, ker ne vključuje visokih in masivnih hladilnih stolpov.







Slika 90: Primeri logotipov za nuklearno elektrarno /113/, /114/, /115/



Slika 91: Pogled na NEK z jugovzhoda (vir: /193/)

Osrednji in najvišji del elektrarne predstavlja nuklearni otok. V središču nuklearnega otoka je reaktorska zgradba - valj s kupolasto streho, ki je z višino 62,5 m daleč najvišja zgradba celotnega kompleksa NEK in je vidna tudi iz širše okolice. Obkrožajo jo reaktorska zgradba, vmesna zgradba ter komandna zgradba. Na severnem delu nuklearnega otoka je drugi najvišji objekt v kompleksu - 37,6 m visoka turbinska zgradba. Vzhodno ob reaktorski zgradbi pa je zgradba za ravnanje z gorivom, ki je z višino 34 m tretja najvišja zgradba v elektrarni. Ostali objekti nuklearnega otoka so visoki 25 m oziroma manj.

Od nuklearnega otoka se višina objektov spušča proti ograji kompleksa. Suho skladišče IG je (oziroma bo) visoko 20,5 m, vse ostale zgradbe so nižje.

Hladilni stolpi v NEK so locirani v treh podolgovatih objektih in so visoki ca. 16,8 m. Za primerjavo, višina hladilnih stolpov v obstoječih jedrskih elektrarnah po svetu lahko doseže celo do 180 m. Stolpi v NEK se uporabljajo za hlajenje ob nizkih ali previsokih vodostajih reke Save in večino časa ne obratujejo. Zaradi tega elektrarna pri pogledih iz širše okolice ne opozarja nase s stalno prisotnimi stebri pare.



Slika 92: Pogled na NEK z obratujočimi hladilnimi stolpi (vir:/116/)

Pri zaznavi vidnosti objektov v krajini oziroma njihovem vidnem vplivu imajo pomembno vlogo fizične lastnosti: velikost, oblika, barva, transparentnost objektov, in pa razdalja opazovanja oziroma medsebojna oddaljenost objekta in opazovalca ter kontrast objekta in ozadja. Pomemben dejavnik je

tudi zastiranje zaradi fizičnih ovir (reliefne oblike, visoko rastlinje in stavbe). Prav tako na vidnost v danem trenutku močno vplivajo atmosferske razmere, kot so megla, padavine, oblačnost, sopara, svetloba, smer osvetlitve. Omeniti velja še psihološko-sociološki vidik zaznavanja opazovanega objekta kot procesa sprejemanja, organizacije in interpretacije informacij. Vidni vpliv je pogojen tudi z intenziteto opazovanja, ki je odvisna od pogostnosti opazovanja in števila opazovalcev.

Na vidnost objektov v NEK tako vpliva lokacija in oddaljenost opazovalca ter prisotnost vmesnih ovir. Opazovalec v odprtem prostoru vidi objekte v celoti oziroma del objektov, ki segajo nad linijo vegetacije in se projicirajo na nebo ali na reliefno ozadje. Opazovalcu na območju z bližnjo vegetacijo oziroma objekti pogled na objekte NEK vsaj deloma zakrivajo vmesne ovire. To velja tako za opazovanje z ravnice kot okoliških pobočij.

Z večine lokacij opazovanja elektrarna ni vidna v celoti, vidna je predvsem reaktorska zgradba, ki izstopa s svojo višino. Nuklearna elektrarna je vidna s pobočja Libne, z regionalne ceste Krško - Brežice, z glavne železniške proge, z robnega dela Sp. Libne in z robnega dela Sp. Starega Grada, robnega dela Žadovinka, pobočnega dela Krškega na desnem bregu, robnega dela Drnovega, pobočnega dela Leskovca, robnega dela Kerinovega Grma in robnega dela Gorice. NEK je vidna z okoliških ravninskih kmetijskih površin in cest na levem in desnem bregu Save ter z avtoceste Krško - Brežice. Iz drugih naselij in območij zaradi lege, oddaljenosti, ali vmesnih pasov vegetacije elektrarna ni vidna oziroma opazna.



Slika 93: Pogled na NEK s ceste Krško - Brežice (vir:/112/)



Slika 94: Pogled na NEK z avtoceste Krško – Brežice (vir: /112/)

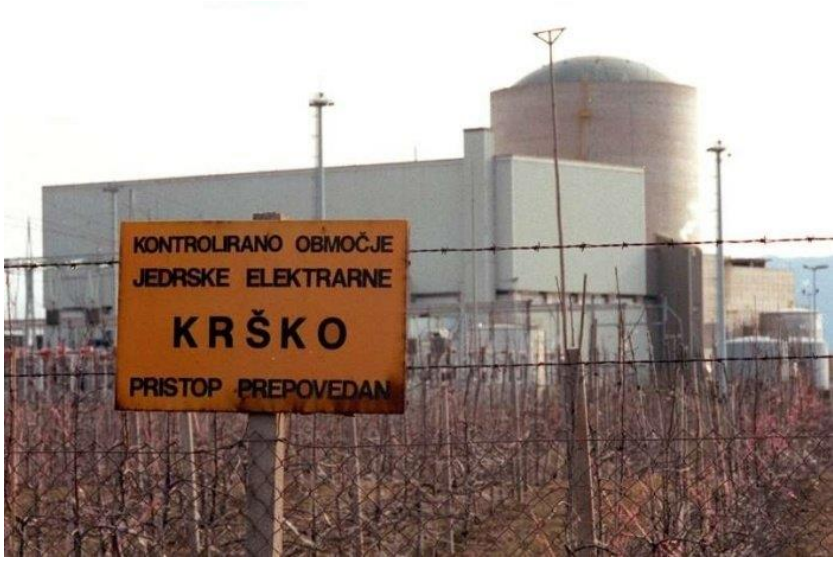
Poleg samih objektov NEK so v prostoru vidni tudi visokonapetostni daljnovodi, ki se vključujejo v RTP Krško na severozahodnem vogalu kompleksa:

- DV 2 x 400 kV Beričevo - Krško, DV 400 kV Mihovci - Krško, DV 400 kV Zagreb - Krško,
- DV 110 kV Krško - Brežice, DV 110 kV Brestanica Krško in DV 110 kV Krško - Hudo.



Slika 95: Pogled na NEK in priključne daljnovode s severa (vir: /112/)

Današnja podoba elektrarne se opazno razlikuje od prvotne. Zgradbe jedrskega otoka so bile pred prenovo pretežno v barvi surovega betona, del cevovodov in zaščitnih ograj je bil pobarvan z rumeno barvo. V kompleksu je bilo večje število barak (pomožni, servisni objekti). Fasade objektov so bile bledo rumene ali svetlo sivo, nekatera vrata so bila svetlo zelena. Strehe nadstrešnic so bile rjave ali sivo zelene. Stebri zunanje varovalne ograje so bili pobarvani z rumeno barvo.



Slika 96: Prvotna podoba elektrarne pred prenovo (vir: /117/)

Ob koncu 90-ih let je Nuklearna elektrarna Krško naročila izdelavo celostne arhitektonske podobe, katere cilj je bil oblikovalsko povezati objekte, ki so se razlikovali po pomenu, vsebini, velikosti, lokaciji, arhitekturnih stilih, času izgradnje, površinskih obdelavah fasad in stanju, v kakršnem so bili ob načrtovani prenovi. Nabor 16-ih pastelnih barvnih odtenkov iz Priročnika celostne arhitektonske podobe NEK (IBE, 1999) obsega odtenke modre, sive, zelene in rjave barve ter se še danes uporablja pri oblikovanju zunanje podobe objektov v kompleksu.

Med podaljšanim obratovanjem 2023-2043 se podoba elektrarne ne bo spreminjala. Ob začetku podaljšanega obratovanja bo suho skladišče za izrabljeno gorivo že zgrajeno, druge gradnje niso predvidene. Zaradi podnebnih sprememb in posledičnega pogostejšega pojavljanja nizkih in visokih pretokov Save je pričakovati nekoliko pogostejše delovanje hladilnih stolpov, kar se bo odrazilo v nekoliko večji pogostosti izpustov pare, ki bo opazna z večjih razdalj. Občasno pojavljanje pare ne bo bistveno vplivalo na opaznost NEK v okoliškem prostoru. Z izgradnjo odlagališča NSRAO vzhodno od NEK in izvedbo zasaditve gozdnega pasu ob odlagališču bo vidnost elektrarne z vzhoda in jugovzhoda še nekoliko zmanjšana.

Nuklearna elektrarna Krško je že več desetletij stalnica v obstoječem prostoru. Celostna prenova pred dvema desetletjema je s poenoteno podobo omogočila in boljše vklapljanje elektrarne v krajino. Podaljšanje obratovanja elektrarne ne predvideva spremembe njene podobe, z izjemo nekoliko bolj pogostih izpustov pare.

Vpliv posega in celotni vpliv v času obratovanja ocenjujemo kot **(4)** - nebistven vpliv.

5.13.2 Opustitev posega

Opustitev posega (glej poglavje 2.18) ne obsega odstranitve objektov in možnost vzpostavitve nekdanje obstoječe rabe, kar bo izvedeno v okviru razgradnje, ki bo predmet ločenega upravnega postopka. Razen pare iz hladilnih stolpov, ki je po opustitvi posega ne bo več, bo vpliv opustitve posega na krajino enak, kot je med obratovanjem.



Slika 97: Pogled na NEK z juga, s kmetijskih površin na desnem bregu Save (vir: /112/)



Slika 98: Pogled z Libne na območje NEK in odlagališče NSRAO, fotomontaža (vir:/193/)

Vpliv posega in celotni vpliv na krajino med opustitvijo posega ocenjujemo kot **(4) –** nebistven vpliv.

5.14 VPLIVI NA NARAVO

5.14.1 Obratovanje

5.14.1.1 Rastlinstvo in habitatni tipi

Med obratovanjem bo zaradi varnostnih zahtev potrebno vzdrževanje drevesno-grmovne vegetacije v varovalnem pasu NEK (preprečevanje zaraščanja). Vpliv bo neposreden, srednjeročen in lokalen, pomenil pa bo le ohranjanje obstoječega stanja. Ker bo NEK obratovala z obstoječo infrastrukturo, drugih neposrednih vplivov na rastlinstvo in kopenske habitatne tipe ne bo. Med obratovanjem NEK v okolje ne izpušča emisij ionizirajočega sevanja, ki bi lahko bistveno vplivale na rastlinstvo v okolici NEK. Varnostni sistemi preprečujejo nekontrolirano sproščanje radioaktivnih snovi v okolje. Projektirani so varnostni sistemi, ki v vseh obratovalnih stanjih, tudi v primeru odpovedi določene opreme, zagotavljajo varnostne funkcije. Sproščanje radioaktivnih snovi v okolje preprečujejo 4 zaporedne varnostne pregrade. Osnovni cilj prvih treh pregrad je, da preprečijo prehod radioaktivnih snovi do naslednje pregrade, četrta pregrada pa preprečuje neposredno sproščanje radioaktivnih snovi v okolje NEK. Letna doza na ograji NEK zaradi podaljšanja obratovalne dobe ne bo presegla omejitve 200 µSv, zato vpliv ocenjujemo kot nebistven.

Do trajnega vpliva na rastlinstvo in habitatne tipe v okolici NEK bi lahko prišlo v primeru večje nesreče z izpustom radioaktivnih snovi v okolje. V NEK so izvedli številne varnostne nadgradnje, zaradi katerih je možnost poškodbe sredice zelo majhna. NEK je bila projektirana tako, da je sposobna prenesti t.i. projektne nezgode in jih obvladati s svojimi varnostnimi sistemi. DEC-A opremo lahko NEK uporabi za preprečitev taljenja reaktorske sredice. DEC-B oprema pa je bila zagotovljena za obvladovanje dogodka, kjer bi lahko prišlo do zelo malo verjetne talitve sredice in je osredotočena na ščitenje zadnje bariere pred izpustom, to je integritete zadrževalnega hrama. Pasivni filtrski sistem služi za tlačno razbremenitev zadrževalnega hrama, ob tem, da za okolico škodljive snovi ostanejo ujete v filtrih. Direkten izpust v okolje je zato malo verjeten.

Vpliv posega na rastlinstvo in habitatne tipe v času obratovanja ocenjujemo s **(4)** – nebistven vpliv.

Celotni vpliv na rastlinstvo in habitatne tipe v času obratovanja ocenjujemo s **(4)** - nebistven vpliv.

5.14.1.2 Živalstvo

Vplivi na živalstvo se v primerjavi z obstoječim stanjem ne bodo spremenili, se bo pa podaljšalo njihovo trajanje.

Med obratovanjem NEK v okolje ne izpušča emisij ionizirajočega sevanja, ki bi lahko bistveno vplivale na živalstvo v okolici NEK (glej poglavje 5.11). Varnostni sistemi preprečujejo nekontrolirano sproščanje radioaktivnih snovi v okolje. Projektirani so varnostni sistemi, ki v vseh obratovalnih stanjih, tudi v primeru odpovedi določene opreme, zagotavljajo varnostne funkcije. Sproščanje radioaktivnih snovi v okolje preprečujejo 4 zaporedne varnostne pregrade. Osnovni cilj prvih treh pregrad je, da preprečijo prehod radioaktivnih snovi do naslednje pregrade, četrta pregrada pa preprečuje neposredno sproščanje radioaktivnih snovi v okolje NEK. Letna doza na ograji NEK zaradi podaljšanja obratovalne dobe ne bo presegla omejitve 200 µSv, zato vpliv ocenjujemo kot nebistven.

NEK je za potrebe zagotavljanja fizičnega varovanja v celoti zunanje osvetljena. Zunanja razsvetljava NEK je sestavni del tehničnih sistemov za zagotavljanje fizičnega varovanja, zato NEK ni zavezanka po Uredbi o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja (UL RS, št. 81/07, 109/07, 62/10, 46/13), temveč po Pravilniku o fizičnem varovanju jedrskih objektov, jedrskih in radioaktivnih snovi ter prevozov jedrskih snovi (UL RS, št. 17/13 in 76/17 - ZVISJV-1). Svetlobno onesnaževanje ima vpliv predvsem na nočno aktivne žuželke, kot je npr. rogač (*Lucanus cervus*), ki jih privlačijo umetni viri svetlobe in se zato namesto prehranjevanja ali iskanja spolnega partnerja preko noči zadržujejo pri svetilu. S podaljšanjem obratovanja se razsvetljava NEK ne bo spremenila. Glede na inventarizacijo hroščev (CKFF, 2008 /136/)

so največje gostote populacije rogača na levem bregu Save, na gozdnem območju, ki je od kompleksa NEK oddaljeno ca. 2,5 km. Vpliv bo nebistven.

NEK uporablja vodo iz Save, za kar ima izdano vodno dovoljenje /50/. Uporabljeno vodo NEK vrača nazaj v Savo, zato ne vpliva na hidrološki režim Save. Potencialni vpliv NEK na reko Savo predstavljajo tako le emisije snovi in toplote. Takšen vpliv je dolgoročen (tekom celotnega obratovanja) in daljinski. V nadaljevanju obravnavamo vplive različnih izpustov NEK na reko Savo in organizme v njej.

NEK pri obratovanju občasno kontrolirano izpušča v okolje tekočine iz izpustnih rezervoarjev. Tekočine z nizkimi aktivnostmi se izpuščajo v reko Savo skozi kanal bistvene oskrbne vode, ki je pred jezom elektrarne. Skozi kanal se izpuščajo radioaktivne tekočine iz odpadnih merilnih rezervoarjev in sistema za kaluženje uparjalnikov. Tekoče radioaktivne odpadke NEK čisti čistilna naprava, ki je sestavljena iz rezervoarjev, črpalk, filtrov, izparilnika in dveh demineralizatorjev. Kalužna voda iz uparjalnikov se čisti posebej. V tekočinskih izpustih NEK je redno prisoten tritij (H-3). Tritij je izotop, ki oddaja neprodorno beta sevanje, obenem pa je le malo radiotoksičen (mejna vrednost za tritij v pitni vodi je 100 Bq/l). V letu 2020 je bila povprečna mesečna koncentracija aktivnosti H-3 v Krškem pred NEK (naravno ozadje) malce pod 0,6 kBq/m^3, Dolgoletno povprečje (od leta 2002) mesečnih koncentracij aktivnosti H-3 v Brežicah je 4,0 kBq/m^3. Večmesečno povprečje (od julija 2017) mesečnih koncentracij aktivnosti H-3 na vzorčevalni postaji pred jezom HE Brežice pa je 2,9 kBq/m^3. Koncentracije aktivnosti tritija v Jesenicah na Dolenjskem so nižje zaradi dodatnega redčenja Save s Krko in Sotlo. Dolgoletno povprečje mesečnih koncentracij aktivnosti H-3 v Jesenicah na Dolenjskem je 2,4 kBq/m^3, v letu 2020 pa je bilo pod 1 kBq/m^3 (IJS, 2021 /87/), kar je močno pod mejno vrednostjo za pitno vodo. Skupna letna izpuščena aktivnost C-14 v Savo v letu 2020 je bila 0,3 GBq, vendar so bile izmerjene aktivnosti C-14 v savski vodi in v ribah nižje od trenutnih atmosferskih aktivnosti. V tekočinskih izpustih iz NEK I-131 v letu 2020 ni bil zaznan. Povprečne koncentracije I-131 v reki Savi v Brežicah so podobne kot v Savi v Ljubljani (3,4 Bq/m^3), prisotnost I-131 v reki Savi pa pripisujejo izpustom iz bolnišnic v reke, ki se izlivajo v Savo vzvodno od jezu NEK (Ljubljanica, Savinja). V vzorcih rib I-131 v letu 2020 ni bil zaznan (IJS, 2021/87/). Letni tekočinski izpust Cs-137 iz NEK v reko Savo v letu 2020 je bil 0,9 MBq, prispevka NEK pa ni mogoče ločiti od nehomogeno porazdeljene globalne kontaminacije (IJS, 2021 /87/). V letu 2020 je bila izpuščena aktivnost radioaktivnega stroncija (Sr-90) v reko Savo 0,04 MBq, prispevka NEK pa ni mogoče ločiti od nehomogeno porazdeljene globalne kontaminacije (IJS, 2021 /87/). Drugi fisijski in aktivacijski produkti (Co-58, Co-60, Mn-54, Ag-llOm, Cs-134, Sb-125) se redno pojavljajo v tekočinskih izpustih NEK. Skupna aktivnost teh radionuklidov v letu 2020 je bila vsaj šest velikostnih redov nižja od tritijeve, v zadnjih nekaj letih pa ni bil zaznan v okolju noben od naštetih radionuklidov (IJS, 2021 /87/). Ob delovanju jedrske elektrarne v Krškem so torej koncentracije aktivnosti izpuščenih radionuklidov, razen zelo nizko radiotoksičnega H-3, v okolju znatno pod detekcijskimi mejami (IJS, 2021 /87/). Vpliva na živalstvo v reki Savi zato ne pričakujemo.

V procesu priprave vode nastajajo odpadne vode pri protitočnem izpiranju filtrov za mehansko čiščenje surove vode in pri pranju membran in sistema reverzne osmoze. Odpadne vode se zbirajo v bazenu za odpadne vode (bazen za odpadno vodo PW) in predstavljajo odtok št. 11, s končnim iztokom "iztok 7". V primeru izpiranja sistema z uporabo jedkih kemikalij se vodo iz bazena odpadne vode prečrpa v nevtralizacijski bazen, kjer se kontinuirano meri vrednost pH in se pH pred izpustom v Savo tudi uravna. Ta pot je občasna in se uporablja le izjemoma, količine vode pa so majhne, zato bistvenega vpliva na živalstvo v Savi tudi v prihodnje ne pričakujemo.

Komunalna odpadna voda iz NEK se pred izpustom v reko Savo očisti na mali komunalni čistilni napravi z zmogljivostjo 700 PE. MKČN ima primarno in sekundarno čiščenje. V letu 2020 se je na čistilni napravi očistilo 10.000 m^3 odpadne vode, izmerjene vrednosti KPK in BPK na iztoku iz MKČN pa so bile močno pod dovoljenimi mejnimi vrednostmi /237/. Zaradi podaljšanja obratovanja NEK se letna količina in obremenjenost odpadne komunalne vode iz NEK ne bo spremenila, saj ni predvidene priključitve novih uporabnikov. Bistvenega vpliva na živalstvo v Savi zato ne pričakujemo.

V letu 2020 v NEK niso dodajali biocidov v noben sistem. Kvaliteta savske vode se je po prenehanju obratovanja celuloznega dela VIPAP bistveno izboljšala, zato tudi v prihodnje v NEK ne načrtujejo dodajanja biocidov v terciarni hladilni krog in tako vpliva na živalstvo v Savi ne pričakujemo.

Temperaturna obremenitev lahko vpliva na živalstvo v vodotoku posredno preko vpliva na vsebnost kisika ali neposredno zaradi vpliva na organizme, saj se pri višji temperaturi življenjski procesi odvijajo hitreje, različni organizmi pa imajo različen temperaturni optimum delovanja. Zaradi spremembe temperature vode tako lahko pride do spremembe rečne biocenoze. V spodnjem toku rek je vpliv temperature na združbe makroinvertebratov sicer nekoliko manjši kot v srednjem in zgornjem toku. Na ribe imajo največji vpliv temperaturni maksimumi v poletnih mesecih, saj lahko pride do poslabšanja kisikovih razmer ali pri zelo visokih temperaturah (nad 30 °C) celo do pregretja organizmov. Do neke mere se ribe tem vplivom lahko izognejo, tako da se umaknejo v hladnejše ali bolje ozračene dele reke.

NEK uporablja savsko vodo za hlajenje kondenzatorja in turbine ter za hlajenje varnostnih komponent. Varnostne komponente se hladijo preko sistema za hlajenje komponent. Ta sistem predstavlja dodatno varnostno pregrado proti eventualnim izpuščanjem radioaktivnih snovi in se hladi s sistemom varnostne oskrbe vode, ki zajema vodo iz Save. Iztok iz tega sistema je na mestu V1. V letu 2020 je bila povprečna T na iztoku V1 v juliju 22,16 °C /237/. Vpliv tega iztoka je lokalen in zaradi nizkega emisijskega deleža oddane toplote nebistven.

Sistem za hlajenje sekundarnega kroga (kondenzatorja in turbine) za hlajenje prav tako uporablja vodo iz Save, ki jo ogreto vrača na mestu V7-7 v iztok V7. Največji vpliv toplotne obremenitve je lokalno na mestu iztoka V7. Toplejša voda, ki izteka iz iztoka V7, se zaradi zmanjšane gostote v občutni meri drži blizu površine. Glede na model razporeda temperatur v akumulaciji HE Brežice /44/ gre za območje nekaj 100 m po iztoku V7, a ne po celotni širini struge, nato pa pride do premešanja vode. Emisijski delež oddane toplote na iztoku V7 v nobenem od dnevnih povprečij v letu 2020 ni prekoračil mejne vrednosti, določene v Okoljevarstvenem dovoljenju /237/. NEK redno izvaja meritve, ki zagotavljajo, da se upoštevajo pogoji iz veljavnega okoljevarstvenega dovoljenja /49/. Okoljevarstveno dovoljenje navaja pogoj, da mora NEK poskrbeti, da v nobenem obdobju leta zaradi sinergičnega delovanja iztoka industrijskih hladilnih odpadnih vod in drugih iztokov odpadnih vod reka Sava ne preseže naravne temperature za več kot 3 K. NEK mora pravočasno vključiti sistem recirkulacije hladilne vode preko hladilnih stolpov, da Sava ne preseže naravne temperature za več kot 3 K. V primeru, da kombinirani sistem hlajenja ne zadošča za izpolnjevanje tega pogoja, mora NEK ustrezno zmanjšati moč elektrarne. Sprememba temperature reke Save (Δ T) v točki popolnega premešanja (hipotetična točka, definirana približno na lokaciji starega jeklenega mostu v Brežicah) je izračunana s pomočjo enačbe, ki je podrobneje pojasnjena v poglavju 4.4.4.1.

Po podatkih NEK je bila povprečna temperatura Save v točki popolnega premešanja (izračunana kot temperatura reke Save na vstopu SW/CW + Δ T) v letu 2020 v juliju in avgustu 22-23 °C. Med leti 2010 in 2020 je v točki popolnega premešanja povprečna temperatura Save dnevno le redko presegla 27 °C (štirikrat v juliju 2015, enkrat v avgustu 2017 in štirikrat v avgustu 2018), nikoli pa ni presegla 28 °C, kolikor je meja za čezmerno toplotno obremenitev ciprinidnih voda po Uredbi o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (UL RS, št. 64/12, 64/14 in 98/15). Podatki o povprečni temperaturi reke Save v točki popolnega premešanja za leta 2018-2020 so v **Prilogi 6** tega poročila. Za omilitev vpliva toplotnega onesnaževanja bo morala NEK še naprej upoštevati določila OVD. Ob upoštevanju določil OVD bistvenega vpliva tudi ob podaljšanju obratovanja NEK ne pričakujemo.

V reki Savi se je po iztoku iz NEK leta 2017 pojavilo penjenje vode. Pojav pen na reki Savi dolvodno od izpusta NEK je bil preučen v poročilu /45/ »Skupno zaključno poročilo preiskav in analiz v akumulacijskih bazenih HE Brežice, HE Krško, HE Arto-Blanca in HE Boštanj ter raziskav vzrokov penjenja vode, Limnos d.o.o., 10. 9. 2017«. V poročilu ugotavljajo, da je k pojavu pen pomembno prispevalo organsko onesnaženje Save gorvodno od NEK, kar dokazujejo visoke vrednosti BPK5 in KPK na vzorčevalnih mestih pred NEK. Posledica organskega onesnaženja je povečana količina bakterij, ki proizvajajo CO_2, ki povzroča penjenje vode. Na iztoku V7 se v Savo odvaja voda, ki se uporablja za hlajenje kondenzatorja in turbine, torej le ogreta savska voda. V izpustih NEK tako ni snovi, ki bi prispevale k penjenju, vendar se po iztoku iz NEK zaradi padca in mešanja vode plini bolj intenzivno sproščajo – CO_2, ki je v hladni vodi bolje topen, se pri prehodu v toplejšo vodo sprošča v zrak, zato na površju vode lahko prihaja do pojava pen. Tako je pena na reki Savi, kot kaže, naraven pojav in posledica bioprodukcijskih procesov mikroorganizmov v savski vodi. Vzorčenje alg v penah na iztoku NEK je pokazalo prisotnost predvsem

zelenih alg in diatomej, medtem ko so bile cianobakterije, ki lahko proizvajajo toksine, redke. Pene tako predvidoma ne predstavljajo neposredne nevarnosti za vodne organizme. V odvzetih vzorcih so bile prisotne tudi nekatere vrste alg, ki lahko povzročijo vodni cvet, a do samega pojava cvetenja alg tekom raziskave ni prišlo. Po polnitvi akumulacije HE Brežice penjenje ni bilo več tako opazno in v zadnjih letih do ponovnega penjenja ni prišlo. Glede na rezultate vrednotenja ekološkega stanja Save na območju akumulacije HE Brežice je bilo stanje parametra saprobnosti, ki je osnovan na združbi bentoških nevretenčarjev, v letu 2018 dobro (spletna stran HESS, 2019). Kot je razvidno iz državnega monitoringa ekološkega stanja Save v Jesenicah na Dolenjskem, je bilo v obdobju 2012-2019 ekološko stanje Save ocenjeno kot dobro. Modul trofičnost in moduli saprobnosti tako za fitobentos in makrofite kot za bentoške nevretenčarje, so bili v 2016 in 2018 ocenjeni celo kot 'zelo dobro' (/95/, /96/, /97/, /98/, /99/, /100/, /101/, /102/), zato menimo, da morebitni lokalni pojav pene nima bistvenega vpliva na savski ekosistem. V primeru, da bi se pene v reki Savi ponovno pojavile, se lahko izvede analiza sestave pene in spremlja njen razkroj.

Monitoring reke Save /103/, ki poteka na treh mestih (v NEK pri odvzemnem mestu za hladilno vodo, pred NEK na desnem bregu Save in v Brežicah pri cestnem mostu) sicer kaže, da se je organsko onesnaženje v letu 2019 glede na dolgoletni trend nekoliko zmanjšalo. Najvišja izmerjena vrednost KPK v 2019 je bila v novembru na vzorčnem mestu pred NEK na desnem bregu Save, in sicer 10,63 mg/l. Najvišja izmerjena vrednost BPK_5 v 2019 pa je bila v marcu, prav tako na vzorčnem mestu pred NEK na desnem bregu Save, in sicer 1,60 mg/l. Glede na Uredbo o stanju površinskih voda (UL RS, št. 14/09, 98/10, 96/13 in 24/16) je mejna vrednost za BPK_5 za zelo dobro ekološko stanje rek 1,6 - 2,4 mg/l. Glede na Uredbo o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib (UL RS, št. 46/02 in 41/04 – ZVO-1) pa je priporočena vrednost za salmonidne vode < 3 mg/l, za ciprinidne vode pa < 6 mg/l. V Savi dolvodno od NEK prevladujejo ciprinidne vrste rib, za katere so izmerjeni parametri povsem ustrezni. Obravnavani odsek reke Save sicer glede na Pravilnik o določitvi odsekov površinskih voda, pomembnih za življenje sladkovodnih vrst rib (UL RS, št. 28/05 in 8/18) ni opredeljen kot odsek, ki bi bil pomemben za življenje sladkovodnih vrst rib. Zato tu tudi ni predviden monitoring kakovosti voda za življenje sladkovodnih vrst rib, katerega mora po 8. členu Uredbe o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib (UL RS, št. 46/02 in 41/04 – ZVO-1) zagotavljati ministrstvo, pristojno za varstvo okolja.

Dolvodno od izpustov NEK se redni državni monitoring ekološkega stanja rek izvaja na vodnem telesu Sava mejni odsek (SI1VT930), kjer je merilno mesto v Jesenicah na Dolenjskem. Ekološko stanje je bilo v 2009 in 2011 ocenjeno kot zmerno (v 2009 je bil kot zmeren ocenjen parameter fitobentos in makrofiti – modul trofičnost , v 2011 pa parameter fitobentos in makrofiti – modul saprobnost), v 2010 in obdobju 2012-2019 pa je bilo ekološko stanje ocenjeno kot dobro. Modul trofičnost in moduli saprobnosti tako za fitobentos in makrofite kot za bentoške nevretenčarje, so bili v 2016 in 2018 ocenjeni celo kot zelo dobro (/95/, /96/, /97/, /98/, /99/, /100/, /101/, /102/). Obratovanje NEK torej nima bistvenega vpliva na ekološko stanje Save.

Do trajnega vpliva na živalstvo v okolici NEK bi lahko prišlo v primeru večje nesreče z izpustom radioaktivnih snovi v okolje. V NEK so izvedli številne varnostne nadgradnje, zaradi katerih je možnost poškodbe sredice zelo majhna. NEK je bila projektirana tako, da je sposobna prenesti t.i. projektne nezgode in jih obvladati s svojimi varnostnimi sistemi. DEC-A opremo lahko NEK uporabi za preprečitev taljenja reaktorske sredice. DEC-B oprema pa je bila zagotovljena za obvladovanje dogodka, kjer bi lahko prišlo do zelo malo verjetne talitve sredice in je osredotočena na ščitenje zadnje bariere pred izpustom, to je integritete zadrževalnega hrama. Pasivni filtrski sistem služi za tlačno razbremenitev zadrževalnega hrama, ob tem, da za okolico škodljive snovi ostanejo ujete v filtrih. Direkten izpust v okolje je zato malo verjeten.

Vpliv posega na živalstvo v času obratovanja ocenjujemo s **(3)** - nebistven vpliv, zaradi izvedbe omilitvenih ukrepov, pri čemer upoštevamo ukrepe, ki jih NEK že izvaja in jih bo morala izvajati tudi v času podaljšanega obratovanja za preprečevanje čezmernih obremenitev zaradi odvajanja odpadnih vod reko Savo (parametri odpadnih vod pod mejnimi vrednostmi, določenimi v okoljevarstvenem dovoljenju glede emisij v vode).

Na spodnjem delu reke Save je zgrajena veriga hidroelektrarn (Vrhovo, Boštanj, Arto - Blanca, Krško, Brežice), za katero je načrtovano, da se zaključi s HE Mokrice na območju POO Spodnja Sava. Potencialni kumulativni vpliv na temperaturo reke Save zaradi toplotnih izpustov NEK in zaradi upočasnjenega toka Save v akumulacijah HE je bil obravnavan že v študiji Toplotne obremenitve Save (medsebojni vpliv energetskih objektov ob in na reki Savi z vidika toplotne obremenitve Save - revizija A. IBE 2012), kjer so ugotovili, da je povišana temperatura Save najverjetneje posledica naravnega zvišanja temperature rečne vode in ne izgradnje HE. Ta analiza je bila opravljena v letu 2012, ko ni bila zgrajena še niti HE Krško, zato je bila kasneje izvedena še analiza termike Save v razširjeni verigi HE, ki vključuje tudi nadpovprečno toplo poletje 2019 (Energetski objekti ob in na reki Savi. Analiza rečnih temperatur na spodnji Savi v juliju in avgustu 2019 ter verifikacija dosedanjih študij – revizija A. IBE, april 2020) /104/. Glede na meritve v navedeni najnovejši študiji je med NEK in iztokom iz HE Brežice v juliju 2019 prišlo do upada temperature Save v višini -0,54 °C. Akumulacija HE Brežice ima tako hladilni učinek na vodo, ki priteka na območje POO Spodnja Sava. Glede na najnovejšo študijo IBE /104/ so prirastki srednjih mesečnih temperatur Save na območju Čateža v zadnjih 18 letih manjši kot v predhodnem obdobju, zato sklepajo, da veriga HE ne zvišuje srednjih rečnih temperatur. V študiji tudi pričakujejo, da se bo v pretočni akumulaciji načrtovane HE Mokrice srednja mesečna temperatura v poletnih mesecih glede na obstoječe stanje dvignila le za približno 0,1 do 0,2 °C, torej minimalno. Kumulativnega oziroma sinergijskega vpliva na temperaturo reke Save zaradi toplotnih izpustov NEK in zaradi upočasnjenega toka Save v obstoječih akumulacijah HE in načrtovani pretočni akumulaciji HE Mokrice zato ne pričakujemo.

Celotni vpliv na živalstvo v času obratovanja ocenjujemo s **(3)** - nebistven vpliv, zaradi izvedbe omilitvenih ukrepov, pri čemer upoštevamo ukrepe, ki jih NEK že izvaja in jih bo morala izvajati tudi v času podaljšanega obratovanja za preprečevanje čezmernih obremenitev zaradi odvajanja odpadnih vod reko Savo (parametri odpadnih vod pod mejnimi vrednostmi, določenimi v okoljevarstvenem dovoljenju glede emisij v vode).

5.14.1.3 EPO in naravne vrednote

EPO Sava od Radeč do državne meje (ID 63700)
Del ekološko pomembnega območja je tudi odsek Save na Krško-Brežiškem polju od Krškega do izliva Sotle. Obravnavani poseg fizično posega v območje z jezom na reki Savi. Po izgradnji HE Brežice se je gladina vode na območju NEK dvignila za 3 m, zato uravnavanje gladine z zapornicami na jezu NEK ni več potrebno in so zapornice ves čas dvignjene. Jez NEK je tako sedaj za ribe povsem prehoden. NEK v Savo odvaja tudi odpadne vode. Podrobnejši opis vpliva odpadnih voda NEK na reko Savo in organizme v njej je opisan zgoraj v poglavju 5.14.1.2 Živalstvo. Na podlagi državnega monitoringa je ekološko stanje reke Save dolvodno od NEK ocenjeno kot dobro. NEK obratuje skladno z z okoljevarstvenim dovoljenjem /49/. Za omilitev vpliva toplotnega onesnaževanja bo morala NEK še naprej upoštevati določila OVD. Ob upoštevanju določil OVD bistvenega vpliva tudi ob podaljšanju obratovanja NEK ne pričakujemo.

NV Libna – lipa pri cerkvi (ID 7860)
Med obratovanjem NEK v okolje ne izpušča emisij ionizirajočega sevanja, ki bi lahko bistveno vplivale na NV Libna – lipa pri cerkvi. Meritve radioaktivnosti v okolici NEK, kažejo, da je vpliv nebistven že v jabolkih v neposredni bližini NEK. Zaradi velike oddaljenosti NV Libna – lipa pri cerkvi je vpliv še toliko manjši.

NV Stari Grad – gramoznica (ID 7861)
NEK stoji tik ob reki Savi in savsko vodo uporablja za hlajenje. Med obratovanjem nadzorovano izpušča nekaj radioaktivnih snovi v reko Savo, ki vsaj delno napaja nekatere podzemne vodonosnike krškobrežiškega polja. Količine umetnih radionuklidov zaradi tekočinskih in zračnih izpustov NEK v podzemni vodi so zanemarljive v primerjavi s prispevkom zaradi umetnih radionuklidov iz splošne kontaminacije in naravnih radionuklidov zaradi naravnega sevanja /87/. Vpliv na vodo v NV Stari Grad – gramoznica je zato nebistven.

Vpliv posega na naravne vrednote v času obratovanja ocenjujemo s **(4)** – nebistven vpliv.
Vpliv posega na EPO v času obratovanja ocenjujemo s **(3)** - nebistven vpliv, zaradi izvedbe omilitvenih ukrepov, pri čemer upoštevamo ukrepe, ki jih NEK že izvaja in jih bo morala izvajati tudi v času podaljšanega obratovanja, za preprečevanje čezmernih obremenitev zaradi odvajanja odpadnih vod reko Savo (parametri odpadnih vod pod mejnimi vrednostmi, določenimi v okoljevarstvenem dovoljenju glede emisij v vode).

Celotni vpliv na naravne vrednote v času obratovanja ocenjujemo s **(4)** - nebistven vpliv.
Celotni vpliv na EPO v času obratovanja ocenjujemo s **(3)** - nebistven vpliv, zaradi izvedbe omilitvenih ukrepov, pri čemer upoštevamo ukrepe, ki jih NEK že izvaja in jih bo morala izvajati tudi v času podaljšanega obratovanja, za preprečevanje čezmernih obremenitev zaradi odvajanja odpadnih vod reko Savo (parametri odpadnih vod pod mejnimi vrednostmi, določenimi v okoljevarstvenem dovoljenju glede emisij v vode).

5.14.1.4 Varovana območja

Na podlagi Uredbe o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000) (UL RS, št. 49/04, 110/04, 59/07, 43/08, 8/12, 33/13, 35/13 – popr., 39/13 – odl. US, 3/14, 21/16 in 47/18) se v pravni red Republike Slovenije prenašata Direktiva Sveta 92/43/EGS z dne 21. maja 1992 o ohranjanju naravnih habitatov ter prosto živečih živalskih in rastlinskih vrst (UL L št. 206 z dne 22. 7. 1992, str. 7), zadnjič spremenjena z Direktivo Sveta 2013/17/EU z dne 13. maja 2013 o prilagoditvi nekaterih direktiv na področju okolja zaradi pristopa Republike Hrvaške (UL L št. 158 z dne 10. 6. 2013, str. 193), in Direktiva 2009/147/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 30. novembra 2009 o ohranjanju prosto živečih ptic (UL L št. 20 z dne 26. 1. 2010, str. 7), zadnjič spremenjena z Direktivo Sveta 2013/17/EU z dne 13. maja 2013 o prilagoditvi nekaterih direktiv na področju okolja zaradi pristopa Republike Hrvaške (UL L št. 158 z dne 10. 6. 2013, str. 193). Za presojo sprejemljivosti vplivov na varovana območja je bil izdelan Dodatek za presojo sprejemljivosti vplivov na varovana območja, v skladu s Pravilnikom o presoji sprejemljivosti vplivov izvedbe planov in posegov v naravo na varovana območja (UL RS, št. 130/04, 53/06, 38/10, 3/11), ki je dodatek k PVO. Spodaj so povzeti vplivi na varovana območja.

POO Vrbina (SI3000234)
Med obratovanjem NEK v okolje ne izpušča emisij ionizirajočega sevanja, ki bi lahko vplivale na POO Vrbina. Varnostni sistemi preprečujejo nekontrolirano sproščanje radioaktivnih snovi v okolje. Projektirani so varnostni sistemi, ki v vseh obratovalnih stanjih, tudi v primeru odpovedi določene opreme, zagotavljajo varnostne funkcije. Sproščanje radioaktivnih snovi v okolje preprečujejo 4 zaporedne varnostne pregrade. Osnovni cilj prvih treh pregrad je, da preprečijo prehod radioaktivnih snovi do naslednje pregrade, četrta pregrada pa preprečuje neposredno sproščanje radioaktivnih snovi v okolje NEK. Letna doza na ograji NEK zaradi podaljšanja obratovalne dobe ne bo presegla omejitve 200 μSv. Vplivov ionizirajočega sevanja na POO Vrbina zato tudi po podaljšanju obratovanja NEK ne pričakujemo.

Svetlobno onesnaževanje ima vpliv predvsem na nočno aktivne žuželke, ki jih privlačijo umetni viri svetlobe in se zato namesto prehranjevanja ali iskanja spolnega partnerja preko noči zadržujejo pri svetilu. Vpliv je dolgoročen in daljinski. Za kvalifikacijsko vrsto rogač (*Lucanus cervus*) je v PUN opredeljen cilj, da se ohrani stanje brez stalnih svetlobnih teles. S podaljšanjem obratovanja se razsvetljava NEK ne bo spremenila, ohranilo se bo obstoječe stanje, zato vpliva na varstveni cilj ne bo. Glede na inventarizacijo hroščev (CKFF, 2008 /136/) so največje gostote populacije rogača na območju POO Vrbina na levem bregu, ki je od kompleksa NEK oddaljeno ca. 2,5 km. Vpliv na rogača bo zaradi oddaljenosti nebistven. Vpliva na druge kvalifikacijske vrste zaradi svetlobnega onesnaževanja ne pričakujemo.

Do trajnega vpliva na habitatne tipe in kvalifikacijske vrste POO Vrbina bi lahko prišlo le v primeru večje nesreče z izpustom radioaktivnih snovi v okolje. V NEK so izvedli številne varnostne nadgradnje, zaradi katerih je možnost poškodbe sredice zelo majhna. NEK je bila projektirana tako, da je sposobna prenesti t.i. projektne nezgode in jih obvladati s svojimi varnostnimi sistemi. DEC-A opremo lahko NEK uporabi za preprečitev taljenja reaktorske sredice. DEC-B oprema pa je bila zagotovljena za obvladovanje

dogodka, kjer bi lahko prišlo do zelo malo verjetne talitve sredice in je osredotočena na ščitenje zadnje bariere pred izpustom, to je integritete zadrževalnega hrama. Pasivni filtrski sistem služi za tlačno razbremenitev zadrževalnega hrama, ob tem, da za okolico škodljive snovi ostanejo ujete v filtrih. Direkten izpust v okolje je zato malo verjeten.

POO Spodnja Sava (SI3000304)

POO Spodnja Sava je približno 8 km dolvodno od iztokov iz NEK. Potencialni daljinski vpliv NEK na POO Spodnja Sava in kvalifikacijsko vrsto platnica predstavljajo le emisije snovi in toplote v reko Savo. NEK pri normalnem obratovanju občasno kontrolirano izpušča v okolje tekočine iz izpustnih rezervoarjev. Tekočine z nizkimi aktivnostmi se izpuščajo v reko Savo skozi kanal bistvene oskrbne vode, ki je pred jezom elektrarne. Skozi kanal se izpuščajo radioaktivne tekočine iz odpadnih merilih rezervoarjev in sistema za kaluženje uparjalnikov. Tekoče radioaktivne odpadke NEK čisti čistilna naprava, ki je sestavljena iz rezervoarjev, črpalk, filtrov, izparilnika in dveh demineralizatorjev. Kalužna voda iz uparjalnikov se čisti posebej. NEK redno spremlja vsebnost radioaktivnih snovi v tkivih rib. Spremljanje je vključeno v Program meritev radioaktivnosti v okolici NEK, meritve izvajajo zunanji izvajalci IJS, IRB in ZVD, rezultati pa so podani v Letnih poročilih o nadzoru radioaktivnosti v okolici NEK. V tekočinskih izpustih NEK je redno prisoten tritij (H-3). Tritij je izotop, ki oddaja neprodorno beta sevanje, obenem pa je le malo radiotoksičen (mejna vrednost za tritij v pitni vodi je 100 Bq/l). V letu 2020 je bila povprečna mesečna koncentracija aktivnosti H-3 v Krškem pred NEK (naravno ozadje) malce pod 0,6 kBq/m^3, Dolgoletno povprečje (od leta 2002) mesečnih koncentracij aktivnosti H-3 v Brežicah je 4,0 kBq/m^3. Večmesečno povprečje (od julija 2017) mesečnih koncentracij aktivnosti H-3 na vzorčevalni postaji pred jezom HE Brežice je 2,9 kBq/m^3. Koncentracije aktivnosti tritija v Jesenicah na Dolenjskem so nižje zaradi dodatnega redčenja Save s Krko in Sotlo. Dolgoletno povprečje mesečnih koncentracij aktivnosti H-3 v Jesenicah na Dolenjskem je 2,4 kBq/m^3, v letu 2020 pa je bilo pod 1 kBq/m^3 (IJS, 2021), kar je močno pod mejno vrednostjo za pitno vodo. Skupna letna izpuščena aktivnost C-14 v Savo v letu 2020 je bila 0,3 GBq, vendar so bile izmerjene aktivnosti C-14 v savski vodi in v ribah nižje od trenutnih atmosferskih aktivnosti.

V tekočinskih izpustih iz NEK I-131 v letu 2020 ni bil zaznan. Povprečne koncentracije I-131 v reki Savi v Brežicah so podobne kot v Savi v Ljubljani (3,4 Bq/m^3), prisotnost I-131 v reki Savi pa pripisujejo izpustom iz bolnišnic v reke, ki se izlivajo v Savo vzvodno od jezu NEK (Ljubljanica, Savinja). V vzorcih rib I-131 v letu 2020 ni bil zaznan (IJS, 2021). Letni tekočinski izpust Cs-137 iz NEK v reko Savo v letu 2020 je bil 0,9 MBq, prispevka NEK pa ni mogoče ločiti od nehomogeno porazdeljene globalne kontaminacije (IJS, 2021). V letu 2020 je bila izpuščena aktivnost radioaktivnega stroncija (Sr-90) v reko Savo 0,04 MBq, prispevka NEK pa ni mogoče ločiti od nehomogeno porazdeljene globalne kontaminacije (IJS, 2021). Drugi fisijski in aktivacijski produkti (Co-58, Co-60, Mn-54, Ag-llOm, Cs-134, Sb-125) se redno pojavljajo v tekočinskih izpustih NEK. Skupna aktivnost teh radionuklidov v letu 2020 je bila vsaj šest velikostnih redov nižja od tritijeve, v zadnjih nekaj letih pa ni bil zaznan v okolju noben od naštetih radionuklidov (IJS, 2021). Ob delovanju jedrske elektrarne v Krškem so torej koncentracije aktivnosti izpuščenih radionuklidov, razen zelo nizko radiotoksičnega H-3, v okolju znatno pod detekcijskimi mejami (IJS, 2021). Vpliv radioaktivnih izpustov na platnico in POO Spodnja Sava zato ocenjujemo kot nebistven.

V procesu priprave vode nastajajo odpadne vode pri protitočnem izpiranju filtrov za mehansko čiščenje surove vode in pri pranju membran in sistema reverzne osmoze. Odpadne vode se zbirajo v bazenu za odpadne vode (bazen za odpadno vodo PW) in predstavljajo odtok št. 11, s končnim iztokom "iztok 7". V primeru izpiranja sistema z uporabo jedkih kemikalij se vodo iz bazena odpadne vode prečrpa v nevtralizacijski bazen, kjer se kontinuirano meri vrednost pH in se pH pred izpustom v Savo tudi uravna. Ta pot je občasna in se uporablja le izjemoma, količine vode pa so majhne, zato vpliv na platnico in POO Spodnja Sava ocenjujemo kot nebistven in bo nebistven tudi ob podaljšanju obratovanja NEK.

Komunalna odpadna voda iz NEK se pred izpustom v reko Savo očisti na mali komunalni čistilni napravi z zmogljivostjo 700 PE. MKČN ima primarno in sekundarno čiščenje. V letu 2020 se je na čistilni napravi očistilo 10.000 m^3 odpadne vode, izmerjene vrednosti KPK in BPK na iztoku iz MKČN pa so bile močno pod dovoljenimi mejnimi vrednostmi. Zaradi podaljšanja obratovanja NEK se količina in obremenjenost odpadne komunalne vode iz NEK ne bo spremenila, saj ni predvidene priključitve novih uporabnikov. Vpliva na platnico in POO Spodnja Sava zato ne pričakujemo.

V letu 2020 v NEK niso dodajali biocidov v noben sistem. Kvaliteta savske vode se je po prenehanju obratovanja celuloznega dela VIPAP bistveno izboljšala, zato tudi v prihodnje v NEK ne načrtujejo dodajanja biocidov v terciarni hladilni krog. Vpliva na platnico in POO Spodnja Sava zato tudi ob podaljšanju obratovanja NEK ne pričakujemo.

NEK uporablja savsko vodo za hlajenje kondenzatorja in turbine ter za hlajenje varnostnih komponent. Varnostne komponente se hladijo preko sistema za hlajenje komponent. Ta sistem predstavlja dodatno varnostno pregrado proti eventualnim izpuščanjem radioaktivnih snovi in se hladi s sistemom varnostne oskrbe vode, ki zajema vodo iz Save. Sistem za hlajenje sekundarnega kroga (kondenzatorja in turbine) zajema vodo iz Save, a v primerih, ko ni mogoče dovolj izdatno hlajenje s savsko vodo, uporablja NEK hladilne celice (dve bateriji po šest celic in ena baterija po štiri celice), tako da odvzema neposredno iz Save samo del potrebne vode, drugi del pa recirkulira preko hladilnih celic, kjer se zračno hladi. Hladilna odpadna voda se pred iztokom v Savo ne čisti. NEK redno izvaja meritve, ki zagotavljajo, da se upoštevajo pogoji iz veljavnega okoljevarstvenega dovoljenja /49/. Okoljevarstveno dovoljenje navaja pogoj, da mora NEK poskrbeti, da v nobenem obdobju leta zaradi sinergičnega delovanja iztoka industrijskih hladilnih odpadnih vod in drugih iztokov odpadnih vod reka Sava ne preseže naravne temperature za več kot 3 K. NEK mora pravočasno vključiti sistem recirkulacije hladilne vode preko hladilnih stolpov, da Sava ne preseže naravne temperature za več kot 3 °C. V primeru, da kombinirani sistem hlajenja ne zadošča za izpolnjevanje tega pogoja, mora NEK ustrezno zmanjšati moč elektrarne. Emisijski delež oddane toplote na iztokih malega in velikega hladilnega sistema ter skupni emisijski delež oddane toplote v nobenem od dnevnih povprečij v letu 2020 niso prekoračili mejne vrednosti, določene v Okoljevarstvenem dovoljenju /237/. Za omilitev vpliva toplotnega onesnaževanja bo morala NEK še naprej upoštevati določila OVD. Dolvodno od izpustov NEK se izvaja redni državni monitoring ekološkega stanja rek na vodnem telesu Sava mejni odsek (SI1VT930), kjer je merilno mesto v Jesenicah na Dolenjskem. Ekološko stanje je bilo v 2009 in 2011 ocenjeno kot zmerno (v 2009 je bil kot zmeren ocenjen parameter fitobentos in makrofiti – modul trofičnost, v 2011 pa parameter fitobentos in makrofiti – modul saprobnost), v 2010 in obdobju 2012-2019 pa je bilo ekološko stanje ocenjeno kot dobro. Modul trofičnost in moduli saprobnosti tako za fitobentos in makrofite kot za bentoške nevretenčarje, so bili v 2016 in 2018 ocenjeni celo kot zelo dobro, kar kaže, da reka Sava na tem mestu ni organsko onesnažena dobro (/95/, /96/, /97/, /98/, /99/, /100/, /101/, /102/). Monitoring reke Save /103/, ki poteka na treh mestih (v NEK pri odvzemnem mestu za hladilno vodo, pred NEK na desnem bregu Save in v Brežicah pri cestnem mostu) kaže, da se je organsko onesnaženje v letu 2019 glede na dolgoletni trend zmanjšalo. Najvišja izmerjena vrednost KPK v 2019 je bila v novembru na vzorčnem mestu pred NEK na desnem bregu Save, in sicer 10,63 mg/l. Najvišja izmerjena vrednost BPK5 v 2019 pa je bila v marcu, prav tako na vzorčnem mestu pred NEK na desnem bregu Save, in sicer 1,60 mg/l. Glede na Uredbo o stanju površinskih voda (UL RS, št. 14/09, 98/10, 96/13 in 24/16) je mejna vrednost za BPK5 za zelo dobro ekološko stanje rek 1,6 - 2,4 mg/l. Glede na Uredbo o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib (UL RS, št. 46/02 in 41/04 – ZVO-1) pa je priporočena vrednost za salmonidne vode < 3 mg/l, za ciprinidne vode pa < 6 mg/l. Toplotni izpusti iz NEK tako ne poslabšujejo pogojev za življenje platnice, ki je ciprinidna vrsta, na območju POO Spodnja Sava. Ob upoštevanju določil OVD bistvenega vpliva tudi ob podaljšanju obratovanja NEK ne pričakujemo.

Do trajnega vpliva na okolje in tudi na POO Spodnja Sava bi lahko prišlo v primeru večje nesreče z izpustom radioaktivnih snovi v okolje. V NEK so izvedli številne varnostne nadgradnje, zaradi katerih je možnost poškodbe sredice zelo majhna. NEK je bila projektirana tako, da je sposobna prenesti t.i. projektne nezgode in jih obvladati s svojimi varnostnimi sistemi. DEC-A opremo lahko NEK uporabi za preprečitev taljenja reaktorske sredice. DEC-B oprema pa je bila zagotovljena za obvladovanje dogodka, kjer bi lahko prišlo do zelo malo verjetne talitve sredice in je osredotočena na ščitenje zadnje bariere pred izpustom, to je integritete zadrževalnega hrama. Pasivni filtrski sistem služi za tlačno razbremenitev zadrževalnega hrama, ob tem, da za okolico škodljive snovi ostanejo ujete v filtrih. V primeru obravnavanih nesreč (DBA in DEC-B) ne pride do tekočinskih izpustov v Savo. Vsa hladilna voda se zadrži znotraj zadrževalnega hrama in pomožne zgradbe, ki je projektirana za sisteme in komponente, ki vsebujejo radioaktivni material (kontaminirano radioaktivno vodo).

Na spodnjem delu reke Save je zgrajena veriga hidroelektrarn (Vrhovo, Boštanj, Arto - Blanca, Krško, Brežice), za katero je načrtovano, da se zaključi s HE Mokrice na območju POO Spodnja Sava. V študiji IJS /105/ je bilo izraženo mnenje, da bi lahko zaradi povišane koncentracije fosfatov v Savi ob izgradnji HE Brežice zaradi počasnejšega toka vode in višjih temperatur v površinskem sloju vode prišlo v akumulaciji HE Brežice do pojava evtrofikacije, kar bi lahko poslabšalo kakovost Save. NEK nima izpustov, ki bi povečevali vsebnost hranil v Savi in ne predstavlja vzroka za evtrofikacijo. Po izračunih študije IBE (2019) bo zadrževalni čas v načrtovani akumulaciji HE Mokrice najkrajši od vseh akumulacij na spodnjem delu Save in hitrosti toka največje, kar pomeni zmanjšano možnost pojava evtrofikacije na območju POO Spodnja Sava. Potencialni kumulativni vpliv na temperaturo reke Save zaradi toplotnih izpustov NEK in zaradi upočasnjenega toka Save v akumulacijah HE je bil obravnavan že v študiji Toplotne obremenitve Save (medsebojni vpliv energetskih objektov ob in na reki Savi z vidika toplotne obremenitve Save - revizija A. IBE 2012), kjer so ugotovili, da je povišana temperatura Save najverjetneje posledica naravnega zvišanja temperature rečne vode in ne izgradnje HE. Ta analiza je bila opravljena v letu 2012, ko ni bila zgrajena še niti HE Krško, zato je bila kasneje izvedena še analiza termike Save v razširjeni verigi HE, ki vključuje tudi nadpovprečno toplo poletje 2019 (Energetski objekti ob in na reki Savi. Analiza rečnih temperatur na spodnji Savi v juliju in avgustu 2019 ter verifikacija dosedanjih študij – revizija A. IBE, april 2020) /104/. Glede na meritve v navedeni najnovejši študiji je med NEK in iztokom iz HE Brežice v juliju 2019 prišlo do upada temperature Save v višini -0,54 °C. Akumulacija HE Brežice ima tako hladilni učinek na vodo, ki priteka na območje POO Spodnja Sava. Glede na najnovejšo študijo IBE /104/ so prirastki srednjih mesečnih temperatur Save na območju Čateža v zadnjih 18 letih manjši kot v predhodnem obdobju, zato sklepajo, da veriga HE ne zvišuje srednjih rečnih temperatur. V študiji tudi pričakujejo, da se bo v pretočni akumulaciji načrtovane HE Mokrice srednja mesečna temperatura v poletnih mesecih glede na obstoječe stanje dvignila le za približno 0,1 do 0,2 °C, torej minimalno. Po izračunih študije IBE (2019) bo zadrževalni čas v načrtovani akumulaciji HE Mokrice najkrajši od vseh akumulacij na spodnjem delu Save in hitrosti toka največje, kar pomeni zmanjšano možnost pojava evtrofikacije. Glede na to, da v akumulaciji HE Brežice niso zaznali bistvenega poslabšanja parametrov ekološkega stanja /46/ ter da se, kot je razvidno iz državnega monitoringa ekološkega stanja Save v Jesenicah na Dolenjskem (glej opis zgoraj glede vpliva toplotnih izpustov NEK), po izgradnji verige HE tudi dolvodno ekološko stanje Save ni poslabšalo, sklepamo, da tudi v primeru akumulacije HE Mokrice bistvenega poslabšanja ekološkega stanja ne bo. Bistvenega kumulativnega vpliva na POO Spodnja Sava tako ne pričakujemo.

Vpliv posega in celotni vpliv na varovana območja v času obratovanja ocenjujemo s **(3)** - nebistven vpliv, zaradi izvedbe omilitvenih ukrepov, pri čemer upoštevamo ukrepe, ki jih NEK že izvaja in jih bo morala izvajati tudi v času podaljšanega obratovanja, za preprečevanje čezmernih obremenitev zaradi odvajanja odpadnih vod reko Savo (parametri odpadnih vod pod mejnimi vrednostmi, določenimi v okoljevarstvenem dovoljenju glede emisij v vode).

5.14.2 Opustitev posega

V času opustitve posega (glej poglavje 2.18) jedrsko gorivo ne bo več v reaktorju, ampak bo varno shranjeno v bazenu za izrabljeno gorivo in/ali v suhem skladišču za izrabljeno gorivo. Hlajenje reaktorja tako ne bo več potrebno, toplotne emisije v Savo se bodo močno zmanjšale. Še vedno bo potrebno hlajenje bazena za izrabljeno gorivo preko sistema bistvene oskrbne vode. Vpliv iztoka iz tega sistema je lokalen in zaradi nizkega emisijskega deleža oddane toplote nebistven. Obratovanje hladilnih stolpov ne bo več potrebno. NEK bo še vedno zagotavljala nadzor nad jedrskimi materiali, vpliv ionizirajočega sevanja bo nebistven.

Vpliv posega in celotni vpliv na naravo v primeru opustitve posega ocenjujemo s **(4)** – nebistven vpliv.

5.15 VPLIVI NA ZEMLJIŠČA

5.15.1 Obratovanje

Lokacija načrtovanega posega se nahaja na območju stavbnih zemljišč, pretežno pozidanih z industrijskimi objekti, z namensko rabo E – energetska infrastruktura (namenska raba je prikazana v poglavju 1.8.1). Z načrtovano spremembo (razširitvijo) se ne posega izven območja obstoječega obrata NEK, sprememba je skladna z veljavnimi prostorskimi akti, namenska in dejanska raba zemljišč se z načrtovanim podaljšanjem obratovalne dobe NEK ne spreminjata.

Z vidika gozdnih zemljišč je bilo pridobljeno mnenje Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (št. 3401-43/2020/4). Na podlagi pregleda gradiva MKGP ugotavlja, da na območju NEK ni gozdnih površin in zato neposrednih vplivov na gozdna zemljišča ne bo. Prav tako ne bo posrednih oziroma daljinskih vplivov na gozd, saj so gozdne površine od območja predvidenega posega oddaljene za več kot 450 m. Prav tako se ne pričakuje dodatnega negativnega vpliva na prostoživeče živali.

Z vidika kmetijskih zemljišč je bilo prav tako pridobljeno mnenje Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Direktorat za kmetijstvo (št. 351-77/2020/5). Pristojno Ministrstvo meni, da načrtovano podaljšanje obratovalne dobe NEK s 40 na 60 let ne bo imelo posebnega vpliva na kmetijska zemljišča.

Vpliv posega in celotni vpliv na zemljišča v času obratovanja ocenjujemo s **(5)** - vpliva ni.

5.15.2 Opustitev posega

Ob opustitvi posega (glej poglavje 2.18) ostaja namenska in dejanska raba zemljišč enaka kot v času obratovanja.

Vpliv posega in celotni vpliv na zemljišča v primeru opustitve posega ocenjujemo s **(5)** - vpliva ni.

5.16 VPLIVI NA NARAVNE DOBRINE

Naravna dobrina je po definiciji Zakona o varstvu okolja /ZVO-1/ del narave in je lahko naravno javno dobro, naravni vir ali naravna vrednota.

5.16.1 Obratovanje

Neposredna raba naravnih virov pri proizvodnji obsega rabo vode iz javnega vodovodnega omrežja za sanitarne potrebe in varstvo pred požarom, rečno in podzemno vodo, ki se, na podlagi vodnih dovoljenj, odvzema iz vodnjakov in reke Save za tehnološke potrebe. Rečna in podzemna voda se ne uporablja kot surovina (se ne vgradi v izdelke), temveč se uporablja v podpornih procesih hlajenja. Vsa voda se po uporabi z ustreznim tretmajem torej vrača v okolje, v reko Savo. Prečrpana voda iz treh začasnih vodnjakov se preko meteornega sistema vrača neposredno v reko Savo /163/.

Poseg v času obratovanja ne bo vplival na naravne vrednote v okolici lokacije posega (opis v poglavju 5.14.1).

Vpliv posega in celotni vpliv na naravne dobrine v času obratovanja ocenjujemo s **(4)** - nebistven vpliv.

5.16.2 Opustitev posega

Raba naravnih virov v primeru opustitve posega (glej poglavje 2.18) bo bistveno zmanjšana napram rednemu obratovanju. Še vedno bo potrebno hlajenje bazena za izrabljeno gorivo in nekatere ostale varnostne komponente - odvzem in vračanje v reko Savo bo na nivoju približno 1,6 m^3/s.

Poseg v primeru opustitve ne bo vplival na varovana območja narave v okolici lokacije posega (opis v poglavju 5.14.2).

Vpliv posega in celotni vpliv na naravne dobrine v primeru opustitve posega ocenjujemo s **(4)** - nebistven vpliv.

5.17 VPLIVI NA MATERIALNE DOBRINE

5.17.1 Obratovanje

Podaljšanje obratovalne dobe NEK ne bo pomembneje vplivalo na povečanje obstoječih obremenitev okolja. Stanje bo ostalo nespremenjeno. Letna efektivna doza zunanjega sevanja na ograji NEK iz vseh prispevkov, torej tudi iz suhega skladišča izrabljenega goriva, v času obratovanja ne bo presegla sevalne obremenitve, ki trenutno velja za ograjo NEK.

Kot izhaja iz ugotovitev v predhodnih poglavjih tega poročila, ki obravnavajo vplive NEK na okolje - obstoječe in po spremembi, so vse obremenitve v okviru dovoljenih vrednosti. S podaljšanjem obratovalne dobe NEK se ne pričakuje čezmernih obremenitev okolja ali vplivov, ki bi povzročili poslabšanje pogojev bivanja, rabe ali uporabe objektov in zemljišč izven območja obrata NEK. Podjetje izvaja dejavnost v industrijski coni Vrbina, kjer so v okolici prisotni še drugi industrijski objekti (glej poglavje 2.2.1) in ki je v tem prostoru prisotna že desetletja, zato ni edini vir obremenjevanja okolja na tem območju, je pa eden pomembnejših. Obrat se ne uvršča med dejavnosti in naprave, ki lahko povzročajo onesnaževanje okolja večjega obsega in ni obrat večjega ali manjšega tveganja za okolje. NEK je jedrski objekt, zato njegova prisotnost v tem prostoru lahko predstavlja neposredno nevarnost za okoljsko ali drugo nesrečo, ki bi lahko vplivala na materialne dobrine - zemljišča in stavbe v okolici (poglavje 5.18.1), vendar je, glede na uporabljeno tehnologijo in izvajanje zaščitnih ukrepov, možnost nesreče zmanjšana na minimalno možno raven. Objekti NEK so v skladu s Pravilnikom fizičnem varovanju jedrskih objektov, jedrskih in radioaktivnih snovi ter prevozov jedrskih snovi (UL RS, št. 17/13, 76/17) uvrščeni v I., II. in III: kategorijo objektov. Objekt bo zato varovan v skladu z zahtevami za fizično nadzorovano območje oziroma fizično nadzorovan objekt. O uskladiščenem gorivu se bo poročalo v skladu z Uredbo o varovanju jedrskih snovi (UL RS, št. 34/08 in 76/17 – ZVISJV-1).

Vpliv posega in celotni vpliv na materialne dobrine v času obratovanja ocenjujemo s **(3)** - nebistven vpliv zaradi izvedbe omilitvenih ukrepov, pri čemer so z omilitvenimi ukrepi mišljeni predvsem s predpisi določeni ukrepi, ki jih NEK že izvaja, kot tudi drugi omilitveni ukrepi, ki ne izhajajo iz predpisov in jih podjetje izvaja za zmanjšanje vplivov na okolico, ter omilitveni ukrepi, ki so predvideni pri drugih sestavinah okolja (vode, odpadki, ionizirajoče sevanje…).

5.17.2 Opustitev posega

V času opustitve posega NEK bo obremenitev okolja z emisijami onesnaževal in drugih obremenitev bistveno zmanjšana napram rednemu obratovanju.

Vpliv posega in celotni vpliv na materialne dobrine v primeru opustitve posega ocenjujemo s **(4)** - nebistven vpliv.

5.18 VPLIVI NA TVEGANJA ZA OKOLJSKE IN DRUGE NESREČE

5.18.1 Obratovanje

Podaljšanje obratovalne dobe NEK pomeni podaljšanje obratovanja za 20 let (2023-2043) pod enakimi okoljskimi in sevalnimi pogoji, kot so navedeni v obstoječem obratovalnem dovoljenju.

Čeprav je bila NEK projektirana za minimalno 40 let, je elektrarna izvedla vse potrebne analize in posodobitve, iz katerih sledi, da lahko obratuje še nadaljnjih 20 let. Na podlagi vrste študij in analiz je

URSJV z odločbo št. 3570-6/2009/32 z dne 20. 6. 2012 potrdila, da je stanje opreme zaradi staranja v NEK ustrezno ter, da so pri tem zagotovljene vse varnostne rezerve in funkcije delovanja.

Zmožnost podaljšanega obratovanja temelji predvsem na sledečih dejstvih:
- elektrarna ima vgrajene materiale in opremo, ki imajo dovolj varnostnih rezerv;
- zamenjana je bila vsa oprema, ki vpliva na zanesljivost obratovanja;
- elektrarna obratuje stabilno;
- izvedena je bila varnostna nadgradnja v skladu z zahtevo ZVISJV-1 in nauki iz vseh dosedanjih velikih jedrskih nesreč, kar se odraža v ENSREG slov. nacionalnem po-fukušimskem načrtu;
- NEK ima temeljit program staranja opreme AMP, s katerim spremlja staranje vseh pasivnih struktur in komponent (reaktorska posoda, betoni, podzemni cevovodi, jeklene konstrukcije, električni kabli itd.).

Zanesljivo in varno obratovanje v vseh pogojih je najpomembnejša prednostna naloga NEK. Od začetka obratovanja je NEK izvedla vrsto posodobitev, ki so povečale varnost in učinkovitost objekta.

V zadnjih 10 letih so v NEK izvedene sledeče misije:
- izredni varnostni pregled (EU stresni testi) v 2012,
- IAEA - Topical Peer Review Ageing Management v 2018, OSART - Operational Safety Review Team, ki ga izvaja IAEA, v 2017 ter
- strokovni pregled WANO v letih 2014 in 2018.

Podrobnejši opis misij se nahaja v poglavju 1.2.2.

NEK obratuje skladno z vsemi zakoni v RS in pod obratovalnimi omejitvami, ki so določene v ZVISJV-1, vodnih dovoljenjih, okoljevarstvenem dovoljenju, NEK tehničnih specifikacijah (TS /5/, RETS /7/ in DECTS /6/), ipd. S podaljšanjem obratovalne dobe bo NEK zmožna obratovati še nadaljnjih 20 let t.j. do leta 2043 znotraj popolnoma enakih omejitev in ne bo presegala nobene obstoječe zakonske zahteve oziroma omejitve.

Nenehne posodobitve in spremembe, ki se izvajajo, zagotavljajo nivo varnosti, ki je znatno višji, kot je bil ob sami izgradnji elektrarne. NEK v času podaljšanja obratovalne dobe, glede na izvedene posodobitve in nadgradnje (glej poglavje 2.8), varnostne sisteme in glede zagotavljanje varnostnih funkcij, ne bo predstavljala tveganja za okoljsko ali drugo nesrečo. Zagotavljanje varnega obratovanje NEK je podrobneje opisano v poglavju 2.7, kjer so obdelani vsi vidiki za zagotavljanje varnega obratovanja.

NEK ima vgrajene sisteme in naprave za preprečevanje in omilitev nezgod, kot tudi opredeljena stanja elektrarne. Podrobnejši opisi se nahajajo v poglavjih 2.12 in 2.13. V navedenih poglavjih so natančno opisane vrste izrednih dogodkov in predvideno ravnanje. Izdelana je tudi verjetnostna varnostna analiza (glej poglavja 2.13.1, 2.13.2).

Izdelana je tudi klasifikacija ogroženosti (glej poglavje 2.13.3), ki temelji na vnaprej določenih stopnjah nevarnosti ter metodologiji in navodilih, kako določeni izredni dogodek, glede na njegove dejanske ali predvidene posledice v elektrarni in v okolju, klasificirati v ustrezno stopnjo nevarnosti.

NEK je jedrski objekt, zato njena prisotnost v tem prostoru lahko predstavlja neposredno nevarnost za okoljsko ali drugo nesrečo, vendar je glede na uporabljeno tehnologijo in izvajanje zaščitnih ukrepov, možnost nesreče zmanjšana na minimalno možno raven.

Za obratovanje NEK je ključni dokument obratovalno dovoljenje, ki je neposredno povezano z varnostnim poročilom NEK (USAR – Updated Safety Analyses Report) in vsebuje pogoje in omejitve za varno obratovanje elektrarne.

NEK obratuje skladno z odločbo – soglasjem za začetek obratovanja NEK, Odločba Republiškega energetskega inšpektorata št. 31-04/83-5 z dne 6. 2. 1984, s spremembo dovoljenja za obratovanje

NEK, Odločba URSJV št. 3570-8/2012/5 z dne 22. 4. 2013, in NPP Krško Updated Safety Analyses Report (USAR) /3/.

NEK v vseh obratovalnih stanjih zagotavlja nadzirano verižno reakcijo v reaktorju, stalen odvod toplotne energije iz reaktorja in pregrade, ki preprečujejo sproščanje radioaktivnih snovi.

Zagotavljanje celovite varnosti NEK in obrambe v globino zahteva poleg številnih varnostnih mer in ukrepov za varno obratovanje tudi vzdrževanje pripravljenosti za primer nastanka razmer, ki odstopajo od normalnega obratovalnega stanja elektrarne.

Nuklearna elektrarna Krško načrtuje in vzdržuje pripravljenost za primer izrednega dogodka v okviru koncepta zaščite in reševanja v Republiki Sloveniji in načel zagotavljanja jedrske varnosti elektrarne. NEK je pristojna in odgovorna za obvladovanje izrednega dogodka v okviru elektrarne.

Osnovni namen načrtovanja in vzdrževanja pripravljenosti je zagotoviti zaščito, zdravje in varnost osebja v elektrarni in prebivalstva v okolju, tako da se prepreči nastanek izrednega dogodka oziroma odpravijo ali omilijo njegove posledice in zagotovijo pogoji za ponovno vzpostavitev normalnega stanja elektrarne.

Zagotavljanje pripravljenosti in obvladovanje izrednega dogodka v elektrarni je določeno v Načrtu zaščite in reševanja NEK (NZiR NEK) /224/. NZiR NEK in načrti zaščite in reševanja ob jedrski nesreči občin Krško, Brežice, regije Posavje in Republike Slovenije predstavljajo organizacijsko in funkcionalno celovit sistem, ki zagotavlja usklajeno obvladovanje izrednega dogodka v elektrarni in okolju ter med elektrarno in okoljem.

Ukrepi, ki bi se v primeru izrednega dogodka izvajali v elektrarni, obsegajo operativno-tehnične ukrepe v tehnološkem procesu elektrarne, obveščanje javnosti, strokovnih in upravnih institucij o izrednem dogodku in predlaganje takojšnih zaščitnih ukrepov za prebivalstvo, če bi bili potrebni, ter radiološke in druge zaščitne ukrepe na območju elektrarne. Organiziranost elektrarne in navedeni ukrepi so določeni v Načrtu zaščite in reševanja NEK ob izrednem dogodku (NZiR NEK), ki je usklajen z lokalnimi občinskimi in državnim načrtom zaščite in reševanja ob jedrski ali radiološki nesreči.

Vpliv posega in celotni vpliv na tveganja za okoljske in druge nesreče v času obratovanja ocenjujemo s **(3)** - nebistven vpliv, zaradi izvedbe omilitvenih ukrepov, pri čemer so z omilitvenimi ukrepi mišljeni predvsem s predpisi določeni ukrepi, ki jih NEK že izvaja, kot tudi drugi omilitveni ukrepi, ki ne izhajajo iz predpisov in jih podjetje izvaja za zmanjšanje vplivov na okolico in preprečevanja nesreč, ter omilitveni ukrepi za druge sestavine okolja (vode, odpadki, ionizirajoče sevanje).

5.18.2 Opustitev posega

Po prenehanju obratovanja NEK (glej poglavje 2.18) jedrsko gorivo ne bo več v reaktorju, ampak bo to varno shranjeno v bazenu za izrabljeno gorivo in/ali v suhem skladišče za izrabljeno gorivo. Območje bo še vedno omejeno in označeno ter obravnavano kot radiološko nadzorovano območje.

Vse dejavnosti ob opustitvi posega se bodo izvajale skladno z zahtevami predpisov, sistema vodenja in pisnimi delovnimi postopki oziroma navodili za delo.

Po prenehanju obratovanja bodo še vedno potekale meritve sevalnih parametrov in izvajani vsi zaščitni ukrepe za preprečitev uhajanja radioaktivnega sevanja v okolje.

Vpliv posega in celotni vpliv na tveganja za okoljske in druge nesreče v primeru opustitve posega ocenjujemo s **(3)** – nebistven vpliv, zaradi izvedbe omilitvenih ukrepov, pri čemer so z omilitvenimi ukrepi mišljeni predvsem s predpisi določeni ukrepi, ki jih NEK že izvaja, kot tudi drugi omilitveni ukrepi, ki ne izhajajo iz predpisov in jih podjetje izvaja za zmanjšanje vplivov na okolico in preprečevanja nesreč, ter omilitveni ukrepi za druge sestavine okolja (vode, odpadki, ionizirajoče sevanje).

5.19 VPLIVI NA PREBIVALSTVO IN ZDRAVJE LJUDI

5.19.1 Obratovanje

Kot izhaja iz ugotovitev v predhodnih poglavjih tega poročila, ki obravnavajo vplive posega na vse relevantne dejavnike okolja, na katere bi poseg lahko vplival, pri obstoječi proizvodnji v NEK niso presežene mejne vrednosti emisije snovi in sevanj v okolje. Preseganj mejnih vrednosti se ne pričakuje tudi po načrtovanem podaljšanjem obratovalne dobe NEK. Mejna vrednost je predpisana raven, katere cilj je izogniti se škodljivim učinkom na zdravje ljudi ali okolje kot celoto, jih preprečiti ali zmanjšati. V NEK se izvajajo in se bodo tudi po spremembi izvajali vsi ukrepi za zmanjšanje obremenitev in preprečevanje onesnaženja okolja ter vpliva na zdravje ljudi, ki izhajajo iz predpisov, prav tako se redno izvaja spremljanje stanja (monitoring) v skladu z veljavnimi predpisi in dovoljenji.

Sprememba obstoječega posega (podaljšanje obratovalne dobe) ne bo povzročila spremembe naravnih in drugih pogojev življenja in bivanja v okolici lokacije posega in širše.

V času podaljšane obratovalne dobe se bo v okviru celotne NEK izvajal redni monitoring, ki se izvaja že sedaj - meritve črpanja rečne vode za tehnološke potrebe, meritve in analize odpadne vode, ki se odvaja v kanalizacijo in meritve radiološkega sevanja.

Vpliv posega in celotni vpliv na prebivalstvo in zdravje ljudi v času obratovanja ocenjujemo s **(3)** - nebistven vpliv, zaradi izvedbe omilitvenih ukrepov, pri čemer so z omilitvenimi ukrepi mišljeni predvsem ukrepi, ki izhajajo iz predpisov in jih podjetje NEK že izvaja, kot tudi drugi omilitveni ukrepi, ki ne izhajajo iz predpisov in jih podjetje izvaja za zmanjšanje vplivov na okolico, ter omilitveni ukrepi za druge sestavine okolja (vode, odpadki, ionizirajoče sevanje).

5.19.2 Opustitev posega

Ob prenehanju obratovanja (glej poglavje 2.18) bodo emisije snovi in sevanj bistveno manjše, kot so opisane za čas obratovanja. Jedrsko gorivo ne bo več v reaktorju, ampak bo to varno shranjeno v bazenu za izrabljeno gorivo in/ali v suhem skladišče za izrabljeno gorivo. Po prenehanju obratovanja bodo še vedno potekale meritve sevalnih parametrov in izvajani vsi zaščitni ukrepe za preprečitev uhajanja radioaktivnega sevanja v okolje.

Vpliv posega in celotni vpliv na prebivalstvo in zdravje ljudi v primeru opustitve posega ocenjujemo s **(3)** – nebistven vpliv, zaradi izvedbe omilitvenih ukrepov, pri čemer so z omilitvenimi ukrepi mišljeni predvsem s predpisi določeni ukrepi, ki jih NEK že izvaja, kot tudi drugi omilitveni ukrepi, ki ne izhajajo iz predpisov in jih podjetje izvaja za zmanjšanje vplivov na okolico in preprečevanja nesreč, ter omilitveni ukrepi za druge sestavine okolja (vode, odpadki, ionizirajoče sevanje).

5.20 SPREMEMBE V CELOTNI IN SKUPNI OBREMENITVI OKOLJA

5.20.1 Spremembe v celotni obremenitvi okolja

Spremembe v celotni obremenitvi okolja, z upoštevanjem vplivov načrtovanega posega (podaljšanje obratovalne dobe) in obstoječega povezanega posega, so za vse obravnavane dejavnike posebej ovrednotene že v poglavjih 5.2 - 5.19. V naslednji tabeli je zato prikazan le povzetek ovrednotenih vplivov posega na dejavnike, obravnavane v tem poročilu.

Tabela 129: Povzetek ovrednotenih vplivov posega in celotnih vplivov na dejavnike okolja

Sestavina okolja/ okoljski vidik	Faza posega	Vpliv posega	Celotni vpliv
Vplivi na tla	obratovanje	**5**	**5**

Sestavina okolja/ okoljski vidik	Faza posega	Vpliv posega	Celotni vpliv
	opustitev posega in po njej	**5**	**5**
Vplivi na vode	obratovanje	**3**	**3**
	opustitev posega in po njej	**4**	**4**
Poplavna varnost	obratovanje	**5**	**5**
	opustitev posega in po njej	**5**	**5**
Vpliv na toplotno onesnaženost vode	obratovanje	**3**	**3**
	opustitev posega in po njej	**4**	**4**
Vplivi na zrak	obratovanje	**4**	**4**
	opustitev posega in po njej	**4**	**4**
Vpliv na podnebje	obratovanje	**5**	**5**
	opustitev posega in po njej	**4**	**4**
Vpliv podnebnih sprememb na poseg	obratovanje	**3**	**3**
	opustitev posega in po njej	**4**	**4**
Vpliv na obremenjenost s hrupom	obratovanje	**4**	**4**
	opustitev posega in po njej	**4**	**4**
Vpliv elektromagnetnega sevanja	obratovanje	**4**	**4**
	opustitev posega in po njej	**5**	**5**
Obremenjenost okolja z vibracijami	obratovanje	**5**	**5**
	opustitev posega in po njej	**5**	**5**
Vpliv odpadkov	obratovanje	**3**	**3**
	opustitev posega in po njej	**3**	**3**
Vpliv ionizirajočega sevanja	obratovanje	**3**	**3**
	opustitev posega in po njej	**3**	**3**
Vpliv svetlobnega onesnaževanja	obratovanje	**4**	**4**
	opustitev posega in po njej	**4**	**4**
Vpliv na krajino	obratovanje	**4**	**4**
	opustitev posega in po njej	**4**	**4**
Vplivi na biotsko raznovrstnost in območja varstva narave	obratovanje	**3**	**3**
	opustitev posega in po njej	**4**	**4**
Vpliv na zemljišča	obratovanje	**5**	**5**
	opustitev posega in po njej	**5**	**5**
Vpliv na naravne dobrine	obratovanje	**4**	**4**
	opustitev posega in po njej	**4**	**4**
Vpliv na materialne dobrine	obratovanje	**3**	**3**
	opustitev posega in po njej	**4**	**4**
Vpliv na prebivalstvo in zdravje ljudi	obratovanje	**3**	**3**
	opustitev posega in po njej	**3**	**3**
Vpliv zaradi tveganja za okoljske in druge nesreče	obratovanje	**3**	**3**
	opustitev posega in po njej	**3**	**3**

5.20.2 Spremembe v skupni obremenitvi okolja

Pri oceni in vrednotenju spremembe v skupni obremenitvi okolja izhajamo iz ocen celotnih vplivov oziroma obremenitev posameznih dejavnikov okolja nameravanega in obstoječega posega.

5.20.2.1 Obratovanje

V času podaljšanja obratovalne dobe se skupna obremenitev okolja ne bo poslabšala glede na obstoječe stanje okolja. Obratovanje bo potekalo pod enakimi okoljskimi in sevalnimi pogoji, kot so navedeni v obstoječem obratovalnem dovoljenju.

Ob tem bi želeli izpostaviti, da v NEK skrbno spremljajo najnovejše pristope in projekte, ki izhajajo iz dogodkov v elektrarni Fukušima-Daiči marca 2011 in se tovrstnih morebitnih medsebojnih vplivov zavedajo. Tako med drugim spremljajo tudi delo na IAEA projektu „Multiunit Probabilistic Safety Assessment" in na drugih podobnih mednarodnih projektih. Skladno z razvojem teh metodologij v svetu, bo NEK ustrezno vključila obravnavo morebitnih medsebojnih vplivov delovanja reaktorja in začasnega skladišča IG v model verjetnostnih varnostnih analiz NEK.

Ob podaljšanju obratovalne dobe se obstoječe obremenitve okolja, ki so posledica obstoječega posega - obstoječe proizvodnje NEK, pri nobenem izmed obravnavanih dejavnikov, z izjemo nekoliko večje količine radioaktivnih odpadkov (obratovanje daljše za 20 let), ne bodo povečale.

Spremembe v skupni obremenitvi okolja v času obratovanja, glede na obstoječe stanje obremenitev, ocenjujemo s **(4)** – nebistven vpliv.

5.20.2.2 Opustitev posega

Spremembe v skupni obremenitvi okolja v primeru opustitve posega ocenjujemo s **(5)** - pozitiven vpliv, pri čemer upoštevamo predvsem zmanjšanje emisij snovi in sevanj v okolje.

6. ČEZMEJNI VPLIVI

Namen tega poglavja je zagotoviti informacije sosednjim državam glede morebitnih pomembnih čezmejnih vplivov, kot to zahteva Direktiva 2011/92/EU o presoji vplivov nekaterih javnih in zasebnih projektov na okolje /278/, znana kot direktiva o presojah vplivov na okolje, ki vsebuje posebne določbe za primere, ko obstaja verjetnost, da bo projekt, ki se izvaja v eni državi članici, pomembno vplival na okolje v drugi državi članici (člen 7). Konvencija UNECE o presoji čezmejnih vplivov na okolje iz leta 1991 /277/, znana kot konvencija iz Espooja, podobno uvaja posebna pravila za izvajanje PVO za dejavnosti, ki se izvajajo na ozemlju ene pogodbenice, ki je opredeljena kot pogodbenica izvora, in za katere je verjetno, da bodo imele pomemben čezmejni vpliv na drugo pogodbenico, ki je opredeljena kot prizadeta pogodbenica (člen 2).

V prvem delu poglavja je predstavljen povzetek rezultatov ocenjevanja čezmejnih vplivov v času normalnega obratovanja (poglavje 6.3). V nadaljevanju poglavja, pa je opisana simulacija migracijskega modela v zvezi z emisijami v primeru nezgodnega dogodka – nesreče in čezmejni vpliv v primeru takšnega dogodka (poglavje 6.4).

Pri tem ugotavljamo, da na podlagi analiziranih dejavnikov okolja pri normalnem obratovanju **ne bo prišlo** do pomembnih škodljivih čezmejnih vplivov na okolje. V primeru jedrske nesreče, katere scenariji so opisani v nadaljevanju (glej poglavje 6.4), bi lahko prišlo do pomembnih škodljivih čezmejnih vplivov na okolje, vendar kot kažejo analize in modeli v nadaljevanju zgolj na območju Republike Hrvaške in še to v zelo omejenem obsegu.

V drugem delu poglavja so predstavljeni odgovori na vprašanja in pripomb, prejetih v dokumentu predhodnega posvetovanja – notifikacije sosednjih držav.

6.1 OPREDELITEV VSEBINE IN OBSEGA INFORMACIJ

Glede na drugi odstavek 5. člena Direktive 2011/92/EU o presoji vplivov nekaterih javnih in zasebnih projektov na okolje mora nosilec posega v PVO vključiti naslednje informacije:

a) opis projekta, ki obsega informacije o lokaciji, zasnovi, velikosti in drugih pomembnih lastnostih projekta (glej poglavje 1 in 2) ;
b) opis verjetnih pomembnih vplivov projekta na okolje (glej poglavje 5);
c) opis značilnosti projekta in/ali predvidenih ukrepov za preprečevanje, zmanjševanje in po možnosti izravnavanje verjetnih pomembnih škodljivih vplivov na okolje (glej poglavje 7);
d) opis razumnih alternativnih možnosti, ki jih je preučil nosilec projekta in ki so ustrezne za projekt in njegove posebne značilnosti, ter navedbo glavnih razlogov za izbrano rešitev, pri čemer se upoštevajo vplivi projekta na okolje (glej poglavje 3);
e) netehnični povzetek informacij iz točk (a) do (d) (glej poglavje 10) in
f) morebitne dodatne informacije iz Priloge IV v zvezi s posebnimi značilnostmi posameznega projekta ali vrsto projekta in z elementi okolja, ki bodo verjetno prizadeti (glej celotno poročilo).

Predmetno poročilo o vplivih na okolje vsebuje vse zahtevane informacije v točki od (a) do (f).

Poročilo je usklajeno tudi z vsebinami skladno z Zakonom o ratifikaciji konvencije o presoji čezmejnih vplivov na okolje (MPCVO) (UL RS - Mednarodne pogodbe, št. 11/98, 17/13, 2/17, 8/17) s katerim se je ratificiralo Konvencijo o presoji čezmejnih vplivov na okolje, ki je bila sprejeta 25. februarja 1991 v Espooju.

Poročilo torej obravnava podaljšanje obratovalne dobe NEK s 40 na 60 let, od leta 2023 do leta 2043, (Nuklearna elektrarna Krško, d.o.o.) na naslovu Vrbina 12, 8270 Krško. Projekt podaljšanega obratovanja bo v celoti potekal v Republiki Sloveniji, z izjemo dolgoročnega skladiščenja radioaktivnih odpadkov, ki bo potekalo tudi na ozemlju Republike Hrvaške.

Odnose Slovenije in Hrvaške v zvezi z odlaganjem RAO iz NEK ureja BHRNEK[35]. V skladu s 3. točko 10. člena BHRNEK se bo odlaganje NSRAO urejalo na podlagi programa odlaganja RAO in izrabljenega goriva. BHRNEK v šesti točki 10. člena nadalje določa, da se lokacija NEK lahko uporablja le za začasno skladiščenje RAO do konca življenjske dobe, v sedmi točki pa, da sta pogodbenici v primeru, če se do konca redne življenjske dobe ne dogovorita o skupni rešitvi odlaganja radioaktivnih odpadkov in izrabljenega goriva, obvezani, da najkasneje v dveh letih po tem roku končata s prevzemom RAO, in to vsaka polovico (za podrobnejši opis glej poglavje 6.3.5).

V skladu z Uredbo o vsebini poročila o vplivih nameravanega posega na okolje in načinu njegove priprave (UL RS, št. 36/09, 40/17) so v poročilu obravnavani neposredni in posredni vplivi posega na naslednje dejavnike:

- tla,
- vode (podzemne, površinske, toplotno onesnaženje, poplavna varnost),
- zrak,
- zemljišča,
- krajino,
- vpliv na podnebje,
- biotsko raznovrstnost,
- materialne dobrine,
- prebivalstvo in zdravje ljudi (hrup, vibracije, odpadki, tveganja za okoljske in druge nesreče, radioaktivno sevanje, elektromagnetno sevanje),

pri čemer je upoštevano tudi morebitno medsebojno delovanje naštetih dejavnikov.

Uredba o vsebini poročila o vplivih nameravanega posega na okolje in načinu njegove priprave (UL RS, št. 36/09, 40/17) je v skladu z Direktivo 2011/92/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 13. decembra 2011 o presoji vplivov nekaterih javnih in zasebnih projektov na okolje (UL L št. 26 z dne 28. 1. 2012, str. 1), zadnjič spremenjeno z Direktivo 2014/52/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 16. aprila 2014 o spremembi Direktive 2011/92/EU o presoji vplivov nekaterih javnih in zasebnih projektov na okolje (UL L št. 124 z dne 25. 4. 2014, str. 1), določa podrobnejšo vsebino poročila o vplivih nameravanega posega na okolje in način njegove priprave.

6.2 UVODNA POJASNILA

Leta 2012 je Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost (URSJV) z odločbama št. 3570-6/2009/28 in št. 3570-6/2009/32 potrdila in odobrila spremembe varnostnega poročila NEK (USAR) /4/ in pripadajoče dokumentacije, ki so do tedaj omejevali obratovalno dobo na 40 let. Potrjene spremembe sedaj zagotavljajo možnost obratovanja NEK še nadaljnjih 20 let, t.j. skupno 60 let.

Obratovanje NEK se je s tem podaljšalo s predvidenega leta 2023 do 2043, ob pogoju, da bosta uspešno opravljena občasna varnostna pregleda v letih 2023 in 2033. Na podlagi omenjenih odločb URSJV sta Republika Slovenija in Republika Hrvaška, kot lastnika NEK, na podlagi Meddržavne pogodbe /11/, podprli odločitev o podaljšanju obratovalne dobe NEK do leta 2043 /33/.

NEK se nahaja v občini Krško, jugovzhodno od mesta Krško, v katastrski občini Leskovec, na naslovu Vrbina 12, Krško, kjer je območje dolgoletne energetske rabe na levem bregu reke Save. NEK se nahaja na zemljepisni širini: 45,938210 (sever) in zemljepisni dolžini: 15,515288 (vzhod) oziroma 455617,556 (sever) in 153055,037 (vzhod) po WGS-84 koordinatah in po Gauss-Krüger koordinatah x = 88353,76 m in y = 540326,67 m.

Ožje območje lokacije posega je prikazano na sliki v poglavju 11.2.

[35] Zakon o ratifikaciji pogodbe med Vlado Republike Slovenije in Vlado Republike Hrvaške o ureditvi statusnih in drugih pravnih razmerij, povezanih z vlaganjem v Nuklearno elektrarno Krško… (UL RS, Mednarodne pogodbe št. 5/2003; podpis 19. 12. 2001, KK; začetek veljave 11. 3. 2003, UL RS, Mednarodne pogodbe št. 8/2003 – 35/2003)

NEK je od najbližje meje oddaljena:
- 10 km od meje z Republiko Hrvaško,
- več kot 75 km od meje z Republiko Avstrijo,
- več kot 129 km od meje z Republiko Italijo,
- več kot 100 km od meje z Republiko Madžarsko.

6.3 ČEZMEJNI VPLIVI PRI NORMALNEM OBRATOVANJU NEK

Čezmejne vplive navajamo samo za čas obratovanja, ker zaradi podaljšanja obratovalne dobe ni predvidenih gradbenih del. Čezmejni vpliv podajamo za tiste dejavnike okolja, ki so relevantni za čezmejne vplive in so navedeni v nadaljevanju. Podrobnejši opis vplivov se nahaja v poglavjih od 5.2 do 5.19. Območje na katerem poseg lahko povzroča obremenitve okolja, ki lahko vplivajo na zdravje in premoženje ljudi v času obratovanja, je prikazano v poglavju 9. Iz navedenega poglavja tako izhaja, da je vpliv lociran na območje NEK.

6.3.1 Vpliv na tla

Za potrebe podaljšanja obratovalne dobe NEK gradbenih del ne bo, zato tudi posegov v tla ne bo. S podaljšanjem obratovalne dobe NEK se način odvajanja odpadnih vod ne spreminja. Emisij onesnaževal v tla času obratovanja ne bo, saj so vse odpadne vode že v obstoječem stanju ustrezno odvajajo (glej poglavje 2.9.3).

Vsi odpadki, vključno z radioaktivnimi, na območju NEK se ustrezno skladiščijo in ne predstavljajo nevarnosti za onesnaženje tal. Čezmejnega vpliva v času obratovanja na tla zaradi oddaljenosti mej sosednjih držav ne bo.

6.3.2 Vpliv na vode

Ugotovljeno je, da NEK nima pomembnega negativnega vpliva na površinske vode oziroma vodno telo Sava Krško - Vrbina, v katero se izpuščajo odpadne vode iz elektrarne. To dokazuje z vsakoletnim obratovalnim monitoringom odpadnih vod.

NEK škodljivih snovi ali onesnaženih voda ne izpušča neposredno v tla, s čimer bi lahko onesnažila podzemne vode. Edini način je indirektno onesnaženje preko emisije v reko Savo in s pomočjo infiltracije v podzemne vode. Emisije snovi NEK v Savo so znotraj predpisanih mejah in bodo takšne ostale tudi v času bodočega obratovanja elektrarne.

Toplotna obremenitev reke, ki jo povzroča NEK, bo ob podaljšanju obratovanja do leta 2043 ostala enaka kot do sedaj. To pomeni, da bo njeno obratovanje še naprej potekalo v skladu z okoljevarstvenim dovoljenjem, ki določa, da:
- je emisijski delež oddane toplote 1 in
- temperatura reke Save po premešanju s hladilno vodo iz NEK ne preseže naravne temperature Save za več kot 3 °C.

Po okvirni direktivi o vodah (2000/60/EC, preambula 35) bi bilo treba v povodju, v katerem bi uporaba vode lahko imela čezmejne učinke, zahteve za doseganje okoljskih ciljev, določenih po tej direktivi, in zlasti vse programe ukrepov usklajevati za celotno vodno območje.

Stanje vodotoka CSRI0001_021 Sava na vstopu v RH (4,65 km + 11,8 km) je po Planu upravljanja z vodnimi področji 2016 - 2021 naslednje: splošno stanje 'dobro', kemijsko stanje 'dobro' in ekološko stanje 'dobro', specifične onesnažujoče snovi 'zelo dobro' in hidromorfološke lastnosti 'zelo dobro'.

Reka Sava pri nizkih in srednjih pretokih v glavnem drenira podzemne vode levega in desnega priobalnega območja, pri visokih pretokih jih vzdržuje in povečuje rezerve podzemne vode. Stanje

podzemnih voda na vodotoku podzemne vode CSGI_27-Zagreb je: kemijsko stanje 'dobro', količinsko stanje 'dobro' in skupno stanje 'dobro'.
Čezmejnega vpliva na površinske in podzemne vode v času obratovanja zaradi oddaljenosti mej sosednjih držav ne bo.

6.3.3 Vpliv na zrak

Obstoječi izpusti se ne spreminjajo, emisija onesnaževal zraka se na obstoječih izpustih zaradi podaljšanja obratovalne dobe ne bo povečala. Prav tako se obstoječa zmogljivost proizvodnje v NEK ne spreminja, in ne spreminjajo se vrste in poraba surovin ter obseg cestnega transporta.
Čezmejnega vpliva na kakovost zraka zaradi oddaljenosti mej sosednjih držav v času obratovanja ne bo.

6.3.4 Vpliv na obremenjenost okolja s hrupom

Hrup v času obratovanja bo lokaliziran na neposredno okolico obrata NEK. Čezmejnega vpliva na obremenjenost okolja s hrupom, zaradi oddaljenosti mej sosednjih držav, v času obratovanja ne bo.

6.3.5 Vpliv na obremenjenost okolja z odpadki

Zaradi podaljšanja obratovalne dobe NEK se vrste odpadkov in dinamika nastajanja odpadkov (tudi radioaktivnih) v NEK, glede na obstoječe stanje, ne bodo spremenile. Vsi odpadki, z izjemo radioaktivnih, so oddani v obdelavo drugi osebi, nosilec posega predelave odpadkov ne izvaja.

Zaradi obratovanja NEK bo do konca leta 2023 nastalo ca. 2458 m^3 oziroma ca. 5141 t NSRAO. Zaradi podaljšanja obratovalne dobe z leta 2023 na leto 2043 pa bo nastalo še za ca. 547 m^3 oziroma ca. 884 t obratovalnih NSRAO.

Zaradi obratovanja NEK bo do konca leta 2023 nastalo 1553 elementov IG. Zaradi podaljšanja obratovalne dobe z leta 2023 na leto 2043 pa bo nastalo še dodatnih 728 elementov IG.

Odnose Slovenije in Hrvaške v zvezi z odlaganjem RAO iz NEK ureja BHRNEK[36]. V skladu s 3. točko 10. člena BHRNEK se bo odlaganje NSRAO urejalo na podlagi programa odlaganja RAO in izrabljenega goriva. BHRNEK v šesti točki 10. člena nadalje določa, da se lokacija NEK lahko uporablja le za začasno skladiščenje RAO do konca življenjske dobe, v sedmi točki pa, da sta pogodbenici v primeru, če se do konca redne življenjske dobe ne dogovorita o skupni rešitvi odlaganja radioaktivnih odpadkov in izrabljenega goriva, obvezani, da najkasneje v dveh letih po tem roku končata s prevzemom RAO, in to vsaka polovico.

Koordinirano izvajanje določil BHRNEK v Sloveniji in na Hrvaškem zagotavlja meddržavna komisija (18. člen BHRNEK). Komisija je vsebinsko naslednica Medrepubliške koordinacije Slovenije in Hrvaške za področje RAO, ustanovljene leta 1989. Meddržavna komisija je na svoji 11. seji, dne 21. 11. 2017, ustanovila koordinacijski odbor za spremljanje izvajanja Tretje revizije Programa odlaganja radioaktivnih odpadkov in izrabljenega goriva iz NEK in Programa razgradnje NEK, katerega naloga je tudi, da pripravi skupni predlog izgradnje odlagališča NSRAO. Na 13. seji meddržavne komisije, dne 30. 9. 2019 pa je bil sprejet sklep, da meddržavna komisija na podlagi koordinacijskega odbora ugotavlja, da skupna rešitev odlaganja NSRAO ni možna.

Program odlaganja RAO iz NEK je bil skupaj s programom razgradnje NEK prvič izdelan v letu 2004, 2011 je bila pripravljena druga revizija, ki pa ni bila obravnavana in potrjena na meddržavni komisiji za spremljanje izvajanja BHRNEK in opravljanje drugih nalog v skladu s to pogodbo. V 2017 se je s potrditvijo projektnih nalog pričela izdelava tretje revizije Programa razgradnje NEK in Programa

[36] Zakon o ratifikaciji pogodbe med Vlado Republike Slovenije in Vlado Republike Hrvaške o ureditvi statusnih in drugih pravnih razmerij, povezanih z vlaganjem v Nuklearno elektrarno Krško… (UL RS, Mednarodne pogodbe št. 5/2003; podpis 19. 12. 2001, KK; začetek veljave 11. 3. 2003, UL RS, Mednarodne pogodbe št. 8/2003 – 35/2003)

odlaganja RAO in IG iz NEK (PO3)[23]. Oba programa sta bila potrjena na 14. seji meddržavne komisije 14. julija 2020.

V skladu s PO3 bosta pogodbenici ločeno zagotavljali odlaganje NSRAO: odlaganje slovenske polovice NSRAO iz NEK se bo izvajalo v Odlagališču NSRAO Vrbina, nedaleč od NEK, odlaganje hrvaške polovice NSRAO pa v odlagališču, katerega lokacija še ni določena, NSRAO pa bodo do začetka odlaganja v letu 2050 uskladiščeni v predvidenem Centru za ravnanje z radioaktivnimi odpadki Čerkezovac. Prevzem radioaktivnih odpadkov se bo izvedel v skladu s Pravilnikom o ravnanju z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom (UR L RS, št. 125/21), ki definira, da se imetnik in izvajalec javne službe dogovorita o lokaciji prevzema radioaktivnih odpadkov ali izrabljenega goriva za skladiščenje ali odlaganje, če dogovor ni dosežen, se prevzem izvede na lokaciji imetnika. Določila ne veljajo za odlaganje NSRAO, ki bodo nastali pri razgradnji suhega skladišča IG v NEK. Te NSRAO se bo odlagalo v globinsko odlagališče IG, ki je skupen projekt Slovenije in Hrvaške. Odločitev lastnikov o skupnem ravnanju z IG za čas obratovanja NEK je bila sprejeta hkrati z odločitvijo o POD[37].

Natančna lokacija odlaganja v fazi izdelave tega poročila še ni znana.

Glede na navedeno v času obratovanja posega ne moremo govoriti o čezmejnem vplivu v Republiki Hrvaški, zato zaključujemo, da čezmejnega vpliva na območju sosednjih držav ne bo.

6.3.6 Vplivi elektromagnetnega sevanja

Novi viri EMS, kot npr. nove transformatorske postaje (TP), s podaljšanjem obratovalne dobe NEK niso predvideni. Prav tako v obstoječih TP niso predvideni novi transformatorji ali njihova zamenjava s transformatorji večjih moči od obstoječih. Na podlagi navedenega ocenjujemo, da bodo obremenitve z EMS enake kot v obstoječem stanju, torej takšne kot jih izkazujejo zadnje meritve EMS iz leta 2021.

Celotno območje NEK se uvršča v območje II. stopnje varstva pred sevanjem, stanovanjska in druga za sevanja bolj občutljiva območja v okolici pa v območje I. stopnje varstva pred sevanjem. Glavni vir nizkofrekvenčnih EMS na območju NEK so transformatorji in daljnovodi. Nosilec posega je upravljavec več TP. Iz poročila o meritvah nizkofrekvenčnih elektromagnetnih polj iz leta 2020 /53/ je razvidno, da mejne vrednosti za II. stopnjo varstva pred sevanjem na območju NEK in na meji območja niso presežene. Vse TP se redno preverjajo in servisirajo, o čemer se vodi evidenca.

Čezmejnega vpliva na obremenjenost okolja z elektromagnetnim sevanjem, zaradi oddaljenosti mej sosednjih držav v času obratovanja ne bo.

6.3.7 Vplivi ionizirajočega sevanja

V času obratovanja NEK bodo izpusti radioaktivnih snovi v okolje enaki, kot so v obstoječem stanju. NEK nenehno nadgrajuje in izboljšuje varnostne in procesne sisteme, kar pomeni tudi vedno manjše obremenjevanje okolja. Ocenjena letna efektivna doza za najbolj obremenjenega prebivalca za 2020 za vplive, ki jih povzroča NEK, je bila v letu 2020 manjša od 0,071 µSv.

V prihodnje je predvideno obratovanje skladišča za izrabljeno gorivo, ki je v gradnji. V času obratovanja skladišča bodo povečani nivoji ionizirajočega sevanja v okolici. Gre za zunanje sevanje. V dokumentu »Krsko SFDS site boundary and outside wall dose calculations« /2/ so povzeti rezultati izračunov nivojev ionizirajočega sevanja v okolici skladišča. V skladišče bodo izrabljeni gorivni elementi iz bazena za izrabljeno gorivo prestavljeni v štirih kampanjah:

- a. Kampanja I, leta 2023, do 592 gorivnih elementov;
- b. Kampanja II, 2028, približno 592 gorivnih elementov;

[37] Zajednički zapisnik 10. sjednice Međudržavnog povjerenstva za praćenje provedbe Ugovora između Vlade Republike Hrvatske i Vlade Republike Slocvenije o uređenju statusnih i drugih pravnih odnosa vezanih uz ulaganja, izkorištavanje i razgradnju Nuklearne elektrarne Krško (MDU), NEK, 20. 7. 2015; Ad.2.

- c. Kampanja III, 2038, približno 444 gorivnih elementov; in
- d. Kampanja IV, 2048, ostali gorivni elementi.

Izračuni doz so narejeni ob konservativnih predpostavkah:

- Pri modeliranju absorbcije nevtronov v gorivu, se je upoštevalo, *da gre za sveže in ne za izrabljeno gorivo*, kar pomeni, da so izračunane hitrosti doze zaradi nevtronskega sevanja večje, kot bodo v resnici. V svežem gorivu namreč ni cepitvenih produktov, ki absorbirajo nevtrone. Vsled tega je tudi manj reakcij n-gama in manjši prispevek gama sevanj.
- Pri izračunih so upoštevane najmanjše gostote materialov iz katerega so lahko zidovi skladišča in zabojniki. Nižje gostote pomenijo slabše ščitenje, kar ponovno pomeni, da so ocenjene hitrosti doz večje, kot bodo v resnici.
- Pri viru sevanja je upoštevano, da je bilo gorivo v reaktorju največji možni čas glede na obogatitev. To pomeni, da so hitrosti doz nevtronskega sevanja in gama sevanja konservativne.
- Pri nerjavečem jeklu je privzeto, da je vsebnost Co-59 kot nečistoče 0,8 g/kg v negorivnih delih gorivnih elementov, kar pomeni večje izračunane hitrosti doze gama sevanja, ki ga povzroča Co-60, ki nastane zaradi aktivacije Co-59.
- Pri izračunu doz je upoštevana, da se človek zadržuje celo leto na ograji NEK, to je 8760 ur, kar je izjemno konservativna predpostavka.

Rezultati izračunov nivojev sevanja na ograji NEK zaradi obratovanja suhega skladišča so prikazani v tabeli spodaj:

Tabela 130: Rezultati izračunov hitrosti doz in doz na ograji NEK

Kampanja	Največja hitrost doze (µSv/h)	Letna efektivna doza (mSv)	Letna omejitev iz tehnične specifikacije (mSv)
Po kampanji 4 (polno skladišče)	5,622 E-03	4,92 E-02	0,05
Po kampanji 4 (polno skladišče), realna ocena	4,525 E-03	3,96 E-02	0,05
Po kampanji 2	5,369 E-03	4,70 E-02	0,05
Po kampanji 1	4,315 E-03	3,78 E-02	0,05

Rezultati izračunov nivojev sevanja na zunanjem zidu zgradbe za suho skladiščenje izrabljenega goriva so prikazani v naslednji tabeli.

Tabela 131: Rezultati izračunov hitrosti doz na zunanjem zidu zgradbe za suho skladiščenje izrabljenega goriva

Kampanja	Največja hitrost doze (µSv/h)	Omejitev iz tehnične specifikacije (µSv/h)
Po kampanji 4 (polno skladišče)	0,028	3
Po kampanji 2	0,022	3
Po kampanji 1	0,020	3

Vsi izračuni nivojev sevanja kažejo, da bodo hitrosti doz in doze ionizirajočega sevanja ob realističnih predpostavkah znotraj zelo strogih omejitev, ki so bile zahtevane v tehnični specifikaciji projekta za izgradnjo suhega skladišča in so nižje od dovoljenih.

Prav tako letna efektivna doza zunanjega sevanja na ograji NEK iz vseh prispevkov, torej tudi iz suhega skladišča izrabljenega goriva, v času obratovanja ne bo presegla sevalne obremenitve, ki trenutno velja za ograjo NEK in znaša 200 µSv /7/. Zaradi obratovanja suhega skladišča ne bo presežena dovoljena hitrost doze na ograji NEK.

Glede na navedeno, zaradi oddaljenosti mej, ne bo čezmejnega vpliva ionizirajočega sevanja na območje sosednjih držav.

6.3.8 Vplivi na naravne in materialne dobrine

Vpliv v času obratovanja
Neposredna raba naravnih virov pri proizvodnji obsega rabo vode iz javnega vodovodnega omrežja za sanitarne potrebe in varstvo pred požarom, rečno in podzemno vodo, ki se, na podlagi vodnih dovoljenj, odvzema iz vodnjakov in reke Save za tehnološke potrebe. Rečna in podzemna voda se ne uporablja kot surovina (se ne vgradi v izdelke), temveč se uporablja v podpornih procesih hlajenja. Vsa voda se po uporabi z ustreznim tretmajem torej vrača v okolje, v reko Savo. Prečrpana voda iz treh vodnjakov se preko meteornega sistema vrača neposredno v reko Savo.

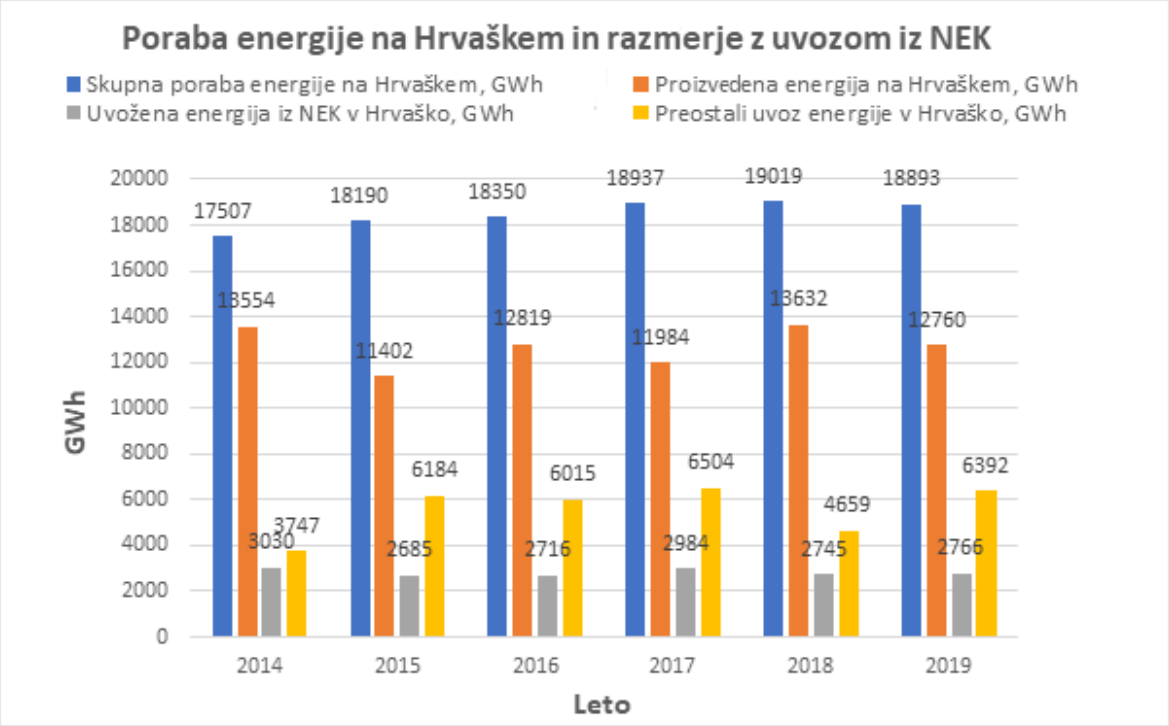
Poseg v času obratovanja ne bo vplival na naravne vrednote v okolici lokacije posega (opis v poglavju 5.14.1).

Kot izhaja iz ugotovitev v predhodnih poglavjih tega poročila, ki obravnavajo vplive NEK na okolje - obstoječe in po spremembi, so vse obremenitve v okviru dovoljenih vrednosti. S podaljšanjem obratovalne dobe NEK se ne pričakuje čezmernih obremenitev okolja ali vplivov, ki bi povzročili poslabšanje pogojev bivanja, rabe ali uporabe objektov in zemljišč izven območja obrata NEK. Podjetje izvaja dejavnost v industrijski coni Vrbina, kjer so v okolici prisotni še drugi industrijski objekti (glej poglavje 2.2.1), in ki je v tem prostoru prisotna že desetletja, zato ni edini vir obremenjevanja okolja na tem območju, je pa eden pomembnejših. Obrat se ne uvršča med dejavnosti in naprave, ki lahko povzročajo onesnaževanje okolja večjega obsega in ni obrat večjega ali manjšega tveganja za okolje. NEK je jedrski objekt, zato njena prisotnost v tem prostoru lahko predstavlja neposredno nevarnost za okoljsko ali drugo nesrečo, ki bi lahko vplivala na materialne dobrine - zemljišča in stavbe v okolici (poglavje 5.18.1), vendar je, glede na uporabljeno tehnologijo in izvajanje zaščitnih ukrepov, možnost nesreče zmanjšana na minimalno možno raven. Objekti NEK so v skladu s Pravilnikom fizičnem varovanju jedrskih objektov, jedrskih in radioaktivnih snovi ter prevozov jedrskih snovi (UL RS, št. 17/13, 76/17) uvrščeni v I., II. in III.: kategorijo objektov, Objekt bo zato varovan v skladu z zahtevami za fizično nadzorovano območje oziroma fizično nadzorovan objekt. O uskladiščenem gorivu se bo poročalo v skladu z Uredbo o varovanju jedrskih snovi (UL RS, št. 34/08 in 76/17 – ZVISJV-1).

Republika Hrvaška – energetsko-podnebni in gospodarski vidiki vpliva

Lastnika Nuklearne elektrarne Krško sta GEN energija d.o.o. (Republika Slovenija) in Hrvatska elektroprivreda (Republika Hrvaška). Upravljanje z elektrarno je urejeno s Pogodbo med Vlado Republike Slovenije in Vlado Republike Hrvaške o ureditvi statusnih in drugih pravnih razmerij, povezanih z vlaganjem v NEK, njenim izkoriščanjem in razgradnjo (BHRNEK) /11/. Dobava električne energije je 50 % Republiki Sloveniji in 50 % Republiki Hrvaški.

Tako za Republiko Hrvaško kot tudi za Republiko Slovenijo je NEK stabilen vir električne energije, s kontinuirano in zanesljivo proizvodnjo. Ob koncu leta 2019 je skupna razpoložljiva moč elektrarn na ozemlju Republike Hrvaške znašala 4711,8 MW. Od tega 1781 MW v termoelektrarnah, 2199,7 MW u hidroelektrarnah, 646,3 MW v vetrnih elektrarnah in 84,8 MW v sončnih elektrarnah. Zmogljivost NE Krško razpoložljiva za Hrvaško (348 MW) tvori dodatnih 7,4 % proizvodnih kapacitet, s kontinuirano dobavo. Od leta 2014 – 2019 je iz NEK pokrito 15,2 % porabe električne energije Hrvaške /248/.



Slika 99: Poraba energije na Hrvaškem in razmerje z uvozom iz NEK /248/

Klimatsko energetski strateško planski dokumenti Republike Hrvaške za obdobje do leta 2030 s projekcijo do leta 2050 predvidevajo proizvodnjo električne energije v Nuklearni elektrarni Krško do leta 2043, kar prispeva k zmanjšanju emisije toplogrednih plinov skladno z obvezami Pariškega sporazuma in Evropskega zelenega plana /249/, /250/ in /251/. Po izračunih se ocenjuje, da bo za zamenjavo proizvodnje v NE Krško treba v prihodnosti zgraditi okrog 1200 MW kapacitet v vetrnih elektrarnah, ali okrog 2700 MW v sončnih elektrarnah, kar bo predstavljalo izziv z ozirom na poseg v prostor in vključevanje v prostorske plane. Nadaljevanje obratovanja omogoča ohranjanje ekonomskih aktivnosti vezanih na storitve nudene NEK, pomaga pri ohranjanju človeških potencialov na nuklearnem področju in pomaga pri ohranjanju zmogljivosti v znanstveno akademski skupnosti.

Glede na navedeno, zaradi oddaljenosti sosednjih držav, čezmejnega vpliva na naravne in materialne dobrine v času obratovanja ne bo oz. bo v primeru Republike Hrvaške ta vpliv celo pozitiven.

6.3.9 Vplivi na prebivalstvo in zdravje ljudi

Vplivi v času obratovanja

Kot izhaja iz ugotovitev v predhodnih poglavjih tega poročila, ki obravnavajo vplive posega na vse relevantne dejavnike okolja, na katere bi poseg lahko vplival, pri obstoječi proizvodnji v NEK niso presežene mejne vrednosti emisije snovi in sevanj v okolje. Preseganj mejnih vrednosti se ne pričakuje tudi po načrtovanem podaljšanjem obratovalne dobe NEK. Mejna vrednost je predpisana raven, katere cilj je izogniti se škodljivim učinkom na zdravje ljudi ali okolje kot celoto, jih preprečiti ali zmanjšati. V NEK se izvajajo in se bodo tudi po spremembi izvajali vsi ukrepi za zmanjšanje obremenitev in preprečevanje onesnaženja okolja ter vpliva na zdravje ljudi, ki izhajajo iz predpisov, prav tako se redno izvaja spremljanje stanja (monitoring) v skladu z veljavnimi predpisi in dovoljenji.

Sprememba obstoječega posega (podaljšanje obratovalne dobe) ne bo povzročila spremembe naravnih in drugih pogojev življenja in bivanja v okolici lokacije posega in širše. Vpliva na območju sosednjih držav ne bo.

Sklepna ugotovitev
Kot je razvidno iz poglavij 1.1 in 8, bo območje na katerem poseg povzroča obremenitve okolja, ki lahko vplivajo na zdravje in premoženje ljudi v obratovanja, omejeno na ožjo lokacijo NEK, in sicer na zemljišča:

- parcele v lasti NEK: 1197/44, 1204/192, 1197/397, 1246/2, 1197/398 (delno) in 1204/206 (delno), vse k. o. (1321) Leskovec,

- deli parcel, na katerih ima NEK stavbno pravico: 1204/209, 1246/6, 1249/1, 1246/33, 1195/107, 1195/109, 1195/111, vse k. o. (1321) Leskovec.

Na podlagi navedenega zaključujemo, da predvideni poseg ob **normalnem obratovanju** ne bo imel čezmejnih vplivov na dejavnike, obravnavane v tem poročilu, ki bi izhajali iz posameznih vplivov ali njihovih medsebojnih učinkov.

6.4 ČEZMEJNI VPLIVI V PRIMERU IZREDNEGA DOGODKA – NESREČE

V tem poglavju predstavljamo rezultate izračuna doz na določenih razdaljah za primer projektne nezgode (DB) ali razširjene projektne nezgode (BDB) v Nuklearni elektrarni Krško ter monitoring v primeru nezgode z izpusti v ozračje /196/.

Radioaktivni inventar (Source Term)
Radioaktivni inventar, ki se sprosti iz sredice v primerih projektnih nezgod in razširjenih projektnih nezgod, temelji na metodah podanih v NUREG-1465 /197/.

NUREG-1465 /197/ podaja realistične izpuste glede časa izpusta, vrste nuklidov, količine in kemične sestave. Te metode so vključene v najnovejše računalniške kode za analize nezgod (MAAP, MELCOR, ASTEC itd.).

Predvideni izpusti iz sredice v zadrževalnem hramu so prikazani v tabeli spodaj (Tabela 132). Izpusti navedeni v prvih dveh stolpcih za deleže izpustov so uporabljeni pri projektni nezgodi, vsi štirje stolpci za deleže izpustov pa pri izračunih razširjene projektne nezgode.

Tabela 132: Predvideni izpusti iz sredice v zadrževalnem hramu (vir: /197/)

Skupine fisijskih produktov	Reprezentativni element	Deleži izpustov			
		Izpust iz reže gorivnih elementov (0 ur)	Hitri izpusti v reaktorski posodi (1,3 ure)	Izpust iz reaktorske posode (2 uri)	Pozni izpusti v reaktorski posodi (10 ur)
1	Žlahtni plini	0,05	0,95	0	0
2	I	0,05	0,35	0,25	0,1
3	Cs	0,05	0,25	0,35	0,1
4	Te	0	0,05	0,25	0,005
5	Sr	0	0,02	0,1	0
6	Ba	0	0,02	0,1	0
7	Ru	0	0,0025	0,0025	0
8	Ce	0	0,0005	0,005	0
9	La	0	0,0002	0,005	0

Analitična metoda izpusta v okolje upošteva odstranjevanje ali zmanjšanje cepitvenih produktov s pomočjo varnostnih sistemov (prhanje zadrževalnega hrama, pasivno filtriranje in ventiliranje) in z naravnimi procesi, kot je depozicija aerosolov.

Izbira reprezentativnih nezgod

Za reprezentativno projektno nezgodo (DBA), ki je s stališča predvidenih izpustov in doznih obremenitev delavcev NEK in ljudi v neposredni okolici najslabša, je bila izbrana nezgoda z izgubo primarnega hladila, t.i. velika izlivna nezgoda (LB LOCA), ki vključuje v svojih predpostavkah tudi poškodbe goriva (Ref. USAR Chapter 15) /3/ in NUREG-1465 /197/.

Doze vsled poškodbe gorivnega elementa v SFP (padec gorivnega elementa) so manjše kot pri veliki izlivni nezgodi (Ref. USAR Chapter 15).

Verjetnost za razširjeno projektno nezgodo za bazen z izrabljenim gorivom (odkritje goriva v bazenu za izrabljeno gorivo) je zelo majhna oz. zanemarljiva (ca. 1E-9/leto /196/). NEK je v sklopu nadgradnje varnosti dodatno k projektnim sistemom instalirala alternativni hladilni sistem (poleg dveh obstoječih povsem redundantnih sistemov) in alternativni pršilni sistem, ki bi se uporabil v primeru izgube projektnih hladilnih sistemov ali izgube hladila/vode v bazenu za izrabljeno gorivo. S tem se je že tako majhna verjetnost poškodbe goriva v bazenu za izrabljeno gorivo še dodatno zmanjšala.

Za reprezentativno razširjeno projektno nezgodo kategorije DEC-B je izbrana nezgoda z izgubo vsega izmeničnega napajanja in izgubo obratovalne posadke za 24 ur. Verjetnost na leto za popolno izgubo izmeničnega napajanja znaša 4,13E-07 /leto. Konzervativno je dodatno predpostavljeno, da prvih 24 ur ne bo možno vzpostaviti električnega napajanja in se ne izvede nobena akcija s strani obratovalnega osebja. Izguba tlačne bariere reaktorske zgradbe v reprezentativni razširjeni nezgodi ni predpostavljena, saj je HCLPF kapaciteta struktur, ki zagotavljajo tlačno bariero reaktorske zgradbe, enaka 1,11 g in približno dva-krat večja od HCLPF kapacitete sistemov izmeničnega napajanja. Maksimalni pospeški tal z nezanemarljivo verjetnostjo odpovedi zadrževalnega hrama so zato precej večji od 1,0 g, srednja letna frekvenca izgube izmeničnega napajanja v kombinaciji z izgubo integritete zadrževalnega hrama pa precej nižja od verjetnosti predpostavljene reprezentativen nezgode. V primeru predpostavljene DEC-B nezgode pride do taljenja sredice, pretalitve reaktorske posode in relokacije taline v kalužo zadrževalnega hrama. Posledično pride do porasta tlaka v zadrževalnem hramu in delovanja pasivnega filtrskega sistema, ki tlačno razbremeni zadrževalni hram in s tem zagotavlja njegovo dolgoročno integriteto. Ta nezgoda je bila izbrana tudi kot projektna nezgoda za projektiranje pasivnega filtrskega sistema zadrževalnega hrama in pasivnih sežigalnih peči (Pasive Autocatalitic Recombiners - PARs) s ciljem maksimirati količino sproščenih fisijskih produktov v atmosfero zadrževalnega hrama.

V primeru obravnavanih nesreč (DBA in DEC-B) ne pride do tekočinskih izpustov v Savo. Vsa hladilna voda se zadrži znotraj zadrževalnega hrama in pomožne zgradbe, ki je projektirana za sisteme in komponente, ki vsebujejo radioaktivni material (kontaminirano radioaktivno vodo).

Na območju elektrarne bo tudi suho skladišče izrabljenega goriva. Na podlagi vseh projektnih dogodkov in razširjenih projektnih dogodkov je bilo dokazano, da vsebnik, v katerega je vstavljeno gorivo, ohranja svojo celovitost brez puščanja. Kljub temu je bila za potrebe pridobitve integralnega gradbenega dovoljenja za suho skladiščenje izrabljenega goriva v postopku čezmejne presoje izvedena tudi analiza radioloških posledic puščanja vsebnika. Rezultati radiološke analize potrjujejo, da bi bila v hipotetičnem primeru puščanja vsebnika 30-dnevna doza za posameznika iz prebivalstva nižja od doze vsled projektne nezgode izgube primarnega hladila (LB LOCA), ki predstavlja mejno projektno nezgodo s stališča predvidenih izpustov in doznih obremenitev delavcev NEK in ljudi v neposredni okolici.

<u>Projektna izlivna nezgoda (LB LOCA)</u>

Za primer projektne izlivne nezgode (LB LOCA) je izotopski inventar izpuščen v okolje izračunan s predpostavkami kot so navedene v varnostnem poročilu (USAR), radioaktivni inventar pa temelji na specifičnih izračunih ORIGEN2 za NEK. Časovni potek izpusta je v skladu z NUREG-1465 /197/.

Puščanje iz zadrževalnega hrama v okolico je bilo analizirano z uporabo modela z delom volumna zadrževalnega hrama, ki je izpostavljen prhanju in delom volumna, ki ni izpostavljen prhanju. Model vključuje tudi direktno puščanje zadrževalnega hrama, puščanje preko vmesnega prostora, filtracijo vmesnega prostora in filtrirano puščanje. Predvidene poti izpustov so predstavljene na sliki v nadaljevanju (Slika 100).

Predpostavljeno je projektno puščanje zadrževalnega hrama direktno v okolico, pri čemer se radionuklidi ne filtrirajo. Puščanje zadrževalnega hrama neposredno v okolje se ob začetku recirkulacije zmanjša, vendar je prisotno do konca nezgode. Večina puščanja zadrževalnega hrama je po začetku recirkulacije preusmerjeno v anulus zadrževalnega hrama. Puščanje je predpostavljeno kot talni izpust.

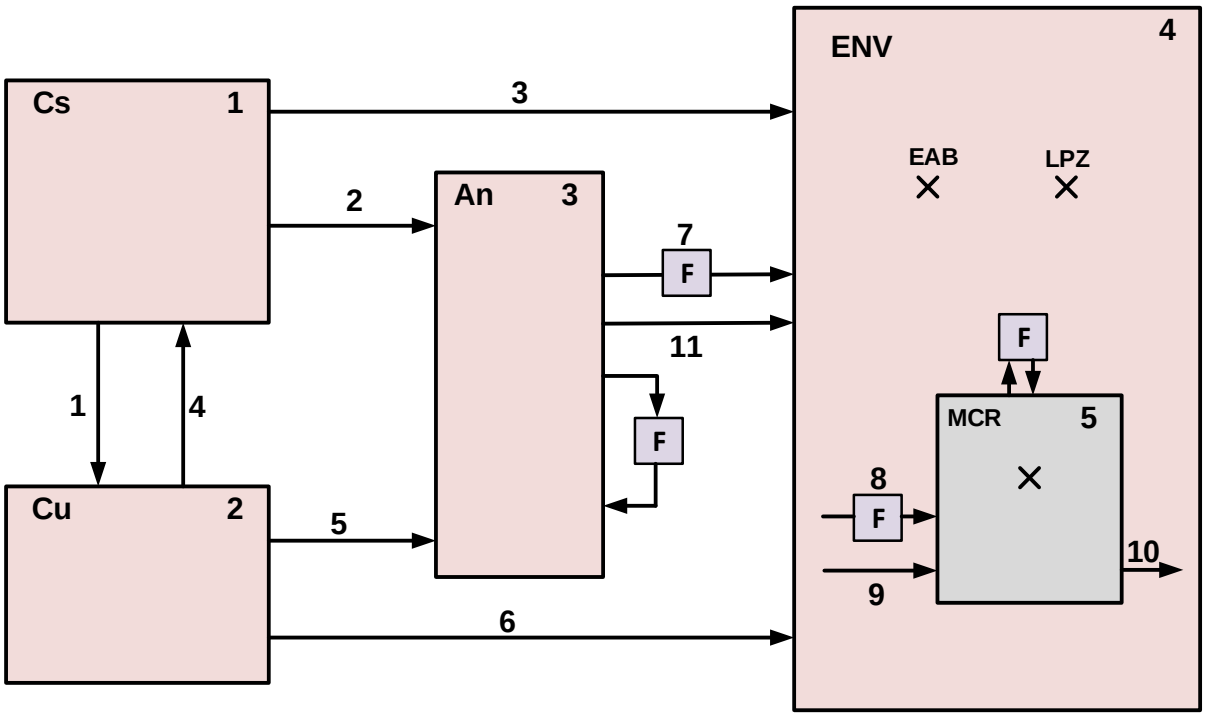
Puščanje zadrževalnega hrama je predpostavljeno v skladu z varnostnim poročilom, kot je navedeno v USAR tabeli 15.6.5-11 /3/.

Predpostavljeno je, da je do 1200 s puščanje neposredno v okolje s projektnim puščanjem 0,2 vol.%/dan. Hitrost puščanja med 1200 s in 1 dnem je 0,02 vol.%/dan, po tem pa 0,01 vol.%/ dan. Med 1200 s in 1 dnevom je stopnja puščanja iz zadrževalnega hrama v vmesni prostor 0,18 vol.%/dan in 0,09 vol.%/dan po tem intervalu. Skupno puščanje zadrževalnega hrama je v prvih 24 urah 0,2 vol.%/dan, nato pa 0,1 vol%/dan. V izračunu s programom RADTRAD /218/ je puščanje razdeljeno na uhajanje pršenih in ne-pršenih volumnov, vendar je skupna količina izpusta enaka tisti, ki temelji na celotni prostornini zadrževalnega hrama. Ustrezne poti izpustov (3, 6 in 2, 5) so prikazane na sliki v nadaljevanju (Slika 100).

Model elektrarne uporabljen v programu RADTRAD za projektno izlivno nezgodo

Zadrževalni hram je razdeljen na pršeni del volumna (1) in ne-pršeni del volumna (2). Poti (1) in (4) se uporabljata za modeliranje mešanja med njima. Poti (3) in (6) predstavljata neposredno puščanje v okolje. Poti (2) in (5) predstavljata puščanje v vmesni prostor (3) (ko se vzpostavi podtlak). Vmesni prostor je opremljen z recirkulacijskim filtrom. Filtrirana izpustna pot (7) je sestavni del tega filtra.

Pot (11) predstavlja puščanje iz vmesnega prostora neposredno v okolje. Volumen (5) predstavlja glavno komandno sobo (MCR). Z okoljem je povezana preko nefiltrirane poti (9) in s filtrirano dovodno potjo (8). Ta pot je sestavni del recirkulacijskega filtra glavne komandne sobe. Pot (10) je izpust iz MCR (pretok je enak vsoti poti 8 in 9). MCR je vsebovan v modelu, čeprav ne vpliva na izračun doz v okolju.



Slika 100: RADTRAD model za projektno izlivno nezgodo NEK (vir: /196/)

Legenda kratic modela RADTRAD:
Cs……pršeni del volumna zadrževalnega hrama

Cu……nepršeni del volumna zadrževalnega hrama
An……vmesni prostor
ENV……okolje
F……filter
EAB…… izključitveno območje
LPZ…… območje načrtovanja preventivnih zaščitnih ukrepov
MCR……glavna komandna soba

Razširjena projektna nezgoda (DEC-B)

Za primer najhujše razširjene nezgode (DEC-B) pa je bila izbrana nezgoda z izgubo vsega izmeničnega napajanja in izgubo obratovalne posadke za 24 ur. Torej v prvih 24 urah se ne izvede nobene akcije s strani obratovalnega osebja. Scenarij predpostavlja izgubo zunanjega napajanja, odpoved varnostnih dizelskih generatorjev, odpoved ponovne vzpostavitve električnega napajanja in puščanje tesnil reaktorske črpalke (RCP), kar rezultira v izlivno nezgodo. Puščanje hladila skozi tesnila RCP predstavlja malo izlivno nezgodo in zaradi predpostavljene nezmožnosti dopolnjevanja pride do odkritja in segrevanja ter poškodbe sredice. Posledično pride do talitve sredice, pretalitve reaktorske posode in izlitja taline goriva v zadrževalni hram. Pri izlitju taline v zadrževalni hram pride do interakcije betona in taline (MCCI - Molten Core Concrete Interaction), pri kateri se sproščajo različni plini, kar vodi v naraščanje tlaka v zadrževalnem hramu.

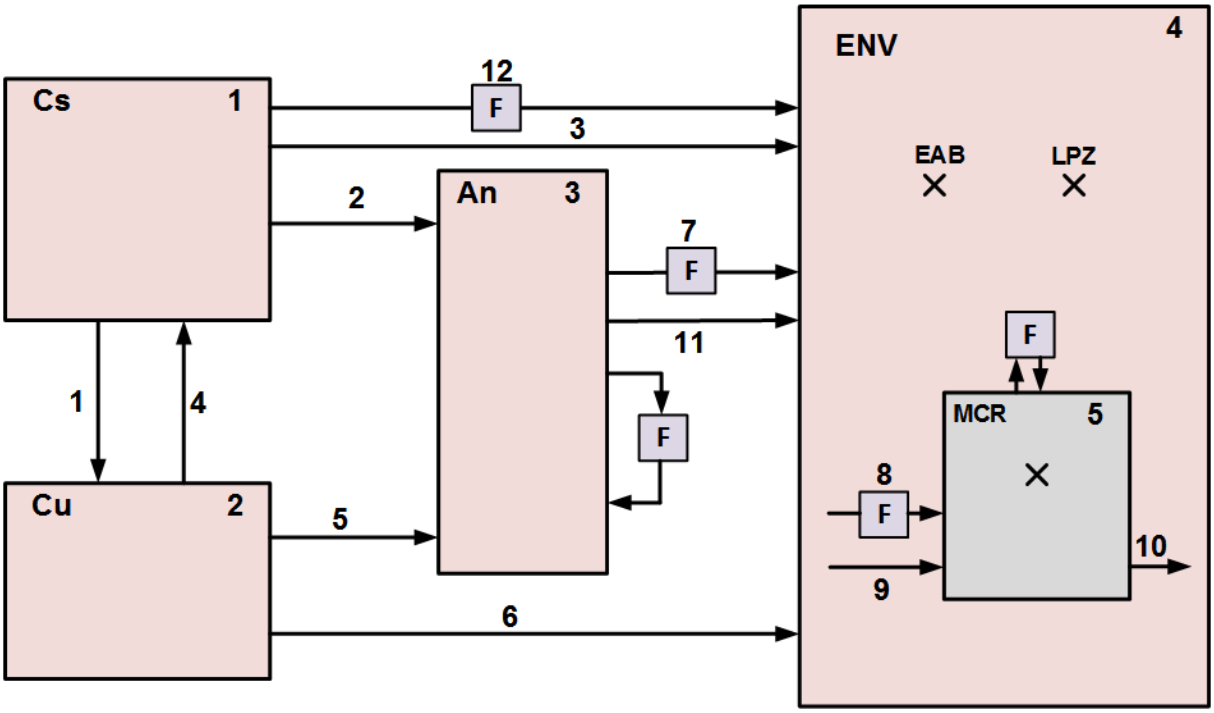
Dvig tlaka nad 6 barov sproži delovanje pasivnega filtrskega sistema za tlačno razbremenitev zadrževalnega hrama. Ta sistem zadrži več kot 99,9993 % (dekontaminacijski faktor 137.000) fisijskih produktov v partikularni obliki v filtrih v zadrževalnem hramu, preko 99,9997 % (dekontaminacijski faktor 370.000) elementarnega joda in 93 % (dekontaminacijski faktor 14,53) organskega joda na jodnih filtrih. V izračunu je za elementarni jod uporabljen konzervativno nižji dekontaminacijski faktor 100.000. V ozračje pa se izpustijo žlahtni plini, ki jih filtrski sistem ne zadrži. Na ta način se zagotovi zaščita tlačne meje zadrževalnega hrama in se v celoti prepreči dolgoročna kontaminacija okolja. Velja posebej poudariti, da je v primeru taljenja sredice tak izpust radioaktivnih snovi v okolje najbolj verjeten, v primerjavi z drugimi kategorijami izpusta, in je bila ta nezgoda izbrana kot projektna nezgoda za projektiranje pasivnega filtrskega sistema zadrževalnega hrama s ciljem maksimirati količino sproščenih fisijskih produktov v atmosfero zadrževalnega hrama.

Blažilni ukrepi so predpostavljeni po 24 urah po pričetku nezgode. Pred tem časom pride do prvega in edinega izpusta preko pasivnega filtracijskega sistema zadrževalnega hrama (čas odprtja znaša 3 ure). To je izredno konzervativna predpostavka, saj predpostavi, da 24 ur ne bo operativnega osebja na elektrarni, niti nobenega električnega napajanja in posledično delovanja nobenega od varnostnih sistemov. Po 24-ih urah je odvod toplote iz zadrževalnega hrama predviden preko Alternativnega sistema za odvod toplote (ARHR). Predpostavljeno je tudi prhanje zadrževalnega hrama z uporabo ARHR sistema.

Analiza je narejena z uporabo računalniškega programa MELCOR. Predpostavljeno je tudi projektno puščanje zadrževalnega hrama.

RADTRAD model za razširjene projektne pogoje (DEC-B)

Model elektrarne uporabljen v programu RADTRAD za projektno izlivno nezgodo je dopolnjen s pasivnim filtracijskim sistemom (PCFVS) – pot (12). Alternativni radioaktivni inventar (AST) je določen na podlagi dopolnitev deležev izpustov iz NUREG-1465 /197/.



Slika 101: RADTRAD model za NEK DEC-B nezgodo (vir: /196/)

Legenda kratic modela RADTRAD:
Cs……pršeni del volumna zadrževalnega hrama
Cu……nepršeni del volumna zadrževalnega hrama
An……vmesni prostor
ENV……okolje
F……filter
EAB…… izključitveno območje
LPZ…… območje načrtovanja preventivnih zaščitnih ukrepov
MCR……glavna komandna soba

Meteorološki del

Opis modelirnega sistema

V tem poglavju je opisan izračun razredčevalnih sposobnosti atmosfere ob nezgodnem izpustu iz NEK za širše področje, za razdalje do 100 km stran od vira na vzorčnem primeru enega meseca. Modelirni sistem, ki je zgrajen, predstavlja orodje za realistično oceno dogajanja v atmosferi.

Za širše področje okolice NEK so obravnavani viri emisij iz NEK v ozračje kot točkasti viri. Za realistično obravnavo disperzije iz točkastih virov so najbolj primerni Lagrangeevi modeli delcev v kombinaciji s prostorsko 3D ponazoritvijo meteorološkega stanja atmosfere. Lagrangeevi modeli delcev zmorejo pravilno ponazoriti dimni dvig in turbulentnost atmosfere v 3D prostoru s primerno časovno resolucijo. Disperzijske zmogljivosti atmosfere so predstavljene z relativnimi koncentracijami imenovanimi tudi razredčitveni koeficienti X/Q, ki za izbrano obdobje izpuščanja uporabijo konstantno emisijo.

Modelirni sistem za področje 200 km x 200 km s središčem v NEK je zgrajen z modeli WRF /198/ in ARIA Industry. ARIA Industry sestavljajo meteorološki predprocesor SURFPro, masno konsistentni model za veter Minerve in disperzijski Lagrangeev model delcev Spray /199/.

Za izračun disperzije je uporabljen Lagrangeev model delcev Spray. 3D prostorski opis vremenskih spremenljivk in fizikalni opis značilnosti vira, ki iz NEK emitira radionuklide, sta vhodna podatka v model za izračun disperzije radionuklidov v ozračju.

Model za izdelavo numerične vremenske napovedi WRF

Model je postavljen v naslednji konfiguraciji:

- verzija WRF: 4.2.1,
- večja domena: vodoravno 89 celic x 89 celic, vsaka celica je kvadrat s stranico 12 km,
- manjša domena: (z oznako 2): vodoravno 85 celic x 85 celic, vsaka celica je kvadrat s stranico 4 km,
- rumeni krog z oznako 2 nakazuje, kje je središče notranje (druge) domene,
- časovni korak je 0,5 ure,
- navpični nivoji: tip = ETA, število nivojev je 45.



Slika 102: Večja in manjša domena izbrane konfiguracije WRF modela (vir: /196/)

Disperzijski modelirni sistem AriaIndustry (SURFPro, Minerve in Spray)

Uporabljeni vhodni podatki in nastavitve modelov Minerve in Spray:

- domena 200 km x 200 km z resolucijo 2 km in središčem v NEK, 100 x 100 celic vodoravno,
- koordinate domene, levi spodnji kot UTM33: 440000, 4987000,
- digitalni model reliefa iz leta 2012, (izvorna resolucija 25 m, pretvorjeno v resolucijo modela 2 km),

- uporaba tal (Corine land cover) iz leta 2018 (izvorna resolucija 100 m, pretvorjeno v resolucijo modela 2 km),
- izvedeni statični podatki za različne letne čase iz uporabe terena: »surface roughness length«, »bowen ratio«, »albedo« in »soil heat flux«,
- prostorska delitev na celice vodoravno: 2 km, navpično: terenu se prilegajoči sloji, prvi sloj pri tleh debeline 10 m, zatem pa terenu se prilegajoč sigma koordinatni sistem do višine 3000 m,
- vhodni vremenski podatki so rezultati modela WRF,
- časovni korak 0,5 ure, povprečne vrednosti,
- rezultate prikazujemo za sloj pri tleh,
- obravnavani meseci: februar, maj, avgust in november 2020.

Fizikalne značilnosti emisijskih virov

Obravnavani so trije viri, glavna ventilacija, talni izpust in izpust iz dimnika PCFVS.

Izpusti iz glavne ventilacije:
- na lokaciji NEK zadrževalnega hrama,
- višina dimnika: 60 m.

Talni izpust:
- na lokaciji NEK zadrževalnega hrama,
- višina izpusta: 1 m.

Izpusti z dimnika PCFVS:
- na lokaciji NEK zadrževalnega hrama,
- višina dimnika: 58 m.

Validacija uporabljenih modelov

Modeli, ki smo jih uporabili v modelirnem sistemu, so izvorno namenjeni za simulacije vremenskega stanja atmosfere in disperzije lahkih onesnaževal v ozračju nad zahtevnim, kompleksnim terenom. Proizvajalci so jih validirali (primerjali z meritvami v naravi) na različnih setih podatkov /211/,/212/.

Pred uporabo za NEK PVO pa smo modele izdatno validirali tudi na področju Slovenije, ki je umeščen na zahteven del ciljne domene 200 km x 200 km.

Model WRF smo preizkusili na področju Zasavja, Šoštanja in Krškega. Vsa področja predstavljajo zelo kompleksen teren. Primerjali smo napovedi z meritvami na talnih meteoroloških postajah na hribih in v kotlinah in meritve vetra s SODAR-jem v Šoštanju (navpični profil vetra do 1000 m nad terenom). Prav tako smo WRF obširno preizkusili prav na področju NEK. Primerjali smo napovedi in meritve na talnih meteoroloških postajah na širšem področju, meritve na visokem 70m stolpu pri NEK ter meritve s SODAR-jem in RASS-om (navpični profil vetra in temperature do 500 m nad terenom).

WRF model se je izkazal kot zelo dober model za napovedi vremena za to področje /202/,/203/,/204/.

Modelski sistem ARIA Industry (SURFPro, Minerve, Spray) smo prav tako izdatno preizkusili na področju Šoštanja in delno na področju Zasavja. Na področju Šoštanja imamo na razpolago znanstveno priznan set podatkov za preizkuse disperzijskih modelov nad zelo kompleksnim terenom okolice Velenjske kotline s šibkimi vetrovi in temperaturnimi inverzijami. To je set podatkov merilne kampanije »Šoštanj-91«, kjer je bil SO2 iz Termoelektrarne Šoštanj uporabljen kot sledilo za preizkus modelov, emisijske in okoljske koncentracije ter meteorološke meritve pa so na razpolago v pol urnih korakih /205/. Dodatno smo modelski sistem na podatkih »Šoštanj-91« preizkusili tudi v kombinaciji z re-analizami meteoroloških polj izvedenimi z WRF modelom. Z modelskim sistemom smo uspešno ponazorili koncentracije onesnaževal in ugotovili dobro ujemanje v kraju in času. Validacije smo izvajali v okviru slovenskih raziskovalnih projektov in v okviru naloge preizkušanja modelov za ponazoritev disperzije v okolico nuklearnih elektrarn, kjer je MEIS usmerjal to nalogo v MODARIA I in MODARIA II programih na IAEA /207/,/208/.Dodatno smo izračunali tudi relativne koncentracije iz podatkov merilne kampanije »Šoštanj-91«. Vrednosti so v istem območju kot so izračunane za okolico NEK.

Navezava izračunov za PVO do validiranih postavitev modela

Modeli ARIA Industry (SURFPro, Minerve, Spray) so kot skupaj uporabljeni izkazali dovolj dobro ujemanje merjenih in izračunanih koncentracij na validacijskem setu podatkov Šoštanj-91 /205/, /206/, /207/, /208/. Izračuni so bili izvedeni z uporabo merjenih meteoroloških podatkov s 6 talnih meteoroloških postaj razporejenih v kotlini in po hribih in SODAR-jevih meritev za področje 15 km x 15 km.

Tako lokalno postavitev modelirnega sistema poimenujemo referenčni modelirni sistem. Na lokaciji NEK sledilnih preizkusov nismo izvajali. Ker pa je kompleksnost terena in meteorologije nekaj manj zahtevna kot v Šoštanju, lahko upravičeno domnevamo, da bo model v podobnem načinu uporabe dal podobno dobre rezultate. Zato smo izvedli izračune tudi za področje 25 km x 25 km z uporabo merjene meteorologije (RASS in talne postaje) v okolici NEK. To uporabo imenujemo referenčni modelirni sistem NEK /200/. Zatem pa smo v dveh korakih dodali še razširitve, ki ponazarjajo za koliko se statistično spremenijo rezultati disperzije, če uporabimo prognozirano meteorologijo /200/, /201/, /204/, /205/ iz WRF in / ali če razširimo področje na 200 km x 200 km. Vse podrobnosti o referenčnem modelirnem sistemu NEK so zbrane v članku /200/.

Uporabili smo meteorološke podatke s 4-ih talnih postaj in podatke o vertikalnem profilu vetra in temperature (SODAR, RASS) do največ 500 m nad nivojem kotline.

Z uporabo teh merjenih meteoroloških podatkov na področju 200 km x 200 km kot vmesnim rezultatom je preverjeno ujemanje v bližini NEK med rezultati referenčnega modelirnega sistema NEK in sistema za 200 km x 200 km.

Na naslednjih slikah so prikazani ti rezultati. Prikazane so mesečne povprečne vrednosti X/Q izračunane iz polurnih vrednosti. Primerjava vrednosti v celicah z največjo vrednostjo kaže, da je ujemanje dovolj dobro. Ujemanje velja za bližnjo okolico NEK, kjer se pojavljajo najvišje vrednosti, kar je razvidno iz slik rezultatov.

V referenčnem modelirnem sistemu NEK na mali domeni je ugotovljeno, da je izmed obravnavanih mesecev (februar, maj, avgust in november 2020, ki so izbrani po kriteriju, da predstavljajo zadnji mesec meteorološkega letnega časa) mesečno povprečje X/Q za maj 2020 po ploskovnem vzorcu, ki ponazarja smeri in področja kamor se oblak radionuklidov širi, najbolj podobno letnemu povprečju X/Q za leto 2020. Zato so nadaljnje obdelave na veliki domeni izvedene za maj 2020.

Na naslednjih slikah so za primerjavo podani naslednji rezultati za X/Q za talni sloj za obravnavani mesec maj 2020:

- Referenčni rezultati NEK X/Q (25x25, merjena meteorologija) (zgoraj levo),
- X/Q rezultati za 25 km x 25 km, s prognozirano meteorologijo (zgoraj desno),
- X/Q rezultati za 200 km x 200 km, z merjeno meteorologijo (spodaj levo) in
- X/Q končni rezultat za 200 km x 200 km s prognozirano meteorologijo (spodaj desno) za celotno področje.

Razpored slik pri prikazih rezultatov je naslednji:

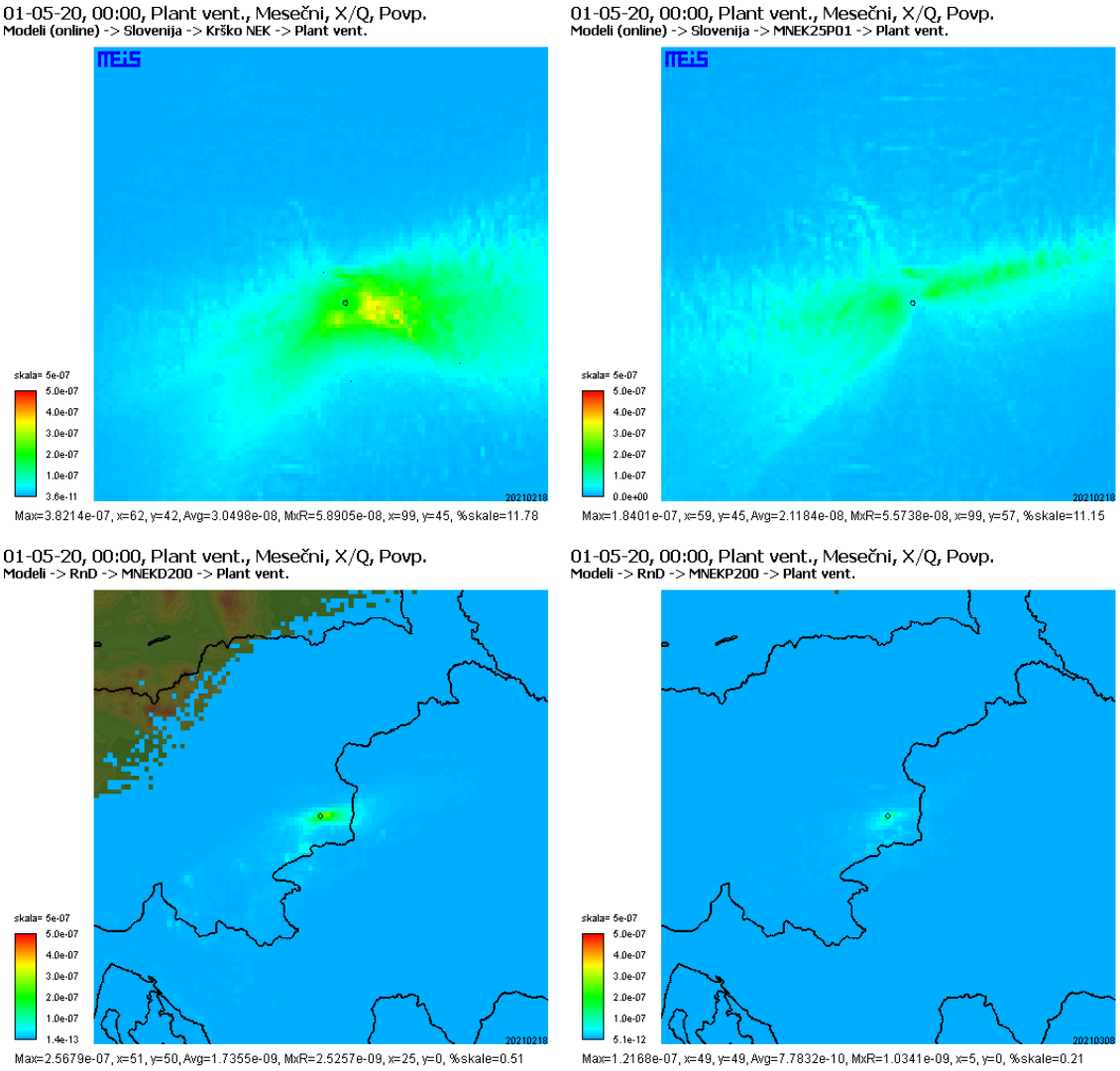
	DIAGNOZA	PROGNOZA
25 x 25	meteorološke meritve EIS NEK 25 km x 25 km referenčni modelirni sistem NEK	WRF napoved vremena 25 km x 25 km
200 x 200	meteorološke meritve EIS NEK 200 km x 200 km	WRF reanaliza vremena 200 km x 200 km končni rezultat

Napis pod vsako sliko pa vsebuje naslednje vrednosti:

- Max - največja vrednost,
- x - lokacija največje vrednosti (Max) v celicah od zahoda proti vzhodu (Z→V),
- y - lokacija največje vrednosti (Max) v celicah od juga proti severu (J→S),
- Avg - povprečna vrednost,
- MxR - največja vrednost na robu domene (slike),
- x - lokacija MxR v celicah od zahoda proti vzhodu (Z→V),
- y - lokacija MxR v celicah od juga proti severu (J→S),
- %skale - vrednost MxR / največja mejna vrednost na skali.

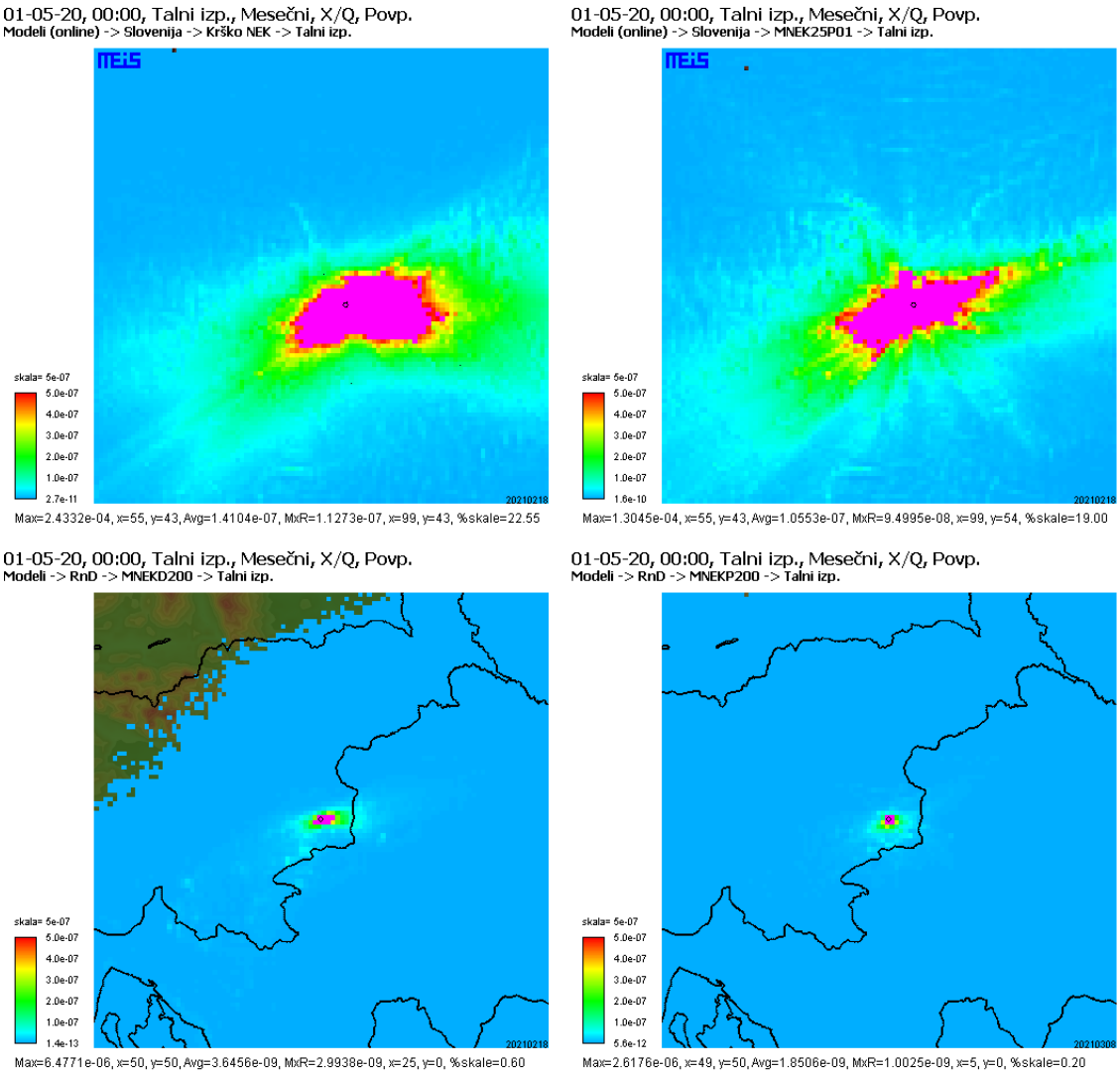
Osnovni rezultati - mesečno povprečje za maj 2020 za X/Q za NEK od 25 km x 25 km do 200 km x 200 km:

Obravnavani so trije viri, glavna ventilacija, talni izpust in izpust iz dimnika PCFVS:



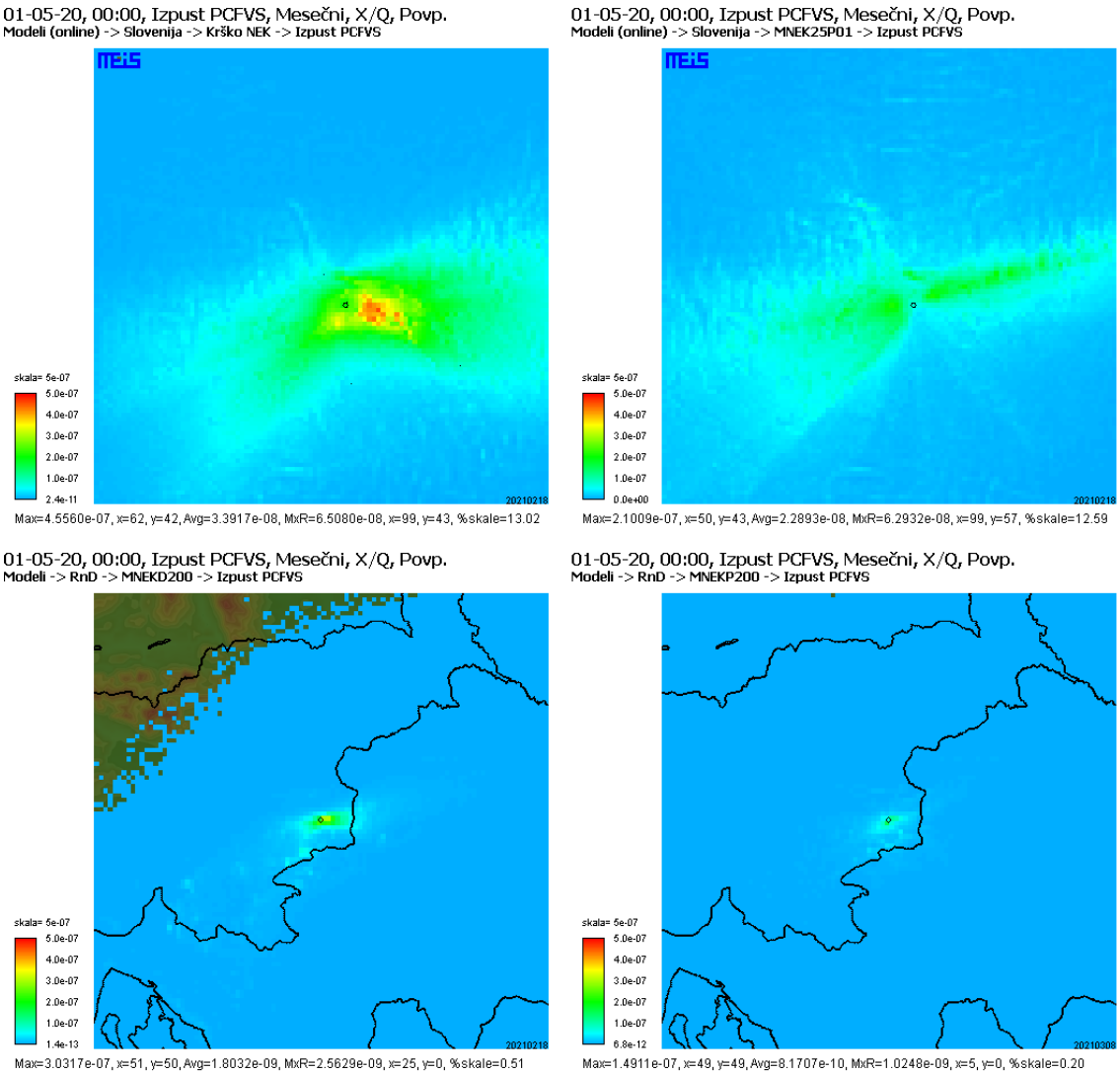
Slika 103: Primerjava mesečnih povprečnih X/Q za izpust iz glavne ventilacije ("Plant vent.") (vir: /196/)

Obravnavani mesec je izpisan v naslovih 2D slik rezultatov. Prvi stolpec predstavlja rezultate diagnostičnega modeliranja, drugi stolpec pa prognostičnega. V prvi vrstici so prikazani rezultati modela na manjši domeni 25 km x 25 km, v drugi vrstici pa rezultati modela na večji domeni 200 km x 200 km.



Slika 104: Primerjava mesečnih povprečnih X/Q za talni izpust ("Talni izp.") (vir: /196/)

Obravnavani mesec je izpisan v naslovih 2D slik rezultatov. Prvi stolpec predstavlja rezultate diagnostičnega modeliranja, drugi stolpec pa prognostičnega. V prvi vrstici so prikazani rezultati modela na manjši domeni 25 km x 25 km, v drugi vrstici pa rezultati modela na večji domeni 200 km x 200 km. Vrednosti prikazane z lila (magenta) barvo so vrednosti, ki so višje od najvišje vrednosti prikazane na legendi z rdečo barvo.



Slika 105: Primerjava mesečnih povprečnih X/Q za PCFVS izpust ("Izpust PCFVS") (vir: /196/)

Obravnavani mesec je izpisan v naslovih 2D slik rezultatov. Prvi stolpec predstavlja rezultate diagnostičnega modeliranja, drugi stolpec pa prognostičnega. V prvi vrstici so prikazani rezultati modela na manjši domeni 25 km x 25 km, v drugi vrstici pa rezultati modela na večji domeni 200 km x 200 km.

Statistična obdelava rezultatov za X/Q

Simulacije in statistične obdelave so izvedene za mesec maj 2020.

Simulacije disperzije so izvedene v korakih po pol ure. Polurna relativna koncentracija oziroma razredčitveni koeficient (X/Q) je osnovni rezultat.

Za vsako celico talnega sloja (za 10000 celic, urejenih v obliki 2D matrike) so neodvisno od ostalih izvedene časovne statistične obdelave.

Rezultati so:
- osnovni rezultati so polurni X/Q,
- dodatno so izračunana drseča povprečja za 2, 8, 16, 72 in 624 ur v vsaki celici prostora,
- zatem so določeni časovni 95 percentili v vsaki celici prostora posebej.

Na ta način je pridobljena statistična ocena, koliko v posamezni celici prostora variirajo razredčevalne sposobnosti atmosfere (vpliv vremena v povezavi s fizikalnimi lastnostmi vira).

X/Q za posamezno celico prostora kjerkoli v domeni 200 km x 200 km predstavlja normirano merilo deleža dozne hitrosti, ki bi jo prebivalec, ki biva v izbrani celici prostora, ob prehodu oblaka prejel pri nezgodnem izpustu iz NEK.

Za izbrani mesec so potem za celotno 2D prostorsko področje med vsemi celicami določene vse vrednosti 95 percentilov na kolobarjih za izbrane razrede razdalj vstran od NEK. V enem razredu razdalj se nahajajo vse lokacije na določeni razdalji stran od NEK ne glede na smer. Zatem so statistično obdelani vsi 95 percentili X/Q za vsak razred razdalj posebej. Za nadaljnji izračun doz so izbrane krajevno 95 percentilne vrednosti časovnih 95 percentilov v izbranem razredu razdalj.

Izračuni so izvedeni za tabele X/Q za glavno ventilacijo, talni izpust in za PCFVS izpust in so vhodni podatek za izračun doz.

Tabela 133: Glavna ventilacija - prostorski 95 percentil časovnega 95 percentila X/Q [s/m^3] za izbrani razred razdalj in izbrano časovno drseče povprečje (vir: /196/)

Razred [km]	polurne vrednosti	2 urno drseče	8 urno drseče	16 urno drseče	72 urno drseče	624 urno drseče
3	4.62E-07	4.15E-07	3.59E-07	3.27E-07	2.58E-07	1.48E-07
10	2.43E-07	2.74E-07	2.28E-07	1.87E-07	1.43E-07	5.22E-08
15	1.34E-07	1.37E-07	1.26E-07	1.03E-07	7.23E-08	2.99E-08
20	7.11E-08	7.12E-08	6.76E-08	6.39E-08	4.89E-08	1.80E-08
25	4.16E-08	4.53E-08	4.56E-08	3.84E-08	2.90E-08	1.12E-08
30	2.65E-08	2.72E-08	2.72E-08	2.51E-08	1.96E-08	6.59E-09
35	1.95E-08	2.08E-08	2.30E-08	2.07E-08	1.41E-08	6.00E-09
40	1.63E-08	1.85E-08	2.09E-08	1.93E-08	1.36E-08	5.04E-09
45	1.21E-08	1.32E-08	1.25E-08	1.10E-08	8.32E-09	3.12E-09
50	1.06E-08	1.18E-08	1.20E-08	1.01E-08	7.34E-09	2.75E-09
55	7.88E-09	8.44E-09	8.25E-09	7.71E-09	5.65E-09	2.03E-09
60	6.73E-09	7.36E-09	8.09E-09	7.61E-09	5.25E-09	1.66E-09
65	5.99E-09	6.64E-09	6.34E-09	6.03E-09	3.95E-09	1.50E-09
70	5.12E-09	5.43E-09	5.37E-09	4.89E-09	3.55E-09	1.23E-09
75	4.52E-09	5.08E-09	4.72E-09	4.11E-09	3.35E-09	1.21E-09
80	4.06E-09	4.18E-09	4.14E-09	3.90E-09	3.08E-09	1.08E-09
85	3.34E-09	3.78E-09	3.38E-09	3.04E-09	2.39E-09	8.66E-10
90	3.15E-09	3.22E-09	3.00E-09	2.58E-09	2.25E-09	7.08E-10
95	2.75E-09	2.80E-09	2.56E-09	2.29E-09	1.83E-09	6.26E-10
100	2.78E-09	2.73E-09	2.39E-09	2.14E-09	1.81E-09	5.65E-10

Datoteka: Plant_vent_95perc_95perc-v5.xlsx

Tabela 134: Talni izpust - prostorski 95 percentil časovnega 95 percentila X/Q [s/m^3] za izbrani razred razdalj in izbrano časovno drseče povprečje (vir: /196/)

Razred [km]	polurne vrednosti	2 urno drseče	8 urno drseče	16 urno drseče	72 urno drseče	624 urno drseče
3	9.18E-06	8.44E-06	6.75E-06	5.23E-06	4.73E-06	2.40E-06
10	6.23E-07	6.84E-07	6.81E-07	6.78E-07	4.07E-07	1.45E-07
15	1.49E-07	1.86E-07	2.12E-07	1.98E-07	1.23E-07	4.28E-08
20	6.75E-08	8.46E-08	9.51E-08	9.28E-08	6.33E-08	2.45E-08
25	4.29E-08	4.87E-08	5.84E-08	5.01E-08	3.89E-08	1.31E-08
30	2.59E-08	2.75E-08	3.28E-08	3.04E-08	2.19E-08	8.37E-09
35	1.85E-08	2.05E-08	2.54E-08	2.29E-08	1.61E-08	7.27E-09
40	1.66E-08	1.87E-08	2.04E-08	1.93E-08	1.51E-08	6.18E-09
45	1.20E-08	1.30E-08	1.37E-08	1.21E-08	8.74E-09	3.43E-09
50	1.03E-08	1.17E-08	1.24E-08	1.10E-08	7.76E-09	3.17E-09
55	7.95E-09	8.62E-09	8.79E-09	7.75E-09	5.79E-09	2.18E-09
60	6.90E-09	7.50E-09	8.22E-09	7.58E-09	5.33E-09	1.82E-09
65	6.27E-09	6.36E-09	6.55E-09	6.09E-09	3.95E-09	1.57E-09
70	4.84E-09	5.29E-09	5.40E-09	4.87E-09	3.56E-09	1.23E-09
75	4.79E-09	5.18E-09	4.74E-09	4.12E-09	3.19E-09	1.19E-09
80	3.85E-09	4.04E-09	4.05E-09	3.59E-09	2.82E-09	1.05E-09
85	3.51E-09	3.81E-09	3.39E-09	2.85E-09	2.34E-09	8.65E-10
90	2.97E-09	3.02E-09	2.78E-09	2.50E-09	2.07E-09	7.23E-10
95	2.78E-09	2.78E-09	2.53E-09	2.24E-09	1.70E-09	6.34E-10
100	2.69E-09	2.65E-09	2.40E-09	2.01E-09	1.70E-09	5.75E-10

Datoteka: Talni izpust_95perc_95perc-v5.xlsx

Tabela 135: PCFVS izpust prostorski 95 percentil časovnega 95 percentila X/Q [s/m^3] za izbrani razred razdalj in izbrano časovno drseče povprečje (vir: /196/)

Razdalja [km]	polurne vrednosti	2 urno drseče	8 urno drseče	16 urno drseče	72 urno drseče	624 urno drseče
3	5.24E-07	4.89E-07	4.21E-07	3.88E-07	3.13E-07	1.81E-07
10	2.93E-07	3.05E-07	2.69E-07	2.18E-07	1.49E-07	5.89E-08
15	1.38E-07	1.45E-07	1.39E-07	1.13E-07	7.35E-08	3.17E-08
20	7.09E-08	7.09E-08	7.39E-08	6.45E-08	4.92E-08	1.88E-08
25	4.39E-08	4.64E-08	4.87E-08	4.02E-08	3.01E-08	1.17E-08
30	2.69E-08	2.79E-08	2.86E-08	2.57E-08	2.01E-08	6.86E-09
35	2.01E-08	2.14E-08	2.42E-08	2.13E-08	1.41E-08	6.23E-09
40	1.70E-08	1.87E-08	2.10E-08	2.00E-08	1.41E-08	5.16E-09
45	1.26E-08	1.32E-08	1.25E-08	1.14E-08	8.37E-09	3.27E-09
50	1.07E-08	1.20E-08	1.21E-08	1.04E-08	7.47E-09	2.75E-09
55	7.82E-09	8.31E-09	8.91E-09	8.20E-09	5.50E-09	2.12E-09
60	6.84E-09	7.83E-09	8.43E-09	7.68E-09	5.55E-09	1.70E-09
65	5.78E-09	6.38E-09	6.63E-09	6.29E-09	4.00E-09	1.52E-09
70	5.23E-09	5.46E-09	5.45E-09	5.12E-09	3.59E-09	1.19E-09
75	4.56E-09	4.93E-09	4.89E-09	4.23E-09	3.35E-09	1.22E-09
80	4.11E-09	4.34E-09	4.26E-09	3.88E-09	3.08E-09	1.09E-09
85	3.51E-09	3.63E-09	3.38E-09	2.93E-09	2.39E-09	8.97E-10
90	3.15E-09	3.21E-09	3.01E-09	2.56E-09	2.16E-09	7.09E-10
95	2.78E-09	2.72E-09	2.56E-09	2.34E-09	1.77E-09	6.37E-10
100	2.78E-09	2.77E-09	2.45E-09	2.14E-09	1.76E-09	5.73E-10

Datoteka: PCFVS_95perc_95perc-v5.xlsx

Disperzijski model za izračune za razdalje nad 100 km od mesta izpusta

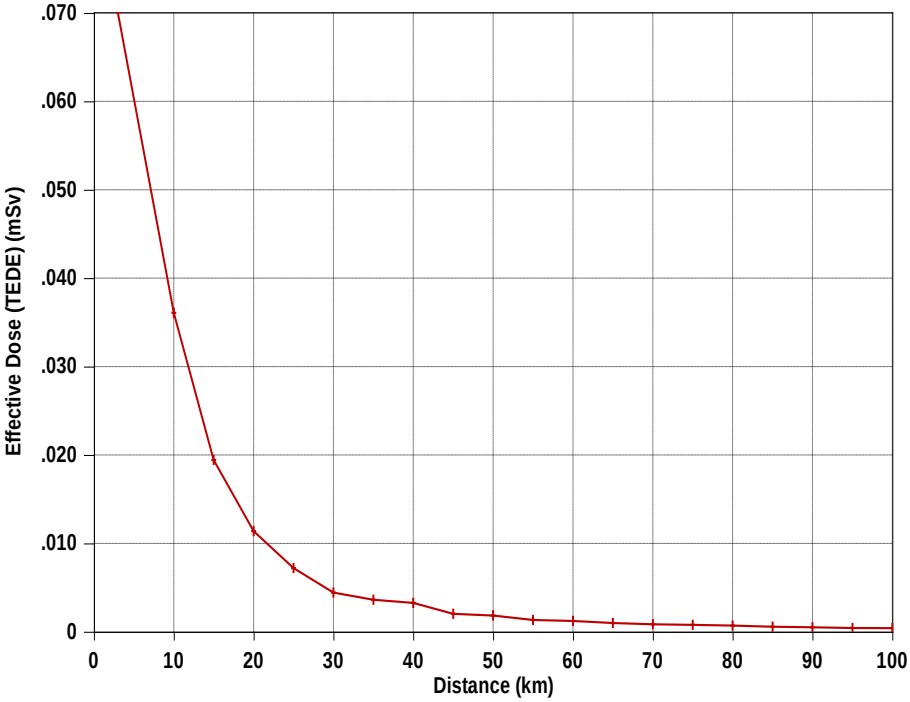
Z modelom RODOS, ki vsebuje disperzijska modela DIPCOT in LASAT, smo izdelali dodatne izračune. Izdelali smo jih za razdalje, ki so lahko večje od 100 km in za primerjavo z RADTRAD in SPRAY rezultati za področje razdalj med 50 km in 100 km od vira.

RODOS /214/ uporablja za izračune 5 gnezdenih mrež različnih gostot od 1 km x 1 km v središču do 16 km x 16 km na robu. Skupno število vseh celic je 8056. RODOS uporablja teren glajen na resolucijo 1 km x 1 km. Meteorološke vhodne podatke za RODOS je pripravil Hidrometeorološki zavod Hrvaške za leti 2016 in 2020. Podatki imajo vsako leto svojo krajevno ločljivost. Za leto 2016 so podatki pripravljeni na vsakih 12 ur. Vsak podatkovni nabor pa vključuje 55 urnih datotek (1 ura na osnovi meritev in 54 ur vremenske napovedi). Celotno področje, ki ga pokrivajo meteorološki vhodni podatki – vremenska napoved, je pravokotnik centriran na NEK lokacijo, 36 celic širok v smeri vzhod – zahod in 26 celic visok

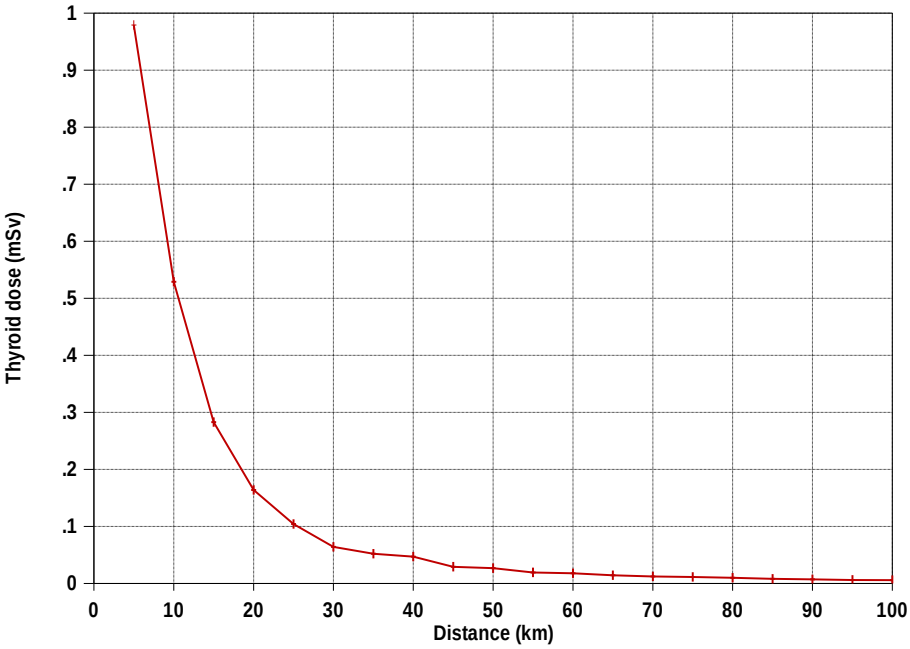
v smeri sever – jug (vsaka celica je velikosti 8 km x 8 km, področje pokriva 288 km x 208 km). Podatki za leto 2020 pa so podani z velikostjo celice 4 km x 4 km, imajo dodatnih 13 vertikalnih nivojev in pokrivajo večje področje (144 celic v smeri vzhod – zahod in 104 celice v smeri sever – jug, področje pokriva 576 km x 416 km). Preračuni so na voljo na vsake 6 ur (vsak vsebuje 1 uro na osnovi meritev in 54 ur vremenske napovedi).

Rezultati izračuna doz za primer projektne izlivne nezgode (LOCA)

Na podlagi rezultatov za izpust radioaktivnega inventarja, rezultatov izračuna za meteorološke pogoje (razredčitveni faktorji) in s pomočjo programa RADTRAD, je izveden izračun doz na določenih razdaljah od NEK. Doze so izračunane in prikazane za talni sloj. Rezultati so prikazani na naslednji sliki za efektivno dozo (Slika 106) in zatem (Slika 107) še za ščitnico. V naslednji tabeli (Tabela 136), kot efektivna 30-dnevna doza (TEDE – Total Effective Dose Equivalent) glede na oddaljenost od NEK in kot doza ščitnice. V izračunih X/Q ni upoštevana depozicija zato, da so vrednosti v oblaku maksimalne. Pri izračunu doz so upoštevani vsi načini izpostavljenosti razen prehrane.



Slika 106: Efektivna 30-dnevna doza (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) glede na oddaljenost od NEK za projektno nezgodo (vir: /196/)



Slika 107: 30-dnevna doza ščitnice (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) glede na oddaljenost od NEK za primer projektne nezgode (vir: /196/)

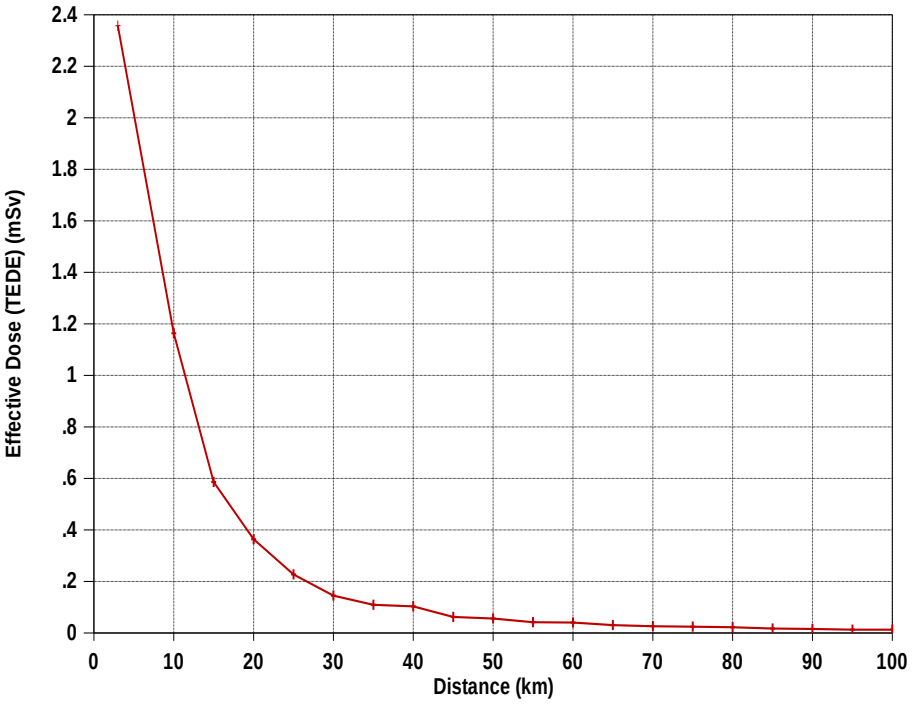
Tabela 136: 30-dnevna doza ščitnice in efektivna 30-dnevna doza (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) glede na oddaljenost od NEK (za projektno nezgodo (vir: /196/)

Razdalja (km)	Ščitnica (mSv)	TEDE (mSv)	Mesto
3	9,79E-01	7,01E-02	Krško
10	5,29E-01	3,61E-02	najbližja meja s Hrvaško
15	2,83E-01	1,94E-02	
20	1,64E-01	1,14E-02	
25	1,04E-01	7,20E-03	
30	6,42E-02	4,43E-03	Novo mesto
35	5,20E-02	3,62E-03	Zagreb (HR)
40	4,71E-02	3,26E-03	Celje
45	2,93E-02	2,02E-03	
50	2,67E-02	1,84E-03	Karlovac (HR)
55	1,93E-02	1,33E-03	
60	1,77E-02	1,22E-03	Kočevje
65	1,44E-02	9,92E-04	
70	1,23E-02	8,43E-04	Maribor
75	1,13E-02	7,84E-04	Varaždin (HR), najbližja meja z Avstrijo
80	1,00E-02	6,95E-04	Ljubljana
85	8,16E-03	5,63E-04	Sisak (HR)

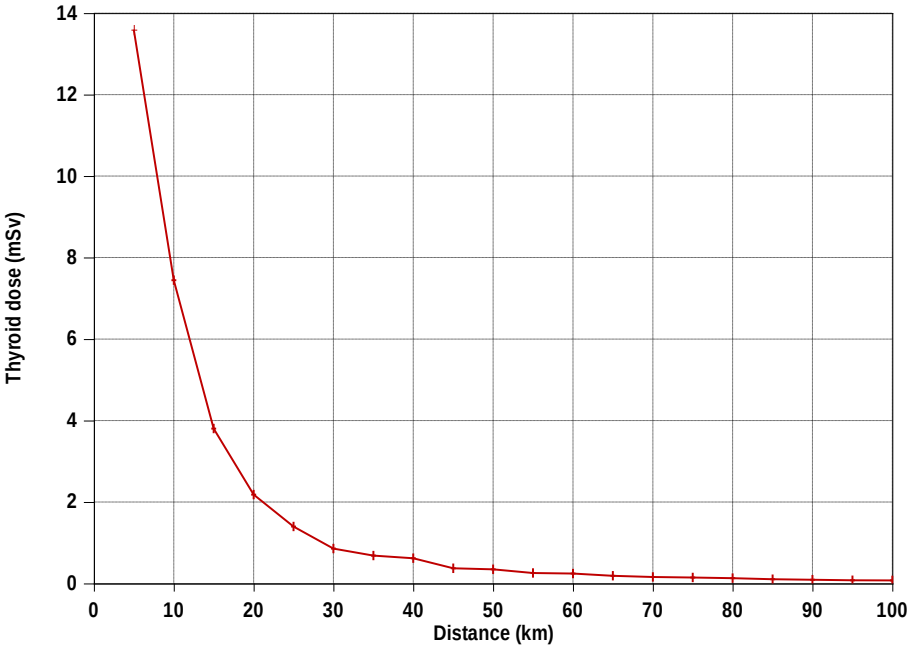
Razdalja (km)	Ščitnica (mSv)	TEDE (mSv)	Mesto
90	7,20E-03	4,95E-04	
95	6,12E-03	4,22E-04	Kranj, Murska Sobota, Lipnica (A)
100	5,81E-03	3,99E-04	Postojna, najbližja meja z Madžarsko

Rezultati izračuna za razširjeno projektno nezgodo (DEC-B)

Rezultati so prikazani na slikah, ki sledita (Slika 108 in Slika 109) in v tabeli, ki sledi (Tabela 137).



Slika 108: Efektivna 30-dnevna doza (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) glede na oddaljenost od NEK za razširjeno projektno nezgodo (vir: /196/)



Slika 109: 30 dnevna doza ščitnice (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) glede na oddaljenost od NEK za razširjeno projektno nezgodo (vir: /196/)

Tabela 137: 30-dnevna doza ščitnice in efektivna 30-dnevna doza (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) glede na oddaljenost od NEK za razširjeno projektno nezgodo (vir: /196/)

Razdalja (km)	Ščitnica (mSv)	TEDE (mSv)	Mesto
3	1,35E+01	2,36E+00	Krško
10	7,44E+00	1,16E+00	najbližja meja s Hrvaško
15	3,80E+00	5,86E-01	
20	2,18E+00	3,64E-01	
25	1,40E+00	2,27E-01	
30	8,56E-01	1,45E-01	Novo mesto
35	6,85E-01	1,09E-01	Zagreb (HR)
40	6,19E-01	1,04E-01	Celje
45	3,71E-01	6,19E-02	
50	3,46E-01	5,62E-02	Karlovac (HR)
55	2,55E-01	4,15E-02	
60	2,44E-01	4,04E-02	Kočevje
65	1,88E-01	3,03E-02	
70	1,59E-01	2,63E-02	Maribor
75	1,46E-01	2,45E-02	Varaždin (HR), najbližja meja z Avstrijo
80	1,29E-01	2,22E-02	Ljubljana
85	1,02E-01	1,74E-02	Sisak (HR)
90	9,08E-02	1,55E-02	
95	7,65E-02	1,29E-02	Kranj, Murska Sobota, Lipnica (A)
100	7,39E-02	1,26E-02	Postojna, najbližja meja z Madžarsko

Za izračune doz na razdaljah večjih od 100 km od vira, so bili izvedeni dodatni izračuni s programom JRodos za projektno nezgodo (LOCA) in za razširjeno projektno nezgodo (DEC-B). Izračunane doze na 100 km so primerljive z dozami izračunanimi z modelom uporabljenim za izračun do 100 km. Na razdaljah, večjih od 100 km, je prikazano pričakovano nadaljnje zmanjšanje doz z večanjem razdalje od vira.

Izračuni za projektno nezgodo LOCA z uporabo programa JRodos

Uporabili smo enak radioaktivni inventar kot je opisan poprej pri razlagi projektne nezgode LOCA. Izpuščene aktivnosti (v Bq) za pomembne izotope smo združili v tri časovne intervale (za prvi dan, od prvega do tretjega dne in od tretjega do tridesetega dne) in jih prikazali v tabeli (Tabela 138).

Tabela 138: Aktivnosti pomembnih izpuščenih izotopov za projektno nezgodo LOCA (vir: /196/)

0,0 - 24,0 h	24,0 - 72,0 h	72,0 - 720 h	Total
Kr-85 1,7749E+13	Kr-85 4,4774E+13	Kr-85 5,2844E+14	Kr-85 5,9096E+14
Kr-85m 7,1662E+13	Kr-85m 5,3687E+12		Kr-85m 7,7031E+13
Kr-87 1,0941E+13			Kr-87 1,0941E+13
Kr-88 8,6110E+13	Kr-88 1,1840E+12		Kr-88 8,7294E+13
I-131 1,4780E+13	I-131 8,9780E+12	I-131 2,6292E+13	I-131 5,0050E+13
I-132 3,5760E+12	I-132 9,6204E+08		I-132 3,5770E+12
I-133 2,2692E+13	I-133 5,1112E+12	I-133 1,1104E+12	I-133 2,8914E+13
I-134 2,3094E+12			I-134 2,3094E+12
I-135 1,1870E+13	I-135 3,6149E+11		I-135 1,2231E+13
Xe-133 3,2447E+15	Xe-133 6,9147E+15	Xe-133 1,9532E+16	Xe-133 2,9691E+16
Xe-135 3,2902E+14	Xe-135 1,1702E+14		Xe-135 4,4604E+14
Cs-134 1,7926E+12	Cs-134 1,1960E+12	Cs-134 7,3445E+12	Cs-134 1,0333E+13
Cs-136 5,5574E+11	Cs-136 3,4288E+11	Cs-136 1,2735E+12	Cs-136 2,1721E+12
Cs-137 1,1723E+12	Cs-137 7,8310E+11	Cs-137 4,8545E+12	Cs-137 6,8099E+12

Izpuščeni izotopi (60 izotopov) za zvezen izpust v programu RADTRAD so organizirani v 8 intervalih s konstantno hitrostjo izpusta. Enaka količina radioaktivnih snovi je izpuščena tudi v RODOS programu. Uporabili smo standardne dolžine časovnih intervalov: od 0 h do 0,5 h, od 0,5 h do 2 h, od 2 h do 4 h, od 4 h do 8 h, od 6 h do 12 h, od 12 h do 24 h, od 24 h do 48 h in od 48 h do 72 h. Prvi interval obravnavamo kot neposredni izpust iz zadrževalnega hrama pri nizki temperature in pri tleh. Vse naslednje intervale obravnavamo kot izpuste iz glavne ventilacije, s srednjo temperaturo in začetno hitrostjo.

Tak scenarij smo izbrali zato, da poudarimo transport na daljše razdalje. Celoten izračun v RODOS-u pokriva 72 ur dogajanja. Izračun projektne nezgode predvideva kontinuirano puščanje do 30 dni. Zato, da so bili izračuni z RODOS-om računsko primerno obvladljivi, smo izpuste v zadnjem interval (od 48 h do 72 h) povečali za vse aktivnosti, ki bi bile izpuščene do končnega 30. dne. Da bi preverili posledice take predpostavke smo naredili nekaj dodatnih izračunov (z uporabo DIPCOT modela v RODOS-u kjer smo dodatno povečali interne računske časovne intervale med posameznimi izpuščenimi paketi z 10 na 30 sekund).

Uporaba 30 dnevnega obdobja izpuščanja v celoti je običajno rahlo znižala doze za bližnje lokacije in povišala doze na bolj oddaljenih lokacijah v primerjavi z uporabo izpusta v zgolj 3 dneh. Glede na to, da so efektivne 30-dnevne doze nad 100 km oddaljenosti nizke, to ni problem. Izračune efektivne 30-dnevne doze smo izdelali brez vključenih zaščitnih ukrepov. Upoštevali smo vse mehanizme, ki povzročijo dozo zaradi radioaktivnosti, razen prehrane. Začetni časi izpustov v ozračje so izbrani naključno znotraj vsakega dne, po eden na dan, za vsak dan v letu 2016.

Ko so začetni časi izpustov izbrani, pa smo jih uporabili za vse nadaljnje izračune, izpuščeni radioaktivni inventar pa je enak za vse začetne čase za istovrstno nesrečo. Na ta način lahko medsebojno primerjamo

doze obeh obravnavanih vrst nesreč. Izračune za leto 2020 pa smo uporabili zato, da bi preverili, če se zaradi različnega vremena v okolici NEK v obeh letih doze značilno razlikujejo med seboj. Pokazali smo, da so izračunane percentilne vrednosti (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) podobne. Krivulje odvisnosti efektivne 30-dnevne doze od razdalje od vira so prikazane na sliki (Slika 110). Na slikah je uporabljena oznaka »95 %« kot kratek nadomestek za »95 percentil«.

Za leto 2016 smo najprej izdelali izračune z uporabo disperzijskega modela DIPCOT, potem pa še (s približno dvakrat počasnejšim) LASAT modelom. Želeli smo proučiti vpliv različnih disperzijskih modelov. LASAT je napovedal nižje doze blizu vira in višje doze na razdaljah nad 100 km od vira. Razlika pa ni tako pomembna, ker sta oba modela napovedala nizke 95 percentilne vrednosti. LASAT modela nismo uporabili za izračune za leto 2020 (z večjo količino vremenskih podatkov za širše področje) zaradi počasnosti in zato, ker je za velike razdalje v splošnem napovedal nizke efektivne 30-dnevne doze.
Vpliv različnih meteoroloških podatkov za leti 2016 in 2020 na izračun doz zaradi projektne nezgode smo tako preizkusili le z uporabo DIPCOT modela. Kot je prikazano so doze podobne, razlika med leti je manjša kot pa so razlike med rezultati različnih disperzijskih modelov za isto leto. Pri razširjeni projektni nezgodi pa smo LASAT disperzijski model uporabili za obe leti. V tem primeru je bila razlika v dozah med leti še manjša kot pri primerjavi z uporabo DIPCOT disperzijskega modela.

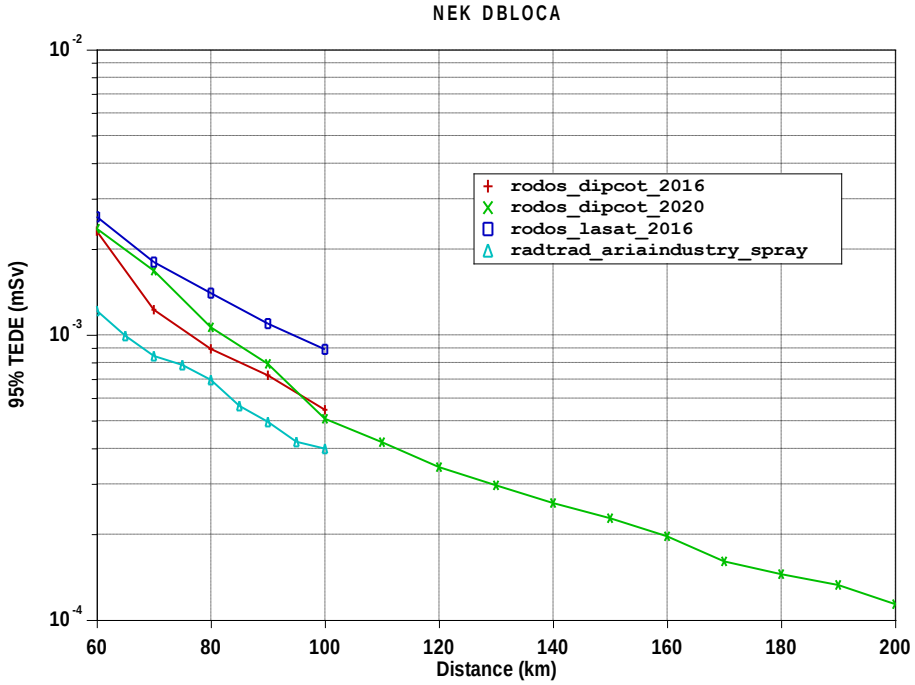
Efektivne 30-dnevne doze izračunane z RODOS-om so višje kot tiste izračunane z RADTRAD in SPRAY X/Q vrednostmi. Razlika je pričakovana, ker so pri modelih uporabljene različne krajevne resolucije tako za predstavitev terena kot meteoroloških podatkov. Dodatno pa je različen tudi pristop k izračunu doz, RODOS ima intervale s povprečnim izpustom in časovno odvisno disperzijo, RADTRAD pa ima časovno odvisen izpust in drseča časovna povprečja. Zaradi manjšega krajevnega področja za katerega so podani meteorološki podatki za 2016 v RODOSu, so rezultati za 2016 za RODOS podani le do 100 km. Za leto 2020 pa smo v RODOS-u uporabili meteorološke podatke za razdalje do 200 km od vira.

Izračunane 95 percentilne vrednosti za efektivno 30-dnevno dozo za razdalje od 60 km do 200 km od vira z uporabo disperzijskega modela DIPCOT za leto 2020 so podane tabeli (Tabela 139). Vse izračunane vrednosti pod 0,1 mSv so znotraj regulatornih meja za 30 dnevno izpostavljenost (pri čemer smo uporabili meje za splošno populacijo). Pripadajoče 30-dnevne doze za ščitnico so podane na sliki (Slika 111). V tem primeru so RADTRAD doze nekoliko večje zaradi različne hitrosti dihanja glede na RODOS (RODOS uporablja normalno hitrost dihanja, RADTRAD pa uporablja vrednosti kot so navedene v USAR poglavju 15).

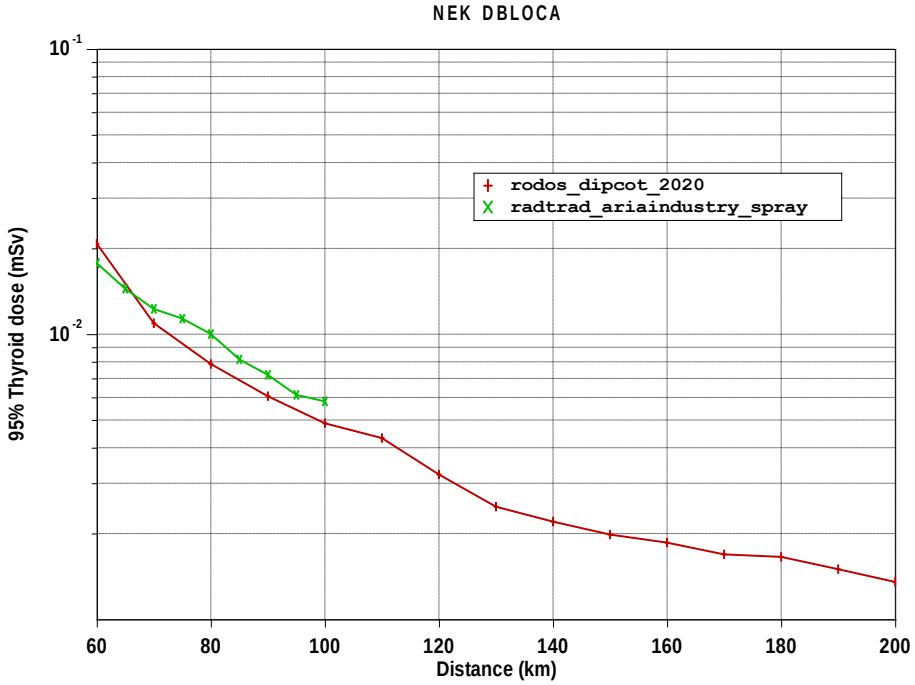
Tabela 139: Percentilne vrednosti (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) po razdaljah od NEK za efektivno 30-dnevno dozo in 30-dnevno dozo ščitnice, za projektno nezgodo za leto 2020, izračunane z DIPCOT disperzijskim modelom (vir: /196/)

Razdalja (km)	Efektivna 30-dnevna doza (mSv)	Razdalja (km)	30-dnevna doza ščitnice (mSv)
60	0,23565E-02	60	0,20746E-01
70	0,16788E-02	70	0,10919E-01
80	0,10622E-02	80	0,78567E-02
90	0,79108E-03	90	0,60579E-02
100	0,50768E-03	100	0,48695E-02
110	0,42034E-03	110	0,43225E-02
120	0,34378E-03	120	0,32201E-02
130	0,29657E-03	130	0,24816E-02
140	0,25708E-03	140	0,22004E-02
150	0,22758E-03	150	0,19823E-02
160	0,19650E-03	160	0,18572E-02
170	0,16058E-03	170	0,16895E-02
180	0,14483E-03	180	0,16557E-02

Razdalja (km)	Efektivna 30-dnevna doza (mSv)	Razdalja (km)	30-dnevna doza ščitnice (mSv)
190	0,13271E-03	190	0,14988E-02
200	0,11365E-03	200	0,13520E-02



Slika 110: Efektivna 30-dnevna doza (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) v odvisnosti od razdalje od NEK za projektno nezgodo (vir: /196/)



Slika 111: 30-dnevna doza ščitnice (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) v odvisnosti od razdalje od NEK za projektno nezgodo (vir: /196/)

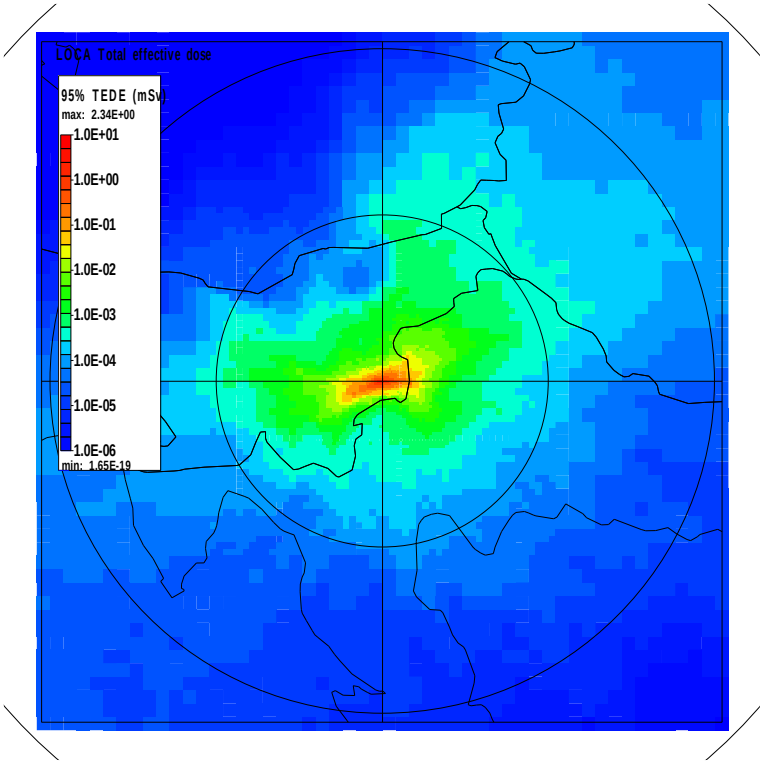
V primeru uporabe RODOS-a je odvisnost efektivne 30-dnevne doze in doze ščitnice (obakrat 95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) v odvisnosti od razdalje od NEK izračunana iz množice 2D primerov posamičnih doz, (Slika 112 in Slika 114). Vsak posamični primer pripada enemu naključno izbranemu začetku izpusta, izbrali smo po en izpust na vsak dan na naključne ure v dnevu. S tem smo zajeli različne vremenske situacije, ki pogojujejo disperzijo. Najprej smo iz množice vseh obravnavanih primerov izračunali 95 percentil v vsaki točki (lahko ga poimenujemo percentil zajetih vremenskih situacij). Zatem pa smo izračunali 95 percentil še po razdaljah od vira.

Prikazujemo rezultate izračunov z uporabljenim DIPCOT disperzijskim modelom v RODOS-u. Množica rezultatov za statistično obdelavo je vsebovala po eno vremensko situacijo za vsak dan za 311 dni v letu 2020. Enak potek izpusta je začet na različne ure in njim pripadajoče vremenske razmere, ki določajo disperzijo.

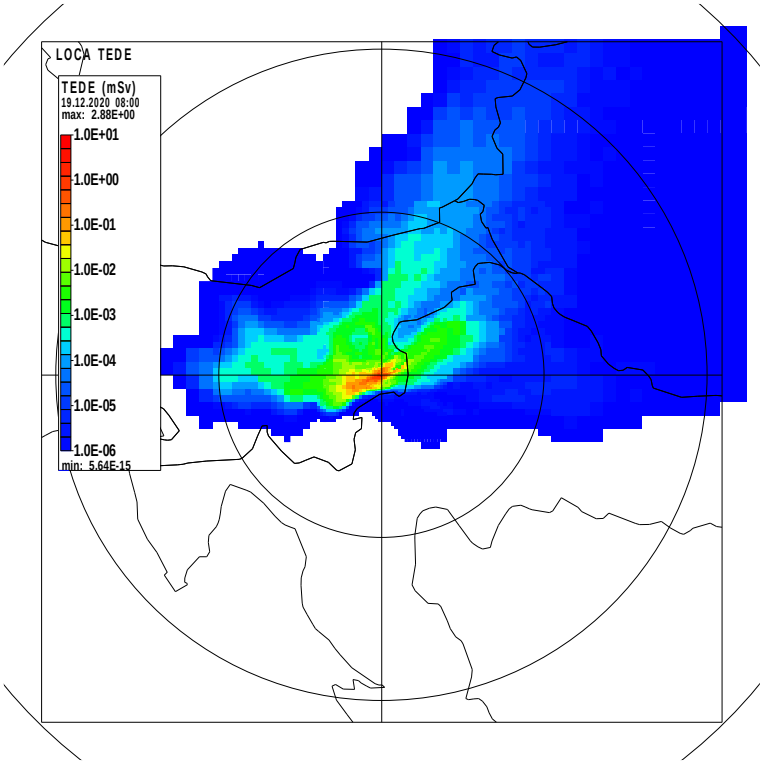
95 percentilna vrednost na 2D distribuciji je za izbrano celico določena tako, da je le v 5 % vseh obravnavanih vremenskih primerov vrednost v celici lahko višja od te vrednosti. Krogi na slikah so zarisani na 100 km in 200 km razdalji do NEK. Za ilustracijo razlike med statistično obdelanim 2D rezultatom (95 percentilno vrednostjo) in porazdelitvijo doze za en izpust dodatno prikazujemo 2D porazdelitev za efektivno 30-dnevno dozo za izpust, ki je startal 19.12.2020 ob 08:00 in 2D porazdelitev za dozo ščitnice za izpust, ki je startal 25. 8. 2020 ob 18:00 na slikah (Slika 113 in Slika 115).

Za izračun odvisnosti doze od razdalje za razdalje med 10 km in 200 km od NEK, je (krajevna) 95 percentilna vrednost izračunana iz vseh doz v celicah na 2D distribuciji za izbrani kolobar za določeno razdaljo od vira. Ponovno 95 percentil pomeni, da ima le 5% količina celic višje vrednosti od slednje.
Dodaten vpogled v okoljske posledice izpustov lahko dobimo, če izračunamo integrirane koncentracije izotopske aktivnosti ($Bq*s/m^3$) za izbrane izotope (Cs-134, I-131, Xe-133), prikazujemo jih na slikah (Slika 116, Slika 117, Slika 118). Rezultati izračunov z RADTRAD in SPRAY ter z RODOS-om (za leti 2016 in 2020) so predstavljeni skupaj. Statistično so obdelani enako kot doze. Integralne koncentracije so časovno integrirane vrednosti, ki se pojavijo na izbrani lokaciji brez upoštevanja radioaktivnega razpada. Prebivalec, ki bi se nahajal zunaj na izbrani lokaciji cel čas prehoda oblaka, bi bil izpostavljen takim koncentracijam časovno zaporedno za vsak računski interval. To pa niso koncentracije v okolju na izbrani čas. V primeru RADTRAD in SPRAY izračunov so to zmnožki hitrosti izpusta in X/Q vrednosti brez zakasnitve zaradi transporta. Zaradi različnih metodologij so razlike prikazane na grafu pričakovane. Razlike med leti pa so pričakovano majhne.

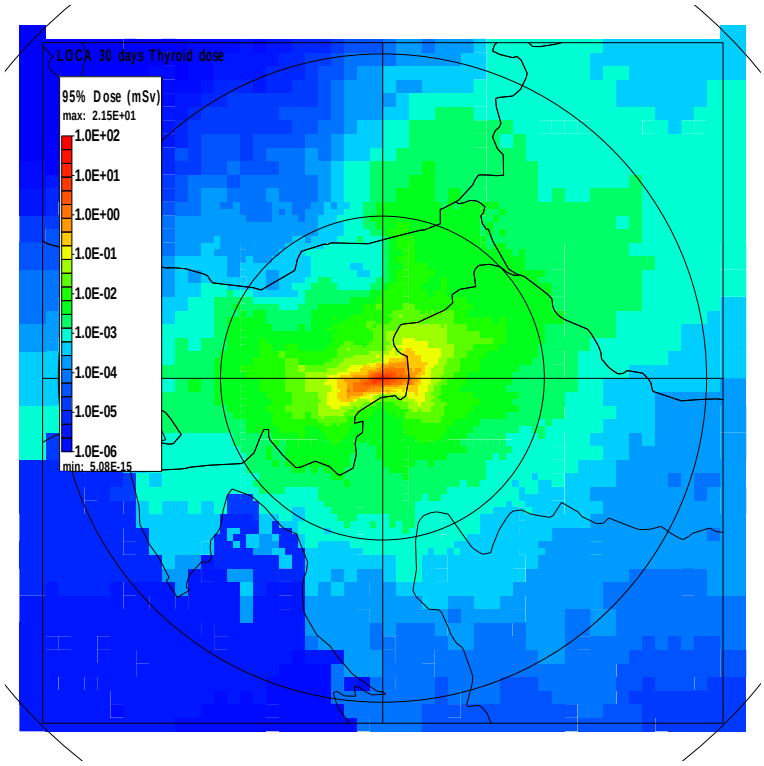
Vrednosti na grafih za odvisnost integriranih koncentracij izotopskih aktivnosti v zraku od razdalje od vira smo izračunali po enakem statističnem postopku kot smo to razložili že pri dozah. 2D porazdelitve 95 percentilnih vrednosti za integrirane koncentracije izotopskih aktivnosti izračunane z disperzijskim modelom DIPCOT v RODOS-u za leto 2020 za izotope Cs-134, I-131 in Xe-133 so prikazane na slikah (Slika 119, Slika 121, Slika 123). Za ilustracijo pa smo dodali še 2D distribucije za naključno izbrane vremenske primere. Ti so prikazani na slikah (Slika 120, Slika 122, Slika 124).



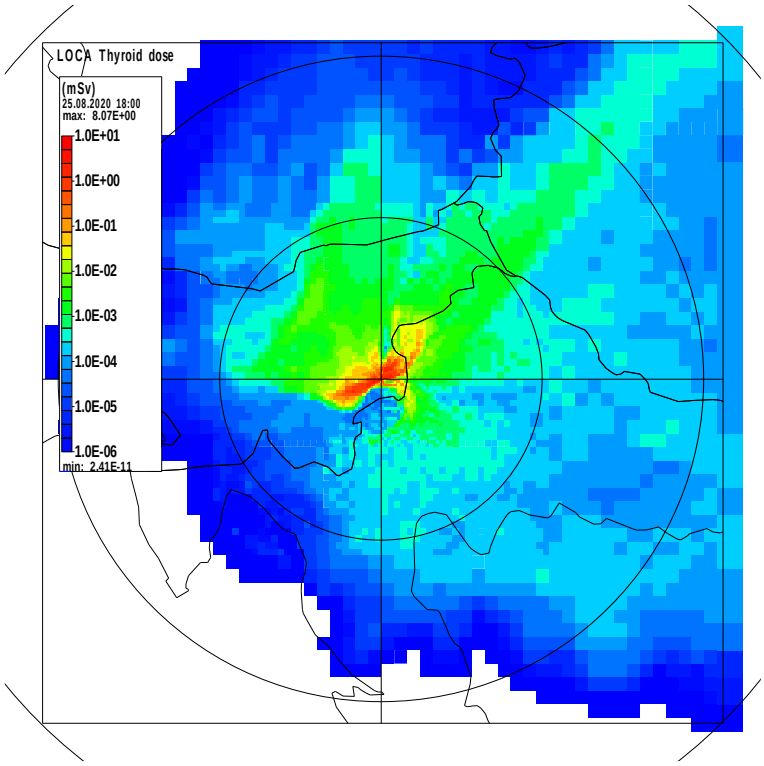
Slika 112: 95 percentilne vrednosti efektivne 30-dnevne doze za projektno nezgodo za razdalje do 200 km, DIPCOT za leto 2020 (vir: /196/)



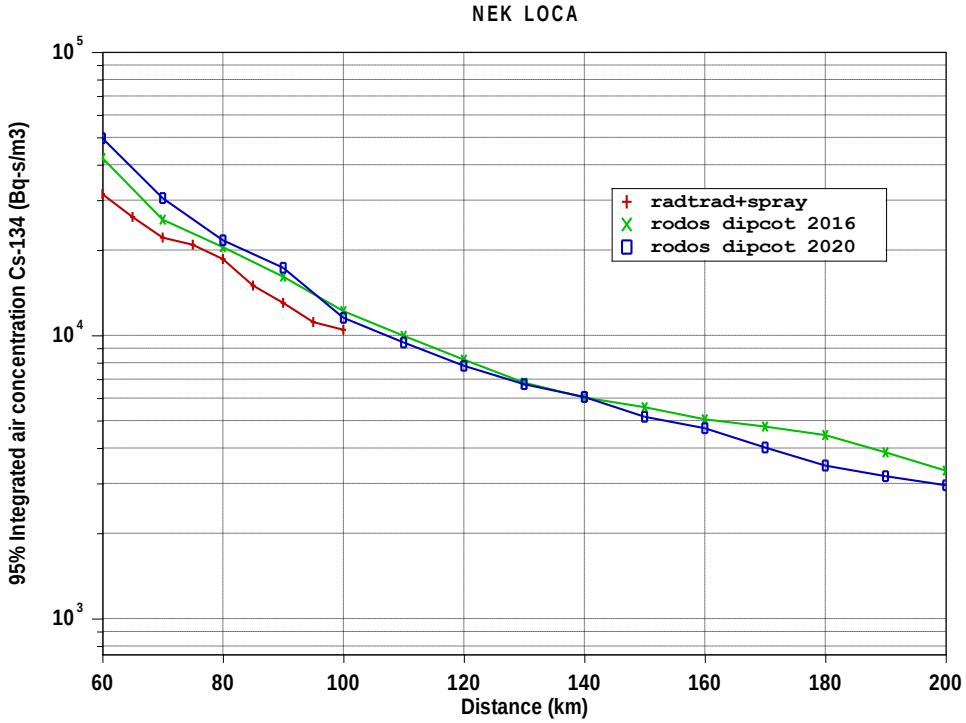
Slika 113: Efektivne 30-dnevne doze za razdalje do 200 km, izpust se je začel 19.12.2020 ob 08:00 (vir: /196/)



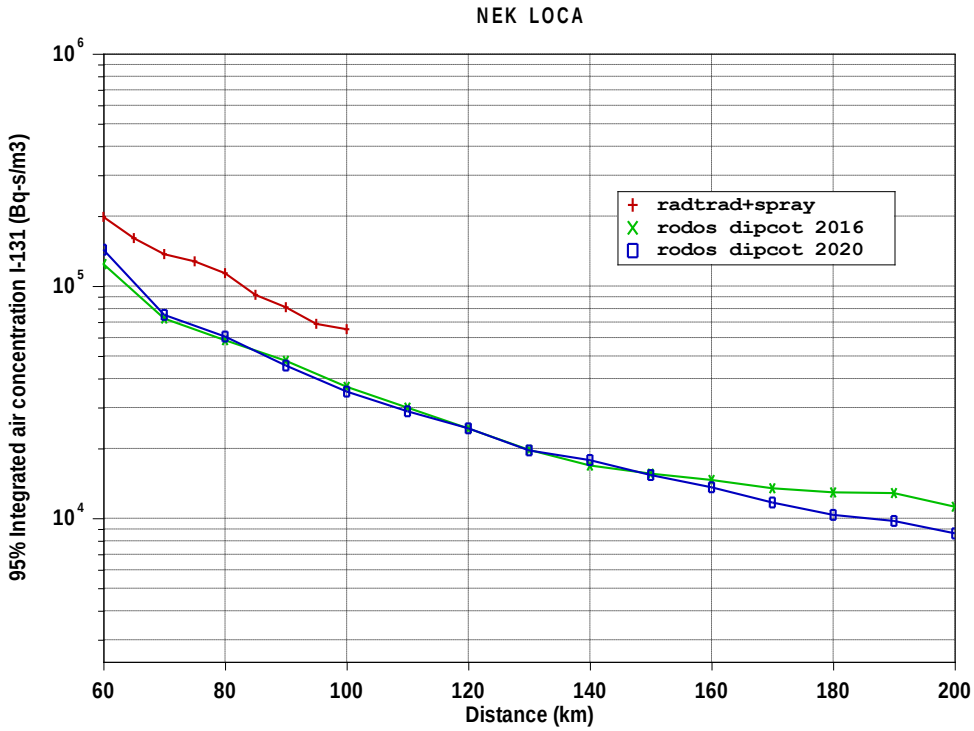
Slika 114: 95 percentilne vrednosti za 30-dnevno dozo ščitnice za projektno nezgodo za razdalje do 200 km, DIPCOT za leto 2020 (vir: /196/)



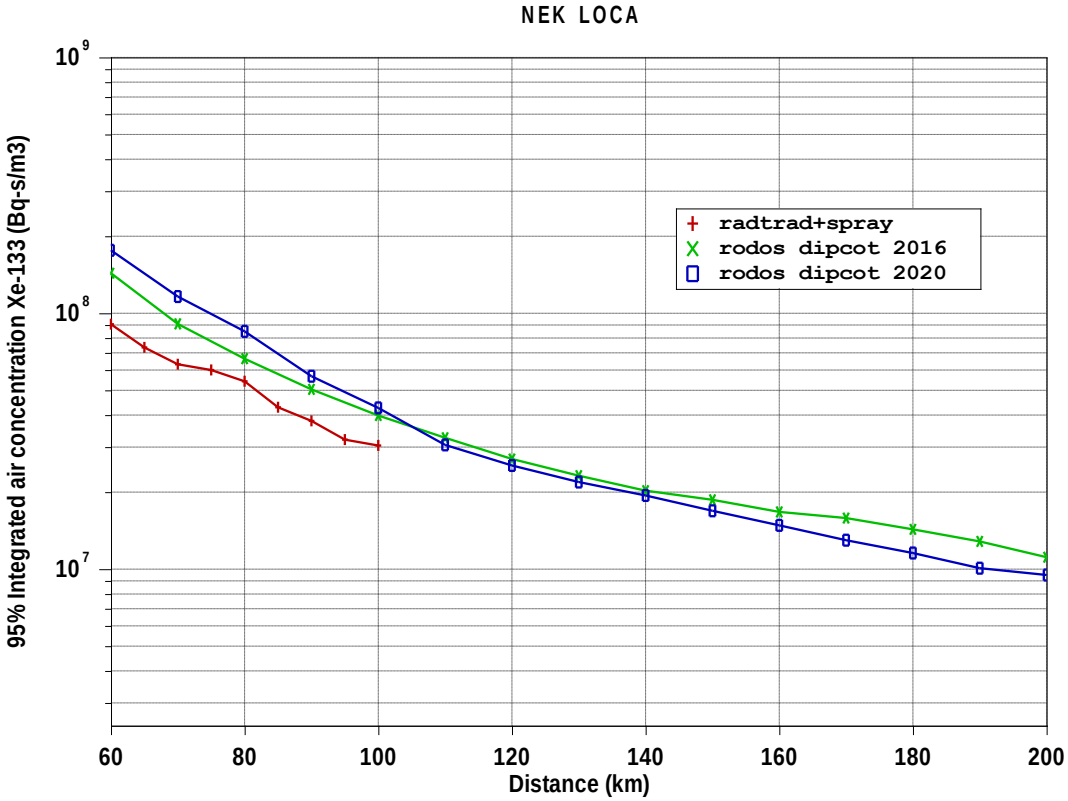
Slika 115: Vrednosti za 30-dnevno dozo ščitnice za projektno nezgodo za razdalje do 200 km, izpust se je začel 25. 8. 2020 ob 18:00 (vir: /196/)



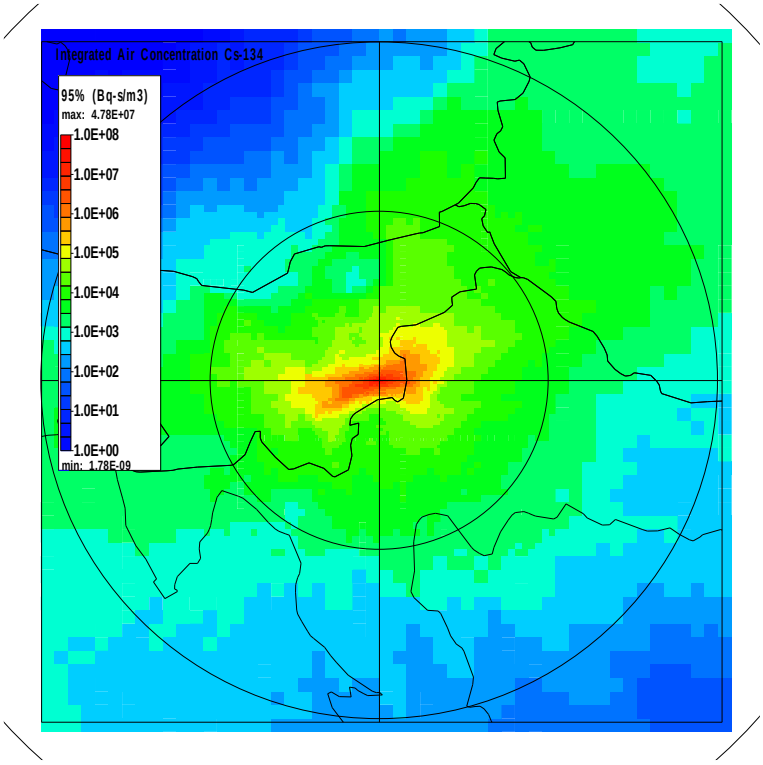
Slika 116: Integrirane koncentracije izotopske aktivnosti (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) za Cs-134 (Bq-s/m3) za projektno nezgodo (vir: /196/)



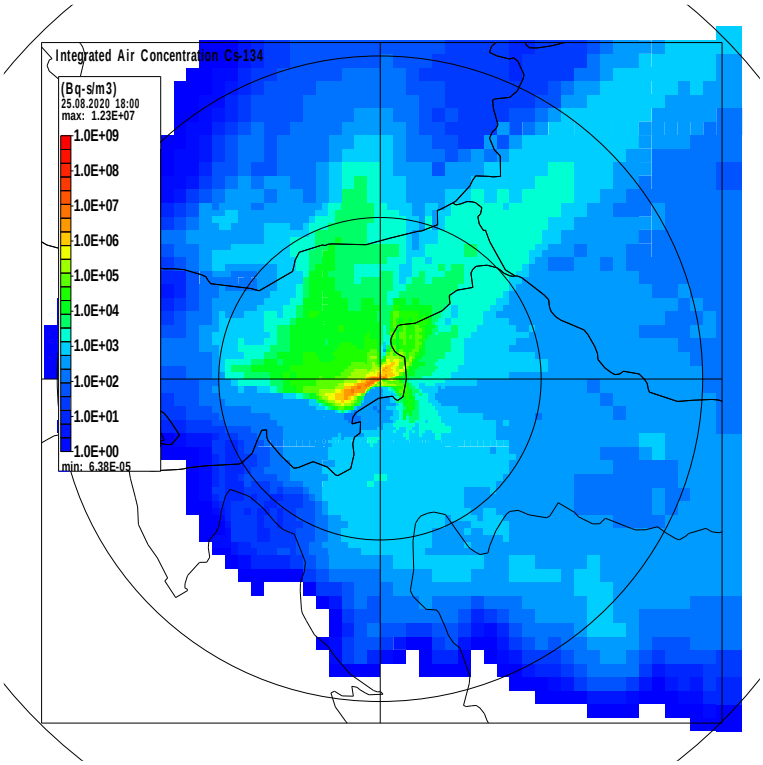
Slika 117: Integrirane koncentracije izotopske aktivnosti (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) za I-131 (Bq-s/m3) za projektno nezgodo (vir: /196/)



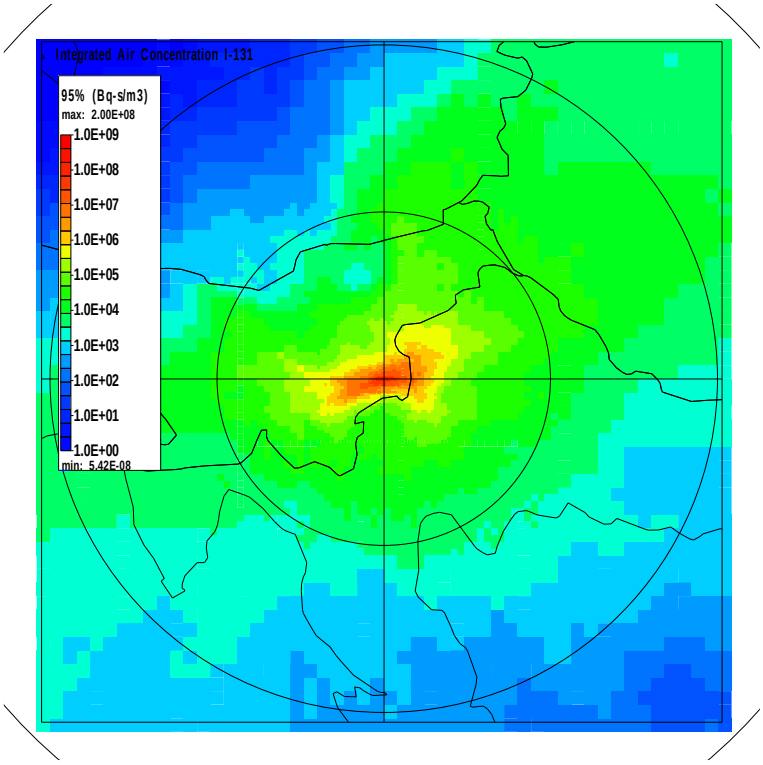
Slika 118: Integrirane koncentracije izotopske aktivnosti (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) za Xe-133 (Bq-s/m3) za projektno nezgodo (vir: /196/)



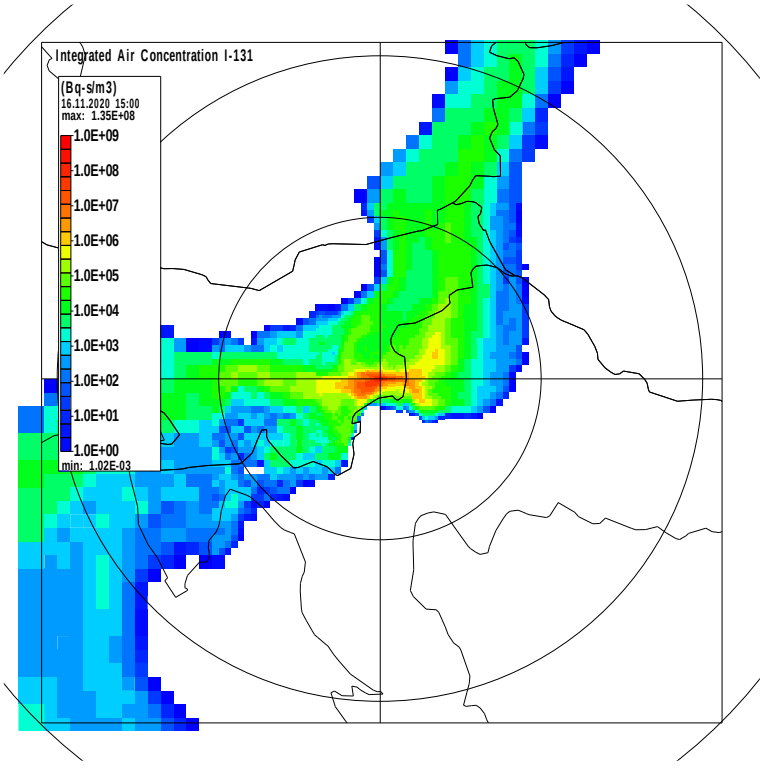
Slika 119: 95 percentilne vrednosti za integrirane koncentracije izotopske aktivnosti za Cs-134 (Bq-s/m3), za projektno nezgodo, DIPCOT za leto 2020 (vir: /196/)



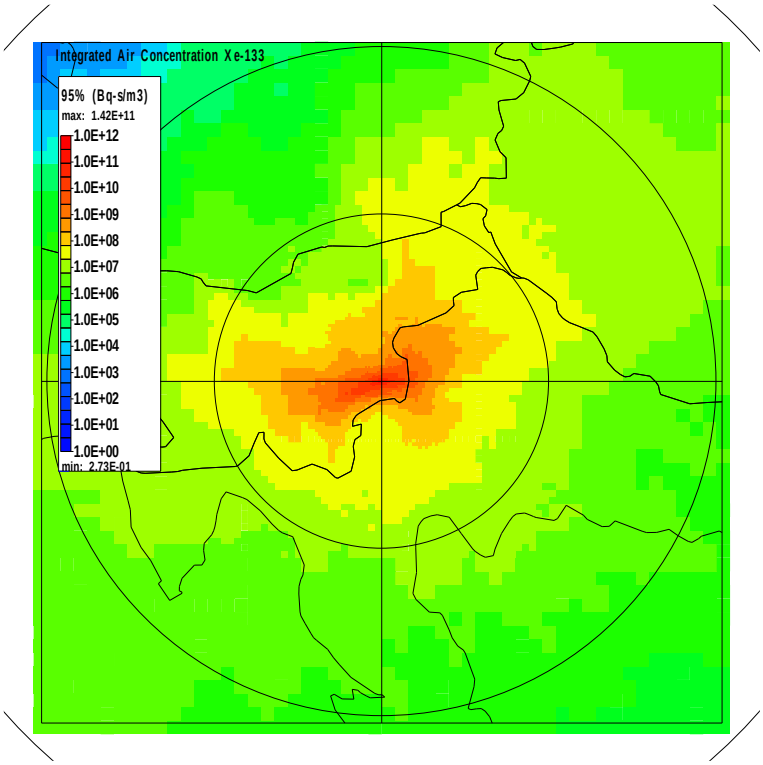
Slika 120: Integrirane koncentracije izotopske aktivnosti Cs-134 za razdalje do 200 km, izpust se je začel 25. 8. 2020 ob 18:00 (vir: /196/)



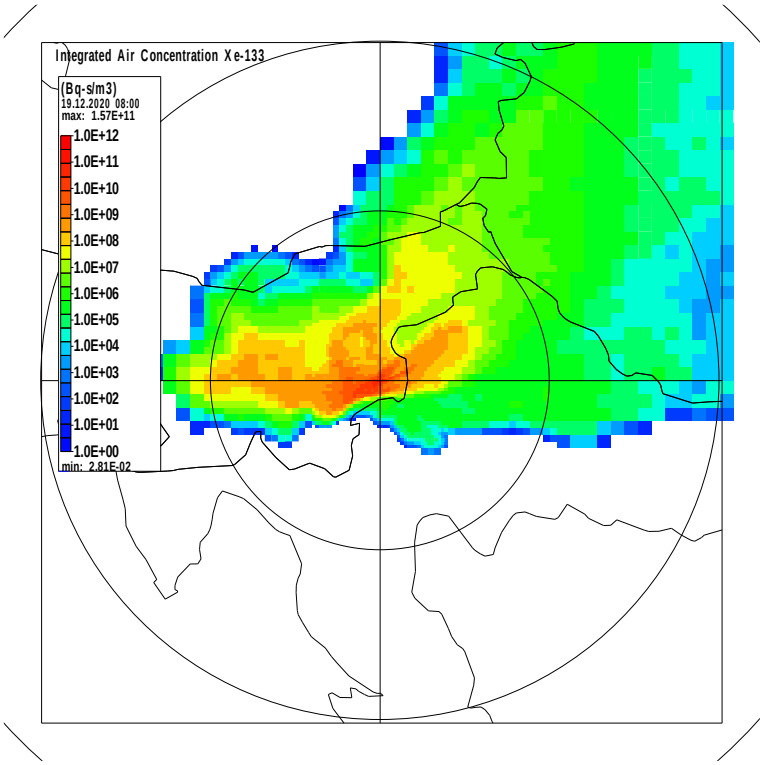
Slika 121: 95 percentilne vrednosti za integrirane koncentracije izotopske aktivnosti za I-131 (Bq-s/m3), za projektno nezgodo, DIPCOT za leto 2020 (vir: /196/)



Slika 122: Integrirane koncentracije izotopske aktivnosti I-131 za razdalje do 200 km, izpust se je začel 16. 11. 2020 ob 18:00 (vir: /196/)



Slika 123: 95 percentilne vrednosti za integrirane koncentracije izotopske aktivnosti za Xe-133 (Bq-s/m3), za projektno nezgodo, DIPCOT za leto 2020 (vir: /196/)



Slika 124: Integrirane koncentracije izotopske aktivnosti Xe-133 za razdalje do 200 km, izpust se je začel 19. 12. 2020 ob 08:00 (vir: /196/)

Izračuni za razširjeno projektno nezgodo SBO z uporabo programa JRodos

V tem poglavju bomo ovrednotili radiološke vplive na okolje zelo malo verjetne težke nesreče v NEK. Izračune bomo prikazali za razdalje nad 100 km od lokacije NEK. Izbrana vrsta nesreče je SBO razširjena projektna nezgoda brez vsakega ukrepanja v prvih 24 urah (sredica je poškodovana in izhaja v kalužo zadrževalnega hrama), sledi pa ukrepanje z uporabo alternativnih varnostnih sistemov. Za izračune z JRodos smo uporabili enak radioaktivni inventar kot je opisan poprej pri RADTRAD SBO izračunu. Izpuščene aktivnosti (v Bq) za pomembne izotope smo združili v tri časovne intervale (za prvi dan, od prvega do tretjega dne in od tretjega do tridesetega dne) in jih prikazali v tabeli (Tabela 140).

Tabela 140: Aktivnosti pomembnih izpuščenih izotopov za razširjeno projektno nezgodo SBO PCFV izpust (vir: /196/)

0,0 - 24,0 h	24,0 - 72,0 h	72,0 - 720 h	Total
Kr-85 8,2517E+15	Kr-85 5,9200E+12	Kr-85 9,5090E+13	Kr-85 8,3527E+15
Kr-85m 1,0247E+16	Kr-85m 7,4000E+11		Kr-85m 1,0248E+16
Kr-87 1,2790E+13			Kr-87 1,2790E+13
Kr-88 4,5806E+15			Kr-88 4,5806E+15
I-131 3,1798E+14	I-131 6,2008E+13	I-131 1,2321E+14	I-131 5,0320E+14
I-132 2,2709E+13	I-132 8,8796E+09		I-132 2,2718E+13
I-133 4,1803E+14	I-133 4,4918E+13	I-133 8,8800E+11	I-133 4,6384E+14
I-134 4,3778E+12			I-134 4,3778E+12
I-135 1,5476E+14	I-135 3,9368E+12		I-135 1,5870E+14
Xe-133 1,4637E+18	Xe-133 8,8800E+14	Xe-133 2,8490E+15	Xe-133 1,4674E+18
Xe-135 9,3407E+16	Xe-135 1,4800E+13		Xe-135 9,3422E+16
Cs-134 4,0356E+13	Cs-134 1,0578E+13	Cs-134 6,6593E+13	Cs-134 1,1753E+14
Cs-136 1,2399E+13	Cs-136 3,1002E+12	Cs-136 9,1986E+12	Cs-136 2,4698E+13
Cs-137 2,6396E+13	Cs-137 6,9223E+12	Cs-137 4,4182E+13	Cs-137 7,7500E+13

Izpuščen radioaktivni inventar smo v RODOS-u popisali z desetimi intervali. Uporabili smo 60 izotopov, ki so na voljo v RADTRAD. Celotna dolžina intervala izpuščanja je 72 ur. V tem času je izpuščeno približno 99 % vse aktivnosti za prvih 30 dni te vrste nesreče. V prvem časovnem intervalu med 0 h in 0,5 h obravnavamo puščanje zadrževalnega hrama. Izpust poteka kot talni izpust na 10 m, z nizkim vzgonom zaradi temperature in z nizkim masnim pretokom. Izotopska sestava ustreza sestavi zadrževalnega hrama ob tem času.

Naslednjih pet časovnih intervalov, med 0,5 h in 2 h, med 2 h in 4 h, med 4 h in 8 h, med 8 h in 12 h in med 12 h in 19,3 h, ima podobne značilnosti izpusta (projektno puščanje zadrževalnega hrama). Upoštevamo pa spremembe tlaka v zadrževalnem hramu in spremembe izotopske sestave atmosfere zadrževalnega hrama. Sedmi časovni interval izpusta pa opisuje uporabo PCFV sistema. Traja med 19,3 h in 22,3 ure in večino radioaktivnega materiala je izpuščeno v okolje med tem časovnim intervalom.

Zaradi visoko zmogljivih aerosolnih filtrov in filtrov za jode so večinoma izpuščeni le žlahtni plini, nekaj pa je tudi ostalih hlapnih produktov. Višina izpusta je na vrhu PCFV dimnika, upoštevali smo izpustno temperaturo in izpustno hitrost dimnih plinov. Preostali trije časovni intervali za izpuste, med 22,3 h in 24 urami, med 24 h in 48 h in med 48 h in 72 urami, so zopet intervali z zgolj puščanjem zadrževalnega hrama, ki ga obravnavamo kot talni izpust z nizkim vzgonom zaradi temperature. Efektivno 30-dnevno dozo smo računali brez uporabe katerihkoli zaščitnih ukrepov.

Upoštevali smo vse mehanizme, ki povzročijo dozo zaradi radioaktivnosti, razen prehrane.

Začetni časi izbranih vremenskih primerov so isti kot smo jih uporabili za primere pri projektni nezgodi. Na ta način lahko medsebojno primerjamo doze obeh obravnavanih vrst nesreč. Meteorološki podatki iz leta 2016 so uporabljeni za referenčni izračun, ker imamo za to leto na voljo najbolj celovite podatke. Začetni časi izpustov v ozračje so izbrani naključno znotraj vsakega dne, po eden na dan, za vsak dan v letu 2016.

Izračune za leto 2020 pa smo uporabili zato, da bi preverili, če se zaradi različnega vremena v okolici NEK v obeh letih doze značilno razlikujejo med seboj. Za obe leti smo najprej izdelali izračune z uporabo disperzijskega modela DIPCOT, potem pa še (s približno dvakrat počasnejšim) LASAT modelom. Želeli smo proučiti vpliv različnih disperzijskih modelov na doze na razdaljah nad 100 km.

Izračunane percentilne vrednosti za efektivno 30-dnevno dozo (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) so prikazane na sliki (Slika 125). Doze izračunane za dve različni leti so zelo podobne. Doze izračunane z LASAT disperzijskim modelom so večje od tistih izračunanih z DIPCOT modelom, oba izračuna pa dajeta nizke vrednosti za efektivno 30-dnevno dozo. Doze izračunane z RADTRAD in SPRAY X/Q in tiste izračunane z DIPCOT so podobne. Zaradi manjšega krajevnega področja za katerega so podani meteorološki podatki za 2016 v RODOSu, so rezultati za 2016 za RODOS podani le do 100 km, enako kot pri projektni nezgodi.

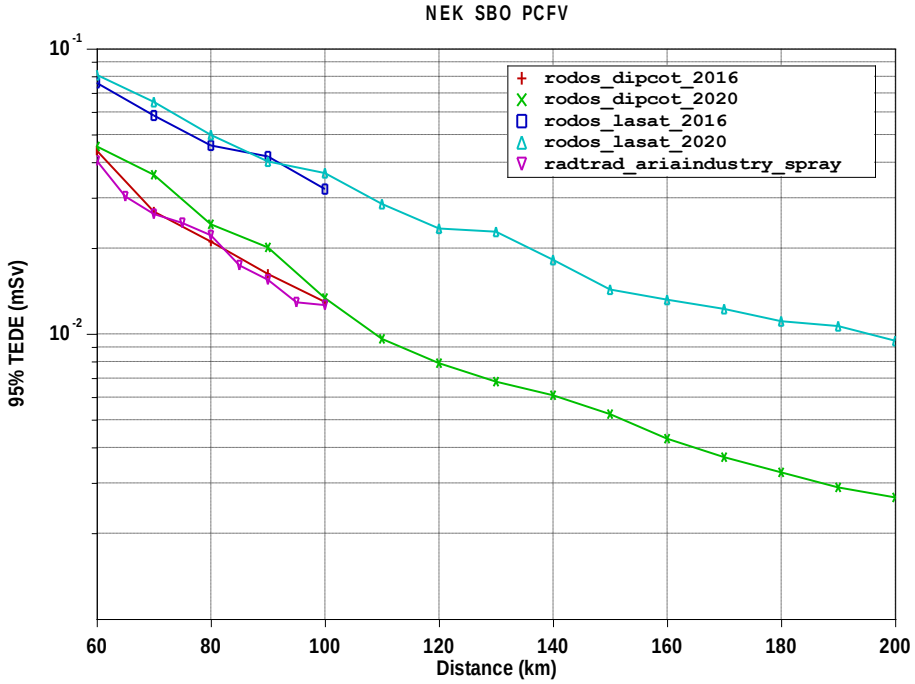
Doze pri razširjeni projektni nezgodi so več kot za red velikosti večje kot pri projektni nezgodi. Še vedno pa so nižje kot doze, ki bi jih prebivalec smel prejeti v istem časovnem intervalu preračunano glede na letno mejo za splošno populacijo. 30-dnevna doza ščitnice (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) izračunana z DIPCOT disperzijskim modelom v RODOS-u za primere vremenskih situacij iz leta 2020 so prikazane na sliki (Slika 126). Doze ščitnice izračunane za razdalje do 100 km z RADTRAD in SPRAY X/Q in tiste izračunane z DIPCOT za te razdalje in večje razdalje so zelo podobne. Tudi v tem primeru so RADTRAD doze nekoliko večje zaradi različne hitrosti dihanja glede na RODOS (RODOS uporablja normalno hitrost dihanja, RADTRAD pa uporablja vrednosti, kot so navedene v USAR /3/ poglavju 15).

Percentilne vrednosti (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) po razdaljah od NEK za efektivno 30-dnevno dozo in dozo ščitnice so za leto 2020 za razširjeno projektno nezgodo podane v tabeli (Tabela 141).

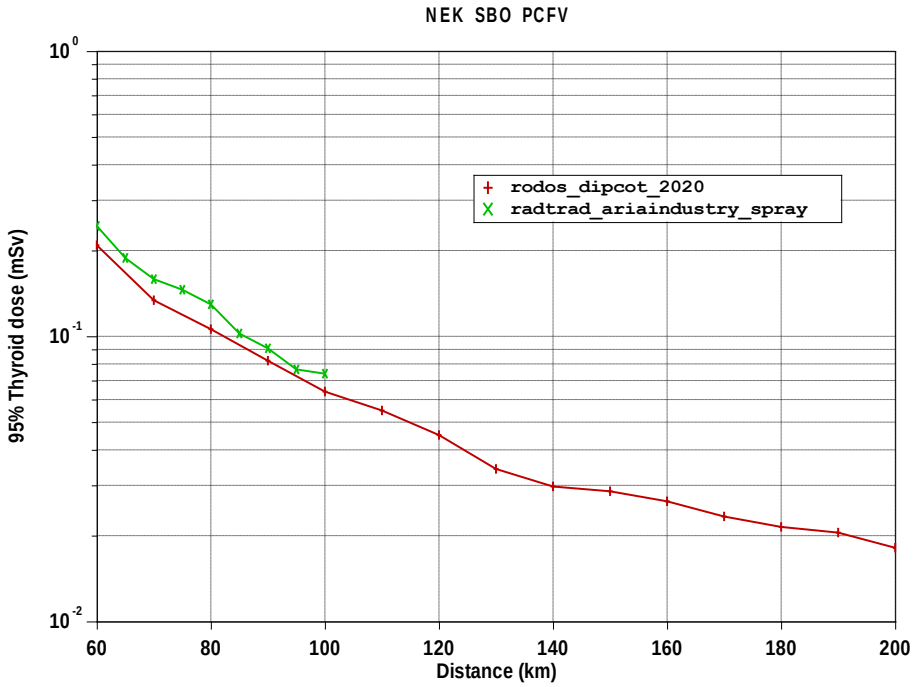
Z uporabo dveh pristopov k izračunu doz, z uporabo treh različnih disperzijskih modelov in meteoroloških podatkov za dve različni leti smo pokazali, da vsi izračuni, navkljub pričakovanim razlikam, dajejo sprejemljivo nizke doze za prikazane razdalje.

Tabela 141: Percentilne vrednosti (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) po razdaljah od NEK za efektivno 30-dnevno dozo in 30-dnevno dozo ščitnice, za razširjeno projektno nezgodo za leto 2020, izračunane z DIPCOT disperzijskim modelom (vir: /196/)

Razdalja (km)	Efektivna 30-dnevna doza (mSv)	Razdalja (km)	30-dnevna doza ščitnice (mSv)
60	0,45409E-01	60	0,20873
70	0,36120E-01	70	0,13382
80	0,24227E-01	80	0,10587
90	0,20095E-01	90	0,82083E-01
100	0,13355E-01	100	0,63963E-01
110	0,96018E-02	110	0,54931E-01
120	0,78952E-02	120	0,45049E-01
130	0,67965E-02	130	0,34239E-01
140	0,60897E-02	140	0,29741E-01
150	0,52293E-02	150	0,28601E-01
160	0,42910E-02	160	0,26377E-01
170	0,36935E-02	170	0,23328E-01
180	0,32673E-02	180	0,21455E-01
190	0,28944E-02	190	0,20482E-01
200	0,26690E-02	200	0,18132E-01



Slika 125: Efektivna 30-dnevna doza (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) v odvisnosti od razdalje od NEK za razširjeno projektno nezgodo (vir: /196/)



Slika 126: 30-dnevna doza ščitnice (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) v odvisnosti od razdalje od NEK za razširjeno projektno nezgodo (vir: /196/)

Enako kot pri projektni nezgodi tudi pri razširjeni projektni nezgodi efektivno 30-dnevno dozo in dozo ščitnice v odvisnosti od razdalje prikazane na slikah (Slika 127, Slika 129) računamo iz 2D distribucije pripadajočih doz. 2D porazdelitev je za vsako celico izračunana kot 95 percentil iz vseh obravnavanih vremenskih situacij (364 situacij za leto 2016 in 311 situacij za leto 2020). Prikazane 2D distribucije so izračunane z uporabo RODOS DIPCOT disperzijskega modela in z uporabo podatkov za 311 izbranih začetnih časov izpustov in pripadajočih vremenskih situacij v letu 2020.

95 percentilna vrednost na 2D distribuciji je za izbrano celico določena tako, da je le v 5 % vseh obravnavanih vremenskih primerov vrednost v celici lahko višja od te vrednosti. Krogi na slikah so zarisani na 100 km in 200 km razdalji do NEK. Za ilustracijo razlike med statistično obdelanim 2D rezultatom (95 percentilno vrednostjo) in 2D dozo za en izpust dodatno prikazujemo 2D porazdelitev za efektivno 30-dnevno dozo za izpust, ki je startal 12.01.2020 ob 23:00 in 2D porazdelitev za dozo ščitnice za izpust, ki je startal 30. 05. 2020 ob 09:00 na slikah (Slika 128, Slika 130).

Za izračun odvisnosti doze od razdalje za razdalje med 10 km in 200 km od NEK, je (krajevna) 95 percentilna vrednost izračunana iz vseh doz v celicah na 2D distribuciji za izbrani kolobar za določeno razdaljo od vira. Ponovno 95 percentil pomeni, da ima le 5 % količina celic višje vrednosti od slednje. Izračun je izdelan enako kot poprej za projektno nezgodo.

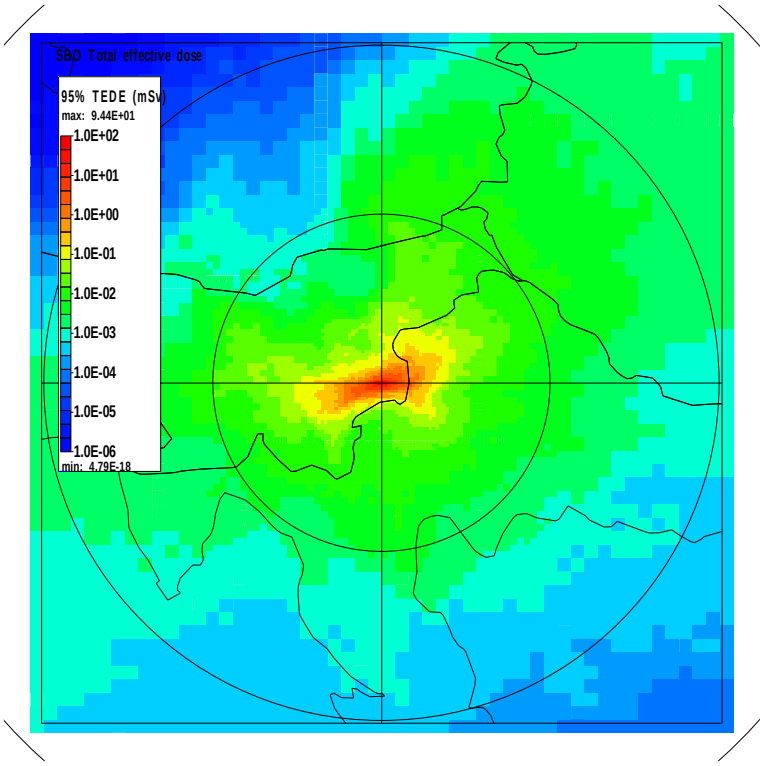
Dodaten vpogled v okoljske posledice izpustov razširjene projektne nezgode lahko dobimo, če izračunamo integrirane koncentracije izotopske aktivnosti (Bq*s/m^3) za izbrane izotope (Cs-134, I-131, Xe-133), prikazujemo jih na slikah (Slika 131, Slika 132, Slika 133). Rezultati izračunov z RADTRAD in SPRAY ter z RODOS-om (za leti 2016 in 2020) so ponovno predstavljeni skupaj. Statistično so obdelani enako kot doze. Integralne koncentracije so časovno integrirane vrednosti, ki se pojavijo na izbrani lokaciji brez upoštevanja radioaktivnega razpada.

Prebivalec, ki bi se nahajal zunaj na izbrani lokaciji cel čas prehoda oblaka, bi bil izpostavljen takim koncentracijam časovno zaporedno za vsak računski interval. To pa niso koncentracije v okolju na izbrani čas. V primeru RADTRAD in SPRAY izračunov so to zmnožki hitrosti izpusta in X/Q vrednosti brez zakasnitve zaradi transporta. Zaradi različnih metodologij so razlike prikazane na grafu pričakovane.

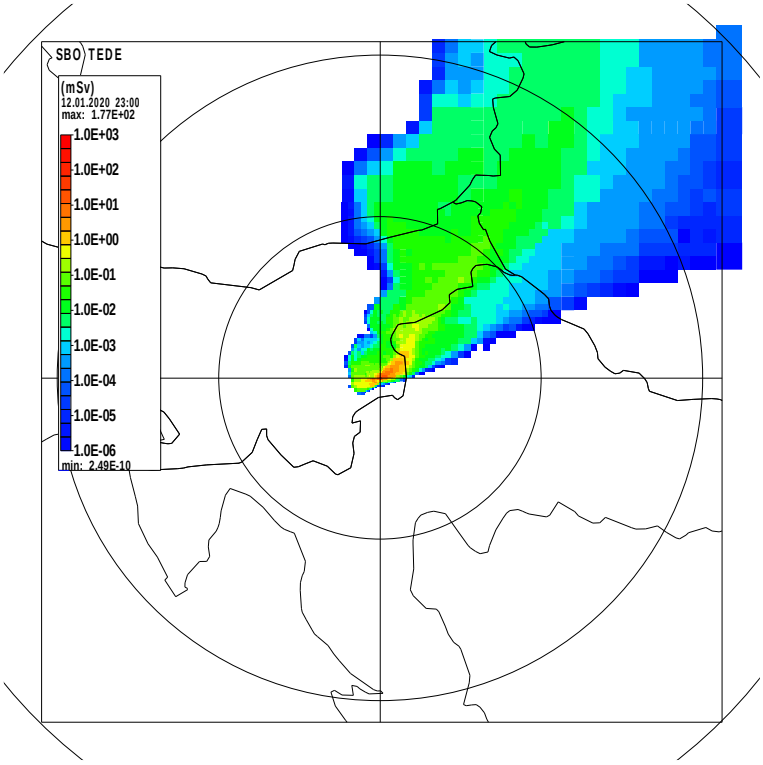
Razlike med leti pa so pričakovano majhne. Razlike so podobne kot so bile razlike pri izračunih za projektno nezgodo.

Vrednosti na grafih za odvisnost integriranih koncentracij izotopskih aktivnosti v zraku od razdalje od vira smo izračunali po enakem statističnem postopku kot smo to razložili že pri dozah (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno). 2D porazdelitve 95 percentilnih vrednosti za integrirane koncentracije izotopskih aktivnosti izračunane z disperzijskim modelom DIPCOT v RODOS-u za leto 2020 za izotope Cs-134, I-131 in Xe-133 so prikazane na slikah (Slika 134, Slika 136, Slika 138). Za ilustracijo pa smo dodali še 2D distribucije za naključno izbrane vremenske primere. Ti so prikazani na slikah (Slika 135, Slika 137, Slika 139).

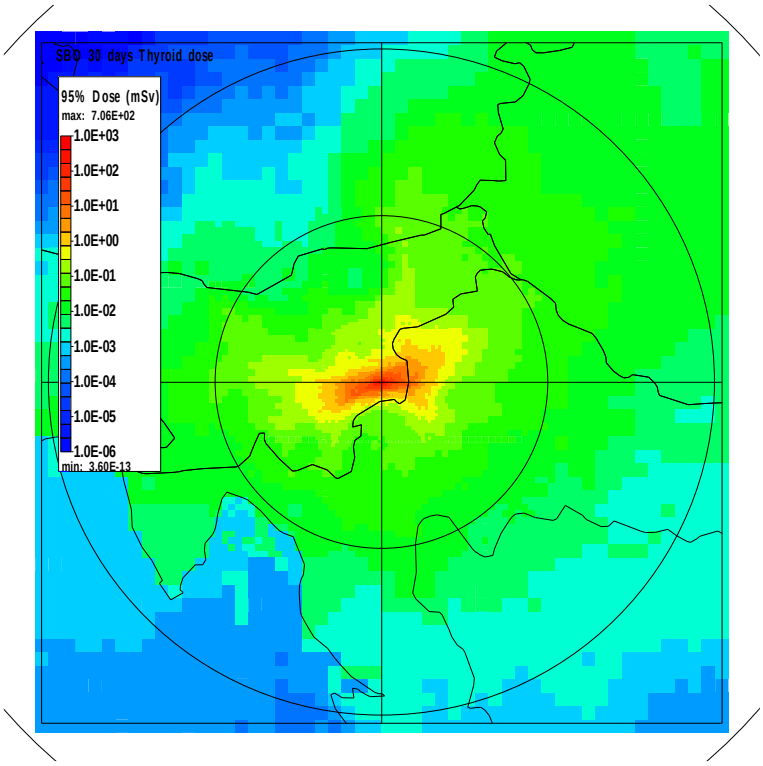
Časovni intervali izbrani za ilustracijo so izbrani naključno brez posebnega pomena. S prikazom razlike med 2D porazdelitvijo 95 percentila rezultatov za dozo ali integrirano koncentracijo izotopske aktivnosti vseh obravnavanih vremenskih situacij in 2D porazdelitvijo rezultatov za posamično situacijo smo le pokazali praktično vrednost take statistične obravnave za množico obravnavanih vremenskih situacij in njim pripadajoče disperzije radioaktivnih materialov in radioloških posledic.



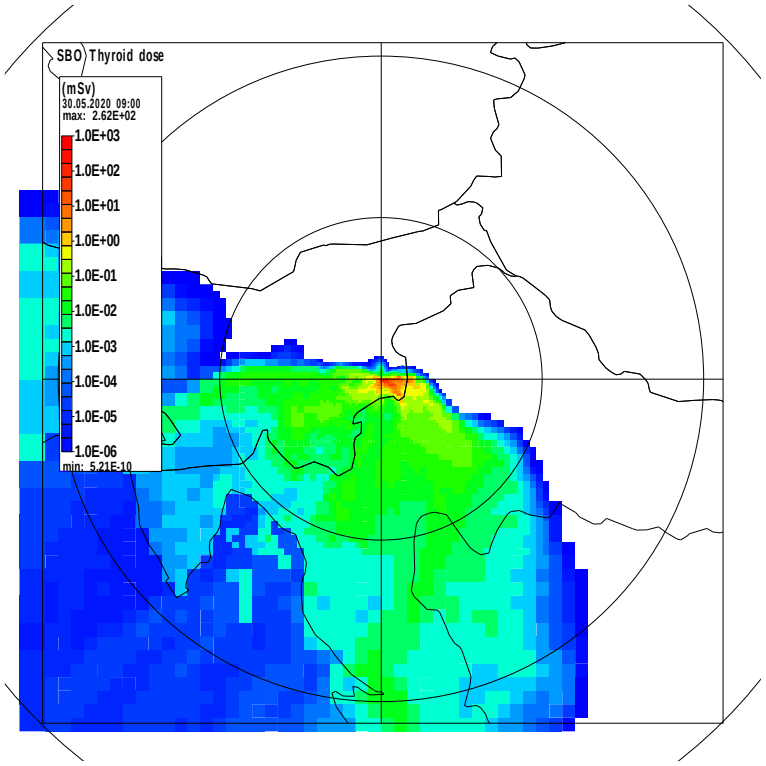
Slika 127: 95 percentilne vrednosti efektivne 30-dnevne doze za razširjeno projektno nezgodo za razdalje do 200 km, DIPCOT za leto 2020 (vir: /196/)



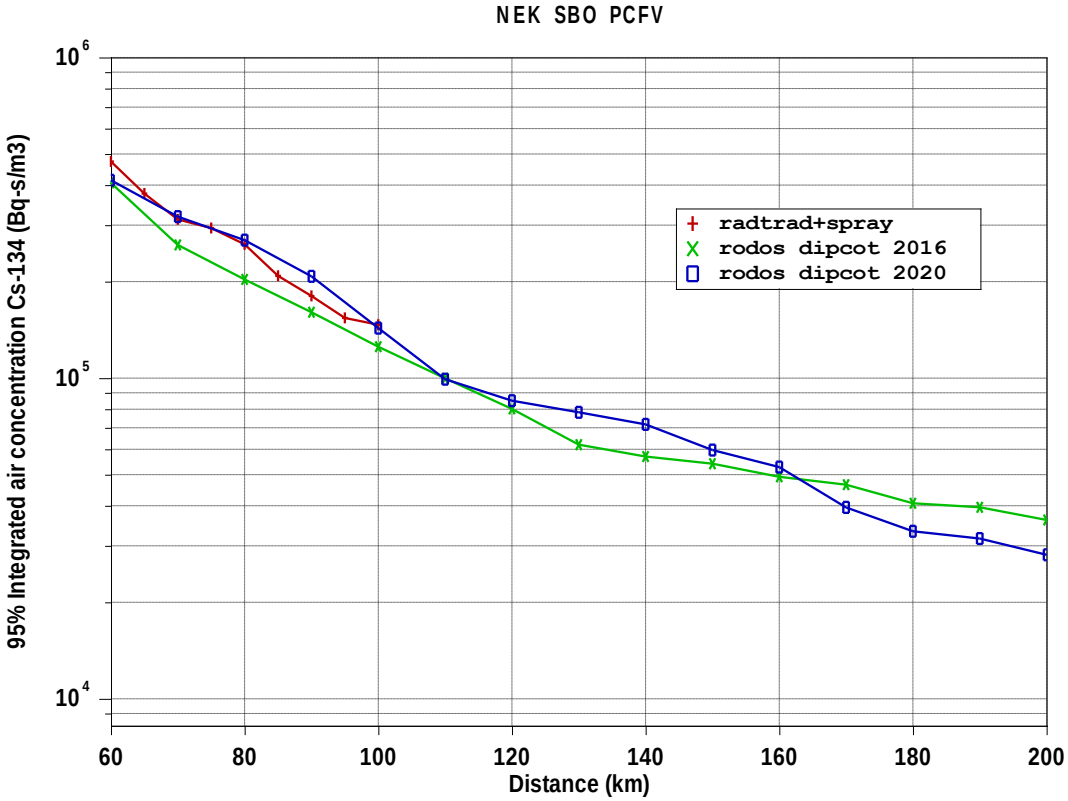
Slika 128: Efektivne 30-dnevne doze za razdalje do 200 km, izpust se je začel 12.01.2020 ob 23:00 (vir: /196/)



Slika 129: 95 percentilne vrednosti za 30-dnevno dozo ščitnice za razširjeno projektno nezgodo za razdalje do 200 km, DIPCOT za leto 2020 (vir: /196/)

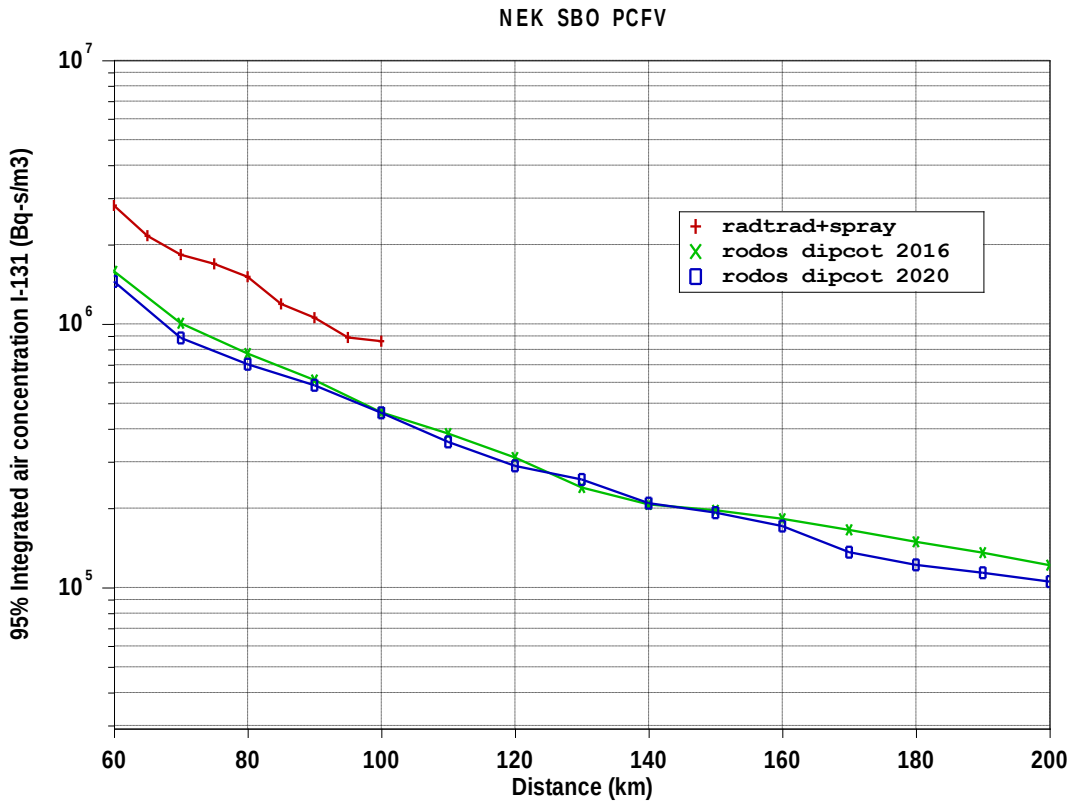


Slika 130: Vrednosti za 30-dnevno dozo ščitnice za razširjeno projektno nezgodo za razdalje do 200 km, izpust se je začel 30.05.2020 09:00 (vir: /196/)

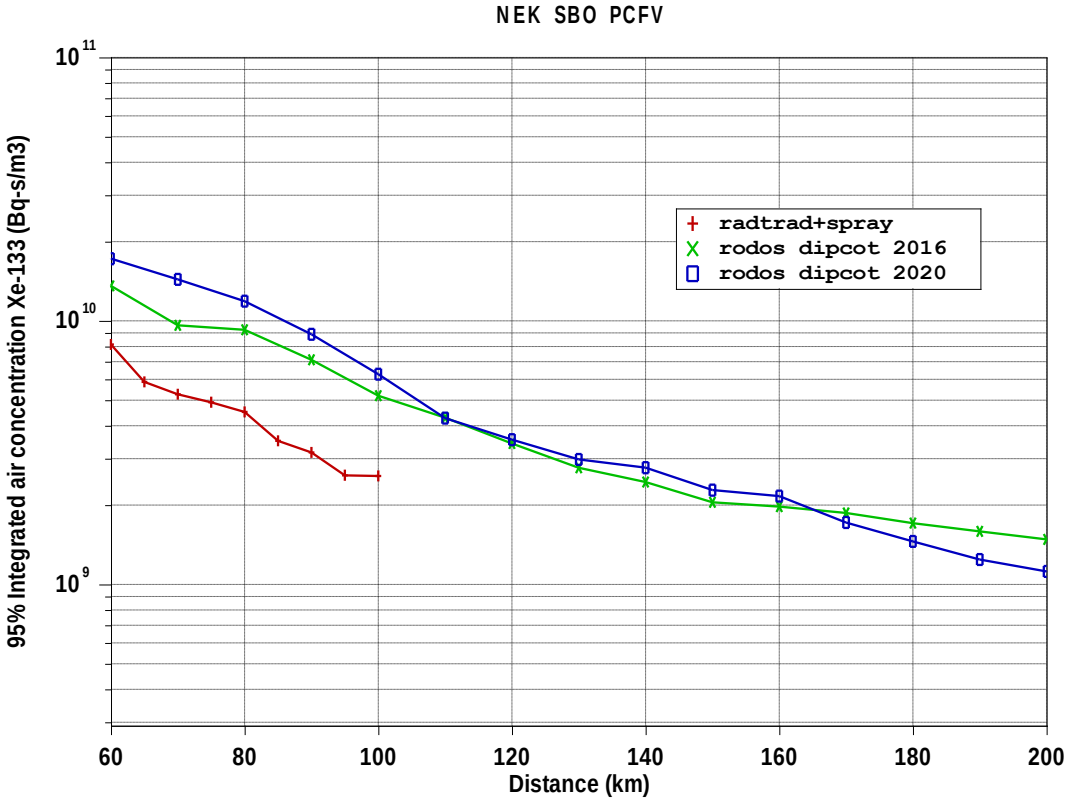


Slika 131: Integrirane koncentracije izotopske aktivnosti (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) za Cs-134 (Bq-s/m^3) za

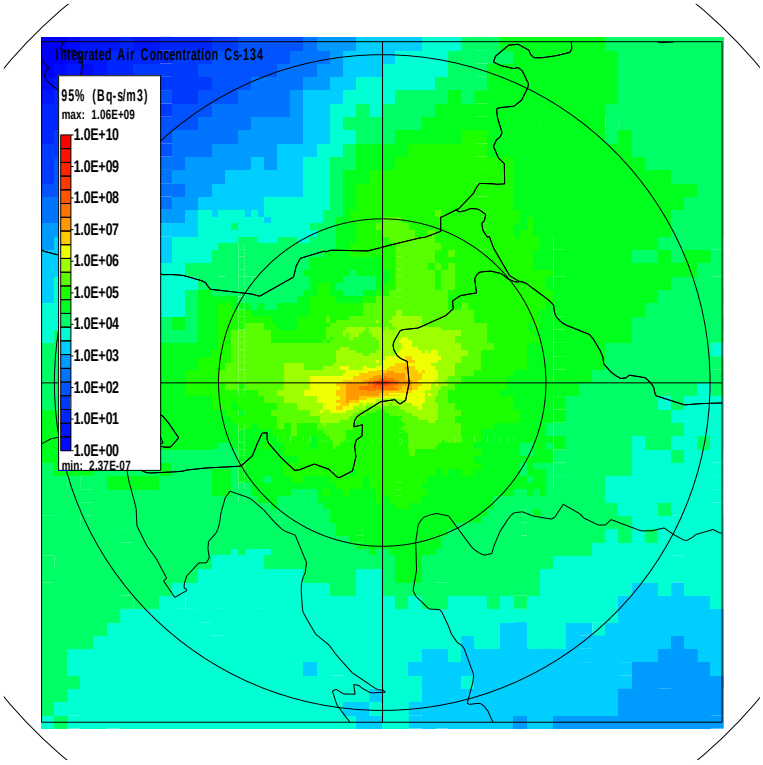
razširjeno projektno nezgodo (vir: /196/)



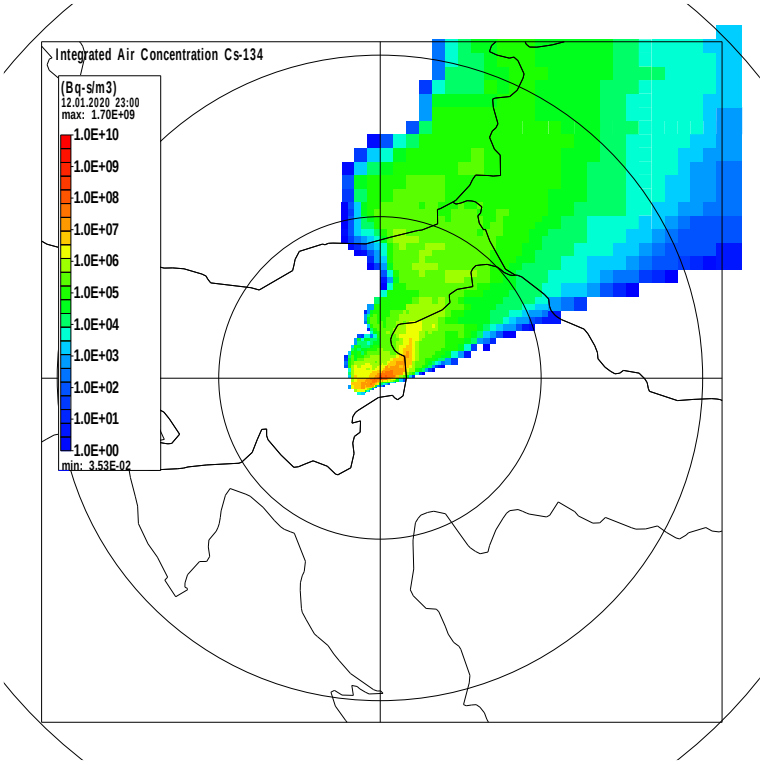
Slika 132: Integrirane koncentracije izotopske aktivnosti (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) za I-131 (Bq-s/m^3) za razširjeno projektno nezgodo (vir: /196/)



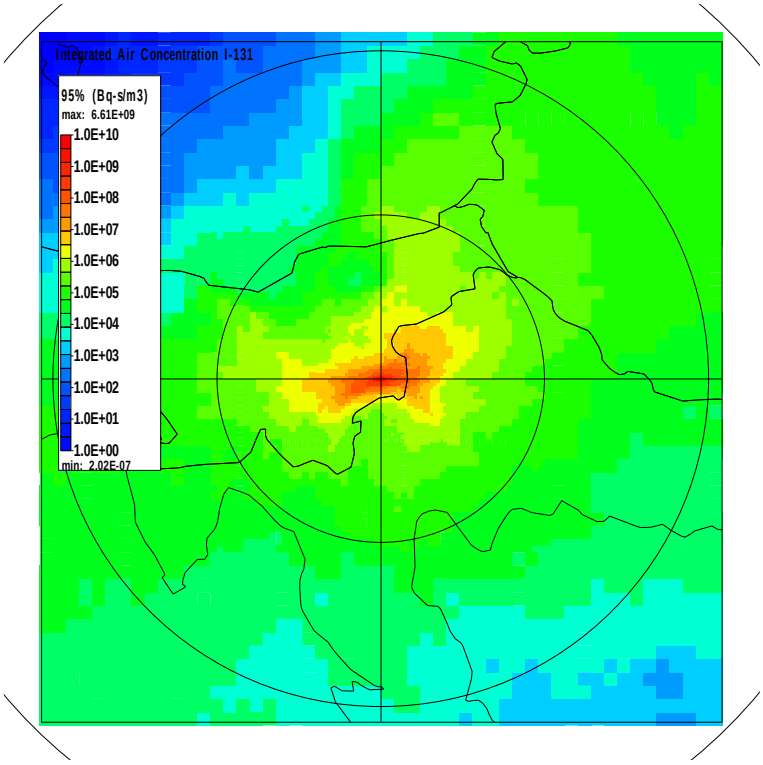
Slika 133: Integrirane koncentracije izotopske aktivnosti (95 percentilne vrednosti po obravnavanih vremenskih primerih in zatem 95 percentilne vrednosti krajevno) za Xe-133 (Bq-s/m^3) za razširjeno projektno nezgodo (vir: /196/)



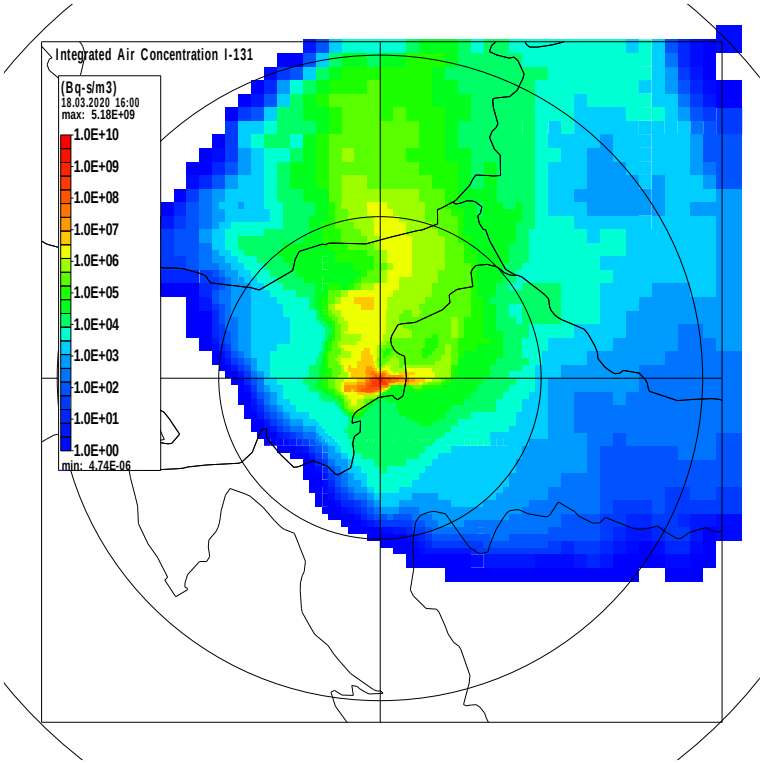
Slika 134: 95 percentilne vrednosti za integrirane koncentracije izotopske aktivnosti za Cs-134 (Bq-s/m³), za razširjeno projektno nezgodo, DIPCOT za leto 2020 (vir: /196/)



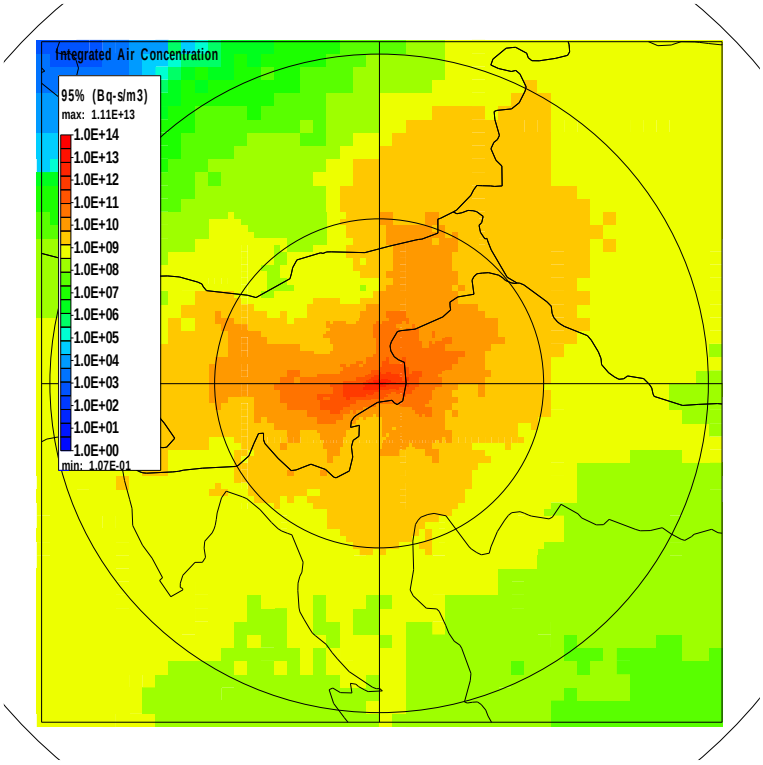
Slika 135: Integrirane koncentracije izotopske aktivnosti Cs-134 za razdalje do 200 km, izpust se je začel 12.01.2020 23:00 (vir: /196/)



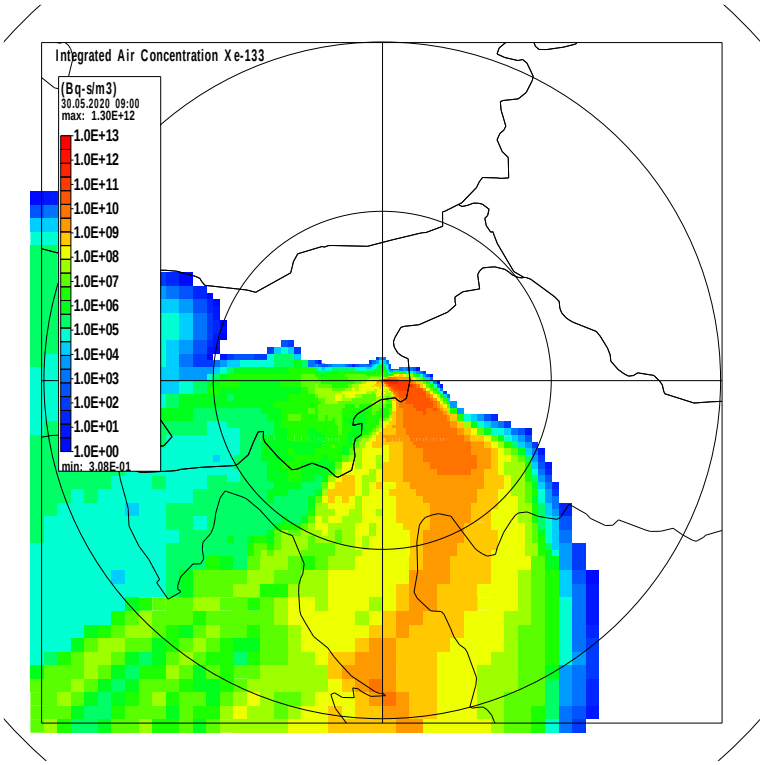
Slika 136: 95 percentilne vrednosti za integrirane koncentracije izotopske aktivnosti za I-131 (Bq-s/m3), za razširjeno projektno nezgodo, DIPCOT za leto 2020 (vir: /196/)



Slika 137: Integrirane koncentracije izotopske aktivnosti I-131 za razdalje do 200 km, izpust se je začel 18.03.2020 16:00 (vir: /196/)



Slika 138: 95 percentilne vrednosti za integrirane koncentracije izotopske aktivnosti za Xe-133 (Bq-s/m3), za razširjeno projektno nezgodo, DIPCOT za leto 2020 (vir: /196/)



Slika 139: Integrirane koncentracije izotopske aktivnosti Xe-133 za razdalje do 200 km, izpust se je začel 30.05.2020 09:00 (vir: /196/)

Zaključne ugotovitve izdelovalcev študije

Kot je iz prikazanih rezultatov razvidno, je efektivna 30-dnevna doza za razširjeno projektno nezgodo (DEC-B) na razdalji 10 km od elektrarne 1,16 mSv in več kot dvakrat nižja od letne doze naravnega ozadja, ki je v Sloveniji okoli 2,5 mSv. Doza ščitnice (13,5 mSv) na razdalji 3 km od NEK je pod mejo (50 mSv za 7 dni), ki je z zakonom predpisana za jodno profilakso /224/. Referenčna raven za ukrepanje (zaklanjanje, evakuacija) ob izrednem dogodku je efektivna doza 100 mSv (UV2, 27. člen). Ne glede na izračunane doze na meji območja 3 km (OPU), ki so pod mejo za izvedbo ukrepov, se bi v primeru obravnavanih nezgod (DBA in DEC-B) izvedla preventivna evakuacija prebivalstva v skladu s kriteriji za splošno nevarnost /224/, /220/.

Glede na zgoraj prikazane rezultate analiz sledi, da bistvenega vpliva DBA in DEC-B nezgode izven 10 km pasu okrog elektrarne ni pričakovati. Prav tako sledi, da je efektivna 30-dnevna doza na meji s sosednjimi državami za najhujšo obravnavano nezgodo (DEC-B) nižja od doze, ki jih posameznik dobi iz naslova naravnih virov sevanja v enem letu[38]. Povprečni prispevek naravnega sevanja za Avstrijo znaša 3,86 mSv na leto /214/, kar znaša približno 0,32 mSv za 30 dni.

Iz tega sledi, da bi na primer prebivalec Lipnice v Avstriji (oddaljen 95 km od NEK) v primeru DEC-B nezgode prejel efektivno 30-dnevno dozo (0,0129 mSv), ki je približno 25-krat manjša od doze zaradi naravnega sevanja v istem času.

Doze izračunane za DEC-B nezgodo so po izvedbi Programa nadgradnje varnosti (PNV) primerljive z dozami izračunanimi za novodobne jedrske elektrarne generacije III /217/.

Pri izračunu doz zaradi izpustov v ozračje pri obravnavanih nesrečah smo uporabili tri različne disperzijske modele in dva različna pristopa k izračunu doz /196//196/:

- S podrobnim validiranim realističnim modelom Spray /199/, ki je uporabljen v kombinaciji z RADTRAD /218/, so bile izračunane doze (govorimo o krajevno in časovno 95 percentilnih vrednostih) za razdalje do 100 km. Izračuni vrednosti relativnih koncentracij v oblaku so konzervativni predvsem za daljše razdalje, ker depozicija ni upoštevana. Rezultati so prikazani zgoraj.

- Dodatno je bil izveden izračun doz za razdalje do 200 km z uporabo RODOS /219/ disperzijskih modelov DIPCOT in LASAT, katera ne vključujeta podrobno specifičnosti terena krške kotline okrog elektrarne in z drugačnim pristopom pri uporabi meteoroloških podatkov in izračunu doz. Pri teh izračunih smo upoštevali depozicijo.

Kljub temu, da so uporabljeni modeli in metode izračunov doz različni, pa se doze na razdaljah od 60 km do 100 km od NEK lepo ujemajo /196/. Glede na pričakovane napake disperzijskih modelov in različne pristope k izračunom doz je zgoraj navedeno ujemanje modelov odlično.
Izračuni doz s tremi različnimi modeli in dvema metodama izračuna doz se medsebojno na razdalji 60 km od elektrarne razlikujejo manj kot za faktor 3, na 100 km pa manj kot za faktor 4.
V bližini elektrarne so rezultati dobljeni z modelom Spray bolj zaupanja vredni zato na tem področju ne prikazujemo rezultatov RODOS modelov. Spray namreč izkazuje dobre rezultate na validaciji na meteorološko podobnem primeru okolice Šoštanja kar smo opisali v podpoglavjih **Validacija uporabljenih modelov** in **Navezava izračunov za PVO do validiranih postavitev modela.**

S tem, ko smo uporabili dva različna načina izračuna doz, tri različne disperzijske modele in meteorološke podatke za dve različni leti smo pokazali, da pričakovane razlike v izračunanih dozah ne spremenijo zaključka, da so doze sprejemljivo nizke za prikazane razdalje.

Kot je bilo pričakovano, sta RODOS modela je za večje razdalje od 100 km pokazala manjše vrednosti doz kot na razdalji 100 km.

[38] Primerjava je zgolj ilustrativne narave in primerja 30 dni izpostavljenosti nesreči in 30 dni naravnega ozadja.

Radiološki vpliv NEK nezgode na okolje v času podaljšanega obratovanja ne bo nič drugačen kot bi bil vpliv morebitne nezgode med sedanjim obratovanjem (v letu 2021).

Naj dodamo še, da so pri izračunu z realističnim modelom Spray uporabljeni realistični meteorološki podatki za določitev razredčitvenih koeficientov (X/Q), ki so nižji v primerjavi z izračuni v varnostnem poročilu NEK (USAR). Zato so doze za projektno nezgodo izračunane v /196/ manjše kot doze, ki so navedene v USAR poglavju 15 /3/, kjer so uporabljeni razredčitveni koeficienti, izračunani na osnovi preprostega enodimenzionalnega modela.

Monitoring ob nesreči z izpusti v ozračje

Monitoring je sestavljen iz emisijskega in okoljskega monitoringa**.**

Emisijski monitoring je sestavljen iz avtomatskega monitoringa in občasnih ročnih monitoringov. Avtomatski monitoring spremlja aktivnosti radionuklidov v izpustih iz NEK.

Monitorji so preko PIS povezani v bazo Ekološkega informacijskega sistema NEK (EIS NEK), ta baza pa je v celoti avtomatsko povezana s programom DOZE za ocenjevanje doz prebivalstva ob nezgodnem izpustu in ob rednem obratovanju /213/.

Okoljski monitoring je sestavljen iz avtomatskega monitoringa in občasnih ročnih monitoringov, ki imajo svoj plan izvajanja.

Avtomatski okoljski monitoring obsega:
- **avtomatski monitoring radioaktivnosti v okolju**,
- **avtomatski monitoring meteoroloških spremenljivk** atmosfere kot podlago za modeliranje disperzije radionuklidov v ozračju,
- **namensko 7-dnevno napoved** vremena v korakih po pol in na njeni osnovi avtomatsko **napoved disperzije** radionuklidov v ozračju.

Avtomatski monitoring radioaktivnosti v okolju obsega:
- NEK Avtomatski monitoring radioaktivnosti v okolju:
  - Krog samostojnih merilnikov gama hitrosti doze v Krški kotlini,
  - 4 merilnike gama hitrosti doze na meteoroloških postajah v okolici NEK,
  - Merilnike gama hitrosti doze na ograji NEK,
  - Spektrometer na NEK mobilni enoti.
- URSJV Avtomatski monitoring hitrosti gama doze po Sloveniji in
- URSJV Avtomatske spektrometre v NEK in po Sloveniji.

Iz URSJV se podatki URSJV in NEK avtomatsko prikazujejo na njihovi spletni strani in prenašajo v evropski EURDEP sistem in javno prikazujejo tudi na tamkajšnji spletni strani.

Avtomatski monitoring meteoroloških spremenljivk atmosfere kot podlaga za modeliranje disperzije radionuklidov v ozračju obsega:
- 4 talne avtomatske meteorološke postaje
- RASS (navpični profil vetra in temperature do največ 500 m)

Vsi merilniki so del EIS NEK. Baza EIS NEK pa je v celoti avtomatsko povezana s programom DOZE za ocenjevanje doz prebivalstva ob nezgodnem izpustu in ob rednem obratovanju.

Namenska 7-dnevna napoved vremena in disperzije v korakih po pol ure za emisije radionuklidov v ozračju:

Napoved vremena in disperzije avtomatsko izdeluje MEIS d.o.o. in podatke enkrat dnevno prenaša v NEK, vsak paket vsebuje podatke za tekoči dan in naslednjih 6 dni za vsake pol ure v krajevni resoluciji

2 km. Napoved disperzije v ozračju je neposredno povezana v sistem programa DOZE za ocenjevanje doz prebivalstva.

Avtomatska priprava podatkov in sistem za napovedovanje doz prebivalstva »DOZE«

Avtomatski monitoring emisijskih spremenljivk, avtomatski monitoring meteoroloških spremenljivk atmosfere in namenska 7 dnevna napoved vremena so združeni v celovit sistem za napovedovanje doz prebivalstva ob morebitnem nezgodnem izpustu radionuklidov iz NEK v ozračje /213/.

Sistem deluje avtomatsko do priprave relativnih koncentracij. V vsakem trenutku so strokovnjakom NEK in URSJV na voljo relativne koncentracije za preteklost in sedanjost (izračunane iz diagnostičnih meritev) ter prognostične relativne koncentracije za tekoči dan in za 6 dni vnaprej v korakih po pol ure.

Programski paket DOZE uporablja vse avtomatsko zbrane podatke in dodatno omogoča ročni vpis podatkov zato, da uporabniku omogoči oceno nesreče z izpusti v ozračje na osnovi meritev ali pred pripravljenih scenarijev in izračun posledičnih doz prebivalstva /213/. Programski paket DOZE uporabljajo NEK, URSJV in civilna zaščita.

Celota – metodologija, meritve in modelirni sistem, ki skupaj omogočajo diagnozo in napoved doz prebivalstva z uporabo disperzijskih modelov - je podrobno opisana v znanstvenem članku /200/.

Sistem se uporablja tudi za oceno rednih izpustov.

OSART je v poročilu iz leta 2003 sistem opisal kot primer dobre prakse /209/:

*"**Good practice**: A special tool for the assessment of radiological consequences in the environment has been developed. It utilizes a more realistic dispersion model, Lagrangian particle model instead of the simple Gaussian, to calculate dispersion. This accurate modelling is very important in areas with a complicated meteorological modelling environment, such as Krsko."* (**v prevodu:** Dobra praksa: Razvito je bilo posebno orodje za oceno radioloških posledic v okolju. Za izračun disperzije uporablja bolj realističen model disperzije, Lagrangeev model delcev, namesto preprostega Gaussovega. To natančno modeliranje je zelo pomembno na območjih z zapletenim meteorološkim modeliranjem, kot je Krško.)

V letu 2017, ko je bil sistem nadgrajen s prognozo disperzije, pa je OSART ocenil to kot dobro izvajanje /210/:

*"It was also noted that the plant organization has enhanced the capability for off-site radiological monitoring by using plant-specific dose assessment software, which is fed on-line with meteorological data and uses the Lagrangian Particle Model to calculate accurate dispersion factors for site specific characteristics, and having available a mobile laboratory for quick sample analysis. The plant considers that this enhanced capability, which includes a prognosis application, allows a more accurate and prompt estimation of off-site radiological consequences, in support of the issuance of protective action recommendations for the public. The team considered this as a **good performance**."* (International Atomic Energy Agency, 2017). (**v prevodu:** Ugotovljeno je bilo tudi, da je organizacija elektrarne povečala zmogljivost za radiološko spremljanje v okolici elektrarne z uporabo programske opreme za oceno doz, specifične za to elektrarno, ki uporablja sprotne meteorološke podatke in Lagrangeev model delcev za izračun natančnih razredčitvenih faktorjev, karakterističnih za to lokacijo. Na voljo ima tudi mobilni laboratorij za hitro analizo vzorcev. Elektrarna meni, da ta izboljšana zmogljivost, ki vključuje uporabo navodil, omogoča natančnejšo in takojšnjo oceno radioloških posledic v okolici v podporo izdaji priporočil o zaščitnih ukrepih za javnost. Ekipa je to ocenila kot **dobro izvajanje**.)

<u>Zaključne ugotovitve pripravljavca PVO</u>

Študija »Izračun doz na določenih razdaljah za primer projektne nezgode (DB) ali razširjene projektne nezgode (BDB) v Nuklearni elektrarni Krško«, FER-MEIS, 2021« /196/, je obravnavala:

- Projektno izlivno nezgodo (LB LOCA),

- Razširjeno projektno nezgodo (DEC-B).

Kot je razvidno iz rezultatov študije, je efektivna 30-dnevna doza na razdalji 10 km od elektrarne 1,16 mSv in več kot dvakrat nižja od letne doze naravnega ozadja, ki je v Sloveniji okoli 2,5 mSv. Doza ščitnice (13,5 mSv) na razdalji 3 km od NEK je pod mejo (50 mSv za 7 dni), ki je z zakonom predpisana za jodno profilakso /224/.

NEK je od najbližjih meja sosednjih držav oddaljena:
- 10 km od meje z Republiko Hrvaško,
- več kot 75 km od meje z Republiko Avstrijo,
- več kot 129 km od meje z Republiko Italijo,
- Več kot 100 km od meje z Republiko Madžarsko.

Na podlagi rezultatov študije zaključujemo, da v primeru Projektne izlivne nezgode (LB LOCA) in razširjene projektne nezgode (DEC-B), ki predstavljata tudi najslabši možni scenarij za nezgode, **ne bo** prišlo do **bistvenega čezmejnega** vpliva na okolje ter zdravje in premoženje ljudi.

Na podlagi rezultatov zaključujemo, da preverba v **1000 km** radiju **ni smiselna**, saj je iz študije razvidno, da je efektivna 30-dnevna doza na razdalji 10 km od elektrarne 1,16 mSv in več kot dvakrat nižja od letne doze naravnega ozadja, ki je v Sloveniji okoli 2,5 mSv. Doza ščitnice (13,5 mSv) na razdalji 3 km od NEK pod mejo (50 mSv za 7 dni)[39], ki je z zakonom predpisana za jodno profilakso /224/.

6.5 ODGOVORI NA VPRAŠANJA IN PRIPOMBE, KI SO BILI PREJETI V ČASU ČEZMEJNEGA POSVETOVANJA - NOTIFIKACIJE

6.5.1 Uvodna pojasnila

Do dne 31. 8. 2021 je Republika Slovenija, Ministrstvo za okolje in prostor, prejelo notifikacijo držav Avstrije, Hrvaške in Madžarske, da zahtevajo vključitev v postopek čezmejne presoje možnih pomembnih vplivov na okolje.

Namen tega poglavja je podajanje odgovorov na vprašanja, ki so bila prejeta v postopku čezmejne presoje vplivov na okolje.

6.5.2 Opis dokumentov iz uvodnih pojasnil

V spodnji tabeli so navedeni dokumenti, ki so bili prejeti v postopku čezmejne presoje.

Tabela 142: Prikaz prejetih dokumentov v postopku čezmejne presoje

Država	Dokument
Avstrija	Federal Ministry Republic of Austria, Climate Action, Environment, Energy, Mobility, innovation and Technology, REF. no. 2021-0.410.044, Vienna, 9 June 2021
Hrvaška	Republika Hrvatska, Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, KL.: 351-03/21-08/02, URBR.: 517-05-1-2-21-2, Zagreb, 28. svibnja 2021
Madžarska	Ministry of Agriculture, Department of Environmental Conservation, REF.no. KmF/122-5/2021, Budapest, 23 July 2021.

6.5.3 Republika Avstrija

S strani Republike Avstrije so bila izpostavljena naslednja vprašanja:

- jedrska varnost,

[39] Uredba o mejnih dozah, referenčnih ravneh in radioaktivni kontaminaciji, UL RS, št. 18/18

- potresna varnost – seizmika,
- poplavna varnost,
- staranje elektrarne in
- dolgoročno odlaganje odpadkov.

Podrobnejši podatki oziroma opisi o jedrski varnosti, seizmiki, poplavni varnosti, staranja in dolgoročnega odlaganja odpadkov se nahajajo v predhodnih poglavjih tega poročila (glej poglavji 2.7 in 2.8). V nadaljevanju navajamo samo bistvene poudarke navedene tematike.

Jedrska varnost
Podrobnejši opis jedrske varnosti se nahaja v poglavjih 2.7 in 2.8 v nadaljevanju pa podajamo bistvene poudarke, ki so pomembni za jedrsko varnost.

Varnostni sistemi NEK **preprečujejo** nekontrolirano sproščanje radioaktivnih snovi v okolje. Jedrski varnosti je že v fazi načrtovanja reaktorja in projektiranja elektrarne namenjena velika pozornost. Projektirani so varnostni sistemi, ki v vseh obratovalnih stanjih, tudi v primeru odpovedi določene opreme, zagotavljajo varnostne funkcije.

Jedrska elektrarna se nahaja v varnem stanju, če so v vsakem trenutku izpolnjeni trije osnovni varnostni pogoji:

1. učinkovit nadzor reaktivnosti (nadzor moči reaktorja),
2. hlajenje jedrskega goriva v reaktorju in bazenu za izrabljeno gorivo,
3. zadrževanje radioaktivnih snovi (onemogočeno sproščanje radioaktivnih snovi v okolje).

Sproščanje radioaktivnih snovi v okolje **preprečujejo 4 zaporedne** varnostne pregrade:

1. **Prva** pregrada je jedrsko gorivo (tabletke jedrskega goriva), ki zadržuje radioaktivne snovi v sebi.
2. **Druga** pregrada je vodotesna srajčka, ki obdaja gorivne tabletke in preprečuje pobeg radioaktivnih plinov iz goriva.
3. **Tretja** pregrada je meja primarnega sistema (stene cevi, reaktorske posode in druge primarne komponente), ki zadržuje radioaktivno vodo za hlajenje reaktorja.
4. **Četrta** pregrada je zadrževalni hram, ki hermetično ločuje primarni sistem od okolja.

Osnovni cilj prvih treh pregrad je, da **preprečijo** prehod radioaktivnih snovi do naslednje pregrade, četrta pregrada pa preprečuje neposredno sproščanje radioaktivnih snovi v okolje NEK.

Ker je delovanje varnostnih sistemov v primeru napake in odpovedi ali celo malo verjetne nezgode v jedrski elektrarni izjemnega pomena, so vsi varnostni sistemi podvojeni (jedrska elektrarna ima dve progi varnostnih sistemov).

Za izpolnjevanje varnostnih pogojev in ohranjanje varnostnih pregrad je vedno dovolj delovanje samo ene proge varnostnih sistemov. Poleg tega se vsi varnostni sistemi oziroma njihove posamezne naprave med obratovanjem elektrarne in med rednim remontom sistematično testirajo.

NEK mora med obratovalnimi stanji, projektno nesrečo in razširjeno projektno nesrečo zagotavljati t.i. kritične varnostne funkcije:

- nadzor reaktivnosti jedrskega goriva (in izrabljenega goriva v bazenu oziroma skladišču za izrabljeno gorivo),
- odvod toplote iz sredice in bazena za izrabljeno gorivo in
- zadrževanje radioaktivnih snovi in preprečitev njihovega nenadzorovanega širjenja v okolje.

Pri zagotavljanju varnostnih funkcij je treba upoštevati:

- načelo obrambe v globino;
- načelo enojne odpovedi;
- načelo neodvisnosti;

- načelo raznovrstnosti;
- načelo redundance;
- načelo varne odpovedi;
- načelo preverjenih komponent;
- načelo stopenjskega pristopa.

NEK mora redno preverjati projektne osnove, ki zagotavljajo varnost objekta. Pregled projektnih osnov je treba opraviti tudi pri vsakem občasnem varnostnem pregledu in po obratovalnih dogodkih, ki so vplivali na sevalno ali jedrsko varnost, ter ob novih pomembnih informacijah glede sevalne ali jedrske varnosti (npr. ocena lastnosti lokacije, varnostne analize in razvoj varnostnih standardov ali praks).

Pri pregledu projektnih osnov se za prepoznavanje potreb in možnosti izboljšav uporabijo deterministične in verjetnostne varnostne analize ali inženirska presoja, pri čemer se rešitve v projektu primerjajo s predpisanimi zahtevami in dobro prakso. Ugotovitve, ki izhajajo iz teh analiz, NEK uporabi tako, da smiselno posodobi sisteme in strukture ali izvede druge ukrepe, potrebne za zagotavljanje sevalne oziroma jedrske varnosti.

Prav tako z analizami razširjenih projektnih dogodkov NEK zagotavlja, da obstajajo zadostne rezerve za preprečitev primerov, ko bi majhna sprememba posameznega parametra povzročila težke in nesprejemljive posledice (angl. »cliff edge effect«).

Potresna varnost – seizmika
Slovenija je država s srednjo potresno nevarnostjo. Čeprav potresi pri nas ne dosegajo prav velikih vrednosti magnitude, so lahko njihovi učinki dokaj hudi zaradi razmeroma plitvih žarišč. Pas večje potresne nevarnosti poteka po osrednjem delu Slovenije, v sklenjenem pasu od skrajnega severozahoda proti skrajnemu jugovzhodu države. Z oddaljevanjem od tega pasu proti severovzhodu in jugozahodu se potresna nevarnost zmanjšuje.

Obravnavano območje NEK se uvršča v 8 stopnjo seizmične intenzitete po EMS lestvici (European Macroseismic Scale). V tem območju lahko pričakujemo seizmične pospeške do 0,2 g PGA za povratno dobo potresa 475 let in 0,45 g PGA za povratno dobo 10000 let. Podatke povzemamo po kartah makroseizmičnih intenzitet Slovenije za povratno dobo potresov 475 in 10000 let /60/.

Na lokaciji NEK so bile v več fazah izvedene podrobne geomehanske, hidrološke, geofizikalne in seizmološke preiskave. Prva faza se je zvajala v letih 1972 - 1973 in je vključevala vrtanje do globine 12-13 m, merjenje hitrosti P in S valov. Preiskave so bile izvedene v širši okolici NEK in uporabljene za določitev končne lokacije.

Druga faza preiskav je potekala v drugi polovici leta 1973. Zajemala je meritve seizmičnih P in S valov ter mikroseizmičnega hrupa v tleh na lokacije NEK. Preiskave so bile uporabljene za izdelavo geotehničinega modela in določitve parametrov za potresno obremenitev.

Tretja faza preiskav je bila izvedena sredi leta 1974. Izdelanih je bilo 30 geomehanskih izvrtin globine 30 - 90 m, izvedene so bile laboratorijske preiskave in izmerjene hitrosti P in S valov do globine 45 m.

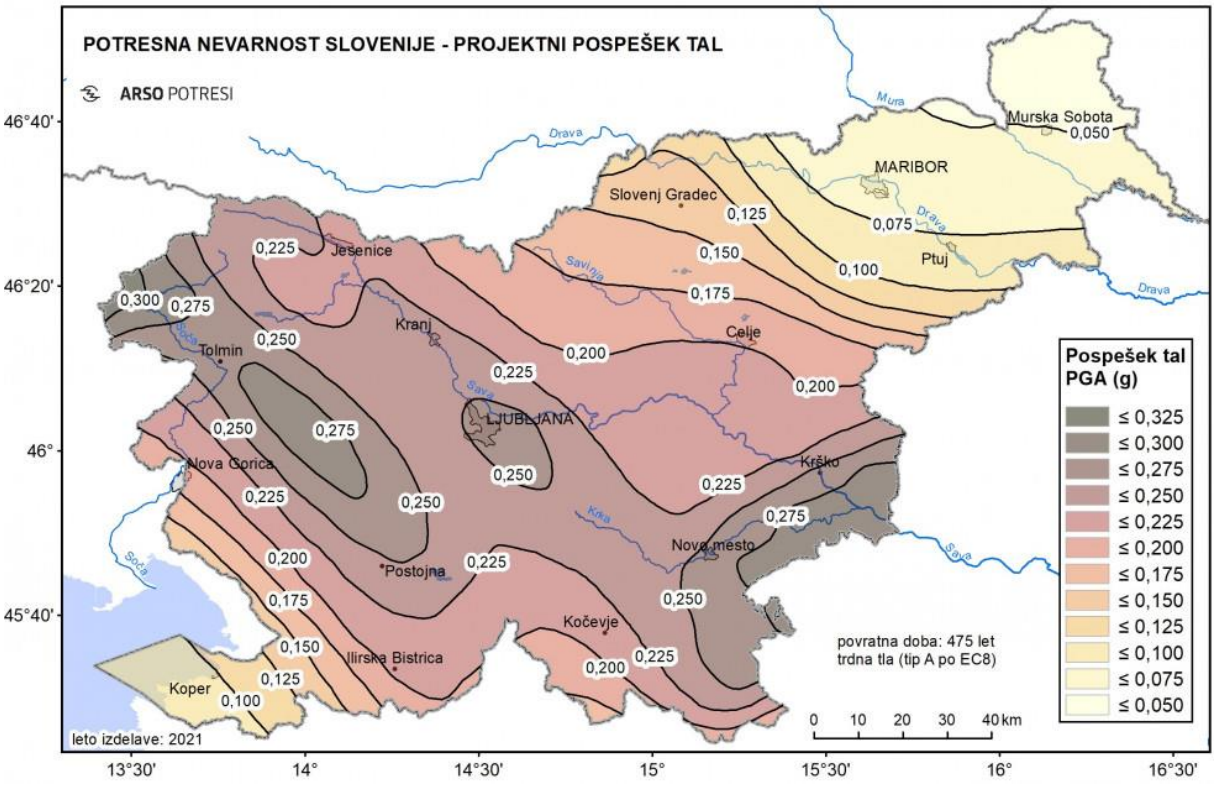
Četrta faza preiskav je bila izvedena leta 1974. Dodatno je bilo izvedenih 24 novih geomehanskih vrtin do globine 100 m z meritvami hitrosti P in S valov, laboratorijskimi testi, meritvami gama-gama gostote materiala in geoelektričnim sondiranjem terena. Preiskave izvedene v drugi, tretji in četrti fazi so bile izvedene na lokaciji NEK in se nanašajo na strukture I. kategorije.

Nadaljnje preiskave na lokaciji so bile izvedene v povezavi z dokončanjem seizmične verjetnostne varnostne analize za oceno ranljivosti elektrarne na potresne dogodke. Geološke, seizmološke in geofizične preiskave so bila zaključena med letoma 1994 in 1996. Na podlagi predhodnih rezultatov in priporočil IAEA, »Program for additional site investigations« so bile izvedene še dodatne geološke, seizmološke in geofizične preiskave. Študije so se osredotočale na območje NEK in bližnjo regijo (polmer 25 km) in so vključevale:

- posodobitev baze podatkov o potresnih dogodkih;
- podrobno geološko kartiranje Krškega porečja in sosednjih regij v bližini lokacije v merilu 1: 5000;
- geofizične preiskave;
- podrobne raziskave kvartarnih nahajališč, tal in geomorfnih površin, ki se lahko uporabijo za oceno neotektonske deformacije;
- pridobivanje in analizo podatkov o geodetskem izravnavanju in GPS-meritvah.

Rezultati geoloških, seizmoloških in geofizičnih raziskav, ki predstavljajo posodobljen seizmotektonski model Krške kotline, so predstavljeni v poročilu prvega občasnega varnostnega pregleda (PSR). To poročilo predstavlja podlago za ponovno oceno in revizijo verjetnostne analize potresne nevarnosti (PSHA, 2002-2004).

Elektrarne se projektirajo za potrese s povratno dobo, ki bistveno presegajo povratne dobe potresov, za katere se projektirajo običajni objekti. Potres v Petrinji, dne 29. 12. 2020, ki smo ga čutili tudi na območju Krškega, ni za NEK predstavljal nobene nevarnosti in ni povzročil nikakršne škode.



Slika 140: PGA za povratno dobo potresa 475 let (vir: /60/)

Projektna načela 10 CFR 100 App. A, ki so bila uporabljena ob projektiranju in gradnji NEK, zahtevajo, da so zgradbe, komponente in sistemi, ki so pomembni za jedrsko varnost, projektirani in grajeni potresno odporno, kar je v skladu tudi s slovensko zakonodajo (Pravilnik o dejavnikih sevalne in jedrske varnosti (UL RS št. 74/16, 76/17 - ZVISJV-1). Zgradbe in sistemi NEK so projektirani potresno odporno skladno z RG 1.60. Originalno je bil upoštevan projektni potres za varno zaustavitev elektrarne (SSE) z maksimalnim pospeškom tal (»peak ground acceleration« oz. PGA) na nivoju temeljev 0,3 g, pri čemer so se vse zgradbe projektirale ob predpostavki, da je temelj na površju, kar se je izkazalo za zelo konzervativno predpostavko. To je ena od ključnih predpostavk, ki zagotavlja visoko potresno varnost NEK, ki je bila dokazana že v sklopu potresne verjetnostne varnostne analize /225/.

Po zaključku obširne potresne verjetnostne analize /225/, v sklopu katere je bila izvedena tudi analiza potresne nevarnosti lokacije NEK, so se v sklopu raziskav lokacij za NSRAO in JEK2 v neposredni bližini NEK izvajale obsežne dodatne geološke, geotehnične in seizmološke raziskave. Te raziskave so se osredotočile na posamezne geološke strukture (potresne izvore in prelomnice) s ciljem boljšega razumevanja seizmo-tektonske strukture Krške kotline in zmanjšanja negotovosti pri vhodnih podatkih za določitev potresne nevarnosti lokacije ter podajanja osnove za oceno zmožnih prelomov (t.i. »capable fault«). V sklopu preliminarnih zaključkov teh multidisciplinarnih raziskav, ki so se izvajale na širšem območju lokacije od leta 2008 /274/,/275/ ni bilo podanih osnov, ki bi nakazovale na zmožnost prelomnih struktur ali geoloških struktur, ki bi lahko ob potresu trajno deformirali površino lokacije (»capable faults«), oziroma ni prišlo do novih spoznanj, ki bi pomembno spremenila obstoječo oceno potresne nevarnosti lokacije NEK /271/, ki je bila izdelana v letih 2002-2004 po predhodnih 10-ih letih raziskav.

S »stresnimi testi« Nuklearne elektrarne Krško /26/ je bilo dokazano, da so pospeški med potresom, pri katerih bi bilo možno pričakovati vplive na objekte in sisteme elektrarne, bistveno višji od projektnih pospeškov, kar potrjuje visoko jedrsko in potresno varnost jedrskih objektov NEK. Dodatno je bila kasneje povečana potresna in jedrska varnost še z zagotovitvijo mobilne opreme ter priključkov zanjo, z izgradnjo tretjega dizelskega generatorja DG3 in izvedbo programa nadgradnje varnosti elektrarne. Vse nove zgradbe in sistemi, ki so bili izvedeni v sklopu programa nadgradnje varnosti na glavnem nuklearnem otoku, so projektirani za maksimalni pospešek tal na površju, ki dvakratno presega projektni pospešek na temelju obstoječih objektov in sistemov NEK (to je 0,6 g). Nove zgradbe in sistemi, ki so zgrajeni izven glavnega otoka (posebej utrjena varnostna zgradba, novi tehnični podporni center) kot tudi suho skladišče izrabljenega jedrskega goriva, ki je v gradnji, so potresno odporno projektirani še za 30 odstotkov večji projektni pospešek na površju (0,78 g), s čimer se je zagotovilo upoštevanje morebitnih negotovosti v analizi potresne nevarnosti. Glede na analizo potresne nevarnosti lokacije NEK /274/ je pričakovati potrese, pri katerih bi bil pospešek (PGA) 0,56 g s povratno periodo 10.000 let.

V poročilu stresnih testov je podana ocena seizmične meje, pri kateri bi prišlo do poškodbe sredice, zadrževalnega hrama in t.i. »cliff edge efekta«. Maksimalni pospeški tal, pri katerih bi lahko prišlo do poškodbe reaktorske sredice, so bili ocenjeni v območju 0,8 g peak ground acceleration (PGA). Pospeški tal, pri katerih bi lahko prišlo do zgodnjih večjih izpustov, naj bi bili večji od 1 g PGA. Do kasnejših filtriranih izpustov bi lahko prišlo v območju pospeškov tal med 0,8 do 0,9 g. Integriteta bazena za izrabljeno gorivo ne bi bila ogrožena do pospeškov tal, ki znašajo več kot 0,9 g /26/. Seizmične analize so pokazale, da so potresni sunki, pri katerih bi bil PGA na lokaciji jedrske elektrarne večji od 0,8 g, zelo redki in imajo pričakovano povratno dobo ocenjeno na več kot 50.000 let /26/.

NEK ima skladno z ameriškimi regulatornimi smernicami vgrajeno seizmično instrumentacijo (11 senzorjev) za zaznavanje potresnih sunkov, kar omogoča primerjavo odzivnih spektrov (ki so izračunani iz merjenih akcelerogramov) s projektnimi odzivnimi spektri za lokacije posameznih senzorjev. V primeru, da maksimalni pospešek tal na prostem površju preseže vrednost 0,01 g, senzorji zabeležijo potresno gibanje tal. V takem primeru se po potresu preverijo vsi vitalni deli elektrarne. V primeru, da intenziteta potresa, izražena z maksimalnim pospeškom tal, preseže polovico maksimalnega projektnega pospeška, se elektrarna preventivno zaustavi in se ponovno zažene šele po potrditvi, da na elektrarni ni poškodb na zgradbah, sistemih ali opremi zaradi posledic potresa.

Poplavna varnost

NEK je situirana na nekdanji poplavni ravnici Save, ki je bila ob izgradnji NEK zaščitena pred poplavami z nasipoma ob Savi in Potočnici. Savski nasip sega približno 2 km gorvodno in 1 km dolvodno od NEK, nasip ob Potočnici pa je dolg 750 m in poteka od izliva Potočnice v Savo do železniške proge. Ob izgradnji NEK je desni breg Save ostal v naravnem stanju in je kot takšen zagotavljal, da se morebitna ekstremna poplava razlije na desno poplavno ravnico ob Savi. V času gradnje NEK je merodajna poplava Q10.000 znašala 4272 m^3/s.

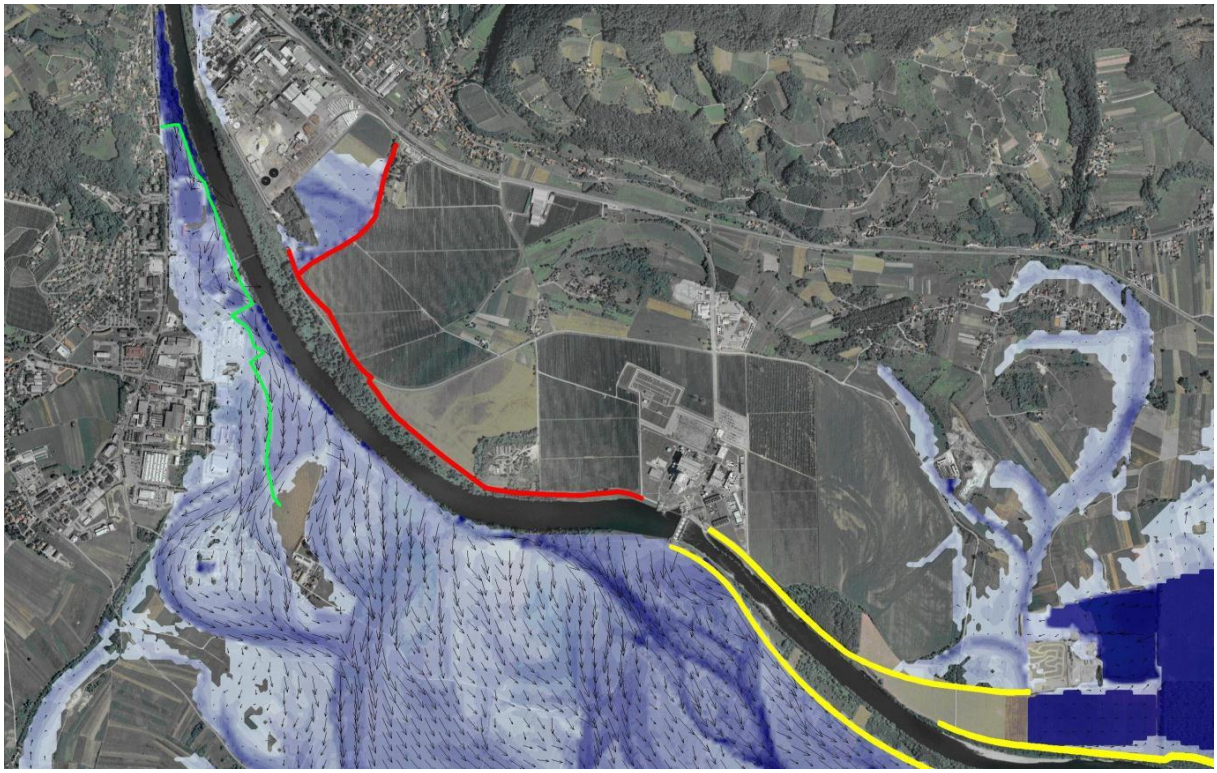
V letu 2011 je bila poplavna varnost NEK ponovno ovrednotena, pri čemer je bil v okviru razširjenih analiz določen tudi nov merodajni pretok Q10.000 = 4790 m^3/s. Na podlagi teh analiz je bila v februarju 2012 zaključena modifikacija protipoplavnih nasipov (projekt NEKPMF-B056/186-2). Krona nasipa ob

Savi je bila na dolžini 1430 m dvignjena do 1 m, krona nasipa ob Potočnici pa do 1,8 m, pri čemer se je na skrajno gorvodnem odseku izvedel zaščitni betonski zid.

Druga, manjša modifikacija nasipov ob Savi in Potočnici, kot posledica gradnje HE Brežice, je bila zaključena marca 2018 (projekt NEKPOT-A201/019), investitor pa so bili INFRA, HESS, DRSI in Občina Krško. Krona nasipa ob Savi se je le minimalno korigirala v dolžini 100 m (do 10 cm), vzdolž Potočnice pa se je protipoplavna zaščita dvignila za dodatnega 0,5 m z izgradnjo parapetnega zidu in nadvišanjem obstoječega protipoplavnega zidu.

Kot rezultat modifikacij protipoplavnih nasipov ob Savi in Potočnici v letih 2011 in 2018 je NEK zaščitena do pretoka 11.130 m^3/s /3/.

Zgradba suhega skladišča IG je zasnovana tako, da zagotavlja varnost pred poplavami z visokovodnimi nasipi (PMF) in je za primer poplave PMF po potresu nad 0,3 g zaščitena še s sistemom zagatnic oziroma tesnenja do kote 157,53 m n. m. Tesnost objekta pred poplavami zagotavljajo obodne AB stene, vdor vode skozi vrata pa je preprečen z demontažnimi poplavnimi barierami.



Slika 141: Obseg poplavljenosti območja NEK in vektorji lokalne hitrosti vode pri QPMF = 7081 m^3/s (nestalni tok) za stanje s HE Brežice (vir: /151/)

Rdeča črta predstavlja nasipe NEK ob Savi in Potočnici, zelena visokovodne nasipe v sklopu projekta HE Brežice in rumena energetske nasipe HE Brežice. Po: Hidravlična analiza visokih voda reke Save v območju NEK pri največjem verjetnem pretoku (PMF) za stanje po izgradnji HE Brežice /151/.

Tabela 143: Po velikosti urejeni največji do sedaj zabeleženi pretoki Save v Radečah, ki je bila do leta 1994 referenčna vodomerna postaja za NEK (vir: /3/)

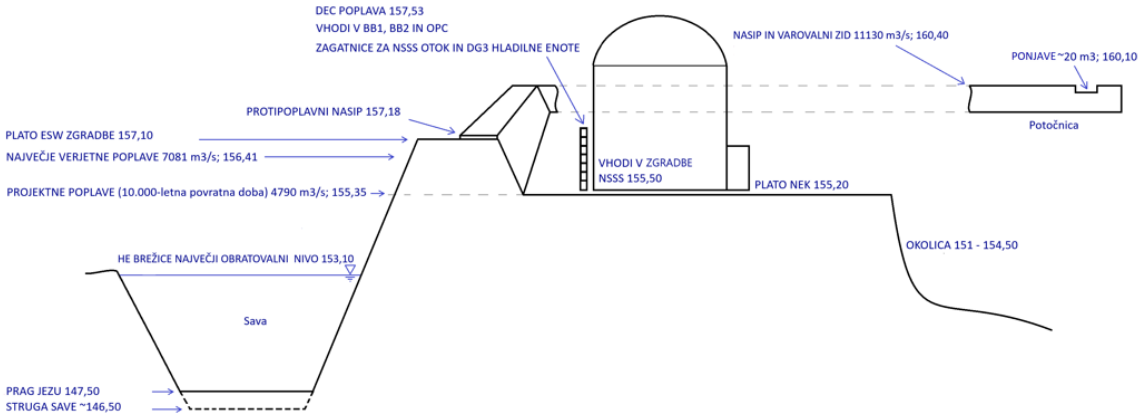
Year	Flow	Year	Flow	Year	Flow	Year	Flow
1990	**2991**	*1909*	1863	*1916*	1466	*1952*	1302
1998	2940	*1991*	1862	*1960*	1458	*1928*	1294
1933	2809	*1987*	1857	*1939*	1458	*1944*	1264
1964	2699	*1969*	1839	*1918*	1458	*1997*	1250
1923	2676	*1985*	1831	*1983*	1450	*1994*	1217
1979	2498	*1949*	1820	*1959*	1420	*1978*	1216
1973	2460	*1962*	1789	*1956*	1420	*1999*	1133
1980	2391	*1940*	1772	*1921*	1420	*1911*	1131
1966	2350	*1915*	1754	*1984*	1416	*1910*	1119
1982	2313	*1993*	1735	*1947*	1412	*1912*	1104
1936	2228	*1967*	1712	*1919*	1400	*1955*	1068
1974	2213	*1968*	1708	*1989*	1391	*1953*	1018
1992	2153	*1948*	1693	*1995*	1390	*1913*	1007
1927	2134	*1963*	1661	*1976*	1380	*1957*	1000
1926	2109	*1931*	1661	*1937*	1380	*1924*	997
1930	2087	*1925*	1576	*1977*	1370	*1971*	973
2000	2080	*1922*	1576	*1970*	1346	*1981*	942
1961	2024	*1951*	1552	*1943*	1341	*1950*	929
1934	1998	*1954*	1536	*1988*	1331	*1941*	849
1965	1957	*1935*	1536	*1932*	1325	*1920*	832
1975	1930	*1917*	1513	*1914*	1321	*1945*	815
1972	1913	*1986*	1492	*1908*	1317	*1942*	805
1996	1865	*1938*	1482	*1958*	1309	*1929*	805
						1946	582

Tabela 144: Šest največjih zabeleženih pretokov reke Save v profilu HE Krško (vir: /246/)

Year	Date	Flow
1933	23.9.	*2940*
1964	25.10.	*2733*
1973	25.9.	*2549*
1979	29.1.	*2630*
1990	1.11.	*3050*
1998	4.11.	*3001*

NEK v sklopu vzdrževalnih postopkov redno pregleduje stanje protipoplavne zaščite in skrbi za redno izvedbo vaj za obnavljanje znanja glede izvajanja aktivne protipoplavne zaščite.

Na podlagi predhodnih opisov zaščit in dokumentiranih dosedanjih poplav je zaključek, da bo NEK tudi ob upoštevanju posledic podnebnih sprememb ustrezno zaščitena pred poplavami do leta 2043.



Slika 142: Zaščita NEK pred poplavami

Staranje elektrarne in nadzor

NEK je uvedla program staranja opreme (AMP), ki je namenjen spremljanju sistemov, struktur in komponent (SSK) v času obratovanja elektrarne skozi osnovno (40 let) in podaljšano obratovalno dobo. Program AMP celovito določa odgovornosti, aktivnosti in metodologijo spremljanja staranja opreme. V sklopu programa AMP so prav tako predvideni ukrepi za zmanjšanje oziroma odpravo učinkov staranja.

AMP sestavljajo različni programi, postopki in dejavnosti NEK, ki zagotavljajo, da so prepoznane vse predvidene funkcije sistemov, struktur in komponent (SSK), ki jih upravlja AMP, ter ustrezno pregledane glede učinkov staranja. Učinki staranja so skrbno opazovani. Na njihovi podlagi so določene akcije, ki omogočajo, da bodo SSK izpolnili svojo predvideno funkcijo do konca obratovalne dobe NEK in tudi v primeru podaljšanja obratovalne dobe elektrarne. AMP NEK je zasnovan in skladen z NUREG-1801 - Generic Aging Lessons Learned (GALL) Report. AMP program tako celovito zajema nadzor staranja elektrarne, ki vključuje mehanske, električne in gradbene SSK, s katerim se sistematično prepoznajo mehanizmi staranja in njihovi učinki za SSK, pomembni za varnost, ugotovijo možne posledice staranja ter določijo nujni ukrepi za ohranitev operabilnosti in zanesljivosti SSK.

Dejanski nadzor SSK zaradi staranja in druge dejavnosti, povezane z nadzorom opreme, ki so podane v postopkih, se izvajajo preko sistema delovnih nalogov in programa za preventivno vzdrževanje.

Program staranja NEK je tako zasnovan na osnovi 10 CFR 54 - »Requirements for Renewal of Operating Licenses for Nuclear Power Plants«. Ostale aktivnosti so nadzorovane preko Nadzora učinkovitosti vzdrževanja (NUV) - Maintenance rule (10 CFR 50.56), INPO API 913 (Realibility Centetred Maintenance) in Okoljskega kvalifikacijskega programa - Environmental Qualification programs (10 CFR 50.49). Aktivnosti, povezane z zamenjavo opreme, pa so vključene v dolgoročni investicijski plan in vzdrževalne aktivnosti.

Na podlagi vrste študij in analiz je URSJV z odločbo št. 3570-6/2009/32 z dne 20. 6. 2012 potrdila, da je stanje opreme zaradi staranja v NEK ustrezno, ter da so pri tem zagotovljene vse varnostne rezerve in funkcije delovanja.

Zmožnost podaljšanega obratovanja temelji predvsem na sledečih dejstvih:
1. elektrarna ima vgrajene materiale in opremo, ki imajo dovolj varnostnih rezerv;
2. zamenjana je bila vsa oprema, ki vpliva na zanesljivost obratovanja;
3. elektrarna obratuje stabilno;
4. izvedena je bila varnostna nadgradnja v skladu z zahtevo ZVISJV-1 in nauki iz vseh dosedanjih velikih jedrskih nesreč, kar se odraža v ENSREG slov. nacionalnem po-fukušimskem načrtu;

5. NEK ima temeljit program staranja opreme AMP, s katerim spremlja staranje vseh pasivnih struktur in komponent (reaktorska posoda, betoni, podzemni cevovodi, jeklene konstrukcije, električni kabli ...). Prav tako se z učinkovitim programom preventivnega vzdrževanja spremlja tudi staranje aktivnih komponent.

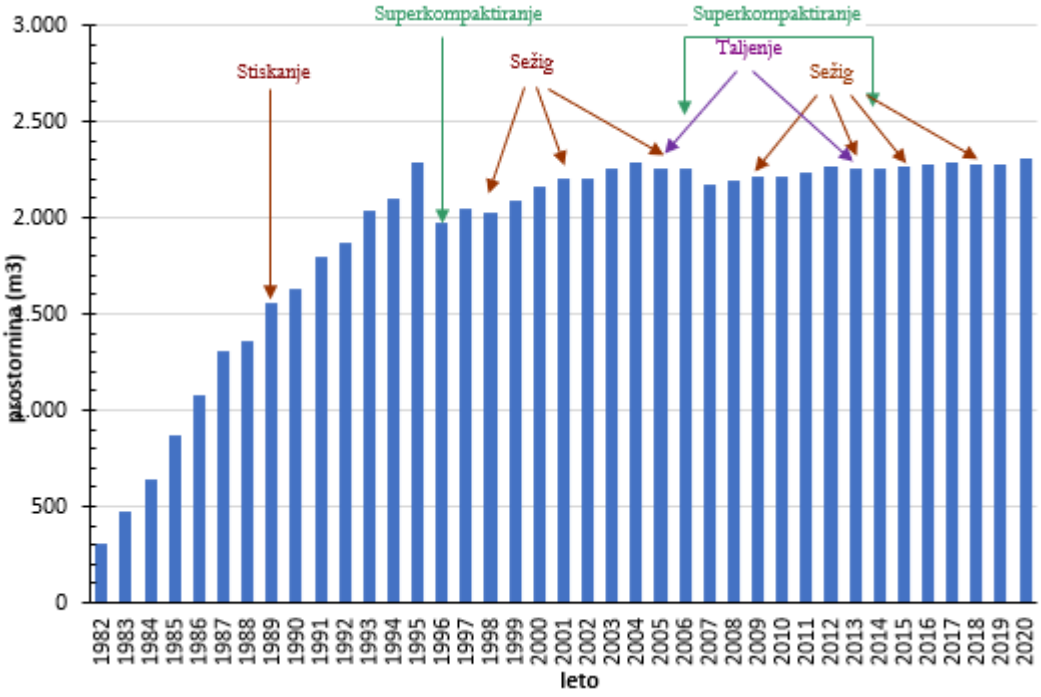
Z naštetimi dejanji so že vzpostavljeni vsi potrebni tehnični predpogoji za podaljšanje obratovalne dobe.

Dolgoročno odlaganje radioaktivnih odpadkov
V skladu z meddržavno pogodbo /11/ bo prva praznitev skladišča NSRAO v NEK izvedena v letih od 2023 do 2025. Nadaljnja praznitev se izvaja skladno s Programom odlaganja RAO, ki se revidira na pet let /11/. Ker pogodbenici nista uskladili skupne rešitve, gre v skladu z revizijo 3 programa odlaganja RAO 50 % NSRAO v odlagališče Vrbina in 50 % v dolgoročno skladišče in kasneje odlagališče v Republiki Hrvaški.

Letna količina uskladiščenih obratovalnih NSRAO, ki je v začetnem obdobju obratovanja NEK znašala v povprečju 100 m^3, se zaradi aktivnih ukrepov zmanjševanja količin nastalih NSRAO in ustreznih postopkov obdelave in priprave na skladiščenje ves čas zmanjšuje, tako da trenutno znaša pod 35 m^3, kar je tudi dolgoročni operativni cilj NEK[40]. Obratovalni odpadki so shranjeni v skladišču, ki je bilo sprva predvideno za 5000 sodov oziroma 5 letno proizvodnjo NSRAO, kasneje pa je bila zmogljivost povečana na 11.200 sodov oziroma 3000 cevastih zabojnikov (TTC-tube type container), ki je oblika paketa z NSRAO. Ob koncu leta 2019 je znašala prostornina NSRAO v skladišču 2.274 m^3. Ker je zasedenost skladišča radioaktivnih odpadkov že v letu 2012 dosegla 95 % razpoložljivih skladiščnih zmogljivosti, se je v NEK v letu 2013 začelo z načrtovanjem objekta za manipulacijo z opremo in pošiljkami radioaktivnih tovorov (WMB). Nova stavba olajšuje težave zaradi zamud z gradnjo odlagališča NSRAO. V letu 2018 je bila gradnja omenjenega objekta končana. Z novo zgradbo je omogočen umik merilne opreme in superkompaktorja iz manipulativnega prostora skladišča. S tem ukrepom je v skladišču pridobljen prostor za rezervno skladiščno zmogljivost (5 %) za primer izrednih dogodkov. S tovrstno reorganizacijo skladišča bo po oceni NEK zagotovljeno dovolj prostora za skladiščenje radioaktivnih odpadkov do leta 2022. Za normalno obratovanje NEK po letu 2022 je tako nujno, da se aktivnosti za izgradnjo odlagališča NSRAO pospešijo in se zagotovi začetek prevzema NSRAO odpadkov v letu 2023[41]. Gradnja odlagališča NSRAO je samostojen projekt, ki je popolnoma ločen od projekta podaljšanja obratovalne dobe NEK. Zanj je bilo izdelano posebno poročilo o vplivih na okolje in v letu 2021 pridobljeno okoljevarstveno soglasje.

Količina obratovalnih NSRAO v skladišču v NEK je prikazana na naslednji sliki (Slika 143).

[40] Resolucija o Nacionalnem programu ravnanja z RAO in IG ReNPRRO16-25, točka 3.1.1.3
[41] Poročilo o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti v Republiki Sloveniji v letu 2019, URSJV, 2020



Slika 143: Prikaz količine NSRAO v skladišču NSRAO v NEK (stanje ob koncu leta 2020) /227/

Poudarjamo, da so radioaktivni odpadki, do trajne rešitve odlaganja zelo varno skladiščeni.

6.5.4 Republika Hrvaška

Republika Hrvaška je z dopisom št. KL.: 351-03/21-08/02, URBR.: 517-05-1-2-21-2, Zagreb, 28. maj 2021, sporočila udeležbo v postopku čezmejne presoje vplivov na okolje v omenjenem postopku, ni pa postavila predhodnih vprašanj.

6.5.5 Republika Madžarska

Republika Madžarska je v postopku notifikacije na Ministrstvo za okolje in prostor naslovila vprašanja, ki jih navajamo v nadaljevanju.

1. V zvezi s potresno varnostjo je navedeno, da je bila elektrarna Krško zasnovana tako, da prenese potres, ki povzroči največji pospešek na tleh (PGA) 0,3 g, kasneje, pa so bili izvedeni ukrepi za izboljšanje varnosti za izboljšanje potresne varnosti (vključno z dodatkom tretji varnostni sistem dizelskega generatorja). Poleg tega je navedeno tudi, da bi se v skladu z analizami, opravljenimi v okviru stresnih testov, poškodbe najbolj kritičnih struktur in sestavnih delov z vidika varnosti (jedro reaktorja, zadrževalnik, bazen z izrabljenim gorivom) zgodile v 0,8 - 1, 0 g območja PGA. Hkrati manjkajo podatki o trenutnih dejanskih potresnih značilnostih območja, ki so vključeni v sedanjo osnovo projektiranja (vrednost PGA za dejanski potres varnega izklopa - SSE -, in njegova pogostost ponavljanja).

Odgovor pripravljavca PVO:

Projektna načela 10 CFR 100 App. A, ki so bila uporabljena ob projektiranju in gradnji NEK, zahtevajo, da so zgradbe, komponente in sistemi, ki so pomembni za jedrsko varnost, projektirani in grajeni potresno odporno, kar je v skladu tudi s slovensko zakonodajo (Pravilnik o dejavnikih sevalne in jedrske varnosti (UL RS št. 74/16, 76/17 - ZVISJV-1). Zgradbe in sistemi NEK so projektirani potresno odporno skladno z RG 1.60. Originalno je bil upoštevan projektni potres za varno zaustavitev elektrarne (SSE) z maksimalnim pospeškom tal (»peak ground acceleration« oz. PGA) na nivoju temeljev 0,3 g, pri čemer so se vse zgradbe projektirale ob predpostavki, da je temelj na površju, kar se je izkazalo za zelo

konzervativno predpostavko. Odzivni spektri, ki so bili na tak način določeni/izračunani in na osnovi katerih je bila vsa oprema kvalificirana, so primerljivi z odzivnimi spektri, izračunanimi za maksimalni pospešek 0,6g na prostem površju. To je ena od ključnih predpostavk, ki zagotavlja visoko potresno varnost NEK, ki je bila dokazana že v sklopu potresne verjetnostne varnostne analize.

Po zaključku potresne verjetnostne analize, v sklopu katere je bila izvedena tudi analiza potresne nevarnosti lokacije NEK, so se v sklopu raziskav lokacij za NSRAO in JEK2, v neposredni bližini NEK izvajale obsežne dodatne geološke, geotehnične in seizmološke raziskave. Te raziskave so se osredotočile na posamezne geološke strukture (potresne izvore in prelomnice) s ciljem boljšega razumevanja seizmo-tektonske strukture Krške kotline in zmanjšanja negotovosti pri vhodnih podatkih za določitev potresne nevarnosti lokacije in podati osnovo za oceno zmožnih prelomov (t.i. »capable fault«). V sklopu preliminarnih zaključkov teh multidisciplinarnih raziskav, ki so se izvajale na širšem območju lokacije za postavitev JEK2 od leta 2008, ni bilo podanih osnov, ki bi nakazovale na zmožnost prelomnih struktur ali geoloških struktur, ki bi lahko ob potresu trajno deformirale površino lokacije (t.i. »capable faults«), oziroma ni prišlo do novih spoznanj, ki bi pomembno spremenila obstoječo oceno potresne nevarnosti lokacije NEK, ki je bila izdelana v letih 2002-2004 po predhodnih 10-ih letih raziskav. S »stresnimi testi« Nuklearne elektrarne Krško je bilo dokazano, da so pospeški med potresom, pri katerih bi bilo možno pričakovati vplive na objekte in sisteme elektrarne, bistveno višji od projektnih pospeškov, kar potrjuje visoko jedrsko in potresno varnost jedrskih objektov NEK. Dodatno je bila kasneje povečana potresna in jedrska varnost še z zagotovitvijo mobilne opreme ter priključkov zanjo, z izgradnjo tretjega dizelskega generatorja DG3 in izvedbo programa nadgradnje varnosti elektrarne. Vse nove zgradbe in sistemi, ki so bili izvedeni v sklopu programa nadgradnje varnosti na glavnem nuklearnem otoku, so projektirani za maksimalni pospešek tal na površju, ki dvakratno presega projektni pospešek na temelju obstoječih objektov in sistemov NEK (to je 0,6 g). Nove zgradbe in sistemi, ki so zgrajeni izven glavnega otoka (posebej utrjena varnostna zgradba, novi tehnični podporni center) kot tudi suho skladišče izrabljenega jedrskega goriva, ki je v gradnji, so potresno odporno projektirani še za 30 odstotkov večji projektni pospešek na površju (0,78 g), s čimer se je zagotovilo upoštevanje morebitnih negotovosti v analizi potresne nevarnosti. Glede na analizo potresne nevarnosti lokacije NEK je povratna doba potresov, pri katerih bi bil pospešek (PGA) 0,56 g, 10.000 let, kar danes ustreza projektnemu potresu SSE za gradnjo novih jedrskih objektov (in za kar so projektirani novi sistemi v NEK).

V poročilu stresnih testov je podana ocena maksimalnih pospeškov tal, pri katerih bi prišlo do poškodbe sredice, zadrževalnega hrama in t.i. »cliff edge efekta«. Maksimalni pospeški tal (peak ground acceleration (PGA), pri katerih bi lahko prišlo do poškodbe reaktorske sredice, so bili ocenjeni v območju 0,8 g. Maksimalni pospeški tal, pri katerih bi lahko prišlo do zgodnjih večjih izpustov, naj bi bili večji od 1 g. Do kasnejših filtriranih izpustov bi lahko prišlo v območju maksimalnih pospeškov tal med 0,8 do 0,9 g. Integriteta bazena za izrabljeno gorivo ne bi bila ogrožena do maksimalnih pospeškov tal, ki znašajo več kot 0,9 g. Na osnovi analiz potresne nevarnosti je ocenjeno, da so potresi, pri katerih bi bil maksimalni pospešek tal (PGA) na lokaciji jedrske elektrarne večji od 0,8 g, zelo redki in imajo pričakovano povratno dobo ocenjeno na več kot 50.000 let.
V poglavju 2.7.2 je opisana potresna varnost NEK.

2. V okviru informacij, ki jih je treba predstaviti o vplivih poplav na varnost, minimalnih možnih vodostajih v reki Savi (vključno z njihovimi vplivi na hlajenje) in drugih ekstremnih meteoroloških razmerah, pa tudi v povezavi s toplotnimi obremenitvami na temperaturo reke, je treba ovrednotiti in dodatno predstaviti predvidene učinke podnebnih sprememb v obdobju dolgoročnega delovanja (2023–2043).

Odgovor pripravljavca PVO:

PVO ocenjuje vpliv klimatskih sprememb na varnostne vidike elektrarne in normalno obratovanje. Analizirajo se pričakovane spremembe podnebnih dejavnikov v obdobju do leta 2043. Med njimi so vpliv poplav in visokih voda, vpliv zmanjšanja pretoka na hlajenje in varnost, zvišanje temperature vode Save in zraka, ekstremni vetrovi, ekstremne padavine, toča in led, naravni požari in ostali ekstremni dogodki. S sistematičnim pristopom, uporabo smernic Evropske komisije in navodil, ki so v uporabi v Sloveniji, se

ocenjuje izpostavljenost, občutljivost, ranljivost, oblikuje ocena tveganja ter ocenjuje odpornost elektrarne na spremembe podnebnih dejavnikov.

Poleg projektnih poplav (DBF, 10.000-letna povratna doba) je NEK zaščitena pred največjimi verjetnimi poplavami (PMF), pri katerih maksimalni pretok reke Save doseže 7081 m^3/s. PMF, ki je bil določen leta 2010, predstavlja hipotetično poplavo, ki velja za najhujšo razumno možno na podlagi uporabe verjetnih največjih padavin in drugih hidroloških dejavnikov, ugodnih za največji odtok vode, kot so zaporedne nevihte in hkratno taljenje snega. V letu 2018 je bila izvedena dodatna rekonstrukcija protipoplavnih nasipov NEK, za katero je bilo s hibridnimi matematično – fizičnimi modeli dokazano, da zagotavljajo poplavno varnost NEK do pretoka Save 11.130 m^3/s, kar je 2,78-kratnik do sedaj zabeležene največje poplave. Tako scenariji določitve PMF kot dokazana mejna poplavna varnost predstavljajo zadostno odpornost NEK na posledice podnebnih sprememb v obdobju podaljšanega obratovanja.

Najnižji potrebni nivo Save za potrebe delovanja sistema bistvene oskrbne vode (ESW) znaša 147,85 m n. v., kar ustreza pretoku 32 m^3/s, ki je izredno nizek in ki lahko nastopi s 620-letno povratno dobo (USAR). Omenjeni najnižji potrebni nivo ob pretoku 32 m^3/s zagotavlja betonski prag jezu na koti 147,50. Pri tem pretoku sistem bistvene oskrbne vode (ESW), ki zagotavlja UHS (Ultimate Heat Sink), še deluje brez spuščanja zapornic jezu na Savi. Če je pretok manjši ali pa ga ni, deluje UHS prek ESW s kroženjem in hlajenjem vode v bazenu/jezeru, ki nastane za spuščenimi zapornicami. Vsi scenariji podnebnih sprememb za Slovenijo kažejo le manjše spremembe najnižjih pretokov Save v rangu ± 5% in se zato s tega vidika ne pričakuje vpliva na obratovanje NEK. V zadnjih 15 letih zgrajene akumulacije za HE na Savi predstavljajo dodatno zalogo vode in s tem povečujejo odpornost NEK pred nizkimi pretoki Save. na Savi predstavljajo dodatno zalogo vode in s tem povečujejo odpornost NEK pred nizkimi pretoki Save. V sušnem obdobju je zmanjšanje pretoka predvidljivo, spremembe se dogajajo postopno. Maksimalna temperatura reke Save za zagotavljanje UHS v primeru normalnega obratovanja je 29,2°C in 28,3°C v primeru nezgodnega stanja. Temperatura reke Save se zaradi različnih dejavnikov v povodju sicer postopoma povečuje, vendar ta povečanja niso takšna, da bi ogrožala zanesljivost obratovanja NEK. Dokazan je bil tudi pozitiven učinek novih akumulacij HE na temperaturo savske vode, ki je najbolj izrazit v situacijah z visokimi temperaturami zraka in majhnimi pretoki Save.

Zgoraj navedeno je obdelano v naslednjih poglavjih PVO: 2.7 Zagotavljanje varnega obratovanja NEK, 4.1.2 Meteorološke značilnosti območja, podnebni podatki, 4.1.9 Poplavna in erozijska ogroženost, 5.6 Vpliv podnebnih sprememb na poseg, 5.3.2 Vpliv na toplotno onesnaženost reke Save.

3. Rezultate izpustov v ozračje v primeru analiziranih scenarijev hudih nesreč je treba predstaviti s številskimi vrednostmi, ki so minimalne za koncentracije aktivnosti različnih izotopov v bližini madžarske meje in se premikajo naprej, ter za predvidene posledične odmerke (vse z upoštevanjem najbolj neugodnih vetrov in drugih meteoroloških razmer).

Odgovor pripravljavca PVO:

V poročilu "Calculation of doses at certain distances for Design Basis (DB) and Beyond Design Basis (BOB) accidents at NPP Krsko" (št. FER-ZVNE/SA/DA-TR03/21-0) so podrobno analizirani primerni scenariji najhujših nesreč v kombinaciji z realnimi meteorološkimi podatki. Rezultati so obdelani tako v obliki relativnih koncentracij X/Q kot tudi doz prebivalstva. Prav tako je bila vključena analiza koncentracij izotopov na bližnjih področjih vseh sosednjih držav, tudi Madžarske. Metodologija in ključni rezultati so vključeni v razširjeno poglavje PVO o čezmejnih vplivih v primeru radiološke nezgode (poglavje 6.4 ČEZMEJNI VPLIVI V PRIMERU IZREDNEGA DOGODKA – NESREČE).

Relativne koncentracije X/Q, efektivna 30-dnevna doza in 30-dnevna doza ščitnice, ki so rezultat izpustov zaradi obravnavane projektne nesreče in razširjene projektne nesreče, so prikazane v obliki tabele in v obliki grafov v odvisnosti od razdalje od NEK (od 5 km do 100 km, v korakih po 5 km in med 100 km in 200 km v korakih po 10 km).

Na ta način se lahko razbere doze na madžarski meji ali na katerikoli drugi želeni razdalji v navedenem obsegu. Integrirane koncentracije izotopske aktivnosti so podane za reprezentativne izotope (Cs-134, I-131 and Xe-133) kot grafi v odvisnosti od razdalje (za razdalje od 10 km do 200 km).

Numerične rezultate se lahko odčita iz grafov. Izotopi so bili izbrani glede na njihovo pomembnost za disperzijo, radiološki vpliv, glede na njihov razpolovni čas in glede na njihov delež v izpustu. Izpuščene aktivnosti za karakteristične izotope joda, cezija, kriptona in ksenona so predstavljene v obliki tabele za intervale od začetka do 1 dne, od 1 dne do 3 dni in od 3 dni do 30 dni po začetku nesreče.

4. Glede radioaktivnih odpadkov je treba poleg prikaza njihovih količin opredeliti tudi razpoložljivo skladiščno zmogljivost. Ob upoštevanju teh podatkov bi bilo treba oceniti, kako dolgo so razpoložljive zmogljivosti ustrezne in kdaj se pojavi potreba po izvajanju dodatnih ukrepov (npr. za razširitev zmogljivosti ali odvoz hrvaškega dela odpadkov iz NEK v predelavo).

Odgovor pripravljavca PVO:

Projektna kapaciteta skladiščnih celic skladišča NSRAO (RWSB) znaša 11.200 sodov oziroma 3000 cevastih zabojnikov (TTC-tube type container), ki je najpogostejša oblika paketa z NSRAO v NEK. V dani situaciji je v skladišču uskladiščenih 2217 cevastih zabojnikov in 1521 sodov (Tabela 21). Zmogljivost skladišča zadošča do časa (2023 do 2025), ko po meddržavni pogodbi, javni službi Republike Slovenije in Republike Hrvaške prevzameta vsaka polovico radioaktivnih odpadkov (Ref.: Pogodba med Vlado Republike Slovenije in Vlado Republike Hrvaške o ureditvi statusnih in drugih pravnih razmerij, povezanih z vlaganjem v Nuklearno elektrarno Krško, njenim izkoriščanjem in razgradnjo (BHRNEK)). Podatki o ravnanju lastnic NEK z NSRAO so podani v poglavju 2.19.4.1.

5. Poleg predstavitve predvidene količine shranjenega izrabljenega goriva je treba vključiti tudi razpoložljivo skladiščno zmogljivost (vključno s kapaciteto suhega skladišča v fazi gradnje). Na podlagi teh podatkov je treba dokazati, da razpoložljiva zmogljivost zadostuje za količino izrabljenega goriva, ki izhaja iz obratovanja NEK (upoštevajoč prvotno načrtovano 40 -letno obratovanje in 20 let dodatnega dolgoročnega obratovanja) . Če je od začetka določenega časa razpoložljiva zmogljivost manjša od tiste, ki bi bila potrebna, je treba predstaviti tudi podatke o možnih dodatnih ukrepih.

Odgovor pripravljavca PVO:

Vse izrabljeno gorivo v NEK je trenutno shranjeno v bazenu za izrabljeno gorivo (IG), kjer je v rešetkah za skladiščenje na voljo 1.694 celic (poglavje 4.4.11).

Ob koncu leta 2020 je bilo v bazenu za izrabljeno gorivo shranjenih skupno 1.323 gorivnih elementov, upoštevajoč tudi dva posebna kontejnerja z gorivnimi palicami in fisijsko celico iz leta 2017. Stoenaindvajset (121) gorivnih elementov pa se nahaja v reaktorju (poglavje 4.4.11). Bazen za izrabljeno gorivo (IG) omogoča varno shranjevanje gorivnih elementov, skladno z obratovalnimi pogoji in omejitvami (zahteve Tehničnih specifikacij NEK). Skladiščne kapacitete so zadostne tudi v primeru zasilne praznitve reaktorske sredice (ECU, Emergency Core Unloading). Če bi NEK obratovala do konca leta 2023, bi tedaj v NEK bilo skupno predvidoma 1.553 gorivnih elementov, v primeru obratovanja do konca leta 2043 pa bi jih bilo skupno 2.281 (po oceni); gl. poglavje 4.4.11. Objekt za suho skladiščenje izrabljenega goriva je v gradnji in bo končan v prvi polovici leta 2023. Zgradba za suho skladiščenje bo zagotavljala skladiščenje izrabljena goriva v 70 zabojnikih. V vsakem zabojniku je mogoče shraniti 37 gorivnih elementov. Dvainšestdeset (62) zabojnikov je predvideno za skladiščenje IG, ki bi nastalo pri obratovanju NEK do leta 2043, osem (8) zabojnikov pa predstavlja rezervne skladiščne zmogljivosti. V letu 2023 se bo izvedla prva faza polnjenja suhega skladišča, ko se bo prestavilo prvih 592 izrabljenih gorivnih elementov (poglavji 2.7.11 in 4.4.11). Razpoložljiva zmogljivost suhega skladišča zadostuje za shranjevanje izrabljenega goriva, ki izhaja iz obratovanja NE Krško, vključno s podaljšanjem obratovalne dobe s 40 na 60 let do leta 2043.

6. V zvezi z izvedenimi ukrepi za povečanje varnosti bi moralo biti jasno prikazano, kateri od teh ukrepov so bili sprejeti pred analizami stresnih testov (npr. na podlagi prvega in drugega občasnega (obdobnega) varnostnega pregleda - PSR) in kateri so rezultat analiz in ocen stresnih testov. Podati je treba tudi podatke o pravočasni izvedbi ali predvideni zamudi ukrepov za izboljšanje varnosti, načrtovanih do roka leta 2021, in o gradnji dodatnega suhega skladišča za izrabljeno gorivo z načrtovanim datumom obratovanja leta 2023.

Odgovor pripravljavca PVO:

V poglavju 2.8 so navedene ključne varnostne posodobitve in nadgradnje v zadnjih desetletjih v NEK. Projekti nadgradnje varnosti, ki so bili izvedeni na podlagi nacionalnega po-fukušimskega akcijskega načrta po EU stresnih testih, oziroma kot del Programa nadgradnje varnosti (PNV), so navedeni v poglavju 2.8.5. Vse varnostne posodobitve iz tega naslova so zaključene, razen objekta za suho skladiščenje izrabljenega goriva. Suho skladišče izrabljenega goriva, ki ima pridobljeno gradbeno dovoljenje in je bila zanj izvedena tudi presoja vplivov na okolje s čezmejno presojo, je v gradnji in bo izveden v prvi polovici leta 2023.

Projekti nadgradnje varnosti NEK so:

- Vgradnja pasivnih avtokatalitskih peči za uravnavanje vodika v zadrževalnem hramu (zaključeno 2013);
- Izgradnja sistema za filtrirano razbremenjevanje zadrževalnega hrama (zaključeno 2013);
- Poplavna varnost objektov NEK (zaključeno 2017);
- Izgradnja pomožne komandne sobe (zaključeno 2019);
- Nadgradnja tehničnega in operativnega podpornega centra (zaključena 2021);
- Alternativno hlajenje bazena za izrabljeno gorivo (zaključena 2020);
- Vgradnja obvodnih razbremenilnih motornih ventilov primarnega sistema (zaključena 2018);
- Alternativno hlajenje reaktorskega hladilnega sistema in zadrževalnega hrama (zaključena 2021);
- Gradnja dodatno utrjene zgradbe (BB2) z dodatnima rezervoarjema vode za odvod zaostale toplote reaktorja (zaključena 2021);
- Alternativni sistem za polnjenje uparjalnikov - AAF (zaključena 2021);
- Alternativno varnostno vbrizgavanje - ASI (zaključena 2021);
- Suho skladiščenje izrabljenega goriva (SFDS) - predviden rok izvedbe projekta je v prvi polovici leta 2023;
- Vgradnja visokotemperaturnih tesnil v črpalki reaktorskega hladila (zaključena 2021).

NEK v skladu z veljavno zakonodajo in zahtevami iz obratovalnega dovoljenja vsakih 10 let opravi občasni varnostni pregled (angl. PSR - Periodic Safety Review), ki ga potrdi upravni organ, t.j. Uprava RS za jedrsko varnost. Prvi občani varnostni pregled (PSR1) je izveden leta 2003, s čimer se je izvedlo celovito preverjanje stopnje jedrske varnosti NEK in potrdilo, da je ta še naprej sposobna varno obratovati naslednjih 10 let. Ključni prispevki/izboljšave, ki so izhajale iz PSR1 akcijskega načrta in so bili izvedeni pred t.i. stresnimi testi in po-fukušimskim akcijskim načrtom (poglavje 2.8) so:

- obnova/nadgradnja protipoplavne zaščite za primer največje verjetne poplave (PMF) - dvig nasipov;
- vgradnja dodatnega varnostnega dizelskega generatorja - DG3.

Drugi občasni varnostni pregled (PSR2) je bil izveden leta 2013. Tudi drugi občasni varnostni pregled je potrdil, da je elektrarna varna kot je bilo predvideno v projektu in, daje sposobna varno obratovati vsaj nadaljnjih deset (10) let. V sklopu PSR2 akcijskega načrta ni bilo pomembnih fizičnih nadgradenj na objektu, ker je NEK že izvajala akcije B.5.b (iz naslova napada na WTC 11. 9. 2001) in imela oblikovan osnutek Programa nadgradnje varnosti.

7. Potrebna je natančnejša razmejitev območij radiološkega vpliva (s prikazom zemljevida) ob upoštevanju najhujše nesreče.

Odgovor pripravljavca PVO:

Vse ključne analize radiološkega čezmejnega vpliva v primeru nesreč so prikazane tako numerično kot tudi grafično nad primernim zemljevidom. Glavni rezultati so prikazani v PVO (poglavje 6.4 ČEZMEJNI VPLIVI V PRIMERU IZREDNEGA DOGODKA – NESREČE), vse podrobnosti pa v poročilu "Calculation of doses at certain distances for Design Basis (DB) and Beyond Design Basis (BDB) accidents at NPP Krsko" (št. FER-ZVNE/SA/DA-TR03/21-0). Podrobno je opisana tudi metodologija statistične obdelave rezultatov.

2D zemljevidi 95 percentilov relativnih koncentracij X/Q, efektivne 30-dnevne doze in 30-dnevne doze ščitnice ter integriranih koncentracij izotopskih aktivnosti so podani za razdalje do 200 km od elektrarne. Krajevna resolucija rezultatov je v območju od 1 km x 1 km do 8 km x 8 km. Vrednosti so izrisane z barvno lestvico, dodane pa so meje med državami. Zemljevide in grafe po oddaljenosti lahko uporabimo za določitev vrednosti na izbrani razdalji. Rezultate podajamo za izbrano projektno nesrečo in razširjeno projektno nesrečo.

Kot lahko vidimo iz zemljevidov, je najbližja točka na meji med Slovenijo in Madžarsko na razdalji nekaj več kot 100 km od NEK. Vrednost 95 percentila efektivne 30-dnevne doze na tej razdalji je, odvisno od uporabljenega modela, med 1,26e-2 mSv (RADTRAD + SPRAY X/Q) in 3.66e-2 (LASAT za leto 2020). Če pa uporabimo DIPCOT distribucijo 95 percentilov za efektivno 30-dnevno dozo za leto 2020 pa je vrednost na področju meje z Madžarsko približno 1,1e-2 mSv. To je približno 1 % dovoljene letne doze za običajno populacijo in je nižje od mesečne dovoljene doze (če predpostavimo enakomerno izpostavljenost skozi celo leto slednja znaša 1mSv/12=8,3e-2 mSv). 95 percentil 30-dnevne doze ščitnice na tej razdalji znaša med 7,4e-2 mSv (RADTRAD + SPRAY X/Q) in 6,34e-2 mSv (DIPCOT za leto 2020). Če pa uporabimo DIPCOT distribucijo 95 percentilov za 30-dnevno dozo ščitnice za leto 2020 pa je vrednost na najbližji točki meje med Slovenijo in Madžarsko približno 6,e-2 mSv. Za tako dozo ščitnice se ne predvideva škodljivih učinkov na zdravje.

Integrirane koncentracije izotopske aktivnosti v zraku (95 percentili krajevno) na razdalji 100 km so približno 1,4e5 Bq-s/m^3 (1e5 pa iz DIPCOT 2D porazdelitve za 95 percentil vseh vremenskih situacij za leto 2020 za NEK-u najbližjo točko na meji med Slovenijo in Madžarsko) za Cs-134, približno 4,6e5 Bq-s/m^3 (4e5 iz DIPCOT 2D porazdelitve 95 percentila vseh vremenskih situacij za leto 2020 na NEK-u najbližji točki meje med Slovenijo in Madžarsko), za I-131 in približno 6,3e9 Bq-s/m^3 (4e9 iz DIPCOT 2D porazdelitve 95 percentila vseh vremenskih situacij za leto 2020 na NEK-u najbližji točki meje med Slovenijo in Madžarsko) za Xe-133. 95 percentil krajevno na 100 km za integrirane koncentracije izotopske aktivnosti je vedno večji kot pa vrednost na točki meje med Slovenijo in Madžarsko, ki je najbližja NEK.

8. Vrednosti koncentracije aktivnosti in pričakovane vrednosti odmerkov na madžarski meji se predstavijo za dogodek motenj v delovanju s pričakovanim največjim sproščanjem radioaktivnih snovi. Ocenijo naj se pričakovani okoljski, radiološki in zdravstveni vplivi ter posledice dogodka, opišejo se značilnosti dogodka, sprožilni dejavniki in procesi, radioaktivni izpusti in uporabljena metodologija za analize.

Odgovor pripravljavca PVO:

Kot smo že navedli, so relativne koncentracije X/Q, efektivna 30-dnevna doza in 30-dnevna doza ščitnice in integrirane koncentracije izotopske aktivnosti za razdalje do 200 km od NEK podane za omejeno projektno nesrečo (projektno izlivno nezgodo LB LOCA) in resno nesrečo s posledičnim taljenjem sredice in relokacijo le-te v kalužo zadrževalnega hrama (SBO brez ukrepov v prvih 24 urah). Največje pričakovane izpuste predstavljata prav ti dve nesreči, tako za projektne kot razširjene projektne nezgode. Podroben in realističen model za atmosfersko disperzijo smo uporabili za razdalje do 100 km in bolj poenostavljena modela iz RODOS-a za razdalje do 200 km. Podali smo tudi vse informacije, ki so nujne za razumevanje uporabljene metodologije in predpostavk za izračune.

Pričakovane radiološke posledice DEC B nesreče v NEK za lokacijo najbližje točke na meji med Slovenijo in Madžarsko so navedene zgoraj. Doze pri LB LOCA so še za red velikosti nižje. 95 percentil efektivne 30-dnevne doze na tej razdalji, so, odvisno od uporabljenega disperzijskega modela, med 4.e-4 mSv (RADTRAD + SPRAY X/Q) in 9.e-4 (LASAT za leto 2016). Če pa vzamemo 95 percentil 2D porazdelitve efektivne 30-dnevne doze izračunane z DIPCOT modelom za leto 2020, pa je vrednost na meji med Slovenijo in Madžarsko približno 4,1e-4 mSv (pripadajoča 95 percentilna vrednost pa je 5,1e-4 mSv). To je zanemarljivo v primerjavi z naravnim ozadjem, ki znaša okoli 2,5 mSv na leto.

95 percentil 30-dnevne doze ščitnice na tej razdalji znaša med 5,8e-3 mSv (RADTRAD + SPRAY X/Q) in 4,8e-3 mSv (DIPCOT za leto 2020). Če pa vzamemo 95 percentil 2D porazdelitve 30-dnevne doze ščitnice izračunane z DIPCOT modelom za leto 2020, pa je vrednost na NEK najbližji točki na meji med Slovenijo in Madžarsko približno 3,6e-3 mSv. Za tako dozo ščitnice se ne predvideva škodljivih učinkov na zdravje. Enako kot prej za SBO primer, so vrednosti za NEK najbližjo točko na meji med Slovenijo in Madžarsko nižje kot pripadajoči krajevni 95 percentil na razdalji 100 km.

Integrirane koncentracije izotopske aktivnosti v zraku (95 percentili krajevno) na razdalji 100 km so približno 1,1e4 Bq-s/m^3 za Cs-134, približno 4,e4 Bq-s/m^3 za I-131 in približno 3,e7 Bq-s/m^3 za Xe-133. Kot smo pokazali poprej je 95 percentil krajevno na 100 km vedno večji kot pa vrednost na točki meje med Slovenijo in Madžarsko, ki je najbližja NEK.

9. Uporabljeno preskusno metodologijo ter izhodiščne in temeljne podatke, uporabljene za izvedbo zgornjih izračunov in analiz, bi bilo treba tudi preveriti, da se zagotovi, da so delni rezultati v skladu z mednarodnimi zahtevami in praksami.

Odgovor pripravljavca PVO:

Modeli, ki smo jih uporabili v modelirnem sistemu, so izvorno namenjeni za simulacije vremenskega stanja atmosfere in disperzije lahkih onesnaževal v ozračju nad zahtevnim, kompleksnim terenom. Proizvajalci so jih validirali (primerjali z meritvami v naravi) na različnih setih podatkov /222/,/223/.

Pred uporabo za NEK PVO pa smo modele izdatno validirali tudi na področju Slovenije, ki je umeščen na zahteven del ciljne domene 200 km x 200 km.

Model WRF smo preizkusili na področju Zasavja, Šoštanja in Krškega. Vsa področja predstavljajo zelo kompleksen teren. Primerjali smo napovedi z meritvami na talnih meteoroloških postajah na hribih in v kotlinah in meritve vetra s SODAR-jem v Šoštanju (navpični profil vetra do 1000 m nad terenom). Prav tako smo WRF obširno preizkusili prav na področju NEK. Primerjali smo napovedi in meritve na talnih meteoroloških postajah na širšem področju, meritve na visokem 70 m stolpu pri NEK ter meritve s SODAR-jem in RASS-om (navpični profil vetra in temperature do 500 m nad terenom).

WRF model se je izkazal kot zelo dober model za napovedi vremena za to področje /213/,/214/,/215/. Modelski sistem ARIA Industry (SURFPro, Minerve, Spray) smo prav tako izdatno preizkusili na področju Šoštanja in delno na področju Zasavja. Na področju Šoštanja imamo na razpolago znanstveno priznan set podatkov za preizkuse disperzijskih modelov nad zelo kompleksnim terenom okolice Velenjske kotline s šibkimi vetrovi in temperaturnimi inverzijami. To je set podatkov merilne kampanje »Šoštanj-91«, kjer je bil SO2 iz Termoelektrarne Šoštanj uporabljen kot sledilo za preizkus modelov, emisijske in okoljske koncentracije ter meteorološke meritve pa so na razpolago v pol urnih korakih /216/. Dodatno smo modelski sistem na podatkih »Šoštanj-91« preizkusili tudi v kombinaciji z re-analizami meteoroloških polj izvedenimi z WRF modelom. Z modelskim sistemom smo uspešno ponazorili koncentracije onesnaževal in ugotovili dobro ujemanje v kraju in času. Validacije smo izvajali v okviru slovenskih raziskovalnih projektov in v okviru naloge preizkušanja modelov za ponazoritev disperzije v okolico nuklearnih elektrarn, kjer je MEIS usmerjal to nalogo v MODARIA I in MODARIA II programih na IAEA /218/,/219/.Dodatno smo izračunali tudi relativne koncentracije iz podatkov merilne kampanje »Šoštanj-91«. Vrednosti so v istem območju kot so izračunane za okolico NEK.

Navezava izračunov za PVO do validiranih postavitev modela

Modeli ARIA Industry (SURFPro, Minerve, Spray) so kot skupaj uporabljeni izkazali dovolj dobro ujemanje merjenih in izračunanih koncentracij na validacijskem setu podatkov Šoštanj-91 /216/, /217/, /218/, /219/. Izračuni so bili izvedeni z uporabo merjenih meteoroloških podatkov s 6 talnih meteoroloških postaj razporejenih v kotlini in po hribih in SODAR-jevih meritev za področje 15 km x 15 km.

Tako lokalno postavitev modelirnega sistema poimenujemo referenčni modelirni sistem. Na lokaciji NEK sledilnih preizkusov nismo izvajali. Ker pa je kompleksnost terena in meteorologije nekaj manj zahtevna kot v Šoštanju, lahko upravičeno domnevamo, da bo model v podobnem načinu uporabe dal podobno dobre rezultate. Zato smo izvedli izračune tudi za področje 25 km x 25 km z uporabo merjene meteorologije (RASS in talne postaje) v okolici NEK. To uporabo imenujemo referenčni modelirni sistem NEK /211/. Zatem pa smo v dveh korakih dodali še razširitve, ki ponazarjajo za koliko se statistično spremenijo rezultati disperzije, če uporabimo prognozirano meteorologijo /211/, /212/, /215/, /216/ iz WRF in / ali če razširimo področje na 200 km x 200 km. Vse podrobnosti o referenčnem modelirnem sistemu NEK so zbrane v članku /211/.
Uporabili smo meteorološke podatke s 4 talnih postaj in podatke o vertikalnem profilu vetra in temperature (SODAR, RASS) do največ 500 m nad nivojem kotline.

Z uporabo teh merjenih meteoroloških podatkov na področju 200 km x 200 km kot vmesnim rezultatom je preverjeno ujemanje v bližini NEK med rezultati referenčnega modelirnega sistema NEK in sistema za 200 km x 200 km. Ugotovili smo, da je ujemanje dovolj dobro.

10. Podrobno je treba opisati rešitve in delovanje sistemov elektrarne za spremljanje emisij in okolja (npr. pogostost vzorčenja, priprava vzorcev, merilne metode, merilni instrumenti ter njihova zmogljivost in učinkovitost, meje zaznavanja, kako je treba oceniti rezultate meritev, poročanje o podatkih in obveznosti poročanja).

Odgovor pripravljavca PVO:

Monitoring ob nesreči z izpusti v ozračje

Monitoring je sestavljen iz emisijskega in okoljskega monitoringa.

Emisijski monitoring je sestavljen iz avtomatskega monitoringa in občasnih ročnih monitoringov. Avtomatski monitoring spremlja aktivnosti radionuklidov v izpustih iz NEK.

Monitorji so preko PIS povezani v bazo Ekološkega informacijskega sistema NEK (EIS NEK), ta baza pa je v celoti avtomatsko povezana s programom DOZE za ocenjevanje doz prebivalstva ob nezgodnem izpustu in ob rednem obratovanju.

Okoljski monitoring je sestavljen iz avtomatskega monitoringa in občasnih ročnih monitoringov, ki imajo svoj plan izvajanja.

Avtomatski okoljski monitoring obsega:
- avtomatski monitoring radioaktivnosti v okolju,
- avtomatski monitoring meteoroloških spremenljivk atmosfere kot podlago za modeliranje disperzije radionuklidov v ozračju,
- namensko 7 dnevno napoved vremena v korakih po pol in na njeni osnovi avtomatsko napoved disperzije radionuklidov v ozračju.

Avtomatski monitoring radioaktivnosti v okolju obsega:
- NEK avtomatski monitoring radioaktivnosti v okolju:
  - → krog samostojnih merilnikov gama hitrosti doze v Krški kotlini,
  - → 4 merilnike gama hitrosti doze na meteoroloških postajah v okolici NEK,
  - → merilnike gama hitrosti doze na ograji NEK,
  - → spektrometer na NEK mobilni enoti.

- URSJV Avtomatski monitoring hitrosti gama doze po Sloveniji in
- URSJV Avtomatske spektrometre v NEK in po Sloveniji.

Iz URSJV se podatki URSJV in NEK avtomatsko prikazujejo na njihovi spletni strani in prenašajo v evropski EURDEP sistem in javno prikazujejo tudi na tamkajšnji spletni strani.

Avtomatski monitoring meteoroloških spremenljivk atmosfere kot podlaga za modeliranje disperzije radionuklidov v ozračju obsega:

- 4 talne avtomatske meteorološke postaje,
- RASS (navpični profil vetra in temperature do največ 500 m).

Vsi merilniki so del EIS NEK. Baza EIS NEK pa je v celoti avtomatsko povezana s programom DOZE za ocenjevanje doz prebivalstva ob nezgodnem izpustu in ob rednem obratovanju.
Namenska 7 dnevna napoved vremena in disperzije v korakih po pol ure za emisije radionuklidov v ozračju:
Napoved vremena in disperzije avtomatsko izdeluje MEIS d.o.o. in podatke enkrat dnevno prenaša v NEK, vsak paket vsebuje podatke za tekoči dan in naslednjih 6 dni za vsake pol ure v krajevni resoluciji 2 km. Napoved disperzije v ozračju je neposredno povezana v sistem programa DOZE za ocenjevanje doz prebivalstva.

Avtomatska priprava podatkov in sistem za napovedovanje doz prebivalstva »DOZE«

Avtomatski monitoring emisijskih spremenljivk, avtomatski monitoring meteoroloških spremenljivk atmosfere in namenska 7 dnevna napoved vremena so združeni v celovit sistem za napovedovanje doz prebivalstva ob morebitnem nezgodnem izpustu radionuklidov iz NEK v ozračje.

Sistem deluje avtomatsko do priprave relativnih koncentracij X/Q. V vsakem trenutku so strokovnjakom NEK in URSJV na voljo relativne koncentracije X/Q za preteklost in sedanjost (izračunane iz diagnostičnih meritev) ter prognostične relativne koncentracije X/Q za tekoči dan in za 6 dni vnaprej v korakih po pol ure.

Programski paket DOZE uporablja vse avtomatsko zbrane podatke in dodatno omogoča ročni vpis podatkov zato, da uporabniku omogoči oceno nesreče z izpusti v ozračje na osnovi meritev ali pred pripravljenih scenarijev in izračun posledičnih doz prebivalstva. Programski paket DOZE uporabljajo NEK, URSJV in civilna zaščita.

Celota – metodologija, meritve in modelirni sistem, ki skupaj omogočajo diagnozo in napoved doz prebivalstva z uporabo disperzijskih modelov - je podrobno opisana v znanstvenem članku (Mlakar 2019).

Sistem se uporablja tudi za oceno rednih izpustov.

OSART (International Atomic Energy Agency, 2003) je v poročilu iz leta 2003 sistem opisal kot primer dobre prakse:
"Good practice: A special tool for the assessment of radiological consequences in the environment has been developed. It utilizes a more realistic dispersion model, Lagrangian particle model instead of the simple Gaussian, to calculate dispersion. This accurate modelling is very important in areas with a complicated meteorological modelling environment, such as Krsko." (**v prevodu:** »Dobra praksa: Razvito je bilo posebno orodje za oceno radioloških posledic v okolju. Za izračun disperzije uporablja bolj realističen model disperzije, Lagrangeev model delcev, namesto preprostega Gaussovega. To natančno modeliranje je zelo pomembno na območjih z zapletenim meteorološkim modeliranjem, kot je Krško.«).

V letu 2017, ko je bil sistem nadgrajen s prognozo disperzije, pa je OSART ocenil to kot dobro izvajanje:
"It was also noted that the plant organization has enhanced the capability for off-site radiological monitoring by using plant-specific dose assessment software, which is fed on-line with meteorological data and uses the Lagrangian Particle Model to calculate accurate dispersion factors for site specific characteristics and having available a mobile laboratory for quick sample analysis. The plant considers

that this enhanced capability, which includes a prognosis application, allows a more accurate and prompt estimation of off-site radiological consequences, in support of the issuance of protective action recommendations for the public. The team considered this as a **good performance**." (International Atomic Energy Agency, 2017). (**v prevodu:** »Ugotovljeno je bilo tudi, da je organizacija elektrarne povečala zmogljivost za radiološko spremljanje v okolici elektrarne z uporabo programske opreme za oceno doz, specifične za to elektrarno, ki uporablja sprotne meteorološke podatke in Lagrangeev model delcev za izračun natančnih razredčitvenih faktorjev karakterističnih za to lokacijo. Na voljo ima tudi mobilni laboratorij za hitro analizo vzorcev. Elektrarna meni, da ta izboljšana zmogljivost, ki vključuje uporabo napovedi, omogoča natančnejšo in takojšnjo oceno radioloških posledic v okolici v podporo izdaji priporočil o zaščitnih ukrepih za javnost. Ekipa je to ocenila kot **dobro izvajanje**.«).

11. Opišejo naj se posebni tehnični in organizacijski ukrepi, namenjeni preprečevanju, izogibanju, odpravljanju in ublažitvi dogodkov, ki niso običajni (nenormalni radioaktivni izpusti), zmanjšanju okoljske škode in nadzoru izpustov v primeru okvare sistemov za nadzor okolja in emisij.

Odgovor pripravljavca PVO:

Jedrski varnosti je bila že v fazi načrtovanja reaktorja in projektiranja elektrarne namenjena velika pozornost. V poglavju 2.7 so opisani vsi varnostni sistemi, ki zagotavljajo varno obratovanje NEK. Ti sistemi preprečujejo nekontrolirano sproščanje radioaktivnih snovi v okolje. Projektirani so tako, da v vseh obratovalnih stanjih, tudi v primeru odpovedi določene opreme, zagotavljajo varnostne funkcije. Poglavje 2.8 opisuje ključne varnostne karakteristike elektrarne, vključno s seznamom varnostnih posodobitev in nadgradenj NEK, ki so bile izvedene za izboljšanje varnosti in učinkovitosti obratovanja NEK. Medtem ko so v poglavju 2.12 opisani sistemi in naprave za preprečevanje in omilitev nezgod, katerih naloga je ugotavljanje odstopanj od normalnih obratovalnih stanj elektrarne, alarmiranje operaterjev in proženje vseh ostalih varnostnih sistemov, če odstopanja varnostnih parametrov elektrarne presežejo nastavljene mejne vrednosti. Elektrarna ima instrumentacijo in sisteme za oceno obratovalnega stanja in jedrske varnosti, za obvladovanje izrednega dogodka, kakor tudi operativne postopke za normalno obratovanje, za obvladovanje nenormalnih stanj (AOP), nezgodnih stanj (EOP) in izvenprojektnih stanj (SAMG) elektrarne. Skupna naloga vseh varnostnih sistemov je preprečiti nekontrolirano uhajanje radioaktivnih snovi v okolico NEK v vseh pogojih obratovanja in nezgod. Stalno radiološko spremljanje v vseh stanjih elektrarne, na območju elektrarne in zunaj nje, se izvaja v sklopu radiološkega nadzora tehnološkega procesa in efluentov, radiološkega nadzora tehnoloških prostorov in sistema za radiološki nadzor po nastanku izrednega dogodka. V primeru izpada sistema za radiološki nadzor se uporabi dodatni avtonomni, mobilni sistem za radiološki nadzor z lastnim napajanjem in brezžičnim prenosom podatkov, ki omogoča kontinuirane mobilne meritve in radiološki nadzor v normalnem obratovanju ali ob večjem izpustu radioaktivnih snovi v pogojih izrednega dogodka.

7. UKREPI ZA PREPREČEVANJE, ZMANJŠEVANJE IN IZRAVNAVANJE OPREDELJENIH POMEMBNIH ŠKODLJIVIH VPLIVOV NA OKOLJE

7.1 PREDVIDENE REŠITVE IN UKREPI

V tem poglavju so navedeni predpisani ukrepi in rešitve, ki jih je treba posebej izpostaviti (ne navajamo vseh s predpisi določenih ukrepov - predpisi, ki jih je pri obravnavanem posegu treba upoštevati, so navedeni v poglavju 2.20), s projektom predvideni ali ukrepi in rešitve, ki jih nosilec posega že izvaja in jih bo izvajal tudi po spremembi (podaljšanje obratovalne dobe).

7.1.1 Obratovanje

7.1.1.1 Vode, vključno s toplotnim onesnaževanjem

Ukrepi, ki jih nosilec posega že izvaja in jih mora izvajati tudi v času podaljšanega obratovanja

- **Ukrepi, ki izhajajo iz predpisov**

➢ Odlok o ureditvenem načrtu Nuklearne elektrarne Krško (UL SRS, št. 48/87, UL RS, št. 59/97, 21/20)
  - 15 člen; Kakovost prečiščene vode in čistilne naprave mora ustrezati zahtevam iz danega vodnogospodarskega mnenja.
  - 18 člen; Pri spremljanju toplotne polucije reke Save se spreminja tudi stopnjo dotoka savske vode v podtalnico, katere temperatura se ne sme dvigniti na + 15 stopinj Celzija. Pogoji za odvzem in izpust hladilne vode iz oziroma v reko Savo so določeni v vodnogospodarskem soglasju. Zaradi vpliva hladilnih voda na temperaturo reke Save je treba redno kontrolirati tudi vpliv reke Save na temperaturo podtalnice.
  - 21 člen; Samostojna meteorološka postaja je obvezna v celotnem času obstoja NEK. Program meritev mora biti usklajen s programom meritev in metodologijo, ki velja za globalne republiško mrežo, s katero mora biti postaja telemetrično povezana. Program meritev določi Uprava RS, za jedrsko varnost z odločbo.

- **Ukrepi, ki izhajajo iz okoljevarstvenega dovoljenja**

➢ Upoštevanje določb navedenih v okoljevarstvenem dovoljenju glede emisij v vode in dovoljenih količin odvzema vode iz reke Save in črpanja iz vodnjakov na lokaciji:
  - uporaba tehnologije z najmanjšo možno porabo vode, recirkulacijo vode in uporabo drugih metod in tehnik varčevanja z vodo, uporabo za okolje in zaposlene pri vzdrževanju kanalizacijskih sistemov ter čistilnih naprav manj škodljivih surovin in materialov v tehnološkem procesu povsod, kjer je to mogoče,
  - prednostno čiščenje delnih tokov industrijske odpadne vode in izločanje odpadnih snovi na kraju njihovega nastanka,
  - varno in za okolje sprejemljivo odstranjevanje blata,
  - uporaba recikliranja odpadnih snovi in rekuperacije toplote ter varčno rabo surovin in energije,
  - prednostna uporaba membranskih postopkov, kot so mikrofiltracija, reverzna osmoza in elektrodializa,
  - preprečevanje odvajanja odpadnih kemikalij, ki se uporabljajo pri pripravi vode, v kanalizacijo ali neposredno v vodotok,
  - uporaba čistil in dezinfekcijskih sredstev brez klora,

- uporaba kemikalij za pripravo vode, za katere iz podatkov varnostnega lista sledi, da se s pomočjo mikroorganizmov razgradijo v štirinajstih dneh več kot 80 odstotkov, merjeno s preskusnimi metodami iz standarda SIST ISO 7827,
- izogibanje uporabe etilendiaminotetraocetne kisline, njenih homologov in njihovih soli ter drugih aminopolikarbonskih kislin, njihovih homologov in njihovih soli,
- izogibanje uporabi organokovinskih spojin, kromatov in nitritov,
- uporaba obtočnega hladilnega postopka s čimmanjšimi izgubami v hladilnem sistemu krožeče vode oziroma s čim višjim koeficientom kondenzacije,
- večkratna uporaba hladilne vode z zaporedno postavitvijo pretočnih hladilnih sistemov,
- dosledno ločevanje hladilnih sistemov od siceršnjih sistemov odpadnih voda,
- prednostna uporaba površinskih kondenzatorjev in opuščanje uporabe mešanih kondenzatorjev,
- uporaba korozijsko obstojnih materialov oziroma kombinacij materialov in uporaba pasivnih ali aktivnih ukrepov za zaščito pred korozijo za varovanje hladilnih sistemov ter usklajevanje ukrepov za kondicioniranje krogotočne vode z lastnostmi materialov hladilnega sistema,
- izogibanje uporabi kromatov, nitritov, merkaptobenztiazola in drugih imidazolov kot sredstev za zaščito pred korozijo,
- izogibanje uporabi cinkovih spojin kot sredstev za zaščito pred korozijo v glavnih hladilnih krogotokih elektrarn,
- preprečevanje rasti mikrobov v hladilnih sistemih z ukrepi, kot so izključevanje praznih prostorov v cevovodih, opustitev uporabe organskih polimernih materialov z visokim deležem monomerov ali z občasno uporabo biocidov za preprečevanje rasti mikroorganizmov,
- izogibanje trajni uporabi biocidov z izjemo vodikovega peroksida, ozona ali UV žarkov,
- izogibanje uporabi živosrebrovih organskih, organokositmih ali drugih organkovinskih spojin (vezave kovine in ogljika),
- izogibanje uporabi kvarternih amonijevih spojin,
- uporaba takih netoksičnih snovi pri uporabi disperzijskih sredstev, za katere iz podatkov varnostnega lista sledi, da se s pomočjo mikroorganizmov razgradijo v štirinajstih dneh več kot 80 odstotkov, merjeno s preskusnimi metodami iz standarda SIST ISO 7827,
- upoštevanje ekotoksikoloških podatkov iz varnostnih listov uporabljenih kemikalij,
- izogibanje uporabi etilendiaminotetraocetne kisline (EDTA) in dietileno-triaminopentaocetne kisline (DTPA), njunih homologov ter njunih soli,
- izogibanje uporabi drugih aminopolikarbonskih kislin, njihovih homologov ter njihovih soli kot disperzijskih sredstev oziroma sredstev za stabilizacijo trdote,
- uporaba klora, broma ali klor oziroma brom oddajajočih mikrobiocidov samo pri sunkovni obdelavi.

- Mejni emisijski delež oddane toplote v 24 urnem povprečju za odvajanje odpadnih vod v vodotok Sava preko iztokov VI in V7 je 1. Stranka mora poskrbeti, da v nobenem obdobju leta zaradi sinergičnega delovanja obravnavanega iztoka industrijskih hladilnih odpadnih vod in drugih iztokov odpadnih vod reka Sava ne preseže naravne temperature za več kot 3 K. Stranka mora pravočasno vključiti sistem recirkulacije hladilne vode preko hladilnih stolpov, da Sava ne preseže naravne temperature za več kot 3 K. V primeru, da kombinirani sistem hlajenja ne zadošča za izpolnjevanje tega pogoja, mora stranka ustrezno zmanjšati moč elektrarne.

  → *Doseganje mejnih vrednosti določenih v OVD.*

  → *Preprečitev onesnaženja površinskih in podzemnih voda.*

- **Dodatni ukrepi, ki jih nosilec posega že izvaja oz. so že bili izvedeni**

➢ Razširitev sistema hladilnih stolpov, s čimer se zmanjša odvzem vode iz Save, zmanjša toplotno obremenitev in poveča odpornost na podnebne spremembe. Nameščene so bile štiri nove hladilne celice (nov hladilni stolp – CT3) in v celoti je zamenjana elektrooprema sistema hladilnih stolpov. Razširitev je potekala leta 2008, moč hladilnih stolpov se je povečala za 36%. Emisijski delež oddane toplote v 24 urnem povprečju se ohranja pod 1

7.1.1.2 Podnebne spremembe

Ukrepi, ki jih nosilec posega že izvaja in jih mora izvajati tudi v času podaljšanega obratovanja

- **Ukrepi, ki izhajajo iz predpisov**

Poleg ukrepov navedenih v poglavju 7.1.1.1 se izvajajo še naslednji ukrepi, ki izhajajo iz zakonodaje in so podani v nadaljevanju.

Uredba o uporabi fluoriranih toplogrednih plinov in ozonu škodljivih snoveh (UL RS, št. 60/16) v 7. členu določa:

➢ obveznost prijave nepremične opreme s strani upravljavca in obveznost poročanja upravljavca, vzdrževalca in pooblaščenega podjetja v zvezi z uporabo, zajemom in oddajo odpadnih fluoriranih toplogrednih plinov ali odpadnih ozonu škodljivih snovi zbiralcu odpadkov. NEK sporoča ARSO o prisotnosti nepremične opreme, ki vsebuje flourirane toplogredne pline (F-plini) in plin SF6. F-plini so v opremi za hlajenje, klimatizacijo in toplotnih črpalkah ter opremi za gašenje požara, plin SF6 je v električnih odklopnikih in stikalnih napravah.

- **Ukrepi, ki izhajajo iz okoljevarstvenega dovoljenja**

➢ strukture, sistemi in komponente elektrarne so dimenzionirani na ekstremne vremenske dogodke in meteorološke parametre z visokim nivojem konzervativnosti, kar izhaja iz zahteve jedrske pravne ureditve, spremljanja svetovne prakse in razvoja najboljših tehnik (BAT);

➢ občasni varnostni pregled, ki se izvaja vsakih 10 let, vključuje globinsko analizo vpliva ekstremnih vremenskih dogodkov na varnost elektrarne. V naslednjem obdobju bosta izvedena dva pregleda (2021-2023) in (2031-2033);

➢ ukrepi iz OVD vezani na omejitev toplotne obremenitve in zajemanja vode ter s tem v zvezi uporaba kombiniranega sistema hlajenja (pretočni sistem in hladilni stolpi). V vseh pogojih pretoka reke Save elektrarna vzdržuje obremenitev znotraj ΔT 3 °C, ki ostane nespremenjena tudi v bodočem delovanju elektrarne. NEK je v letu 2008 dogradila hladilne kapacitete z izgradnjo tretjega bloka hladilnih stolpov.

➢ elektrarna ima postopke priprave v primeru hidroloških okoliščin, ki lahko vplivajo na delo elektrarne: vključevanje hladilnih stolpov pri visokih vodah zaradi tveganja nanosa nečistoč (veje, plastika in ostalo);

➢ elektrarna ima postopke za skupno delovanje z ostalimi energetskimi objekti na Savi - Sporazum o ukrepih in obveznostih za zagotovitev nespremenjenega, varnega in nemotenega obratovanja NEK pri obratovanju HE na Spodnji Savi z dodatnimi vsebinami izvajanja monitoringa na reki Savi;

➢ na lokaciji se izvajajo meritve meteoroloških parametrov na avtomatski postaji z meteorološkim stolpom višine 70 m in uporaba sodarja za višinske meritve v atmosferi. O meritvah se poroča na letnem nivoju.

→ *Doseganje mejnih vrednosti določenih v OVD.*

→ *Preprečitev onesnaženja površinskih in podzemnih voda in odpornost na podnebne spremembe.*

7.1.1.3 Odpadki

Ukrepi, ki jih nosilec posega že izvaja in jih mora izvajati tudi v času podaljšanega obratovanja.

- **Ukrepi, ki izhajajo iz predpisov**

Pravilnik o ravnanju z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom (UL RS, št. 125/21):

- Ravnanje z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom se izvaja v skladu s pisnimi postopki.
- Zagotovljeno je, da se z radioaktivnimi odpadki ali izrabljenim gorivom ravna v skladu s programom gospodarjenja z radioaktivnimi odpadki ali izrabljenim gorivom.
- Radioaktivni odpadki so sortirani glede na agregatno stanje ter po kategorijah in vrstah.
- Embalaža, ki se uporablja za pakiranje radioaktivnih odpadkov ali izrabljenega goriva, mora skupaj z vloženimi radioaktivnimi odpadki ali izrabljenim gorivom zagotavljati varnost za predvideni način in predvideno obdobje ravnanja s paketi.
- NEK z občasnimi pregledi preverja, ali embalaža ustreza pogojem shranjevanja ali skladiščenja.
- Vsi paketi z radioaktivnimi odpadki ali izrabljenim gorivom morajo biti opremljeni z znakom za opozarjanje na nevarnost sevanja, ki je določen v predpisu, ki ureja uporabo virov sevanja in sevalne dejavnosti, in oznako, ki omogoča identifikacijo paketa in njegove vsebine.
- NEK radioaktivne odpadke do predaje v skladišče ali izvajalcu javne službe ali opustitve nadzora shranjuje v shrambi.
- Radioaktivni odpadki se skladiščijo v skladišču radioaktivnih odpadkov, izrabljeno gorivo pa v skladišču izrabljenega goriva.
- NEK zagotavlja skladiščenje za vse radioaktivne odpadke in vso izrabljeno gorivo, ki niso v postopku predelave, premeščanja ali shranjevanja.
- V skladišču je dovoljeno skladiščiti radioaktivne odpadke ali izrabljeno gorivo, ki ustrezajo merilom sprejemljivosti za prevzem v skladiščenje iz 20. člena tega pravilnika.
- Radioaktivne odpadke ali izrabljeno gorivo je dovoljeno skladiščiti le v embalaži, odobreni za skladiščenje.
- NEK skladiščenje izrabljenega goriva in VRAO izvaja tako, da je preprečena kritičnost ter zagotovljeno odvajanje zaostale toplote.
- NEK, ki ga zavezuje upoštevanje mednarodnih obveznosti glede varovanja in vodenja evidenc jedrskih snovi, radioaktivne odpadke in izrabljeno gorivo skladišči tako, da je omogočeno izvajanje teh obveznosti.
- Izvajanje sevalne dejavnosti mora potekati tako, da izpusti tekočih ali plinastih radioaktivnih odpadkov v okolje ne presegajo odobrenih mejnih vrednosti.
- NEK o radioaktivnih odpadkih ali izrabljenem gorivu sproti vodi evidence o:
  - njihovem shranjevanju,
  - njihovi predelavi v tehnološkem procesu,
  - njihovem skladiščenju ali izpuščanju,
  - opustitvi nadzora, recikliranju ali ponovni uporabi,
  - njihovi oddaji izvajalcu javne službe in
  - začasnem ali trajnem izvozu ali iznosu.
- Če zbrana odpadna voda presega merila za opustitev nadzora nad radioaktivnimi snovmi, se obravnava kot sekundarni radioaktivni odpadek, ki se ga predela v NEK.
- Če zbrana odpadna voda ne presega meril za opustitev nadzora nad radioaktivnimi snovmi in ustreza merilom za komunalno odpadno vodo, se voda odvaja v interno čistilno napravo.
- Če zbrana odpadna voda presega merila za izpust v kanalizacijo, se odda v predelavo pooblaščenemu zbiralcu oziroma obdelovalcu tovrstnih odpadkov.

→ Preprečitev onesnaženja tal, površinskih in podzemnih voda ter preprečitev nenadzorovanih izpustov ionizirajočega sevanja v okolje.

- **Ukrepi, predvideni s projektom za suho skladišče IG**

- Delovna ploščad pred DSB in prekladalni prostor v DSB sta opremljena z zbirnimi jaški. Morebitno zbrano vodo se bo odstranilo z mobilnimi napravami. Pred praznjenjem jaškov bo opravljeno vzorčenje. V primeru preseganja mejnih vrednosti (Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo, UL RS, št. 64/12, 64/14 in 98/15) za izpust se bo odpadno vodo s posebnim kontejnerjem prepeljalo v tehnološki del elektrarne v predelavo.

  → Preprečitev onesnaženja tal, površinskih in podzemnih voda.

- Pred črpanjem vode iz CTF (v primeru puščanja transportnega plašča HI-TRAC VW) se opravi radiološki in kemijski nadzor zbrane vode.
- Če zbrana odpadna voda presega merila za opustitev nadzora nad radioaktivnimi snovmi, se obravnava kot sekundarni radioaktivni odpadek, ki se ga predela v NEK.
- Če zbrana odpadna voda ne presega meril za opustitev nadzora nad radioaktivnimi snovmi in ustreza merilom za komunalno odpadno vodo, se voda odvaja v interno čistilno napravo.
- Če zbrana odpadna voda presega merila za izpust v kanalizacijo, se odda v predelavo pooblaščenemu zbiralcu oziroma obdelovalcu tovrstnih odpadkov.

  → Preprečitev onesnaženja tal, površinskih in podzemnih voda.

7.1.1.4 Narava

Ukrepi, ki jih nosilec posega že izvaja in jih mora izvajati tudi v času podaljšanega obratovanja.

- **Ukrepi, ki izhajajo iz predpisov**

Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (UL RS, št. 64/12, 64/14 in 98/15) v 8. členu določa mejni emisijski delež oddane toplote pri odvajanju industrijske odpadne vode, ki je:

- 0,8 pri odvajanju v odsek vodotoka, ki je s predpisom, ki ureja določitev odsekov površinskih voda, pomembnih za življenje sladkovodnih vrst rib, določen kot ciprinidna voda,
- 0,6 pri odvajanju v odsek vodotoka, ki je s predpisom iz prejšnje alineje določen kot salmonidna voda,
- 1 pri odvajanju v odsek vodotoka, ki ni odsek vodotoka iz prve ali druge alineje tega odstavka.

- **Ukrepi, ki izhajajo iz okoljevarstvenega dovoljenja**

- Mejni emisijski delež oddane toplote v 24 urnem povprečju za odvajanje odpadnih vod v vodotok Sava preko iztokov VI in V7 je 1. Stranka mora poskrbeti, da v nobenem obdobju leta zaradi sinergičnega delovanja obravnavanega iztoka industrijskih hladilnih odpadnih vod in drugih iztokov odpadnih vod reka Sava ne preseže naravne temperature za več kot 3 K. Stranka mora pravočasno vključiti sistem recirkulacije hladilne vode preko hladilnih stolpov, da Sava ne preseže naravne temperature za več kot 3 K. V primeru, da kombinirani sistem hlajenja ne zadošča za izpolnjevanje tega pogoja, mora stranka ustrezno zmanjšati moč elektrarne.

  → Preprečitev čezmernega toplotnega onesnaženja reke Save.

  → Preprečitev poslabšanja temperaturnih razmer za organizme v reki Savi.

- **Dodatni ukrepi, ki jih nosilec posega že izvaja**

- V primeru, ko je pretok Save manjši od 100 m^3/s, NEK vključi hladilne stolpe, skozi katere se v recirkulaciji hladi del kondenzatorske vode.
- Razširitev sistema hladilnih stolpov – nameščene so bile štiri nove hladilne celice (nov hladilni stolp – CT3) in v celoti je bila zamenjana elektrooprema sistema hladilnih stolpov. Razširitev je potekala leta 2008, moč hladilnih stolpov se je povečala za 36%.
  - → *Preprečitev čezmernega toplotnega onesnaženja reke Save.*
  - → *Preprečitev poslabšanja temperaturnih razmer za organizme v reki Savi.*

7.1.1.5 Ionizirajoča sevanja

Ukrepi, ki jih nosilec posega že izvaja in jih mora izvajati tudi v času podaljšanega obratovanja

- **Ukrepi, ki izhajajo iz obratovalnega dovoljenja**

V veljavnem obratovalnem dovoljenju NEK (Odločba - Soglasje za začetek obratovanja NEK; Odločba Republiškega energetskega inšpektorata št. 31-04/83-5 z dne 6. 2. 1984 ter odločba URSJV št. 3570-8/2012/5, Sprememba dovoljenja za obratovanje NEK, z dne 22. 4. 2013) so navedene omejitve:

- Dovoljena največja efektivna letna doza zaradi izpustov radioaktivnih snovi na 500 m od središča reaktorja 50 µSv;
- Letna omejitev aktivnosti cepitvenih in aktivacijskih produktov v tekočinskih izpustih 100 GBq;
- Trimesečna omejitev aktivnosti cepitvenih in aktivacijskih produktov v tekočinskih izpustih 40 GBq;
- Letna omejitev aktivnosti H-3 v zračnih izpustih 45 TBq;
-
- Letna omejitev aktivnosti jodov v plinskih izpustih 18,5 GBq;
- Letna omejitev aktivnosti v prašnih delcih 18,5 GBq;
- Omejitev letne efektivne doze zunanjega sevanja na ograji NEK 200 µSv.
  - → *Z izvajanjem teh ukrepov bodo doseženi vsi sevalni pogoji in omejitve, navedeni v veljavnem obratovalnem dovoljenju NEK.*
  - → *Varovanje zdravja ljudi.*

Omejitve za obratovanje suhega skladišča IG so sledeče:

- Dovoljena hitrost doze na zunanji strani suhega skladišča: 3 µSv/h (Pravilnik o ukrepih varstva pred sevanji na nadzorovanih in opazovanih območjih, Ur. L. RS št. 47/18, 4. člen)
- Letna efektivna doza zunanjega sevanja na ograji NEK po uskladiščenju IG v suhem skladišču ne bo presegala omejitve 200 µSv (veljavno obratovalno dovoljenje).
- Mejna efektivna doza za izpostavljene delavce je 20 mSv na leto (35. člen ZVISJV-1)
  - → *Z izvajanjem teh ukrepov bodo doseženi vsi sevalni pogoji in omejitve, navedeni v veljavnem obratovalnem dovoljenju NEK in Zakonu o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (UL RS št. 76/17 in 26/19).*
  - → *Varovanje zdravja ljudi.*

- **Ukrepi, predvideni s projektom za suho skladišče IG**

Da zgornje omejitve za suho skladišče niso presežene so s projektom predvideni naslednji ukrepi:

- Ustrezna strukturna zaščita (ustrezna debelina betonskih zidov suhega skladišča za zaščito pred gama sevanjem in obložitev sten z materialom za zaščito pred nevtronskim sevanjem)

- Za potrebe spremljanja vpliva suhega skladišča na sevalne parametre na ograji NEK se bo merilo sevanje z dozimetri:
- dozimetre za merjenje gama sevanja in nevtronskega sevanja se namesti na mesto, ki je najbližje zgradbi za suho skladišče izrabljenega goriva, nato pa še na vsako stran po 3 dozimetre, ki si sledijo v razdalji 10 m. Predlagana je namestitev 7 dozimetrov za merjenje gama sevanja in 7 dozimetrov za merjenje nevtronskega sevanja.

Po izgradnji suhega skladišča za izrabljeno gorivo se postavi pasivne dozimetre tudi v skladiščni prostor zgradbe suhega skladišča za izrabljeno gorivo:

- Dozimetre se namesti v severozahodni in jugozahodni vogal skladiščnega prostora tako, da je zgornji dozimeter nameščen tik pod strešno konstrukcijo, spodnji dozimeter nad višino predelne stene in srednji dozimeter na polovici razdalje po višini med zgornjim in spodnjim dozimetrom. V vsakem vogalu so torej predvideni trije dozimetri oziroma skupaj šest dozimetrov v zgradbi suhega skladišča.
- Dozimetre se odčitava oziroma menja najmanj enkrat na 6 mesecev.
- Med izvajanjem internega transporta izrabljenega jedrskega goriva iz zgradbe za ravnanje z gorivom do suhega skladišča izrabljenega goriva je treba transportne poti ograditi, označiti in preprečiti dostop nepooblaščenim osebam oziroma je treba vzpostaviti nadzorovano območje.

- **<u>Dodatni ukrepi, ki jih nosilec posega že izvaja</u>**

- Filtriranje tekočinskih emisij;
- Filtriranje plinskih emisij;
- Zadrževanje radioaktivnih izpustov, da se radioaktivnost zaradi radioaktivnega razpada čim bolj zmanjša;
- Ukrepi za integriteto goriva;
- Ustrezno načrtovanje in izvedba strukturne zaščite (ustrezno debeli zidovi, labirintna izvedba prostorov);
- Postavljanje začasnih ščitov v primeru začasnih aktivnosti, ki imajo za posledico lokalno povečane nivoje zunanjega sevanja;
- Skladiščenje radioaktivnih odpadkov in izrabljenega goriva v za to namenjenih prostorih.
  - → *Z izvajanjem teh ukrepov bodo doseženi vsi sevalni pogoji in omejitve, navedeni v veljavnem obratovalnem dovoljenju NEK.*
  - → *Varovanje zdravja ljudi.*

7.1.1.6 <u>Materialne dobrine</u>

Ukrepi, ki jih nosilec posega že izvaja in jih mora izvajati tudi v času podaljšanega obratovanja

- **<u>Ukrepi, ki izhajajo iz predpisov</u>**

Posebni zakonodajni ukrepi za materialne dobrine v času obratovanja niso predpisani. Upošteva se ukrepe, ki so navedeni pri posameznih relevantnih dejavnikih (glej poglavja 7.1.1.1, 7.1.1.3, 7.1.1.5, 7.1.1.7).

- **<u>Dodatni ukrepi, ki jih nosilec posega že izvaja</u>**

Vsi ukrepi, ki jih izvaja nosilec posega in so našteti v predhodnih poglavjih (glej poglavje 7.1.1.5).

7.1.1.7 Tveganje za okoljske in druge nesreče

Ukrepi, ki jih nosilec posega že izvaja in jih mora izvajati tudi v času podaljšanega obratovanja

- **Ukrepi, ki izhajajo iz predpisov**
  - Odlok o ureditvenem načrtu Nuklearne elektrarne Krško (UL SRS, št. 48/87, UL RS, št. 59/97, 21/20), 10 člen, 10 odstavek:

10. Rešitve in ukrepi za obrambo ter varstvo pred naravnimi in drugimi nesrečami, vključno z varstvom pred požarom.

Pri graditvi suhega skladišča se upošteva:
- projektni pospešek tal 0,78 g,
- vpliv močnega vetra,
- močnejše nalive. Za ta namen je pod dostopno ploščadjo zgrajen zadrževalnik vode, ki preprečuje preobremenitev obstoječega kanalizacijskega sistema. Prav tako so na strehi predvideni prelivi, ki v primeru izjemnih nalivov omogočajo preliv padavinske vode,
- varnost pred ekstremnimi poplavami (PMF) do kote 157.53 m n. v. Tesnost objekta pred poplavami se zagotavlja z obodnimi AB stenami, vdor vode skozi vrata pa je preprečen z demontažnimi poplavnimi barierami,
- obremenitev snega,
- udarce strel; objekt je iz jekla in armiranega betona. Ozemljitev objekta se projektira na udarce strel,
- ekstremne temperature okolice,
- možnost eksplozije. Objekt suhega skladišča se gradi z masivnimi armirano betonskimi stenami in jekleno konstrukcijo, ki bi npr. v primeru naleta letala znatno zmanjšala kinetično energijo letala. Poleg tega visoka mehanska trdnost in velika masa skladiščnega plašča iz jekla in betona ščiti večnamenski vsebnik (MPC) z vstavljenim izrabljenim gorivom proti končnemu udarcu in možni eksploziji.
- Pri graditvi se upošteva tudi kombinacije zunanjih in notranjih vplivov potres-poplava in potres-požar. Sistem suhega skladiščenja se projektira na visoke potresne obremenitve, kot tudi na poplavo.

Požarno varnostni ukrepi:
- morebitno širjenje požara na sosednje objekte in zemljišča se preprečuje z uporabo požarno odpornih materialov,
- evakuacijska izhoda iz objekta se zagotavljata na severozahodni in jugozahodni strani objekta,
- voda za gašenje se zagotavlja preko obstoječega hidrantnega omrežja in lastnega črpališča Nuklearne elektrarne Krško,
- dostop z gasilnim vozilom je možen z vzhodne in južne strani objekta preko obstoječih intervencijskih poti znotraj kompleksa Nuklearne elektrarne Krško. Delovna površina za gasilce je zagotovljena na dovozni cesti na vzhodni strani.
- Nevarne snovi na gradbišču (gorivo za dizelske motorje, mazivo, barve, ipd.) se uporabljajo na območju površin, ki jih pokriva lovilec olj, da se prepreči morebitno razlitje v okolje.

Upošteva se tudi ukrepe, ki so navedeni pri posameznih relevantnih dejavnikih (glej poglavja 7.1.1.1, 7.1.1.3, 7.1.1.5).

- **Ukrepi, predvideni s projektom za suho skladišče IG**

➢ Vsi ukrepi, ki so našteti v predhodnih poglavjih (glej poglavje 7.1.1.3, 7.1.1.5).

- **Dodatni ukrepi, ki jih nosilec posega že izvaja**

➢ Vsi ukrepi, ki jih izvaja nosilec posega in so našteti v predhodnih poglavjih (glej poglavje 7.1.1.5, 7.1.1.4).

7.1.1.8 Prebivalstvo in zdravje ljudi

Ukrepi, ki jih nosilec posega že izvaja in jih mora izvajati tudi v času podaljšanega obratovanja

- **Ukrepi, ki izhajajo iz predpisov**

Posebni zakonodajni ukrepi za materialne dobrine v času obratovanja niso predpisani. Upošteva se ukrepe, ki so zavedeni pri posameznih relevantnih dejavnikih (glej poglavja 7.1.1.1, 7.1.1.3, 7.1.1.5, 7.1.1.7).

- **Dodatni ukrepi, ki jih nosilec posega že izvaja**

Vsi ukrepi, ki jih izvaja nosilec posega in so našteti v predhodnih poglavjih (glej poglavje 7.1.1.5).

7.1.2 Opustitev posega

7.1.2.1 Radioaktivni odpadki in ionizirajoče sevanje

- **Ukrepi, ki izhajajo iz predpisov**

- Območje bo še vedno omejeno in označeno ter obravnavano kot radiološko nadzorovano območje.
- Vse dejavnosti ob prenehanju obratovanja se bodo izvajale skladno z zahtevami predpisov, sistema vodenja in pisnimi delovnimi postopki oziroma navodili za delo.

  → *Z izvajanjem teh ukrepov bo preprečeno nenadzorovano uhajanje ionizirajočega sevanja v okolje.*

7.2 DODATNI UKREPI GLEDE NA PRIČAKOVANO CELOTNO ALI SKUPNO OBREMENITEV OKOLJA

NEK že v obstoječem stanju izvaja ukrepe, ki preprečujejo čezmerno obremenitev okolja. Dodatni ukrepi glede na pričakovano celotno obremenitev okolja niso potrebni.

7.3 GLAVNE ALTERNATIVE GLEDE DRUGIH MOŽNIH UKREPOV

Alternative glede drugih možnih ukrepov pred izbiro prej navedenih ukrepov niso bile proučene oziroma nismo našli alternativ, ki bi bile izvedljive in učinkovitejše. Obstoječi poseg predstavlja obstoječo proizvodnjo nosilca posega, ki, poleg vseh predpisanih obveznosti, načrtuje in izvaja tudi dodatne ukrepe na več področjih, tako tehnične kot organizacijske, s ciljem čim bolj zmanjšati vplive na okolje, obenem pa redno spremlja učinkovitost izvedenih ukrepov. Obremenitve okolja so v okviru dovoljenih, načrtovana sprememba, s katero se ne povečuje zmogljivost proizvodnje, temveč se podaljšuje obratovalna doba NEK (pod enakimi okoljskimi in sevalnimi pogoji, kot so navedeni v obstoječem obratovalnem dovoljenju), pa bo po zanemarljivo vplivala na povečanje obstoječih obremenitev okolja, ki so posledica proizvodnje NEK.

8. SPREMLJANJE STANJA DEJAVNIKOV IN UKREPOV ZA ZMANJŠANJE VPLIVOV

8.1 OBRATOVANJE

8.1.1 Vode

Potrebno je zagotoviti vzorčenje in analizo odpadne vode v primeru puščanja transportnega plašča HI-TRAC VW (ki pozimi vsebuje tudi glikol), zbrane v zbirnem jašku CTF. Ob vsakokratnem dogodku puščanja HI-STORM je treba v zbirnem jašku zadržane vode ob upoštevanju Pravilnika o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu odpadnih voda (UL RS, št. 94/14, 98/15) in Uredbe o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (UL RS, št. 64/12, 64/14, 98/15) zagotoviti vzorčenje in analizo.

8.1.1.1 Raba voda za tehnološke namene

Način: meritve odvzete količine vode*

Metode: v skladu z zakonodajo in vodnimi dovoljenji

Lokacija: odvzemna mesta, določena v vodnih dovoljenjih

Časovnica: zvezno

* Delno vodno dovoljenje št. 35536-31/2006-16 z dne 15. 10. 2009 in odločba o spremembi vodnega dovoljenja št 35536-54/2011-4 z dne 8. 11. 2011, odločba št. 35536-26/2011-9 z dne 23. 5. 2013, odločba št. 35530-7/2018-2 z dne 22. 6. 2018, vodno dovoljenje št. 35530-100/2020-4 z dne 14. 11. 2020 ter vodno dovoljenje št. 35530-48/2020-3 z dne 9. 9. 2021.

8.1.1.2 Odpadne vode

Način: meritve parametrov onesnaženosti in količine odpadnih voda, izvede pooblaščeni izvajalec

Metode: v skladu s pravilnikom*, uredbo** in okoljevarstvenim dovoljenjem***

Lokacije: merilna mesta v skladu z okoljevarstvenim dovoljenjem***

Časovnica: obratovalni monitoring v skladu z uredbo* in z okoljevarstvenim dovoljenjem***

* Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu odpadnih voda (UL RS št. 94/14 in 98/15)

** Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (UL RS, št. 64/12, 64/14, 98/15, 203/20)

*** Okoljevarstveno dovoljenje glede emisij v vode Agencija RS za okolje, št. 35441-103/2006-24 z dne 30. 6. 2010, ki je bilo spremenjeno in v treh točkah izreka (spremenjene točke 1.1, 1.4 in 1.8 OVD) in ponovno odločeno z odločbo št. 35441-103/2006-33 z dne 4. 6. 2012 ter spremenjeno (spremenjena točka 1.5, Tabela 3) z odločbo št. 35444-11/2013-3 z dne 10. 10. 2013.

Za ugotavljanje, ali koncentracije usedljivih snovi in neraztopljenih snovi izhajajo iz elektrarne ali pa so posledica povišanih koncentracija v Savi, je treba izvesti meritve parametrov na vstopu v sistem, če je jasno, da so razmere v reki Savi v času vzorčenja take, da so koncentracije usedljivih snovi in neraztopljenih snovi povišane. Merjenja na vtoku je treba izvesti v istem času kot se izvajajo merjenja na izpustih V1-1, V7-7 in V-7-10, na poziciji vtoka y = 540294, x=88198.

8.1.2 Zrak

Zaradi možne situacije, da bo rezervna kotlovnica delala več kot 300 ur na leto, kar spada pod režim spremljanja emisij iz Uredbe o emisiji snovi v zrak iz srednjih kurilnih naprav, plinskih turbin (UL RS, št. 17/18, 59/18) se priporoča enkratna meritev emisij, ki jo izvede pooblaščeni laboratorij (prah, dimno število, CO, NOx, SO_2).

8.1.3 Hrup

Način: meritve, izvede pooblaščeni izvajalec

Metode: v skladu s pravilnikom*

Lokacije: določi pooblaščeni izvajalec, v skladu s pravilnikom*

Časovnica: enkrat v obdobju treh let, v skladu s pravilnikom*

* Pravilnik o prvem ocenjevanju in obratovalnem monitoringu za vire hrupa ter o pogojih za njegovo izvajanje (UL RS, št. 105/08)

8.1.4 Elektromagnetno sevanje

Način: meritve, izvede pooblaščeni izvajalec

Metode: v skladu s pravilnikom*

Lokacije: določi pooblaščeni izvajalec, v skladu s pravilnikom*

Časovnica: enkrat v obdobju treh let, v skladu s pravilnikom*

* Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu za vire elektromagnetnega sevanja ter o pogojih za njegovo izvajanje (UL RS, št. 70/96, 41/04 – ZVO-1 in 17/11 – ZTZPUS-1).

8.1.5 Ionizirajoče sevanje

Trenutno NEK izvaja zelo obširen monitoring radioaktivnih emisij in imisij, ki je opredeljen v dokumentu Radiological Effluent Technical Specification (RETS) /7/. V dokumentu so opisani sistemi za nadzor tekočinskih in zračnih emisij, lokacije in pogostost nadzora. NEK izvaja nadzor radioaktivnih emisij na vseh sistem, kjer je možno, da se med obratovanjem pojavi radioaktivnost. Vzorčevalna mesta, pogostost nadzora in vrsta analiz za tekočinske emisije so opisani v tabeli 3.11-1, plinskih pa v tabeli 3.11.-2. Obe tabeli navajamo v nadaljevanju (Tabela 145, Tabela 146).

Tabela 145: Program meritev tekočinskih emisij (vir: /7/)

Vrsta izpusta	**Pogostost vzorčenja**	**Najmanjša pogostost analiz**	**Vrsta analiz**	**LLD(1) (Bq/m³)**
1. Občasni enkratni izpusti(2) Nadzorni tank št. 1 – Waste Monitor Tank (WMT) št. 1	P Vsak posamezni tank	P Posamezni izpust	Glavni gama sevalci(3), I-131, H-3	$1{,}9\times10^{4}$ $3{,}7\times10^{4}$ $3{,}7\times10^{5}$
Nadzorni tank št. 2 – Waste Monitor Tank (WMT) št. 2	P Vsak posamezni tank	M	Raztopljeni in zajeti plini (gama sevalci)	$3{,}7\times10^{5}$
Turbinska zgradba, kondenzatni Transfer Tank (CTT)	P Vsak posamezni tank	M kompozit(4)	H-3 Skupna alfa aktivnost	$3{,}7\times10^{5}$ $3{,}7\times10^{3}$
Odcejalni tank v zgradbi za hlajenje komponent	P Vsak posamezni tank	Q kompozit(4)	Sr-89, Sr-90 Fe-55 C-14	$1{,}9\times10^{3}$ $3{,}7\times10^{4}$ $1{,}9\times10^{3}$
2. Kontinuirani izpusti(5) Kaluženje uparjalnika (Blowdown System Discharges, SGBD)	Kontinuirano(6) za ESW P, S – SGBD Zajem vzorca	W kompozit(5) ESW W kompozit(4) SGBD	Glavni gama sevalci(3), H-3	$1{,}9\times10^{4}$ $3{,}7\times10^{5}$
	P – SGBD Zajem vzorca	P kompozit(4) SGBD	Raztopljeni in zajeti plini	$3{,}7\times10^{5}$
Izpust bistvene oskrbne vode (ESW)	P, S – SGBD Zajem vzorca	M kompozit(4) SGBD	H-3 Skupna alfa aktivnost	$3{,}7\times10^{5}$ $3{,}7\times10^{3}$
	P, S – SGBD Zajem vzorca	M kompozit(4) SGBD	Sr-89, Sr-90 Fe-55	$1{,}9\times10^{3}$ $3{,}7\times10^{4}$

Opomba: pogostosti vzorčenja: S-vsaj enkrat na 12 ur, P-pred vsakim izpustom, M-mesečno, Q-četrtletno,
Opomba: za 1.c, 1.d in 2b samo glavni gama sevalci in H-3 (za H-3 v ESW kompozitnih vzorcih je minimalna pogostost analiz mesečna)

(1) LLD – spodnja meja detekcije
(2) Enkraten izpust je izpust tekočih odpadkov v omejeni količini. Pred vzorčenjem za analizo mora biti izpust izoliran, vsebina pa premešana, da se zagotovi reprezentativen vzorec
(3) Glavni gama sevalci na katere se nanaša LLD so: Mn-54, Fe-59, Co-58, Co-60, Zn-65, Mo-99, Cs-134, Cs-137, Ce-141. Ce-144 je potrebno prav tako meriti, a je LLD $1{,}85\times10^{5}$ Bq/m³. Seznam ne pomeni, da so to edini radionuklidi, ki se lahko pojavijo in jih je prav tako potrebno določiti in poročati. Takšni radionuklidi so npr. Cr-51, Zr-95, Ag-110m, Sb-124, I-131, I-133, I-135, Ba-140
(4) Kompozitni vzorec je vzorec katerega količina je sorazmerna količini izpuščene tekočine in katerega način vzorčenja je tak, da je vzorec reprezentativen
(5) Kontinuiran izpust je izpust tekočih odpadkov, ki nima določene prostornine, doteka kontinuirano npr. iz sistema med izpustom
(6) Da so količine in koncentracije v vzorcu reprezentativne količinam in koncentracijam v izpustu, morajo biti vzorci zbirano kontinuirano v sorazmerju s pretokom pare. Pred analizo je potrebno vse odvzete vzorce premešati, da je kompozitni vzorec reprezentativen izpustu.

Tabela 146: Program meritev plinskih emisij (vir: /7/)

Vrsta izpusta	Pogostost vzorčenja	Najmanjša pogostost analiz	Vrsta analiz	LLD(1) (Bq/m^3)
1. Tank za razpad plinov	P Posamezni tank Enkratni vzorec	P Posamezni tank	Glavni gama sevalci(2)	$3,7x10^6$
2. Zadrževalni hram	P; W Enkratni vzorec vsak izpust in razbremenitev(3)	P; W(3) Enkratni vzorec vsak izpust in razbremenitev(3	Žlahtni plini Glavni gama sevalci(2)	$3,7x10^6$
3.a Izpust iz ventilacijskega kanala(6) (vključno FHB in AB)	W(3)(4)	W(3)	Glavni gama sevalci(2)	$3,7x10^6$
	Kontinuirano(3) ali minimalno W	W(3) Spektrometrija žlahtnih plinov	Glavni gama sevalci(2)	$3,7x10^4$
	Kontinuirano Kontinuirano	M M	H-3 (oksid) C-14	$3,7x10^3$ $3,7x10^1$
3.b Izpust iz ventilacijskega kanala zgradbe za ravnanje z gorivom (FHB)	M(5)	M	Glavni gama sevalci(2)	$3,7x10^6$
3.c Izpust skozi ejektor kondenzata(6)	W Enkratni vzorec	W	Glavni gama sevalci(2)	$3,7x10^6$
4.a Ventilacijski kanal (plant vent)(6) 4.b Zgradba za ravnanje z gorivom (FHB) 4.c Pomožna zgradba (AB) 4.d. Skladišče RAO 4.e Zgradba za dekontaminacijo (6)	Kontinuirano	W(7) Vzorčenje oglenih filtrov	I-131	0,037
	Kontinuirano	W(7) Vzorčenje partikulatov	Glavni gama sevalci(2)	0,37
5.a Ventilacijski kanal (plant vent)(6) 5.b Zgradba za dekontaminacijo (6)	Kontinuirano	M Kompozit, vzorčenje partikulatov	Skupna alfa aktivnost	0,37
	Kontinuirano	Q Kompozit, vzorčenje partikulatov	Sr-89, Sr-90	0,37
Zadrževalni hram	Kontinuirano	P, W Ogleni filter	I-131	0,037
		P vsak izpust W, vzorčenje partikulatov	Glavni gama sevalci(2)	0,37

Opomba: pogostosti vzorčenja: S-vsaj enkrat na 12 ur, P-pred vsakim izpustom, W-tedensko, M-mesečno, Q-četrtletno

(1) LLD – spodnja meja detekcije
(2) Glavni gama sevalci na katere se nanaša LLD so: Kr-87. Kr-88, Xe-133, Xe-133m, Xe-135 in Xe-138 pri izpustu žlahtnih plinov in Mn-54, Fe-59, Co-58, Co-60, Zn-65, Mo-99, I-131, Cs-134, Cs-137, Ce-141 in Ce-144 pri izpustu jodov in partikulatov. Seznam ne pomeni, da so to edini radionuklidi, ki se lahko pojavijo in jih je prav tako potrebno določiti in poročati.
(3) Vzorčenje in analize je potrebno izvesti tudi po prisilni zaustavitvi, zagonu ali spremembi toplotne moči, če je sprememba večja od 15% nazivne toplotne moči v eni uri
(4) Enkratne vzorce H-3 iz ventilacijskega sistema je potrebno vzorčiti vsaj enkrat v 24 urah, kadar je kanal za menjavo goriva napolnjen z vodo ali med prezračevanjem zadrževalnega hrama (purge)

(5) Enkratne vzorce je potrebno vzorčiti najmanj enkrat v 7 dneh iz ventilacijskega izpuha bazena za izrabljeno gorivo, kadar je izrabljeno gorivo v bazenu
(6) Razmerje med tokom zraka, ki se vzorčuje, in tokom zraka, ki je vzorčen, je treba poznati za vsa obdobja, ko se računajo doze ali hitrosti doze

Vzorce je treba menjati najmanj enkrat v 7-ih dneh in analizirati v največ 48-ih urah po menjavi ali odstranitvi iz vzorčevalnika. Vzorčenje je potrebno izvesti tudi najmanj enkrat v 24-ih urah v najmanj 7-ih dneh po vsaki zaustavitvi, zagonu ali spremembi toplotne moči, če je sprememba večja od 15 % nazivne toplotne moči v eni uri. Analizo vzorcev je treba narediti v največ 48-ih urah po vzorčenju. Če se vzorce zbira 24 ur in nato analizira, je lahko LLD večja za faktor 10. Ta zahteva se ne uporablja če: (1) analize pokažejo, da se ekvivalentna koncentracija doza I-131 v reaktorskem hladilu ni povečala za več kot faktor 3 in (2) monitorji za žlahtne pline kažejo, da se aktivnost v efluentih ni povečala za več kot faktor 3.

Obenem se v okolici NEK izvaja obsežen monitoring radioaktivnosti imisij. Spremlja se vse prenosne poti, po katerih lahko človek prejme dozo:

- reka Sava (voda, sedimenti in vodna biota);
- vodovodi in vrtine;
- črpališča in zajetja;
- padavine in usedi;
- zrak;
- zunanje sevanje;
- zemlja;
- hrana – mleko, sadje, povrtnine in poljščine.

Natančen program z lokacijami vzorčenja, pogostostjo vzorčenja in zahtevnimi vrstami analiz je opisan v tabeli 3.12.-1 v RETS. V tabeli (Tabela 147) navajamo program meritev iz obstoječe tabele v RETS in dodatne meritve, ki bodo vključene v novo revizijo RETS (zahtevek za spremembo 21-2, rev. 02, RETS Change package: Posodobitev RETS z veljavno zakonodajo in uskladitev z dejanskim stanjem vzorčenja z dne 31. 08. 2021).

Tabela 147: Program monitoringa radioaktivnosti v okolici NEK - imisije

1. VODA, REKA SAVA

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
Izotopska analiza s spektrometrijo gama	1. Krško – 4 km protitočno od NEK	- voda + suspendirana snov - filtrski ostanek	sestavljen vzorec, zvezno zbiran 31 dni	1 x na 92 dni	4
				1 x na 92 dni	4
	2. nad jezom HE Brežice, 7,2 km sotočno od NEK*			1 x na 31 dni	12
				1 x na 31 dni	12
	3. Brežice - 7,8 km sotočno od NEK			1 x na 31 dni	12
				1 x na 31 dni	12
	4. Jesenice na Dol., 17,5 km sotočno od NEK			1 x na 31 dni	12
				1 x na 31 dni	12
Tritij (H-3), specifična analiza s scint. spektr.	1. Krško	vodni destilat	sestavljen vzorec, zvezno zbiran 31 dni	1 x na 31 dni	12
	2. nad jezom HE Brežice*			1 x na 31 dni	12
	3. Brežice			1 x na 31 dni	12
	4. Jesenice na Dol.			1 x na 31 dni	12
Stroncij Sr-90/Sr-89, specifična analiza (radiokemična izolacija Sr-90/Sr-89, detekcija s proporc. števcem)	1. Krško	- voda + suspendirana snov - filtrski ostanek	sestavljen vzorec, zvezno zbiran 31 dni	1 x na 92 dni	4
				1 x na 92 dni	4
	2. nad jezom HE Brežice*			1 x na 31 dni	12
				1 x na 92 dni	4
	3. Brežice			1 x na 31 dni	12
				1 x na 92 dni	4
	4. Jesenice na Dolenjskem			1 x na 31 dni	12
				1 x na 92 dni	4

* Meritve iz programa Obratovalnega monitoringa radioaktivnosti v okolici NEK zaradi HE Brežice so se začele izvajati julija 2017.

2. REKA SAVA – VODA, SEDIMENTI, VODNA BIOTA

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
Izotopska analiza s spektrometrijo gama	1. Obala 0,5 km protitočno od NEK, levi breg	enkratni vzorci: - voda + suspendirana snov - sedimenti, - ribe	1 x na 92 dni	1 x na 92 dni	12
	2. Obala pri Brežicah, 4-7,8 km, sotočno od NEK, levi breg	enkratni vzorci: - voda + suspendirana snov - sedimenti, - ribe	1 x na 92 dni	1 x na 92 dni	12
	3. nad jezom HE Brežice, 7,2 km sotočno od NEK	enkratni vzorci: - voda + suspendirana snov - sedimenti, - ribe	1 x na 92 dni	1 x na 92 dni	12
	4. Obala pri Jesenicah, 17,5 km sotočno od NEK, desni breg	enkratni vzorci: - voda + suspendirana snov - sedimenti, - ribe	1 x na 92 dni	1 x na 92 dni	12
	5. 2 vzorca na obeh bregovih akumulacije med rečnima profiloma 120 in 121	enkratni vzorec: voda	1 x na 31 dni	1 x na 31 dni	24
		enkratni vzorec: sedimenti	1 x na 31 dni	1 x na 31 dni	24
	6. Nadomestni habitat NH1	enkratni vzorec: voda	1 x na 92 dni	1 x na 92 dni	4
	7. Akumulacija HE Brežice	ribe	1 x na 182 dni	1 x na 182 dni	2
	8. Podsused	enkratni vzorec: sedimenti ribe (2 vzorca)	1 x na 92 dni 1 x na 182	1 x na 92 dni 1 x na 182 dni	4 2
Stroncij Sr-90/Sr-89, specifična analiza	1. Obala 0,5 km protitočno od NEK, levi breg	enkratni vzorci: - voda + suspendirana snov - sedimenti, - ribe	1 x na 92 dni	1 x na 92 dni	12
	2. Obala pri Brežicah, 4-7,8 km, sotočno od NEK, levi breg				12
	3. nad jezom HE Brežice, 7,2 km sotočno od NEK				12
	4. Obala pri Jesenicah, 17,5 km sotočno od NEK, desni breg				12

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
Stroncij Sr-90/Sr-89, specifična analiza	5. 2 vzorca na obeh bregovih akumulacije med rečnima profiloma 120 in 121	enkratni vzorec: voda	1 x na 31 dni	1 x na 31 dni	24
		enkratni vzorec: sedimenti	1 x na 31 dni	1 x na 31 dni	24
	6. Nadomestni habitat NH1	enkratni vzorec: voda	1 x na 92 dni	1 x na 92 dni	4
	7. Akumulacija HE Brežice	ribe	1 x na 182 dni	1 x na 182 dni	2
	8. Podsused	enkratni vzorec: sedimenti	1 x na 92 dni	1 x na 92 dni	4
Tritij (H-3), specifična analiza s scint. spektr.	1. Obala 0,5 km protitočno od NEK, levi breg	vodni destilat	1 x na 92 dni	1 x na 92 dni	4
	2. Obala pri Brežicah, 4-7,8 km, sotočno od NEK, levi breg		1 x na 92 dni	1 x na 92 dni	4
	3. nad jezom HE Brežice, 7,2 km sotočno od NEK		1 x na 92 dni	1 x na 92 dni	4
	4. Obala pri Jesenicah, 17,5 km sotočno od NEK, desni breg		1 x na 92 dni	1 x na 92 dni	4
	5. 2 vzorca na obeh bregovih akumulacije med rečnima profiloma 120 in 121		1 x na 31 dni	1 x na 31 dni	24
	6. Nadomestni habitat NH1		1 x na 92 dni	1 x na 92 dni	4
	7. Podsused [42]		1 x na 182 dni	1 x na 182 dni	2
C-14	5. 2 vzorca na obeh bregovih akumulacije med rečnima profiloma 120 in 121	enkratni vzorec: voda + suspendirana snov	1 x na 92 dni	1 x na 92 dni	8
	7. Akumulacija HE Brežice	enkratni vzorec: ribe	1 x na 182 dni	1 x na 182 dni	2

Opomba: Spektrometrija gama in analiza stroncija v vodi in v čvrstih vzorcih.
Podsused je lokacija na Hrvaškem, kjer se analizira tudi H-3 v vodi.

* Meritve iz programa Obratovalnega monitoringa radioaktivnosti v okolici NEK zaradi HE Brežice so se začele izvajati julija 2017.

3. VODOVODI, VRTINE

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
Izotopska analiza s spektrometrijo gama	1. Krško (vodovod)	posamezen vzorec	1 x na 92 dni	1 x na 92 dni	4
	2. Brežice (vodovod)				4
	3. Znotraj ograje NEK, vrtina 0071				4
	4.Vrtina Medsave (RH)[42]	Enkratni vzorci vode	1 x na 31 dni	1 x na 31 dni	12
	5.Vrtina Šibice (RH)[42]		1 x na 31 dni	1 x na 31 dni	12
Stroncij Sr-90/Sr-89, specifična analiza	1. Krško (vodovod)	posamezen vzorec	1 x na 92 dni	1 x na 92 dni	4
	2. Brežice (vodovod)				4
	3. Znotraj ograje NEK, vrtina 0071				4
	4.Vrtina Medsave (RH)[42]	Enkratni vzorci vode	1 x na 31 dni	1 x na 31 dni	12
	5.Vrtina Šibice (RH)[42]		1 x na 31 dni	1 x na 31 dni	12
Tritij (H-3), specifična analiza s scintilacijskim spektrometrom	1. Krško (vodovod)	posamezen vzorec	1 x na 92 dni	1 x na 92 dni	4
	2. Brežice (vodovod)		1 x na 92 dni	1 x na 92 dni	4
	3. Znotraj ograje NEK, vrtina 0071		1 x na 92 dni	1 x na 92 dni	4
	4. Podtalnica v bližini NEK na levem bregu Save (VOP-4)		1 x na 31 dni	1 x na 31 dni	12
	5. vrtina VOP-1/06 (ARAO)		1 x na 31 dni	1 x na 31 dni	12
	6. vrtina V-7/77 (NEK)		1 x na 31 dni	1 x na 31 dni	12
	7. vrtina V-12/77 (NEK)		1 x na 31 dni	1 x na 31 dni	12
	8.Vrtina Medsave (RH)[42]	Enkratni vzorci vode	1 x na 31 dni	1 x na 31 dni	12
	9.Vrtina Šibice (RH)[42]		1 x na 31 dni	1 x na 31 dni	12

4. ČRPALIŠČA, ZAJETJA

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
Izotopska analiza s spektrometrijo gama	1. Črpališče vod. Krško - Rore 2. Črpališče vod. Krško - Brege 3. Zajetje Dolenja vas 4. Črpališče vod. Brežice VT1 5. Črpališče vod. Brežice 481 6. Črpališče Petruševac (RH) [42]	sestavljeni vzorci vode	1-krat na dan	1-krat na 31 dni	6 × 12
Tritij (H-3), specifična analiza s scintilacijskim spektrometrom			1-krat na dan	1-krat na 31 dni	6 × 12
Stroncij Sr-90/Sr-89, specifična analiza			1-krat na dan	1-krat na 31 dni	6 × 12
			1-krat na dan	1-krat na 31 dni	6 × 12

Pripomba: V Brežicah se vzorčujejo zgolj aktivna črpališča, ki napajajo vodovodno omrežje.

5. PADAVINE IN USEDI

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
Izotopska analiza s spektrometrijo gama	1. Stara vas 2. Brege 3. Dobova	sestavljen vzorec, kontinuirano zbiranje 31 dni	1-krat na 31 dni	1-krat na 31 dni	3 × 12
Tritij (H-3), specifična analiza s scintilacijskim spektrometrom					3 × 12
Stroncij Sr-90/Sr-89, specifična analiza					3 × 12

ZR = zračna razdalja

6. USEDI – VAZELINSKE PLOŠČE

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
Izotopska analiza s spektrometrijo gama	7 vzorčevalnih mest pri črpalkah za jod in sadovnjak ob NEK, 3 skupine lokacij	sestavljeni mesečni vzorec iz 3 skupin lokacij oziroma celomesečni vzorec iz posamezne lokacije pri povišanih vrednostih	kontinuirano zbiranje vzorca 31 dni	1-krat na 31 dni	3 × 12

7. ZRAK

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
Meritev I-131 (spektrometrija gama)	1. Sp. Stari Grad *ZR* = 1,8 km, 4C1 2. Stara vas *ZR* = 1,8 km, 16C 3. Leskovec *ZR* = 3 km, 13D 4. Brege *ZR* = 2,3 km, 10C 5. Vihre *ZR* = 2 km, 8D 6. Gornji Lenart *ZR* = 5,9 km, 6E 7. Spodnja Libna *ZR* = 1,3 km, 2B	kontinuirano črpanje skozi filter iz steklenih vlaken in skozi oglen filter (15 dni)	1-krat na 15 dni	1-krat na 15 dni	7 × 24
Stroncij Sr-90/Sr-89, specifična analiza	1. Libna ali Stara vas *ZR = 1,4 km oz. 1,8 km*	ostanek na filtru kontinuirno črpanje skozi aerosolni filter	1-krat na 92 dni	1-krat na 92 dni	4
Izotopska analiza partikulatov in aerosolov s spektrometrijo gama	1. Sp. Stari Grad *ZR* = 1,8 km, 4C1 2. Stara vas *ZR* = 1,8 km, 16C 3. Leskovec *ZR* = 3 km, 13D 4. Brege *ZR* = 2,3 km, 10C 5. Vihre *ZR* = 2 km, 8D 6. Gornji Lenart *ZR* = 5,9 km, 6E 7. Spodnja Libna *ZR* = 1,3 km, 2B 8. Dobova *ZR* = 12,0 km, 6F	kontinuirano črpanje skozi aerosolni filter (menjava filtra glede na zamašitev oziroma na 31 dni)	1-krat na 31 dni	1-krat na 31 dni	8 × 12
C-14 v CO_2 v zraku	2 lokaciji znotraj ograje NEK	CO_2 absorbiran na NaOH kot Na_2CO_3	1-krat na 2 meseca	1-krat na 2 meseca	2 × 6

8. DOZA IN HITROST DOZE ZUNANJEGA SEVANJA

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITEV	LETNO ŠT. MERITEV
Doza z okoljskimi pasivnimi dozimetri v pasu okoli elektrarne	67 merilnih točk v Sloveniji, od tega 57 merilnih točk, razporejenih v krogih v pasu od 1,5–10 km okoli elektrarne, 9 merilnih točk na ograji NEK – skupaj 66 merilnih točk v okolici NEK in 1 merilna točka v Ljubljani; 10 na Hrvaškem[42]	TL-dozimeter, najmanj 2 na merilno mesto	1-krat na 182 dni	1-krat na 182 dni	134 v Sloveniji 20 na Hrvaškem
Meritev hitrosti doze sevanja gama	najmanj 10 merilnih mest, ki obkrožajo lokacijo NEK	omrežje z avtomatskim delovanjem		stalna meritev	stalni nadzor

Opomba: NEK izvaja meritve doze z OSL-dozimetri na šestih mestih na ograji objekta. Na istih mestih se z nevtronskimi dozimetri meri tudi nevtronska doza.

9. ZEMLJA

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
Izotopska analiza s spektrometrijo gama	1. Amerika, *ZR* = 3,2 km, poplavno področje, rjava naplavina 2. Trnje (Kusova Vrbina), *ZR* = 8,5 km, poplavno področje, borovina 3. Gmajnice (Vihre) *ZR* = 2,6 km, poplavno področje, rjava naplavina	enkratni vzorec zemlje iz 4 globin 0–5 cm, 5–10 cm, 10–15 cm, 15–30 cm enkratni vzorci: naplavine, pašnik ali obdelovalna zemlja	1-krat v 6 mesecih	1-krat v 6 mesecih	2 × (3 × 4)
Stroncij Sr-90/Sr-89, specifična analiza (radiokemična izolacija Sr-90/Sr-89, detekcija s proporcionalnim števcem)					2 × (3 × 4)

[42] Merilna mesta so v Republiki Hrvaški.

10. HRANA – MLEKO

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
Izotopska analiza s spektrometrijo gama	1. Pesje 2. Drnovo 3. Skopice	enkratni vzorec vsakih 31 dni	1-krat na 31 dni	1-krat na 31 dni	3 × 12
Stroncij Sr-90/Sr-89, specifična analiza		enkratni vzorec vsakih 31 dni			3 × 12
I-131, specifična analiza		enkratni vzorec vsakih 31 dni med pašo – 8 mesecev			3 × 8

11. HRANA – SADJE

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
Izotopska analiza s spektrometrijo gama	izbrani kraji na Krško-Brežiškem polju in sicer sadovnjak pri NEK, Sremič, Leskovec	enkratni sezonski vzorci raznega sadja: jabolka, hruške, ribez, jagode, vino	1-krat na 365 dni	1-krat na 365 dni	10
Stroncij Sr-90/Sr-89, specifična analiza					10

12. HRANA – POVRTNINE, POLJŠČINE

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
Izotopska analiza s spektrometrijo gama	izbrani kraji na Krško-Brežiškem polju: Brege, Žadovinek, Vrbina, Sp. Stari Grad, Trnje	enkratni sezonski vzorci širokolistnatih povrtnin in poljščin: solata, zelje, korenje, krompir, paradižnik, peteršilj, fižol, čebula, pšenica, ječmen, koruza, hmelj	1-krat na 365 dni	1-krat na 365 dni	20
Stroncij Sr-90/Sr-89, specifična analiza					20

13. HRANA – MESO, PERUTNINA, JAJCA

VRSTA IN OPIS MERITEV	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
Izotopska analiza s spektrometrijo gama	izbrani kraji na Krško-Brežiškem polju:	enkratni vzorci raznega mesa in jajc	1-krat na 365 dni	1-krat na 365 dni	6
Stroncij Sr-90/Sr-89, specifična analiza	Žadovinek, Vrbina, Spodnji Stari Grad, Pesje				6

14. HRANA – MERITVE C-14

VRSTA IN OPIS MERITEV	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
Ogljik C-14	izbrani kraji na Krško-Brežiškem polju, in sicer sadovnjak pri NEK, Vrbina, Žadovinek, Brege, Spodnji Stari Grad, Dobova* (do 17 lokacij)	Sezonski vzorci – povrtnine, poljščine in razno sadje	2 x na 365 dni	2-krat na 365 dni	35

*Dobova je referenčno mesto vzorčenja

Meritve imisij izvajajo pooblaščeni izvajalci monitoringa v okolju v skladu s Pravilnikom o monitoringu radioaktivnosti (UL RS št. 27/18). O nadzoru radioaktivnosti v okolici NEK se vsako leto izdela poročilo v katerem se tudi oceni doze za referenčne skupine prebivalstva. V letu 2020 je bila konzervativno ocenjena letna efektivna doza najbolj izpostavljenega prebivalca manj kot 0,071 µSv.

Že leta največji prispevek k dozi prispeva C-14, vendar pa program monitoringa v Pravilniku o monitoringu radioaktivnosti (UL RS št. 27/18) zahteva le 5 meritev C-14 v vzorcih žit. V preteklih letih, nazadnje v 2019 /144/ je NEK naročila meritve v 34 vzorcih rastlin (zelenjava, sadje), kar sploh omogoča oceno doze. Menimo, da je treba program teh meritev vključiti v redni program monitoringa oziroma dodati v RETS. Ker je H-3 prav tako izotop, katerega emisije v okolje so merljive in prispevajo k dozi, je smiselno v enakih vzorcih, kot se določa C-14, določi tudi H-3 (organsko vezani tricij).

Enkratna evaluacija morebitnega vpliva na okolje ali človeka na osnovi meritev OBT je sestavni del poročanja upravnim organom in je tudi predvidena s strani NEK v letu 2021. V zvezi s tem je že bilo publiciranih več strokovnih del, na primer: »Report on OBT intercomparison from IRB, Ruđer Bošković Institute«, I. Krajcar Bronić delavnice na temo OBT v Romuniji 2019; in »Interlaboratory comparison and OBT measurements in biota in the environment of NPP Krško«, konferenca o meritvah radioaktivnosti 2019 na Češkem, R. Krištof, J. Kožar Logar, A. Sironić, I. Krajcar Bronić.

V Republiki Hrvaški se izvajajo meritve reke Save na lokaciji Podsused in meritve zunanjega sevanja na 10 lokacijah. NEK je v 2018 in 2019 financirala tudi meritve kontinuiranih vzorcev H-3 na črpališču Petruševec, ki je največje črpališče pitne vode za mesto Zagreb. V članku (J. Barešić, J. Parlov, Z. Kovač, A. Sironić: Use of nuclear power plan released tritium as a groundwater tracer, The Mining-Geology-Petroleum Engineering Bulletin, 2020) avtorji ugotavljajo, da je na lokaciji Petruševac povečana vrednost H-3, kar je sicer pričakovano. Glede na to, da gre za največje črpališče za mesto Zagreb, predlagamo, da se lokacija meritev doda v program monitoringa radioaktivnosti oziroma v RETS. Poleg H-3 se naj na lokaciji meri tudi Sr-89/90 in gama sevalce z metodo visokoločljivostne spektrometrije gama.

Iz poročila /71/ Nadzor radioaktivnosti v okolici NEK, Poročilo za leto 2019, Inštitut Jožef Štefan, IJS-DP-12784, marec 2020, izhaja, da se v Republiki Hrvaški izvajajo meritve vzorcev rib z metodo visokoločljivostne spektrometrije gama na lokaciji Podsused in Otok (na vsaki lokaciji 4 vzorci). Prav tako se v republiki Hrvaški meri podtalnica na lokaciji Medsave in Šibice (visokoločljivostna spektrometrija gama, Sr, H-3). Meri se tudi sediment (gama sevalci in Sr-90) na lokaciji Podsused. Omenjene meritve niso navedene v RETS, čeprav se izvajajo že dolga leta in predlagamo, da se meritve sedimentov in rib na lokaciji Podsused navede oziroma vključi v redni program monitoringa.

Monitoring radioaktivnosti emisij spremlja vodno prenosno pot reke Save. Vse vzorčevalne točke so pod jezom NEK, razen točke v bližini papirnice VIPAP VIDEM KRŠKO d.d. Sporadične meritve OBT (organsko vezani H-3) rastlinja na desnem bregu reke Save blizu jezu NEK (nad prelivnimi polji) kažejo na prisotnost povišanih koncentracij aktivnosti OBT. Ni znano, ali je to učinek zračnih ali tekočinskih izpustov iz NEK. Možno je, da ne odteka takoj vsa izpuščena radioaktivnost preko prelivnih polj, pač pa prihaja do zastajanja in celo protitoka površinske vode na desnem bregu. Študija Tritium in organic matter around Krško Nuclear Power Plant /145/ je pokazala, da so koncentracije aktivnosti OBT v rastlinju ob jugozahodni ograji NEK višje kot na drugih lokacijah ob ograji NEK in gre za učinek delovanja NEK po zračni prenosni poti, kjer prevladuje H-3 v obliki molekule HTO, ki je del vodnega ciklusa. Povišane vrednosti so opazili po remontu. Opažanja bi bila lahko razlog za spremembo monitoringa radioaktivnosti. Ker se bo model razširjanja radioaktivnosti po reki Savi obdelal v projektni nalogi »Vpliv HE Brežice na NEK in Poročilo o vplivih na okolje za podaljšanje obratovalne dobe NEK« (Javno naročilo na portalu javnih naročil z dne 16. 2. 2021, številka javnega naročila JN000870//2021-E01), predlagamo, da se ugotovitve iz študije vključi v program monitoringa radioaktivnosti. Po izgradnji HE Mokrice bo treba preveriti program monitoringa radioaktivnosti reke Save.

8.1.5.1 Suho skladišče izrabljenega goriva

Z izgradnjo suhega skladišča izrabljenega goriva (DSB) bo potreben dodaten nadzor zunanjega sevanja. Trenutno NEK izvaja meritev hitrosti doze ionizirajočega sevanja na ograji s šestimi pasivnimi OSL (optično stimulirani luminiscenčni) dozimetri. Po izgradnji DSB bodo pasivni dozimetri nameščeni tudi v skladiščni prostor DSB; v severozahodni in jugozahodni vogal skladiščnega prostora in to tako, da bo zgornji dozimeter nameščen tik pod strešno konstrukcijo, spodnji dozimeter nad višino predelne stene in srednji dozimeter na polovici razdalje po višini med zgornjim in spodnjim dozimetrom. V vsakem vogalu so torej predvideni trije dozimetri oziroma skupaj šest dozimetrov v DSB. Dodatni pasivni dozimetri bodo nameščeni tudi na ograji NEK; eden na najbližjem mestu DSB, nato pa na vsako stran od tega dozimetra še po trije dozimetri v medsebojni razdalji po 10 m. Dozimetre, ki bodo merili dozo nevtronskega in gama sevanja, se bo odčitavalo oziroma menjavalo najmanj enkrat na 6 mesecev. Še pred začetkom gradnje se bo začelo spremljati ničelno stanje s pomočjo obstoječega pasivnega OSL, ki je najbližje DSB. Predlagani obseg monitoringa bo možno po določenem času izvajanja meritev spremeniti.

Glede na opravljene izračune skupna letna efektivna doza zaradi zunanjega sevanja (zaradi delovanja suhega skladišča in ostalih dejavnosti NEK) na ograji ne bo presegala mejne vrednosti 200 µSv.

V času izvajanja premeščanja izrabljenega goriva iz FHB v DSB se na poti premeščanja vzpostavi začasno nadzorovano območje in izvaja meritve sevalnih parametrov.

8.1.5.2 Monitoring radioaktivnosti po izgradnji HE Brežice

Od julija 2017 NEK izvaja dodatni monitoring radioaktivnosti reke Save zaradi izgradnje in obratovanja HE Brežice. Radioaktivnost se poleg običajnih vzorčevalnih lokacij meri dodatno na obeh straneh akumulacijskega jezera, na jezu HE Brežice, v nadomestnem habitatu in dodatnih vrtinah. Z zajezitvijo reke Save se je spremenil tok in razširjanje radioaktivnosti v reki Savi, kar je že pokazal tudi dodatni nadzor. Seveda se tekoči radioaktivni izpusti iz NEK niso povečali. Trenutno se uporablja model iz študije Izpostavitve referenčne skupine prebivalcev sevanju zaradi tekočinskih izpustov NE Krško v reko Savo /146/. Kot omenjeno, je v izvedbi študija »Vpliv HE Brežice na NEK in Poročilo o vplivih na okolje za

podaljšanje obratovalne dobe NEK«. Rezultati omenjenega projekta bodo pokazali, ali je treba spremeniti programe monitoringa radioaktivnosti v reki Savi.

9. OBMOČJE, NA KATEREM POSEG POVZROČA OBREMENITVE OKOLJA, KI LAHKO VPLIVAJO NA ZDRAVJE ALI PREMOŽENJE LJUDI

9.1 IZHODIŠČA IN METODE ZA DOLOČITEV OBMOČJA

V skladu s 15. členom Uredbe o vsebini poročila o vplivih nameravanega posega na okolje in načinu njegove priprave (UL RS, št. 36/09, 40/17) je treba v poglavju, ki se nanaša na določitev območja, na katerem poseg povzroča obremenitve okolja, ki lahko vplivajo na zdravje in premoženje ljudi, določiti območje, tako da se upošteva pričakovana obremenitev okolja kot posledica vplivov posega na okolje, zlasti zaradi:

- emisije snovi v zrak, vključno z vonjavami,
- emisije snovi v vode,
- nastajanja odpadkov in ravnanja z njimi,
- uporabe nevarnih snovi in z njo povezanih tveganj,
- obremenjevanja okolja s hrupom ali vibracijami,
- obremenjevanja okolja z elektromagnetnim ali ionizirajočim sevanjem ali
- svetlobnega onesnaževanja okolja.

Uredba še določa, da se območje iz prejšnjega odstavka določi v okviru pravil stroke, katere predmet je ocenjevanje vplivov na okolje.

9.2 OBMOČJE V ČASU OBRATOVANJA

Območje, na katerem poseg povzroča obremenitve okolja, ki lahko vplivajo na zdravje in premoženje ljudi v času obratovanja, je določeno za obstoječi poseg po izvedeni spremembi, saj gre za prostorsko povezana posega. Pri določitvi območja smo izhajali iz ugotovitev iz tega poročila glede pričakovanih obremenitev obstoječega posega po spremembi (celotni vpliv), z upoštevanjem vseh v poročilu obravnavanih dejavnikov.

Območje v času obratovanja je določeno kot območje znotraj ograje NEK, ki obsega zemljišče s parcelno številko:

1197/44 k. o. (1321) Leskovec.

Grafični prikaz območja v času obratovanja je v **Prilogi 3**.

Uredba določa, da morajo biti območja vplivov na vse okoljske dejavnike grafično prikazana, narejen mora biti tudi zbirni grafični prikaz vseh vplivov, narisani, oštevilčeni in pojasnjeni pa morajo biti tudi ukrepi za zmanjšanje vplivov na okolje. V zvezi s tem pojasnjujemo, da je grafični prikaz izdelan kot zbirni prikaz vseh vplivov, saj gre za območje energetskega objekta, na območju potekajo tehnološki postopki, ki zahtevajo ustrezno usposobljenost delavcev, v vseh objektih na območju NEK pa je prisotna tudi strojna, elektro in druga oprema, ki ob nepravilni uporabi in vzdrževanju lahko predstavlja nevarnost za zdravje ljudi. Dodatnih ukrepov, ki s v tem poročilu določeni za čas obratovanja, grafično ni mogoče prikazati, zato v grafični prikaz niso vključeni.

9.3 OBMOČJE V PRIMERU OPUSTITVE POSEGA

Območja, na katerem poseg povzroča obremenitve okolja, ki lahko vplivajo na zdravje in premoženje ljudi, za primer opustitve posega ne določamo oziroma je enako območju med obratovanjem, ob upoštevanju vseh s predpisi določenih in v tem poročilu dodatno predpisanih ukrepov.

9.4 POMEMBEN VPLIV NA OBMOČJU SOSEDNJIH DRŽAV

Območje v času obratovanja NEK, na katerem poseg povzroča obremenitve okolja, ki lahko vplivajo na zdravje ali premoženje ljudi, je **omejeno** na zemljišče s parcelno številko 1197/44 k. o. (1321) Leskovec. Območje vpliva je določeno na podlagi posledice vplivov posega na okolje, ki so obravnavani v poglavjih od 5.2 do 5.19.

Na podlagi navedenega zaključujemo, da predvideni poseg pri **normalnem obratovanju** ne bo imel čezmejnih vplivov na dejavnike, obravnavane v tem poročilu, ki bi izhajali iz posameznih vplivov ali njihovih medsebojnih učinkov, saj je **najbližja** državna meja 10 km oddaljena meja z Republiko Hrvaško.

10. POLJUDNI POVZETEK VSEBINE POROČILA

Podatki o nosilcu posega:

Nosilec posega, Nuklearna elektrarna Krško, d.o.o. obratuje na podlagi obratovalnega dovoljenja, ki je neposredno povezano z varnostnim poročilom NEK (angl. USAR – Updated Safety Analyses Report;/3/) in vsebuje vse pogoje in omejitve za varno obratovanje elektrarne. NEK ima veljavno, časovno neomejeno obratovalno dovoljenje (/4/) in je tehnično zmožna obratovati do leta 2043, pod pogojem, da v skladu z veljavno zakonodajo vsakih 10 let opravi obdobni varnostni pregled (angl. PSR – Periodic Safety Review; v slovenski zakonodaji občasni varnostni pregled). Obveza NEK je zagotavljanje vseh vidikov varnosti delovanja elektrarne.

NEK d.o.o. je opremljena z Westinghousovim lahkovodnim tlačnim reaktorjem toplotne moči 1994 MW. Njena moč na pragu je 696 MW. Elektrarna je priključena na 400 kV omrežje za napajanje potrošnih središč v Sloveniji in Hrvaški. Letno proizvede nad pet milijard kWh električne energije, kar predstavlja približno 38 % skupne proizvedene električne energije v Sloveniji, od tega jo polovico izvozi v Republiko Hrvaško /40/.

Vrsta in glavne značilnosti posega:

Upravljavec NEK namerava podaljšati obratovalno dobo NEK s 40 na 60 leti in sicer od leta 2023 do leta 2043.

S podaljšanjem obratovalne dobe NEK se spreminja obdobje obratovanja naprave, tako da se obratovanje podaljša za 20 let, s 40 na 60 let. Pri tem se:

- **ne spreminjata** položaj ali lega NEK v prostoru;
- **ne spreminjajo** dimenzije in zasnova NEK s tehnologijo;
- **ne spreminjata** proizvodna zmogljivost NEK in način obratovanja.

Obseg nameravanega posega je nadaljnje obratovanje NEK z obstoječimi obratovalnimi karakteristikami po letu 2023 in ne predvideva gradnje novih objektov ali naprav, ki bi spreminjali fizične lastnosti NEK.

Za podaljšanje obratovalne dobe niso potrebni novi posegi. Objekt za suho skladiščenje izrabljenega goriva (funkcionalna povezanost), ki ima pridobljeno gradbeno dovoljenje in je bila zanj izvedena tudi presoja vplivov na okolje, je v gradnji in bo končan v prvi polovici leta 2023. Objekt suhega skladišča bo že obratoval ob pričetku podaljšanega obratovanja NEK v letu 2023, vplivi suhega skladiščenja na okolje, pa so obravnavani v tem poročilu, kot vpliv posega (glej poglavje 5.1).

Za podaljšanje obratovalne dobe ni bilo izvedenih drugih posegov. Nadgradnje varnosti, ki niso del presoje, so bile izvedene ne glede na podaljšanje obratovalne dobe NEK, na podlagi nacionalnega post-fukušimskega akcijskega načrta po EU stresnih testih.

NEK je v preteklosti že izvedla vse potrebne analize in varnostne posodobitve in zanje pridobila vsa potrebna dovoljenja in soglasja Uprave RS za jedrsko varnost. NEK je tako zamenjala že vso ključno opremo za nadaljnjo nemoteno varno, zanesljivo in okoljsko skladno proizvodnjo električne energije. Z naštetimi dejanji so že vzpostavljeni vsi potrebni tehnični predpogoji za podaljšanje obratovalne dobe.

NEK bo do konca podaljšane obratovalne dobe NEK s 40 na 60 let do leta 2043 delovala kot doslej, to je varno in skladno z omejitvami emisij v okolje. Varnostna kultura, usposobljenost zaposlenih in njihova odgovornost, kot glavni del organizacijskega in poslovnega ustroja NEK, bodo še naprej vodilo in zagotovilo nadaljnjega varnega in za okolje čim manj obremenjujočega obratovanja NEK. Tako kot doslej bodo redno in pravočasno uvajali potrebne varnostne in druge izboljšave.

NEK bo redno vzdrževala vse tehnološke sisteme, še posebej varnostne, in jih redno posodabljala v skladu z obratovalnimi izkušnjami doma in v svetu.

S celovito nadgradnjo varnostnih sistemov v skladu z jedrsko zakonodajo Republike Slovenije so bila bistveno zmanjšana vsa tveganja v zvezi z obratovanjem NEK.

S podaljšanjem obratovalne dobe NEK s 40 na 60 let do leta 2043 se ne spreminja obstoječe okoljevarstveno dovoljenje NEK /49/. Prav tako se ne spreminjajo obstoječa vodna dovoljenja NEK /50/, /163/,/276/.

Za obratovanje NEK je ključni dokument obratovalno dovoljenje, ki je neposredno povezano z varnostnim poročilom NEK (USAR – Updated Safety Analyses Report) in vsebuje pogoje in omejitve za varno obratovanje elektrarne.

NEK obratuje skladno z odločbo – soglasjem za začetek obratovanja NEK, Odločba Republiškega energetskega inšpektorata št. 31-04/83-5 z dne 6. 2. 1984, s spremembo dovoljenja za obratovanje NEK, Odločba URSJV št. 3570-8/2012/5 z dne 22. 4. 2013, in NPP Krško Updated Safety Analyses Report (USAR).

NEK - obstoječa in po podaljšanju obratovalne dobe - se ne uvršča med dejavnosti in naprave, ki lahko povzročajo onesnaževanje okolja večjega obsega, po Uredbi o vrsti dejavnosti in naprav, ki lahko povzročajo onesnaževanje okolja večjega obsega (UL RS, št. 57/15).

NEK - obstoječa in po podaljšanju obratovalne dobe - se ne uvršča med obrate manjšega ali večjega tveganja za okolje po Uredbi o preprečevanju večjih nesreč in zmanjševanju njihovih posledic (UL RS, št. 22/16).

Alternativne rešitve in razlogi za izbor predložene rešitve:

Energetske, sistemske, okoljevarstvene in ekonomske raziskave so pokazale, da je izvedba podaljšanja obratovalne dobe NEK med vsemi tehnologijami, ki so primerne za pasovno proizvodnjo in bodo do leta 2023 predvidoma zrele za komercialno uporabo, najugodnejša alternativa.

Njene prednosti so zlasti velike glede:

- prevzemanja vloge podporne točke 400 kV omrežja v normalnem obratovanju in ob motnjah,
- pozitivnega vpliva na obvladovanje mednarodnih obveznosti RS glede emisij CO_2, saj sama povzroča minimalne emisije CO_2, nadomestne tehnologije na fosilno gorivo pa bi RS močno oddaljile od izpolnjevanja zahtev kjotskega protokola,
- rabe prostora, saj ne zahteva novih posegov v prostor in
- ekonomike poslovanja, saj ima veliko nižje stroške delovanja kot katerakoli od alternativnih tehnologij, pa tudi od nabave nadomestne energije na trgu.

V primeru, da se podaljšanje obratovalne dobe NEK ne izvede, bo ogrožena energetska neodvisnost Republike Slovenije. Primanjkljaj energije bo treba proizvesti iz drugih virov ali zakupiti električno energijo iz drugih držav. Posledice bodo ekonomske, politične in okoljske.

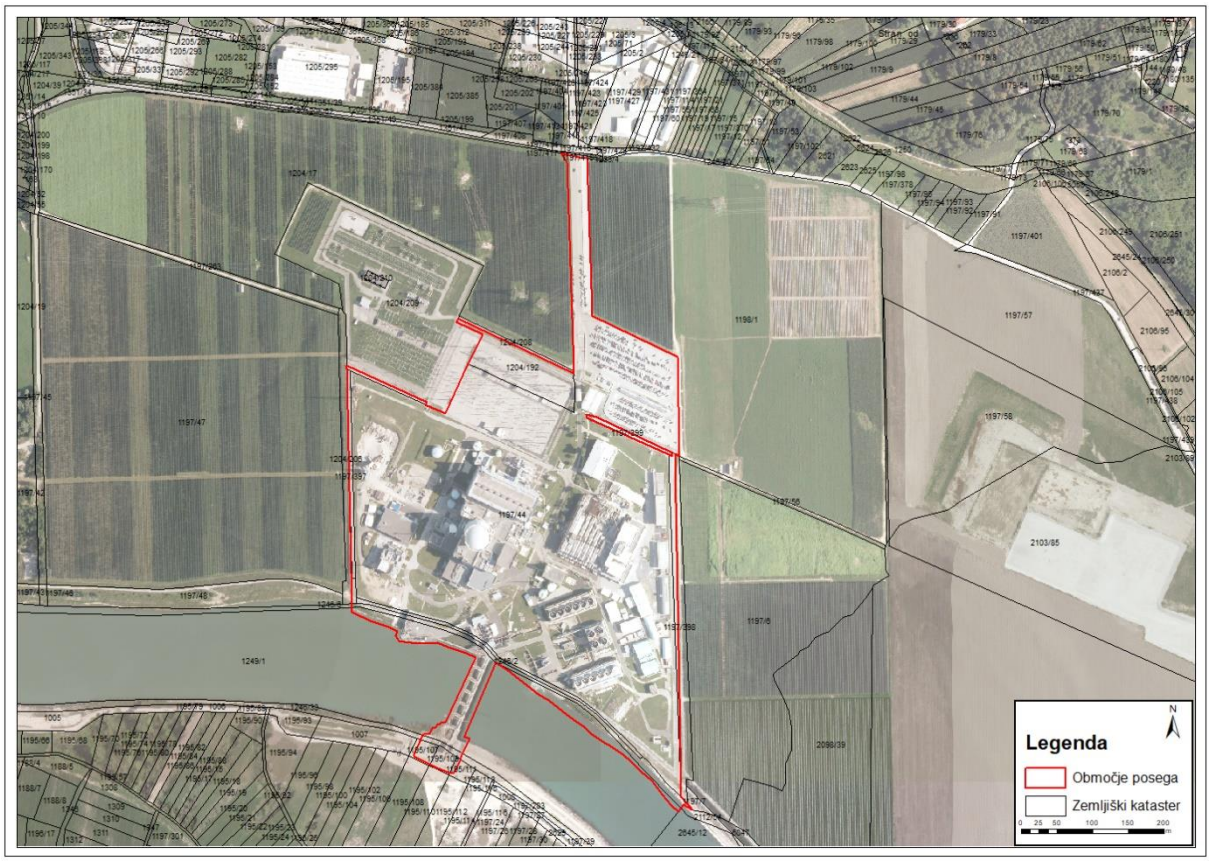
Posledice ničelne variante so dodatno opisane v študiji Podaljšanje obratovalne dobe (POD) NEK z energetskega, sistemskega, ekonomskega in ekološkega vidika, EIMV, Ljubljana, julij 2021 /243/.

Obstoječe stanje okolja, v katerega se poseg umešča:

Lokacija posega se nahaja v občini Krško, v južnem delu naselja Vrbina, na naslovu Vrbina 12, Krško. Gre za območje dolgoletne energetske rabe na levem bregu reke Save. Nahaja se jugozahodno od mesta Krško. Lokacija posega se po veljavnem prostorskem aktu nahaja na območju stavbnih zemljišč z namensko rabo **E** – energetska infrastruktura, v enoti urejanja prostora (EUP) **KRŠ 025**.

Najbližja stanovanjska območja se nahajajo severovzhodno (objekti v Spodnjem Starem Gradu), v oddaljenosti ca. 500 m, severno (objekti v Spodnji Libni) v oddaljenosti ca. 550 m in ca. 1,4 km zahodno (Žadovinek) od lokacije nameravanega posega.

Do elektrarne vodi industrijska cesta, ki je priključena na regionalno cesto R1 Krško – Spodnja Pohanca. Elektrarna ima tudi industrijski tir, ki jo povezuje z železniško postajo v Krškem.



Slika 144: Grafična predstavitev prostorskih značilnosti posega in njegove umeščenosti v okolje (vir: /1/, /60/)

Lokacija se nahaja izven poplavno ter erozijsko ogroženih območij in izven območij, varovanih po predpisih o ohranjanju narave in varstvu kulturne dediščine ter območij vpliva nanje. Skrajni južni del posega na 2. vodovarstveno območje na desnem bregu.

Kakovostno stanje podzemnih in površinskih voda na širšem območju je dobro.

Za območje industrijske cone Vrbina je s prostorskim aktom določena IV. stopnja varstva pred hrupom, stanovanjska območja v okolici pa se uvrščajo v območje III. stopnje varstva pred hrupom. Meritve hrupa v letu 2020, so pokazale, da NEK pri najbližjih stanovanjskih objektih v okolici ne povzroča čezmernih obremenitev s hrupom.

Za območje industrijske cone je s prostorskim aktom določena II. stopnja varstva pred elektromagnetnim sevanjem, stanovanjska območja v okolici pa se uvrščajo v območje I. stopnje varstva pred elektromagnetnim sevanjem, ki potrebuje povečano varstvo pred sevanjem. Zadnje meritve v letu 2021 so pokazale, da zaradi prisotnosti nizkofrekvenčnih virov elektromagnetnega sevanja v upravljanju NEK območje ni čezmerno obremenjeno s sevanjem, zaradi oddaljenosti pa tudi ni vpliva na stanovanjska območja v okolici.

Pri obratovanju NEK iz izpustov ventilacijskega sistema v zrak izhajajo radioaktivne emisije snovi. Doza zaradi skupne letne aktivnosti izpuščenih žlahtnih plinov za leto 2020 znaša približno 0,012 odstotka letne omejitve, kar je podobno kot leta 2019 oziroma podobno kot pretekla leta.

Kemijsko stanje reke Save na merilnem mestu VT Sava Krško - Vrbina je bilo v obdobju med letom 2014 in 2019 ocenjeno kot dobro, raven zaupanja pa kot visoka. V tem obdobju so bile na tem merilnem

mestu izvedene tudi analize parametra kemijskega stanja v organizmih (bioti), ki je bilo ocenjeno kot slabo; vzrok za slabo kemijsko stanje so bile povišane vsebnosti živega srebra.

NEK z odvajanjem industrijske odpadne vode ne obremenjuje okolje čezmerno, ker niso presežene letne količine nevarne snovi AOX, in ker celotna naprava ni presegala kriterija za čezmerno obremenjevanje okolja z emisijo toplote.

Povprečne koncentracije aktivnosti stroncija v drugih rekah po Sloveniji so podobne ali višje, kot so jih izmerili v Savi v okolici NEK.

Naravni radionuklidi uranove (U-238, Ra-226 in Pb-210) in torijeve (Ra-228 in Th-228) razpadne vrste so bili redno zaznani v vseh vzorcih vode. Vrednosti so podobne tistim, izmerjenim v rekah po Sloveniji.

V letu 2020 so bili vsi sevalni vplivi NEK na ograji NEK (ocena okvirno velja tudi za razdaljo 500 m od osi reaktorja) ter 350 m nizvodno od jezu NEK na prebivalstvo v okolici ocenjeni na manj kot 0,071 µSv na leto.

Ocenjena vrednost je majhna v primerjavi z avtorizirano mejno dozo za prebivalstvo v okolici NEK (efektivna doza 50 µSv na leto na razdalji 500 m in dalje za prispevke po vseh prenosnih poteh).

Ocenjena vrednost sevalnih vplivov NEK ob ograji NEK je približno 0,0029 % značilnega neizogibnega naravnega ozadja. Ocena okvirno velja tudi na razdalji 500 m od osi reaktorja.

Možni vplivi posega na okolje in obremenitve okolja:

Načrtovani poseg na predvideni lokaciji ne bo vplival na vonjave in kulturno dediščino v širši okolici lokacije posega, zato vplivi na te dejavnike v poročilu niso podrobneje obravnavani.

Povzetek v poročilu ugotovljenih možnih vplivov posega na okolje in zdravje ljudi, na podlagi analize možnih neposrednih in posrednih vplivov v času podaljšanega obratovanja, z upoštevanjem občutljivosti okolja, v katerega se poseg umešča:

- **Tla**

Do pričetka podaljšanja obratovalne dobe NEK v letu 2023 bo suho skladišče za izrabljeno gorivo že zgrajeno. Gradbenih del ne bo, zato tudi posegov v tla ne bo. S podaljšanjem obratovalne dobe NEK se način odvajanja odpadnih vod ne spreminja. Emisij onesnaževal v tla času obratovanja ne bo, saj so vse odpadne vode že v obstoječem stanju ustrezno odvajajo.

Vsi odpadki, vključno z radioaktivnimi, na območju NEK se ustrezno skladiščijo in ne predstavljajo nevarnosti za onesnaženje tal.

- **Vode**

Vir največjega potencialnega vpliva na reko Savo so hladilne vode, ki jih izpuščajo v največjih količinah. Njihova sestava občasno presega dovoljene koncentracije za suspendirane snovi in usedline, pri tem pa sama elektrarna vode ne onesnažuje, ampak snovi pridejo v sistem z vodo iz reke Save. Da so izpusti odvisni od sestave rečne vode, kaže monitoring KPK in BPK5 vrednosti na treh lokacijah na območju in v okolju NEK, kjer je razvidno, da voda že pred vstopom v elektrarno vsebuje določeno sestavo teh parametrov.

Suho skladiščenje izrabljenega goriva nima emisij v vodo in je zasnovano tako, da zdrži poplave in ima neprepustne vsebnike za odpadke, ter zabojnike preizkušene na zlome, vodo in druge možne vplive. Podaljšanje obratovalne dobe NEK ne bo povzročilo sprememb v izpustih odpadnih voda v primerjavi z obstoječimi, z verjetnostjo povečanja deleža hladilnih voda, ki se izpuščajo preko sistema hladilnih stolpov. Glede na to, da je danes stanje vodnega telesa, v katero se izpuščajo odpadne vode NEK,

dobro, se ocenjuje, da vpliv ne bo pomemben, ter da se ne bo poslabšalo dobro stanje voda na tem območju.

NEK škodljivih snovi ali onesnaženih voda ne izpušča neposredno v tla, s čimer bi lahko onesnažil podzemne vode. Edini način je indirektno onesnaženje preko emisije v reko Savo in s pomočjo infiltracije v podzemne vode. Emisije snovi NEK v Savo so znotraj predpisanih mejah in bodo takšne ostale tudi v času bodočega obratovanja elektrarne.

Podaljšanje obratovalne dobe NEK tudi ne bo imelo vpliva na poplavno varnost objektov. Zaščita pred poplavami je bila izvedena že med načrtovanjem elektrarne in izgradnjo nasipov reke Save gorvodno in dolvodno od elektrarne. Vhodi in odprtine zgradb so zgrajeni nad nadmorsko višino predvidenih deset tisoč letnih poplav. Elektrarna je varna v primeru nastanka projektne poplave tudi brez zaščitnega nasipa.

- **Zrak**

NEK ima zanemarljive emisije snovi v zrak, edine emisije so iz pomožne kotlovnice in dizel generatorja za delovanje v sili (trije generatorji). Ti viri delujejo kratkotrajno v času remonta in testiranja opreme. V podaljšanem obratovanju elektrarne ne bo prišlo do novih emisij SO_2, NOx in PM_{10} ali drugih, obstoječe količine emisij pa se ne bodo povečevale. Vpliv na kakovost zraka je zanemarljiv, kar je bilo preverjeno z modeliranjem disperzije v atmosferi. Elektrarna posredno pozitivno vpliva na kakovost zraka, ker je z njeno proizvodnjo izostala emisija, ki bi nastala v elektrarnah na fosilna goriva. Države članice EU so se obvezale zmanjšati emisije snovi na svojih ozemljih (LRTAP konvencija in NEC Direktiva), NEK pa prispeva k dosegi tega cilja.

Z delovanjem hladilnih stolpov prihaja do emisije toplote v zrak, kapljic in vlažnega zraka, ki v določenih pogojih oblikuje vidno perjanico pare. Vpliv hladilnih stolpov je v veliki meri odvisen od vremenskih pogojev v okolici stolpa, vpliv pa je lokalnega značaja. Elektrarna bo zaradi podnebnih sprememb v prihodnosti verjetno še v večji meri uporabljala hladilne stolpe, da bo vzdrževala toplotno obremenitev Save znotraj ΔT 3 °C. Velikost vpliva bo ostala znotraj obstoječih okvirjev, s tem da se lahko pojavi le nekaj daljše trajanje tega vpliva.

- **Vplivi na podnebje in odpornost na podnebne spremembe**

S povečanjem koncentracij toplogrednih plinov v atmosferi prihaja do učinka segrevanja, v Republiki Sloveniji je sektor proizvodnje električne energije v letu 2019 prispeval 27 % k emisiji toplogrednih plinov. Jedrska elektrarna nima emisij toplogrednih plinov in se skupaj z obnovljivimi viri energije obravnava kot tehnologija proizvodnje električne energije z nizkim deležem ogljika. Zahvaljujoč proizvodnji električne energije iz NEK Republika Slovenija prispeva k skupnem cilju EU, to je k zmanjšanju emisij toplogrednih plinov ter k ciljem Pariškega sporazuma, kjer je zastavljeni cilj zadrževanje rasti globalne temperature do največ 2,0 °C, če je mogoče le do 1,5 °C. Če bi se električna energija namesto v NEK proizvajala v termoelektrarnah, bi sektor proizvodnje električne energije imel 1,5 krat večje emisije toplogrednih plinov letno, kar je okrog 2.500.000 tCO_2-eq/leto (slovenski delež 50 % proizvodnje električne energije).

Povprečna globalna temperatura je bila v letu 2019 za 1,1 ± 0,1 ° C nad predindustrijskim nivojem. Leto 2019 je bilo verjetno drugo najtoplejše leto, odkar obstajajo meritve, prejšnje desetletje 2010–2019 pa je bilo najtoplejše desetletje po zapisih meritev. Če začnemo od 1980-tih let, je bilo vsako desetletje bolj toplo od predhodnih. Rast povprečne letne temperature zraka v obdobju od leta 1961 do leta 2020 na področju Slovenije kaže na hitro rast temperature ob koncu 20. in v začetku 21. stoletja. V obdobju od leta 1961 do leta 2011 se je povprečna temperatura zraka dvignila za 1,7 °C. Višina padavin se je na letni ravni zmanjšala za okoli 15 % v zahodni polovici države, nekoliko manj (10 %) pa v vzhodni polovici države, kjer spremembe niso statistično značilne. Temperatura vode se je višala s trendom 0,2 °C na desetletje za površinske vode (obdobje 1953–2015) in 0,3 °C na desetletje za podzemne vode (obdobje 1969–2015).

Pri načrtovanju investicij infrastrukturnih in energetskih objektov je nujno potrebna analiza, koliko so investicijski projekti odporni na podnebne spremembe, ali imajo dovolj vgrajenih prilagoditvenih ukrepov za pričakovane spremembe podnebnih spremenljivk (temperatura, veter, nevihte, poplave, toča in žled, itn.). Pri postopku ocene vpliva je bilo ugotovljeno, da je proizvodnja električne energije iz NEK občutljiva na tri podnebne spremenljivke: na dostopnost vode iz reke Save, na temperaturo vode reke Save in na ekstremno zunanjo temperaturo. Elektrarna uporablja vodo iz reke Save za hlajenje kondenzatorjev, turbinskega cikla in varnostne komponente. V obdobju zmanjšanih pretokov Save elektrarna vključuje hladilne stolpe in del toplote se odvaja s ciklom recirkulacije. Na ta način v vseh pogojih pretoka reke Save elektrarna vzdržuje obremenitev znotraj ΔT 3 °C, ki ostane nespremenjena tudi v bodočem delovanju elektrarne. Nuklearna elektrarna je v letu 2008 dogradila hladilne kapacitete z izgradnjo tretjega bloka hladilnih stolpov. Izgradnja je okrepila odpornost elektrarne na spremembe, ki bi lahko bile v bodočnosti vezane na zmanjšanje pretoka, porast temperature vode in porast temperature zraka. Z izgradnjo sistema hidroelektrarn na spodnji Savi so variacije pretoka in temperature omiljene, kar pozitivno vpliva na stabilnost proizvodnje.

Analize vpliva podnebnih sprememb na varnost se analizirajo v skladu z zakonodajo in predpisi, ki veljajo za jedrsko varnost in zaščito pred ionizirajočimi sevanji. Ekstremne vremenske razmere v kombinaciji z drugimi naravnimi in drugimi dogodki so sestavni del analize varnosti elektrarn, redni občasni varnostni pregled (PSR), ki je obvezen vsakih deset let, vključuje analizo vpliva podnebnih sprememb, osnovni dokument o upravljanju in varnosti elektrarn (USAR) se nenehno posodablja glede vseh pomembnih vidikov varnosti.

- **Hrup**

Zaradi podaljšanja obratovalne dobe NEK niso predvideni novi viri hrupa. Prav tako se ne spreminja zmogljivost proizvodnje NEK, ki bo tudi ob podaljšani obratovalni dobi potekala 24 ur na dan, vse dni v letu. V okviru podnebnih sprememb, bi sicer lahko prišlo do povečanega obsega obratovanja hladilnih stolpov, vendar glede na trend podnebnih spremenljivk ocenjujemo, da se količina obratovalnih dni hladilnih stolpov ne bo bistveno spremenila. Iz izmerjenih ekvivalentih ravni hrupa izhaja, da tudi v primeru, da bi hladilni stolpi obratovali 365 dni v letu območje NEK in njegova bližnja okolica (območje merilnih mest) ne bi bili čezmerno obremenjeni s hrupom.

Na osnovi meritev in analiz hrupa v okolju v letu 2015 in 2020 (rezultati so opisani v poročilu št. LFIZ – 201500001 – JJ/M in LOM – 20200588 – KR/M) ugotavljamo, da obravnavani vir v času obratovanja na nobenem mestu ocenjevanja (pred najbolj izpostavljenimi objekti z varovanimi prostori) ne presega mejnih vrednosti kazalcev hrupa v okolju, določenih z Uredbo o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (UL RS, št. 43/18 in 59/19).

- **Elektromagnetno sevanje**

Novi viri EMS, kot npr. nove transformatorske postaje (TP), s podaljšanjem obratovalne dobe NEK niso predvideni. Prav tako v obstoječih TP niso predvideni novi transformatorji ali njihova zamenjava s transformatorji večjih moči od obstoječih. Na podlagi navedenega ocenjujemo, da bodo obremenitve z EMS enake kot v obstoječem stanju, torej takšne kot jih izkazujejo zadnje meritve EMS iz leta 2021.

Celotno območje NEK se uvršča v območje II. stopnje varstva pred sevanjem, stanovanjska in druga za sevanja bolj občutljiva območja v okolici pa v območje I. stopnje varstva pred sevanjem. Glavni vir nizkofrekvenčnih EMS na območju NEK so transformatorji in daljnovodi. Nosilec posega je upravljavec več TP. Iz poročila o meritvah nizkofrekvenčnih elektromagnetnih polj iz leta 2020 /53/ je razvidno, da mejne vrednosti za II. stopnjo varstva pred sevanjem na območju NEK in na meji območja niso presežene. Vse TP se redno preverjajo in servisirajo, o čemer se vodi evidenca.

- **Vibracije**

Območje posega, ki je obravnavano v tem poročilu, je od najbližjih stanovanjskih ali drugih za vibracije občutljivih objektov (npr. objektov kulturne dediščine, vrtcev, šol ...) oddaljeno najmanj 500 m. Cestni transport v okviru obravnavanega posega poteka po javnih regionalnih ter državnih cestah, lokalne ceste znotraj gosto poseljenih območij se za dovoz surovin in pomožnih materialov ter odvoz izdelkov ne uporabljajo. Obseg cestnega tovornega prometa za potrebe obratovanja je in bo majhen in bo prav tako potekal po javnih regionalnih cestah izven gosto poseljenih območij. Proizvodni proces v obratu NEK ne vključuje strojev, naprav ali aktivnosti, ki bi bile izrazit vir vibracij v okolje.

- **Odpadki**

Zaradi podaljšanja obratovalne dobe NEK se vrste in letne količine odpadkov (tudi radioaktivnih) v NEK, glede na obstoječe stanje, ne bodo bistveno spremenile. Dinamika nastajanja odpadkov bo ostala enaka.

Z uvedbo suhega skladišča se bo spremenila tehnologija skladiščenja izrabljenega goriva (IG) iz mokrega v suhega. Uvedba tehnologije suhega skladiščenja izrabljenega goriva pomeni varnejši način skladiščenja IG pod enakimi okoljskimi in sevalnimi pogoji, kot so navedeni v obstoječem obratovalnem dovoljenju. Za suho skladišče IG je bila izvedena presoja vplivov na okolje in pridobljeno okoljevarstveno soglasje ter gradbeno dovoljenje (številka gradbenega dovoljenja 35105-25/2020/57 z dne 23. 12. 2020).

Zaradi podaljšanja obratovalne dobe z leta 2023 na leto 2043 bo nastalo za 547 m^3 oziroma 884 t obratovalnih NSRAO.

Obremenitve okolja zaradi IG, nastalega med POD NEK, bodo nastopale v enakem obsegu in na enak način, kot nastopajo trenutno oziroma v zadnjih letih obratovanja pred POD.

Če bi NEK obratovala do konca leta 2023, bi pri tem nastalo 1553 elementov IG, v primeru obratovanja do konca leta 2043 pa bo skupno nastalo 2281 elementov IG.

Zaradi podaljšanja obratovalne dobe z leta 2023 na leto 2043 bo torej nastalo dodatnih 728 elementov IG.

Obstoječe vrste odpadkov (leto 2020) obsegajo okrog 36 vrst odpadkov, ki nastajajo v vseh proizvodnih in podpornih procesih, od tega je 19 vrst nevarnih (opis v poglavju 2.19.4.1). Skupna količina nastalih odpadkov v letu 2020 je znašala ca. 2.302 ton, od tega ca. 2.192 ton gradbenih odpadkov zaradi gradbenih del v letu 2019. Nevarnih odpadkov je bilo ca. 12,3 ton. S podaljšanjem obratovalne dobe se dinamika nastajanja odpadkov ne bo spremenila.

Vsi odpadki, z izjemo radioaktivnih, so oddani v obdelavo drugi osebi, nosilec posega predelave odpadkov ne izvaja.

- **Ionizirajoče sevanje**

V času obratovanja NEK bodo izpusti radioaktivnih snovi v okolje enaki, kot so v obstoječem stanju. NEK nenehno nadgrajuje in izboljšuje varnostne in procesne sisteme, kar pomeni tudi vedno manjše obremenjevanje okolja. Ocenjena letna efektivna doza za najbolj obremenjenega prebivalca za vplive, ki jih povzroča NEK, je bila v letu 2020 0,071 µSv. V primerjavi z letno efektivno dozo naravnega ozadja v Sloveniji, ki znaša 2500 µSv, je prispevek NEK zanemarljiv.

Vsi izračuni nivojev sevanja kažejo, da bodo hitrosti doz in doze ionizirajočega sevanja zaradi suhega skladiščenja izrabljenega goriva znotraj zelo strogih omejitev, ki so bile zahtevane v tehnični specifikaciji projekta za izgradnjo suhega skladišča in so nižje od dovoljenih.

Prav tako letna efektivna doza zunanjega sevanja na ograji NEK iz vseh prispevkov, torej tudi iz suhega skladišča izrabljenega goriva, v času obratovanja ne bo presegla sevalne obremenitve, ki trenutno velja za ograjo NEK in znaša 200 µSv.

- **Svetlobno onesnaževanje**

Zunanja razsvetljava NEK je sestavni del tehničnih sistemov za zagotavljanje fizičnega varovanja, zato NEK ni zavezanka po Uredbi o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja (UL RS, št. 81/07, 109/07, 62/10, 46/13), temveč po Pravilniku o fizičnem varovanju jedrskih objektov, jedrskih in radioaktivnih snovi ter prevozov jedrskih snovi (UL RS, št. 17/13 in 76/17 - ZVISJV-1).

Kljub temu NEK ves čas skuša slediti zahtevam za zniževanje svetlobne onesnaženosti, kot na primer:
- uporabljajo ustrezne svetilke z ravnim steklom in vzporedne z vodoravnico;
- svetilke niso obrnjene navzgor v večji meri, kot je projektno predvideno za doseganje ustreznih nivojev osvetljenosti;
- pri posodobitvah se vgrajuje sodobne energetsko učinkovite rešitve - LED itd.

S podaljšanjem obratovalne dobe **ni predvidena** namestitev dodatnih svetilk na območju NEK, zato bo osvetljenost območja in emisije svetlobe v okolico **enaka** kot v obstoječem stanju.

- **Krajina**

Med podaljšanim obratovanjem se podoba elektrarne ne bo spreminjala. Ob začetku podaljšanega obratovanja bo suho skladišče za izrabljeno gorivo že zgrajeno, druge gradnje niso predvidene. Zaradi pogostejšega pojavljanja nizkih in visokih pretokov Save je pričakovati nekoliko pogostejše delovanje hladilnih stolpov in izpustov pare, ki bo opazna z večjih razdalj. Občasno pojavljanje pare ne bo bistveno vplivalo na opaznost NEK v okoliškem prostoru. Z zasaditvijo gozdnega pasu ob odlagališču NSRAO bo vidnost elektrarne z vzhoda in jugovzhoda še nekoliko zmanjšana.

- **Narava**

Med obratovanjem NEK v okolje ne izpušča emisij ionizirajočega sevanja, ki bi lahko bistveno vplivale na rastlinstvo in živalstvo v okolici NEK. NEK uporablja savsko vodo za hlajenje kondenzatorja in turbine ter za hlajenje varnostnih komponent. Okoljevarstveno dovoljenje navaja pogoj, da mora NEK poskrbeti, da v nobenem obdobju leta, zaradi sinergičnega delovanja iztoka industrijskih hladilnih odpadnih vod in drugih iztokov odpadnih vod, reka Sava ne preseže naravne temperature za več kot 3 K, kar NEK tudi izpolnjuje. Ekološko stanje reke Save dolvodno od NEK je ocenjeno kot dobro. Do trajnega vpliva na rastlinstvo in habitatne tipe v okolici NEK bi lahko prišlo v primeru večje nesreče z izpustom radioaktivnih snovi v okolje. V NEK so izvedli številne varnostne nadgradnje, zaradi katerih je možnost poškodbe sredice zelo majhna.

- **Zemljišča**

Lokacija načrtovanega posega se nahaja na območju stavbnih zemljišč, pretežno pozidanih z industrijskimi objekti, z namensko rabo E – energetska infrastruktura (namenska raba je prikazana v poglavju 1.8.1). Z načrtovano spremembo (razširitvijo) se ne posega izven območja obstoječega obrata NEK, sprememba je skladna z veljavnimi prostorskimi akti, namenska in dejanska raba zemljišč se z načrtovanim podaljšanjem obratovalne dobe NEK ne spreminjata.

Z vidika gozdnih zemljišč je bilo pridobljeno mnenje Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (št. 3401-43/2020/4). Na podlagi pregleda gradiva MKGP ugotavlja, da na območju NEK ni gozdnih površin in zato neposrednih vplivov na gozdna zemljišča ne bo. Prav tako ne bo posrednih oziroma daljinskih vplivov na gozd, saj so gozdne površine od območja predvidenega posega oddaljene za več kot 450 m. Prav tako se ne pričakuje dodatnega negativnega vpliva na prostoživeče živali.

Z vidika kmetijskih zemljišč je bilo prav tako pridobljeno mnenje Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Direktorat za kmetijstvo (št. 351-77/2020/5). Pristojno Ministrstvo meni, da načrtovano podaljšanje obratovalne dobe NEK s 40 na 60 let ne bo imelo posebnega vpliva na kmetijska zemljišča.

- **Naravne dobrine**

Neposredna raba naravnih virov pri proizvodnji obsega rabo vode iz javnega vodovodnega omrežja za sanitarne potrebe in varstvo pred požarom, rečno in podzemno vodo, ki se, na podlagi vodnih dovoljenj, odvzema iz vodnjakov in reke Save za tehnološke potrebe. Rečna in podzemna voda se ne uporablja kot surovina (se ne vgradi v izdelke), temveč se uporablja v podpornih procesih hlajenja. Vsa voda se po uporabi z ustreznim tretmajem torej vrača v okolje, v reko Savo. Prečrpana voda iz treh začasnih vodnjakov se preko meteornega sistema vrača neposredno v reko Savo.

V času podaljšanja obratovalne dobe se raba rečne in podzemne vode ne bo bistveno spremenila in bo podobna kot v obstoječem stanju.

- **Materialne dobrine**

Podaljšanje obratovalne dobe NEK ne bo pomembneje vplivalo na povečanje obstoječih obremenitev okolja. Stanje bo ostalo nespremenjeno. Vsi posegi, ki omogočajo podaljšanje obratovalne dobe, bodo do njenega pričetka že izvedeni. Letna efektivna doza zaradi zunanjega sevanja na ograji NEK iz vseh prispevkov, torej tudi iz suhega skladišča izrabljenega goriva, v času obratovanja ne bo presegla sevalne obremenitve, ki trenutno velja za ograjo NEK in znaša 200 µSv.

V času podaljšane obratovalne dobe NEK ne bo vpliva na materialne dobrine (zemljišča, stavbe in objekti kulturne dediščine) v okolici lokacije posega.

- **Tveganja za okoljske in druge nesreče**

Podaljšanje obratovalne dobe NEK pomeni podaljšanje obratovanja za 20 let (2023-2043) pod enakimi okoljskimi in sevalnimi pogoji, kot so navedeni v obstoječem obratovalnem dovoljenju.

Čeprav je bila NEK projektirana za minimalno dobo obratovanja 40 let, je elektrarna izvedla vse potrebne analize in posodobitve, iz katerih sledi, da lahko obratuje še nadaljnjih 20 let. Na podlagi vrste študij in analiz je URSJV z odločbo št. 3570-6/2009/32 z dne 20. 6. 2012 potrdila, da je stanje opreme zaradi staranja v NEK ustrezno ter da so pri tem zagotovljene vse varnostne rezerve in funkcije delovanja.

Zmožnost podaljšanega obratovanja temelji predvsem na sledečih dejstvih:
- elektrarna ima vgrajene materiale in opremo, ki imajo dovolj varnostnih rezerv;
- zamenjana je bila vsa oprema, ki vpliva na zanesljivost obratovanja;
- elektrarna obratuje stabilno;
- izvedena je bila varnostna nadgradnja v skladu z zahtevo ZVISJV-1 in nauki iz vseh dosedanjih velikih jedrskih nesreč, kar se odraža v ENSREG (nacionalnem po-fukušimskem načrtu);
- NEK ima temeljit program staranja opreme AMP, s katerim spremlja staranje vseh pasivnih struktur in komponent (reaktorska posoda, betoni, podzemni cevovodi, jeklene konstrukcije, električni kabli itd.).

Zanesljivo in varno obratovanje v vseh pogojih je najpomembnejša prednostna naloga NEK. Od začetka obratovanja je NEK izvedla vrsto posodobitev, ki so povečale varnost in učinkovitost objekta.

Podaljšanje obratovalne dobe glede na predvidene rešitve in zagotavljanje varnostnih funkcij, ne bo predstavljalo tveganja za okoljsko ali drugo nesrečo.

- **Prebivalstvo in zdravje ljudi**

Kot izhaja iz ugotovitev v predhodnih poglavjih tega poročila, ki obravnavajo vplive posega na vse relevantne dejavnike okolja, na katere bi poseg lahko vplival, pri obstoječi proizvodnji v NEK niso presežene mejne vrednosti emisije snovi in sevanj v okolje. Preseganj mejnih vrednosti se ne pričakuje tudi po načrtovanem podaljšanjem obratovalne dobe NEK. Mejna vrednost je predpisana raven, katere cilj je izogniti se škodljivim učinkom na zdravje ljudi ali okolje kot celoto, jih preprečiti ali zmanjšati. V NEK se izvajajo in se bodo tudi po spremembi izvajali vsi ukrepi za zmanjšanje obremenitev in preprečevanje onesnaženja okolja ter vpliva na zdravje ljudi, ki izhajajo iz predpisov, prav tako se redno izvaja spremljanje stanja (monitoring) v skladu z veljavnimi predpisi in dovoljenji.

Sprememba obstoječega posega (podaljšanje obratovalne dobe) ne bo povzročila spremembe naravnih in drugih pogojev življenja in bivanja v okolici lokacije posega in širše.

V času podaljšane obratovalne dobe se bo v okviru celotne NEK izvajal redni monitoring, ki se izvaja že sedaj - meritve črpanja rečne vode za tehnološke potrebe, meritve in analize odpadne vode, ki se odvaja v kanalizacijo in meritve radiološkega sevanja.

- **Čezmejni vplivi pri normalnem obratovanju**

Pri obstoječi proizvodnji v NEK niso presežene mejne vrednosti emisije snovi in sevanj v okolje. Preseganj mejnih vrednosti se ne pričakuje tudi po načrtovanem podaljšanjem obratovalne dobe NEK. Območje na katerem poseg povzroča obremenitve okolja, ki lahko vplivajo na zdravje in premoženje ljudi v obratovanja, bo omejeno na ožjo lokacijo NEK. Predvideni poseg ob normalnem obratovanju ne bo imel čezmejnih vplivov na dejavnike, obravnavane v tem poročilu, ki bi izhajali iz posameznih vplivov ali njihovih medsebojnih učinkov.

- **Čezmejni vplivi v primeru izrednega dogodka - nesreče**

Študija »Izračun doz na določenih razdaljah za primer projektne nezgode (DB) ali razširjene projektne nezgode (BDB) v Nuklearni elektrarni Krško«, FER-MEIS, 2021«, je obravnavala projektno izlivno nezgodo (LB LOCA) in razširjeno projektno nezgodo (DEC-B). Kot je razvidno iz rezultatov študije, je efektivna 30-dnevna doza na razdalji 10 km od elektrarne 1,16 mSv in več kot dvakrat nižja od letne doze naravnega ozadja, ki je v Sloveniji okoli 2,5 mSv. Doza ščitnice (13,5 mSv) na razdalji 3 km od NEK je pod mejo (50 mSv za 7 dni), ki je zakonsko predpisana (Uredba o mejnih dozah, referenčnih ravneh in radioaktivni kontaminaciji, UL RS, št. 18/18) za jodno profilakso.

NEK je od najbližjih meja sosednjih držav oddaljena:
- 10 km od meje z Republiko Hrvaško;
- več kot 75 km od meje z Republiko Avstrijo;
- več kot 129 km od meje z Republiko Italijo;
- Več kot 100 km od meje z Republiko Madžarsko.

Glede na izsledke študije v primeru projektne izlivne nezgode (LB LOCA) in razširjene projektne nezgode (DEC-B), ki predstavljata tudi najslabši možni scenarij za nezgode, ne bo prišlo do bistvenega čezmejnega vpliva na okolje ter zdravje in premoženje ljudi.

<u>Ukrepi za preprečevanje, zmanjševanje in izravnavanje opredeljenih pomembnih škodljivih vplivov na okolje - Obratovanje</u>

V nadaljevanju so opisani omilitveni ukrepi, ki so potrebni pri posameznih sestavinah okolja za preprečitev bistvenih vplivov na okolje. Ti ukrepi vsebujejo omilitvene ukrepe , ki jih nosilec posega že izvaja in jih bo moral izvajati tudi v času podaljšanja obratovanja. Delijo se na ukrepe, ki izhajajo iz zakonodaje, ukrepe, ki izhajajo iz okoljevarstvenega dovoljenja, ukrepe določene s projektom ter dodatne ukrepe.

Vode, vključno s toplotnim onesnaževanjem

- Upoštevanje določil Odloka o ureditvenem načrtu NEK:
  - ustrezna kakovost prečiščene vode iz čistilne naprave;
  - spremljanje dotoka savske vode v podtalnico zaradi vpliva hladilne vode NEK, temperatura podtalnice se ne sme dvigniti na + 15 °C;
  - samostojna meteorološka postaja v NEK. Program meritev določi Uprava RS, za jedrsko varnost.
- Upoštevanje ukrepov iz okoljevarstvenega dovoljenja glede emisij v vode in dovoljenih količin odvzema vode iz reke Save in črpanja iz vodnjakov na lokaciji.
  - Mejni emisijski delež oddane toplote v 24 urnem povprečju za odvajanje odpadnih vod v reko Savo - v nobenem obdobju leta zaradi iztoka industrijskih hladilnih odpadnih vod in drugih iztokov odpadnih vod reka Sava ne preseže naravne temperature za več kot 3 K. NEK mora pravočasno vključiti sistem recirkulacije hladilne vode preko hladilnih stolpov, da Sava ne preseže naravne temperature za več kot 3 K. V primeru, da kombinirani sistem hlajenja ne zadošča za izpolnjevanje tega pogoja, mora NEK ustrezno zmanjšati moč elektrarne.
- Upoštevanje dodatnih ukrepov, ki jih nosilec posega izvaja oz. so bili ž izvedeni:
  - Razširitev sistema hladilnih stolpov, s čimer se zmanjša odvzem vode iz Save, zmanjša toplotno obremenitev in poveča odpornost na podnebne spremembe. Nameščene so bile štiri nove hladilne celice in v celoti zamenjana elektroprema sistema hladilnih stolpov. Moč hladilnih stolpov se je povečala za 36 %. Emisijski delež oddane toplote v 24 urnem povprečju se ohranja pod 1.

→ *Doseganje mejnih vrednosti določenih v OVD, preprečitev onesnaženja površinskih in podzemnih voda.*

Podnebne spremembe

- Upoštevanje določil Uredbe o uporabi fluoriranih toplogrednih plinov in ozonu škodljivih snoveh:
  - Obveznost prijave nepremične opreme s strani upravljavca in obveznost poročanja upravljavca, vzdrževalca in pooblaščenega podjetja v zvezi z uporabo, zajemom in oddajo odpadnih fluoriranih toplogrednih plinov ali odpadnih ozonu škodljivih snovi zbiralcu odpadkov.
- Upoštevanje ukrepov, ki izhajajo iz okoljevarstvenega dovoljenja:
  - Strukture, sistemi in komponente elektrarne so dimenzionirani na ekstremne vremenske dogodke in meteorološke parametre z visokim nivojem konzervativnosti, spremljanja svetovne prakse in razvoja najboljših tehnik;
  - Občasni varnostni pregled (vsakih 10 let) vključuje analizo vpliva ekstremnih vremenskih dogodkov na varnost elektrarne;
  - Omejitev toplotne obremenitve reke Save ter s tem v zvezi uporaba kombiniranega sistema hlajenja (pretočni sistem in hladilni stolpi). V vseh pogojih pretoka reke Save elektrarna vzdržuje obremenitev znotraj ΔT 3 °C.
  - Postopki v primeru hidroloških okoliščin, ki lahko vplivajo na delo elektrarne: vključevanje hladilnih stolpov pri visokih vodah zaradi tveganja nanosa nečistoč (veje, plastika in ostalo);
  - Skupno delovanje z ostalimi energetskimi objekti na Savi - Sporazum o ukrepih in obveznostih za zagotovitev nespremenjenega, varnega in nemotenega obratovanja NEK pri obratovanju HE na Spodnji Savi z dodatnimi vsebinami izvajanja monitoringa na reki Savi;
  - Meritve meteoroloških parametrov na avtomatski postaji z meteorološkim stolpom na lokaciji in uporaba sodarja za višinske meritve v atmosferi. Letno poročanje o meritvah.

→ *Doseganje mejnih vrednosti določenih v OVD, preprečitev onesnaženja površinskih in podzemnih voda in odpornost na podnebne spremembe.*

Odpadki

- Upoštevanje določil Pravilnika o ravnanju z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom
    - Ravnanje z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom se izvaja v skladu s pisnimi postopki - v skladu s programom gospodarjenja z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom;
    - Sortiranje radioaktivnih odpadkov glede na agregatno stanje ter po kategorijah in vrstah;
    - Embalaža skupaj z vloženimi radioaktivnimi odpadki ali izrabljenim gorivom mora zagotavljati varnost za predvideni način in predvideno obdobje ravnanja s paketi. Preverjanje ustreznosti embalaže pogojem shranjevanja ali skladiščenja;
    - Opremljenost paketov z radioaktivnimi odpadki ali izrabljenim gorivom z znakom za nevarnost sevanja in oznako, ki omogoča identifikacijo paketa in njegove vsebine;
    - Radioaktivni odpadki se skladiščijo v skladišču radioaktivnih odpadkov, izrabljeno gorivo pa v skladišču izrabljenega goriva. Skladiščenje izrabljenega goriva in visokoradioaktivnih odpadkov na način, da je preprečena kritičnost ter zagotovljeno odvajanje zaostale toplote;
    - Izvajanje sevalne dejavnosti na način, da izpusti tekočih ali plinastih radioaktivnih odpadkov v okolje ne presegajo odobrenih mejnih vrednosti;
    - NEK o radioaktivnih odpadkih ali izrabljenem gorivu sproti vodi evidence o njihovem shranjevanju, predelavi v tehnološkem procesu, skladiščenju ali izpuščanju, opustitvi nadzora, recikliranju ali ponovni uporabi, oddaji izvajalcu javne službe in začasnem ali trajnem izvozu ali iznosu;
    - Če zbrana odpadna voda presega merila za opustitev nadzora nad radioaktivnimi snovmi, se obravnava kot sekundarni radioaktivni odpadek, ki se ga predela v NEK. Če ne presega meril za opustitev nadzora nad radioaktivnimi snovmi in ustreza merilom za komunalno odpadno vodo, se odvaja v interno čistilno napravo. Če presega merila za izpust v kanalizacijo, se odda v predelavo pooblaščenemu zbiralcu oziroma obdelovalcu tovrstnih odpadkov.
- Upoštevanje ukrepov, predvidenih s projektom za suho skladišče:
    - Delovna ploščad pred suhim skladiščem in prekladalni prostor v skladišču sta opremljena z zbirnimi jaški. Morebitno zbrano vodo se bo odstranilo z mobilnimi napravami. Pred praznjenjem jaškov bo opravljeno vzorčenje. V primeru preseganja mejnih vrednosti za izpust se bo odpadno vodo s posebnim kontejnerjem prepeljalo v tehnološki del elektrarne v predelavo.
    - Pred črpanjem vode iz jaška v skladišču v primeru puščanja transportnega plašča se opravi radiološki in kemijski nadzor zbrane vode. Če zbrana odpadna voda presega merila za opustitev nadzora nad radioaktivnimi snovmi, se obravnava kot sekundarni radioaktivni odpadek, ki se ga predela v NEK. Če zbrana odpadna voda ne presega meril za opustitev nadzora in ustreza merilom za komunalno odpadno vodo, se voda odvaja v interno čistilno napravo. Če presega merila za izpust v kanalizacijo, se odda v predelavo pooblaščenemu zbiralcu oziroma obdelovalcu tovrstnih odpadkov.

→ *Preprečitev onesnaženja tal, površinskih in podzemnih voda ter preprečitev nenadzorovanih izpustov ionizirajočega sevanja v okolje.*

Narava

- Upoštevanje določil Uredbe o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo glede mejnega emisijskega deleža oddane toplote pri odvajanju industrijske odpadne vode.
- Upoštevanje ukrepov, ki izhajajo iz okoljevarstvenega dovoljenja:
    - Mejni emisijski delež oddane toplote v 24 urnem povprečju za odvajanje odpadnih vod v reko Savo - v nobenem obdobju leta zaradi iztoka industrijskih hladilnih odpadnih vod in drugih iztokov odpadnih vod reka Sava ne preseže naravne temperature za več kot 3 K. NEK mora pravočasno vključiti sistem recirkulacije hladilne vode preko hladilnih

stolpov, da Sava ne preseže naravne temperature za več kot 3 K. V primeru, da kombinirani sistem hlajenja ne zadošča za izpolnjevanje tega pogoja, mora NEK ustrezno zmanjšati moč elektrarne.

- Upoštevanje dodatnih ukrepov, ki jih nosilec posega že izvaja oz. so že bili izvedeni:
  - Pri pretoku Save manjšem od 100 m^3/s NEK vključi hladilne stolpe, skozi katere se v recirkulaciji hladi del kondenzatorske vode. Razširitev sistema hladilnih stolpov – nameščene so bile štiri nove hladilne celice (nov hladilni stolp – CT3) in v celoti je bila zamenjana elektrooprema sistema hladilnih stolpov.

→ *Preprečitev čezmernega toplotnega onesnaženja reke Save, preprečitev poslabšanja temperaturnih razmer za organizme v reki Savi.*

Ionizirajoča sevanja

- Upoštevanje omejitev iz obratovalnega dovoljenja NEK:
  -
  - Dovoljena največja efektivna letna doza zaradi izpustov radioaktivnih snovi na 500 m od središča reaktorja 50 µSv;
  - Letna omejitev aktivnosti cepitvenih in aktivacijskih produktov v tekočinskih izpustih 100 GBq;
  - Trimesečna omejitev aktivnosti cepitvenih in aktivacijskih produktov v tekočinskih izpustih 40 GBq;
  - Letna omejitev aktivnosti H-3 v zračnih izpustih 45 TBq;
  -
  - Letna omejitev aktivnosti jodov v plinskih izpustih 18,5 GBq;
  - Letna omejitev aktivnosti v prašnih delcih 18,5 GBq;
  - Omejitev letne doze zunanjega sevanja na ograji NEK 200 µSv.
- Upoštevanje omejitev za obratovanje suhega skladišča IG:
  - Dovoljena hitrost doze na zunanji strani suhega skladišča: 3 µSv/h;
  - Letna efektivna doza zaradi zunanjega sevanja na ograji NEK po uskladiščenju IG v suhem skladišču ne bo presegala omejitve 200 µSv;
  - Mejna efektivna doza za izpostavljene delavce je 20 mSv na leto.
- Upoštevanje ukrepov, predvidenih s projektom za suho skladišče IG:
  - Ustrezna debelina betonskih zidov suhega skladišča za zaščito pred gama sevanjem in obložitev sten z materialom za zaščito pred nevtronskim sevanjem;
  - Za potrebe spremljanja vpliva suhega skladišča na sevalne parametre na ograji NEK se bo merilo sevanje z dozimetri (7 dozimetrov za merjenje gama sevanja in 7 dozimetrov za merjenje nevtronskega sevanja). Pasivne dozimetre se postavi tudi v skladiščni prostor zgradbe suhega skladišča za izrabljeno gorivo
  - Dozimetre se odčitava oziroma menja najmanj enkrat na 6 mesecev.
  - Med izvajanjem internega transporta izrabljenega jedrskega goriva iz zgradbe za ravnanje z gorivom do suhega skladišča izrabljenega goriva je treba transportne poti ograditi, označiti in preprečiti dostop nepooblaščenim osebam oziroma je treba vzpostaviti nadzorovano območje.
- Upoštevanje dodatnih ukrepov, ki jih nosilec posega že izvaja:
  - Filtriranje tekočinskih emisij;
  - Filtriranje plinskih emisij;
  - Zadrževanje radioaktivnih izpustov, da se radioaktivnost zaradi radioaktivnega razpada čim bolj zmanjša;
  - Ukrepi za integriteto goriva;
  - Ustrezno načrtovanje in izvedba strukturne zaščite (ustrezno debeli zidovi, labirintna izvedba prostorov);
  - Postavljanje začasnih ščitov v primeru začasnih aktivnosti, ki imajo za posledico lokalno povečane nivoje zunanjega sevanja;
  - Skladiščenje radioaktivnih odpadkov in izrabljenega goriva v za to namenjenih prostorih.

→ *Z izvajanjem teh ukrepov bodo doseženi vsi sevalni pogoji in omejitve, navedeni v veljavnem obratovalnem dovoljenju NEK in Zakonu o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti.*

→ *Varovanje zdravja ljudi.*

Materialne dobrine

- Posebni zakonodajni ukrepi za materialne dobrine v času obratovanja niso predpisani. Upošteva se ukrepe, ki so navedeni pri posameznih relevantnih dejavnikih (vode, odpadki, ionizirajoča sevanja, tveganje za okoljske in druge nesreče).
- Vsi ukrepi, ki jih nosilec posega že izvaja, so našteti v predhodnih poglavjih (ionizirajoča sevanja).

Tveganje za okoljske in druge nesreče

- Upoštevanje določil, ki izhajajo iz Odloka o ureditvenem načrtu NEK:
  - Upoštevanje določil za suho skladišče IG;
  - Upoštevanje rešitev in ukrepov za obrambo ter varstvo pred naravnimi in drugimi nesrečami, vključno z varstvom pred požarom;
  - Morebitno širjenje požara na sosednje objekte in zemljišča se preprečuje z uporabo požarno odpornih materialov;
  - Evakuacijski izhodi iz objektov;
  - Voda za gašenje se zagotavlja preko obstoječega hidrantnega omrežja in lastnega črpališča NEK;
  - Dostop z gasilnim vozilom preko obstoječih intervencijskih poti znotraj kompleksa NEK.
  - Nevarne snovi (gorivo za dizelske motorje, mazivo, barve, ipd.) se uporabljajo na območju površin, ki jih pokriva lovilec olj, da se prepreči morebitno razlitje v okolje.
- Upoštevanje ukrepov, ki so določeni pri drugih sestavinah okolja (vode, podnebne spremembe, odpadki, ionizirajoča sevanja).

Prebivalstvo in zdravje ljudi

- Posebni zakonodajni ukrepi za materialne dobrine v času obratovanja niso predpisani. Upošteva se ukrepe, ki so zavedeni pri posameznih relevantnih dejavnikih (vode, podnebne spremembe, odpadki, ionizirajoča sevanja).
- Vsi dodatni ukrepi, ki jih nosilec posega že izvaja in so našteti pri predhodnih sestavinah (vode, odpadki, ionizirajoča sevanja, tveganje za okoljske in druge nesreče).

<u>Ukrepi za preprečevanje, zmanjševanje in izravnavanje opredeljenih pomembnih škodljivih vplivov na okolje - Opustitev posega</u>

Radioaktivni odpadki in ionizirajoče sevanje

- Upoštevanje ukrepov, ki izhajajo iz predpisov:
  - Območje bo še vedno omejeno in označeno ter obravnavano kot radiološko nadzorovano območje.
  - Vse dejavnosti ob prenehanju obratovanja se bodo izvajale skladno z zahtevami predpisov, sistema vodenja in pisnimi delovnimi postopki oziroma navodili za delo.

→ *Z izvajanjem teh ukrepov bo preprečeno nenadzorovano uhajanje ionizirajočega sevanja v okolje.*

<u>Spremljanje stanja dejavnikov in ukrepov za zmanjšanje vplivov - Obratovanje</u>

Vode

Vzorčenje in analiza odpadne vode v primeru puščanja transfernega plašča HI-TRAC (ki pozimi vsebuje tudi glikol), zbrane v zbirnem jašku CTF v skladu s Pravilnikom o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu odpadnih voda in Uredbo o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo.

Meritve odvzete količine vode za tehnološke namene na odvzemnih mestih v skladu z okoljevarstvenim dovoljenjem. Meritve parametrov onesnaženosti in količine odpadnih voda na merilnih mestih v skladu z okoljevarstvenim dovoljenjem.

Priporočljivo je izvesti meritve parametrov na vstopu v sistem, če je jasno, da so razmere v reki Savi v času vzorčenja take, da so koncentracije usedljivih snovi in neraztopljenih snovi povišane.

Zrak

Zaradi možne situacije, da bo rezervna kotlovnica delala več kot 300 ur na leto, se priporoča enkratna meritev emisij v skladu z Uredbo o emisiji snovi v zrak iz srednjih kurilnih naprav, plinskih turbin, ki jo izvede pooblaščeni laboratorij (prah, dimno število, CO, NOx, SO_2).

Hrup

V skladu s Pravilnikom o prvem ocenjevanju in obratovalnem monitoringu za vire hrupa ter o pogojih za njegovo izvajanje pooblaščeni izvajalec izvede meritve hrupa enkrat v obdobju treh let.

Elektromagnetno sevanje

V skladu s Pravilnikom o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu za vire elektromagnetnega sevanja ter o pogojih za njegovo izvajanje pooblaščeni izvajalec izvede meritve EMS enkrat v obdobju treh let.

Ionizirajoče sevanje

NEK izvaja zelo obširen monitoring radioaktivnih emisij in imisij, ki je opredeljen v dokumentu Radiological Effluent Technical Specification (RETS). V dokumentu so opisani sistemi za nadzor tekočinskih in zračnih emisij, lokacije in pogostost nadzora. NEK izvaja nadzor radioaktivnih emisij na vseh sistem, kjer je možno, da se med obratovanjem pojavi radioaktivnost.

Emisijski monitoring obsega:
- meritve tekočinskih emisij občasnih izpustov in kontinuiranih izpustov,
- meritve plinskih emisij: občasne in kontinuirane.

Obenem se v okolici NEK izvaja obsežen monitoring radioaktivnosti imisij. Spremlja se vse prenosne poti, po katerih lahko človek prejme dozo:
- reka Sava (voda, sedimenti in vodna biota);
- vodovodi in vrtine;
- črpališča in zajetja;
- padavine in usedi;
- zrak;
- zunanje sevanje;
- zemlja;
- hrana – mleko, sadje, povrtnine in poljščine.

Meritve imisij izvajajo pooblaščeni izvajalci monitoringa v okolju v skladu s Pravilnikom o monitoringu radioaktivnosti. O nadzoru radioaktivnosti v okolici NEK se vsako leto izdela poročilo v katerem se tudi oceni doze za referenčne skupine prebivalstva.

Z izgradnjo suhega skladišča izrabljenega goriva bo potreben dodaten nadzor zunanjega sevanja. Trenutno NEK izvaja meritev hitrosti doze ionizirajočega sevanja na ograji s šestimi pasivnimi OSL (optično stimulirani luminiscenčni) dozimetri. Po izgradnji suhega skladišča bodo pasivni dozimetri nameščeni tudi v skladiščni prostor, skupaj šest dozimetrov. Dodatni pasivni dozimetri bodo nameščeni tudi na ograji NEK.

V času izvajanja premeščanja izrabljenega goriva iz FHB v DSB se na poti premeščanja vzpostavi začasno nadzorovano območje in izvaja meritve sevalnih parametrov.

Od julija 2017 NEK izvaja dodatni monitoring radioaktivnosti reke Save zaradi izgradnje in obratovanja HE Brežice. Radioaktivnost se poleg običajnih vzorčevalnih lokacij meri dodatno na obeh straneh akumulacijskega jezera, na jezu HE Brežice, v nadomestnem habitatu in dodatnih vrtinah.

11. SKLEPNI DEL POROČILA

11.1 VIRI PODATKOV IN INFORMACIJ

11.1.1 Seznam virov

/1/ Projekt: Dolgoročno obratovanje Nuklearne elektrarne Krško (2023-2043) (NEK d.o.o. številka NEK ESD-RP-205, oktober 2021)

/2/ Poročilo o vplivih na okolje za posodobitev tehnologije skladiščenja izrabljenega goriva (IG) z uvedbo suhega skladiščenja - NEK, št. 101118-dn, marec 2020, dopolnitev junij 2020

/3/ USAR - Posodobljeno varnostno poročilo, rev. 27

/4/ Obratovalno dovoljenje: Odločba - Soglasje za začetek obratovanja NEK; Odločba Republiškega energetskega inšpektorata št. 31-04/83-5 z dne 6. 2. 1984 ter odločba URSJV št. 3570-8/2012/5, Sprememba dovoljenja za obratovanje NEK, z dne 22. 4. 2013

/5/ NEK Tehnične specifikacije, rev 183

/6/ Design Extension Conditions - Tehnične Specifikacije, rev. 8

/7/ Radiological Effluents Technical Specifications (RETS), rev. 10

/8/ Technical Summary on the Implementation of Comprehensive Risk and Safety Assessments of Nuclear Power Plants in the European Union, Brussels, 22. 8. 2013

/9/ Sklep ARSO za nameravani poseg: Podaljšanje obratovalne dobe Nuklearne elektrarne Krško s 40 na 60 let do leta 2023, št. 35405-286/2016-42 z dne 2. 10. 2020

/10/ Energetski, sistemski, ekonomski in ekološki vidiki podaljšanja življenjske dobe NE Krško, Rev.1, EIMV, Ljubljana, 2007

/11/ Pogodba med Vlado Republike Slovenije in Vlado Republike Hrvaške o ureditvi statusnih in drugih pravnih razmerij, povezanih z vlaganjem v Nuklearno elektrarno Krško, njenim izkoriščanjem in razgradnjo (UL RS – Mednarodne pogodbe, št. 23/2003, MP št. 5/03) ter Zapisnik in sklepi Meddržavne komisije v zvezi s podaljšanjem življenjske dobe NEK (PŽD NEK), z dne 20. 7. 2015

/12/ Development of the Site Specific Decommissioning Plan for Krško NPP, NIS Ingenierungeselschaft mbH" April 1996

/13/ 3rd Revision of the NPP Krsko Decommissioning Program, NIS Ingenieurgesellschaft mbH, Document No.: 4520 / CA / F 010640 5 / 07, June 2019

/14/ Letna poročila sklada za razgradnjo NEK. https://www.sklad-nek.si/porocila-o-poslovanju .

/15/ Letna poročila FONDA za razgradnjo NEK. http://www.fond-nek.hr/en/financial-assets/annual-reports/17

/16/ Poročilo o stanju tal na lokaciji nameravane gradnje SFDS, TALUM INŠTITUT, raziskava materialov in varstvo okolja, d.o.o., Tovarniška cesta 10, SI-2325 Kidričevo, Slovenija 29. 7. 2020, št. dokumenta 360/220

/17/ Ocena ogroženosti za Nuklearno elektrarno Krško -revizija 6 (DCM-RP-051), september 2021

/18/ Program nadgradnje varnosti NEK (PNV), Rev.3, januar 2017

/19/ Odločba URSJV v upravni zadevi "Odobritev programa nadgradnje varnosti NEK, rev. 3 in podaljšanje roka za izvedbo", št. 3570-11/2015/25 z dne 20. 01. 2017 in Odločba URSJV št. 3570-11/2015/32 z dne 24. 09. 2021

/20/ Celoviti nacionalni energetski in podnebni načrt Republike Slovenije (NEPN) - sprejet s strani vlade RS (verzija 5.0), št. 35400-18/2019/22, 28. 2. 2020

/21/ Letno poročilo verjetnostnih varnostnih analiz (PSA) za leto 2020/2021, julij 2021

/22/ Povzetek tretje revizije Programa razgradnje Nuklearne elektrarne Krško (NEK) in tretje revizije Programa odlaganja radioaktivnih odpadkov (RAO) in izrabljenega goriva (IG) iz NEK, ARAO, 2019

/23/ TD-6 - Program požarne zaščite - Požarni red, Rev.3

/24/ Odločba URSJV o izvedbi izrednega varnostnega pregleda Nuklearne elektrarne Krško, št. 3570-9/2011/2 z dne 30. 5. 2011

/25/ Slovenian National Post Fukushima Action Plan, ENSREG

/26/ Slovenian National Report on Nuclear Stress Tests, Final Report, SNSA, December 2011

/27/ Poročilo o obratovalnem monitoringu odpadnih vod za podjetje Nuklearna elektrarna Krško (za leto 2015) NLZOH, Center za okolje in zdravje, Oddelek za okolje in zdravje, lokacija Novo mesto, Enota za tla in vode, 2016

/28/ Resolucija o nacionalnem programu ravnanja z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom za obdobje 2016-2025 (ReNPRRO16-25); UL RS št. 31/2016 z dne 29. 4. 2016

/29/ Bureau Veritas: Certifikat ISO 14001:2015, z dne 20.11.2020

/30/ Bureau Veritas: Certifikat ISO 45001:2018, z dne 20.11.2020

/31/ Presoja prostorske in okoljske dokumentacije; https://www.gov.si/zbirke/storitve/presoja-prostorske-in-okoljske-dokumentacije/

/32/ Poročilo o obratovalnem monitoringu odpadnih vod za podjetje Nuklearna elektrarna Krško (za leto 2017) NLZOH, Center za okolje in zdravje, Oddelek za okolje in zdravje, lokacija Novo mesto, Enota za tla in vode, 2018

/33/ Zapisnik in sklepi Meddržavne komisije v zvezi s podaljšanjem življenjske dobe NEK (PŽD NEK), z dne 20. 7. 2015

/34/ Screening of External Hazards, NEK ESD-TR-18/16, Rev. 1

/35/ Pravilnik o dejavnikih sevalne in jedrske varnosti (UL RS, št. 74/16 in 76/17 – ZVISJV-1)

/36/ Analysis of Potential Division and Takeover of Operational and Decommissioning RW from Krško NPP, Extended Contents, Enconet and Ekonerg, 2018

/37/ Statistični Urad Republike Slovenije, Prebivalstvo, stanje 1. 1. 2020

/38/ Odločba URSJV št. 3570-11/2011/7, Odločba o izvedbi modernizacije varnostnih rešitev za preprečevanje težkih nesreč in blažitev njihovih posledic, z dne 1. 9. 2011

/39/ Poročilo o obratovalnem monitoringu odpadnih vod za podjetje Nuklearna elektrarna Krško (za leto 2018) NLZOH, Center za okolje in zdravje, Oddelek za okolje in zdravje, lokacija Novo mesto, Enota za tla in vode, 2019

/40/ Spletna stran NEK.; https://www.nek.si/sl/o-nek

/41/ Poročilo o obratovalnem monitoringu odpadnih vod za podjetje Nuklearna elektrarna Krško (za leto 2016), NLZOH, Center za okolje in zdravje, Oddelek za okolje in zdravje, lokacija Novo mesto, Enota za tla in vode, 5. 12. 2017

/42/ Poročilo o obratovalnem monitoringu odpadnih vod za podjetje Nuklearna elektrarna Krško (za leto 2019), NLZOH, Center za okolje in zdravje, Oddelek za okolje in zdravje, lokacija Novo mesto, Enota za tla in vode, št. 2172-72-303/19, 25. 3. 2020

/43/ Poročilo o obratovalnem monitoringu za komunalno čistilno napravo KČN NEK Krško za leto 2019. Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano, Center za okolje in zdravje, Oddelek za okolje in zdravje Novo mesto, Enota za vode, tla in odpadke, 27. 1. 2020

/44/ Analiza sprememb radioloških in toplotnih vplivov NE Krško na okolje po zgraditvi HE Brežice. Zaključno poročilo. Institut Jožef Stefan, Odsek za znanosti okolja, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za mehaniko tekočin, IBE d.d., september 2007

/45/ Skupno zaključno poročilo preiskav in analiz v akumulacijskih bazenih HE Brežice, HE Krško, HE Arto-Blanca in HE Boštanj ter raziskav vzrokov penjenja vode, Limnos d.o.o., 10. 9. 2017

/46/ HESS, 2019. Kvaliteta površinske vode v akumulacijskih bazenih hidroelektrarn na spodnji Savi, 30 Aug, 2019 https://www.he-ss.si/objava/kvaliteta-povrsinske-vode-v-akumulacijskih-bazenih-hidroelektrarn-na-spodnji-savi.html (citirano 13. 1. 2021)

/47/ Letno poročilo o radioaktivnih emisijah iz NEK, leto 2018. NEK, 2019

/48/ Dodatni podatki nosilca posega (Dopisi NEK št.: ING.DOV-345.18, ING.DOV-356.18, ING.DOV-361.18, ING.DOV-363.18; ING.DOV-114.19, ING.DOV-367.20; ING.DOV-371.20; ING.DOV-412.20; ING.DOV-416.20; ING.DOV-009.21; ING.DOV-015.21; ING.DOV-016.21; ING.DOV-

017.21; ING.DOV-047.21; ING.DOV-052.21; ING.DOV-074.21; ING.DOV-104.21; ING.DOV-119.21; ING.DOV-141.21; ING.DOV-153.21; ING.DOV-256.21; elektronska pošta NEK 24. 12. 2021 in 5. 1. 2022)

/49/ Okoljevarstveno dovoljenje glede emisij v vode (Agencija RS za okolje, št. 35441-103/2006-24 z dne 30. 6. 2010, ki je bilo spremenjeno in v treh točkah izreka (spremenjene točke 1.1, 1.4 in 1.8 OVD) in ponovno odločeno z odločbo št. 35441-103/2006-33 z dne 4. 6. 2012 ter spremenjeno (spremenjena točka 1.5, Tabela 3) z odločbo št. 35444-11/2013-3 z dne 10. 10. 2013

/50/ Vodno dovoljenje ARSO: delno vodno dovoljenje št. 35536-31/2006-16 z dne 15. 10. 2009 in odločba o spremembi vodnega dovoljenja št 35536-54/2011-4 z dne 8. 11. 2011, odločba št. 35536-26/2011-9 z dne 23. 5. 2013, odločba št. 35530-7/2018-2 z dne 22. 6. 2018.

/51/ Poročilo o stanju hrupa v okolju NEK, ZVD d.o.o, Center za fizikalne meritve, Laboratorij za fizikalne meritve, Chengdujska cesta 25, 1260 Ljubljana-Polje, št. spisa: LFIZ-20150001-JJ/P, 11. 9. 2015

/52/ Poročilo o stanju hrupa v okolju NEK, ZVD d.o.o, Center za fizikalne meritve, Laboratorij za fizikalne meritve, Pot k izviru 6, 1260 Ljubljana-Polje, št. spisa: LOM-20200588-KR/P, 29. 12. 2020

/53/ Poročilo o opravljenih prvih meritvah elektromagnetnega sevanja za RTP 400/110 kV Krško in rekonstruirani del 400 kV stikališča v NEK (Elektroinštitut Milan Vidmar, Hajdrihova 2, Ljubljana, junij 2014)

/54/ Vrsta in količina odpadkov nastalih v proizvodnih in storitvenih dejavnostih ter načini ravnanja z njimi za leto 2017 (Agencija RS za okolje, datum objave: 15. 11. 2017) http://www.arso.gov.si/varstvo%20okolja/odpadki/poro%c4%8dila%20in%20publikacije/

/55/ Emisije snovi iz industrijskih obratov za leto 2018 (Agencija RS za okolje); http://okolje.arso.gov.si/onesnazevanje_zraka/devices

/56/ Podatki o emisijah v vode iz industrijskih in drugih naprav (Agencija RS za okolje); http://okolje.arso.gov.si/onesnazevanje_voda/vsebine/podatki

/57/ Evidenca naprav HOS/HHOS (Agencija RS za okolje); http://okolje.arso.gov.si/onesnazevanje_zraka/uploads/datoteke/Evidenca%20naprav%20HOS_HHOS.pdf

/58/ IED Register (Agencija RS za okolje); http://okolje.arso.gov.si/ippc/vsebine/ippc-register

/59/ Seveso register - register obratov (Agencija RS za okolje); http://okolje.arso.gov.si/ippc/uploads/dokumenti/Seveso%202018/Register%20obratov%208januar_2018.pdf

/60/ Atlas okolja (Agencija RS za okolje) http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso

/61/ Atlas voda (Agencija RS za okolje); http://gis.arso.gov.si/evode/profile.aspx?id=atlas_voda@Arso

/62/ Naravovarstveni atlas (Agencija RS za okolje); http://www.naravovarstveni-atlas.si/web/

/63/ Spletni GIS portal občine Krško; https://gis.iobcina.si/gisapp/Default.aspx?a=krsko

/64/ Register nepremične kulturne dediščine (Ministrstvo za kulturo); http://giskd6s.situla.org/giskd/

/65/ http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/

/66/ Regionalna razdelitev krajinskih tipov v Sloveniji, 2 - Krajine predalpske regije (MOP, Urad RS za prostorsko planiranje in Oddelek za krajinsko arhitekturo BF UL, 1998)

/67/ WMO Provisional Statement on the State of the Global Climate in 2019, Dosegljivo na spletni strani: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10211/

/68/ IPCC, 2018: Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-

Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. In Press

/69/ ARSO, http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/current/animacija_temperatura/

/70/ Vertačnik, G., Bertalanič, R., Draksler, A., Dolinar, M., Vlahović, Ž., Frantar, P., 2018. Podnebna spremenljivost Slovenije v obdobju 1961–2011. Povzetek. Ljubljana, ARSO Dosegljivo na spletni strani: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/PSSbrosura_spread_SLO.pdf

/71/ Nadzor radioaktivnosti v okolici NEK, Poročilo za leto 2019, Inštitut Jožef Štefan, IJS-DP-12784, marec 2020

/72/ Bertalanič, R., M., Dolinar, A. Draksler, L. Honzak, M. Kobold, K. Kozjek, N. Lokošek, A. Medved, G. Vertačnik, Ž. Vlahović, A. Žust, 2018. Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja, Sintezno poročilo – prvi del. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje, 81. str. Dosegljivo na spletni strani: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/OPS21_Porocilo.pdf

/73/ ARSO, Pregled homogeniziranih klimatoloških nizov za Bizeljsko, Dosegljivo na spletni strani: https://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/diagrams/time-series/

/74/ Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja - Povzetek temperaturnih in padavinskih povprečij (Agencija RS za okolje); http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/povzetek-podnebnih-sprememb-temp-pad.pdf

/75/ Priloge k sinteznemu poročilu: PRILOGA 1: SPREMEMBE TEMPERATURE Dosegljivo na spletni strani: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/OPS21_Priloga1_SPREMEMBE-TEMPERATURE.pdf

/76/ Priloge k sinteznemu poročilu: PRILOGA 2: SPREMEMBE PADAVIN Dosegljivo na spletni strani: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/OPS21_Priloga2_SPREMEMBE-PADAVIN.pdf

/77/ Priloge k sinteznemu poročilu: PRILOGA 4: SPREMEMBE HIDROLOŠKIH SPREMENLJIVK Dosegljivo na spletni strani: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/OPS21_Priloga4_SPREMEMBE%20HIDROLOSKIH%20SPREMENLJIVK.pdf

/78/ Spremembe podnebja v Sloveniji do sredine 21. stoletja (Agencija RS za okolje); http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/PSS/scenariji/letak_RCP45_2070.pdf

/79/ Osnovna geološka karta 1:100.000 (Geološki zavod Slovenije); http://biotit.geo-zs.si/ogk100/

/80/ Geological – geotehnical report For Dry Storage Building – DSB« (IRGO), izdelano 16. 2. 2018

/81/ Poročilo o izvedbi programa dopolnilnih začetnih terenskih in laboratorijskih raziskav geosfere in hidrosfere za potencialno lokacijo Vrbina-Krško, rev.1.,. J.V. GeoZS, ZAG, Geoinženiring, IRGO, ZZVMB, 2009

/82/ Glavne raziskave geo in hidrosfere za potrebe graditve odlagališča NSRAO, rev 1., 2015. J.V. IRGO Consulting d.o.o., GeoZS, NLZOH Maribor, geoinženiring d.o.o., ZAG

/83/ Hidrogeološko poročilo o izvedenem črpalnem poizkusu v vrtini VOP-8, november 2015, IRGO

/84/ Pravni režimi varstva kulturne dediščine eVRD, https://gisportal.gov.si/portal/apps/webappviewer/index.html?id=403a54629867466e940983d70a16ad9e

/85/ Pedološke analize in analize onesnaženosti tal na potencialni lokaciji Vrbina, Zavod za zdravstveno varstvo Maribor, Inštitut za varstvo okolja, december 2006

/86/ Nadgradnja hidrogeološke interpretacije podatkov monitoringa na širšem območju lokacije za odlagališče NSRAO na Vrbini v občini Krško, IRGO Inštitut, marec 2016

/87/ Nadzor radioaktivnosti v okolici NEK, Poročilo za leto 2020, Inštitut Jožef Štefan, IJS-DP-13463, april 2021

/88/ Letno poročilo o radioaktivnih emisijah iz NEK, NEK 2020

/89/ Ocena kemijskega stanja podzemne vode - obdobje 2006-2020 (Agencija RS za okolje); http://www.arso.gov.si/vode/podzemne%20vode/

/90/ Ocena kemijskega stanja podzemne vode v Sloveniji v letu 2015 (Agencija RS za okolje, november 2016)

/91/ Podzemne vode - trendi 1998-2016 (Agencija RS za okolje); http://www.arso.gov.si/vode/podzemne%20vode/

/92/ Ocena stanja vodotokov v Sloveniji - Poročilo za leti 2014 in 2015 (Agencija RS za okolje, oktober 2017)

/93/ Ocena kemijskega stanja vodotokov za obdobje od 2009 do 2013 (Agencija RS za okolje); http://www.arso.gov.si/vode/reke/publikacije%20in%20poro%c4%8dila/Ocena%20kemijskega%20stanja%20in%20PO%20v%20vodotokih%20za%20leto%202016.pdf

/94/ Spremembe hidroloških razmer v Sloveniji do sredine 21. stoletja (Agencija RS za okolje); http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/letak%20RCP4.5_2050%20hidro.pdf

/95/ ARSO, Rezultati monitoringa ekološkega stanja vodotokov v letu 2012, 2017. https://www.arso.gov.si/vode/reke/ocena%20stanja/Ekolosko_stanje_reke_2012.pdf

/96/ ARSO, Rezultati monitoringa ekološkega stanja vodotokov v letu 2013, 2017. https://www.arso.gov.si/vode/reke/ocena%20stanja/Ekolosko_stanje_reke_2013.pdf

/97/ ARSO, Rezultati monitoringa ekološkega stanja vodotokov v letu 2014, 2017. https://www.arso.gov.si/vode/reke/ocena%20stanja/Ekolosko_stanje_reke_2014.pdf : ARSO,

/98/ Rezultati monitoringa ekološkega stanja vodotokov v letu 2015, 2017. https://www.arso.gov.si/vode/reke/ocena%20stanja/Ekolosko_stanje_reke_2015.pdf

/99/ ARSO, Rezultati monitoringa ekološkega stanja vodotokov v letu 2016, 2018. https://www.arso.gov.si/vode/reke/ocena%20stanja/Ekolosko_stanje_reke_2016.pdf

/100/ ARSO, Rezultati monitoringa ekološkega stanja vodotokov v letu 2017, 2018 https://www.arso.gov.si/vode/reke/ocena%20stanja/Ekolosko_stanje_reke_2017.pdf

/101/ ARSO, Rezultati monitoringa ekološkega stanja vodotokov v letu 2018, 2020. https://www.arso.gov.si/vode/reke/ocena%20stanja/Ekolosko_stanje_reke_2018.pdf

/102/ ARSO, Rezultati monitoringa ekološkega stanja vodotokov v letu 2019, 2020. https://www.arso.gov.si/vode/reke/ocena%20stanja/Ekolosko_stanje_reke_2019.pdf

/103/ Cotman, M., 2020. Poročilo o neradiološkem monitoringu reke Save v letu 2019. Zaključno poročilo. Kemijski inštitut, Center za validacijske tehnologije in analitiko, Ljubljana.

/104/ IBE, 2020. Analiza rečnih temperatur na spodnji Savi v juliju in avgustu 2019 ter verifikacija dosedanjih študij, IBE, april 2020

/105/ IJS, 2006. Analiza sprememb radioloških in toplotnih vplivov obstoječe JE na okolje po izgradnji HE Brežice. Inštitut Jožef Stefan, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Inženirski biro Elektroprojekt, 2006

/106/ ARSO, Klimatološka povprečja 1981-2010 (homogenizirane vrednosti) Dosegljivo na spletni strani: http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/tables/normals_81_10/

/107/ ARSO, Dosegljivo na spletni strani: http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/diagrams/wind/krsko/

/108/ Povprečna mesečna koncentracija delcev PM_{10} v letu 2017; datum objave: 5. 2. 2018 (Agencija RS za okolje); http://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/podatki/PM10_dec17_slo.pdf

/109/ Povprečna mesečna koncentracija delcev PM_{10} v letu 2016; datum objave: 31. 1. 2017 (Agencija RS za okolje); http://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/podatki/PM10_dec16_slo.pdf

/110/ Povprečne dnevne koncentracije delcev PM_{10} v letu 2017 (Agencija RS za okolje); http://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/podatki/PM10_D_dec17_slo.pdf

/111/ Nacionalni inštitut za varovanje zdravja (NIJZ), 2018. Zdravje v regiji 2018, http://obcine.nijz.si/Dokumenti/pdf/2018/regije/6.pdf.

/112/ Google Zemljevidi, https://www.google.si/

/113/ https://www.vectorstock.com/royalty-free-vector/nuclear-power-plant-and-factory-energy-industrial-vector-8838325

/114/ https://www.vectorstock.com/royalty-free-vector/nuclear-power-plant-thin-line-icon-vector-29192280

/115/ https://free-icon-rainbow.com/nuclear-reactor-free-icon-2/

/116/ https://radiokrka.si/clanek/novice/z-novim-razpisom-do-direktorja-sklada-nek-584002

/117/ https://novice.svet24.si/clanek/novice/slovenija/57e240e093599/nek

/118/ https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nuklearna_elektrarna_Kr%C5%A1ko.jpg

/119/ Abassi, S.A., Abassi, N., 2000. The likely adverse environmental impacts of renewable energy sources, Applied Energy 65 (2000) 121-144

/120/ Burg, B. R., Ruch, P., Paredes, S., Michel, B.: Effects of radiative forcing of building integrated photovoltaic systems in different urban climates. Solar Energy 147 (2017) 399–405.

/121/ Število preseganj dnevne mejne koncentracije delcev PM10 v letu 2016; datum objave: 27. 2. 2017 (Agencija RS z okolje); http://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/podatki/2016_PM10Preseganja.pdf

/122/ Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2016 (Agencija RS za okolje, november 2017)

/123/ Podatki o prometu - prometne obremenitve (Ministrstvo za infrastrukturo, Direkcija RS za infrastrukturo); http://www.di.gov.si/si/delovna_podrocja_in_podatki/ceste_in_promet/podatki_o_prometu/

/124/ Slovenia's National Inventory Report 2020 GHG emissions inventories 1986 - 2018, Slovenian Environment Agency, April 2020

/125/ Umwelt-Materialen Nr. 127 Luft, Luftschadstoff-Emissionen von Strassenbaustellen (BUWAL, Bern 2001).

/126/ EMEP/EEA emission inventory guidebook 2016, Construction and demolition, Public works and building sites

/127/ Priporočila izdelovalcem poročil o vplivih na okolje - Ocena vpliva posega na onesnaženost zraka z delci PM_{10} v postopku izdaje okoljevarstvenega soglasja (Agencija RS za okolje, januar 2018).

/128/ Kazalci okolja v Sloveniji - Izpusti onesnaževal iz prometa (Agencija RS za okolje); http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind_id=770

/129/ External Events Excluding Earthquakes in the Design of Nuclear Power Plants", IAEA Safety Guide NS-G-1.5, 2003

/130/ Structures, Systems, and Components Evaluation Technical Support Document for DOE Standard, Accident Analysis for Aircraft Crash into Hazardous Facilities", UCRL-ID-123577, September 4, 1996

/131/ Uredba o mejnih dozah, referenčnih ravneh in radioaktivni kontaminaciji, UL RS, št. 18/18

/132/ Poročilo o nastalih odpadkih in ravnanju z njimi za leto 2019, ARSO, internetni vir: https://www.arso.gov.si/varstvo%20okolja/odpadki/poro%c4%8dila%20in%20publikacije/

/133/ Perko, D., 1999. Slovenija - pokrajine in ljudje. Založba Mladinska knjiga. str. 735

/134/ Zdravje v občini Krško, NIJZ http://obcine.nijz.si/Vsebina.aspx?leto=2019&id=75

/135/ ARAO, 2016. Projektne osnove za odlagališče NSRAO Vrbina, Krško - faza presoje vplivov na okolje, rev1, NSRA02-POR-013-01, št. 02-08-011-001, avgust 2016. URL: http://www.arso.gov.si/novice/datoteke/039646-NSRAO2-POR-013-01%20Projektne%20osnove%20OsnVP%202016.pdf , dostop april 2019)

/136/ CKFF, 2008. Pregled živalskih in rastlinskih vrst, njihovih habitatov ter kartiranje habitatnih tipov s posebnim ozirom na evropsko pomembne vrste, ekološko pomembna območja, posebna varstvena območja, zavarovana območja in naravne vrednote na vplivnem območju predvidenih HE Brežice in HE Mokrice

/137/ Ribiški kataster, 2018. Zavod za ribištvo Slovenije. https://webapl.mkgp.gov.si/apex/f?p=136:62:10783274489156::NO:RP:P62_ID_REVIR:41 (maj 2019)

/138/ Bioportal, 2020. http://www.bioportal.si/ februar 2020

/139/ Monitoring rib v akumulaciji HE Brežice in njenih pritokih v letu 2019. Zavod za ribištvo Slovenije, Spodnje Gameljne, maj 2020

/140/ Dußling U., Berg R., Klinger H., Wolter C. (2004). Assessing the ecological status of river systems using fish assemblages. Handbuch Angewandte Limnologie 12/04 (20.Erg.Lfg.): 184

/141/ Podgornik S., Urbanič G. (2014). Vrednotenje ekološkega stanja malih in srednje-velikih rek ekoregije Panonska nižina na podlagi rib. Poročilo o projektni nalogi. Zavod za ribištvo Slovenije. Spodnje Gameljne, 70 str.

/142/ Urbanič, G, Žerdin, M., Urbanič M. P., Sopotnik, M., 2019. Strokovno mnenje - utemeljitev ukrepov za zagotavljanje povezljivosti habitatov platnice na spodnji Savi in pritokih zaradi načrtovane HE Mokrice. Aquarius d.o.o., Ljubljana in Inštitut URBANZERO, celovito upravljanje okolja, d.o.o., Ljubljana, oktober 2019.

/143/ Ćaleta, M., Buj, I., Mrakovčić, M., Mustafić, P., Zanella, D., Marčić, Z., Duplić, A., Mihinjač, T., Katavić, I. (2015): Endemic Fishes of Croatia. Croatian Environment Agency, Zagreb, 116 pp.

/144/ I. Krajcar Bronić: Izvješće o mjerenjima aktivnosti C-14 u okolišu Nuklearne elektrane Krško tijekom 2019. godine, LNA-5/2020, Institut Ruđer Bošković, Zavod za eksperimentalnu fiziku, laboratorij za mjerenje nizkih aktivnosti, 9. 1. 2020

/145/ Tritium in organic matter around Krško Nuclear Power Plant (R. Krištof et all, J. Radioanal. Nucl. Chem, 2017, 314:675-679

/146/ IJS Delovno poročilo št. IJS-DP-10114, januar 2009 (avtorja B. Pucelj, M. Stepišnik).

/147/ Medsebojni vplivi energetskih objektov ob in na reki Savi z vidika toplotne obremenitve Save - revizija A (IBE, 2012a)

/148/ Energetski objekti ob in na reki Savi - Analiza termike Save v avgustu 2012 (IBE, 2012b)

/149/ Energetski objekti ob in na reki Savi - Analiza rečnih temperatur na spodnji Savi v juliju in avgustu 2019 ter verifikacija dosedanjih študij - revizija A (IBE, april 2020)

/150/ Vrednotenje in obvladovanje posledic porušitev pregrad, nasipov in nepravilnega obratovanja HE stopenj na spodnji Savi (IBE, april 2020). Naročnik: HESS.

/151/ Hidravlična analiza visokih voda reke Save v območju Nuklearne elektrarne Krško pri največjem verjetnem pretoku (PMF) za stanje po izgradnji HE Brežice (FGG, Hidroinštitut in IBE, september 2011)

/152/ Slovenia's National Inventory Report 2021 GHG emissions inventories 1986 - 2019, Slovenian Environment Agency, April 2021

/153/ Statistični urad Republike Slovenije, Proizvodnja električne energije na pragu elektrarn (GWh), Slovenija, letno

/154/ Pleničar, M., Premru, U. & Herak. M. (1975): Tolmač in list Osnovne geološke karte SFRJ – list Novo Mesto L33-79.- Geološki zavod Ljubljana, Ljubljana

/155/ Plepelić, G. (2016): NE Krško. Povzetek IRGO študije.- Geotehnički studio, Zagreb

/156/ Prelogović, E., Saftić, B., Kuk, V., Velić, J., Dragaš, M. & Lučić, D. (1998): Tectonic activity in the Croatian part of the Croatian parto f the Pannonian basin.- Tectonophysics 297, 283-293

/157/ Šikić, K., Basch, O. & Šimunić, A. (1977): Tolmač in list Osnovne geološke karte SFRJ – list Zagreb L38-80.- Institut za geološka istraživanja, Zagreb

/158/ Vižintin, G., Supovec, I., Tancar, M., Veselič, M., Viršek, S. & Rupret, M. (2009): Kontrolni konceptualni, hidravlični in transportni model vplivnega območja odlagališča NSRAO.- Univerza u Ljubljani, HGEM d.o.o., ARAO. Ljubljana

/159/ Petkovšek, B. et al. (2009): Poročilo o izvedbi programa dopolnilnih začetnih terenskih raziskav geosfere in hidrosfere za potencialno lokacijo Vrbina v občini Krško ter za izvedbo programa začetnih terenskih raziskav geosfere in hidrosfere za potencialno lokacijo Vrbina, Gornji Lenart v

občini Brežice, Potencialna lokacija Vrbina – Krško, Zaključno poročilo, Revizija 1, ZAG & partnerji, avgust 2009, arhiv ARAO

/160/ Parlov, J. (2015): Elaborat ugotavljanja hidravlične povezanosti aluvialnega vodonosnika na področju lokacije bodočega odlagališča NSRAO (Krško/Vrbina) ter Samoborskega in Zagrebškega vodonosnika, rev.1.- Rudarsko-geološko-naftna fakulteta Univerze v Zagrebu, Zagreb

/161/ Vukojević, P., Petković, M. & Padovan, B. (2016): Raziskava višinske kote tesnilne zavese. Terensko raziskovalno delo in laboratorijske raziskave - EKONERG, Zagreb

/162/ Odlok o ureditvenem načrtu Nuklearne elektrarne Krško (UL SRS, št. 48/87, UL RS, št. 59/97 in 21/20)

/163/ MOP (Ministrstvo za okolje in prostor), DRSV (2020): Vodno dovoljenje družbi Nuklearna elektrarna Krško d.o.o., številka: 35530-100/2020-4, 14. 11. 2020, Ljubljana

/164/ MOP (Ministrstvo za okolje in prostor) (2016): Načrt upravljanja voda na vodnem območju Donave za obdobje 2016-2021- Ljubljana

/165/ Zakon o ratifikaciji Pogodbe med Vlado Republike Slovenije in Vlado Republike Hrvaške o ureditvi statusnih in drugih pravnih razmerij, povezanih z vlaganjem v Nuklearno elektrarno Krško, njenim izkoriščanjem in razgradnjo in Skupne izjave ob podpisu Pogodbe med Vlado Republike Slovenije in Vlado Republike Hrvaške o ureditvi statusnih in drugih pravnih razmerij, povezanih z vlaganjem v Nuklearno elektrarno Krško, njenim izkoriščanjem in razgradnjo (UL RS – Mednarodne pogodbe, št. 5/03)

/166/ ARSO, Ocena ekološkega stanja vodotokov za obdobje 2009-2015, https://www.arso.gov.si/vode/reke/publikacije%20in%20poročila/Ekološko%20stanje_NUV2_reke.pdf

/167/ ARSO, Ocena stanja vodotokov v letu 2018 - kemijski parametri; 2019

/168/ Operativni program nadzora nad onesnaževanjem zraka (OPNOZ), Vlada Republike Slovenije, 35405-3/2019/4, 2019

/169/ Climate Change and Nuclear Power 2020, IEA, 2020

/170/ Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti, UL RS, št. 76/17 in 26/19

/171/ H. Turton, Accelerating Deployment of Low Carbon Power for 1.5°C , International Atomic Energy Agency, Vienna, AUSTRIA, IAEA-CN275-121, 2020

/172/ IN-DEPTH ANALYSIS IN SUPPORT OF THE COMMISSION COMMUNICATION COM(2018) 773, A Clean Planet for all A European long-term strategic vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy, 2018

/173/ Okoljsko poročilo za energetski koncept Slovenije (Strategija energetske politike do leta 2030 z vizijo do leta 2050), Aquarius, 2018

/174/ Celoviti nacionalni energetski in podnebni načrt Republike Slovenije (NECP), Verzija 4.1, januar 2020

/175/ Okoljsko poročilo: Tehnična podpora za celovito presojo vplivov na okolje za Celoviti nacionalni energetski in podnebni načrt Republike Slovenije, EIMV, Zavita, Stritih, 2020

/176/ Climate Change 2014 - Mitigation of Climate Change, Working Group III Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovermental Pane on Climate, 2014, Annex III, Table A.III.2

/177/ Periodic Safety Review for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Series No. SSG – 25, IAEA, Vienna, 2013

/178/ Adapting of the energy sector to climate change, IEA, 2019

/179/ Okoljsko poročilo za dopolnjen UN NEK za projekt SFDS (suho skladiščenje izrabljenega goriva), Aquarius, IBE, ZVD, Ljubljana, avgust 2019

/180/ Climate Change and Role of Nuclear Power, Proceeding of an International Conference, Venna, 7-11 October 2019

/181/ Investment needs for future adaptation measures in EU nuclear power plants and other electricity generation technologies due to effects of climate change, Final report, EC, Ecorys, 2011

/182/ Slovenian Informative Inventory Report 2020, Slovenian Environmental Agency, 2020

/183/ United Nations, Sources and effects of Ionizing Radiation, Report to the General Assembly with Scientific Annexes, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, (UNSCEAR), YN, New York, 2000

/184/ Non-paper Guidelines for Project Managers: Making vulnerable investments climate resilient, EC 2011

/185/ PVO Razrširitev hladilnega sistema (dodatni stolp štirih hladilnih celic), Inštitut Jožef Štefan, 2006

/186/ Uredba o vsebini poročila o vplivih nameravanega posega na okolje in načinu njegove priprave (UL RS, št. 36/09, 40/17)

/187/ Policastro 1994: A model for seasonal and annual cooling tower impacts

/188/ Cooling Tower Fundamentals. SPX Cooling Technologies Inc. 2009

/189/ EUROFINS ERICO & HSE INVEST (2019): Environmental Impact Assessment Report for the Vrbina Krško LILW Repository.- Velenje.

/190/ Slovenian Informative Inventory Report 2021, Slovenian Environmental Agency, 2021

/191/ http://www.msceast.org/index.php?option=com_content&view=article&id=147&Itemid=78

/192/ https://www.esvet.si/jedrska-energija/prednosti-slabosti-jedrske-energije

/193/ Arhiv IBE

/194/ Poročilo o opravljenih prvih meritvah elektromagnetnega sevanja v NEK v okviru modifikacije 1095-XR-L (Elektroinštitut Milan Vidmar, Hajdrihova 2, Ljubljana, februar 2021)

/195/ Third Revision of the Krško NPP Radioactive Waste and Spent Fuel Disposal Program, version 1.3, September 2019

/196/ Izračun doz na določenih razdaljah za primer projektne nezgode (DB) ali razširjene projektne nezgode (BDB) v Nuklearni elektrarni Krško« / ” Calculation of doses at certain distances for Design Basis (DB) and Beyond Design Basis (BDB) accidents at NPP Krsko” (No. FER-ZVNE/SA/DA-TR03/21-0), FER-MEIS, 2021

/197/ NUREG-1465, Accident Source Terms for Light-Water Nuclear Power Plants, Final Report.

/198/ T Skamarock, W.C., Klemp, J.B., Dudhia, J., Gill, D.O., Barker, D.M., Duda, M.G., Huang, X.-Y., Wang, W., Powers, J.G., 2008. A Description of the Advanced Research WRF Version 3. Boulder, Colorado, USA. doi:http://dx.doi.org/10.5065/D68S4MVH

/199/ Tinarelli, G., Anfossi, D., Trini Castelli, S., Bider, M., Ferrero, E., 2000. A New High Performance Version of the Lagrangian Particle Dispersion Model Spray, Some Case Studies, in: Gryning, S.-E., Batchvarova, E. (Eds.), Air Pollution Modeling and Its Application XIII. Springer US, Boston, MA, pp. 499-507. doi:10.1007/978-1-4615-4153-0_51

/200/ Mlakar, P., Božnar, M. Z., Grašič, B., Breznik, B. Integrated system for population dose calculation and decision making on protection measures in case of an accident with air emissions in a nuclear power plant. Science of the total environment. 2019, vol. 666, str. 786-800. ISSN 0048

/201/ Mlakar, P., Grašič, B., Božnar, M. Z., Breznik, B. Online relative air dispersion concentrations one week forecast for Krško NPP prepared for routine and emergency use. V: JENČIČ, Igor (ur.). Proceedings. 24th International Conference Nuclear Energy for New Europe - NENE 2015, Portorož, Slovenia, September 14-17. Ljubljana: Nuclear Society of Slovenia, 2015. Str. 602-1-602-8. ISBN 978-961-6207-38-6.

/202/ Grašič, B., Mlakar, P., Božnar, M. Z., Kocijan, J. Validation of numerically forecast vertical temperature profile with measurements for dispersion modelling. International journal of environment and pollution. 2018, vol. 64, no. 1/3, str. 22-34. ISSN 0957-4352. DOI: 10.1504/IJEP.2018.099143.

/203/ Mlakar, P., Kokal, D., Grašič, B., Božnar, M. Z., Gradišar, D., Kocijan, J. Validation of meteorological forecasts in fine spatial and temporal resolution produced as an input for dispersion models. International journal of environment and pollution. 2017, vol. 62, no. 2/4, str. 236-246. ISSN 0957-4352. DOI: 10.1504/IJEP.2017.10010378.

/204/ Božnar, M. Z., Mlakar, P., Grašič, B. Short-term fine resolution WRF forecast data validation in complex terrain in Slovenia. V: Special issue on harmonisation within atmospheric dispersion modelling for regulatory purposes : 26 October 2011, Kos Island, Greece. Genova: Interscience Enterprises, 2012. Vol. 50, no. 1/4, str. 12-21. International journal of environment and pollution, Vol. 50, no. 1/4, 2012. ISSN 0957-4352. DOI: 10.1504/IJEP.2012.051176.

/205/ Mlakar, P., Božnar, M. Z., Grašič, B., Brusasca, G., Tinarelli, G., Morselli, M. G., Finardi, S. Air pollution dispersion models validation dataset from complex terrain in Šoštanj. International journal of environment and pollution. 2015, vol. 57, no. 3/4, str. 227-237. ISSN 0957-4352. DOI: 10.1504/IJEP.2015.074507.

/206/ Grašič, B., Mlakar, P., Božnar, M. Z. Method for validation of Lagrangian particle air pollution dispersion model based on experimental field data set from complex terrain. V: Nejadkoorki, F. (ur.). Advanced air pollution. Rijeka: InTech, cop. 2011. Str. 535-556. ISBN 978-953-307-511-2.

/207/ IAEA International Atomic Energy Agency, "MODARIA: Modelling and Data for Radiological Impact Assessments," 2017. [Online]. Available: http://www-ns.iaea.org/projects/modaria/#3 6.3.2021 14:45

/208/ IAEA International Atomic Energy Agency, "MODARIA II: Modelling and Data for Radiological Impact Assessments," 2016. [Online].http://www-ns.iaea.org/projects/modaria/modaria2.asp?s=8&l=129 6.3.2021 14:45

/209/ International Atomic Energy Agency, 2003. Draft report of the OSART (Operational Safety Review Team) mission to the Krško nuclear power plant Slovenia 20 October to 6 November 2003. Vienna, Austria. http://ursjv.arhiv-spletisc.gov.si/fileadmin/ujv.gov.si/pageuploads/si/Porocila/PorocilaEU/KrskoMissionReportSLO9011.doc 6.9.2021 08:30

/210/ International Atomic Energy Agency, 2017b. Report of the Operational Safety Review Team (OSART) mission to the Krsko nuclear power plant Slovenia 15 May to 1 June 2017. Vienna, Austria. http://ursjv.arhiv-spletisc.gov.si/fileadmin/ujv.gov.si/pageuploads/Report_OSART_Mission_Krsko_NPP.pdf 6.9.2021 08:30

/211/ Desiato, F., Finardi, S., Brusasca, G., Morselli, M.G., 1998. TRANSALP 1989 experimental campaign-I. Simulation of 3D flow with diagnostic wind field models. Atmos. Environ. 32, 1141–1156. doi:10.1016/S1352-2310(97)00196-9

/212/ Anfossi, D., Desiato, F., Tinarelli, G., Brusasca, G., Ferrero, E., Sacchetti, D., 1998. TRANSALP 1989 experimental campaign—II. Simulation of a tracer experiment with Lagrangian particle models. Atmos. Environ. 32, 1157–1166. doi:10.1016/S1352-2310(97)00191-X

/213/ Mlakar, P., Božnar, M. Z., Breznik, B., 2014. Operational air pollution prediction and doses calculation in case of nuclear emergency at Krško Nuclear Power Plant. V: Special issue of the 15th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, HARMO 15, 6-9 May, Madrid, Spain. Genova: Interscience Enterprises, 2014. Vol. 54, no. 2/4, str. 184-192. International journal of environment and pollution, Vol. 54, no. 2/4, ISSN 0957-4352. DOI: 10.1504/IJEP.2014.065119.

/214/ Karlsruhe Institute of Technology (KIT), 2017. JRodos: An off-site emergency management system for nuclear accidents, Karlsruhe Institute of Technology (KIT) Hermann-von-Helmholtz-Platz 1 76344 Eggenstein-Leopoldshafen Germany, https://resy5.iket.kit.edu/JRODOS/documents/JRodos_Report_forHomepage.pdf 14.9.2021 08:20

/215/ Cinelli, G., De Cort, M. & Tollefsen, T. (Eds.), European Atlas of Natural Radiation, Publication Office of the European Union, Luxembourg, 2019.

/216/ https://en.wikipedia.org/wiki/Lauingen_Energy_Park

/217/ MVM PAKS II. ZRT. - Erection of new Nuclear Power Plant Units at the PAKS Site, Environmental Impact Study International Chapter

/218/ RADTRAD: A Simplified Model for RADionuclide Transport and Removal And Dose Estimation, NUREG/CR-6604, 1997

/219/ JRodos User Guide, Version 4.0 (JRodos2019), Karlsruher Institute of Technology, July 2019

/220/ EIP-17.001, Določitev stopnje nevarnosti, rev.6.

/221/ https://www.dem.si/sl/elektrarne-in-proizvodnja/elektrarne/?id=2019090409143306

/222/ http://nep.vitra.si/ukrep.php?id=598&fid=3430

/223/ http://www.gehrlicher.com/fileadmin/content/pdfs/Factsheets/Factsheet_Lauingen_A4_en.pdf

/224/ Načrt zaščite in reševanja ob izrednem dogodku (NZIR), rev.38.

/225/ Seismic Probabilistic Safety Assessment of Krško Nuclear Power Plant, Level 1 and Level 2, Revision 2, ABS Consulting, November 2004, PROPRIETARY DOCUMENT

/226/ PGD, 0 - Vodilna mapa; Nuklearna elektrarna Krško d.o.o. - Suho skladišče izrabljenega goriva (IBE, d.d., št. projekta: NEKDSB-B056/250, november 2018)

/227/ Poročilo o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti v Republiki Sloveniji v letu 2020, URSJV, 2021

/228/ Gospodarjenje z RAO v NEK, Tehnično poročilo ESD-TR-03/97, Rev. 10, NEK, 2020

/229/ Program gospodarjenja z radioaktivnimi odpadki, TD-0C, Rev. 8, NEK, 2020

/230/ Začasno skladiščenje paketov z NSRAO, COP-6.303, Rev. 4, NEK, 2019

/231/ PGD za projekt Odlagališče NSRAO Vrbina, Krško, Podatki o NSRAO, poročilo št. NRVB---5T1020, IBE, 2020

/232/ Pravilnik o ravnanju z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom (UL RS, št. 125/21)

/233/ Nuklearna Elektrarna Krško - Izrabljeno gorivo (nek.si)

/234/ WENRA Report - Guidance Document Issue T: Natural Hazards Head Document; 21 April 2015,

/235/ »POSSIBLE ROLE OF NUCLEAR IN THE DUTCH ENERGY MIX IN THE FUTURE«, Report commissioned by Ministry of Economic Affairs and Climate Policy of the Netherlands (poročilo Nizozemske vlade za razpravo v njihovem parlamentu), September 2020

/236/ Energy Sprawl Is the Largest Driver of Land Use Change in United States«, A.M.Trainor PLOS ONE | DOI:10.1371/journal.pone.0162269 September 8, 2016

/237/ Poročilo o obratovalnem monitoringu odpadnih vod za podjetje Nuklearna elektrarna Krško (za leto 2020) NLZOH, Center za okolje in zdravje, Oddelek za okolje in zdravje, lokacija Novo mesto, Enota za tla in vode, št. 2172-72-172/20, 24. 3. 2021 in

Poročila o obratovalnem monitoringu odpadnih vod za podjetje Nuklearna elektrarna Krško (za leta 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 in 2020), NLZOH, Center za okolje in zdravje, Oddelek za okolje in zdravje, lokacija Novo mesto, Enota za tla in vode

/238/ Zaščitna strategija ob jedrski in radiološki nesreči, št.: 8420-1/2021/3 Ljubljana, 19.2.2021, POTR-Zascitna-strategija.pdf (gov.si)

/239/ Ocena ekološkega stanja vodotokov za obdobje 2016-2019, https://www.arso.gov.si/vode/reke/publikacije%20in%20poročila/Ekolosko_stanje_reke_NUV3.pdf in komunikacija izdelovalcev PVO o stanju vodnih teles NUV3 z ARSO

/240/ Direktiva 2010/75/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 24. novembra 2010 o industrijskih emisijah (celovito preprečevanje in nadzorovanje onesnaževanja)

/241/ Slovenian CLRTAP Report 2021 Annex 1, NFR Tables, Slovenian Environment Agency, 2021

/242/ Sodba sodišča Evropske Unije z dne 29. julija 2019 v zadevi C411-17, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:62017CJ0411&from=EN

/243/ Podaljšanje obratovalne dobe (POD) NEK z energetskega, sistemskega, ekonomskega in ekološkega vidika, študija: 2511, EIMV, Ljubljana, julij 2021

/244/ ToR for new revision of document »Reference scenario for Geological Disposal Facility in Hard Rock with Cost Estimation for its Implementation«, rev. 1, ARAO, Fond NEK, January 2018

/245/ Reference scenario for Geological Disposal Facility in Hard Rock with Cost Estimation for its Implementation, Rev. B, IBE, February 2019

/246/ Možne rešitve za izboljšavo zaščite NEK pred poplavami, IBE, Ljubljana, marec 2005

/247/ Kryštufek, B. 1991. Sesalci Slovenije, Prirodoslovni muzej Slovenije, Ljubljana, 294 str.

/248/ Energija na Hrvaškem 2019, Letni energetski pregled, Ministrstvo za zaščito okolja in energetiko (Energija u Hrvatskoj 2019, Godišnji energetski pregled, Ministarstvo zaštite okoliša i energetike)

/249/ Strategija energetskega razvoja Republike Hrvaške do leta 2030 s projekcijo do leta 2050, (NN 25/2020) (Strategija energetskog razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050. godinu, (NN 25/2020))

/250/ Osnutek integriranega nacionalnega energetskega in klimatskega plana Republike Hrvaške za obdobje od leta 2021 do leta 2030, Ministrstvo za zaščito okolja in energetiko, 2019 (Nacrt Integriranog nacionalnog energetskog i klimatskog plana za Republiku Hrvatsku za razdoblje od 2021. do 2030. godine, Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, 2019.)

/251/ Nizkoogljična strategija Republike Hrvaške do leta 2030, s projekcijo do leta 2050 (NN 63/2021) (Niskougljična strategija Republike Hrvatske do 2030. godine, s pogledom na 2050. godinu (NN 63/2021)

/252/ Slovenski vremenski rekordi, ARSO, 2021

/253/ IPCC History, https://www.ipcc.ch/about/history/

/254/ NEK ESD-TR-02/10, rev.2 Evaluation of PSA Impact of Expansion of Airport Cerklje

/255/ Resolucija o Dolgoročni podnebni strategiji Slovenije 2050 (UL RS, št. 119/21)

/256/ MD-5, NEK AGING MANAGEMENT PROGRAM; rev. 5, dne 6. 7. 2020

/257/ Nadgradnja hidrogeološke interpretacije podatkov monitoringa na širšem območju lokacije za odlagališče NSRAO na Vrbini v občini Krško -2020, IRGO Inštitut, december 2020

/258/ Poročilo o kakovosti pitne vode na javnih vodovodih ter odvajanju in čiščenju odpadnih voda v občinah Krško in Kostanjevica na Krki v letu 2016, Kostak, marec 2017

/259/ Kemijsko stanje podzemne vode v Sloveniji - Kratko poročilo za leto 2019, ARSO 2020

/260/ Dovoljenje za izvajanje sevalne dejavnosti št. 3572-183/2017/22 z dne 13. 2. 2019 (URSJV)

/261/ Odredba o spremembi Odredbe o razvrstitvi območij, aglomeracij in podobmočij glede na onesnaženost zunanjega zraka UL št. 152, 23. 10. 2020

/262/ 2030 climate & energy framework, https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_en

/263/ Resolucija Evropskega parlamenta z dne 15. januarja 2020 o evropskem zelenem dogovoru (2019/2956 (RSP)).

/264/ Uredba (EU) 2021/1119 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 30. junija 2021 o vzpostavitvi okvira za doseganje podnebne nevtralnosti in spremembi uredb (ES) št. 401/2009 in (EU) 2018/1999 (evropska podnebna pravila)

/265/ Proposal for a regulation amending Regulation (EU) 2018/842 on binding annual greenhouse gas emission reductions by Member States from 2021 to 2030 contributing to climate action to meet commitments under the Paris Agreement, COM(2021) 555 final

/266/ Navodilo izdelovalcem poročila o vplivih na okolje za obravnavo vidika podnebnih sprememb, ARSO 2020

/267/ EIB Project Carbon Footprint Methodologies - Methodologies for the Assessment of Project GHG Emissions and Emission Variation, European Invenstment Bank, 2020

/268/ Strateški okvir prilagajanja podnebnim spremembam, december 2016 https://www.preventionweb.net/files/61770_sozp.pdf

/269/ JASPERS Guidance Note, The Basics of Climate Change Adaptation Vulnerability and Risk Assessment, Version 1, JASPERS, June 2017

/270/ Nuklearna elektrarna Krško, Letno poročilo o obratovanju NEK za leto 2019, februar 2020

/271/ Revised PSHA for NPP Krško site, PSR – NEK – 2.7.2, Revision 1, University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Institute of Structural Engineering, Earthquake Engineering and Construction IT, January 2004, PROPRIETARY DOCUMENT

/272/ Zapisnik 10. seje meddržavne komisije za spremljanje izvajanja Pogodbe med Vlado Republike Slovenije in Vlado Republike Hrvaške o ureditvi statusnih in drugih pravnih razmerij, povezanih z vlaganjem v Nuklearno elektrarno Krško, njenim izkoriščanjem in razgradnjo, 20. julij 2015

/273/ COM(2021) 551 final 2021/0211 (COD) Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2003/87/EC establishing a system for greenhouse gas emission allowance trading within the Union, Decision (EU) 2015/1814 concerning the establishment and operation of a market stability reserve for the Union greenhouse gas emission trading scheme and Regulation (EU) 2015/757

/274/ Assessment of capacity of the NEK to resist permanent ground deformations due to potential surface faulting, NEK ESD-TR-10/13, Revision 2, Nuklearna elektrarna Krško, July 2014, PROPRIETARY DOCUMENT

/275/ Probabilistic fault displacement hazard analysis, Krško East and West sites, Proposed Krško 2 Nuclear Power Plant, Krško, Slovenia, Revision 1, Paul C. Rizzo Associates, Inc., May, 2013, PROPRIETARY DOCUMENT

/276/ MOP, DRSV (2021): Vodno dovoljenje družbi Nuklearna elektrarna Krško d.o.o., številka: 35530-48/2020-3, z dne 9. 9. 2021, Ljubljana

/277/ Konvencija o presoji čezmejnih vplivov na okolje – Espoo konvencija, UL RS – MP, št. 11/98; Protokol o strateški presoji vplivov na okolje h Konvenciji o presoji čezmejnih vplivov na okolje, UL RS – MP, št. 1/10, Spremembe in Druge spremembe Konvencije o presoji čezmejnih vplivov na okolje (MPCVO-A) UL RS, št. 105/13

/278/ Direktiva 2011/92/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 13. december 2011 o presoji vplivov nekaterih javnih in zasebnih projektov na okolje, ki je bila spremenjena z Direktivo 2014/52/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 16. aprila 2014 o spremembi Direktive 2011/92/EU o presoji vplivov nekaterih javnih in zasebnih projektov na okolje, ki je stopila v veljavo 16. junija 2017

/279/ Sporočilo Komisije Evropskemu parlamentu, Svetu, Evropskemu ekonomsko-socialnemu odboru in Odboru regij: Krepitev evropskih podnebnih ambicij do leta 2030 Vlaganje v podnebno nevtralno prihodnost v korist naših državljanov, COM (2020) 562 final, 2020

/280/ Poročilo o kakovosti pitne vode na javnih vodovodih ter odvajanju in čiščenju odpadnih voda v občinah Krško in Kostanjevica na Krki v letu 2019, Kostak, Krško, marec 2020

/281/ Zakon o ratifikaciji Okvirne konvencije Združenih narodov o spremembi podnebja (UL RS – Mednarodne pogodbe, št. 13/95)

/282/ Zakon o ratifikaciji Pariškega sporazuma (UL RS – Mednarodne pog., št. 16/16 in 6/17 – popr.)

/283/ MOP (2021): Osnutek načrta upravljanja voda na vodnem območju Donave za obdobje 2022–2027. Gradivo za javno obravnavo, december 2021, https://www.gov.si/assets/ministrstva/MOP/Javne-objave/Javne-obravnave/NUV_III/nuvIII_osnutek_Donava.pdf

/284/ Attia, S. The influence of condenser cooling water temperature on the thermal efficiency of a nuclear power plant. Amsterdam: Elsevier., 2015

/285/ Precipitation, relative humidity and soil moisture for March 2020, https://climate.copernicus.eu/precipitation-relative-humidity-and-soil-moisture-march-2020

/286/ IPCC (TAR5) Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility, fig 12.21

/287/ Ali Ayoub, at al.:Cooling towers performance in a changing climate: Techno-economic modeling and design optimization, Energy 160 (2018), 1133-1143

11.1.2 Razpoložljivost, kakovost, časovna ažurnost in popolnost podatkov

Pri izdelavi poročila so bili uporabljeni zadnji javni podatki o stanju okolja na obravnavanem območju Agencije RS za okolje, in sicer za leti 2020 in 2019, ki sicer za nekatere dejavnike ne odražajo trenutnega

stanja (leto 2021), vendar jih ocenjujemo kot dovolj ažurne in kakovostne za oceno obstoječega stanja okolja na območju posega. Razpoložljivost, kakovost, časovna ažurnost in popolnost podatkov o obstoječih obremenitvah okolja - poročil o monitoringu in drugih podatkov, ki jih je zagotovil nosilec posega, je bila zelo visoka.

11.1.3 Opozorila

Razgradnja objekta **ni predmet** te presoje in bo predmet drugih upravnih postopkov s področja graditve objektov, jedrske varnosti in varstva okolja, zato v tem poročilu v delih, ki se nanašajo na vplive v primeru opustitve posega, le-ta **ni obravnavana**.

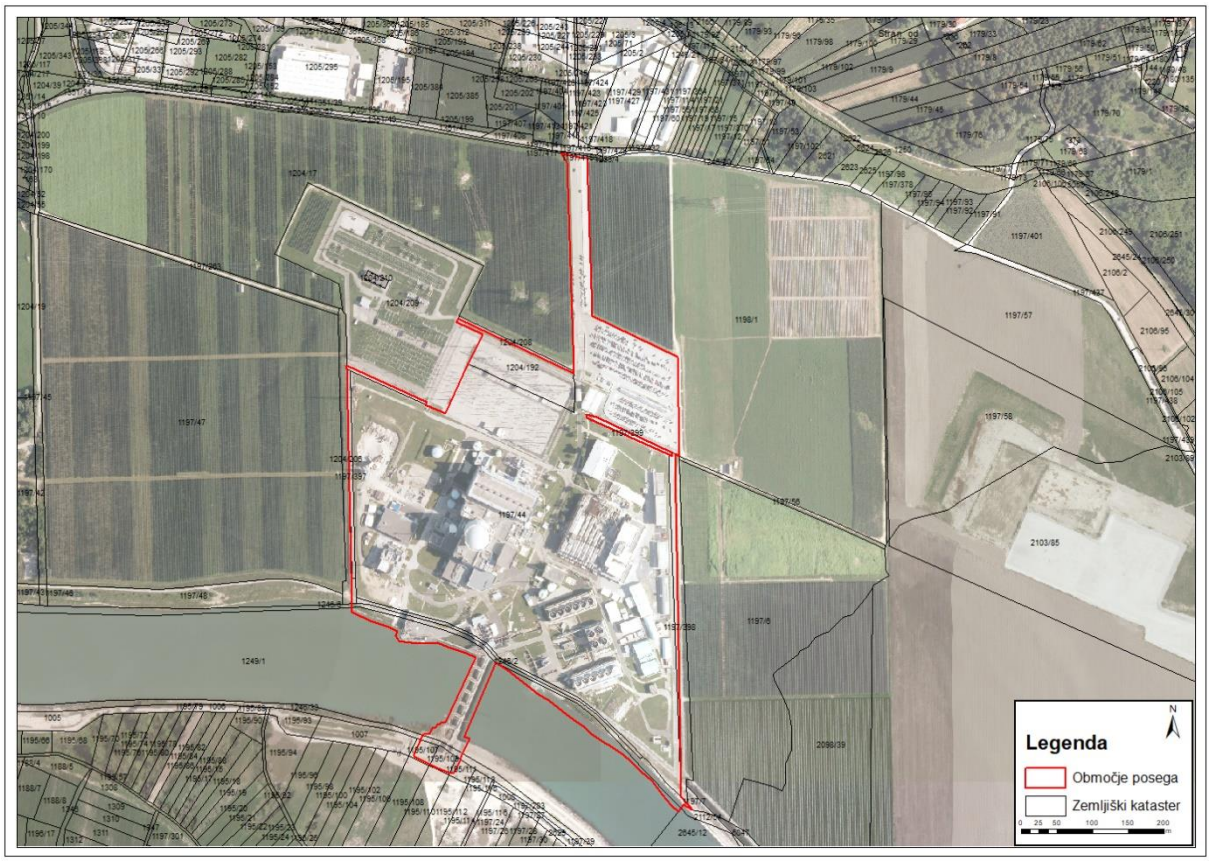
Vplivi na okolje zaradi podaljšanja obratovalne dobe NEK so torej opisani in ocenjeni oziroma ovrednoteni za čas obratovanja in za opustitev posega, pri čemer še enkrat poudarjamo, da opustitev posega **ne vključuje** program razgradnje zaradi razlogov, opisanih v začetku poglavja 2.18**.**

V poročilu so uporabljeni podatki za leto 2020 in deloma za leto 2019 ter reprezentativni podatki iz prejšnjih let. V zvezi s tem pojasnjujemo, da se največja zmogljivost proizvodnje električne energije podjetja Nuklearna elektrarna Krško d.o.o. v tem času ni spremenila, prav tako se ni spremenil obratovalni čas (proizvodnja 24 ur na dan vse dni v letu).

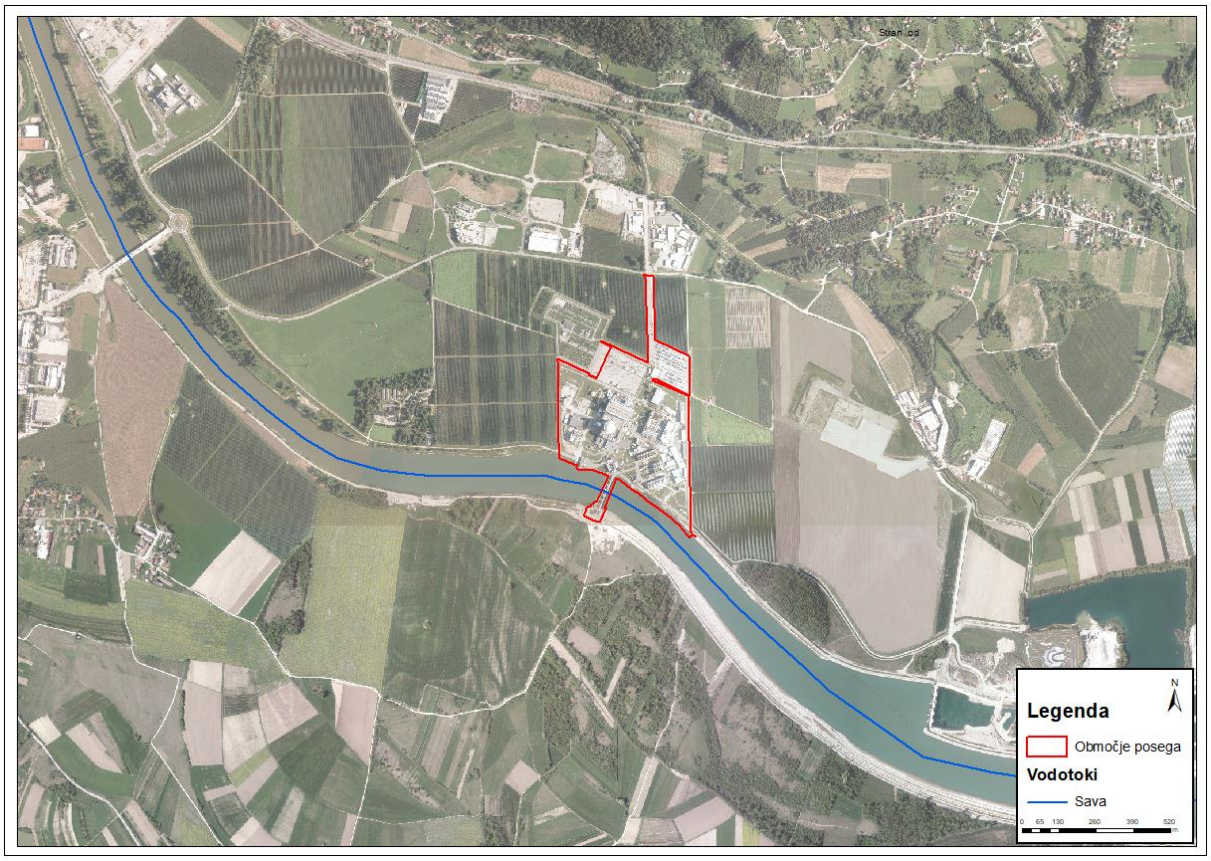
Pri izdelavi poročila nismo naleteli na tehnične ali druge težave, ki bi lahko vplivale na presojo obravnavanega posega na okolje, zato drugih posebnih opozoril ni.

11.2 GRAFIČNI PRIKAZI

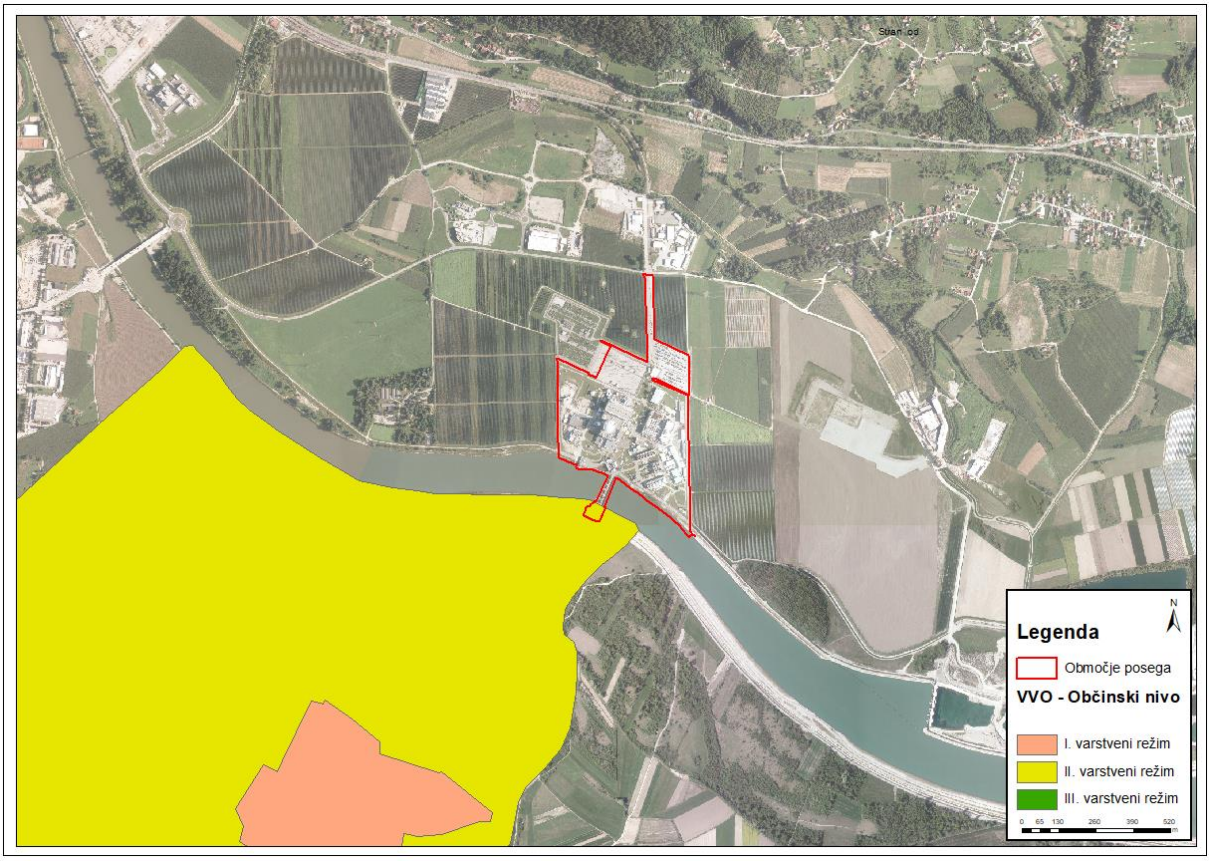
Grafični prikaz obstoječega stanja okolja in prostorskih značilnosti posega je zaradi preglednosti sestavljen iz več grafičnih prikazov, ki omogočajo ustrezno predstavitev posega in okolja, v katerega je poseg umeščen. Območje, na katerem poseg povzroča obremenitve okolja, ki lahko vplivajo na zdravje in premoženje ljudi, je grafično prikazano v **Prilogi 3**.



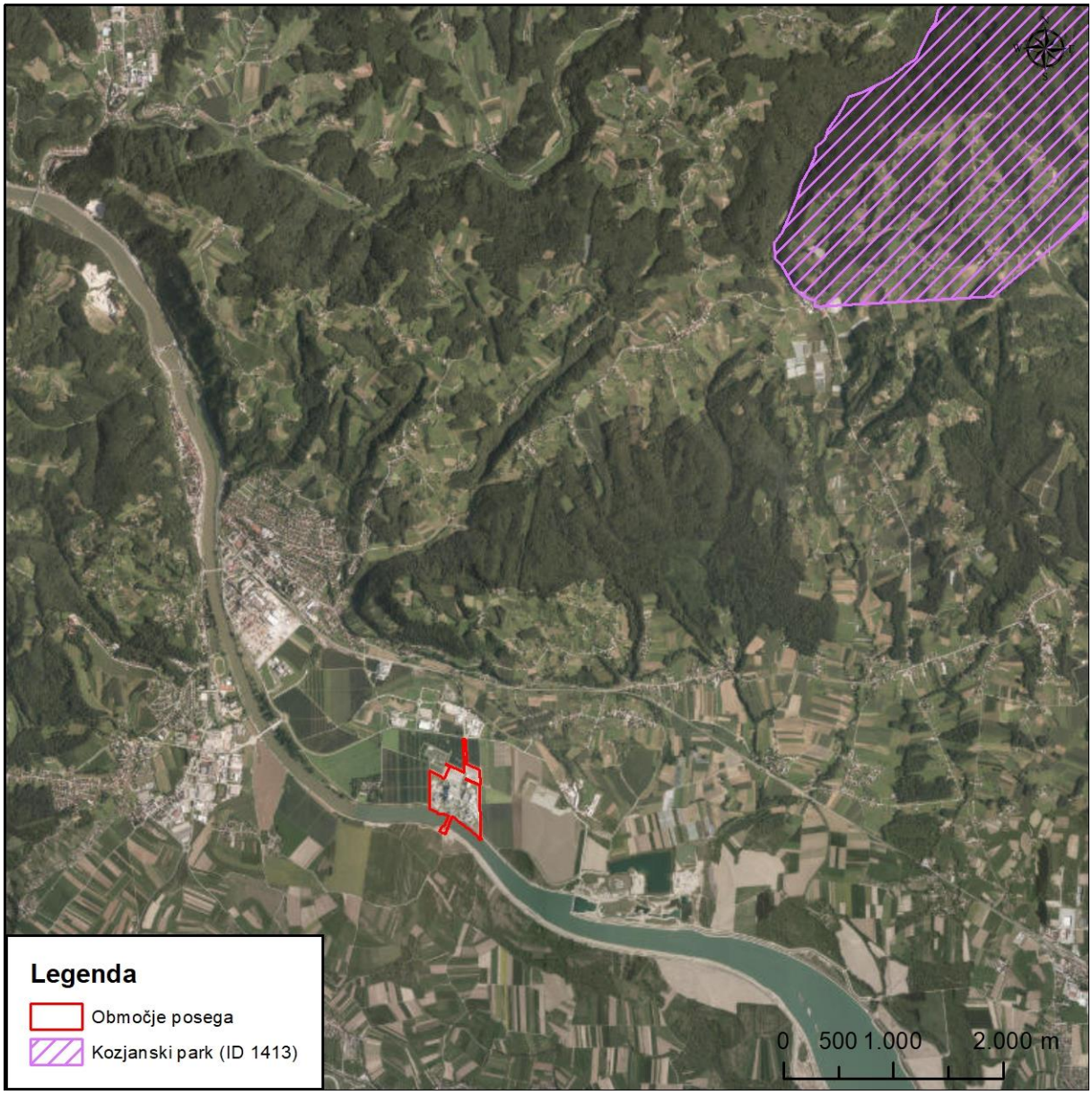
Slika 145: Prostorske značilnosti posega (vir: /1/, /60/)



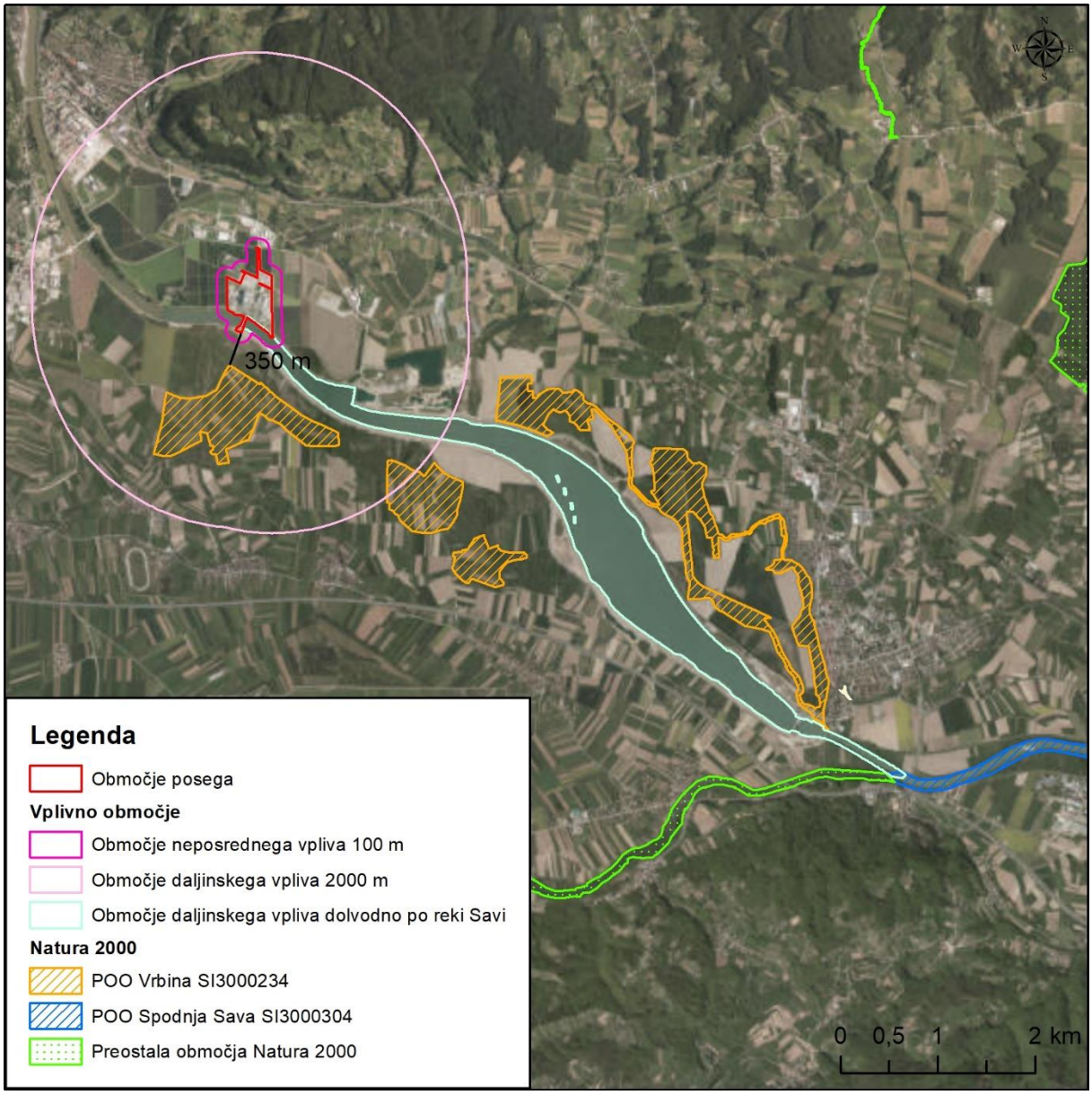
Slika 146: Površinske vode v širši okolici posega v merilu 1:10.000 (vir: /1/, /60/)



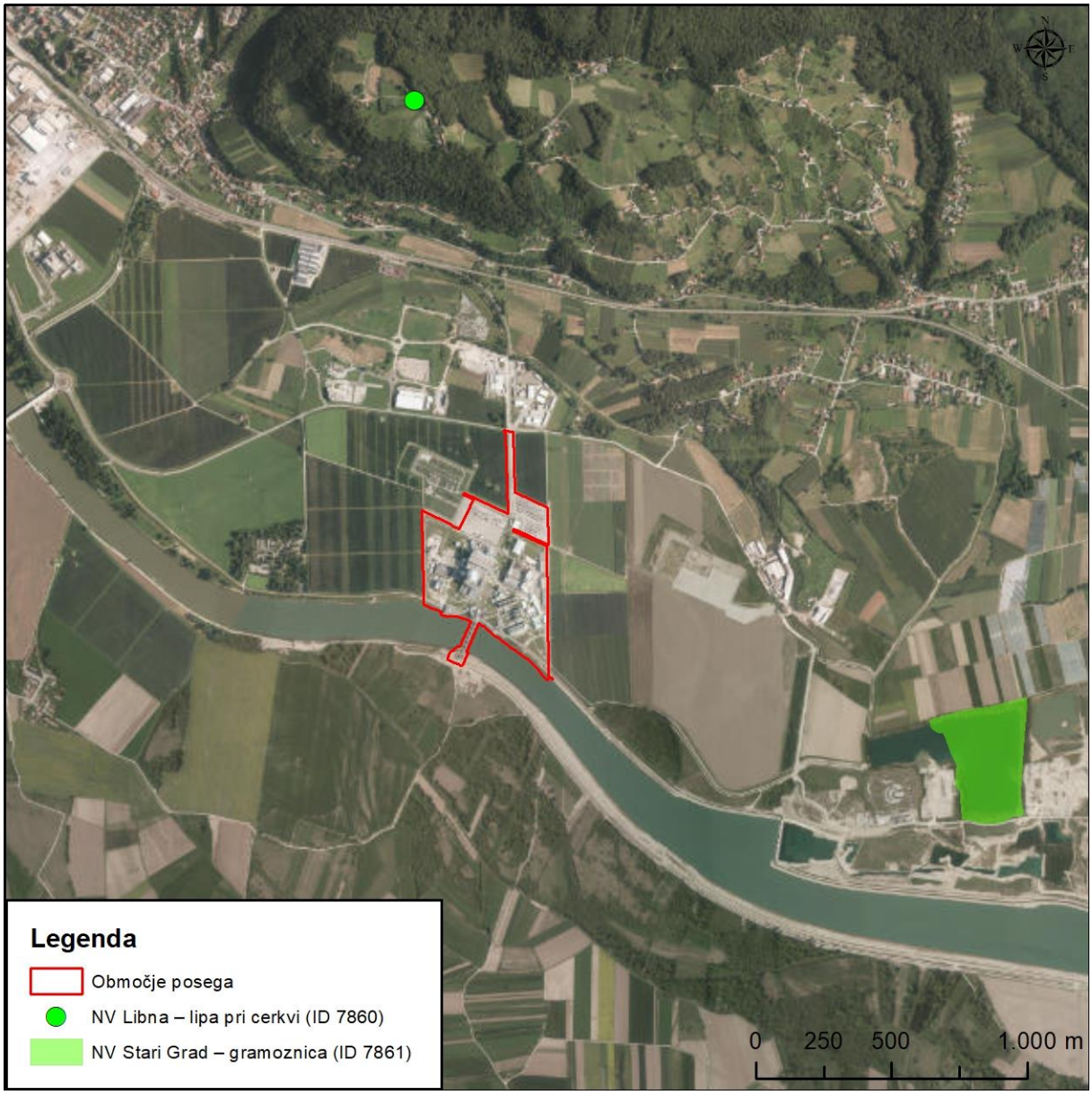
Slika 147: Vodovarstvena območja in zajetja pitne vode (občinski nivo) v širši okolici posega v merilu 1:10.000 (vir: /1/, /60/)



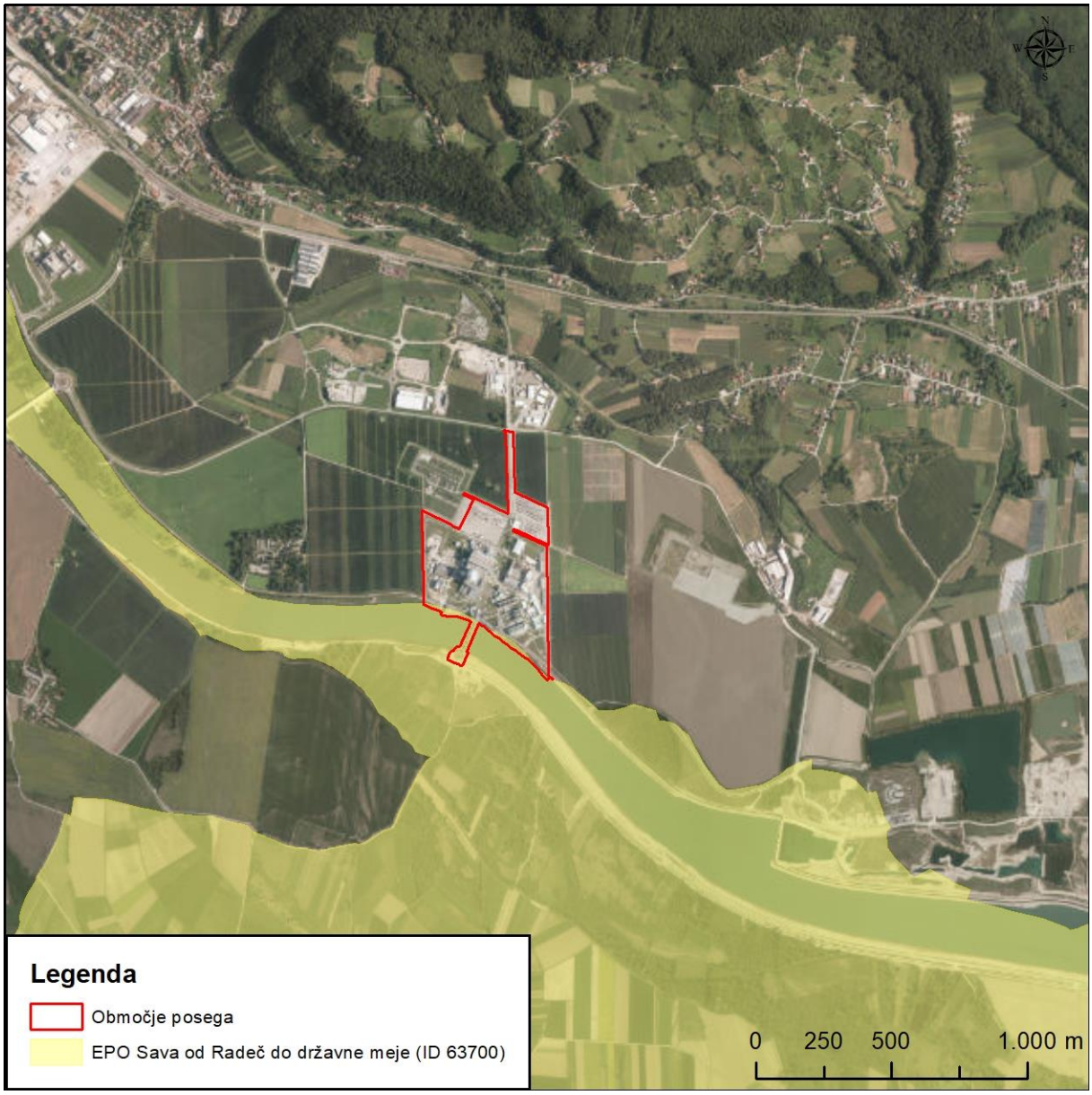
Slika 148: Zavarovana območja lokalnega pomena v širši okolici posega (vir: /1/, /60/)



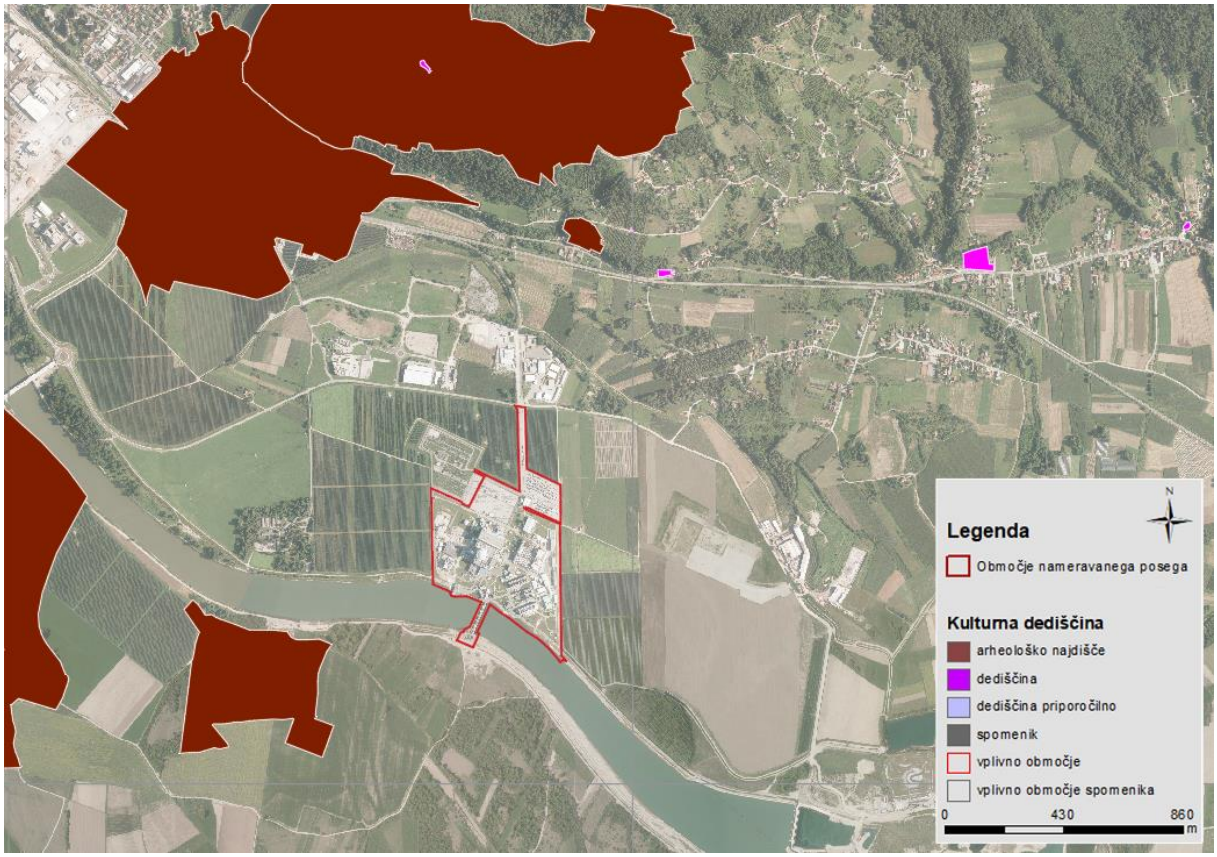
Slika 149: Natura 2000 območja v širši okolici posega (vir: /1/, /60/)



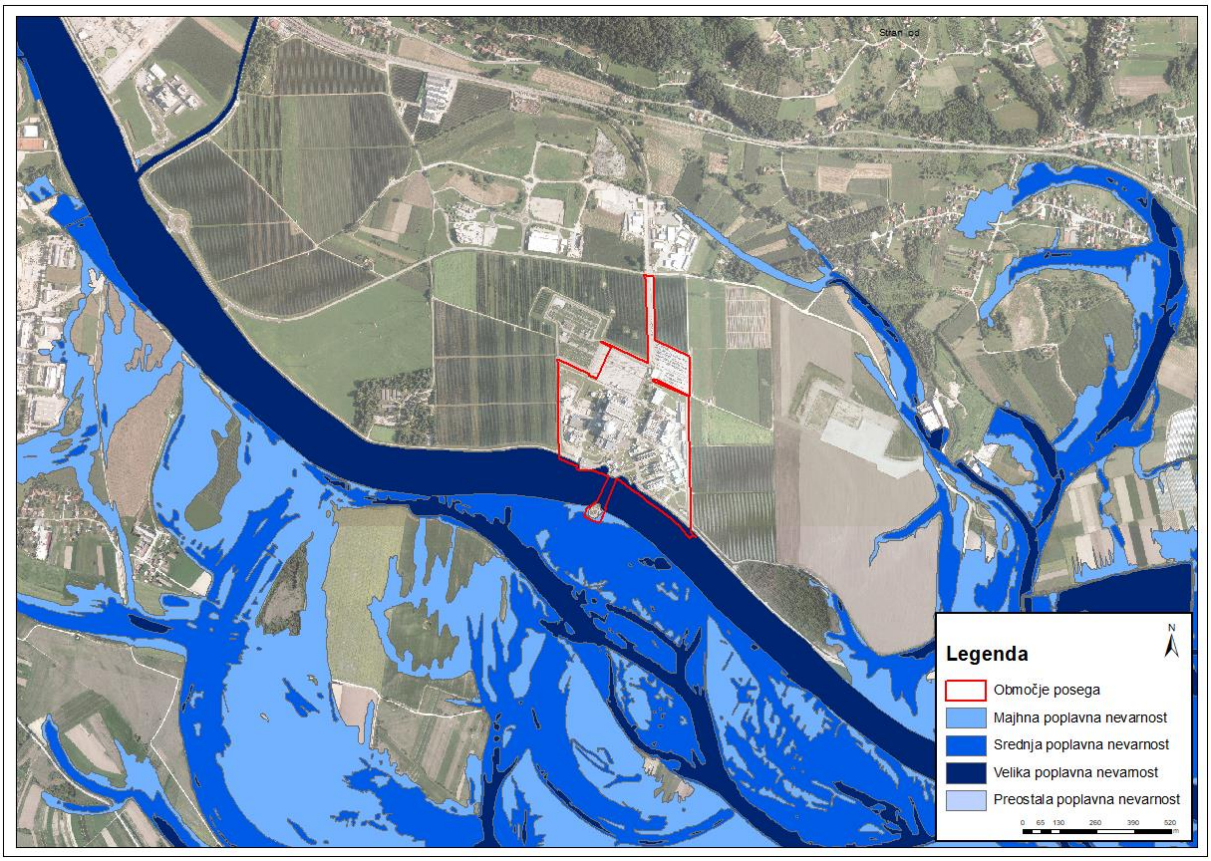
Slika 150: Naravne vrednote v širši okolici posega (vir: /1/, /60/)



Slika 151: Ekološko pomembna območja v širši okolici posega (vir: /1/, /60/)



Slika 152: Kulturna dediščina v širši okolici posega (vir: /1/, /64/)



Slika 153: Karta poplavne nevarnosti (vir: /1/, /60/)

12. PRILOGE

Priloga 1: Reference s področja presoje vplivov na okolje vodje izdelave poročila (obdobje 2010 - 2021)

Ime in priimek, naziv: **dr. Domen Novak, dipl. san. inž.**

Vodja izdelave poročila:

POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA PRENOSNI PLINOVOD R15/1 LENDAVA – LJUTOMER (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 101016-dn, 30. 9. 2020)

POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA PRENOSNI PLINOVOD M1A/1 INTERKONEKCIJA ROGATEC (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100619-dn, 16. 6. 2020)

POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA POSODOBITEV TEHNOLOGIJE SKLADIŠČENJA IZRABLJENEGA GORIVA (IG) Z UVEDBO SUHEGA SKLADIŠČENJA - NUKLEARNA ELEKTRARNA KRŠKO (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 101118-dn, marec 2020)

POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA NADGRADNJO REGIJSKEGA CENTRA ZA RAVNANJE Z ODPADKI GAJKE (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100220-dn, december 2019)

POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE UREDITEV ATLETSKEGA CENTRA LJUBLJANA (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100819-dn, december 2019)

POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA NOVOGRADNJO ŠTIRIH VEČSTANOVANJSKIH OBJEKTOV - ŠIŠKA REZIDENCE (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100419-dn, avgust 2019)

POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA INDUSTRIJSKI OBJEKT PRECISION RESOURCE d.o.o. (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100219-dn, junij 2019)

POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA POVEČANJE PROIZVODNJE TALINE – KOVIS LIVARNA D.O.O. (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100918-dn, oktober 2020)

POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA PRENOSNI PLINOVOD M3/1 AJDOVŠČINA – ŠEMPETER PRI GORICI (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100918-dn, 2. 4. 2018)

POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA STANOVANJSKO SOSESKO RAKOVA JELŠA II (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 101013-dn, 12. 12. 2017)

POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA OBDELAVO ODPADKOV NA LOKACIJI TERMIT D.D (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100516-dn, 26. 10. 2016)

POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA OBDELAVO ODPADKOV IN IZKORIŠČANJE MINERALNE SUROVINE V KAMNOLOMU ANDRAŽ NAD POLZELONA PRIDOBIVALNEM PROSTORU ANDRAŽ 2 (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100315-dn, 25. 5. 2015)

POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA OBDELAVO ŽLINDRE IZ PROIZVODNJE JEKLA (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100412-dn, 1. 6.2012)

POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA IZGRADNJO III. FAZE CENTRALNE ČISTILNE NAPRAVE LJUBLJANA (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100112-dn, 17. 2. 2012)

Sodelavec pri izdelavi poročila:

(vsi dejavniki) POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA NAMERAVANI POSEG: (NOVO)GRADNJA SKLADIŠČNEGA OBJEKTA TEDI SEŽANA IN IZGRADNJA DELA GOSPODARSKE JAVNE INFRASTRUKTURE OBMOČJA OLN ZA POSLOVNO CONO SEŽANA JUGOZAHOD (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100121-jh/mm, julij 2021)

(vsi dejavniki) POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA NAMERAVANI POSEG: NIVELACIJA TERENA NA OBMOČJU POSLOVNE CONE SEŽANA JUGOZAHOD V VELIKOSTI 19,7 ha (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 101020-mm/mz, marec 2021)

(vsi dejavniki)	POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA POVEČANJE ZMOGLJIVOSTI NAPRAVE ZA ODSTRANJEVANJE ODPADKOV - RETAL d.o.o. (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100920-ppm/nz, 31. 12. 2020)
(zrak)	POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA TRI STANOVANJSKE STOLPNICE DRAVLJE (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100519-jh/nz, 19. 5. 2020)
(zrak, hrup)	POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA POSLOVNO EKONOMSKO CONO KROMBERK - NOVA GORICA (CESTNE POVEZAVE IN KOMUNALNA OPREMLJENOST) (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100320-jh/nz, 13. 3. 2020)
(vsi dejavniki)	POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA BEŽIGRAJSKI ŠPORTNI PARK (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 101318-jh/nz, 6. 5. 2019)
(vsi dejavniki)	POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA ŠIRITEV PROIZVODNJE MAGNA, FAZA 2 PODJETJA MAGNA STEYR d.o.o. (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100318-jh/mm, 31. 5. 2018)
(vsi dejavniki)	POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA IM BRNIK - PROIZVODNO-SKLADIŠČNI IN POSLOVNI OBJEKT ISKRA MEHANIZMI, d.o.o. (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100418-jh/nz, 30. 5. 2018)
(zrak, hrup)	POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA NOVA PROIZVODNA OBJEKTA IV. POLJE POLIZDELKI IN IV. POLJE KONFEKCIJA (DOGRADITEV), GOODYEAR DUNLOP SAVA TIRES d.o.o. (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100218-jh/nz, 13. 4. 2018)
(zrak, hrup)	POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA LOGISTIČNI CENTER IN RAZŠIRITEV OBSTOJEČE PROIZVODNJE OCEAN ORCHIDS d.o.o. (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100118-jh/nz, 22. 2. 2018)
(vsi dejavniki)	POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA INDUSTRIJSKI OBRAT MAGNA NUKLEUS PODJETJA MAGNA STEYR (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100917-ppm, 17. 7. 2017)
(vsi dejavniki)	POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA POSLOVNO STANOVANJSKI OBJEKT ŠUMI V LJUBLJANI (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100617-jh/nz, 30. 6. 2017)
(vsi dejavniki)	POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA POVEČANJE KAPACITETE PROIZVODNJE V TAB d.d., SPE IB ŽERJAV (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100316-ppm, 16. 5. 2017)
(vsi dejavniki)	POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA ZADRŽEVALNIK VISOKIH VODA VELIKI POTOK (E-NET OKOLJE d.o.o., 100717-mz, 15.06.2017)
(zrak)	POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA STANOVANJSKO POSLOVNE STAVBE VILA IN PALAČA SCHELLENBURG (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100217-jh/nz, 20. 2. 2017)
(vsi dejavniki)	POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA LOGISTIČNI CENTER ARJA VAS (E-NET OKOLJE d.o.o., 100117-mz, 15. 2. 2017)
(vsi dejavniki)	POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA REKONSTRUKCIJO KOMUNALNE ČISTILNE NAPRAVE TURNIŠČE (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100716-ppm, 1. 12. 2016)
(hrup)	POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA GRADNJO SKLADIŠČNO PROIZVODNO POSLOVNO TRGOVSKEGA OBJEKTA MDM INVEST d.o.o. (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100516-jh/nz, 11. 10. 2016)
(zrak, hrup)	POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA TRGOVSKI OBJEKT IKEA (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100116-jh/nz, 15. 4. 2016)
(hrup)	POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA PROIZVODNJO IZPUŠNIH SISTEMOV ZA MOTORNA VOZILA AKRAPOVIČ d.d. V ČRNOMLJU (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100315-jh/nz, 3. 12. 2015)
(vsi dejavniki)	POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA PRENOSNI PLINOVOD M3/1 KALCE - AJDOVŠČINA (E-NET OKOLJE d.o.o., 100913-mz, 24. 8. 2015)
(vsi dejavniki)	POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA PRENOSNI PLINOVOD M3/1 VODICE - KALCE (E-NET OKOLJE d.o.o., 100813-mz, 27. 3. 2015)

(vsi dejavniki) POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA KEMIČNO OBDELAVO NEVARNIH ODPADKOV PO POSTOPKU D9 NA LOKACIJI CENTRALNE ČISTILNE NAPRAVE DOMŽALE - KAMNIK (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100414-jh/nz, 4. 8. 2014)

(vsi dejavniki) POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA NADGRADNJO REGIJSKEGA CENTRA ZA RAVNANJE Z ODPADKI GAJKE (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100213-ppm, 14. 2. 2014)

(vsi dejavniki) POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA OBJEKT ZA MEHANSKO OBDELAVO MEŠANIH KOMUNALNIH ODPADKOV IN KOSOVNIH ODPADKOV TER ZA PRETOVARJANJE LOČENO ZBRANIH BIOLOŠKIH ODPADKOV V MARIBORU (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100616-ppm, 7. 2. 2014)

(vsi dejavniki) POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA PRENOSNI PLINOVOD M9 LENDAVA - KIDRIČEVO (E-NET OKOLJE d.o.o., 100313-mz, 1. 11. 2013)

(vsi dejavniki) POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA PRENOSNI PLINOVOD M6 AJDOVŠČINA-LUCIJA ODSEK AJDOVŠČINA-OSP (E-NET OKOLJE d.o.o., 100513-mz, 9. 8. 2013)

(vode) POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA NADGRADNJO REGIJSKEGA CENTRA ZA RAVNANJE Z ODPADKI (RCERO) LJUBLJANA Z OBJEKTI ZA OBDELAVO ODPADKOV (MBO) (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100113-jh/nz, 21. 6. 2013)

(vsi dejavniki) POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA RAZŠIRITEV ODLAGALIŠČA NENEVARNIH ODPADKOV GLOBOKO (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100712-ppm, 30.4. 2013)

(vsi dejavniki) POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA ZA PRENOSNI PLINOVOD M6 AJDOVŠČINA-LUCIJA, ODSEK OSP - KOPER (E-NET OKOLJE d.o.o., 100511-mz, 12. 12. 2012)

(vsi dejavniki) POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA IZGRADNJO POSLOVNO STANOVANJSKE SOSESKE TOBAČNA MESTO (E-NET OKOLJE d.o.o., 100312-mz, 3. 7.2012)

(vsi dejavniki) POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA SANACIJO IN RAZŠIRITEV KAMNOLOMA SUHOR PRI VINICI (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100810-ppm, 30. 11. 2011)

(hrup) POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA ŠIŠKA CENTER LJUBLJANA (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100310-jh/nz, 25. 5. 2010)

(vsi dejavniki) POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA POVEČANJE KAPACITETE PROIZVODNJE V PODJETJU TAB d.d. ŽERJAV SPE IB ŽERJAV (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100109-ppm, 31. 3. 2010)

(vsi dejavniki) POROČILO O VPLIVIH NA OKOLJE ZA SPREMEMBO NAMEMBNOSTI IN POVEČANJE KAPACITETE PROIZVODNJE V PODJETJU TAB d.d. SPE TOPLA ČRNA NA KOROŠKEM (E-NET OKOLJE d.o.o., št. 100709-ppm, 10. 3. 2010)

Priloga 2:

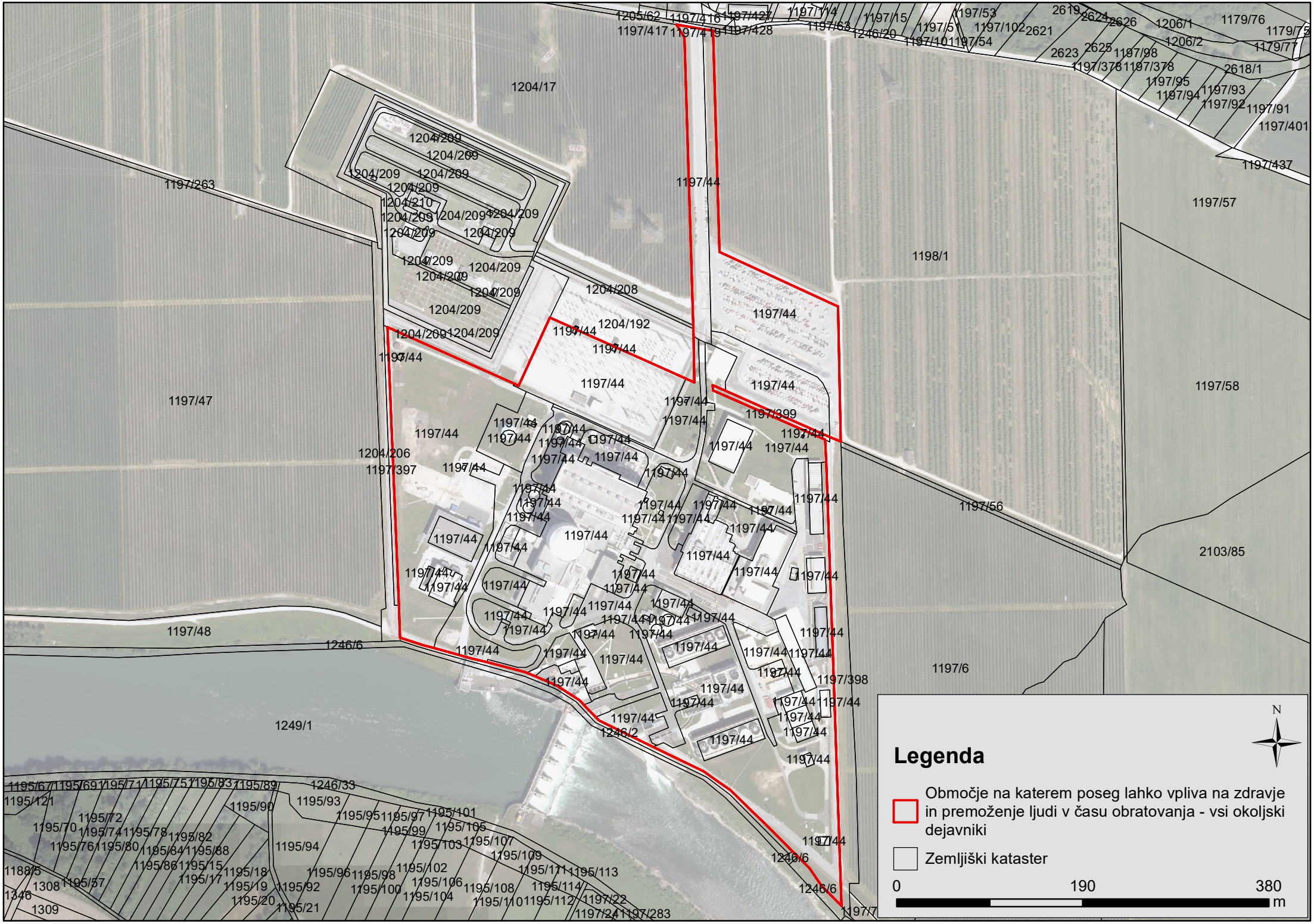
Pregledna situacija – območje posega


Legenda
Območje posega
Zemljiški kataster
0 20 40 80 120 160 m
N
1204/17
1204/210
1204/209
1204/208
1204/192
1197/263
1197/47
1197/399
1204/206
1197/397
1197/44
1198/1
1197/57
1197/58
1197/56
2103/85
1197/6
1197/398
1249/1
1246/2
2098/39
1197/7
2112/54
2645/12
5047
1197/401
1197/437
1197/45
1197/42
1197/43
1197/46
1197/48
1246/6
1204/19
1204/170
1204/52
1204/55
1179/76
1250
Stran od

Priloga 3:

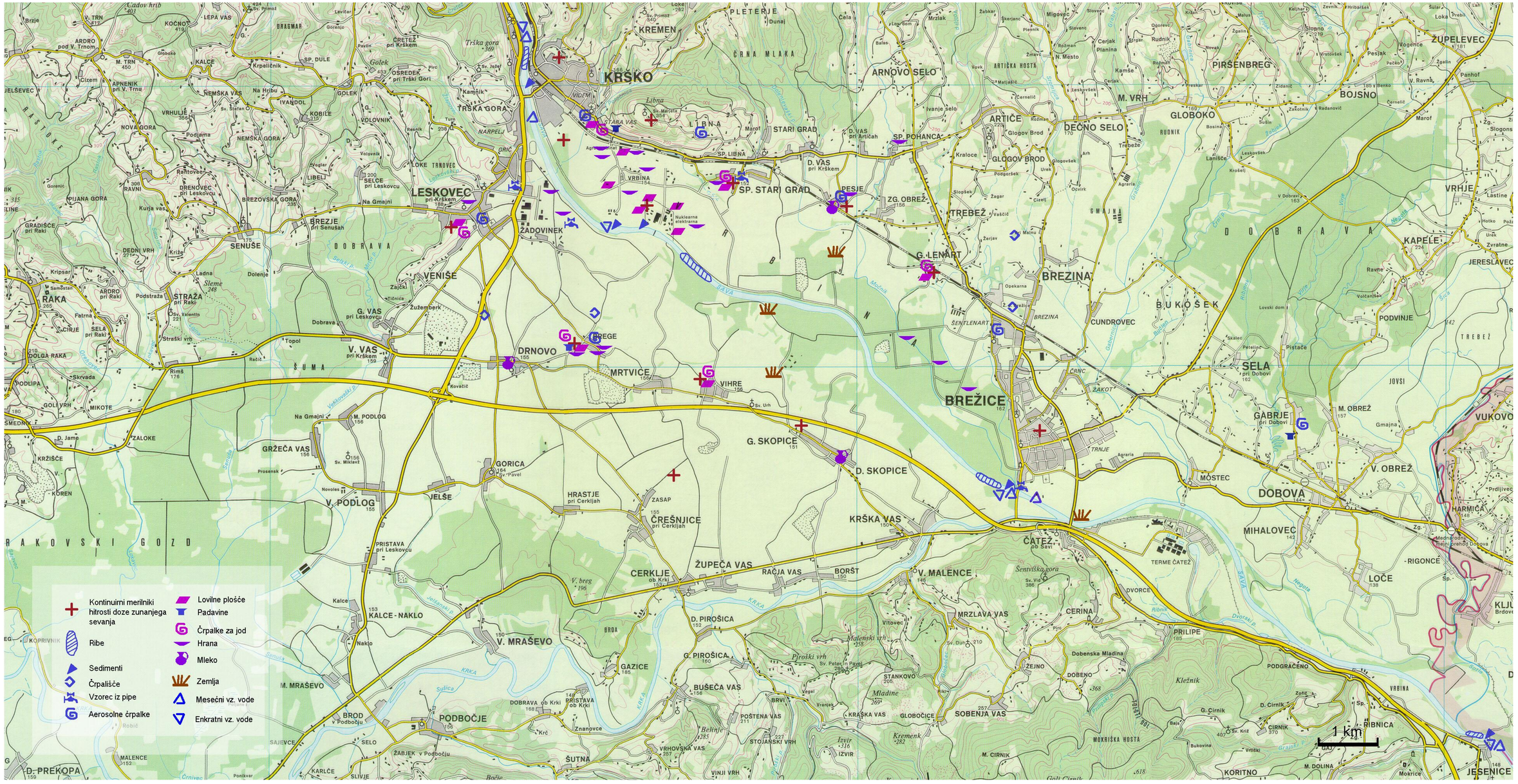
Območje, na katerem poseg povzroča obremenitve okolja, ki lahko vplivajo na zdravje in premoženje ljudi,

v času obratovanja


Legenda
Območje na katerem poseg lahko vpliva na zdravje in premoženje ljudi v času obratovanja - vsi okoljski dejavniki
Zemljiški kataster
0
190
380
m
N

Priloga 4:

Zemljevid merilnih mest


Kontinuirni merilniki hitrosti doze zunanjega sevanja
Ribe
Sedimenti
Črpališče
Vzorec iz pipe
Aerosolne črpalke
Lovilne plošče
Padavine
Črpalke za jod
Hrana
Mleko
Zemlja
Mesečni vz. vode
Enkratni vz. vode
1 km
KRŠKO
LESKOVEC
BREŽICE
BREZINA
DOBOVA
SELA
DRNOVO
MRTVIČE
G. SKOPICE
D. SKOPICE
KRŠKA VAS
ČATEŽ
V. MALENCE
V. MRAŠEVO
PODBOČJE
ČREŠNJICE
CERKLJE
ŽUPEČA VAS
RAKOVSKI GOZD
DOBRAVA
SAVA
KRKA

Priloga 5:

Načrt razsvetljave NEK

LEGENDA

- Svetilka CN 116–1250 (HQL 250 MFB–U), montirana na konzole na fasadah objektov
- L01–Street LED luminaries DITO, TYPE DSL–24XMD–P2, 96W
- Svetilka tip HOFFMEISTER KUBUS (HQL 250 MFB–U), steber CRS 2B–900–2, H=9m, lok L1–150–2 (60° ali 180°)
- 2x svetilka M/SNF210/250 v vseki: (SNF 210 250 IC lamps SON–T plus 250W steber KORS 2B–1200–2, H=12m,
- Svetilka tip M/SNF210/250 (NaVT250W).
- Reflektorski steber H=14m, tip KORS4–1400–2
- Reflektorski steber H=18m, tip KORS5–1800–2
- Reflektorski steber H=25m, tip RSn 25–12–2
- Reflektorska svetilka TechnoSpot S.3538.14 CDM–T 150W NDL
- B3 Reflektorji tip SUPER 400–532 (stevilka pomeni stevilo reflektorjev) NaVT400W
- C3 Reflektorji tip SUPER 400–533 NaVT 400W
- Reflektorji tip IR 2000s
- Razsvetljava plataja NaVT 150W
- Razsvetljava pred vhodom v SB (6x21W varčne)
- Svetilka tip E40 HME Hoffmeister 2x250W VTNa

- Svetilke montirane na stebrih RKS na višini 16m
- Svetilke montirane na stebrih RSn na višini 9m
- Svetilke montirane na stebrih RSn na višini 12m
- Svetilni stolp z dvojnim lokom (180°) svetilke za osvetlitev poti v stikališču (glej projekt razsvetljava stikališča IBE 5463/209)
- 2Px Svetilka tip MIG–SM–400W–HPS VTNa 400W (stevilka pomeni oznako kabla)
- 2Px Svetilka tip MIG–AS–400W–HPS VTNa 400W (stevilka pomeni oznako kabla)
- Svetilka tip MIG–SM–250W–HPS VTNa 250W
- Svetilka tip MIG–AS–250W–HPS VTNa 250W
- Svetilka Ex tip ELLK 92036/36 2 x 36W

OPOMBA

Kabli se polozijo v zelenicah direktno v zemljo in v cevi pod asfaltnimi povrsinami

SAVA

FILE: 1667232362 DWG, SPREJEL:

Original Design Firm: IBE
Replaced Manual Drawing: 1667/2/33/62
Last Revision And Date: E, 22.06.2000

THIS IS A CAD DRAWING AND SHOULD NOT BE REVISED OR MODIFIED MANUALLY

NO.	DATE	BY	REVISION	CKD. BY	LE APPR.
J	08.11.04	K.K.	REV'D PER CAP 2004–2318	A.B.	D.V.
I	22.11.02	B.L.	REV'D PER MOD. 327–TZ–L–DMP13	A.B.	B.S.
M	03.09.20	K.K.	REV'D PER CAP 2020–1384	G.J.	B.P.
L	14.01.16	M.I.	REV'D PER CAP 2014–1394	I.L.	B.P.
K	02.04.15	M.L.	REV'D PER MOD 519–PG–L & CAP 2015–982	S.J.	B.P.

NUKLEARNA ELEKTRARNA KRSKO
NUCLEAR POWER PLANT KRSKO

DISPOZICIJA SVETILK ZA ZUNANJO RAZSVETLJAVO

SITUACIJA

DESIGN ENGINEERING
NUCLEAR POWER PLANT KRSKO — KRSKO, SLOVENIA

MADE	CHECKED	LE APPROVAL
1. M. KODRIČ	2. A. BROD	3. D. VEHOVAR

REFERENCE DRAWINGS:

SCALE 1:600 — 1667/2/33/62 — IA

DRAWING NUMBER — SYSTEM — SH.NO. — REV

Priloga 6:

Temperatura Save po premešanju s hladilno vodo NEK v letih 2018-2020

Temperatura Save po premešanju s hladilno vodo NEK [°C], leto 2020

	JANUAR	FEBRUAR	MAREC	APRIL	MAJ	JUNIJ	JULIJ	AVGUST	SEPTEMBE	OKTOBER	NOVEMBER	DECEMBER
1	6,26	9,94	9,90	11,72	18,98	18,60	23,27	24,48	19,73	13,94	12,77	8,91
2	6,44	10,05	8,58	12,47	18,84	18,76	23,83	24,71	18,11	14,48	12,76	8,84
3	6,68	10,09	8,82	12,31	18,44	19,45	22,24	23,95	18,01	14,52	12,98	8,48
4	6,63	10,64	8,78	12,09	18,74	19,24	22,50	21,11	17,68	14,23	13,38	8,22
5	6,64	10,65	8,79	12,30	18,61	18,34	23,03	18,67	18,57	14,02	13,59	7,60
6	6,72	10,51	8,89	12,80	18,33	16,09	22,56	18,78	19,22	13,05	13,46	5,93
7	6,86	10,66	9,02	13,37	18,42	13,89	21,04	18,70	19,03	12,63	13,11	6,65
8	6,48	9,97	8,88	13,93	18,68	14,37	20,82	19,54	19,62	12,82	13,44	7,66
9	6,28	9,14	9,49	14,35	19,19	14,14	21,32	21,36	20,54	12,97	12,17	7,54
10	6,31	8,97	9,70	14,77	18,89	13,03	21,44	22,32	20,36	13,07	12,10	7,25
11	6,70	8,91	10,13	15,39	19,00	13,28	22,37	22,84	20,16	13,15	11,88	7,60
12	6,84	9,02	11,03	15,74	18,19	14,41	21,78	23,44	20,53	11,41	11,63	7,96
13	6,95	9,18	11,00	16,15	17,93	15,58	21,80	23,95	20,90	11,34	11,65	8,14
14	7,17	10,15	11,48	15,92	17,27	16,70	21,45	24,02	21,18	11,47	12,04	8,14
15	7,75	10,71	11,90	16,45	16,06	17,49	22,02	23,52	21,44	11,54	12,02	8,34
16	7,78	10,79	11,57	16,79	15,54	17,62	21,92	23,53	21,66	11,06	11,53	8,04
17	7,67	10,73	11,80	17,17	14,70	17,92	21,44	23,99	21,70	11,28	10,15	8,11
18	7,70	10,87	12,16	16,72	15,12	17,89	21,25	23,51	21,59	11,50	10,56	8,05
19	8,28	10,96	11,75	16,33	15,00	18,96	22,09	23,54	21,38	11,72	10,47	8,42
20	8,26	10,68	12,40	16,67	15,11	18,72	22,36	23,70	21,11	11,80	10,66	8,73
21	8,39	10,75	13,59	16,89	15,93	19,55	22,55	23,80	21,00	12,02	10,61	8,54
22	8,40	11,07	13,10	17,37	16,38	19,48	22,61	23,76	20,68	12,22	10,07	8,86
23	8,31	11,37	12,72	17,82	17,71	19,79	23,34	23,79	20,55	12,49	9,64	9,14
24	8,18	11,27	12,40	17,75	17,71	20,11	22,98	23,94	20,44	12,87	9,41	9,55
25	7,98	10,84	12,05	17,73	17,56	20,93	22,06	24,25	19,53	12,90	8,57	8,90
26	7,81	10,40	10,36	17,57	18,60	20,50	21,91	24,50	16,41	13,05	9,10	8,17
27	7,83	9,87	10,11	17,69	19,56	20,61	21,74	24,44	13,97	12,93	9,16	7,60
28	7,97	10,93	10,27	17,91	18,81	21,21	22,12	23,89	13,20	12,54	9,07	7,03
29	8,18	10,92	10,33	18,02	18,93	22,32	22,89	23,79	13,33	12,35	9,09	6,41
30	8,88		10,30	18,26	18,87	22,86	22,13	23,73	13,54	12,38	8,96	6,33
31	9,64		11,11		18,68		24,04	22,16		12,54		7,20
Povprečje	**7,48**	**10,35**	**10,72**	**15,68**	**17,73**	**18,06**	**22,22**	**22,96**	**19,17**	**12,59**	**11,20**	**7,95**

Temperatura Save po premešanju s hladilno vodo NEK [°C], leto 2019

	JANUAR	FEBRUAR	MAREC	APRIL	MAJ	JUNIJ	JULIJ	AVGUST	SEPTEMBER	OKTOBER	NOVEMBER	DECEMBER
1	7,6	7,5	10,1	13,2	13,0	12,9	25,6	23,4	24,4	16,3	15,0	9,9
2	7,4	6,3	10,5	13,9	13,5	13,9	25,5	23,5	24,4	16,1	14,7	9,9
3	7,4	6,6	10,9	14,3	14,2	15,1	24,1	23,0	22,9	16,2	14,6	8,5
4	7,4	7,4	11,1	14,8	14,7	16,2	23,6	23,0	23,0	15,2	12,4	8,4
5	7,4	7,3	10,8	14,6	13,5	17,0	23,6	22,7	22,4	14,4	11,8	7,9
6	7,5	7,0	11,8	13,4	12,2	17,8	24,0	23,2	21,9	13,7	11,3	7,6
7	7,1	6,8	12,2	12,8	11,9	18,5	23,0	23,5	21,5	13,4	11,1	7,6
8	6,5	6,7	12,1	13,1	12,3	19,2	23,0	23,7	19,8	13,1	11,0	7,8
9	6,5	6,8	12,3	12,7	12,7	19,5	22,5	24,0	17,5	13,3	10,8	8,2
10	6,6	7,1	12,7	12,7	13,2	19,8	21,6	24,8	16,4	13,1	10,7	8,2
11	6,6	7,3	12,7	11,9	13,4	20,6	21,9	25,1	17,0	13,0	10,5	8,4
12	6,7	7,1	12,6	11,2	13,9	20,7	22,2	24,8	17,8	13,0	10,7	7,9
13	6,8	7,4	12,4	10,7	13,1	21,1	22,1	24,8	18,2	13,4	10,1	7,4
14	7,2	7,4	12,3	11,1	11,8	21,2	22,1	24,8	18,6	13,8	9,9	7,3
15	7,3	7,7	11,8	11,4	11,4	21,7	22,7	24,9	19,1	14,0	10,0	7,3
16	7,3	7,9	11,8	12,1	10,7	22,2	23,0	24,7	19,9	14,0	10,0	7,4
17	7,3	8,0	12,1	12,6	11,3	21,9	22,9	24,6	20,6	13,9	10,3	8,1
18	6,9	8,2	12,1	13,5	12,4	21,8	23,3	24,4	20,5	14,1	10,5	9,1
19	6,9	8,4	11,0	14,2	13,4	22,4	23,7	24,1	20,5	14,2	10,1	9,4
20	8,4	8,5	12,5	15,0	14,1	22,6	24,2	24,2	20,4	14,3	10,2	9,8
21	8,5	8,9	12,3	15,5	14,4	22,6	24,7	24,6	20,1	14,6	10,3	9,7
22	7,7	9,2	11,7	16,1	13,9	22,1	24,9	24,4	20,1	14,4	10,5	9,1
23	7,5	9,0	12,0	16,5	13,7	19,5	25,1	24,2	19,4	14,3	10,5	8,8
24	7,3	9,0	12,4	15,5	14,7	18,6	25,4	24,5	17,8	14,6	10,5	8,8
25	7,4	9,1	12,6	15,4	16,1	20,6	25,9	22,9	17,5	14,6	10,6	8,3
26	7,1	8,8	12,0	14,6	16,7	20,9	26,3	22,9	17,7	14,5	10,6	8,0
27	6,9	8,8	12,6	15,1	16,8	22,4	26,7	23,2	18,4	14,3	10,4	8,0
28	6,2	9,4	12,8	14,8	16,0	23,6	25,7	23,3	18,8	14,2	10,3	7,9
29	5,7		12,6	13,7	13,4	24,4	24,3	23,4	18,3	14,5	10,5	7,6
30	6,0		12,8	13,2	11,7	24,8	24,1	23,6	18,6	15,2	11,0	7,0
31	6,7		12,7		11,9		23,2	23,8		15,4		6,5
Povprečje	**7,1**	**7,8**	**12,0**	**13,6**	**13,4**	**20,2**	**23,9**	**23,9**	**19,8**	**14,3**	**11,0**	**8,2**

Temperatura Save po premešanju s hladilno vodo NEK [°C], leto 2018

	JANUAR	FEBRUAR	MAREC	APRIL	MAJ	JUNIJ	JULIJ	AVGUST	SEPTEMBER	OKTOBER	NOVEMBER	DECEMBER
1	6,8	8,6	4,4	8,4	14,0	18,6	21,3	25,8	18,9	16,5	11,0	8,0
2	7,1	7,9	4,6	8,6	14,7	18,8	21,2	26,1	17,9	16,7	11,1	8,2
3	7,0	6,8	4,9	8,8	15,2	19,7	21,8	26,3	17,1	16,7	11,4	8,4
4	7,1	5,9	5,2	9,5	15,5	19,7	22,3	26,6	16,6	16,7	12,0	8,8
5	7,1	6,5	5,9	9,7	15,1	20,2	22,4	26,9	16,8	16,2	12,3	9,5
6	7,7	7,0	6,2	9,8	15,2	20,8	22,1	27,4	17,8	15,7	12,4	10,1
7	8,3	7,1	7,1	10,2	15,5	21,1	22,9	27,3	18,3	16,1	12,6	10,3
8	8,7	6,9	7,1	10,3	16,2	20,9	23,0	27,3	19,3	15,6	12,7	10,2
9	8,6	6,8	7,2	10,5	16,5	20,8	23,3	27,0	19,6	16,9	12,7	9,4
10	8,2	7,4	7,2	11,0	16,7	20,6	23,1	27,1	20,2	17,4	12,7	9,6
11	8,2	7,9	7,1	11,1	16,9	20,8	22,2	26,7	20,8	17,6	12,6	9,5
12	8,1	7,4	7,1	11,1	17,1	21,6	20,0	26,5	21,2	17,8	12,9	9,2
13	8,0	7,1	7,4	10,9	17,1	21,8	19,1	26,9	21,5	17,6	13,2	8,8
14	8,1	7,2	8,0	10,2	16,8	21,4	19,8	26,5	21,7	17,6	13,6	8,9
15	7,5	7,1	8,4	10,6	15,9	20,9	20,2	26,7	21,7	17,4	13,2	8,3
16	7,4	7,4	8,4	11,1	14,7	20,5	21,2	26,3	21,8	17,4	12,8	8,0
17	7,4	7,6	8,2	11,4	14,7	20,9	21,2	25,9	21,8	17,3	12,8	7,8
18	7,8	7,0	7,6	11,8	15,3	21,2	21,8	25,7	21,7	17,3	11,9	8,1
19	7,5	7,0	6,9	11,8	15,7	21,9	22,6	25,7	21,8	17,2	11,3	8,0
20	7,1	7,5	6,4	12,2	16,2	22,1	23,0	25,4	21,7	16,9	10,4	7,9
21	7,6	7,1	6,5	12,5	16,8	22,7	23,5	25,4	22,0	16,6	10,1	8,0
22	7,2	6,7	6,9	13,0	17,0	21,7	23,7	25,5	21,4	16,4	10,7	8,1
23	7,3	6,9	7,2	13,3	17,0	21,1	23,7	25,8	21,3	16,3	10,0	8,3
24	7,2	6,8	7,3	13,5	17,3	20,9	23,6	25,9	19,8	16,6	9,8	8,7
25	7,1	6,5	7,7	13,7	17,3	20,5	23,3	25,2	16,8	16,5	9,1	8,9
26	7,1	6,2	8,1	13,7	17,8	19,6	23,3	22,5	17,1	15,8	9,3	9,1
27	7,6	5,8	8,5	13,8	18,6	21,0	23,1	17,7	17,4	15,7	9,6	9,0
28	8,4	5,0	9,1	13,6	19,2	20,6	23,7	17,6	17,1	14,1	9,4	8,9
29	8,5		9,7	13,7	19,6	20,4	24,1	18,6	16,9	13,3	9,0	8,5
30	9,1		9,2	14,0	19,3	20,9	25,0	19,5	16,4	12,4	8,4	8,0
31	8,6		8,7		18,7		25,2	19,3		11,5		7,6
Povprečje	**7,7**	**7,0**	**7,2**	**11,5**	**16,6**	**20,8**	**22,5**	**24,9**	**19,5**	**16,2**	**11,4**	**8,7**