

# **Izgradnja malih hidroelektrana Petruševac 1 i Petruševac 2**

**ELABORAT ZAŠTITE OKOLIŠA**  
ZA POSTUPAK OCJENE O POTREBI  
PROCJENE UTJECAJA ZAHVATA NA  
OKOLIŠ



|                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Naziv dokumenta                                                                                                                  | Elaborat zaštite okoliša                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Zahvat                                                                                                                           | Izgradnja malih hidroelektrana Petruševac 1 i Petruševac 2                                                                                                                                                                                                                      |
| Nositelj zahvata                                                                                                                 | Elicom d.o.o.<br>Štefanovec 138, 10 000 Zagreb                                                                                                                                                                                                                                  |
| Izrađivač elaborata                                                                                                              | <div>  <p><b>adresa</b><br/>Jagodno 100a<br/>10410 Velika Gorica</p> <p><b>tel/fax</b><br/>+385 1 2390 253</p> <p><b>e-mail</b><br/>ires@ires.hr</p> <p><b>web</b><br/>www.ires.hr</p> </div> |
| Voditelj stručnih poslova zaštite okoliša Izrađivača                                                                             | <br>Robert Španić, dipl. ing. biol.                                                                                                                                                            |
| Stručni tim Izrađivača                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <br>Matea Kalčiček mag. oecol.                | <br>Ana Pušić, mag. oecol. et prot. nat.                                                                                                                                                    |
| <br>Damir Lisjak mag. oecol. et prot. nat.    | <br>dr. sc. Zoran Pišl, dipl. ing. mat.                                                                                                                                                     |
| Vanjska suradnja: Ekotop d.o.o.                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <br>Domagoj Švaljek, struč. spec. ing. aedif. | <br>Martina Cvitković, mag. geogr.                                                                                                                                                          |
| <br>Dario Rupić, mag. ing. traff.             |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

# SADRŽAJ

|                                                                                                                              |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>1. Podaci o zahvatu i opis obilježja zahvata .....</b>                                                                    | <b>3</b>   |
| 1.1. Opis glavnih obilježja zahvata .....                                                                                    | 3          |
| 1.2. Hidrološke podloge .....                                                                                                | 8          |
| 1.3. Izbor veličine izgradnje .....                                                                                          | 9          |
| 1.4. Hidrauličke karakteristike lokacije.....                                                                                | 12         |
| 1.5. Proizvodnja energije .....                                                                                              | 19         |
| 1.6. Opis objekata elektrane .....                                                                                           | 22         |
| 1.7. Izbor opreme.....                                                                                                       | 28         |
| 1.8. Hidromehanička oprema .....                                                                                             | 33         |
| 1.9. Popis vrsta i količina tvari koje ulaze u tehnološki proces i ostaju nakon tehnološkog procesa te emisija u okoliš..... | 34         |
| 1.10. Opis drugih aktivnosti koje mogu biti potrebne za realizaciju zahvata .....                                            | 34         |
| 1.11. Varijantna rješenja zahvata .....                                                                                      | 34         |
| <b>2. Podaci o lokaciji i opis lokacije zahvata .....</b>                                                                    | <b>35</b>  |
| 2.1. Odnos zahvata prema postojećim i planiranim zahvatima te podaci iz dokumenata prostornog uređenja.....                  | 36         |
| 2.2. Odnos zahvata prema zaštićenim područjima i područjima ekološke mreže.....                                              | 61         |
| 2.3. Opis okoliša šireg promatranog područja .....                                                                           | 64         |
| <b>3. Opis mogućih značajnih utjecaja zahvata na okoliš.....</b>                                                             | <b>93</b>  |
| 3.1. Sažeti opis mogućih utjecaja zahvata na okoliš tijekom građenja i korištenja .....                                      | 93         |
| 3.2. Mogući utjecaj zahvata na okoliš nakon prestanka korištenja zahvata .....                                               | 111        |
| 3.3. Vjerojatnost značajnih prekograničnih utjecaja .....                                                                    | 111        |
| 3.4. Vjerojatnost nastanka kumulativnih utjecaja .....                                                                       | 112        |
| 3.5. Obilježja utjecaja.....                                                                                                 | 114        |
| <b>4. Prijedlog razmatranih mjera zaštite okoliša i praćenja stanja okoliša.....</b>                                         | <b>116</b> |
| 4.1. Prijedlog mjera zaštite okoliša .....                                                                                   | 116        |
| 4.2. Prijedlog programa praćenja stanja okoliša .....                                                                        | 118        |
| <b>5. Izvori podataka.....</b>                                                                                               | <b>119</b> |
| <b>6. Prilozi.....</b>                                                                                                       | <b>124</b> |

# 1. Podaci o zahvatu i opis obilježja zahvata

## 1.1. Opis glavnih obilježja zahvata

Svrha projekta izgradnje malih protočnih pribranskih hidroelektrana (MHE) Petruševac 1 i Petruševac 2 je korištenje hidropotencijala rijeke Save za proizvodnju električne energije te isporuka iste u elektrodistribucijski sustav.

Prema upravno teritorijalnom ustroju Republike Hrvatske, lokacija zahvata nalazi se na području Grada Zagreba, Grada Velike Gorice i Zagrebačke županije.

Prema projektu, MHE planiraju se izgraditi na vodnom dobru, izvan građevinskog područja naselja, u koritu i na prostoru lijeve i desne inundacije rijeke Save, na lokaciji između Domovinskog mosta, naselja Petruševac, Velika Kosnica i Mičevac (**vidi slike 1.1.-1., 1.1.-2., 1.1.-3.**).



**Slika 1.1. – 1.** Pogled na lokaciju zahvata s Domovinskog mosta.



**Slika 1.1. – 2.** Pogled na Domovinski most s lokacije zahvata.

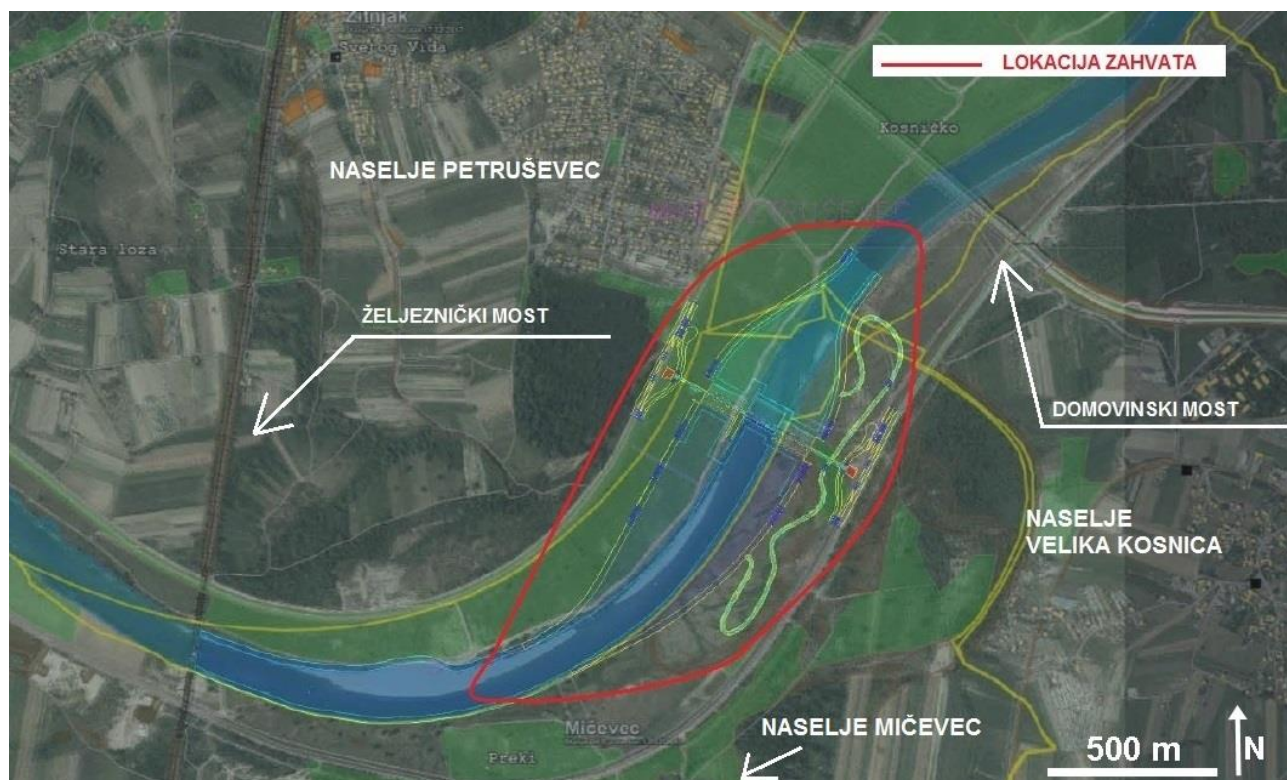


**Slika 1.1. – 3.** Pogled na naselje Petruševac s lokacije zahvata.

Prostor na kojem su projektom planirane MHE Petruševac 1 i Petruševac 2 vidljiv je na **slici 1.1.-4.**

S obzirom na namjenu, prostor obuhvata zahvata nalazi se u zoni s oznakama:

- Ostala prirodna područja (područja inundacija - zelena boja).
- Prostori velikih vodnih površina (korito rijeke Save – plava boja).



**Slika 1.1. – 4.** Namjena prostora u zoni izgradnje zahvata.

Predmetni zahvat zauzima prostor u koritu, na lijevoj i desnoj inundaciji rijeke Save (**slika 1.1.-5.**) te se sastoji od sljedećih građevina:

- Bloka s osam (8) proizvodnih jedinica smještenih u lijevoj inundaciji (MHE "Petruševac 1"),
- Bloka brane s pet (5) polja širine po 15 m,
- Bloka s osam (8) proizvodnih jedinica smještenih u desnoj inundaciji (MHE "Petruševac 2"),
- Brodske prevodnice,
- Riblje staze,
- Proširenja korita uzvodno od brane u dužini od ~600 m i širini od ~120 na svakoj inundaciji,

- Proširenja korita nizvodno od brane u dužini od ~450 m i širini od ~120 na svakoj inundaciji,
- Platoa za smještaj upravljačkog objekta na kruni lijevog nasipa,
- Platoa za smještaj upravljačkog objekta na kruni desnog nasipa.

Širina korita Save s inundacijama na lokaciji je ~560 m, a nakon izgradnje zahvata zbog proširenja krune nasipa u zoni upravljačkog objekta na lijevom i desnom nasipu širina profila bi iznosila ~500 m. Širina protočnog profila Save na području Zagreba iznosi prosječno 280 m.

Katastarski zahvat je smješten na području K.O Žitnjak i K.O Mičevac, te na sljedećim katastarskim česticama:

- k.č. 4201/2 pristupne rampe uz lijevi nasip,
- k.č. 3801/2 lijevi nasip,
- k.č. 1544/1 lijeva inundacija,
- k.č. 1545 lijeva inundacija,
- k.č. 4201/1 lijeva inundacija,
- k.č. 1559 lijeva inundacija,
- k.č. 1560 korito Save,
- k.č. 1561 desna inundacija,
- k.č. 1555/10 desna inundacija,
- k.č. 1555/9 desna inundacija,
- k.č. 1555/7 pristupne rampe uz desni nasip.



**Slika 1.1. – 5.** Situacija objekta MHE Petruševac 1 i Petruševac 2 na ortofoto karti.

Pristup do lokacije MHE "Petruševac 1" i MHE "Petruševac 2" moguć je s postojećih prometnica uz zračnu nožicu nasipa koje su izvedene uz lijevi i desni nasip i povezane su s lokalnim javnim cestama (**vidi slike 1.1.-5. i 1.1.-6.**).

Na **slici 1.1.-6** dan je prikaz postojeće rampe za pristup na krunu nasipa s lokalne ceste uz zračnu nožicu desnog nasipa. Ova rampa može se također koristiti za pristup na plato MHE Petruševac 2 nakon njene izgradnje.



**Slika 1.1. – 5.** Pogled s nasipa na pristupnu cestu za MHE "Petruševac 1"



**Slika 1.1. – 6.** Pogled s pristupne ceste (Sajmišna cesta) za MHE "Petruševac 2"

Priključak MHE na elektroenergetsku mrežu riješit će se vjerojatno na najbližu trafostanicu naponske razine do 35 kV što će biti riješeno prethodnom analizom priključka na elektroenergetsku mrežu.

U okviru uređenja korita Save na dionici od granice s Republikom Slovenijom do Siska prostornim planovima predviđena je izgradnja velikih hidroelektrana i to (HE Podsused, HE Prečko, HE

Zagreb, HE Drenje te HE Strelečko koja zauzima prostor od planiranog ušća kanala Sava – Sava do lokacije brane Drenje).

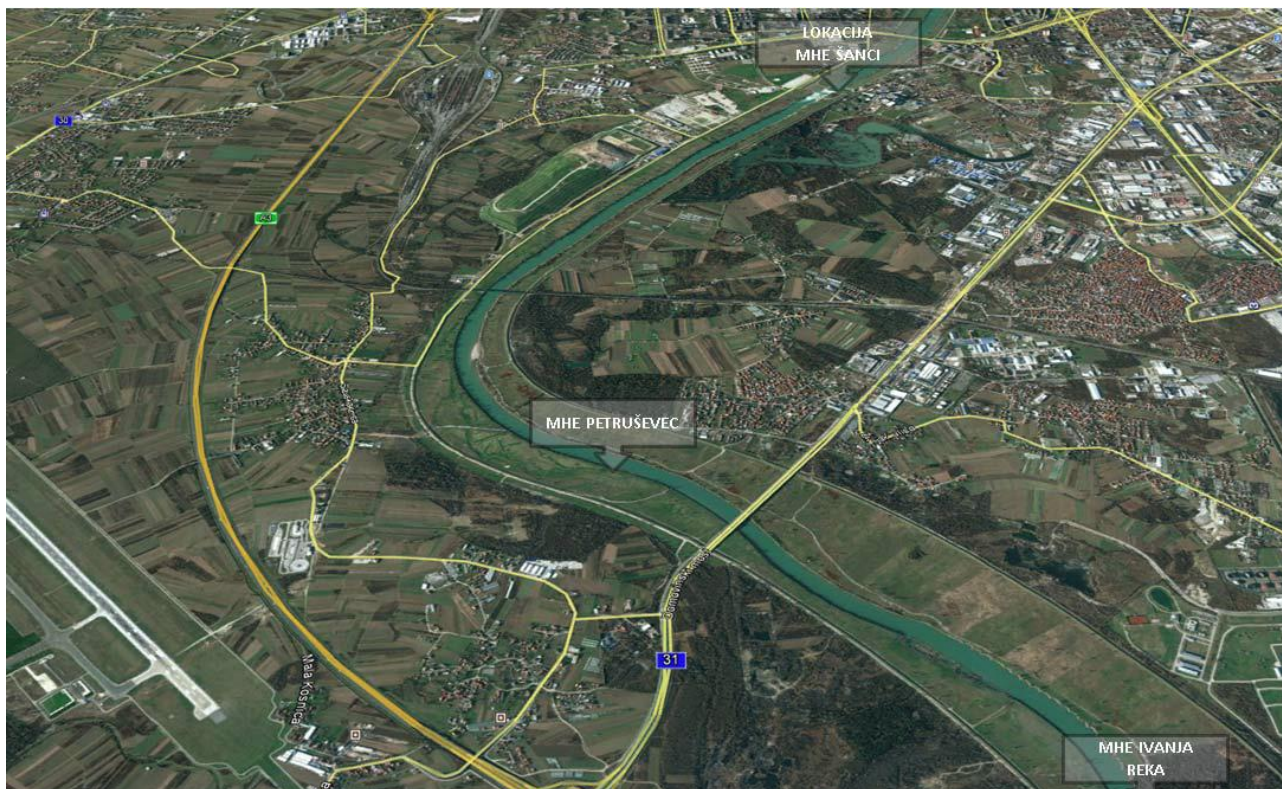
Izgradnja velikih akumulacija koje potapaju cijeli inundacijski prostor te podizanje razine Save do krune postojećih nasipa u postojećem stanju izgrađenosti zaobalnog područja praktički je neizvedivo pa se nameće jedina mogućnost korištenja voda Save na ovoj dionici izgradnjom većeg broja malih hidroelektrana (MHE) koje bi se izvele tako da koriste raspoloživi pad unutar postojećeg korita Save izgradnjom određenog broja pregradnih profila kojima bi se formirale kaskade visine 3-4 m.

Na ovaj način moguće je na prostorima prije planiranih hidroelektrana izgraditi :

- MHE na prostoru planirane akumulacije za HE Podsused.
- MHE na prostoru HE Prečko.
- MHE na prostoru HE Zagreb.
- MHE na prostoru HE Drenje (**vidi sliku 1.1.-7.**).

Projekt MHE Petruševac 1 i 2 dio je projekta „Program Sava“ – Program zaštite, uređenja i korištenja rijeke Save od granice s Republikom Slovenijom do Siska. Cilj razvoja programa jest zaustavljanje negativnih trendova razina podzemnih voda, zaštita okoliša, korištenje energetskeg potencijala, razvoj plovnog puta te pomicanje linije poplavnog rizika iz središta Zagreba.

Ključni objekti sustava su: VHS Zaprešić, HE Prečko, Ustava Lučko, Kanal Sava-Sava s ustavom Odra, HES Sisak (zamjena za HE Strelečko), Ustava Palanek, MHE Jarun, MHE Šanci, MHE Petruševac, MHE Ivanja Reka (vidi sliku 2.1.-1. na str. 38.).



**Slika 1.1.-7.** Lokacije za tri MHE na prostoru planirane akumulacije HE Drenje.

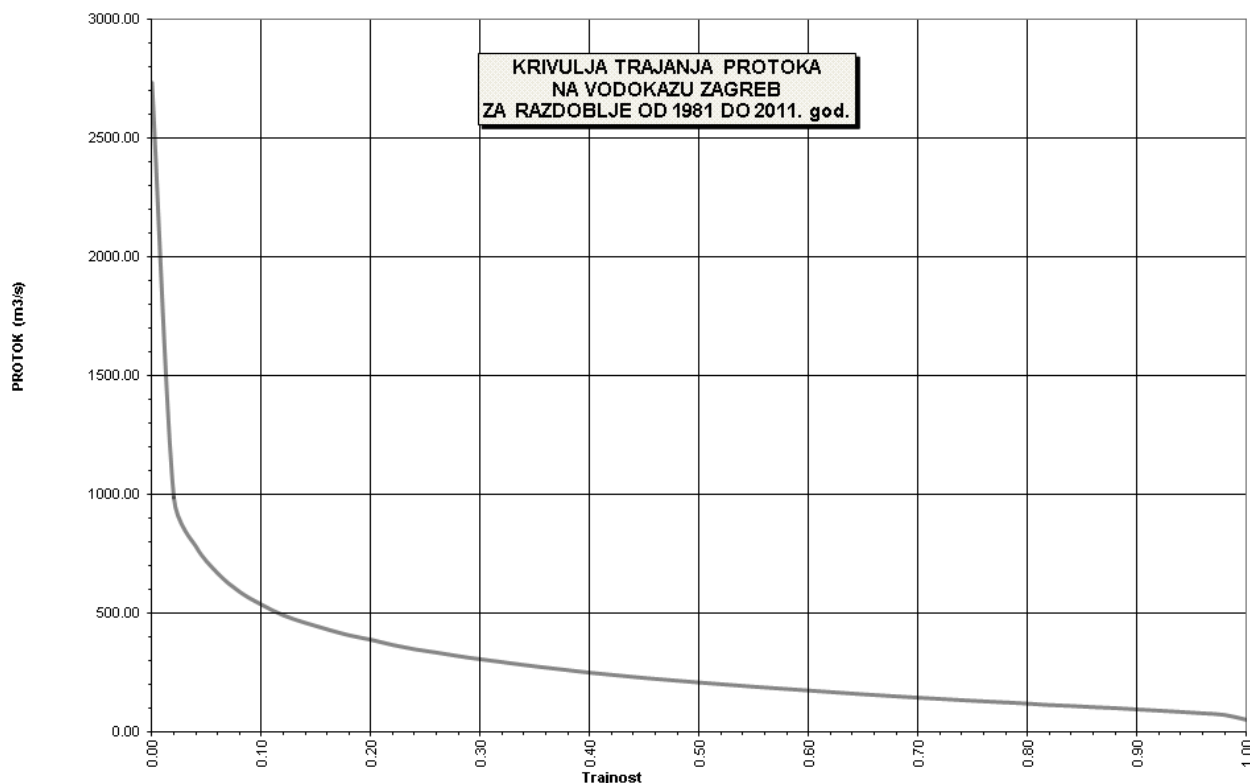
Predmetne MHE Petruševac 1 i 2 nalaze se na prostoru prije planirane HE Drenje.

Na lokaciji prije planirane HE Drenje moguće je locirati MHE Ivanja Reka, a na uzvodnom dijelu prije kraja planirane akumulacije HE Drenje moguće je locirati MHE Šanci dok je lokacija MHE Petruševac 1 i 2 u sredini prije planirane akumulacije HE Drenje (**vidi sliku 1.1.-7.**).

Ovim projektom analiziran je zajednički rad MHE Petruševac 1 i 2 , MHE Ivanja Reka i MHE Šanci.

## 1.2. Hidrološke podloge

Mjerodavni protoci za izračun moguće proizvodnje energije definirani su podacima s vodokazne stanice Zagreb. Prema podacima o srednjim dnevnim protocima za razdoblje od 1981 do 2011. god. definirana je sljedeća krivulja trajanja protoka (**slika 1.2.-1.**).



**Slika 1.2.-1.** Krivulje trajanja protoka Save na vodokazu Zagreb

Za ovo razdoblje dobivaju se sljedeći statistički parametri:

- Max. protok 2.732,00 m³/s
- Min. Protok 48.70 m³/s
- Srednji protok 275.38 m³/s

Tehničko rješenje MHE Petruševac 1 i 2 izvediv je bez obzira na varijante uređenja Save kroz Grad Zagreb i nije ovisno o veličini velikih voda kroz grad pa one nisu ni analizirane jer MHE prestaje s radom kod protoka većih od ~1200 m³/s kada se uspostavlja prirodni režim tečenja velikih voda.

U slučaju izgradnje kanala Sava – Sava i skretanja velikih voda Save u ovaj kanal inundacijski prostor na području predmetnog zahvata neće biti plavljen dok će za slučaj upravljanja velikim vodama kao u postojećem stanju inundacijski prostor biti plavljen kod protoka Save većih od ~2000 m³/s.

### 1.3. Izbor veličine izgradnje

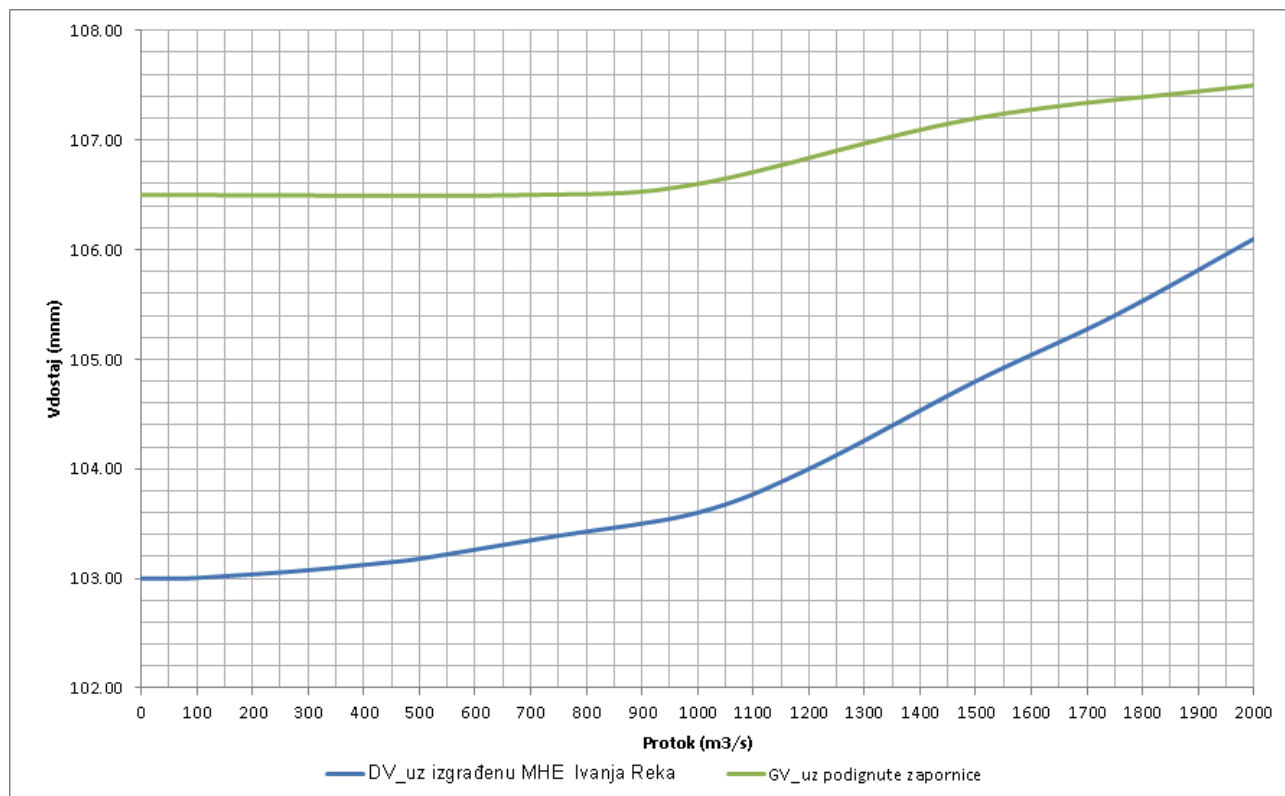
#### 1.3.1. Izbor protoka biološkog minimuma

Predmetni zahvat je protočna pribranska elektrana koja svojim radom ne remeti prirodni režim protoka Save. Predviđeni način rada je korištenje raspoloživog dotoka uz održavanje normalnog radnog nivoa uzvodno od brane. MHE sastoji se od većeg broja proizvodnih jedinica čiji je pojedinačni instalirani protok manji od minimalnog protoka Save na ovoj lokaciji pa će biti moguće ispuštanje svih malih protoka kroz proizvodne jedinice.

#### 1.3.2. Izbor instaliranog protoka

S obzirom na srednji protok Save razmatrana je mogućnost proizvodnje energije za slučaj da je MHE izvedena s instaliranim protokom od 120, 300, 500, 800 i 1200 m<sup>3</sup>/s.

Za slučaj da MHE radi uz izgrađenu nizvodnu MHE Ivanja Reka tada je krivulja donje vode definirana na osnovi računa vodnih razina Save za izgrađeno stanje definirana sljedećom krivuljom.



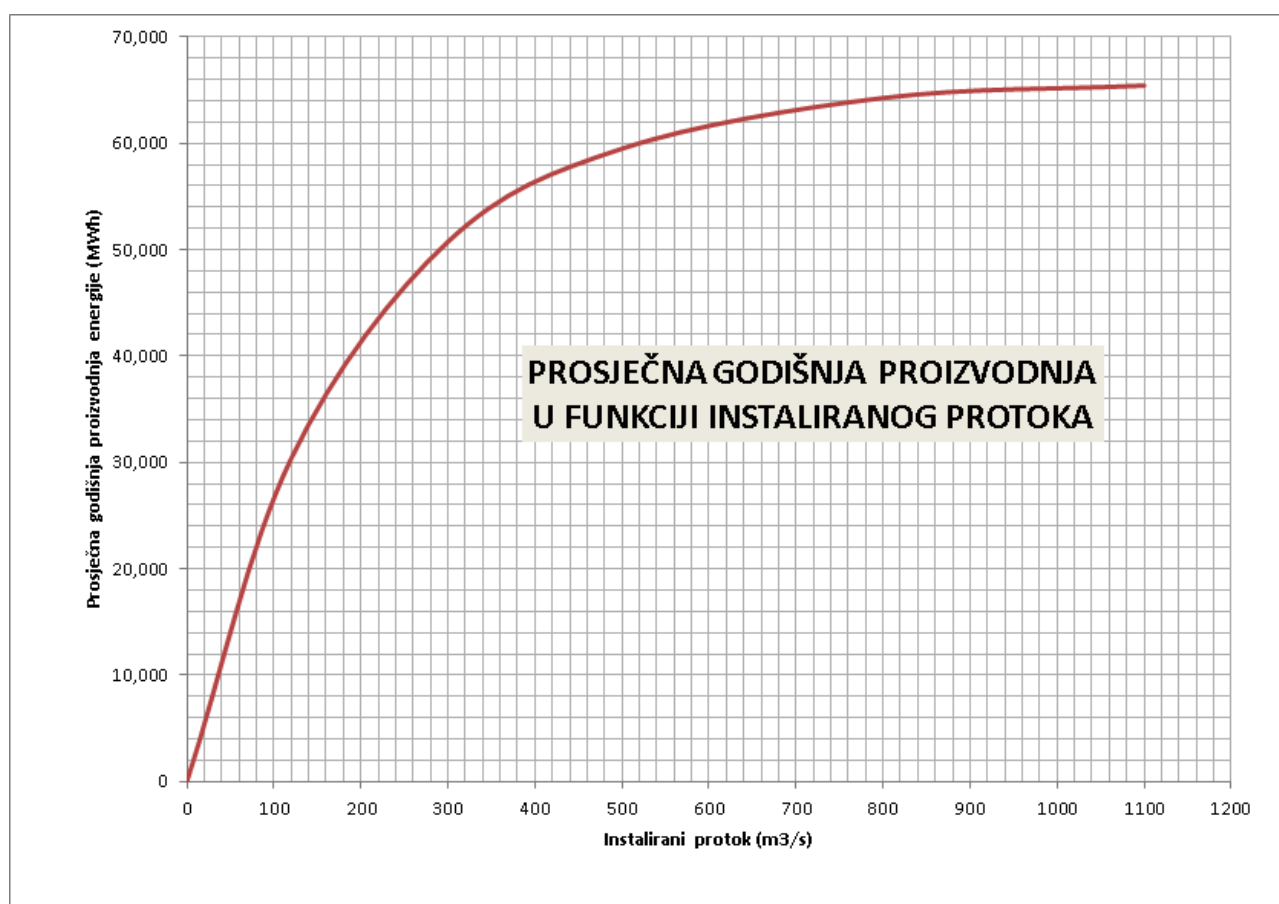
Slika 1.3. – 1. Krivulje gornje i donje vode MHE Petruševac.

Krivulja gornje vode (slika 1.3.-1.) također je definirana na osnovu računa vodnih razina uz uvjet održavanja razine na brani MHE Petruševac na koti 106.50 m n. m. dok to dopuštaju hidraulički uvjeti.

Uz dane uvjete dobivaju se sljedeće prosječne godišnje proizvodnje energije na MHE:

| Qi                  | Energija  |
|---------------------|-----------|
| (m <sup>3</sup> /s) | (MWh)     |
| 120,00              | 30.392,00 |
| 300,00              | 50.745,00 |
| 500,00              | 59.492,00 |
| 800,00              | 64.263,00 |
| 800,00              | 65.423,00 |

Iz dijagrama u nastavku (**slika 1.3.-2.**) vidljivo je da je porast proizvodnje energije u funkciji instaliranog protoka značajan do instaliranog protoka od ~400 m<sup>3</sup>/s, a da se povećanjem instaliranog protoka iznad 600 m<sup>3</sup>/s bitno ne povećava prosječna godišnja proizvodnja energije.



**Slika 1.3.-2.** Prosječna godišnja proizvodnja u funkciji instaliranog protoka

Tehničko rješenje koje podrazumijeva smještaj kompletnog proizvodnog bloka ispod razine terena u inundaciji moguće je jedino korištenje proizvodnih jedinica tipa DIVE. Na ovoj lokaciji maksimalni instalirani protok po jednoj proizvodnoj jedinici može biti cca. 30 m<sup>3</sup>/s što bi značilo da je jedna proizvodna jedinica prosječne instalirane snage od ~900 kW.

Uz instalirani protok od 400 do 600 m<sup>3</sup>/s to bi značilo da je potrebno instalirati od 14 do 20 proizvodnih jedinica instalirane snage po 900 kW.

U tom slučaju dobivaju se sljedeći podaci:

Gospodarske analize provedene su tako da se uz navedena ograničenja definira cijena koštanja objekta kod koje se ostvaruje omjer koristi i troškova  $K/T=1$  koji označava graničnu investiciju kod koje se još uvijek osigurava rentabilnost izgradnje.

Provedenim analizama dobivaju se sljedeći rezultati:

| Qi<br>(m <sup>3</sup> /s) | Broj jedinica | Instalirana snaga<br>(MW) | Proizvodnja energije<br>(MWh/god) | Invest. za $K/T=1$<br>(mil. €) | Spec. Invest za $K/T=1$<br>(€/kW) |
|---------------------------|---------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 420.00                    | 14.00         | 12.60                     | 57.000,00                         | 46.00                          | 3.651,00                          |
| 480.00                    | 16.00         | 14.40                     | 59.000,00                         | 48.00                          | 3.333,00                          |
| 600.00                    | 20.00         | 18.00                     | 61.000,00                         | 50.00                          | 2.778,00                          |

Specifična investicija, tj. maksimalno dopušteni trošak gradnje po kW instalirane snage kod kojeg se još uvijek osigurava isplativost investicije je relativno visok.

Očekivani trošak gradnje elektrane ovog tipa može biti u rasponu od 3.000,00 – 4.000,00 €/kW iz čega proizlazi da se isplativa razina instaliranog protoka treba odabrati u rasponu od 420.0 do 480.0 m<sup>3</sup>/s jer se uz takav instalirani protok osigurava rentabilnost investicije s obzirom na to da bi očekivani troškovi gradnje trebali biti niži od maksimalno dopuštenih za koje je omjer  $K/T=1$ .

Temeljem iznesenih činjenica odabire se optimalna veličina izgradnje s  $Q_i = 480$  m<sup>3</sup>/s što se postiže izvedbom 16 proizvodnih jedinica tipa DIVE i to tako da se 8 proizvodnih jedinica ugrađuje na lijevoj inundaciji, a drugih 8 na desnoj inundaciji.

U ovom slučaju formiraju se dvije MHE (MHE "Petruševac 1" na lijevoj obali i MHE "Petruševac 2" na desnoj obali).

Svaka od navedenih MHE ima sljedeće karakteristike:

- instalirani protok  $8 \times 30 = 240.00$  m<sup>3</sup>/s,
- instalirana snaga  $8 \times 0.9 = 7.2$  MW,
- konstruktivni pad turbine 3.5 m,
- raspon padova kod kojih MHE radi 2.0 do 6.0 m,
- raspon protoka po jednoj proizvodnoj jedinici 3.0 do 33.0 m<sup>3</sup>/s.

Ovaj tip turbine je relativno novi proizvod kojim se osigurava vrlo jeftina gradnja elektrane jer ne zahtijeva veliki opseg građevinskih radova, a smještaj turbine i generatora ne zahtijeva natkriveni objekt. Najveća prednost ovog tipa turbina je mogućnost rada i kod vrlo malih padova tako da je moguće iskorištenje gotovo svih raspoloživih dotoka za širok dijapazon padova. Ovo se postiže dvostrukom regulacijom i to regulacijom protoka koja se postiže na privodnom aparatu te regulacijom broja okretaja koje se postiže ugradnjom generatora s permanentnim magnetima.

## 1.4. Hidrauličke karakteristike lokacije

Raspoloživost voda i raspon protoka definiran je krivuljom trajanja srednjih protoka na vodokazu Zagreb. (**slika 1.2. -1.**)

Analiza vodnih razina na predmetnoj dionici Save načinjena je za raspon protoka od 50 do 4000 m<sup>3</sup>/s.

Ovisno o dinamici izgradnje planiranih MHE moguće varijante rada MHE Petruševac 1 i 2 su sljedeće:

- Nizvodna MHE Ivanja Reka nije izgrađena
- Izgrađena nizvodna MHE Ivanja Reka

Uzvodni vodostaj na MHE Petruševac 1 i 2 planiran je na koti 106.50 m n. m. Uz ovaj vodostaj osigurava se stabilnost postojećeg praga na lokaciji Šanci te slični radni uvjeti za MHE Šanci ako se ona izgradi.

Za MHE Ivanja Reka predviđa se normalni radni vodostaj na koti 103.00 m n. m. tako da bi konstruktivni pad za turbine na MHE Petruševac 1 i 2 iznosio 3.5 m.

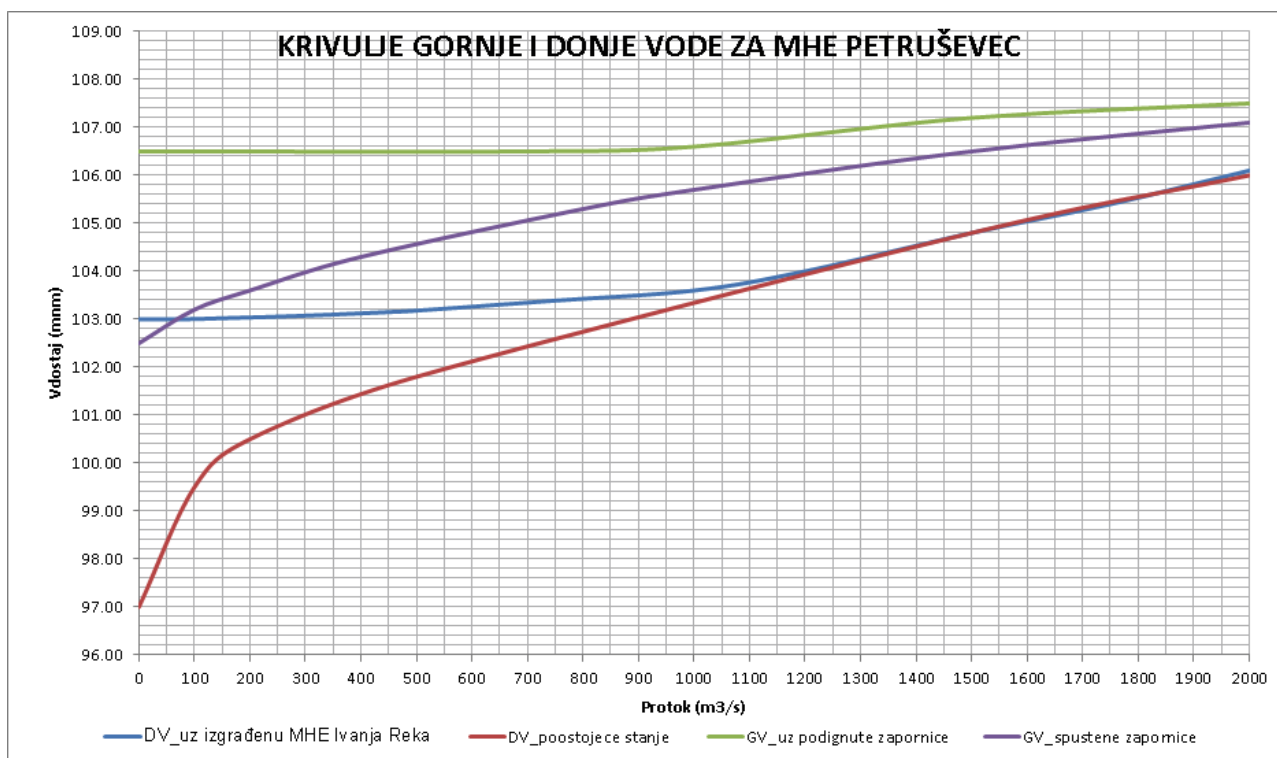
Ako se nizvodna MHE Ivanja Reka ne izgradi tada na MHE Petruševac 1 i 2 donja voda značajno oscilira pa bi MHE trebala raditi kod raspona padova od 2 do 6 m i više.

Za slučaj potrebe rada ovih turbina kod padova u rasponu od 3.5 do 6.0 m to je moguće unutar instalirane snage generatora što znači da će MHE kod većeg pada raditi s odgovarajućim manjim protokom kojim se neće premašiti instalirana snaga generatora.

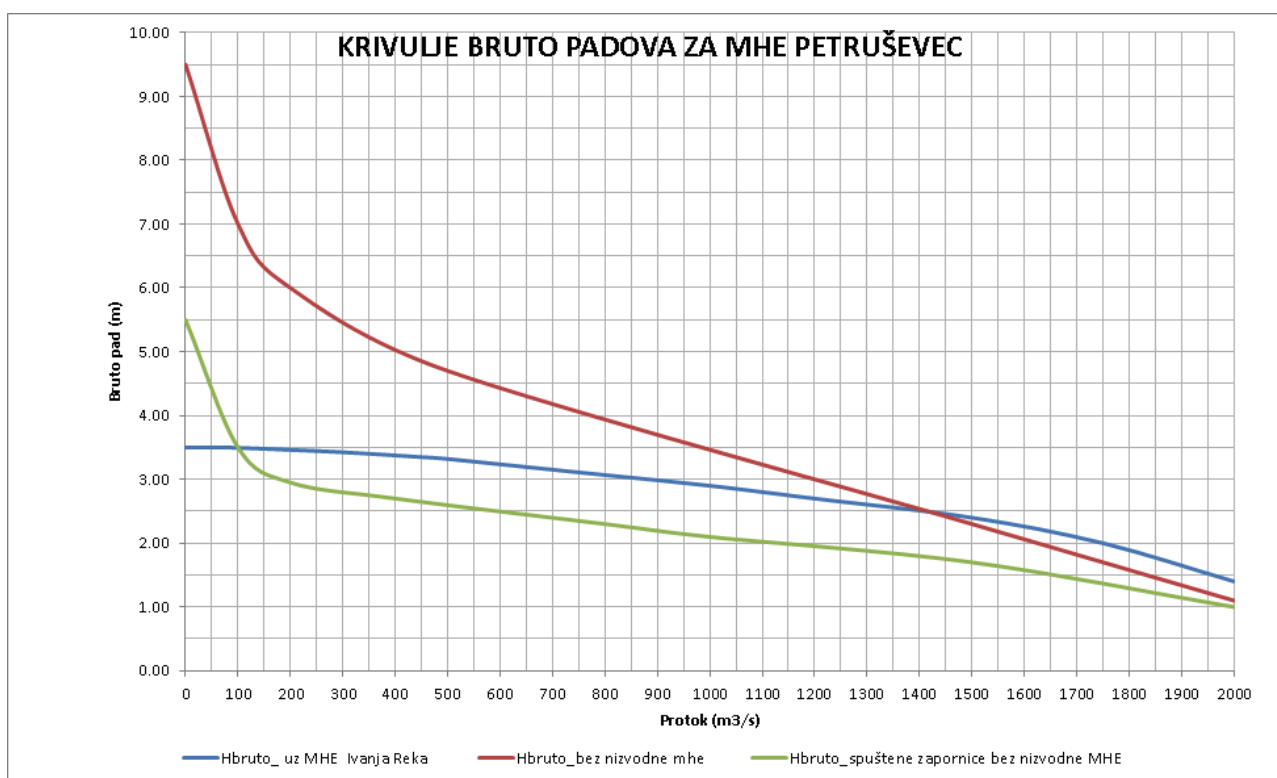
Ovakav slučaj traje za gotovo sve protoke do ~1200 m<sup>3</sup>/s što znači sljedeće:

- Ako se oprema za MHE Petruševac 1 i 2 odabere za uvjete rada koji pretpostavljaju izgradnju MHE Ivanja Reka tada će ova elektrana biti poddimenzionirana za slučaj da se nizvodna MHE ne izgradi. Normalni rad opreme na ovim MHE moguće je osigurati jedino sniženjem uspora na brani tj. sniženjem razine uzvodnog vodostaja. Ovo je moguće jedino za slučaj da nije izgrađena uzvodna MHE Šanci jer bi sniženje uzvodnog vodostaja na MHE Petruševac 1 i 2 dovelo do sličnog poremećaja u radu MHE Šanci.
- Rješenje ovog problema je gradnja sustava MHE od nizvodne prema uzvodno što znači da se u trenutku izdavanja vodopravnih uvjeta za MHE Petruševac 1 i 2 treba znati hoće li će se MHE Ivanja Reka graditi ili neće. Ako će MHE Petruševac 1 i 2 biti zadnje MHE u nizu MHE kroz Zagreb tada će njena instalirana snaga trebati biti veća što bi rezultiralo i s većom proizvodnjom energije. U tom slučaju MHE Petruševac 1 i 2 bi uz instalirani protok od  $Q_i=480$  m<sup>3</sup>/s mogle ostvariti prosječnu godišnju proizvodnju od ~90 GWh, a ukupna instalirana snaga za obje MHE iznosila bi 2 x 12 MW pa te HE više ne bi imale tretman malih HE za koje se osigurava poticajna cijena energije.

Navedena razmatranja vidljiva su iz sljedećih dijagrama (**slike 1.4.-1., 1.4.-2.**).



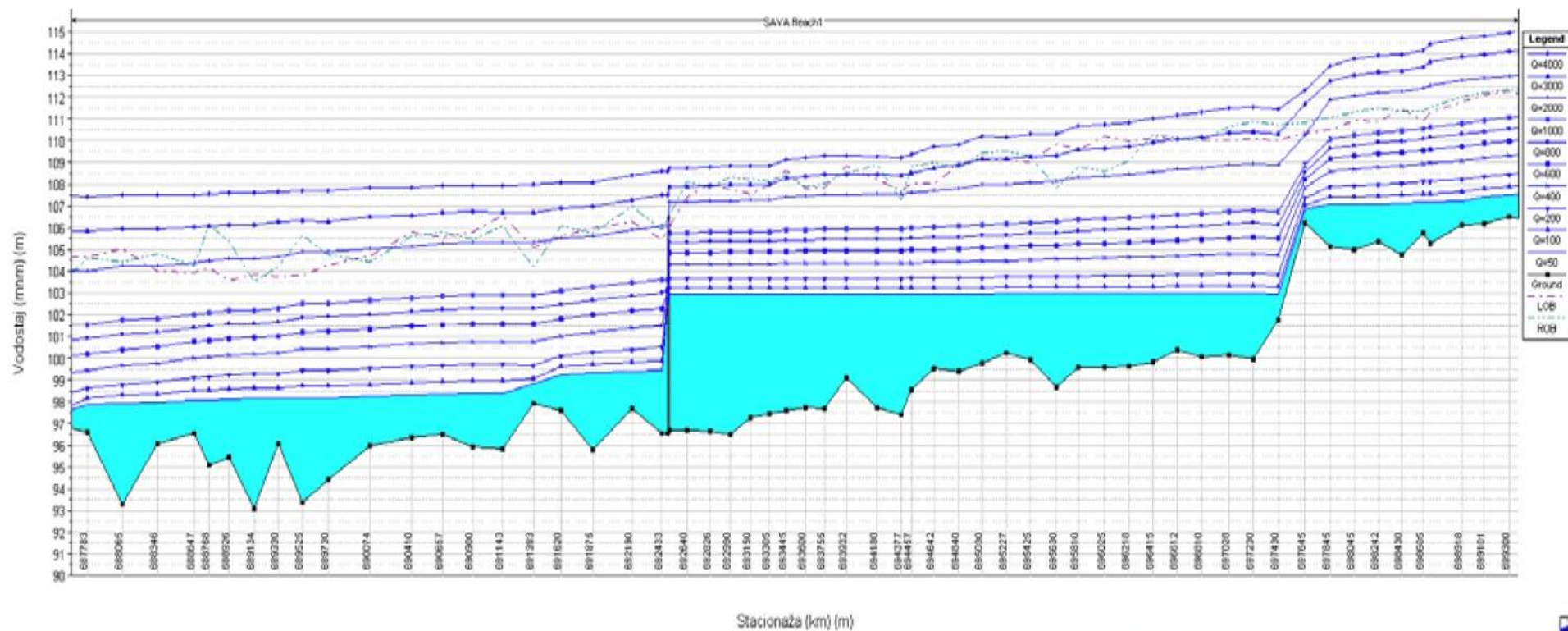
**Slika 1.4.-1.** Krivulje gornje i donje vode za MHE Petruševac 1 i 2.



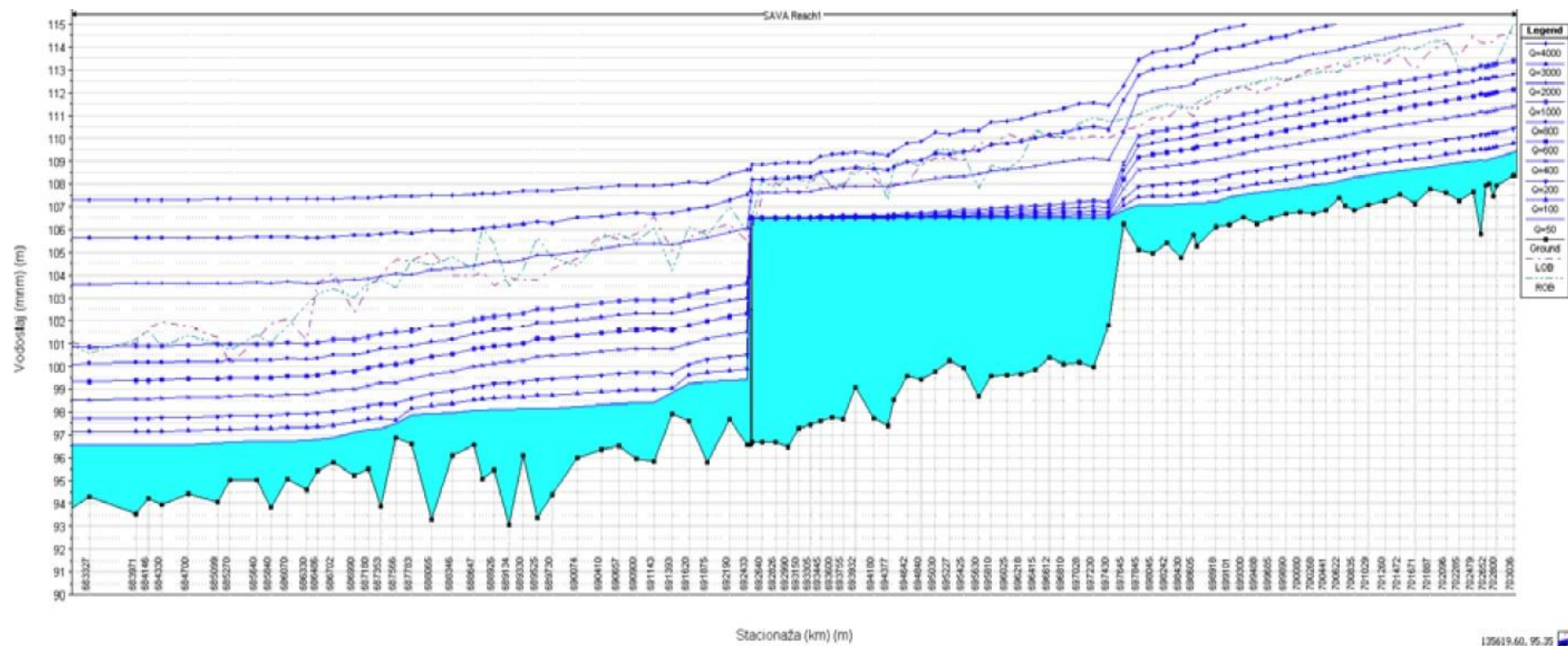
**Slika 1.4.-2.** Krivulje bruto pada za MHE Petruševac 1 i 2.

Iz danih dijagrama vidljivo je da je maksimalni bruto pad MHE Petruševac 1 i 2 za slučaj izgradnje nizvodne MHE cca. 3.5 m dok se u slučaju njezine neizgradnje maksimalni bruto povećava na 6 do 7 m odnosno dolazi se do varijante izgradnje MHE u kojoj sve proizvodne jedinice neće imati isti konstruktivni pad i istu instaliranu snagu.

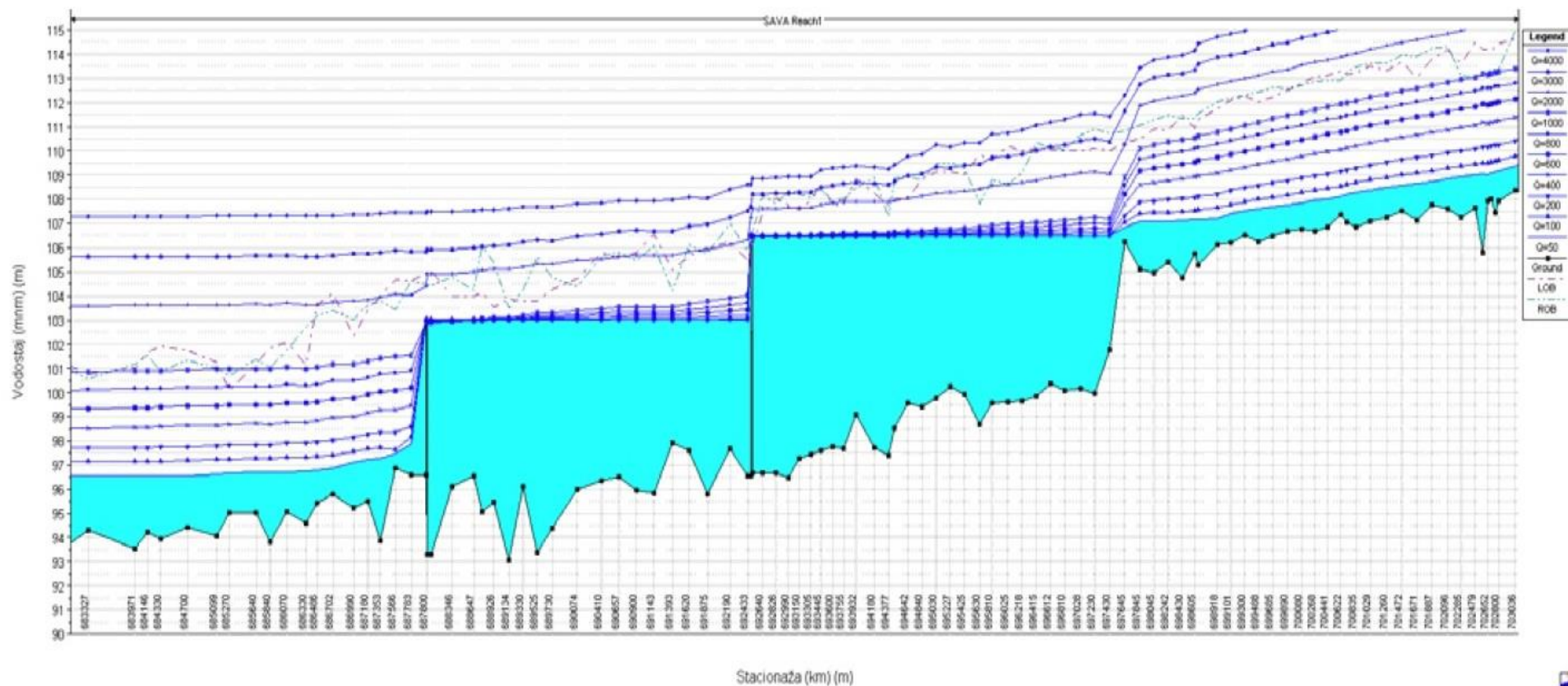
Izgled vodnih razina za različite slučajeve izgrađenosti ovog dijela Save dan je dijagramima u nastavku (slike 1.4.-3, 4, 5.).



Slika 1.4.-3. Vodne razine uz potpuno otvorenu branu bez nizvodne MHE.



Slika 1.4.-4. Vodne razine uz planirani vodostaj GV bez izgrađene nizvodne MHE.



Slika 1.4.-5. Vodne razine uz izgrađenu nizvodnu MHE.

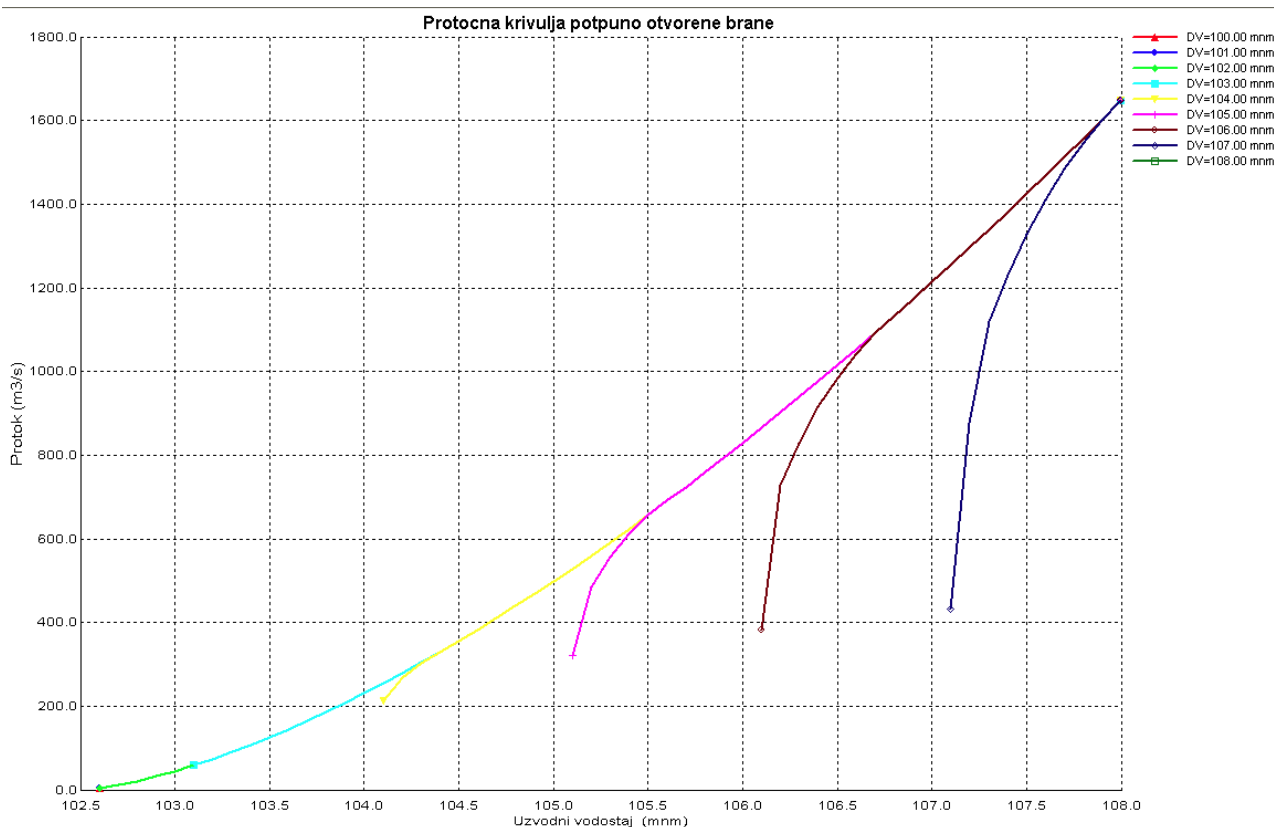
Iz danih prikaza vodnih razina vidljivo je da na dionici od planirane MHE Šanci do MHE Ivanja Reka dolazi do izlivanja vode u inundacije kod protoka većih od 2000 m<sup>3</sup>/s dok se na dionici nizvodno od MHE Ivanja Reka plavljenje inundacija javlja i kod protoka većih od 1000 m<sup>3</sup>/s.

Uz instalirani protok od  $Q_i=480$  m<sup>3</sup>/s upravljanje vodama obavlja se na sljedeći način:

- Za sve protoke manje od 480 m<sup>3</sup>/s ispuštanje se obavlja kroz turbinske komore proizvodnih jedinica i održava se razina na brani od ~106.50 m n. m.
- Za sve protoke veće od 480 m<sup>3</sup>/s i manje od ~1800 m<sup>3</sup>/s kroz proizvodne jedinice ispušta se 480 m<sup>3</sup>/s, a ostatak se preljeva preko brane uz održavanje razine od ~106.50 m n. m..
- Kod protoka većih od 1800 m<sup>3</sup>/s agregati MHE se isključuju, a zapornice na brani potpuno spuštaju te se uspostavlja prirodni režim tečenja kroz potpuno otvorenu branu.

Brana je planirana kao betonski prag s krunom na koti 102.50 m n. m., na koji se postavlja zaklopka visine 4 m tako da je kruna potpuno podignute zaklopke na koti 106.50 m n. m.. Širina jednog preljevnog polja je 15 m, a planirano je ukupno 5 preljevnih polja tako da je ukupna preljevna širina brane 75 m.

Protočnost preljeva definirana je krivuljom na **slici 1.4.-6.**



**Slika 1.4. -6.** Protočna krivulja popuno otvorene brane.

Slapište preljeva dimenzionirano je tako da osigura disipaciju energije za slučaj evakuacije maksimalnog protoka kojeg kontrolira brana prije njenog potpunog potapanja. U ovom slučaju protok kroz branu je  $\sim 1800 \text{ m}^3/\text{s}$ , razina gornje vode je  $\sim 107.5 \text{ m n. m.}$ , a razina donje vode je  $\sim 106 \text{ m n. m.}$

|                        |        |                       |                                                 |
|------------------------|--------|-----------------------|-------------------------------------------------|
| GV                     | 107.50 | m n. m.               | gornja voda                                     |
| DV                     | 106.00 | m n. m.               | donja voda                                      |
| Q                      | 1.800  | $\text{m}^3/\text{s}$ | protok                                          |
| B                      | 75,00  | m                     | širina profila uzvodno od zatvarača             |
| b                      | 75,00  | m                     | širina profila u presjeku prve spregnute dubine |
| f                      | 0,95   |                       | koeficijent istjecanja 0,9-1                    |
| q                      | 24,00  | $\text{m}^3/\text{s}$ | protok po $\text{m}^1$ profila                  |
| Kdna uzvodno           | 98,00  | m n.m.                | kota dna ispred zatvarača                       |
| Kdna nizvodno          | 973,50 | m n.m                 | kota dna slapišta                               |
| dz                     | 1,00   | m                     | razlika visina                                  |
| ho                     | 9,50   | m                     | dubina vode pred zatvaračem                     |
| vo                     | 2,53   | m/s                   | dolazne brzine                                  |
| Eo                     | 10,83  | m                     | energetska visina                               |
| h1                     | 1,91   | m                     | prva spregnuta dubina                           |
| Fr                     | 2,90   |                       | froudeov broj u profilu 1                       |
| v1                     | 12,56  | m/s                   | brzina u profilu 1                              |
| h2                     | 6,94   | m                     | druga spregnuta dubina                          |
| Lvs                    | 30,20  | m                     | dužina skoka                                    |
| Lslapisša              | 33,22  | m                     | dužina slapišta                                 |
| Dubina vode u slapištu | 9,00   |                       |                                                 |

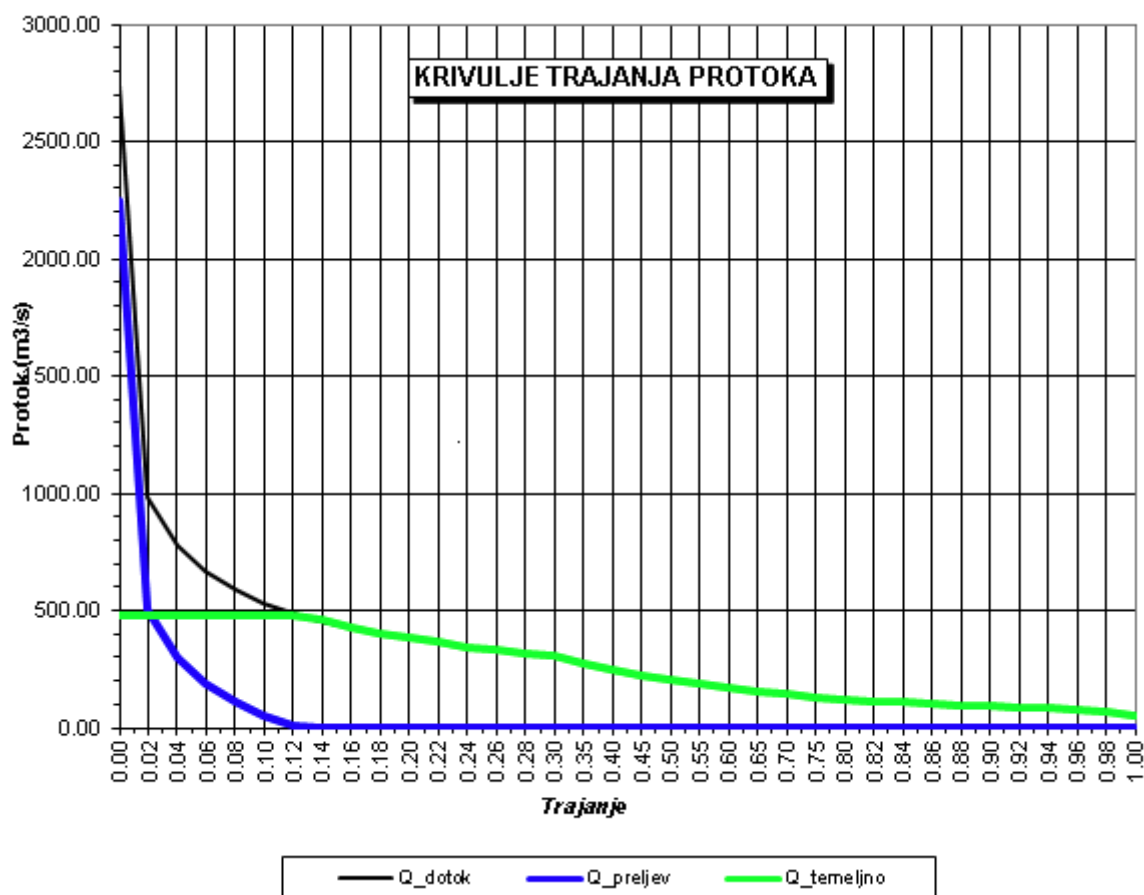
Za ovaj slučaj potrebna dužina slapišta je  $\sim 35 \text{ m}$ , a dubina vode u slapištu treba biti  $\sim 9 \text{ m}$  što znači da bi kota dna slapišta trebala biti niža od  $97 \text{ m n. m.}$ . S obzirom na to da je slapište projektirano s kotom dna  $94.5 \text{ m n. m.}$  i dužinom od  $42 \text{ m}$  osigurana je potopljenost vodnog skoka i u ovim uvjetima tečenja.

## 1.5. Proizvodnja energije

Moguća proizvodnja energije definirana je krivuljom trajanja protoka (**slika 1.4.-1.**) te osnovnim podacima proizvodne jedinice:

- Instalirani protok  $2 \times 15 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- Tehnički iskoristiv protok  $4 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- Neto pad 2-7 m (prema krivulji na **slici 1.4.- 3**).

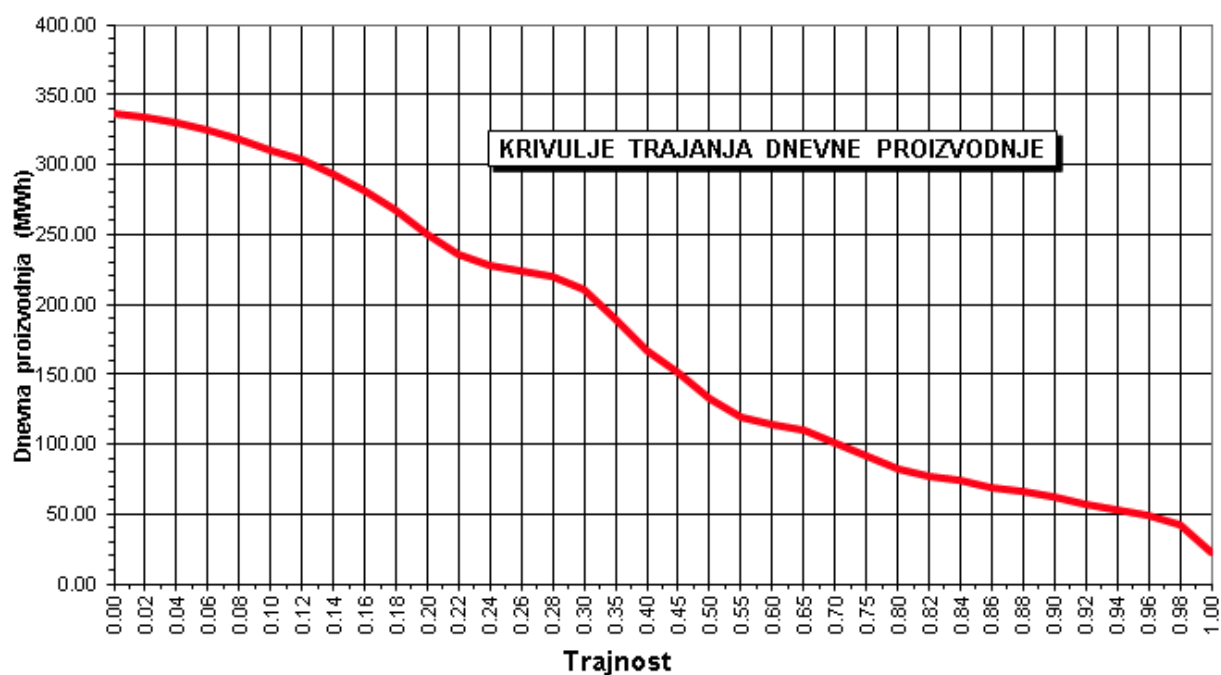
Temeljem navedenih podataka proveden je račun moguće proizvodnje koja iznosi 3766 MWh/godišnje, a rezultati računa u obliku krivulja trajanja protoka, proizvodnje i sati rada prikazani su na **slikama 1.5.-1 do 1.5.- 4**.



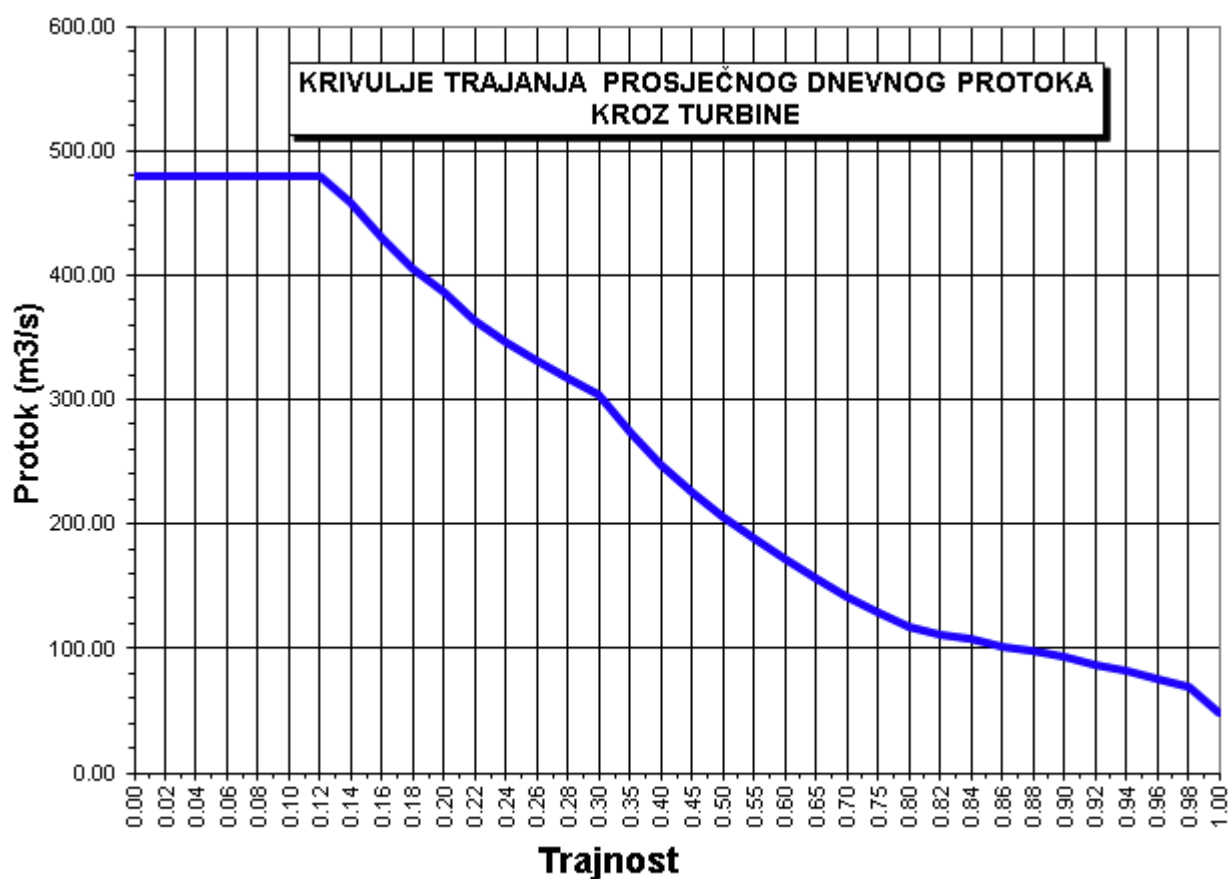
**Slika 1.5.-1.** Krivulje trajanja dotoka i protoka kroz proizvodne jedinice i preko preljeva

Iz danih krivulja na **slici 1.5.-1.** vidljivo je :

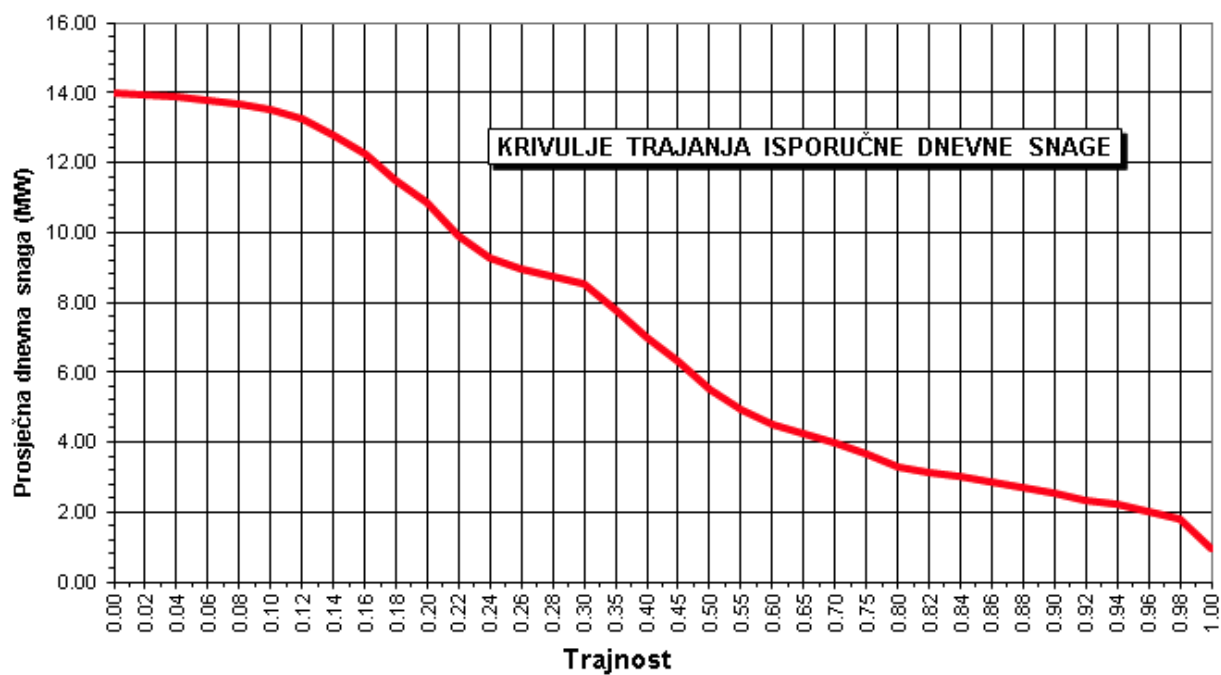
- Uz instalirani protok od  $30,0 \text{ m}^3/\text{s}$  MHE radi 70 % vremena u godini.
- Preljevi traju 45% vremena u godini.
- S punim instaliranim protokom MHE radi 20 % vremena u godini.
- U vrijeme kad su prirodni dotoci manji od tehnički iskoristivog protoka elektrana može raditi tako da koristi dnevni volumen dotoka sniženjem vodostaja uzvodno od preljeva za dopuštenu vrijednost koja ne bi trebala biti veća od 0,5 – 1,0 m, što znači da bi u 30 % vremena tijekom godine vodostaj uzvodno od preljeva oscilirao u toku dana za  $\pm 0,5 - 1,0 \text{ m}$ .



Slika 1.5.-2. Krivulja trajanja dnevne proizvodnje energije.



Slika 1.5.-3. Krivulja trajanja protoka kroz proizvodne grupe.



**Slika 1.5.-4.** Krivulja trajanja prosječne dnevne snage.

## 1.6. Opis objekata elektrane

Predmetni zahvat zauzima prostor na lijevoj i desnoj inundaciji rijeke Save i sastoji se od sljedećih građevina:

- Bloka s 8 proizvodnih jedinica smještenih u lijevoj inundaciji (MHE "Petruševac 1"),
- Bloka brane s 5 polja širine po 15 m,
- Bloka s 8 proizvodnih jedinica smještenih u desnoj inundaciji (MHE "Petruševac 2"),
- Brodske prevodnice,
- Riblje staze,
- Proširenja korita uzvodno od brane u dužini od ~600 m i širini od ~120 na svakoj inundaciji,
- Proširenja korita uzvodno od brane u dužini od ~450 m i širini od ~120 na svakoj inundaciji,
- Platoa za smještaj upravljačkog objekta na kruni lijevog nasipa,
- Platoa za smještaj upravljačkog objekta na kruni desnog nasipa.

Širina korita Save s inundacijama na lokaciji zahvata je ~560 m, a nakon izgradnje zbog proširenja krune nasipa u zoni upravljačkog objekta na lijevom i desnom nasipu širina profila bi iznosila ~500 m.

Širina protočnog profila Save na području grada Zagreba iznosi prosječno 280 m.

U svrhu udovoljavanja potrebnih hidrauličkih i energetskih karakteristika objekt jedne MHE opremljen je sljedećom opremom:

- Proizvodne jedinice - 8 x DIVE turbine gdje se u kompletu nalazi turbina tipa Kaplan i generator s permanentnim magnetima. Instalirani protok turbine je 30 m<sup>3</sup>/s, instalirana snaga proizvodne jedinice kod Hkonst = 3.50 m iznosi ~900 kW kompl. 8.
- Uzvodne grube rešetke na dovodima do turbina. Dimenzije rešetke su 10 x 6,6 m kompl. 8
- Uzvodni gredni zatvarač za jedno polje, dimenzija 4 x 1,65 x 10 m kompl. 2.
- Nizvodni pločasti zatvarači dimenzija 4 x 1,65 x 10 m kompl. 2.
- Pokrovna rešetka proizvodne jedinice, dimenzije 9 x 7,4 m kompl. 8.
- Pokrovna rešetka difuzorskih zatvarača, dimenzija 1 x 9,5 m kompl. 8.

Brana s prelievom opremljena je sljedećom opremom:

- Zaklopka preljeva dimenzija 15 x 4 m s hidrauličkim pogonom kompl. 5.
- Uzvodni gredni zatvarač za jedno polje, dimenzija 6 x 1 x 15 m kompl. 1.
- Nizvodni pločasti zatvarači dimenzija 6 x 1 x 15 m kompl. 1.

Spremište grednih zatvarača je na prostoru desne i lijeve inundacije uz krilne zidove MHE "Petruševac 1" i MHE "Petruševac 2". Montaža i demontaža grednih zatvarača predviđena je auto dizalicom i napravom za montažu u prijenos grednih elemenata.

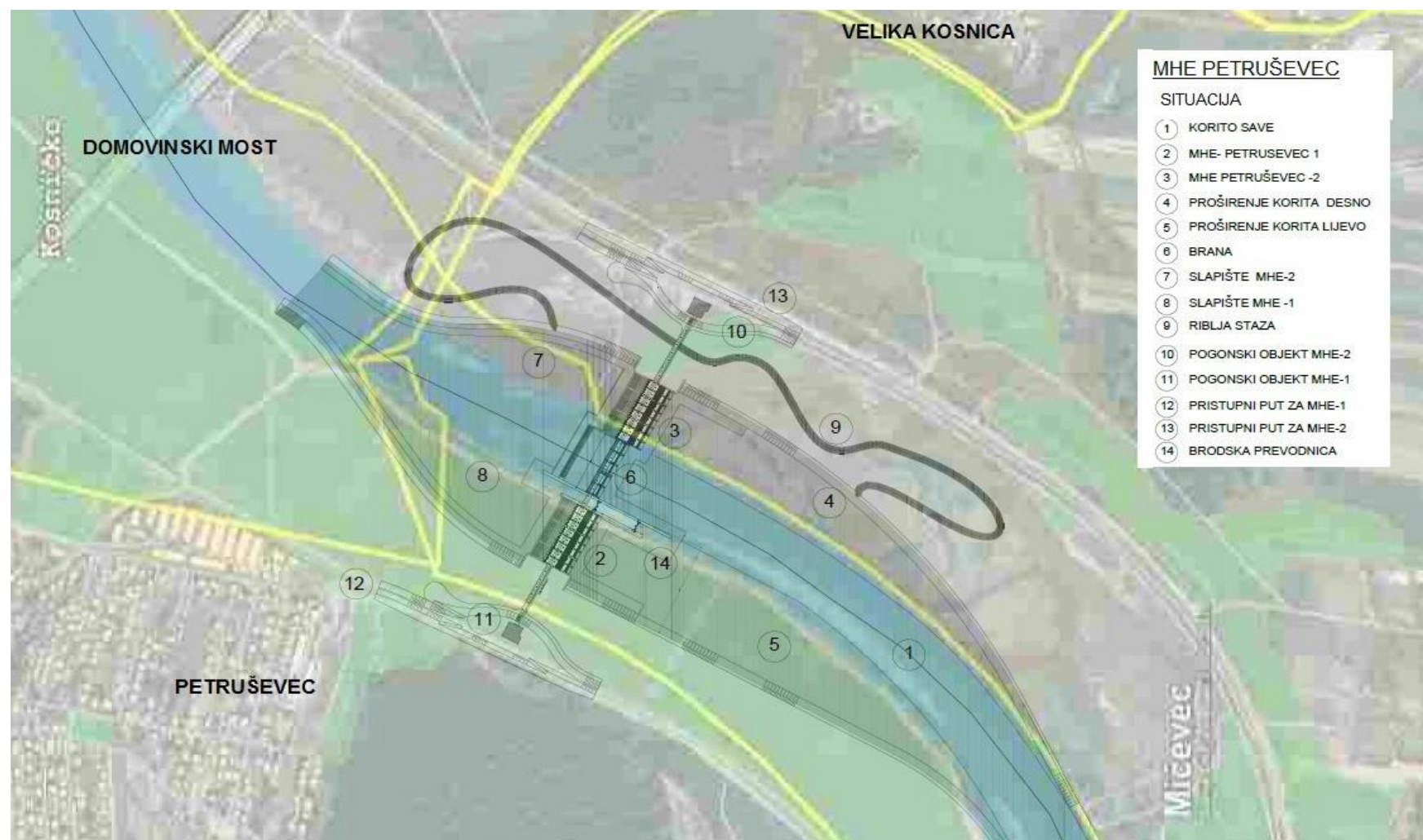
Upravljanje elektranom moguće je lokalno iz upravljačkog objekta na platou MHE ili daljinski iz nadležnog centra.

Ukupno instalirana snaga MHE kod maksimalnog protoka i pada iznosi 2 x 7,2 MW.

Sukladno instaliranoj snazi predviđen je priključak na 35 kV naponsku razinu preko 35 kV postrojenja smještenog uz upravljački objekt na platou MHE koji je planiran na proširenju krune lijevog i desnog nasipa.

Konačnu priključnu naponsku razinu i mjesto priključka definirat će se prethodnom analizom mrežnog priključka.

Šira situacija predmetnog zahvata prikazana je na **slici 1.6.-1.**



Slika 1.6. – 1. Šira situacija objekta MHE Petruševac 1 i 2.

## Preljev

Preljev je lociran u samom koritu Save i sastoji se od 5 preljevnih polja širine po 15 m u kojima su ugrađene zaklopke visine 4 m. Preljev je predviđen kao betonska građevina temeljena na šljunkovitom materijalu.

Kota praga preljeva je na 102.50 m n. m. što je približno 4 m iznad najniže kote prirodnog dna.

Tijelo preljeva predstavlja betonski blok širine 20,8 m i dužine 89 m koji je podijeljen u pet polja betonskim stupovima širine 2 m.

Prag preljeva na koti 102.50 m n. m. uređen je za ugradnju čelične klapne visine 4 m koja u spuštеноm položaju zajedno s nizvodnim betonskim dijelom čini konturu slobodnog preljeva koja završava betonskim pragom.

Uloga praga je da poveća disipaciju energije toka i smanji eroziju u slapištu. Za potpunu disipaciju energije preljevnog mlaza predviđena je izvedba slapišta koje je dimenzionirano na protok od 1800 m<sup>3</sup>/s.

Dno slapišta predviđeno je da se izvede u kamenoj oblozi od kamena odgovarajuće mase, a na kraju slapišta predviđen je betonski prag s kotom krune na 97 m n. m. koja odgovara prirodnoj razini dna Save na toj lokaciji.

Dimenzije tako definiranog slapišta zahtijevaju prostor dužine ~42 m s dubinom vode od 8,5 m kod normalnog uspora na nizvodnoj MHE Ivanja Reka.

Zaklopkama se upravlja s po dva servomotora, položena horizontalno i smještena u vrhu razdjelnih stupova.

Cijevi za hidrauliku i signalni kabeli vode se do upravljačkog objekta smještenog na platou MHE kroz galeriju u temeljnoj ploči brane.

Tlocrti postrojenja, proizvodne grupe i brane te presjeci kroz preljevno polje i proizvodnu jedinicu preljeva dani su **prilozima 1, 2, 3, 4 i 5**.

## Strojarnica

Predviđeni tip proizvodnih jedinica predstavlja relativno novi proizvod koji ne zahtijeva smještaj agregata u zatvoreni prostor čime se osigurava znatno jeftinija gradnja. U ovom slučaju strojarnica se sastoji od betonskog bloka dužine 40 m s osam polja širine po 10 m, koji su odijeljeni stupovima širine 1,5 m. U svako polje je ugrađena po jedna proizvodna jedinica tipa DIVE.

Pristup do proizvodnih jedinica omogućen je s platoa koji se nalazi na koti ~108 m n. m. što je ~0,5 m viša razina od prirodne razine terena u inundaciji. U svrhu pristupa do proizvodne jedinice na ovom platou nalazi se otvor dimenzija 9 x 7,4 m koji je pokriven prohodnom rešetkom i otvor veličine 90 x 90 cm kojim se uz pomoć penjalice može spustiti do proizvodne jedinice za potrebe pregleda i održavanja.

Montaža i demontaža proizvodnih jedinica obavlja se korištenjem auto dizalice.

Prostor između gornjeg ruba difuzora i pristupnog platoa koristi se za vođenje instalacija do upravljačkog objekta na platou koji se formira proširenjem krune nasipa.

Od kraja betonskog bloka proizvodnih grupa do upravljačkog objekta instalacije se vode u podzemnom kanalu dimenzija 2 x 2,5 m koji se izvode na prostoru inundacije. Ovaj kanal omogućava pristup do instalacija i u slučaju velikih voda jer je predviđen u vodotijesnoj izvedbi s ulazom iz prostora upravljačkog objekta.

Proizvodne jedinice zaštićene su od naplavina uzvodnom rešetkom dimenzija 10 x 6,60 m za koju je predviđeno također čišćenje po potrebi korištenjem samohodne čistilice kojoj je osiguran pristup do gornjeg ruba rešetke s platoa tj. pristupnog mosta na koti 108.00 m n. m.

Unutarnji prostor za smještaj agregata pregrađen je zidom s kotom krune na 108.0 m n. m. koji osigurava održavanje stalne razine uzvodnog vodostaja, a kod velikih voda evakuacija zraka omogućena je kroz pokrovnu rešetku agregata.

Izvedba difuzora predviđena je od betona. Promjer difuzora na mjestu osi turbinskog rotora je ~2,8 m dok je izlazna dimenzija difuzora 4,2 x 9 m čime se osigurava izlazna brzina od ~0,8 m/s.

Spoj izlaznog dijela difuzora s donjom vodom izveden je u obliku slapišta s kotom dna na 94 m n. m. i kotom praga na spoju s koritom Save na razini 97 m n. m.

Za slučaj remonta i redovitog održavanja opreme proizvodnih jedinica predviđena je mogućnost odvajanja prostora proizvodne jedinice od gornje i donje vode spuštanjem uzvodnog i nizvodnog zatvarača. Uzvodni zatvarač je predviđen kao gredni koji se sastoji od četiri ploče dimenzija 1,65 x 10 m tako da je moguć rad unutar prostora proizvodne jedinice uz vodostaj 106.50 m n. m.

Svi otvori na pristupnom mostu pokriveni su prohodnim pocinčanim rešetkama, nosivosti min. 400 kN/m<sup>2</sup> u svrhu osiguranja mogućnosti kretanja vozila po prostoru pristupnog mosta.

#### Osnovne karakteristike predviđenih proizvodnih jedinica su sljedeće:

|                                  |                                                                                 |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Vrsta turbine                    | Kaplan s dvostrukom regulacijom tipa DIVE<br>( <b>sluke 1.6.-2. i 1.6.-3.</b> ) |
| Regulacija – 1. stupanj          | privodne lopatice                                                               |
| Regulacija – 2. stupanj          | varijabilni broj okretaja                                                       |
| Konstruktivan bruto pad          | 3,50 m                                                                          |
| Konstruktivan instalirani protok | 30,0 m <sup>3</sup> /s                                                          |
| Minimalni radni protok           | ~2,5 m <sup>3</sup> /s                                                          |
| Broj okretaja                    | 20 – 102 o/min                                                                  |
| Broj lopatica                    | 5                                                                               |
| Promjer rotora                   | 2800 mm                                                                         |
| Instalirana snaga                | 900 kW                                                                          |
| Generator                        | sinhroni s permanentnim magnetima                                               |
| Prividna snaga                   | S <sub>gn</sub> =1000 kVA                                                       |
| Hlađenje                         | vodom                                                                           |
| Izlazni napon                    | 400 V                                                                           |
| Cos φ                            | 1 (varijabilan)                                                                 |
| Frekvencija                      | f <sub>n</sub> =50 Hz                                                           |

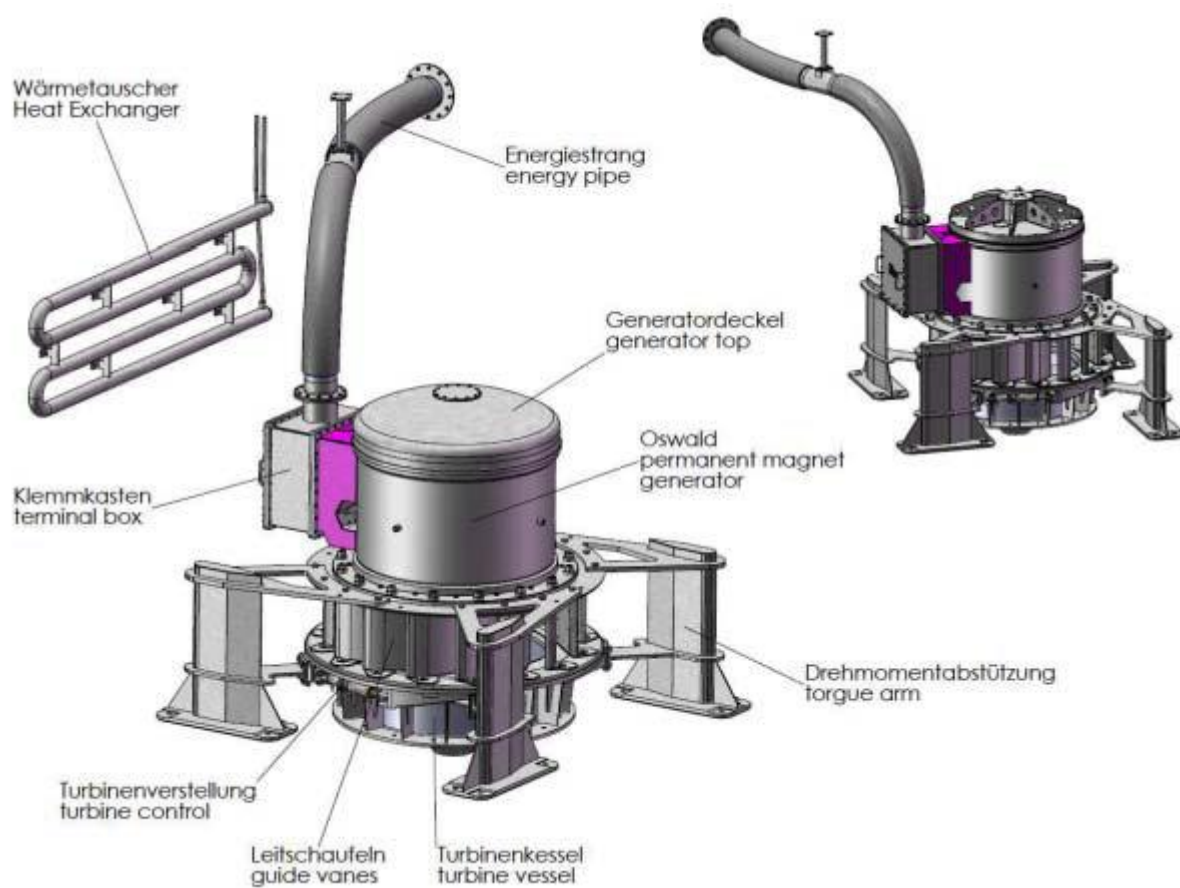
S obzirom na to da je proizvodna jedinica opremljena generatorom s permanentnim magnetom te ima mogućnost rada s varijabilnim brojem okretaja nije moguć direktni spoj generatora na mrežu već se to osigurava pomoću invertera i DC pretvarača.

Ovi generatori su kompaktni, ne stvaraju buku te osiguravaju siguran i pouzdan rad proizvodne jedinice.

Sve hidrauličke instalacije punjene su biološki razgradivim uljem tipa Panolin tako da proizvodna jedinica ne može uzrokovati zagađenje vode.



**Slika 1.6-2.** Izgled ugrađene DIVE turbine.



**Slika 1.6-3.** Osnovni elementi DIVE turbine.

## **Plato s upravljačkim objektom**

U svrhu osiguranja pristupa do strojarnice i brane predviđena je izvedba pristupnog platoa kao proširenja krune postojećeg lijevog i desnog nasipa. Proširenje je planirano na vodnu stranu tako da se protočni profil Save sužava za ~60 m.

Dužina ovog platoa je ~235 m i širina je varijabilna i to od 4,0 m na početku do 44 m u sredini platoa na mjestu upravljačkog objekta.

Plato se formira proširenjem krune nasipa na vodnu stranu formiranjem hidraulički poboljšanog oblika s uzvodne i nizvodne strane platoa.

Ovaj plato ima funkciju :

- Osiguranja neometanog toka velikih voda.
- Osiguranje prostora za izvedbu upravljačkog objekta i formiranje prostora za pristup auto dizalice potrebne za manipulaciju s elementima proizvodnih jedinica, zatvarača i rešetki.

Prostor platoa je ograđen žičanom ogradom visine 1,7 m. Pristup na plato je osiguran s pristupne ceste uz zračnu nožicu nasipa. Pristup na plato osiguran je kliznim vratima širine 4,0 m koja su dovoljna za prolaz vozila s opremom koja će biti ugrađena na čvoru MHE Petruševac 1 i Petruševac 2.

Na površini platoa od 5200 m<sup>2</sup> smješten je upravljački objekt dimenzija 24 x 25 m površine ~550 m<sup>2</sup>, parkiralište za 5 vozila površine ~85 m<sup>2</sup> dok su preostale površine namijenjene za prometne i manipulativne plohe, a jedan dio za zelenu površinu.

Upravljački objekt na platou sastoji se četiri grupe prostorija i to :

- Prostorija smještaj glavne upravljačke opreme,
- Prostorije za smještaj transformatora,
- Prostorije 35 kV rasklopišta i susretnog postrojenja,
- Prostorije za komandu i nadzor rada,
- Prostorije garderobe i sanitarnog čvora,
- Prostora radione i priručnog skladišta.

Objekt je planiran kao prizemni objekt unutarnje visine 3 m, s kosim krovom i pokrovom od crijepa izveden u stilu okolnih objekata. Objekt je predviđen u izvedbi od blok opeke, zidovi iznutra ožbukani, a na vanjskim zidovima je predviđena izvedba toplinske fasade. Unutarnja i vanjska stolarija je aluminijska tako da zadovoljava propisima zaštite od požara. Podovi su izvedeni od sintetičkih negorivih materijala, a zidovi dvostruko ličeni disperzivnim bojama.

Tlocrt i presjek upravljačkog objekta i platoa dan je **prilozima 6 i 7**.

### **Pristupni put**

Pristup do MHE osiguran je s postojećeg puta uz nožicu nasipa namijenjenog za održavanje nasipa. Ovaj put ima spoj na postojeću mrežu javnih puteva.

### **Riblja staza**

U desnoj inundaciji predviđena je izvedba riblje staze u vidu prirodnog vodotoka s brzinom vode od ~1.0 m/s. Ulazni dio u riblju stazu je uzvodno od lokacije MHE "Petruševac 2", a izlaz nizvodno na mjestu spoja odvodnog kanala iz MHE u korito Save. Visinska razlika koju savladava ova riblja staza je ~3.5, a dužina staze je ~1500 m, čime se dobiva pad dna ove staze u iznosu od  $I=0.0023$ . Staza je planirana kao trapezni kanal. Širine dna 3 m s izvedenim pregradama od kamenih blokova i raslinja kojima se formiraju prirodni bazeni kroz koje voda protječe brzinom koja odgovara prirodnoj brzini toka rijeke Save.

## 1.7. Izbor opreme

### Elektromehanička oprema

#### TURBINA

- |                         |                                         |
|-------------------------|-----------------------------------------|
| • tip turbine           | DIVE                                    |
| • konstrukcijski pad    | $H_k = 3.5 \text{ m}$                   |
| • instalirani protok    | $Q_i = 30.0 \text{ m}^3/\text{s}$       |
| • snaga kod $H_{kon}$ . | $P_{kon} = 900 \text{ kW}$              |
| • broj okretaja         | $n = \text{varijabilno (20-102 o/min)}$ |
| • broj lopatica         | 5                                       |
| • promjer radnog kola   | $D = 2800 \text{ mm}$                   |

#### GENERATOR

- |                  |                             |
|------------------|-----------------------------|
| • tip            | PMG                         |
| • prividna snaga | $S_{gn} = 1000 \text{ kVA}$ |
| • brzina vrtnje  | varijabilna (20 -102 o/min) |
| • frekvencija    | $f_n = 50 \text{ Hz}$       |
| • faktor snage   | $\cos\phi_{gn} = 1$         |

### Priključak elektrane na elektroenergetsku mrežu

Elektranu je potrebno priključiti na distribucijsku mrežu na najpogodnijem mjestu sa stajališta naponskih prilika, tokova snaga i gubitaka u mreži.

S obzirom na izgrađenost okolne mreže predviđa se priključak elektrane na 35 kV naponsku razinu.

#### Osnovna shema elektrane

Generatori proizvodnih jedinica su snage 1000 kVA i nazivnog napona 0.4 kV na izvodima. Predviđen je priključak dva generatora preko jednog transformatora 0.4/35 kV, 2000 kVA na naponsku razinu 35 kV za isporuku energije u distributivnu mrežu.

Za ukupno 8 agregata predviđena su 4 transformatora pojedinačne snage 2000 kV, a ukupna priključna snaga elektrane je 8000 kV.

Za vlastitu potrošnju predviđa se priključna snaga od 200 kV.

Srednjenaponsko 35 kV postrojenje, preko kojeg će se isporučivati proizvedena električna energija i napajati vlastita potrošnja, predviđa se kao metalom oklopljeno postrojenje za unutrašnju ugradnju. Postrojenje će se smjestiti u upravljački objekt MHE.

U elektrani je predviđen sustav istosmjernog napona 220 V, a za uređaje telekomunikacija predviđeno je posebno postrojenje 48 V istosmjerno.

## Konstrukcija proizvodnih jedinica

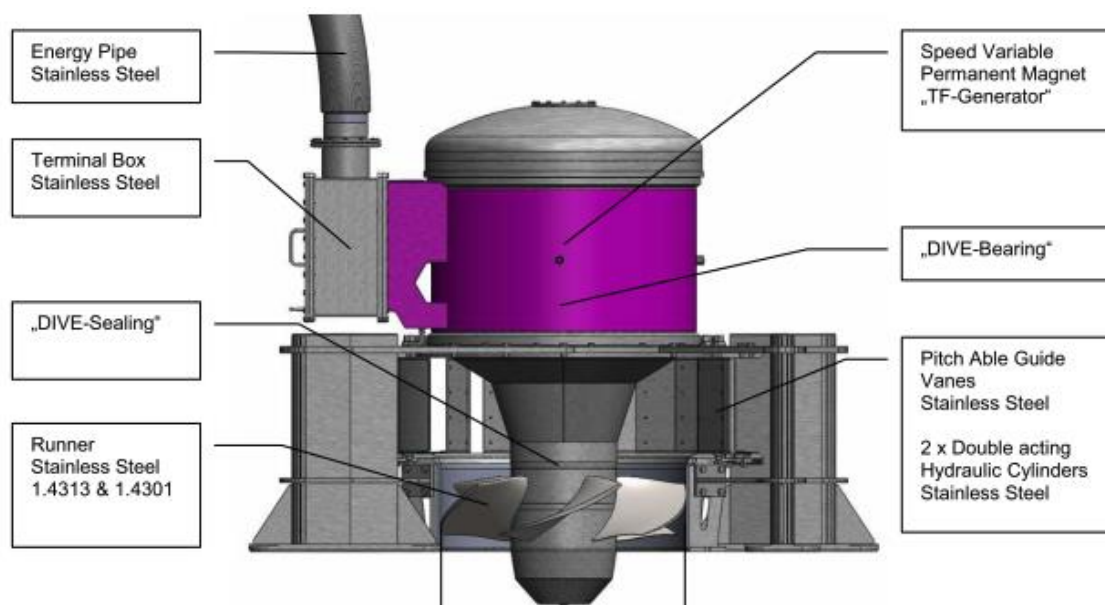
Proizvodne jedinice sačinjavaju kaplan turbina i sinhroni “direct drive” generator s permanentnim magnetom, izvedeni zajedno u kompaktnom kućištu na samonosivoj konstrukciji prilagođenoj za brzu ugradnju na terenu.

Predviđene proizvodne jedinice su potopne izvedbe, konstruirane za maksimalnu iskoristivost pri niskim padovima.

Proizvodnu jedinicu u osnovi sačinjavaju:

- Radno kolo turbine s pet (5) lopatica,
- Privodno kolo s regulacijskim lopaticama,
- Samonosiva konstrukcija koja omogućuje kompletnu pripremu i montažu turbine u tvornici,
- Sporohodni “direct drive” generator s premanentnim magnetom i promjenjivom brzinom vrtnje,
- Mehanizam za zaustavljanje protoka kroz lopatice privodnog aparata, zakretanjem istih hidrauličkim servomotorom,
- Elektronski regulator brzine vrtnje,
- Integrirani sustav upravljanja proizvodnom jedinicom i oprema energetske elektronike,
- Izvlačivo kućište koje omogućuje stavljanje jedinice u položaj za servisiranje ili izvlačenje u slučaju potrebe,
- Elektrooprema sa svim mjernim, signalnim i zaštitnim uređajima i instrumentima.

Smjer vrtnje turbine je predviđen u smjeru kazaljke na satu, gledano u smjeru vodnog toka (**slika 1.7-1.**).



**Slika 1.7-1.** Specificirana proizvodna jedinica, tipa DIVE, u radnom položaju.

Na prikazanim proizvodnim jedinicama, radno kolo turbine i osovina generatora, povezani su direktno.

Brzina vrtnje turbine je izuzetno niska pa je izlazna frekvencija napona na izvodima generatora niska (oko 12 Hz). Stoga, se u sklopu proizvodnih jedinica ugrađuju i frekventni pretvarači i ostali uređaji energetske elektronike kako bi proizvedena energija bila zadovoljavajuće kvalitete i kako bi se osiguralo sigurno i pouzdano povezivanje proizvodnih jedinica u paralelan rad s elektroenergetskom mrežom.

Osnovni način upravljanja predviđa se automatski u sklopu lokalne procesne stanice uz izvedeno daljinsko pojedinačno izdavanje naloga start/stop iz operatorske stanice.

Lokalno upravljanje provodi se s lokalnog upravljačkog ormara u koji se smješta oprema upravljanja, signalizacije, zaštite, mjerenja i regulacije.

Automatsko pokretanje i zaustavljanje provodi se prema zadanim sekvencama.

### **Vlastita potrošnja energije**

Vlastita potrošnja elektrane sastojat će se od ploče glavnog razvoda 0.4 kV. S ploče glavnog razvoda 0.4 kV napajat će se opći potrošači elektrane i potrošači neophodni za normalno funkcioniranje elektrane (ispravljači sustava istosmjernog razvoda, vlastita potrošnja agregata, protupožarni sustav...).

### **Transformator vlastite potrošnje elektrane**

Za napajanje vlastite potrošnje elektrane predviđen je trofazni, dvonamotni, suhi transformator, nazivne snage 250 kVA. Transformator se smješta uz ploču glavnog razvoda 0.4 kV.

### **Sustavi istosmjernog napona 220 V i 48 V**

Postrojenje istosmjernog napona koncipirano je i dimenzionirano za 100% rezervu.

Ovi sustavi su neophodni za normalan pogon elektrane i koriste se za:

- Upravljanje aparatima svih postrojenja,
- Elektromotorne pogone,
- Napajanje nužne rasvjete,
- Napajanje opreme upravljanja, signalizacije, mjerenja, zaštite i obrade podataka.

Uređaji upravljanja, zaštite i signalizacije, te pomoćni uređaji zahtijevaju istosmjernan napon i njihov rad je direktno ovisan o kvaliteti i pouzdanosti tog napajanja. Sustav se sastoji od mrežnog distribucijskog sloga, 2 redundantna ispravljača 220 V i ormara baterija.

Baterije se ugrađuju u baterijski ormar koji je sastavni dio sustava istosmjernog napajanja.

Predviđene su olovne ventilom regulirane baterije s rekombinacijom tijekom procesa oslobođenih plinova. Takva izvedba ne postavlja posebne zahtjeve na prostor u koji se smještaju baterije.

### **Zajednički sustavi**

#### Unutarnja rasvjeta

U zatvorenom prostoru elektrane predviđa se opća, nužna i evakuacijska rasvjeta.

Nužna rasvjeta napaja se s razvoda istosmjernog napona 220 V. Nužna rasvjeta se predviđa u prostorijama i dijelovima postrojenja u kojima se mora raditi ili ih treba nadzirati i u vrijeme nestanka izmjeničnog napajanja u elektrani. Za označavanje prolaza i izlaza predviđa se evakuacijska rasvjeta (panik rasvjeta) izvedena svjetilkama s vlastitim izvorima napajanja.

### Utičnice

U svim prostorijama elektrane predviđa se postaviti određeni broj jednofaznih i trofaznih utičnica sa zaštitnim kontaktom. Ovi krugovi će se napajati iz istih podrazvoda kao i krugovi opće rasvjete.

### Vanjska rasvjeta

Vanjska rasvjeta se predviđa se na svim platoima unutar ograde elektrane. Rasvjeta je predviđena sa svjetiljkama za živine visokotlačne sijalice, montirane na rasvjetne stupove visine 6 m.

Vanjska rasvjeta napaja se s razvoda opće potrošnje. Paljenje vanjske rasvjete bit će automatski i ručno.

### Uzemljenje i gromobrani

Sva uzemljenja (pogonsko, zaštitno i gromobransko) međusobno se spajaju na zajednički uzemljivač koji je izveden bakrenim užetom, a za izjednačavanje potencijala u građevinskim objektima koristi se međusobno povezana armatura spojena na zajednički uzemljivač.

Sve metalne mase opreme objekta i armature u betonima objekta i postrojenja povezuju se međusobno na temeljni uzemljivač. Temeljni uzemljivač izvodi se ubetoniranom FeZn trakom.

Zaštita od direktnog dodira predviđa se TN-C-S sistemom zaštite od indirektnog dodira.

Objekt se štiti od atmosferskih pražnjenja gromobranskim hvataljkama i odvodima.

### Ventilacija, klimatizacija i grijanje

Sustav grijanja, klimatizacije i ventilacije treba osigurati normalne radne uvjete za ljude i postrojenje tijekom rada ili stajanja elektrane i remonta zimi ili ljeti. Grijanje, ventilacija i klimatizacija objekta predviđena je pojedinačno za pogonske prostore unutar upravljačkog objekta.

### Sustav protupožarne zaštite i vatrodjave

Za gašenje požara ili za sprečavanje njihova nastanka u elektrani, predviđaju se sljedeći uređaji i sredstva:

- Stabilni uređaji za gašenje položaja,
- Prijenosni uređaji za gašenje požara,
- Vatrootporni premazi za sprečavanje širenja požara na kabelima,
- Uređaji za dojavu požara.

Za dojavu požara predviđa se instalacija analogno-adresibilnih optičkih javljača, analogno-adresibilnih termičkih javljača i ručnih adresibilnih javljača povezanih na centralu za dojavu požara. Javljači se postavljaju na mjestima gdje postoji izvjesna vjerojatnost nastanka požara.

### **Sustav upravljanja, zaštite i nadzora**

U ovaj sustav spadaju oprema i uređaji: upravljanja, zaštite, signalizacije, mjerenja i obrade podataka za sva postrojenja elektrane, koncipirani za daljinsko upravljanje i rad bez posade, a tome sukladno i oprema i uređaji telekomunikacija.

Sustav upravljanja i nadzora sastoji se od lokalnih panela (operatorskih stanica) za nadzor, upravljanje i obradu podataka na razini elektrane, sučelja za komunikaciju čovjek-sustav i više procesnih stanica za nadzor i upravljanje funkcionalnim grupama. Procesne stanice su fizički distribuirane, a razmjena podataka ostvarena je sustavom brzih komunikacijskih protokola. Raspodjela procesnog sustava i pripadnih funkcija na više procesora povećava kapacitet sustava, njegovu raspoloživost i pouzdanost, te omogućava lakše održavanje i otkrivanje kvarova.

Oprema sustava upravljanja i nadzora funkcionalno je neovisna od opreme zaštite, mjerenja i regulacije, međutim preporučuje se upotreba jedinstvenih tehnoloških rješenja pri realizaciji

procesnog informacijskog sustava i opreme zaštite kao cjelovitog sustava nadzora, upravljanja i zaštite hidroelektrane.

Sustav upravljanja procesnim grupama organiziran je neposredno uz proces, a obuhvaća upravljačke sustave različitih funkcionalnih grupa kao što su:

- Glavne proizvodne grupe,
- Rasklopno postrojenje,
- Hidromehanička oprema,
- Vlastita potrošnja,
- Pomoćni pogoni.

Sustav upravljanja i nadzora za pojedine funkcionalne grupe organiziran je oko računala posebne namjene (procesne stanice) koje obavljaju sve nadzorne i upravljačke funkcije realizirane kroz različitu primarnu opremu.

Sinkronizacija proizvodnih jedinica na mrežu bit će automatska s razlikom napona manjom od  $\pm 5\%$  nazivnog napona, razlikom frekvencije manjom od  $\pm 0.5$  Hz i razlikom faznog kuta manjom od  $\pm 10^\circ$ .

#### Hijerarhija upravljanja

Sustav nadzora upravljanja elektrane treba biti riješen takvim upravljačko informacijskim sustavom čija se unutarnja organizacija temelji na strogoj hijerarhiji upravljanja i nadzora uobičajenog za građevine ove vrste.

Predviđeni sustav upravljanja treba omogućiti:

- lokalno/ručno upravljanje,
- lokalno/automatsko upravljanje,
- daljinsko/automatsko upravljanje.

#### Koncepcija upravljanja i nadzora

Koncepcija upravljanja i nadzora treba se temeljiti na distribuiranom informacijskom sustavu koji u sebi integrira funkcije automatskog upravljanja procesom, prikupljanja podataka iz procesa, obrade prikupljenih podataka u formu pogodnu za nadzor procesa, protokoliranje prikupljenih podataka i rad s nadređenim centrom.

Upravljački sustav organiziran je oko procesne stanice koja provodi sve upravljačke funkcije za pripadnu funkcionalnu grupu. Procesna stanica povezana je s procesom preko prilagodne opreme koju čine mjerni pretvornici, lokalne procesne jedinice, daljinske U/I jedinice i po potrebi druga oprema. Za zaštitu procesne opreme koristi se neovisan sustav zaštite.

Procesna stanica povezana je s opremom procesnog sustava na razini elektrane sustavom brzih komunikacijskih sabirnica procesnog LAN-a. Upravljački nalozi primaju se iz komande s operatorske stanice ili iz nadređenog centra upravljanja. Osnovne funkcije procesne stanice su: komunikacija s procesom, nadzor i upravljanje, obrada događaja i alarma, obrada trend funkcija, komunikacija s upravljačkim sustavom elektrane i lokalno upravljanje.

#### **Telekomunikacije**

Predviđaju se uređaji i oprema potrebni za uklapanje elektrane u elektroprivrednu mrežu i javni telekomunikacijski saobraćaj. Ovo povezivanje je predviđeno preko NF veze s automatskom telefonskom centralom, kućni telefon, električni satovi). Te veze poželjno je ostvariti svjetlovodnim kabelima.

## 1.8. Hidromehanička oprema

### Ulazna građevina turbinskog dovoda za jednu MHE

Jedna MHE sastoji se od ukupno osam (8) proizvodnih jedinica, a opremu ulazne građevine svake proizvodne jedinice čine:

- Uzvodne grube rešetke na dovodima do turbina. Dimenzije rešetke su 10 x 6,6 m      kompl. 8
- Uzvodni gredni zatvarač za jedno polje, dimenzija 4 x 1,65 x 10 m      kompl. 2
- Nizvodni pločasti zatvarači dimenzija 3 x 1,65 x 10 m      kompl. 2
- Pokrovna rešetka proizvodne jedinice, dimenzije 9 x 7,4 m      kompl. 8
- Pokrovna rešetka difuzorskih zatvarača, dimenzija 1 x 10 m      kompl. 8

Kota dna nizvodnog grednog zatvarača 95.40 m n. m., kota gornjeg ruba zatvarača 100.35 m n. m. Montaža i demontaža zatvarača predviđena je auto dizalicom. Težina jedne ploče zatvarača 6.0 t

Kota dna uzvodnog grednog zatvarača 100.50 m n. m., kota gornjeg ruba zatvarača 107.10 m n.m. Montaža i demontaža zatvarača predviđena je auto dizalicom. Težina jedne ploče zatvarača 6.0 t

Izvedba rešetke predviđena je od plosnatog željeza dimenzije šipki 140 x 15 mm, s razmakom štapova 40 mm montirana pod kutem od 70°. Bruto površina rešetki je 66 m<sup>2</sup>, a predviđeni stupanj zagrađenosti je 30% tako da se kod instaliranog protoka i vodostaja gornje vode od 106.5 m n. m. osigura maksimalna brzina tečenja u profilu rešetke od 0.65 m/s čime su hidraulički gubici svedeni na minimum. Rešetka se postavlja u utore i može se izvući auto dizalicom na plato u svrhu njenog čišćenja i održavanja.

### Brana

Brana s preljevom opremljena je sljedećom opremom:

- Zaklopka preljeva dimenzija 15 x 4 m s hidrauličkim pogonom      kompl. 5
- Uzvodni gredni zatvarač za jedno polje, dimenzija 6 x 1 x 15 m      kompl. 1
- Nizvodni pločasti zatvarači dimenzija 6 x 1 x 15 m      kompl. 1

Na brani je predviđena montaža zaklopki dimenzija 15 x 4 m. Zaklopka se montira na betonski prag, kota 102.5 m n. m., kruna zaklopke u podignutom položaju nalazi se na koti 106.5 m n. m.

Pogon zaklopke je s dva hidraulička cilindra preko čeličnog užeta.

Hidraulički cilindri smješteni su horizontalno u utorima stupova preljeva na koti 107.50 m n. m. Hidrauličke naprave za pogon zaklopki kao i oprema za upravljanje smješteni su u upravljačkom objektu na platou. Za hidraulički pogon koristi se biorazgradivo ulje Panolin.

Težina jedne zaklopke je ~35 t.

Kota dna nizvodnog grednog zatvarača 98.00 m n. m, kota gornjeg ruba zatvarača 104 m n. m. Montaža i demontaža zatvarača predviđena je auto dizalicom. Težina jedne ploče zatvarača 6,0 t.

Kota dna uzvodnog grednog zatvarača 102.50 m n. m., kota gornjeg ruba zatvarača 108.50 m n. m. Montaža i demontaža zatvarača predviđena je auto dizalicom. Težina jedne ploče zatvarača 6 t.

### Ostala oprema

Na pristupnom mostu strojarnice nalaze se otvori za montažu proizvodnih jedinica, otvori nizvodnih zatvarača, otvori za pristup do proizvodne jedinice i remontnog prostora nizvodnog zatvarača. Svi ovi otvori zaštićeni su odgovarajućim pocinčanim rešetkama čija je nosivost ~400 kN/m.

### **1.9. Popis vrsta i količina tvari koje ulaze u tehnološki proces i ostaju nakon tehnološkog procesa te emisija u okoliš**

U svrhu proizvodnje električne energije te isporuke u elektrodistribucijski sustav MHE Petruševac **1 i 2** koristit će hidroenergetski potencijal rijeke Save.

U procesu proizvodnje električne energije jedina ulazna tvar je voda. Potencijalna energija vode dovodi se do rotirajuće turbine i generatora gdje se pretvara u električnu energiju te dalje predaje u elektro-distribucijsku mrežu.

Tijekom rada MHE ne nastaju tvari koje ostaju nakon procesa proizvodnje električne energije. Nakon što voda preda energiju hidropotencijala turbini ona se vraća u rijeku pri čemu količina vode ostaje nepromijenjena te ne dolazi do pogoršanja fizikalno – kemijskih svojstava vode.

### **1.10. Opis drugih aktivnosti koje mogu biti potrebne za realizaciju zahvata**

Elektranu je potrebno priključiti na distribucijsku mrežu na najpogodnijem mjestu sa stajališta naponskih prilika, tokova snaga i gubitaka u mreži.

Priključak MHE na elektroenergetsku mrežu riješit će se vjerojatno na najbližu trafostanicu naponske razine do 35 kV što će biti riješeno prethodnom analizom priključka na elektroenergetsku mrežu.

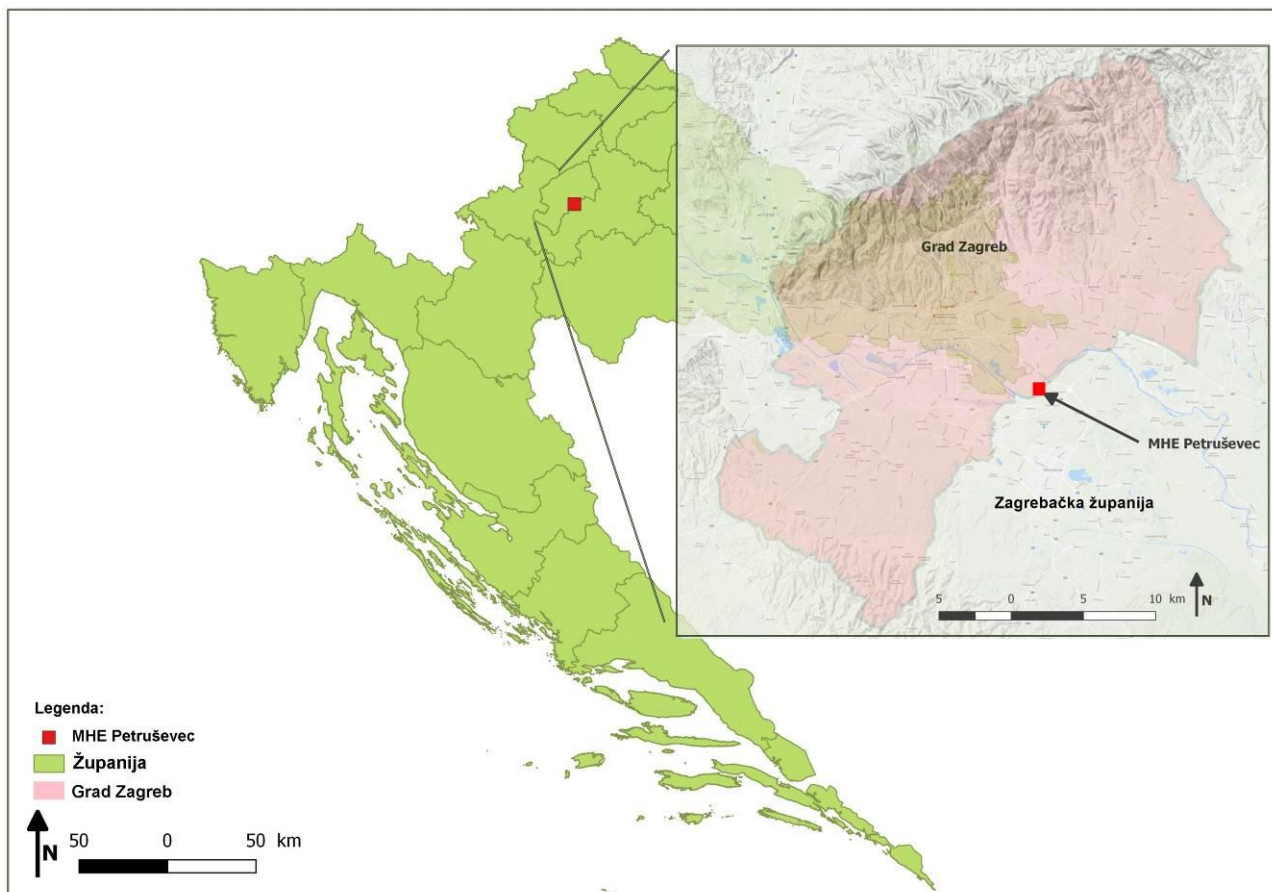
### **1.11. Varijantna rješenja zahvata**

Za zahvat nisu razmatrana varijantna rješenja.

## 2. Podaci o lokaciji i opis lokacije zahvata

Predmet ovog projekta je izgradnja male hidroelektrane Petruševac 1 i Petruševac 2.

Prema upravno teritorijalnom ustrojstvu Republike Hrvatske, lokacija zahvata nalazi se na području Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Grada Velika Gorica (**slika 2.-1.**).



Slika 2.-1. Položaj zahvata u prostoru

## **2.1. Odnos zahvata prema postojećim i planiranim zahvatima te podaci iz dokumenata prostornog uređenja**

Prema projektu, razmatrani zahvat planira se izgraditi izvan građevinskog područja naselja, u koritu i na prostoru lijeve i desne inundacije rijeke Save, na lokaciji između Domovinskog mosta te naselja Petruševac, Velika Kosnica i Mičevac.

Projekt MHE Petruševac 1 i 2 dio je projekta „Program Sava“ – Program zaštite, uređenja i korištenja rijeke Save od granice s Republikom Slovenijom do Siska. Cilj razvoja programa jest zaustavljanje negativnih trendova razina podzemnih voda, zaštita okoliša, korištenje energetskog potencijala, razvoj plovnog puta te pomicanje linije poplavnog rizika iz središta Zagreba.

### **Projekt „Program Sava“**

Veza Zagreba i rijeke Save oduvijek je određena poplavama. Najpoznatija poplava dogodila se 1964. godine nakon čega je, uz suradnju Ujedinjenih naroda, izgrađen i uspostavljen sustav zaštite od poplave srednjeg Posavlja. Taj sustav nikad nije dovršen u obliku u kojem je projektiran, ostavljajući dio Posavlja uzvodno i nizvodno od Zagreba djelomično nezaštićenim od poplava.

Postojeći sustav obrane od poplave projektiran je tako da se pri vodnome valu većina vode provodi kroz grad Zagreb. Kroz Zagreb se prostire 200 m poplavne zone omeđene nasipima i 100 m korita rijeke, čime je grad podijeljen na dva dijela. Višak vode, koji ne može proći kroz Zagreb, ispušta se u odteretni kanal Sava-Odra i dalje u Odransko polje.

U Republici Sloveniji na Savi planirana je izgradnja šest hidroelektrana koje će koristiti snagu vode (HE Vrhovo, Boštanj, Blanca, Krško, Brežice i Mokrice). U međuvremenu Sava je uzvodno regulirana izgradnjom niza hidroelektrana što je neizbježno utjecalo na Savu i korito s hrvatske strane granice. Dno korita rijeke se snižava, čime počinje negativno utjecati na razinu podzemnih voda zagrebačkog i samoborskog vodonosnika. Nastavak ovakvog stanja dovodi u pitanje opskrbu Zagreba pitkom vodom.

Sigurnost od poplave u novim uvjetima niža je od očekivane te je sustavu potrebna hitna rekonstrukcija. Urbanistički, transportni i energetski potencijali rijeke Save na području od Siska do granice s Republikom Slovenijom trenutačno su uglavnom neiskorišteni.

Do 2003. godine razvijeno je nekoliko koncepcija programa Zagreb na Savi, ali sve su uključivale prolazak vodnog vala kroz grad Zagreb te drukčiji oblik zaštite i korištenja rijeke Save.

U okviru uređenja Korita Save na dionici od granice s Republikom Slovenijom do Siska prostornim planovima predviđena je izgradnja velikih hidroelektrana i to:

- HE Podsused s akumulacijom koja zauzima prostor od Zaprešića do granice s Republikom Slovenijom
- HE Prečko s akumulacijom koja zauzima prostor od Prečkog do ušća Krapine u rijeku Savu
- HE Zagreb s akumulacijom koja zauzima prostor od Prečkog do mosta Slobode
- HE Drenje s akumulacijom koja zauzima prostor od mosta na zagrebačkoj obilaznici kod Ivanje Reke do mosta Mladosti
- HE Strelečko s akumulacijom koja zauzima prostor od planiranog ušća kanala Sava – Sava do lokacije brane Drenje

Izgradnja velikih akumulacija koje potapaju cijeli inundacijski prostor te podizanje razine Save do krune postojećih nasipa u postojećem stanju izgrađenosti zaobalnog područja praktički je neizvedivo pa se nameće jedina mogućnost korištenja voda Save na ovoj dionici izgradnjom većeg broja malih hidroelektrana (MHE) koje bi se izvele tako da koriste raspoloživi pad unutar postojećeg korita Save izgradnjom određenog broja pregradnih profila kojima bi se formirale kaskade visine 3-4 m.

Nova koncepcija razvijena je 2013. te za razliku od dosadašnjih predviđa odvođenje velikih vodnih valova mimo grada Zagreba odteretnim kanalom Sava-Sava.

Kanal Sava-Sava rekonstruirani je kanal Sava-Odra. Rekonstrukcija je planirana tako da se postojeći kanal u najbližoj točki opet poveže s rijekom Savom (blizina Prevlake) te da ga se produbi kako bi mogao primiti protok od 4500 m<sup>3</sup>/s prilikom nailaska vodnoga vala. Potrebno je prokopati 5 km nove dionice kanala kako bi se opet povezao sa Savom, a potrebno je i proširenje na njegovu nizvodnom dijelu. Proširenje se planira na desnoj strani jer se s lijeve strane nalaze naselja. Dubina kanala varira od 6,3 m do 10,9 m.

Zbog uspora koji stvara HES Sisak, kanal je projektiran tako da bude plovni u IV. kategoriji plovnosti do Velike Gorice, čime se stvara potencijal za izgradnju riječne luke.

Danas postoji osam prijelaza preko kanala i deset prometnica po dnu kanala. Dio prijelaza trebat će rekonstruirati zbog promjena dimenzija kanala, a umjesto prometnica po dnu planirana je izgradnja prijelaza.

Zagreb na Savi predstavlja dugoročno održivo rješenje problema vezanih uz rijeku Savu i zaobalje na području od granice s Republikom Slovenijom do Siska, a koristi programa su ekološke, društvene i ekonomske. Potencijali programa su vodnogospodarski, prometni, energetski i prostorni te omogućavaju dugoročni održivi razvoj područja.

Ključni objekti sustava su:

- VHS Zaprešić,
- HE Prečko,
- Ustava Lučko,
- Kanal Sava-Sava s ustavom Odra,
- HES Sisak (zamjena za HE Streleč  
ko),
- Ustava Palanjek,
- MHE Jarun,
- MHE Šanci,
- MHE Petruševac,
- MHE Ivanja Reka.

Predmetna MHE Petruševac nalazi se na prostoru prije HE Drenje. Na lokaciji prije HE Drenje predviđena MHE Ivanja Reka, a na uzvodnom dijelu prije kraja planirane akumulacije HE Drenje predviđena je MHE Šanci dok je lokacija MHE Petruševac u sredini prije planirane akumulacije HE Drenje.

Koncepcijsko rješenje programa Zagreb na Savi prikazano je na **slici 2.1.- 1.**



Slika 2.1-1. Konceptijsko rješenje programa Zagreb na Savi.

### VHS Zaprešić

Višenamjenski hidrotehnički sustav Zaprešić dosad je razvijan kao VHS Podsused i već je u prostornim planovima. Planiran je instalirani protok od 500 m<sup>3</sup>/s te srednja godišnja proizvodnja od 185 GWh pri instaliranoj snazi od 46 MW.

Nasipi akumulacije jedan su od osnovnih objekata zaštite od poplava naselja s lijeve i desne strane, a preko strojarnice i brane planiran je most koji bi povezivao Zaprešić i Samobor.

Objekt će imati brodsku prevodnicu za plovila II. kategorije plovnosti.

### HE Prečko

Hidroelektrana Prečko i ustava Lučko čine ključni dio sustava, to jest mjesto distribucije velikih voda. Na tome se mjestu kroz ustavu Lučko kontrolirano pušta vodni val u kanal Sava-Sava.

Instalirani protok hidroelektrane Prečko je 500 m<sup>3</sup>/s, dok se uz podignute zatvarače kroz branu može propustiti i protok od 750 m<sup>3</sup>/s. Planirana instalirana snaga je 42 MW uz prosječnu godišnju proizvodnju od 172 GWh.

Objekt će imati brodsku prevodnicu za plovila II. kategorije plovnosti.

### Ustava Lučko

Ustava Lučko i hidroelektrana Prečko čine ključni dio sustava, odnosno mjesto distribucije vodnih valova. Na tome se mjestu kroz ustavu Lučko kontrolirano upušta vodni val u kanal Sava-Sava.

Ustava Lučko planirana je kao objekt od armiranog betona s devet protočnih polja. Kroz otvorene zatvarače može se evakuirati protok od 4500 m<sup>3</sup>/s kako bi se kroz korito rijeke Save u Zagrebu mogao propustiti protok od najviše 750 m<sup>3</sup>/s.

### Kanal Sava - Sava

Kanal Sava-Sava rekonstruirani je kanal Sava-Odra. Rekonstrukcija je planirana tako da se postojeći kanal u najbližoj točki opet poveže s rijekom Savom (blizina Privlake) te da ga se produbi kako bi mogao primiti protok od 4500 m<sup>3</sup>/s prilikom nailaska vodnoga vala. Potrebno je prokopati 5 km nove dionice kanala kako bi se opet povezao sa Savom, a potrebno je i proširenje na njegovu nizvodnom dijelu. Proširenje se planira na desnoj strani jer se s lijeve strane nalaze naselja. Dubina kanala varira od 6,3 m do 10,9 m.

Zbog uspora koji stvara HES Sisak, kanal je projektiran tako da bude plovni u IV. kategoriji plovnosti do Velike Gorice, čime se stvara potencijal za izgradnju riječne luke.

### HES Sisak

Lokacija hidroenergetske stepenice Sisak predviđena je nizvodno od ušća Kupe u Savu, čime se stvaraju uvjeti za energetske korištenje obiju rijeka. Uspor koji formira akumulacija stvara potencijal za plovnost rijekom Savom do Prevlake i kanalom Sava-Sava uzvodno do Velike Gorice te plovnost Kupom do Pokupskog.

Planirani protok HES Sisak je 450 m<sup>3</sup>/s, s instaliranom snagom od 26,9 MW i prosječnom godišnjom proizvodnjom od 85 GWh.

HES Sisak imat će brodsku prevodnicu za plovila IV. kategorije plovnosti.

### Ustava Palenjak

Ustava Palanjek planirana je na mjestu postojećeg nasipa i preljevne građevine Palanjek. Ustavu je potrebno sagraditi zbog održavanja postojećih uvjeta zaštite od poplava na nizvodnom području. Izgradnjom ustave, postigla bi se viša razina upravljanja vodnim režimom te mogućnost intervencije u nepovoljnim, sušnim razdobljima za eko sustav u Lonjskom polju.

Dimenzionirana je da se uz rad triju od ukupno četiri preljevna polja propusti minimalno 1100 m<sup>3</sup>/s u Lonjsko polje prilikom nailaska vodnog vala koji se statistički pojavljuje jedanput u 1000 godina.

Planirana je i izgradnja cestovnog prijelaza preko ustave.

### MHE Jarun

Radi stabilizacije razine podzemnih voda potrebno je napraviti četiri vodne stepenice u koritu rijeke Save. Budući da će svaka vodna stepenica imati pad od 3,2 m, stvara se hidropotencijal koji se planira iskoristiti izgradnjom male hidroelektrane.

Svaka od četiri male hidroelektrane bit će u potpunosti pod vodom te će izgledati kao vodopad. Preko svake male hidroelektrane planirana je izgradnja pješačkog prijelaza preko Save, a svaka će imati i brodsku prevodnicu za plovila u II. kategoriji plovnosti.

MHE Jarun nalazi se uzvodno od Jadranskog mosta i ušća potoka Črnomereca u Savu.

### MHE Šanci

Radi stabilizacije razine podzemnih voda potrebno je napraviti četiri vodne stepenice u koritu rijeke Save. Budući da će svaka vodna stepenica imati pad od 3,2 m, stvara se hidropotencijal koji se planira iskoristiti izgradnjom male hidroelektrane. Svaka od četiri male hidroelektrane bit će u potpunosti pod vodom te će izgledati kao vodopad. Preko svake male hidroelektrane planirana je izgradnja pješačkog prijelaza preko Save, a svaka će imati i brodsku prevodnicu za plovila u II. kategoriji plovnosti.

MHE Šanci nalazi se na postojećem pragu termoelektrane, nizvodno od Mosta mladosti.

### MHE Petruševac

Radi stabilizacije razine podzemnih voda potrebno je napraviti četiri vodne stepenice u koritu rijeke Save. Budući da će svaka vodna stepenica imati pad od 3,2 m, stvara se hidropotencijal koji se planira iskoristiti izgradnjom male hidroelektrane. Svaka od četiri male hidroelektrane bit će u potpunosti pod vodom te će izgledati kao vodopad. Preko svake male hidroelektrane planirana je izgradnja pješačkog prijelaza preko Save, a svaka će imati i brodsku prevodnicu za plovila u II. kategoriji plovnosti.

MHE Petruševac nalazi se nešto više od kilometra uzvodno od Domovinskog mosta.

### MHE Ivanja Reka

Radi stabilizacije razine podzemnih voda potrebno je napraviti četiri vodne stepenice u koritu rijeke Save. Budući da će svaka vodna stepenica imati pad od 3,2 m, stvara se hidropotencijal koji se planira iskoristiti izgradnjom male hidroelektrane. Svaka od četiri male hidroelektrane bit će u potpunosti pod vodom te će izgledati kao vodopad. Preko svake male hidroelektrane planirana je izgradnja pješačkog prijelaza preko Save, a svaka će imati i brodsku prevodnicu za plovila u II. kategoriji plovnosti.

MHE Ivanja Reka smještena je uzvodno od mosta autoceste.

Lokacija predmetnog zahvata nalazi se na području koje prostorno – planski reguliraju sljedeći dokumenti:

- Prostorni plan Grada Zagreba (Službeni glasnik Grada Zagreba 3/16 – pročišćeni tekst), u nastavku PPGZ.
- Prostorni plan Zagrebačke županije (Glasnik Zagrebačke županije 3/2002, 6/2002, 8/2005, 8/07, 4/10, 10/11, 14/12, 27/15 i 31/15 - pročišćeni tekst), u nastavku PPZŽ.
- Prostorni plan posebnih obilježja Črnkovec – Zračna luka Zagreb (Glasnik Zagrebačke županije 23/12), u nastavku PPPPO Črnkovec – Zračna luka Zagreb.
- Generalni urbanistički plan Grada Zagreba (Službeni glasnik Grada Zagreba, Službeni glasnik Grada Zagreba 16/07, 8/09, 7/13, 9/16, 12/16 – pročišćeni tekst), u nastavku GUP Grada Zagreba
- Prostorni plan uređenja Grada Velika Gorica (Službeni glasnik Grada Velike Gorice 10/06, 6/08 i 5/14, 6/14, 8/14, 2/15 i 3/15 - pročišćeni tekst), u nastavku PPUGVG.

U nastavku se navode dijelovi iz nadležnih dokumenata prostornog uređenja, koji su relevantni za provedbu predmetnog zahvata, uključujući i njegovu lokaciju.

Analiza pokazuje da se dokumentima potiče korištenje obnovljivih izvora energije, međutim detaljniji uvjeti za smještaj i sama lokacija MHE Petruševac 1 i 2 nisu definirani.

### **Prostorni plan Grada Zagreba**

PPGZ navodi se da je osnovna karakteristika opskrbe energijom Grada Zagreba i zagrebačke regije limitiranost sa značajnijim vlastitim izvorima energije, a samim time i ovisnost o energetske izvorima drugih područja, odnosno dobava energije iz energetske sustava Hrvatske.

Opskrba Zagreba energijom ovisi neposredno o ostvarivanju energetske bilance i Strategiji Republike Hrvatske.

Ciljevi Strategije energetske razvoja Republike Hrvatske (NN 130/09) obuhvaćaju razdoblje do 2030. i odnose se na usklađivanje održivog razvitka i organiziranog sustava gospodarenja energijom (proizvodnja i potrošnja energije u skladu sa zahtjevima za zaštitom ljudskog zdravlja, očuvanjem biološke i krajobrazne raznolikosti, te kvalitete lokalnoga, regionalnog i globalnog okoliša).

#### Vezano za energetske učinkovitost Plan navodi:

Energetska učinkovitost kao temeljna komponenta održivog razvitka, pridonosi smanjivanju štetnog utjecaja na okoliš energetske sektora, povećavanju zaposlenosti i konkurentnosti nacionalne ekonomije.

Ovim Planom povećanje pouzdanosti, sigurnosti i kvalitete opskrbe električnom energijom planira se poboljšati izgradnjom hidroelektrana na Savi.

Značajan i do danas neiskorišten hidroenergetski potencijal rijeke Save u Republici Hrvatskoj najzanimljiviji je na dionici šireg područja Grada Zagreba, gdje rijeka Sava iz planinskog karaktera vodotoka rijeke prelazi u nizinski vodotok.

U svrhu obrane od poplava i zemljišta od erozije, opskrbe pučanstva, industrije i poljoprivrede vodom, reguliranja razine podzemnih voda i energetske korištenja vodne snage na rijeci Savi predviđena je izgradnja tri višenamjenske hidroenergetske građevine: HE Podsused, HE Prečko i HE Drenje. Dovršetakom gradnje tih građevina i njihovim puštanjem u pogon u potpunosti bi se regulirala rijeka Sava na dionici od slovenske granice do Ivanje Reke.

Za HE Podsused i HE Drenje izrađeni su idejni projekti, a za HE Podsused izrađena je i Studija utjecaja na okoliš, te dio glavnog projekta, dok je za HE Drenje izrađena Prethodna studija utjecaja na okoliš.

Gradnjom spomenutih građevina na širem području Grada Zagreba ostvaruju se uvjeti za poboljšavanje poljoprivredne proizvodnje, razvoj cestovne mreže, stvaranje prostora za novu urbanizaciju na dosadašnjim devastiranim prostorima, razvoj sporta i rekreacije, poboljšavanje izdašnosti postojećih vodocrpilišta i slično.

Organizirana i sustavna skrb o energetskej učinkovitosti provodit će se između ostalog i na temelju nacionalnog energetskog programa gradnje malih hidroelektrana (MAHE).

#### Također vezano za uređivanje rijeke Save Plan navodi:

„Obrana od poplave rijeke Save riješena je na znatno širem području od Grada, a u sklopu sistema obrane od poplava srednjeg Posavlja. Sastoji se od obrambenih nasipa duž toka Save i njenih pritoka, te tri odušna kanala (Sava - Odra - Sava, Kupa - Kupa i Lonja - Strug), od kojih se samo dio kanala Sava - Odra nalazi na prostoru Grada Zagreba, u dužini od 12 km (ukupna dužina kanala je 35 km). Bočni preljevni prag izveden je kroz desni savski nasip.

Obrambeni nasipi uz Savu kroz gradsko područje izvedeni su od Podsusedskog do Mičevečkog mosta na razmaku od 300 m, s lijevom inundacijom 60 m, a desnom 110 m. Korito je uređeno za malu i srednju vodu u širini od 100 m, a nadvišenje nasipa iznad vodnog lica 1.000 godišnjeg vodnog vala iznosi od 80-90 cm. Nizvodno od Mičevečkog mosta nasipi se postepeno proširuju i nadvisuju 1,20 m razinu 100 godišnjeg redukcijskog vala.

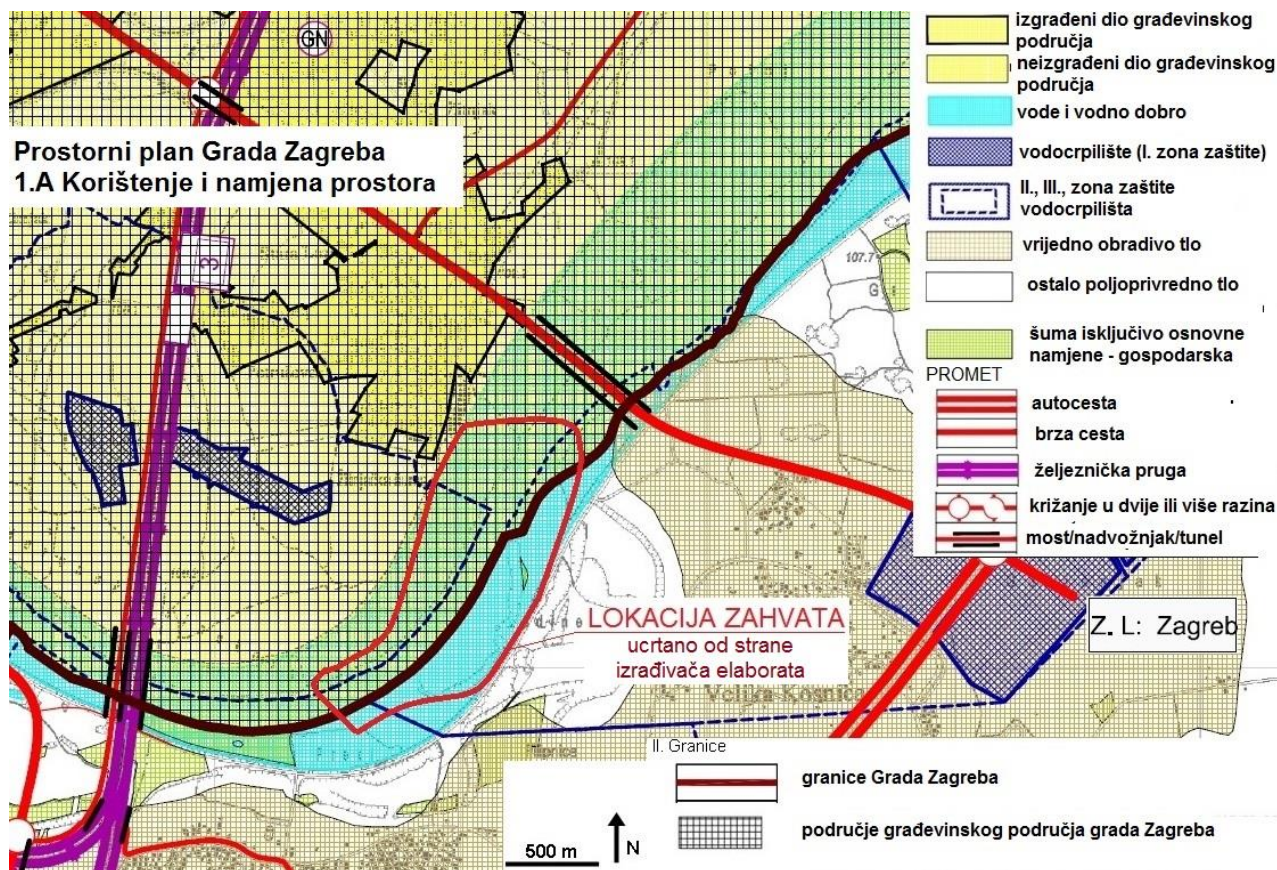
Na Savi se, u dijelu koji protječe Gradom, predviđa gradnja višenamjenske vodne pregrade HE Prečko, s upusnom ustavom Lučko na početku odušnog kanala, dok je HE Podsused uzvodno, a HE Drenje nizvodno od Grada Zagreba.

Uz gradnju višenamjenskih vodnih pregrada provest će se sistem zaštite od povišenja razine podzemnih voda u zaobalju rijeke Save otvorenim ili zatvorenim drenažnim kanalima i vertikalnim drenažama, ovisno o namjeni područja na kojoj se zaštita provodi.

Korištenje vodnih stuba je višenamjensko. Osim energetskog korištenja i obogaćivanja podzemnih voda zaobalja infiltracijom, sistemom drenažnih kanala, omogućit će se brža izmjena i regeneracija vode u jezerima, a time i korištenje vodenih površina za šport i rekreaciju.

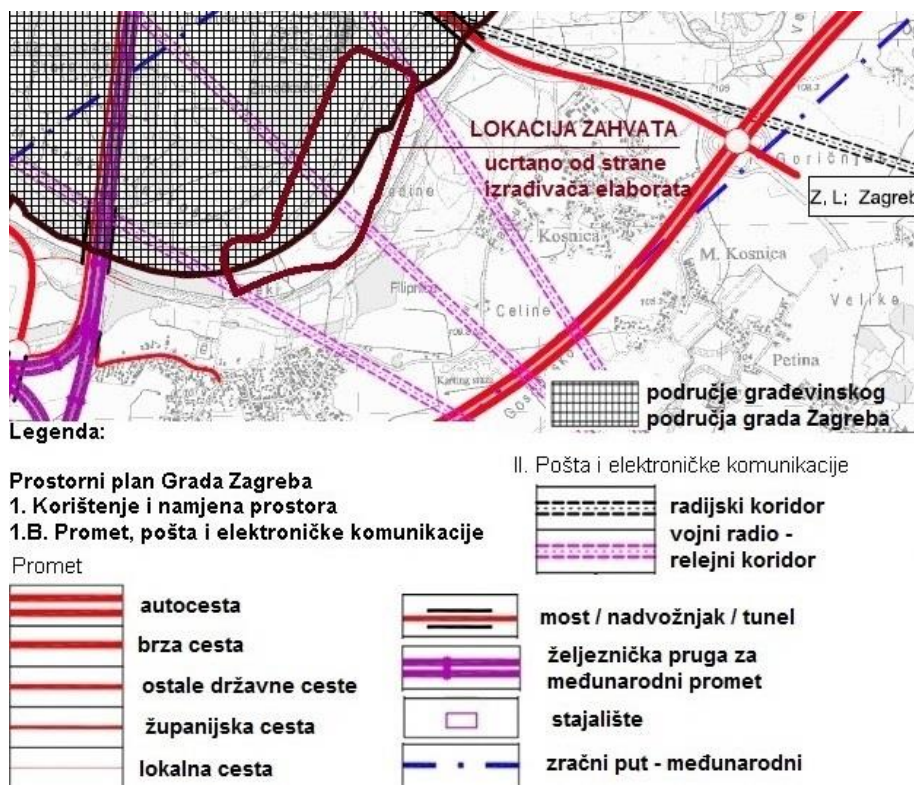
Prostori obostrano uz Savu planiraju se kao "savski park" uz očuvanje biološke raznolikosti, a propozicije za uređenje parka utvrdit će se u GUP-u Zagreba.“

Lokacija zahvata definirana projektom u odnosu na namjenu prostora definiranu PPUGZ prikazana je na **slici 2.1-2.** iz koje je vidljivo da bi se zahvat u cijelosti realizirao na vodnom dobru, unutar građevinskog područja grada, u blizini urbaniziranog područja naselja Petruševac (cca. 200 m od platoa upravljačkog objekta na kruni nasipa i cca. 350 m od brane i proizvodnih jedinica).

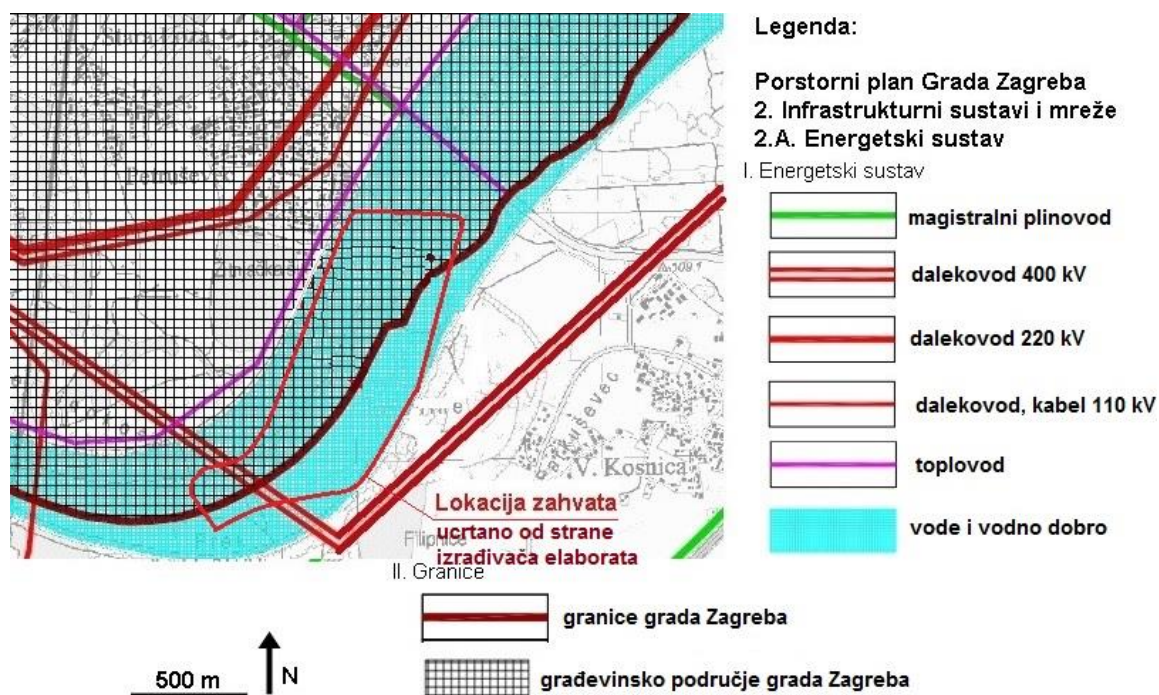


**Slika 2.1.-2.** Izvod iz Prostornog plana Grada Zagreba: 1.A Korištenje i namjena prostora (Službeni glasnik Grada Zagreba 3/16 – pročišćeni tekst)

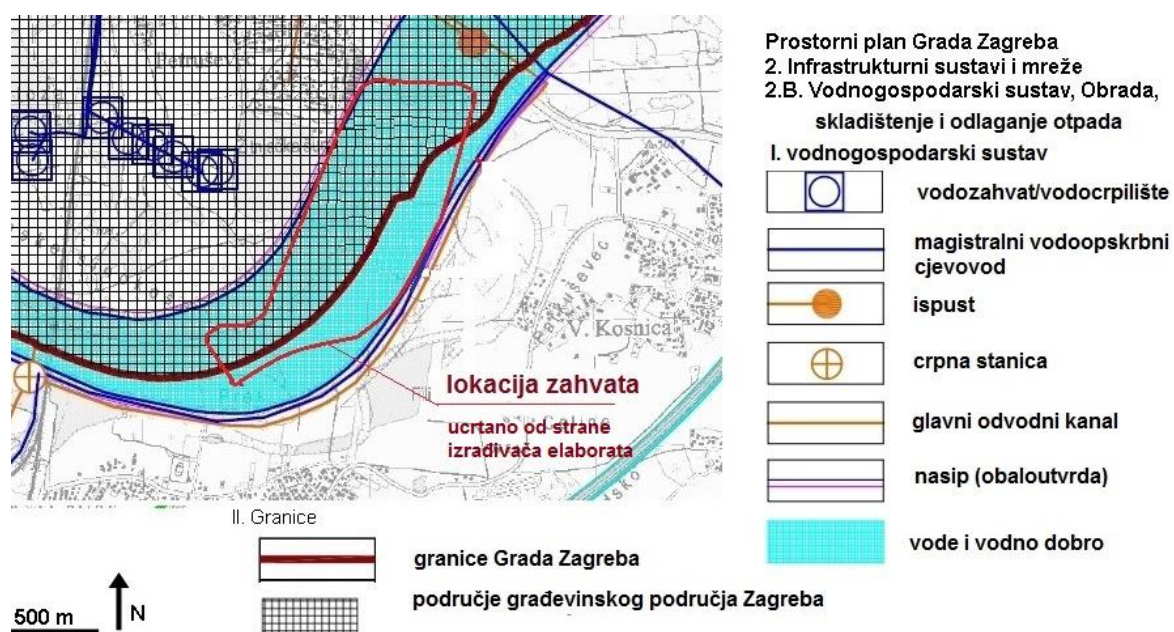
Na slikama 2.1.- 3., 2.1.- 4., 2.1.- 5. vidljivo je da širim prostorom oko lokacije zahvata prolazi glavna prometna i komunalna infrastruktura



**Slika 2.1.-3.** Izvod iz Prostornog plana Grada Zagreba: 1.B Promet (Službeni glasnik Grada Zagreba 3/16)

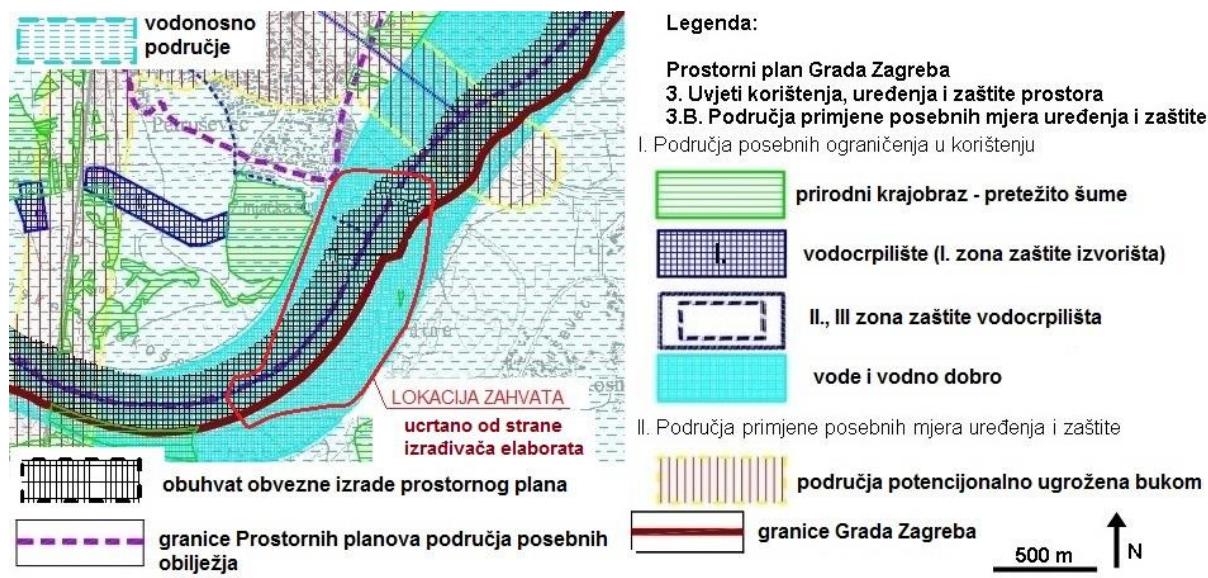


**Slika 2.1.-4.** Izvod iz Prostornog plana Grada Zagreba: 2.E Energetski sustav (Službeni glasnik Grada Zagreba 3/16)



**Slika 2.1.-5.** Izvod iz Prostornog plana Grada Zagreba: 2.B Vodnogospodarski sustav, obrada, skladištenje i odlaganje otpada (Službeni glasnik Grada Zagreba 3/16)

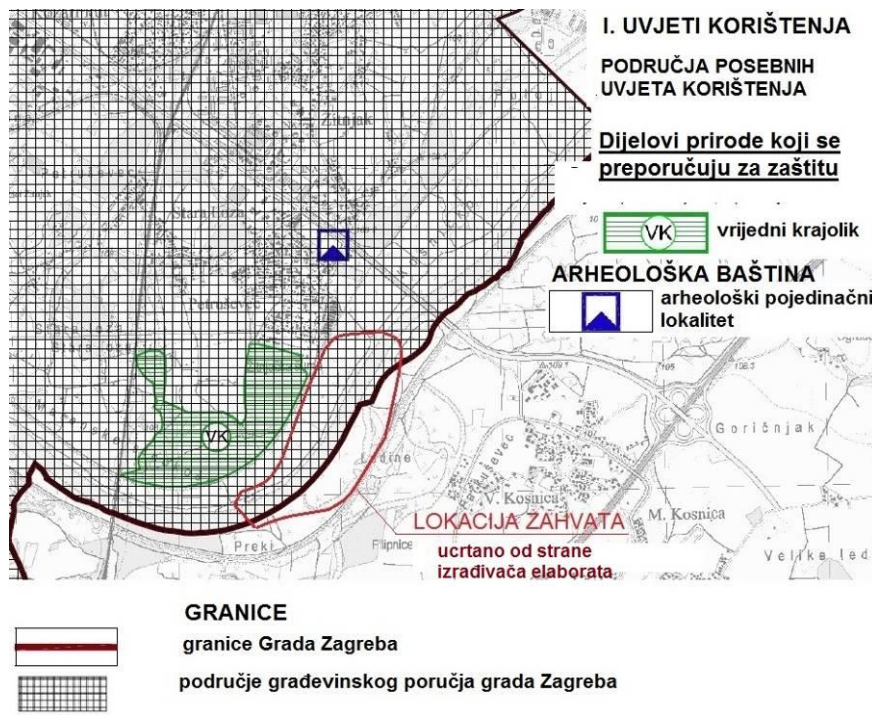
Lokacija zahvata unutar je vodonosnog područja te II. i III. zone sanitarne zaštite utvrđene Odlukom o zaštiti izvorišta Stara Loza, Sašnjak, Žitnjak, Petruševac, Zapruđe i Mala Mlaka („Službeni glasnik Grada Zagreba“ br. 21/14) (**slika 2.1.-6.**).



**Slika 2.1.-6.** Izvod iz Prostornog plana Grada Zagreba: 3.B Područje primjene posebnih mjera uređenja i zaštite (Službeni glasnik Grada Zagreba 3/16)

Lokacija zahvata nalazi se izvan područja zaštićenih dijelova prirode i ekološke mreže, ali se nalazi uz rub prirodnog krajobraza – pretežito šume, zaštićenog temeljem PPUGZ, planske oznake (VK – vrijedni krajolik) (**slika 2.1.-7.**).

Prema PPUGZ lokacija zahvata nalazi se izvan povijesnih graditeljskih cjelina, udaljena je od postojećih povijesnih građevina i registriranih arheoloških lokaliteta (**slika 2.1.-7.**).



**Slika 2.1.-7.** Izvod iz Prostornog plana Grada Zagreba: 3.A Uvjeti korištenja (Službeni glasnik Grada Zagreba 3/16)

U odredbama za provođenje, a vezano za predmetni zahvat navodi se:

Članak 10.

5. UVJETI (FUNKCIONALNI, PROSTORNI, EKOLOŠKI) UTVRĐIVANJA KORIDORA ILI TRASA I POVRŠINA PROMETNIH I DRUGIH INFRASTRUKTURNIH SUSTAVA U PROSTORU

5.3. Energetski sustav

5.3.2. Električna energija

Pouzdanost pogona mreže i sigurnost opskrbe potrošača električnom energijom na području Grada osiguravaju se gradnjom novih TS, povećavanjem instalirane snage i proizvodnjom električne energije u TE-TO Zagreb, EL-TO Zagreb, hidroelektrane na Savi i TE Jertovec (izvan područja Grada Zagreba), kao i revitalizacijom pojedinih starijih građevina 400 kV i 110 kV mreže na užem i širem zagrebačkom području, te njihovom dogradnjom - prvenstveno izgradnjom TS 400/220/110 kV Žerjavinec s pripadajućim raspletom dalekovoda.

Članak 12.

7. MJERE ZAŠTITE PRIRODNIH VRIJEDNOSTI I POSEBNOSTI I KULTURNO-POVIJESNIH CJELINA

7.1.2.1. Dijelovi prirode koji se štite temeljem prostornih planova

(3) Vrijedni krajolici

Prostornim planom štite se kao vrijedan krajolik sljedeći prostori:

..... Komersko - Žitnjačka šuma, Poloj..

U vrijednom krajoliku mogu se obavljati radnje koje ne narušavaju izgled i ljepotu takvog predjela, ne mijenjaju karakterističnu konfiguraciju terena i zadržavaju tradicionalni način korištenja kultiviranog krajobraza.

Posebno će se štititi krajobrazni elementi, izgled izgrađenih i neizgrađenih površina, šuma, livada, voćnjaka, oranica, autohtone šumske zajednice i druge zajednice, te karakteristične i vrijedne vizure.

Uređivat će se i očuvati prirodni tokovi rijeka, potoka i pritoka, osobito oni svrstani u I. kategoriju, od degradacije i održavanjem vodotoka spriječiti zagađenje.

Građevine se u vrijednom krajoliku mogu dograđivati i izgrađivati samo unutar građevinskih područja naselja.

Nove građevine ne smiju prelaziti karakteristične gabarite naselja odnosno njegove povijesne strukture, te će se izbjegavati unošenje volumena, oblika i građevinskih materijala koji nisu primjereni ambijentu i tradiciji građenja.

Nova izgradnja i sadržaji svojom veličinom, oblikom, funkcijom, te građevinskim materijalom moraju biti primjereni krajobrazu kako ne bi utjecali na promjenu njegovih obilježja zbog kojih je određen vrijednim.

## **Prostorni plan Zagrebačke županije**

PPŽŽ navodi da na području Zagrebačke županije nije izgrađena niti jedna hidroelektrana.

Rijeka Sava na području Zagrebačke županije ima bruto energetske potencijal otprilike 1000 GWh godišnje. Oko 60% tog potencijala moguće je iskoristiti za proizvodnju električne energije, što iznosi oko 600 GWh godišnje. Za iskorištavanje ovog potencijala planira se gradnja hidroelektrana.

Hidroelektrane bi trebale biti višenamjenske građevine koje će u energetske smislu iskorištavati relativno kvalitetnu energiju vode iz rijeke Save. Njihova višenamjenska uloga očituje se u tome što će se, osim proizvodnje električne energije, njihovom izgradnjom omogućiti:

- zaštita zaobalja od poplava rijeke Save (HE Zaprešić, radni naziv HE Podsused),
- poboljšanje kapaciteta vodocrpilišta,
- prometno povezivanje lijevog i desnog zaobalja,
- sanitarno uređenje zaobalja na utjecajnom području,
- revitalizacija gradskih jezera uz Savu.

Planom se predviđa mogućnost izgradnje hidroelektrana na rijeci Savi – Zaprešić (Podsused) i Drenje, kombi elektrane – toplane na lokaciji Prevlaka i malih hidroenergetskih objekata (male hidroelektrane).

Lokacije malih hidroelektrana odredit će se prostornim planovima uređenja gradova i općina.

## **Prostorni plan područja posebnih obilježja Črnkovec – Zračna luka Zagreb**

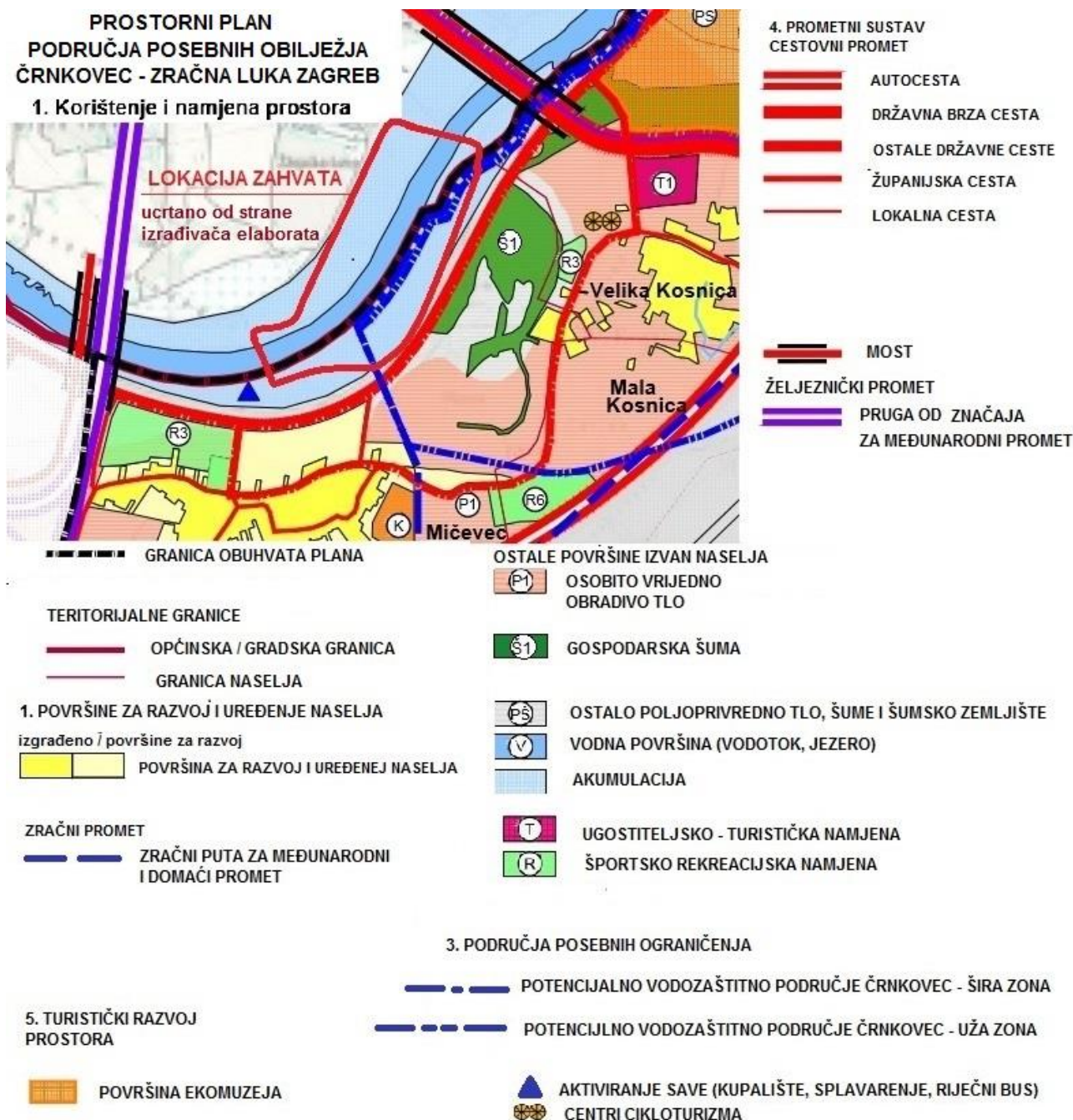
PPPPO Črnkovec – Zračna luka Zagreb se potiče racionalno korištenje energije korištenjem obnovljivih izvora, ovisno o energetske i gospodarske potencijalima pojedinih područja.

Obnovljivi izvori energije su izvori energije koji su sačuvani u prirodi i obnavljaju se u cijelosti i djelomično, posebno energija vodotoka, vjetra, neakumulirana sunčeva energija, biogorivo, biomasa, bioplin, geotermalna energija i dr.

Postrojenja za korištenje obnovljivih izvora energije i kogeneraciju treba locirati tako da ne ugrožavaju okoliš, osobito vrijednosti kulturne baštine i krajobraza.

Detaljniji uvjeti za smještaj ovih postrojenja utvrđuju se prostornim planovima uređenja, u skladu s odredbama ovog Plana.

Lokacija zahvata definirana projektom u odnosu na namjenu prostora definiranu PPPPO Črnkovec – Zračna luka Zagreb prikazana je na **slici 2.1.-8.** iz koje je vidljivo da bi se zahvat u cijelosti realizirao na vodnom dobru, uz rub površine planske oznake (Š1 – gospodarska šuma) na udaljenosti cca. 400 m od građevinskog područja naselja Velika Kosnica i Mičevac.

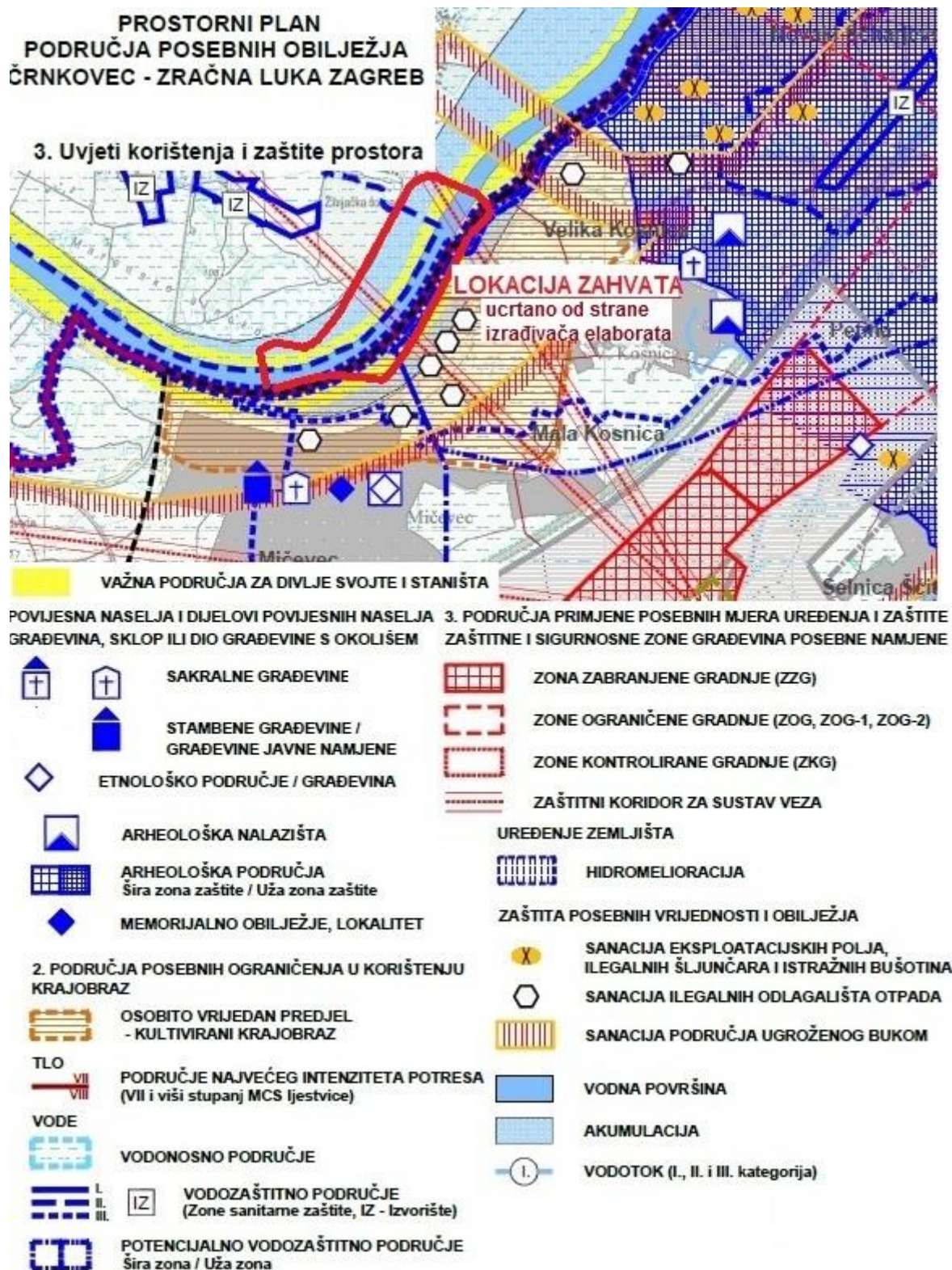


**Slika 2.1.-8.** Izvod iz Prostornog plana područja posebnih obilježja Črnkovec – Zračna luka Zagreb: 1. Korištenje i namjena prostora (Glasnik Zagrebačke županije 23/2012)

Lokacija zahvata nalazi se izvan područja zaštićenih dijelova prirode i ekološke mreže, ali se nalazi uz rub osobito vrijednog predjela – kultivirani krajobraz – zaštićenog prostorno planskim mjerama (slika 2.1.-9.).

Prema PPPPO Črnkovec – Zračna luka Zagreb lokacija zahvata nalazi se izvan povijesnih graditeljskih cjelina, udaljena je od postojećih povijesnih građevina i registriranih arheoloških lokaliteta (slika 2.1.-9.).

Lokacija zahvata unutar je vodonosnog područja te III. zone sanitarne zaštite utvrđene Odlukom o utvrđivanju zona sanitarne zaštite izvorišta vode za piće Kosnica I. faza („Službeni glasnik Grada Velike Gorice“, broj 15/04) (slika 2.1.-9.).



Slika 2.1.-9. Izvod iz Prostornog plana područja posebnih obilježja Črnkovec – Zračna luka Zagreb: 3. Uvjeti korištenja i zaštite prostora (Glasnik Zagrebačke županije 23/2012)

U odredbama za provođenje, a vezano za predmetni zahvat navodi se:

**7. MJERE ZAŠTITE KRAJOBRAZNIH I PRIRODNIH VRIJEDNOSTI, KULTURNO - KRAJOBRAZNIH CJELINA I DRUGIH PODRUČJA S POSEBNIM OBILJEŽJIMA**

**Članak 122.**

Mjere zaštite krajobraznih i prirodnih vrijednosti, kulturno - krajobraznih cjelina i drugih područja s posebnim obilježjima određuju se utvrđivanjem:

- područja posebnih uvjeta korištenja i
- područja posebnih ograničenja u korištenju.

**7.1. PODRUČJA POSEBNIH UVJETA KORIŠTENJA**

**Članak 123.**

Područja posebnih uvjeta korištenja jesu osobito vrijedni dijelovi prirodne i kulturne baštine, zaštićeni posebnim propisima ili predloženi za zaštitu ovim Planom.

**7.1.1. Prirodna baština**

**Članak 124.**

U obuhvatu Plana nema Zakonom o zaštiti prirode zaštićenih prirodnih vrijednosti.

Planom se utvrđuje i površina osobito vrijednog predjela - kultiviranog krajobraza, koji se štiti mjerama prostornog plana.

**7.2. PODRUČJA POSEBNIH OGRANIČENJA U KORIŠTENJU**

**7.2.1. KRAJOBRAZ**

**Članak 144.**

Kao područje osobito vrijednog predjela - kultiviranog krajobraza - ovim je Planom izdvojen pojas uz rijeku Savu. Za njega se propisuju sljedeća ograničenja u korištenju, i to:

- očuvanjem i obnovom tradicijskog graditeljstva, naročito drvenih tradicijskih kuća i gospodarskih građevina, kao nositelja povijesnog identiteta prostora,
- očuvanjem povijesne slike prostora koju čine volumen naselja, njegovi obrisi i završna obrada građevina, te vrijednosti krajobraza kojim je okruženo,
- očuvanjem i njegovanjem izvornih i tradicijskih sadržaja, poljodjelskih kultura i tradicijskog (ekološkog) načina obrade zemlje,
- očuvanjem i zadržavanjem karakterističnih toponima, naziva sela, zaselaka i polja od kojih neka imaju znakovita i povijesna značenja,
- očuvanjem prirodnih značajki kontaktnih područja uz povijesne građevine i sklopove, budući da pripadaju integralnoj (prirodnoj i kulturnoj) baštini.

**7.2.3. VODE**

**7.2.3.1. Vodonosno područje**

**Članak 147.**

Vodonosno područje je prostor tzv. zagrebačkog aluvija, u kojem se u šljunčano-pjeskovitim slojevima pojavljuje tok podzemne vode bitan za vodoopskrbu, odnosno eventualno drugu namjenu korištenja voda.

Područje obuhvata Plana u cijelosti se nalazi na vodonosniku doline rijeke Save.

### 7.2.3.2. Vodozaštitna područja

U obuhvatu Plana donesene su sljedeće Odluke o zaštitnim zonama izvorišta/crpilišta vode za piće:

- Za crpilište Kosnica I. faza donesena je Odluka o utvrđivanju zona sanitarne zaštite izvorišta vode za piće Kosnica I. faza („Službeni glasnik Grada Velike Gorice“, broj 15/04).
- ...

Za planirana izvorišta utvrđena je rezervacija prostora kroz određivanje Potencijalnog vodozaštitnog područja Črnkovec.

#### Članak 149.

Potencijalno vodozaštitno područje Črnkovec utvrđeno je prostornim planom kao neistraženo ili nedovoljno istraženo područje i posebno osjetljiv prostor na kojem se ograničavaju zahvati u prostoru prije provedenih hidrogeoloških istraživanja, a sve u cilju učinkovite zaštite budućih crpilišta.

Područje iz stavka 1. ovog članka dijeli se na užu i širu zonu zaštite.

### Generalni urbanistički plan Grada Zagreba

GUP – om Grada Zagreba regulira se prostorni razvoj grada Zagreba u skladu sa strateškim opredjeljenjima utvrđenima Razvojnom strategijom Grada Zagreba – ZAGREBPLAN 2020+, uz određivanje prostorno-planskih preduvjeta za realizaciju strateških i drugih investicija i projekata.

Jedan od strateških ciljeva Razvojne strategije Grada Zagreba je povećanje udjela obnovljivih izvora energije, prvenstveno sunčeve energije, energije biomase, geotermalne energije, hidroenergije i energije vjetra.

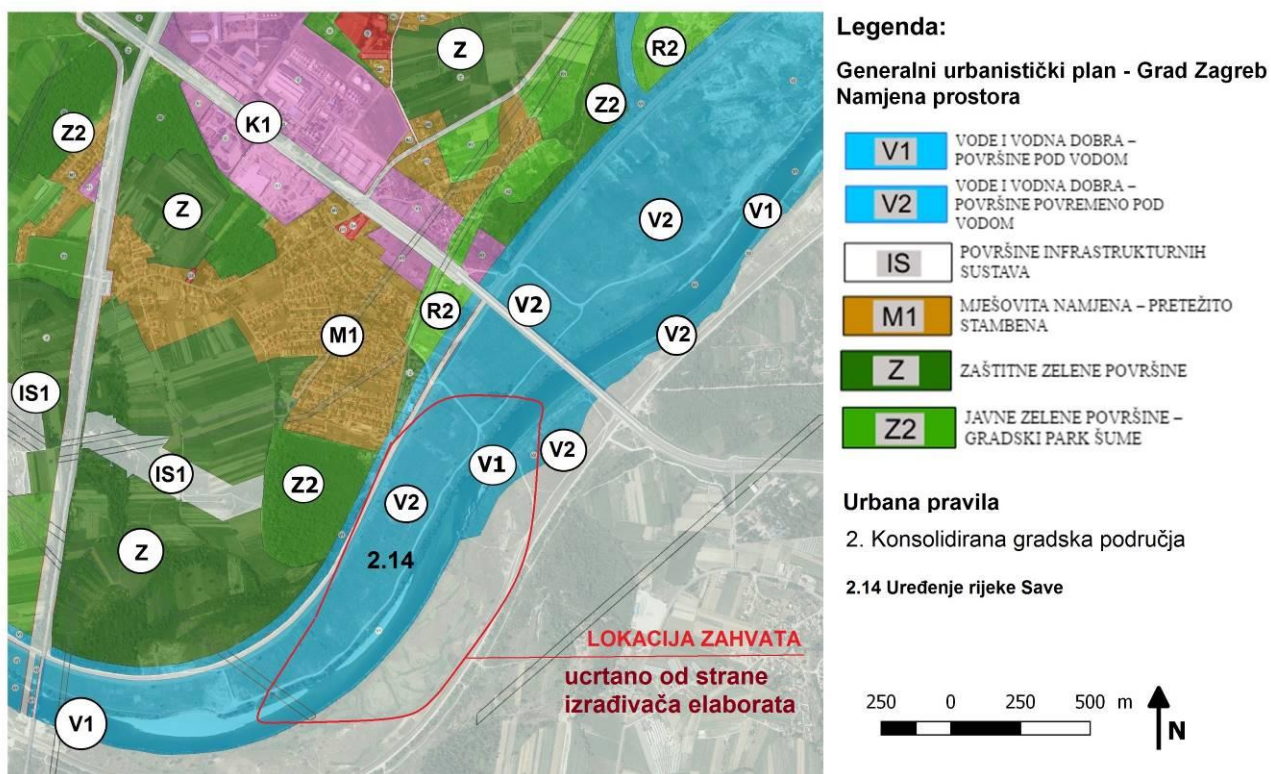
Također strateški cilj je osigurati odgovarajuće vrednovanje, zaštitu, održivo korištenje i upravljanje Savom i zaobaljem na način:

- Promovirati vrijednost Save s aspekta razvoja Grada:
  - zaštita od poplava,
  - zaštita okoliša,
  - zaštita vodonosnika i unapređivanje postojećih i razvoj novih vodocrpilišta,
  - unapređivanje gospodarstva,
  - proizvodnja električne energije,
  - uređivanja zaobalja,
  - unapređivanje uvjeta za poljoprivredu,
  - stvaranje uvjeta za razvoj turizma, sporta i rekreacije,
  - ostvarenje uvjeta za razvoj unutarnje plovidbe.
- Provoditi aktivnosti na realizaciji projekta „Program Sava“

.....

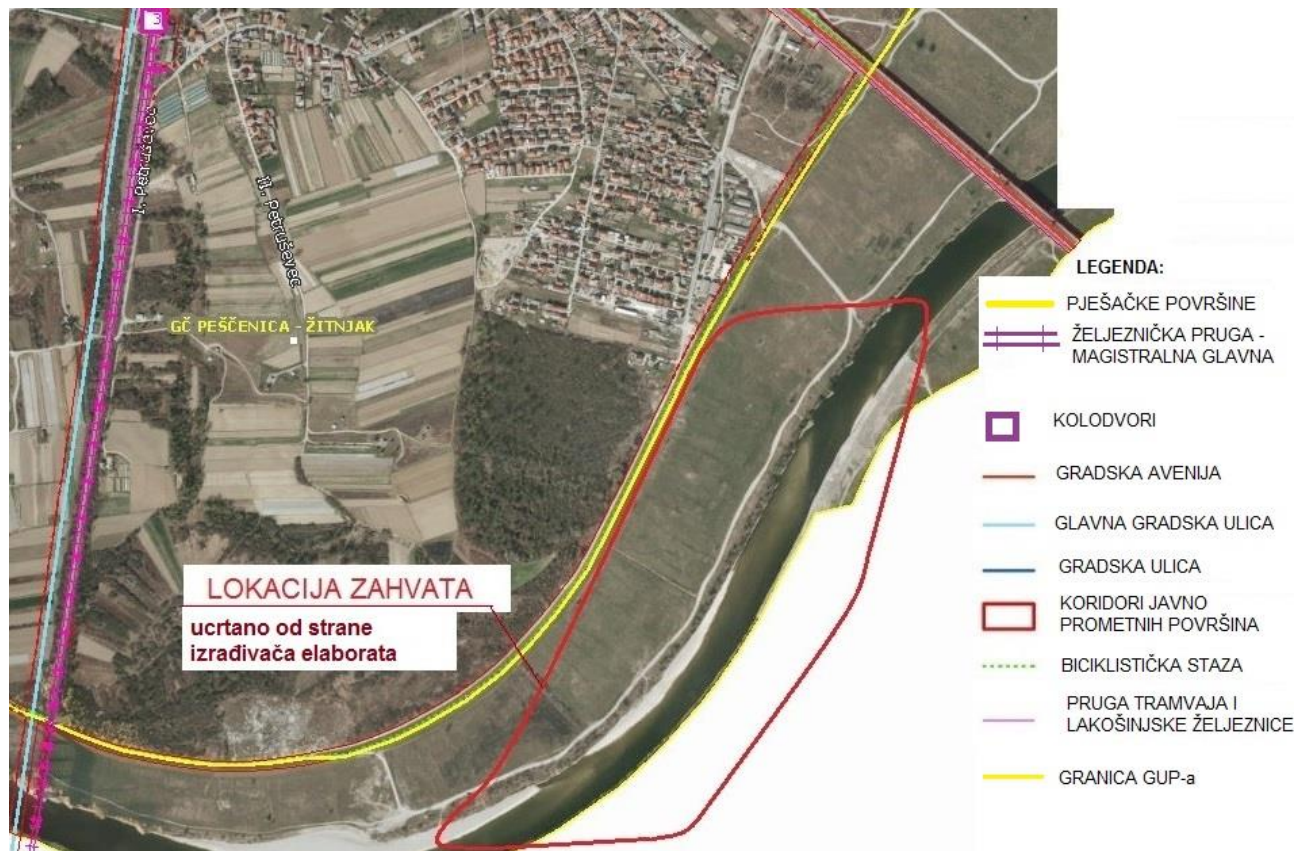
Planom je u svrhu obrane od poplava i zemljišta od erozije, opskrbe pučanstva, industrije i poljoprivrede vodom, reguliranja razine podzemnih voda i energetskog korištenja vodne snage na rijeci Savi predviđena gradnja tri višenamjenske hidroenergetske građevine: HE Podsused i HE Drenje (izvan granica GUP-a), i HE Prečko (unutar granica GUP-a). Dovršetakom gradnje tih građevina i njihovim puštanjem u pogon u potpunosti bi se regulirala rijeka Sava na dionici od slovenske granice do Ivanje Reke.

Lokacija zahvata definirana projektom u odnosu na namjenu prostora definiranu GUP – om Grada Zagreba prikazana je na **slici 2.1.-10.** iz koje je vidljivo da bi se zahvat u cijelosti realizirao na vodnom dobru, unutar građevinskog područja grada, u blizini izgrađenog dijela građevinskog područja naselja Petruševac, planske oznake M1.

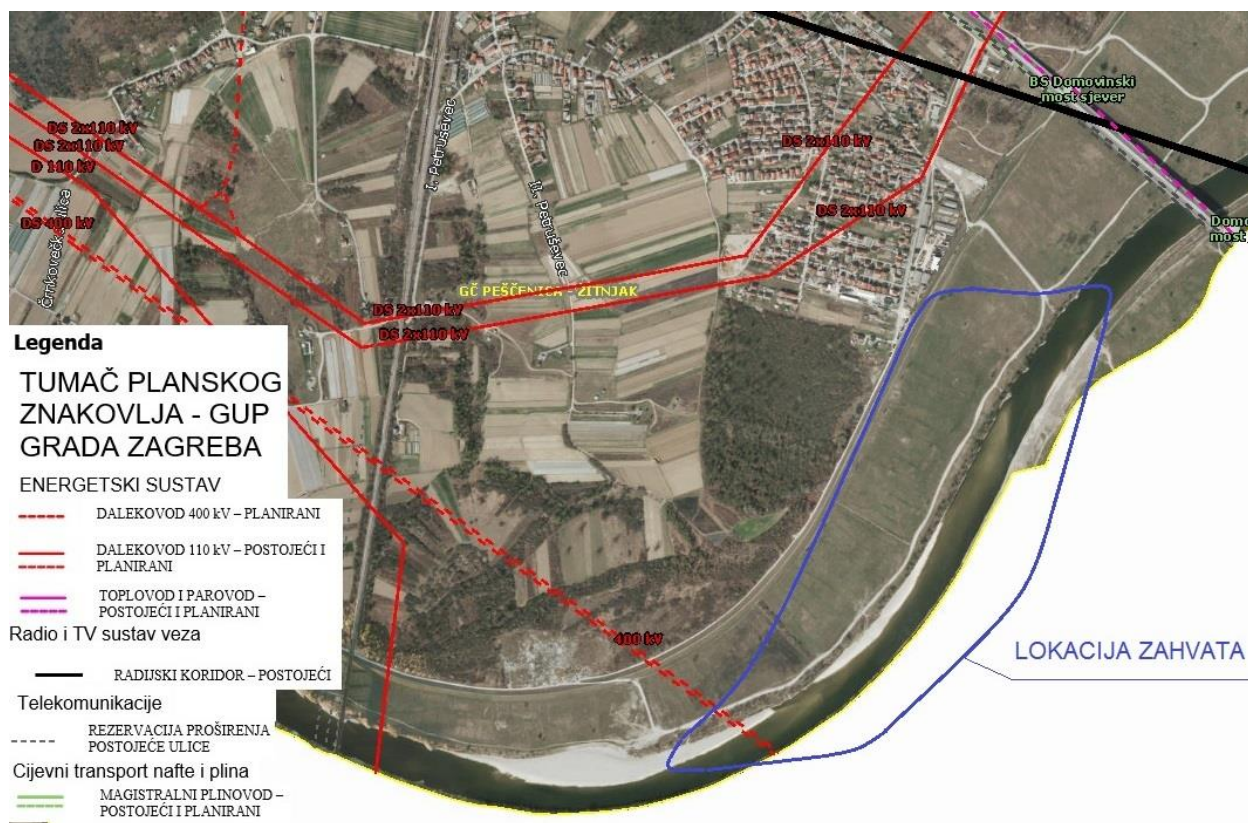


**Slika 2.1.-10.** Izvod iz Generalni urbanistički plan Grada Zagreba: 1. Korištenje i namjena prostora (Službeni glasnik Grada Zagreba 16/07, 8/09, 7/13, 9/16, 12/16 – pročišćeni tekst)

Na slikama 2.1-11., 2.1-12., 1.1-13 vidljivo je da širim prostorom oko lokacije zahvata prolazi glavna prometna i komunalna infrastruktura.

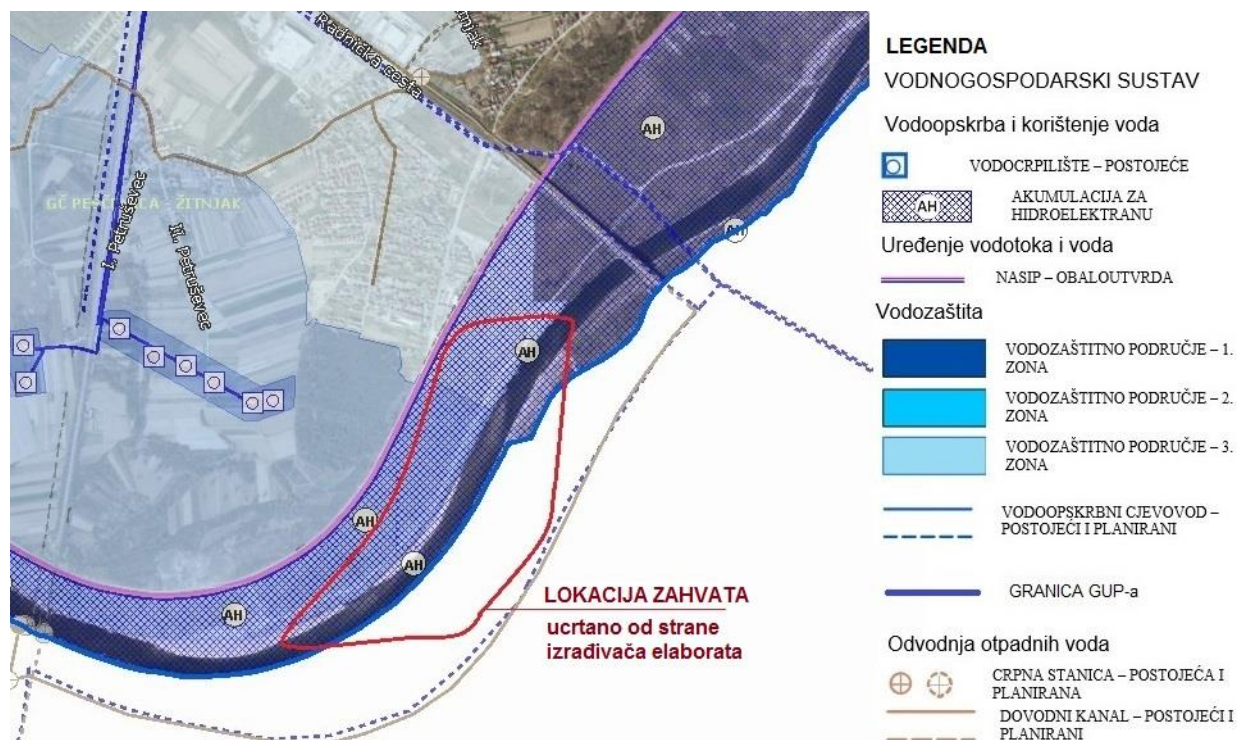


**Slika 2.1.-11.** Izvod iz Generalnog urbanističkog plana Grada Zagreba: 3.a Promet (Službeni glasnik Grada Zagreba 16/07, 8/09, 7/13, 9/16, 12/16 – pročišćeni tekst)



**Slika 2.1.-12.** Izvod iz Generalnog urbanističkog plana Grada Zagreba: 3.b Energetski sustav, pošta i telekomunikacije (Službeni glasnik Grada Zagreba 16/07, 8/09, 7/13, 9/16, 12/16 – pročišćeni tekst)

Lokacija zahvata unutar je vodonosnog područja te II. i III. zone sanitarne zaštite utvrđene Odlukom o zaštiti izvorišta Stara Loza, Sašnjak, Žitnjak, Petruševac, Zapruđe i Mala Mlaka („Službeni glasnik Grada Zagreba“ br. 21/14) te unutar prostora akumulacije za hidroelektranu (slika 2.1.-14.).



**Slika 2.1.-13.** Izvod iz Generalnog urbanističkog plana Grada Zagreba: 3.c Vodnogospodarski sustav (Službeni glasnik Grada Zagreba 16/07, 8/09, 7/13, 9/16, 12/16 – pročišćeni tekst)

Lokacija zahvata nalazi se izvan područja zaštićenih dijelova prirode i ekološke mreže, ali se nalazi uz rub posebno vrijednog dijela prirode – priobalje Save (Komersko – Žitnjačka šuma i Poloj), zaštićen temeljem GUP-a, planske oznake (K –krajobraz) (**slika 2.1.-14.**).

Prema GUP-u lokacija zahvata nalazi se izvan povijesnih graditeljskih cjelina, udaljena je od postojećih povijesnih građevina i registriranih arheoloških lokaliteta.



**Slika 2.1.-14.** Izvod iz Generalnog urbanističkog plana Grada Zagreba: 4.c Zaštićeni i evidentirani dijelovi prirode (Službeni glasnik Grada Zagreba 16/07, 8/09, 7/13, 9/16, 12/16 – pročišćeni tekst)

U odredbama za provođenje, a vezano za predmetni zahvat navodi se:

6. Uvjeti utvrđivanja trasa i površina prometne, telekomunikacijske i komunalne infrastrukturne mreže

6.5. Energetski sustav

Članak 50.

Uređaji i građevine za korištenje obnovljivih izvora energije mogu se postavljati u skladu s urbanim pravilima ove odluke i pravilima struke u svim namjenama.

6.5.1 Građevine za opskrbu električnom energijom

Članak 51.

Gradnja i postavljanje uređaja alternativnih izvora energije, odredit će se tehničkim uvjetima za tu vrstu građevina i uređaja imajući u vidu ograničenja u odnosu na MJERE OČUVANJA I ZAŠTITE KRAJOBRAZNIH I PRIRODNIH VRIJEDNOSTI I NEPOKRETNIH KULTURNIH DOBARA, te uz uvjet da nemaju negativan utjecaj na susjedstvo.

## 8. URBANA PRAVILA

### 8.2. Uvjeti za korištenje, uređenje i zaštitu okoliša

#### Članak 57.

Gradska se područja koriste, uređuju i štite u skladu s posebnostima prostora:

#### 1. VISOKOKONSOLIDIRANA GRADSKA PODRUČJA

.....

#### 2. KONSOLIDIRANA GRADSKA PODRUČJA

.....

Uređenje rijeke Save (2.14.)

.....

#### 3. NISKOKONSOLIDIRANA GRADSKA PODRUČJA

.....

### 8.2.2. Konsolidirana gradska područja

#### Članak 81.

Uređenje rijeke Save (2.14)

Uređenje rijeke Save s priobaljem, uključujući i sustav odteretnih kanala, vodnih stepenica i dr., provodit će se tako da se zadrže prirodna obilježja prostora i osigura zaštita podzemnih voda.

Na vodnom dobru koje se povremeno nalazi pod vodom mogu se uređivati otvorena igrališta za sport i rekreaciju bez sadnje visoke vegetacije, graditi infrastrukturne građevine, te uređivati vodotoci sukladno posebnim propisima o korištenju vodnog dobra.

Na zahvate u prostoru u zaštićenim dijelovima prirode i na kulturnim dobrima u ovom prostoru primjenjuju se i odgovarajuće odredbe iz točke 9. MJERE OČUVANJA I ZAŠTITE KRAJOBRAZNIH I PRIRODNIH VRIJEDNOSTI I NEPOKRETNIH KULTURNIH DOBARA ovih odredbi.

## 9. MJERE OČUVANJA I ZAŠTITE KRAJOBRAZNIH I PRIRODNIH VRIJEDNOSTI I NEPOKRETNIH KULTURNIH DOBARA

### 9.1. Mjere očuvanja krajobraznih i prirodnih vrijednosti

#### Članak 86.

A Zaštićeni dijelovi prirode

B Prirodna područja preporučena za zaštitu

C Dijelovi prirode koji se štite mjerama GUP-A

1. gradske park-šume

2. krajobrazi i krajobrazne cjeline

3 parkovna arhitektura

Uređenje i zaštita dijelova prirode koji se štite mjerama GUP-a određeni su člankom 54.

## 7. UVJETI UREĐENJA POSEBNO VRIJEDNIH I/ILI OSJETLJIVIH PODRUČJA I CJELINA

### 7.1. Posebno vrijedna područja i cjeline

#### Članak 54.

Generalnim urbanističkim planom, radi zaštite i očuvanja, utvrđena su posebno vrijedna i osjetljiva područja i cjeline i to: dijelovi prirode, vode i njihove obale, posebno vrijedna izgrađena područja te su određeni uvjeti i mjere njihove zaštite.

#### Uređenje krajobraza i krajobraznih cjelina:

Krajobrazne cjeline i prirodne vrijednosti čuvat će se i štititi osobito:

- njegovanjem specifičnosti prostornih cjelina - krajobraznih mikroprostora i karakterističnih slika prostora uvjetovanih prirodnim obilježjima i kulturno - povijesnim naslijeđem,
- očuvanjem i obnovom kulturnih i estetskih vrijednosti krajobraza,
- zaštitom područja prirodnih biotopa,
- osiguranjem ravnoteže i sklada između urbaniziranih gradskih dijelova i njihova prirodnog okruženja (šume, kultivirani krajolik).

Uređenje krajobraznih cjelina na području grada provodit će se:

#### Savska ravnica

- očuvanjem temeljnih krajobraznih obilježja, osobito svih oblika vode, te obnavljanjem starih rukavaca i meandara (Savica, Bundeck), kao prostora izravne biološke raznolikosti,
- očuvanjem kvalitete podzemnih voda, racionalnim planiranjem površina u vodozaštitnim područjima.

## 11. MJERE SPREČAVANJA NEPOVOLJNA UTJECAJA NA OKOLIŠ

#### Članak 98.

Na području grada Zagreba ne predviđa se razvoj djelatnosti koje ugrožavaju zdravlje ljudi i štetno djeluju na okoliš.

Vodozaštitno područje izvorišta vode podijeljeno je na tri zone zaštite za koje se propisuju smjernice za zaštitu:

#### I. zona zaštite izvorišta - zona strogog režima zaštite i nadzora:

U I. zoni zabranjuju se sve aktivnosti koje nisu u vezi s eksploatacijom, kondicioniranjem i transportom vode u javni vodoopskrbni sustav.

#### II. zona zaštite izvorišta - zona strogog ograničenja i nadzora:

Na području II. zone zabranjuje se:

- ispuštanje nepročišćenih otpadnih voda,
- građenje kemijskih industrijskih postrojenja opasnih i onečišćujućih tvari za vode i vodni okoliš,
- .....

#### III. zona - zona ograničenja i nadzora:

Na području III. zone zabranjuje se:

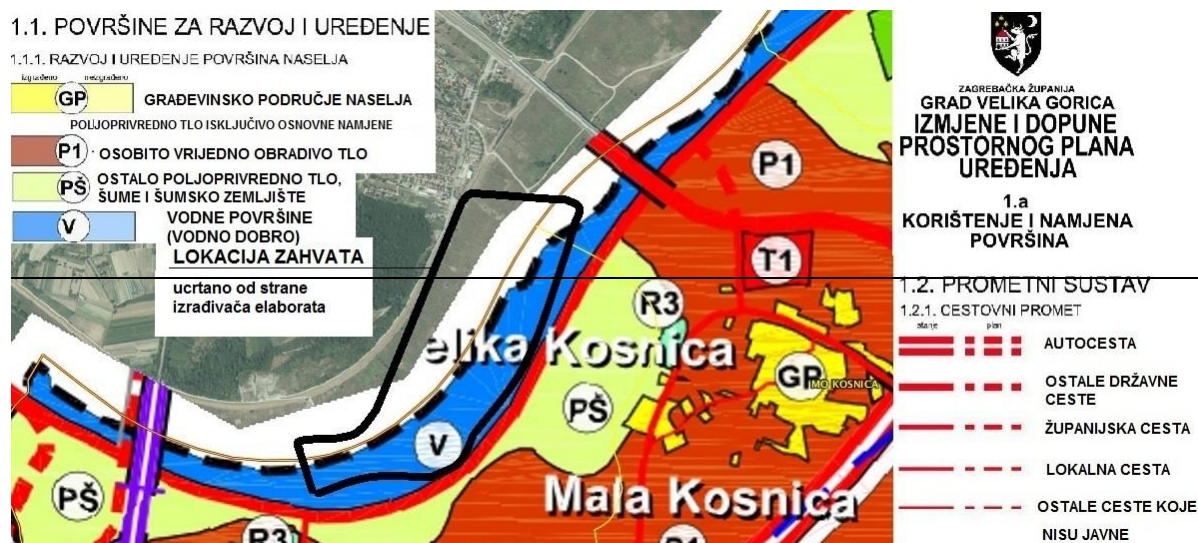
- ispuštanje nepročišćenih otpadnih voda,
- skladištenje i odlaganje otpada,
- .....

## Prostorni plan uređenja Grada Velika Gorica

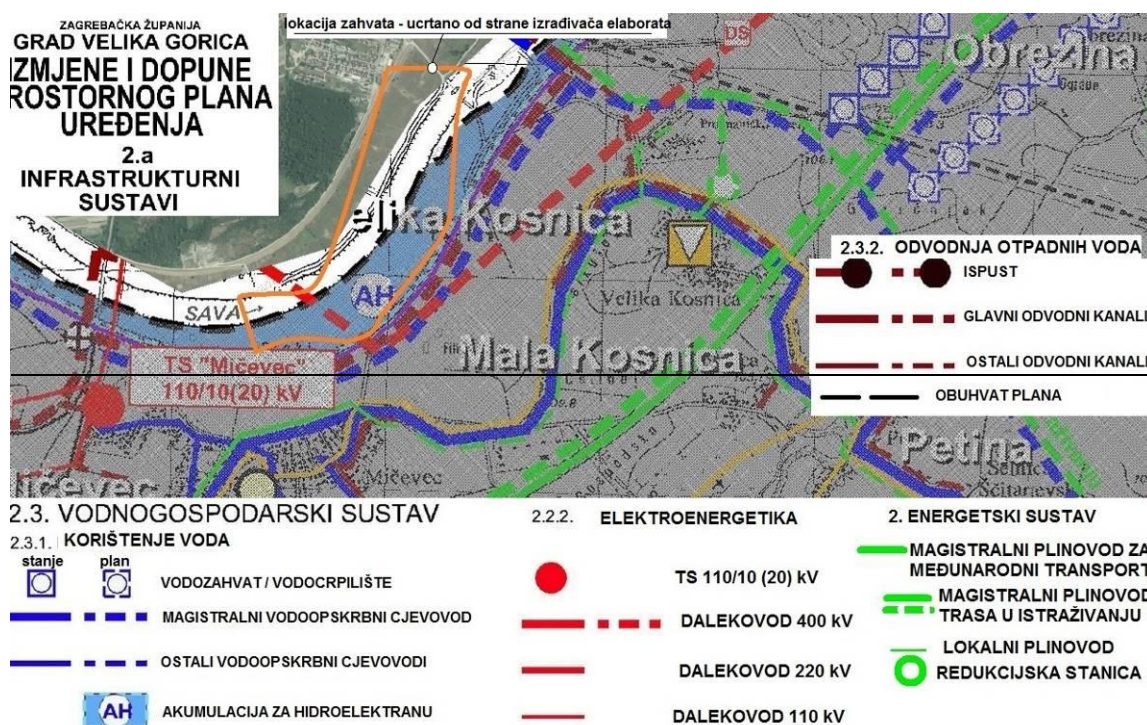
Planom se u pogledu racionalnog korištenja energije preporučuje i omogućuje korištenje obnovljivih izvora energije ovisno o energetske i gospodarske potencijalima pojedinih područja Grada Velike Gorice.

Na području Grada Velike Gorice potiče se korištenje tehnološki opravdanih i lokalno dostupnih obnovljivih izvora energije, koji će doprinijeti ukupnom smanjenju onečišćenja okoliša i povećanju energetske učinkovitosti.

Lokacija zahvata definirana projektom u odnosu na namjenu prostora definiranu PPUGVG prikazana je na **slici 2.1.-15.** iz koje je vidljivo da bi se zahvat u cijelosti realizirao na vodnom dobru, uz rub površine planske oznake (PŠ – ostalo poljoprivredno tlo, šume i šumsko zemljište) na udaljenosti cca. 400 m od građevinskog područja naselja Velika Kosnica i Mičevac.



**Slika 2.1.-15.** Izvod iz Prostornog plana Grada Velika Gorica: 1.A Korištenje i namjena prostora (Službeni glasnik Grada Velike Gorice 10/2006, 6/2008 i 5/2014, 6/2014, 8/2014, 2/15 i 3/15 - pročišćeni tekst)



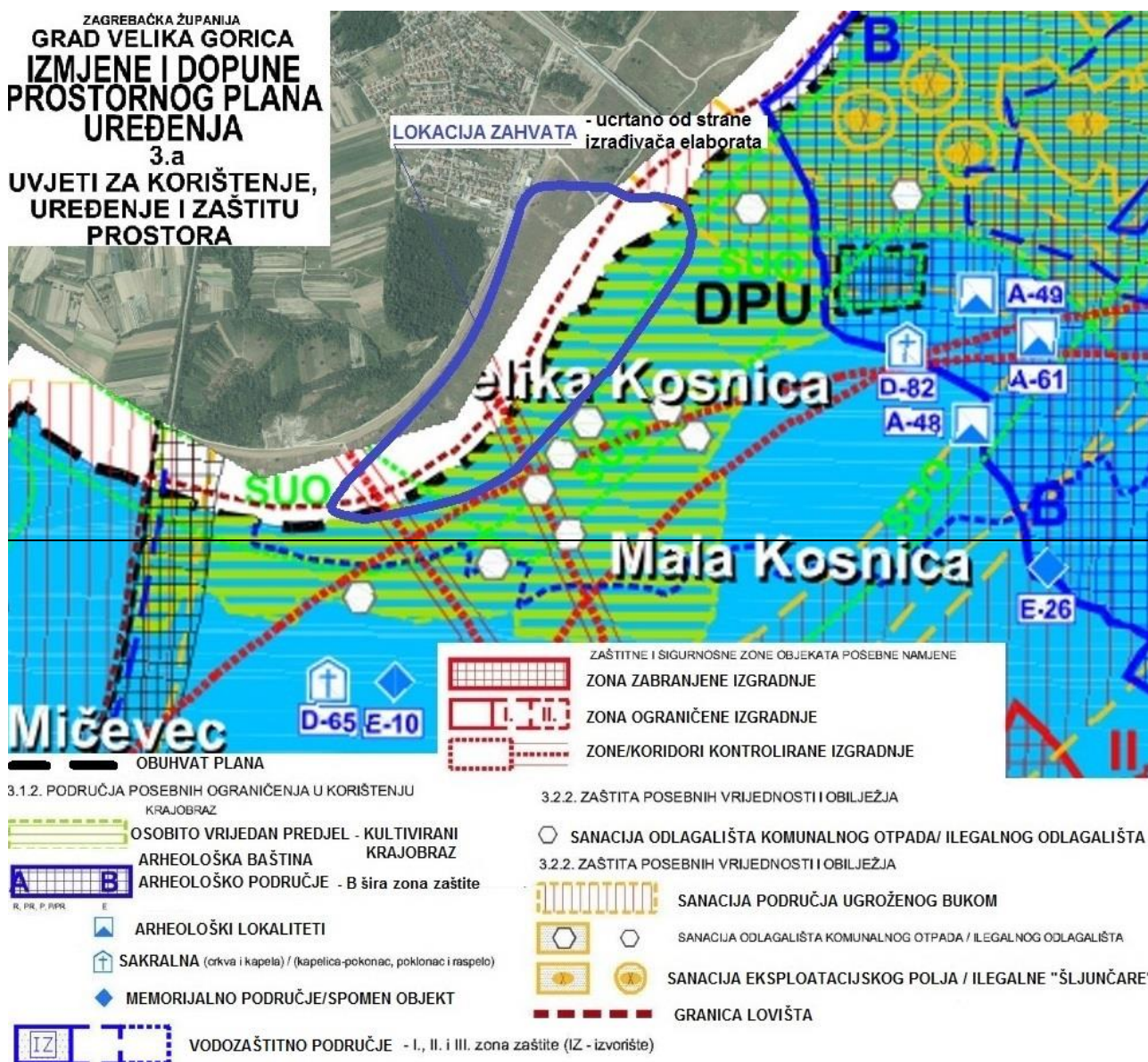
**Slika 2.1.-16.** Izvod iz Prostornog plana Grada Velika Gorica: 2.A Infrastrukturni sustav (Službeni glasnik Grada Velike Gorice 10/2006, 6/2008 i 5/2014, 6/2014, 8/2014, 2/15 i 3/15 - pročišćeni tekst)

Na **slici 2.1.-16.** vidljivo je da širim prostorom oko lokacije zahvata je planirana nova i prolazi glavna prometna i komunalna infrastruktura.

Lokacija zahvata nalazi se izvan područja zaštićenih dijelova prirode i ekološke mreže, ali se nalazi uz rub osobito vrijednog predjela – kultivirani krajobraz – zaštićenog prostorno planskim mjerama (**slika 2.1.-17.**).

Prema PPUGVG lokacija zahvata nalazi se izvan povijesnih graditeljskih cjelina, udaljena je od postojećih povijesnih građevina i registriranih arheoloških lokaliteta (**slika 2.1.-17.**).

Lokacija zahvata unutar je vodonosnog područja te III. zone sanitarne zaštite utvrđene Odlukom o utvrđivanju zona sanitarne zaštite izvorišta vode za piće Kosnica I. faza („Službeni glasnik Grada Velike Gorice“, broj 15/04) (**slika 2.1.-17.**).



**Slika 2.1.-17.** Izvod iz Prostornog plana Grada Velika Gorica: 3.a Uvjeti za korištenje, uređenje i zaštitu prostora (Službeni glasnik Grada Velike Gorice 10/2006, 6/2008 i 5/2014, 6/2014, 8/2014, 2/15 i 3/15 - pročišćeni tekst)

U odredbama za provođenje, a vezano za predmetni zahvat navodi se:

2.2.2. Zahvati u prostoru od važnosti za županiju

Članak 44.

- Energetske građevine s pripadajućim objektima, uređajima i instalacijama:
  - postrojenja za korištenje obnovljivih izvora energije i kogeneraciju,

**5. Uvjeti za utvrđivanje koridora / trasa i površina za prometne, komunalne i infrastrukturne sustave**

5.2. Infrastrukturni i komunalni sustavi

5.2.1. Energetika

Članak 152.

(4) Građevine koje se mogu izgraditi u svrhu iskorištavanja obnovljivih izvora energije na području Grada Velike Gorice su:

- Hidroelektrana „Drenje“ za proizvodnju električne energije....
- Solarne elektrane za proizvodnju električne energije.....
- Solarni kolektori za zagrijavanje.....
- Bioplinsko postrojenje za proizvodnju plina....
- Ostala postrojenja za korištenje obnovljivih izvora energije mogu se smjestiti unutar građevinskih područja naselja ili građevinskih područja gospodarske ili infrastrukturne/komunalne namjene, te na prostorima biljnih ili životinjskih farmi, u skladu s uvjetima nadležnih tijela, tako da ne ugrožavaju osnovnu namjenu prostora, okoliš ili sigurnost ostalih korisnika prostora.

5.2.1.2. Elektroenergetska mreža

Članak 154

(3) Planom se u načelu omogućuje smještaj elektroenergetskih građevina i instalacija elektrodistribucijske mreže (naponskog nivoa 20 kV i manjeg) unutar površina svih namjena sukladno posebnim propisima, prostornim planovima užih područja, odnosno uvjetima utvrđenim u postupcima izdavanja lokacijskih dozvola.

Članak 158

Građevine i instalacije za priključak proizvođača energije na elektroenergetsku mrežu, smještaju se na tehnički optimalne lokacije i trase, izbjegavajući približavanje građevinskim područjima i ugrožavanje krajobrazne i prirodne raznolikosti, sve u skladu s posebnim propisima i uvjetima nadležnih tijela.

**6. Mjere zaštite krajobraznih i prirodnih vrijednosti i kulturno – povijesnih cjelina**

Članak 175

(2) Dijelovi prirode zaštićeni prostorno planskim mjerama u kategoriji osobito vrijednog prirodnog krajobraza, odnosno u kategoriji osobito vrijednog kultiviranog krajobraza sa smjernicama i preporukama za njihovo očuvanje i zaštitu predloženi su u članku 201. kao područja posebnih ograničenja u korištenju.

#### Članak 201.

Planom se utvrđuju osobito vrijedni predjeli prirodnog i kultiviranog krajobraza, te propisuju sljedeća ograničenja u korištenju i to:

- Kultiviranog krajobraza (pojas uz rijeku Savu):
  - očuvanjem i obnovom tradicijskog graditeljstva, naročito drvenih tradicijskih kuća i gospodarskih građevina, kao nositelja povijesnog identiteta prostora,
  - očuvanjem povijesne slike prostora koju čine volumen naselja, njegovi obrisi i završna obrada građevina, te vrijednosti krajobraza kojim je okruženo,
  - očuvanjem i njegovanjem izvornih i tradicijskih sadržaja, poljodjelskih kultura i tradicijskog (ekološkog) načina obrade zemlje,
  - očuvanjem i zadržavanjem karakterističnih toponima, naziva sela, zaselaka i polja od kojih neka imaju znakovita i povijesna značenja,
  - očuvanjem prirodnih značajki konkretnih područja uz povijesne građevine i sklopove, budući da pripadaju integralnoj (prirodnoj i kulturnoj) baštini.

#### 6.2.3. VODE

##### 6.2.3.2. Vodozaštitna područja

#### Članak 210.

(1) U cilju zaštite vode za piće utvrđuju se zone sanitarne zaštite vodocrpilišta. Za postojeće vodocrpilište "Velika Gorica" i projektirano vodocrpilište "Kosnica I." utvrđene su zone sanitarne zaštite sukladno posebnom propisu.

#### Članak 211.

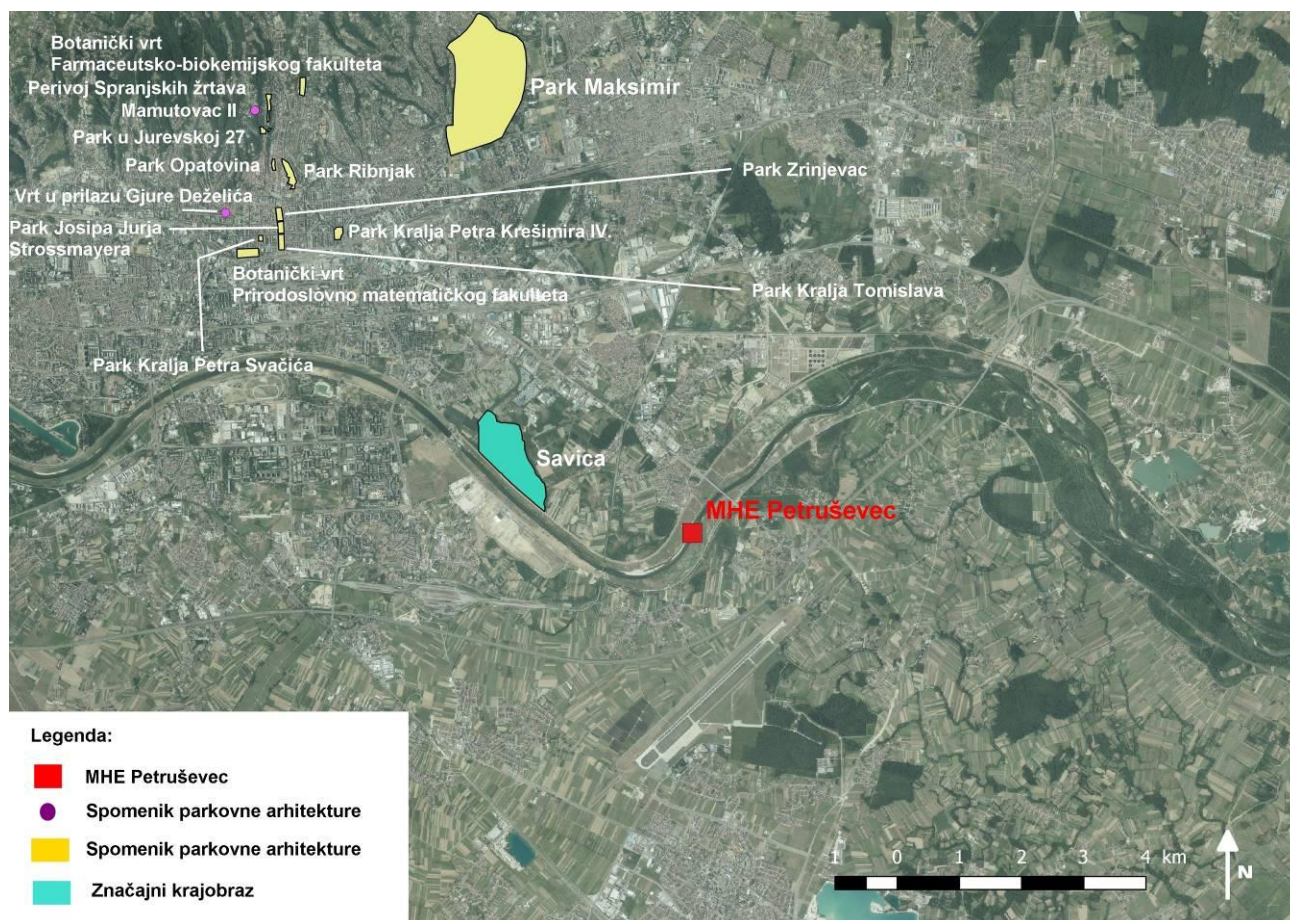
(2) Za crpilište «Kosnica I. faza», zaštita izvorišta provodi se u skladu s Odlukom o utvrđivanju zona sanitarne zaštite izvorišta vode za piće Kosnica I. faza (Službeni glasnik Grada Velike Gorice, br. 15/04), kao i u skladu s Programom mjera za sanaciju vodnog okoliša u II. i III. zoni zaštite izvorišta vode za piće Kosnica 1. faza (Službeni glasnik Grada Velike Gorice, br. 13/07) koji je donesen u skladu s Odlukom.

(4) Za planirana i potencijalna vodocrpilišta "Črnkovec" Planom je utvrđeno potencijalno vodozaštitno područje na kojem se ograničavaju zahvati u prostoru prije provedenih hidrogeoloških istraživanja, a sve u cilju učinkovite zaštite budućih crpilišta.

## 2.2. Odnos zahvata prema zaštićenim područjima i područjima ekološke mreže

### 2.2.1. Odnos zahvata prema zaštićenim područjima prirode

Na širem području zahvata, u krugu od 10 km od planirane male hidroelektrane Petruševac 1 i 2, nalazi se značajni krajobraz Savica te na području grada Zagreba spomenici parkovne arhitekture Park kralja Petra Krešimira IV, Park kralja Tomislava, Botanički vrt, Park Maksimir i Park kralja Petra Svačića. Od drugih zaštićenih područja na udaljenosti manjoj od 10 km od planiranog zahvata također se nalaze spomenici parkovne arhitekture Vrt u Prilazu Gjura Deželića i Mamutovac II. (slika 2.2.1.-1.) U tablici 2.2.1.-1. su prikazane udaljenosti najbliže točke zahvata od zaštićenih područja u široj okolici.



Slika 2.2.1.-1. Odnos lokacije zahvata i zaštićenih područja prirode na širem području

Sama lokacija zahvata se ne nalazi u području koje je zaštićeno temeljem Zakona o zaštiti prirode (NN 80/13), dok je najbliže zaštićeno područje Značajni krajobraz Savica na udaljenosti od 2290 m. Značajni krajobraz je prema navedenom zakonu, „prirodni ili kultivirani predjel velike krajobrazne vrijednosti i bioraznolikosti i/ili georaznolikosti i krajobraz očuvanih jedinstvenih obilježja karakterističnih za pojedino područje“. U značajnom krajobrazu su dopušteni zahvati i djelatnosti koje ne narušavaju obilježja zbog kojih je proglašen. Značajni krajobraz Savica je prostor s posebnim zoološkim i osobito ornitološkim i ihtiološkim značenjem.

**Tablica 2.2.2-1.** Udaljenosti lokacije zahvata od zaštićenih područja

| Naziv zaštićenog područja                         | Kategorija                    | Udaljenost najbliže trase od zaštićenih područja (m) |
|---------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------|
| Savica                                            | značajni krajobraz            | 2290                                                 |
| Park Maksimir                                     | spomenik parkovne arhitekture | 6965                                                 |
| Park kralja Petra Krešimira IV                    | spomenik parkovne arhitekture | 7377                                                 |
| Park kralja Tomislava                             | spomenik parkovne arhitekture | 8000                                                 |
| Park kralja Petra Svačića                         | spomenik parkovne arhitekture | 8241                                                 |
| Botanički vrt Farmaceutsko-biokemijskog fakulteta | spomenik parkovne arhitekture | 8254                                                 |
| Vrt u Prilazu Gjure Deželića                      | spomenik parkovne arhitekture | 9037                                                 |
| Mamutovac II                                      | spomenik parkovne arhitekture | 9608                                                 |

### 2.2.2. Odnos zahvata prema područjima ekološke mreže

Lokacija MHE Petruševac 1 i 2 se ne nalazi na području ekološke mreže, no u širem području zahvata nalaze se područja očuvanja značajna za ptice (POP) „Sava kod Hrušćice“ (HR1000002) (**slika 2.2.2.-1.**) i Područja očuvanja značajno za vrste i staništa (POVS) „Sava nizvodno od Hrušćice“ (HR2001311) (**slika 2.2.2.-2.**). U **tablici 2.2.2.-2.** navedene su udaljenosti pojedinih područja ekološke mreže od lokacije zahvata.

**Tablica 2.2.2.-2.** Područja ekološke mreže

| Identifikacijski broj područja | Naziv područja                 | Udaljenost od zahvata [m] |
|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| HR1000002                      | POP Sava kod Hrušćice          | 4615                      |
| HR2001311                      | POVS Sava nizvodno od Hrušćice | 4615                      |



**Slika 2.2.2.-1.** Odnos lokacije zahvata i područja očuvanja ptica HR1000002 Sava kod Hrušćice



**Slika 2.2.2.-2.** Odnos lokacije zahvata i područja očuvanja značajna za vrste i stanišne tipove HR2001311 Sava nizvodno od Hrušćice

## 2.3. Opis okoliša šireg promatranog područja

### 2.3.1. Stanovništvo i naselja

Predmetni zahvat nalazi se na prostoru naselja Zagreb (Petruševac) i naselja Mičevac te u blizini naselja Velika Kosnica. Prema zadnjem popisu stanovništva iz 2011. g. samo naselje Zagreb (ne računajući prostor cijelog grada) broji 688 163 stanovnika, naselje Velika Kosnica 770 i naselje Mičevac 1286 stanovnika.

Grad Zagreb na površini od 641 km<sup>2</sup> obuhvaća 70 naselja. Gustoća naseljenosti na prostoru Grada Zagreba iznosi 1232,48 stan./km<sup>2</sup>.

Zagreb predstavlja kulturno, povijesno i političko sjecište istoka i zapada Europe. Glavni je grad te administrativno i gospodarsko središte Republike Hrvatske koji svojim prometnim položajem spaja kontinentalnu s primorskom Hrvatskom.

U Zagrebu živi skoro četvrtina ukupnog broja stanovnika Hrvatske. Analizirajući popisno razdoblje (**slika 2.3.1-1**) može se reći da je broj stanovnika Grada u konstantnom, ali ne i jednolikom porastu. Zagreb je još od svog postanka privlačio stanovništvo pa je tako doseljavanje doprinijelo njegovom populacijskom razvitku. Iz **slike 2.3.1-1** je vidljiv porast broja stanovnika kroz sve popisne godine. Kako se Grad teritorijalno širio tako je i rastao broj stanovnika. Tako su najveći porasti zabilježeni u razdoblju od 1921. do 1981. godine, dok je od 1857. do 1991. broj stanovnika porastao za šesnaest puta. Zagreb nakon prvog svjetskog rata razvija trgovinu, bankarstvo i industriju. Urbanizacija i ubrzana industrijalizacija nakon drugog svjetskog rata privlači stanovništvo.

Prema zadnjem popisu iz 2011. godine Grad Zagreb broji 790 017 stanovnika (**tablica 2.3.1.-1**).



**Slika 2.3.1.-1.** Ukupan broj kretanja stanovništva 1857. – 2011., Grad Zagreb, [www.dzs.hr](http://www.dzs.hr)

**Tablica 2.3.1.-1.** Ukupan broj stanovnika, Grad Zagreb, 1857. – 2011., [www.dzs.hr](http://www.dzs.hr)

| Popisne godine  | 1857. | 1869. | 1880. | 1890. | 1900.  | 1910.  | 1921.  | 1931.  | 1948.  | 1953.  | 1961.  | 1971.  | 1981.  | 1991.  | 2001.  | 2011.  |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Broj stanovnika | 48266 | 54761 | 67188 | 82848 | 111565 | 136351 | 167765 | 258024 | 356529 | 393919 | 478076 | 629896 | 723065 | 777826 | 779145 | 790017 |

## 2.3.2. Klimatske i meteorološke karakteristike prostora

Ako izuzmemo samo najviša planinska područja, Hrvatska ima umjereno toplu kišnu klimu koja je u Koppenovoj klasifikaciji označena kao razred C. Lokacija zahvata MHE Petruševac 1 i 2 nalazi se u području umjereno tople vlažne klime s toplim ljetom (Cfb) tj. 'klime bukve'. Ovu klimu ima gotovo cijela kontinentalna Hrvatska. Srednja mjesečna temperatura srpnja kreće se od 20 do 22°C, dok srednja temperatura siječnja iznosi od 0 do -3°C.

Mikroklima Zagreba je vrlo specifična zbog gradske fizionomije te uvjetuje porast temperature zraka u odnosu na okolni prostor, smanjeni albedo, manje vlage u tlu i složena strujanja zraka. Za analizu nekih meteoroloških pokazatelja očitani su podaci s weba od DHMZ-a za meteorološku postaju Zagreb – Maksimir. U višegodišnjem promatranom periodu (1949. – 2015.) srednjih mjesečnih temperatura zraka, za meteorološku postaju Zagreb – Maksimir (**tablica 2.3.2.-1.**), najtopliji mjesec je srpanj sa srednjom mjesečnom temperaturom 21°C, a najhladniji siječanj s 0,1°C. Najniža apsolutna minimalna temperatura zraka od -27,3°C izmjerena je u veljači 1956. g., dok je najviša apsolutna maksimalna temperatura zraka iznosila 40,4°C koja je izmjerena u kolovozu 1950.

Najveća prosječna količina oborina padne tijekom ljetnih mjeseci (**tablica 2.3.2.-2**), dok je najmanje oborina zimi. Najmanja prosječna količina oborina zabilježena je u veljači, a najveća u srpnju (**tablica 2.3.2.-2**). Ako prosječnu količinu oborina za promatranu postaju usporedimo s podacima o broju vedrih i maglovitih dana (DHMZ) možemo reći da Zagreb ima statički ili inverzni tip naoblake. Broj vedrih i maglovitih dana se ne podudara s višegodišnjim hodom oborina. Dakle maksimum maglovitih dana je zimi, dok najviše oborina padne ljeti. Razlog tome je možda u količini kratkotrajnih ljetnih kiša koje nisu posljedica dugotrajne naoblake.

**Tablica 2.3.2.-1.** Srednje mjesečne temperature zraka s temperaturnim maksimumima i minimumima, Zagreb - Maksimir, 1949. – 2015., DHMZ

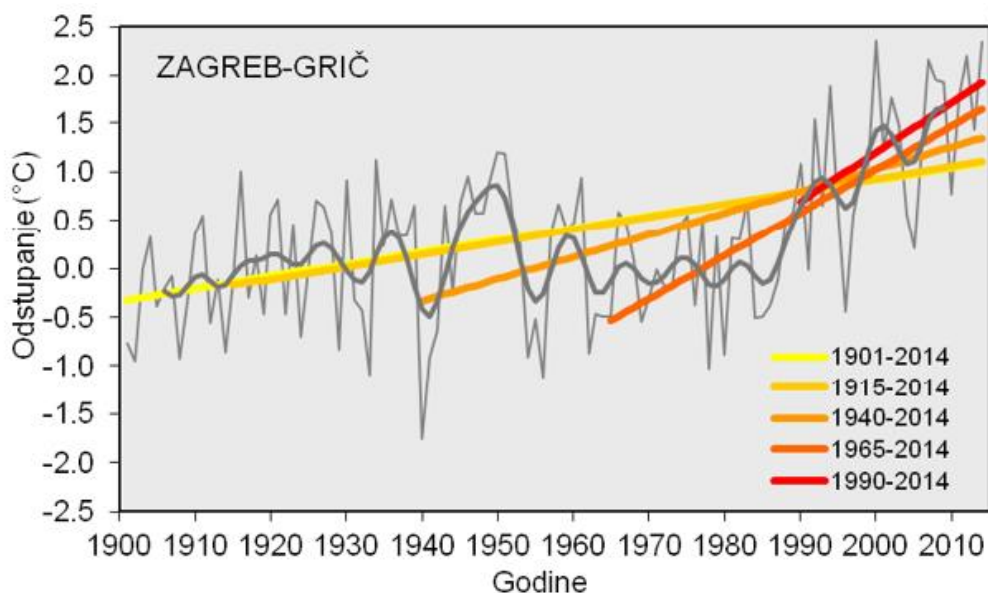
|              | I     | II    | III   | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI    | XII   |
|--------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| T sred. (°C) | 0,1   | 2     | 6,3   | 11,2 | 15,9 | 19,3 | 21   | 20,3 | 16,1 | 10,9 | 5,9   | 1,5   |
| T max. (°C)  | 19,4  | 22,2  | 26    | 30,5 | 33,7 | 37,6 | 40,4 | 39,8 | 34   | 28,3 | 25,4  | 22,5  |
| T min. (°C)  | -24,3 | -27,3 | -18,3 | -4,4 | -1,8 | 2,5  | 5,4  | 3,7  | -0,6 | -5,6 | -13,5 | -19,8 |

**Tablica 2.3.2.-2.** Srednje mjesečne oborine, Zagreb - Maksimir, 1949. – 2015., DHMZ

|              | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Oborina (mm) | 48,6 | 42,7 | 51,4 | 61,9 | 78,5 | 96,1 | 81,6 | 88,9 | 88,3 | 75,3 | 82,6 | 63,1 |

Dijagnosticiranje klimatskih varijacija i promjena temperature zraka i oborine na području Hrvatske od početka 20. st. provedeno je prema podacima dugogodišnjih meteoroloških mjerenja, koja su započeta tijekom 19. st. na meteorološkim postajama u različitim klimatskim područjima. Tako je porast srednje godišnje temperature zraka koji je u 20. st. iznosio do +0,07° C na 10 godina u Zagrebu (kontinentalna klima pod blagim maritimnim utjecajem), nastavljen je i pojačan početkom 21. st. U razdoblju od 1901. do 2014. godine zabilježen je porast srednje godišnje temperature zraka (**slika 2.3.1.-1.**) s najvećim porastom u posljednjih 25 godina. Također je zabilježeno smanjenje broja hladnih dana i hladnih noći te povećanje broja toplih dana i noći.

Trend godišnje količine oborine pokazuje njihovo smanjenje tijekom 20. st. na cijelom području Hrvatske. Jače je izraženo na Jadranu nego u unutrašnjosti (sjeverozapadna Hrvatska, Zagreb – Grič: -0,3 % na 10 godina).



**Slika 2.3.2.-1.** Trendovi srednje temperature zraka, 1901.-2014., DHMZ

Klimatske promjene u budućoj klimi prema regionalnom modelu RegCM analizirani su za sve sezone iz dva 30 godišnja razdoblja: 1961. – 1990., te 2041. – 2070., koji i predstavlja buduću klimu. Predviđa se povećanje temperature, ali u hladnijem dijelu godine zagrijavanje će biti nešto veće u sjevernoj kontinentalnoj Hrvatskoj, dok će u toplijem razdoblju zagrijavanje biti veće u primorskom dijelu Hrvatske. Smanjenje ukupne količine oborine očekuje se u većem dijelu godine prvenstveno u primorskom dijelu Hrvatske. U sjevernoj Hrvatskoj ne očekuje se značajnija promjena oborine u budućoj klimi.

### 2.3.3. Geomorfološke karakteristike prostora

Na temelju morfostrukturnih, morfogenetskih, orografskih i litoloških karakteristika napravljena je regionalizacija reljefa Hrvatske. U obzir je uzeta i hidrografska mreža, a svaka geomorfološka cjelina izdvojena je po homogenosti područja. Tako se reljef Hrvatske dijeli na tri makrogeomorfološke regije:

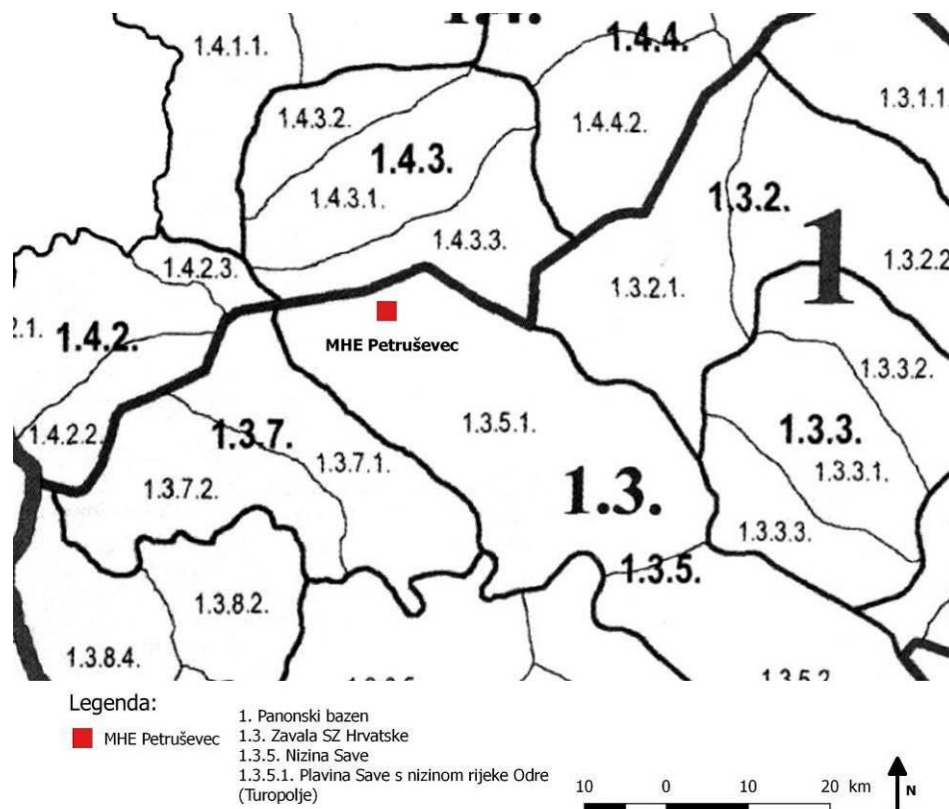
1. Panonski bazen
2. Dinarski gorski sustav
3. Podmorje jadranskog bazena.

Lokacija zahvata dio je makrogeomorfološke regije Panonski bazen, mezogeomorfološke regije Zavalu SZ Hrvatske, subgeomorfološke regije Nizina Save te mikrogeomorfološke regije Plavina Save s nizinom rijeke Odre (**slika 2.3.3.-1.**).

Prostor Grada Zagreba unutar Generalnog urbanističkog plana uključuje dvije prirodne cjeline: Medvedničko prigorje i ravniciu rijeke Save. Lokacija zahvata nalazi se na samoj rijeci Savi i njezinoj aluvijalnoj ravnici. Rijeka Sava ima dva izvora. Sava Dolinka nastaje u močvari Zelenci pokraj Kranjske Gore, a drugi izvor je Sava Bohinjka iz Bohinjskog jezera. Oba se nalaze u sjeverozapadnoj Sloveniji. Duga je 945 km od čega 526 km prolazi kroz teritorij Republike Hrvatske. U Beogradu se ulijeva u Dunav. Svojim erozijskim i akumulacijskim djelovanjem urezuje svoj tok u korito koje je u Zagrebu široko oko 100 m. Premještanjem riječnih nanosa formiraju se

fluvijalni geomorfološki oblici: terasni odsjeci kao erozijski i ade, riječne plaže i sprudovi kao akumulacijski fluvijalni oblici.

U orografskom smislu Zagreb se nalazi na brežuljkastim predjelima medvedničkog prigorja s nadmorskom visinom od 150 do 300 m i na ravnici rijeke Save s prosječnom visinom od 110 do 125 m n.v.



**Slika 2.3.3.-1.** Geomorfološki položaj lokacije zahvata (prema Bogнар, 2001.)

## 2.3.4. Hidrološke i hidrogeološke karakteristike prostora

Područje Grada Zagreba obiluje površinskim vodama kao što možemo vidjeti iz **slike 2.3.4.-1.** Najveći i najduži vodotok je rijeka Sava. Ona je desni pritok Dunava, duga je 945 km od čega 526 km prolazi kroz teritorij Republike Hrvatske, a 28,7 km kroz područje Grada Zagreba. Izvire kao Sava Dolinka u močvari Zelenci pokraj Kranjske Gore i kao Sava Bohinjka iz Bohinjskog jezera. Rijeka Sava utječe u Dunav u Beogradu i pripada crnomorskom slivu. Duž svog vodotoka Sava prima brojne pritoke. S lijeve strane ističu se Orljava, Lonja i Sunja, a na desnoj strani najznačajnija je Kupa s porječjem Korane, Mrežnice i Dobre.

U **tablici 2.3.4.-1.** iz studije "*Sava the blue heart of Europe – The river Sava threats and restoration*" prikazane su srednje vrijednosti protoka Save na odabranim mjernim postajama:

| River and Station                               | MQ in m <sup>3</sup> /s | HQ100 in m <sup>3</sup> /s |
|-------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| Sava, Litija (rkm 801)                          | 178                     | 1,965                      |
| Sava, Zagreb (rkm 685)                          | 327                     | 3,143                      |
| Sava, Crnac (upstream Kupa, rkm 595)            | 557                     | 2,540 <sup>3</sup>         |
| Sava, Jasenovac (upstream Una, rkm 516)         | 750                     | 2,864 <sup>2</sup>         |
| Sava, Slavonski Brod (rkm 371)                  | 1,020                   | 3,905                      |
| Sava, Županja (rkm 267)                         | 1,209                   | 4,527                      |
| Sava, Sremska Mitrovica (rkm 137)               | 1,572                   | 6,753                      |
| <b>Tributaries (at most downstream gauges):</b> |                         |                            |
| Ljubljanica, Ljubljana Most                     | 60                      | 320                        |
| Savinja, Veliko Širje                           | 110                     | 1,490                      |
| Krka, Podbočje                                  | 50                      | 460                        |
| Kupa, Crnac                                     | 190                     | 2,510                      |
| Una, Kostajnica                                 | 210                     | 1,521                      |
| Vrba, Delibašino Selo                           | 100                     | 1,479                      |
| Bosna, Dobož                                    | 140                     | 3,087                      |
| Drina, Radalj                                   | 350                     | 6,000                      |
| Kolubara, Beli Brod                             | 18                      | 784                        |

**Tablica 2.3.4.-1.** Srednje vrijednosti protoka Save

Izvor: "*Sava the blue heart of Europe – The river Sava threats and restoration*"

Protok u gornjem "alpskom" dijelu toka ovisi o količini snijega i topljenju snijega u proljeće dok je središnji i donji dio toka pod utjecajem padalina u jesen i zimu te režima protoka većih pritoka. Odnosno u gornjem dijelu toka Sava ima snježno – kišni režim, a u srednjem i donjem dijelu toka kišno – snježni režim.

Sava od Rugvice poprima sve značajke nizinske rijeke. Za taj dio uzdužnog profila karakteristično je meandriranje te velike promjene u relativnim padovima, bujičnost, varijabilnost vodotoka i protjecanja. U području Zagreba tok Save je antropogeno reguliran hidrotehničkim zahvatima. Prosječni protok Save u Zagrebu iznosio je oko 330 m<sup>3</sup>/s s trendom smanjenja u drugoj polovici 20. st. Prosječni godišnji protok u razdoblju od 1981. do 1995. iznosi 268 m<sup>3</sup>/s. Poslije Dunava, rijeka Sava vodom je najbogatija naša rijeka.

Vodotoci u području Grada zauzimaju površinu od 480 km<sup>2</sup> s ukupnom dužinom od 498,91 km (vodotoci i meliorativna mreža):

|                                      | Pripadna površina, km <sup>2</sup> | Dužina, km    | Održavano, km |                           | Pripadna površina, km <sup>2</sup> | Dužina, km | Održavano, km |
|--------------------------------------|------------------------------------|---------------|---------------|---------------------------|------------------------------------|------------|---------------|
| <b>Vodotoci-ukupno</b>               | <b>480,00</b>                      | <b>498,91</b> | <b>284,74</b> |                           |                                    |            |               |
| Rijeka Sava                          |                                    | 28,70         | 28,70         | Kašina s pritocima        | 55,50                              | 22,20      |               |
| Podsusedsko Dolje                    |                                    | 4,10          | 3,50          | Čučerska reka s pritocima | 25,80                              | 13,50      |               |
| Dubravica                            |                                    | 6,50          | 4,50          | Vuger s pritocima         | 42,20                              | 17,00      |               |
| Medpotoki                            |                                    | 2,70          | 1,00          | Lomnica                   | 8,50                               | 8,50       |               |
| Vrapčak                              |                                    | 14,60         | 10,50         | Lipnica                   | 16,70                              | 6,10       |               |
| Čmomerec                             |                                    | 10,00         | 7,50          | Potočki                   | 3,20                               | 1,25       |               |
| Ribnjak                              |                                    | 1,50          | 1,00          | Trebljenka                | 6,50                               | 1,60       |               |
| Čma Voda                             |                                    | 4,80          | 2,80          | Ograja                    | 4,00                               | 4,00       |               |
| Kustošak                             |                                    | 8,50          | 7,50          | Gustelin                  | 3,60                               | 3,60       |               |
| Kunišćak                             |                                    | 3,90          | 1,50          | Močirad                   | 3,75                               | 3,75       |               |
| Jelenovec I i II                     |                                    | 4,20          | 1,20          | Skupni Čreti              | 4,76                               | 4,76       |               |
| Zelengaj                             |                                    | 1,80          | 0,50          | Bukovica                  | 6,00                               | 6,00       |               |
| Kraljevec I i II                     |                                    | 2,71          | 1,80          | Kukeljnjak                | 3,20                               | 3,20       |               |
| Kraljevački potok                    |                                    | 3,90          | 3,50          | Maličevac                 | 2,50                               | 2,50       |               |
| Gračanski potok                      |                                    | 2,90          | 2,50          | Bačunski potok            | 1,50                               | 1,50       |               |
| Fučkov jarek                         |                                    | 2,20          | 2,00          | Remetski potok            | 1,00                               | 1,00       |               |
| Mrzljak                              |                                    | 5,70          | 5,00          | Barutanski jarek          | 0,50                               | 0,50       |               |
| Klinovec                             |                                    | 1,00          | 0,20          | Črnc s pritocima          | 36,30                              | 14,50      |               |
| Pustodol                             |                                    | 2,60          | 1,50          | Bielek                    | 1,75                               | 0,62       |               |
| Jesenovec                            |                                    | 2,20          | 2,20          | Kobiljak                  | 2,74                               | 2,24       |               |
| Srednjak                             |                                    | 6,50          | 1,50          | Vukov dol                 | 4,20                               | 0,47       |               |
| Dotršćina                            |                                    | 2,20          | 0,50          | Glavničica s pritocima    | 35,80                              | 14,50      |               |
| Bliznec                              |                                    | 16,60         | 8,60          | Branovec                  | 7,00                               | 2,50       |               |
| Štefanovec                           |                                    | 11,60         | 8,50          | Moravščak                 | 7,00                               | 4,50       |               |
| Dešćevec                             |                                    | 2,00          | 1,00          | Goranec                   | 8,50                               | 4,00       |               |
| Trnava                               |                                    | 17,00         | 11,00         | Blaguša                   | 8,00                               | 5,00       |               |
| Biđrovec                             |                                    | 4,80          | 1,80          | Dobrodol                  | 5,00                               | 2,15       |               |
| Vidovec                              |                                    | 6,50          | 2,50          | Starča                    | 2,00                               | 2,00       |               |
| Kučilovina                           |                                    | 2,20          | 2,00          | Goštiraj                  | 5,50                               | 3,00       |               |
| Kunzelisćak                          |                                    | 2,00          | 2,00          |                           |                                    |            |               |
| <b>Meliorativna kanalska mreža</b>   |                                    |               |               |                           |                                    |            |               |
| <b>(osnovna i detaljna) - ukupno</b> |                                    | 149,45        | 98,28         |                           |                                    |            |               |
| <b>Vode I. reda</b>                  |                                    | 12,45         | 11,78         |                           |                                    |            |               |
| <b>Vode II. reda</b>                 |                                    | 137,00        | 86,50         |                           |                                    |            |               |

U svrhu izgradnje sustavne obrane od poplave (bujica Medvednice), do sada je izgrađeno 19 brana i retencija s retencionim volumenom od 2 035 150 m<sup>3</sup>.

Izvor: Hrvatske vode, Vodnogospodarski odjel za gornju Savu

Izvor: Statistički ljetopis Grada Zagreba, 2016.

Stajačice na području Grada zauzimaju površinu od 264,5 ha. Obuhvaćaju rekreacijska jezera: Bundeck, Jarun i Savica, maksimirska jezera te šljunčare i meandre ispunjene vodom:

|       | Ukupno | Vrsta stajaće vode |                     |              |                |               | Površina ha |
|-------|--------|--------------------|---------------------|--------------|----------------|---------------|-------------|
|       |        | aktivne šljunčare  | napuštene šljunčare | rukavci Save | umjetna jezera | jame i ostalo |             |
| 2015. | 141    | -                  | 10                  | 3            | 6              | 126           | 264,5       |

Izvor: Hrvatske vode, Vodnogospodarski odjel za gornju Savu

Izvor: Statistički ljetopis Grada Zagreba, 2016.

Na **slici 2.3.4.-1.** možemo vidjeti gustoću vodotoka na padinama Medvednice. U središnjem dijelu na nepropusnoj podlozi škriljavaca nalazi se oko 60 izvora. Oni formiraju brojne potoke koji teku prema Gradu sa strmijim gornjim tokom i položitim donjim tokom. Medvednički potoci koji teku južnom padinom Medvednice i ulaze u grad su: potoci zapadnog područja (Dolje, Dubravica, Medpotoki, Vrapčak, Kustošak, Čnomerec), potoci središnjeg područja (Kunišćak, Jelenovec, Kraljevec, Gračanski, Remetski potok) i potoci istočnog područja (Bliznec, Štefanovec, Čučerska Reka). Najduži među navedenima su: Bliznec (16,6 km), Vrapčak (14,6 km), Štefanovec (11,6 km) i Čnomerec (10 km).

Hidrogeološke značajke područja Grada ovise o hidrogeološkim karakteristikama naslaga, geološko strukturnom sklopu, geomorfološkom položaju i hidrološkim uvjetima. U hidrogeološkom smislu područje Zagreba najvećim dijelom pripada slivu rijeke Save od Podsuseda do Siska i manjim dijelom području Južni obronci Zagrebačke gore. Smjer toka podzemne vode je od zapada prema istoku, paralelno s rijekom Savom dok lokalni smjerovi toka podzemne vode ovise o vodostaju rijeke Save s obzirom na to da ima veliki utjecaj na dinamiku podzemne vode.

Hidrogeološke značajke područja Grada ovise o hidrogeološkim karakteristikama naslaga, geološko strukturnom sklopu, geomorfološkom položaju i hidrološkim uvjetima. U hidrogeološkom smislu područje Zagreba najvećim dijelom pripada slivu rijeke Save od Podsuseda do Siska i manjim dijelom području Južni obronci Zagrebačke gore. Smjer toka podzemne vode je od zapada prema istoku, paralelno s rijekom Savom dok lokalni smjerovi toka podzemne vode ovise o vodostaju rijeke Save s obzirom na to da ima veliki utjecaj na dinamiku podzemne vode.

Iako se prihranjivanje vodonosnika odvija i kroz infiltraciju iz padalina, promjene vodostaja Save dominantno utječu na promjene razina podzemne vode. Sniženje razina podzemne vode na zagrebačkom području bilježi se još od 1950 godine. Povezano je sa sniženjem vodostaja rijeke Save. Jedan od glavnih razloga tome je usijecanje njihovog korita koje je posljedica izgradnje uzvodnih hidroelektrana, regulacije pritoka, a mjestimice i iskopavanja šljunka (Bonacci i Trninić, 1986). Sniženje vodostaja uzrokovalo je sniženje razina podzemnih voda u zaobalju. Na zagrebačkom području, sniženje razina podzemne vode mjestimice je i pod utjecajem eksploatacije podzemnih voda.

Početkom devedesetih godina trend sniženja vodostaja Save zaustavljen je izgradnjom vodnih stuba kod termoelektrane-toplane (TE-TO) Zagreb. Time je zaustavljen i trend sniženja razina podzemne vode uzvodno od vodnih stuba do Podsuseda. To je posebice izraženo na lijevoj obali Save gdje nema značajnijeg crpljenja podzemne vode zbog isključivanja gradskih crpilišta iz vodoopskrbe.

Sniženje razina podzemne vode na zagrebačkom području povezuje se i s velikim crpnim količinama na zagrebačkim crpilištima što se tumači prekomjernim crpljenjem vodonosnika (Bačani i Posavec, 2008, 2009).

#### 2.3.4.1. Pregled stanja vodnih tijela

Za potrebe Planova upravljanja vodnim područjima, provodi se načelno delineacija i proglašavanje zasebnih vodnih tijela površinskih voda na:

- tekućicama s površinom sliva većom od 10 km<sup>2</sup>,
- stajaćicama površine veće od 0.5 km<sup>2</sup>,
- prijelaznim i priobalnim vodama bez obzira na veličinu

Za vrlo mala vodna tijela na lokaciji zahvata koje se zbog veličine, a prema Zakonu o vodama odnosno Direktivi o vodama, ne proglašavaju zasebnim vodnim tijelom primjenjuju se uvjeti zaštite okoliša kako slijedi:

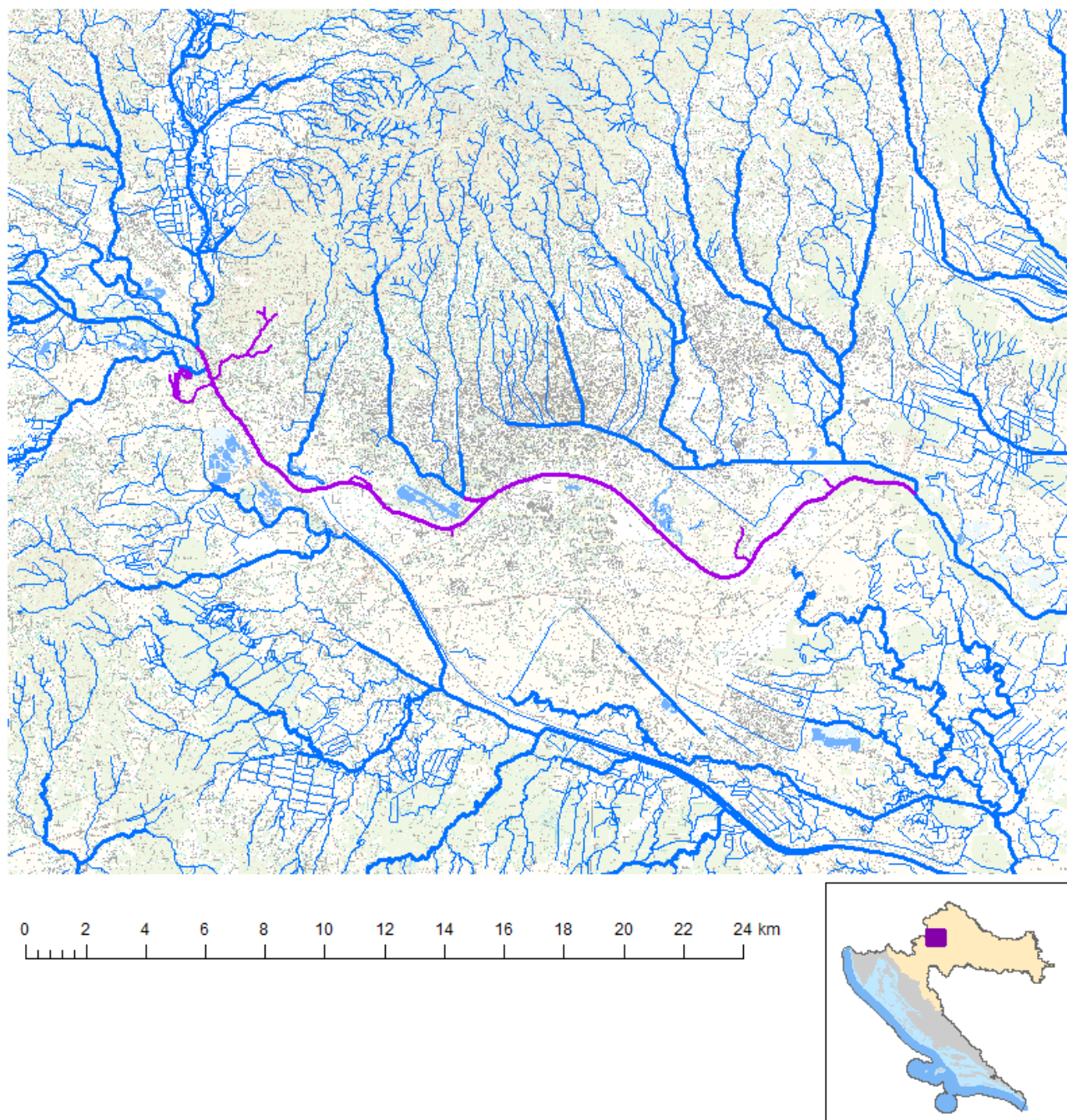
- sve manje vode koje su povezane s vodnim tijelom koje je proglašeno Planom upravljanja vodnim područjima, smatraju se njegovim dijelom i za njih važe isti uvjeti kao za to veće vodno tijelo.
- za manja voda tijela koja nisu proglašena Planom upravljanja vodnim područjima i nisu sastavni dio većeg vodnog tijela, važe uvjeti kao za vodno tijelo iste kategorije (tekućica, stajaćica, prijelazna voda ili priobalna voda) najosjetljivijeg ekotipa iz pripadajuće ekoregije.

Lokacija predmetnog zahvata "Mala hidroelektrana Petruševac 1 i 2" nalazi se na području Grada Zagreba u prostoru pojasa korita rijeke Save na K.O. Žitnjak i K.O.Mičevac. Za potrebe izrade Elaborata zaštite okoliša za navedeni zahvat Hrvatskim vodama dostavljen je zahtjev za pristup informacijama o stanju vodenih tijela, odnosno površinskih i podzemnih voda na području zahvata. Prema Zahtjevu (Klasa: 008-02/17-02/0000270, Urudžbeni br.: 383-17-1) u nastavku slijede stanja površinskih i podzemnih vodnih tijela.

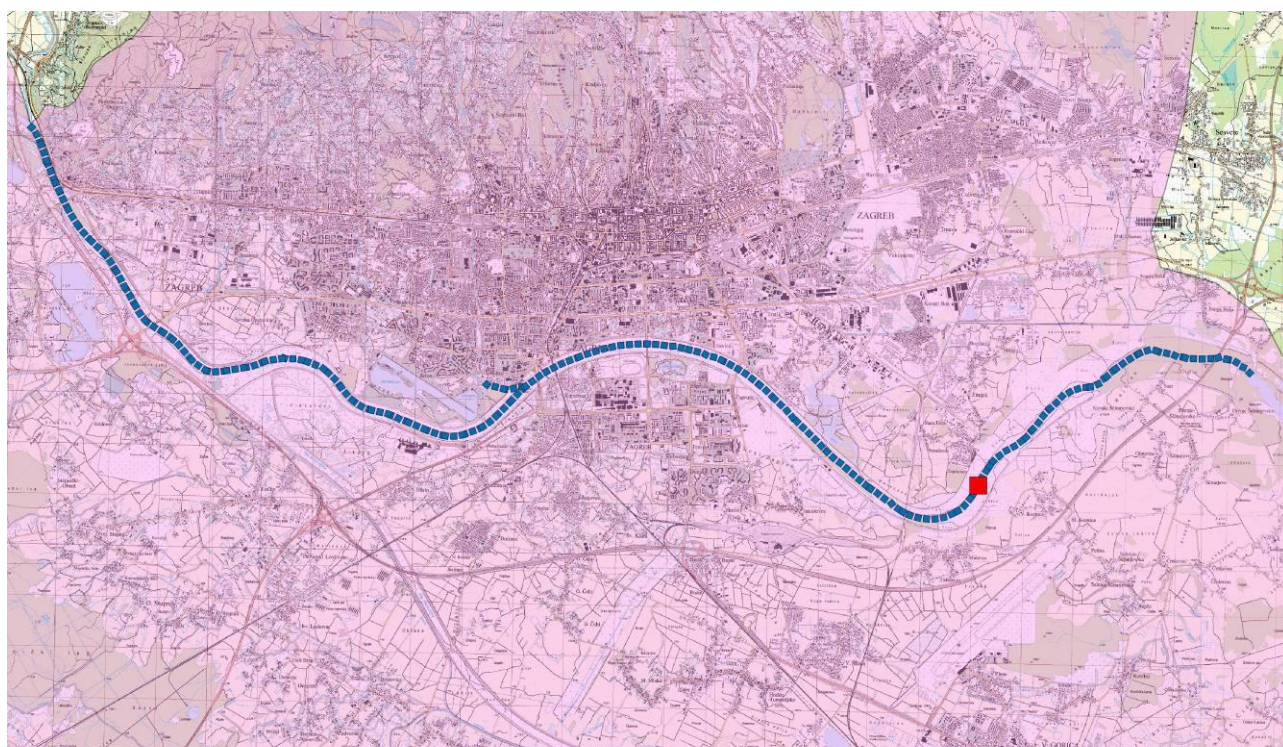
Na području predmetnog zahvata nalazi se:

Površinsko vodno tijelo – CSRN0001\_019 - Sava (**slika 2.3.4.-1. i 2.3.4.-2.**) i

Podzemno vodno tijelo – CSGI\_27 - Zagreb (**slika 2.3.4.-2.**).



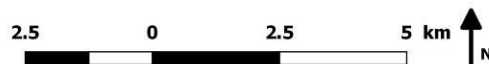
**Slika 2.3.4.-1.** Položaj površinskog vodnog tijela CSRN0001\_019 – Sava, izvor: Plan upravljanja vodnim područjima 2016. – 2021., Izvadak iz Registra vodnih tijela, Hrvatske vode



**Karta površinskog i podzemnog vodnog lica na širem području zahvata**

Legenda:

- MHE Petruševac
- Površinsko vodno tijelo CSRN0001\_019 - Sava
- Podzemno vodno tijelo CSGI\_27 - Zagreb



**Slika 2.3.4.-2.** Karta površinskog i podzemnog vodnog lica na širem području zahvata

Količinsko i kemijsko stanje tijela podzemne vode je dobro (**tablica 2.3.4.-2.**).

**Tablica 2.3.4.-2.** Stanje podzemnog vodnog tijela CSGI\_27, Sava, izvor: Plan upravljanja vodnim područjima 2016. – 2021., Izvadak iz Registra vodnih tijela, Hrvatske vode

| Stanje            | Procjena stanja |
|-------------------|-----------------|
| Kemijsko stanje   | dobro           |
| Količinsko stanje | dobro           |
| Ukupno stanje     | dobro           |

Površinsko vodno tijelo Sava pripada vodnom području rijeke Dunav, podslivu rijeke Save u Panonskoj ekoregiji (**tablica 2.3.4.-3.**). Konačno stanje vodnog tijela pokazuje umjereno ekološko i dobro kemijsko stanje (**tablica 2.3.4.-4.**).

**Tablica 2.3.4.-3.** Karakteristike vodnog tijela CSRN0001\_019 - Sava, izvor: Plan upravljanja vodnim područjima 2016. – 2021., Izvadak iz Registra vodnih tijela, Hrvatske vode

| OPĆI PODACI VODNOG TIJELA CSRN0001_019 |                                                                                                                                  |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Šifra vodnog tijela:                   | CSRN0001_019                                                                                                                     |
| Naziv vodnog tijela                    | Sava                                                                                                                             |
| Kategorija vodnog tijela               | Tekućica / River                                                                                                                 |
| Ekotip                                 | Nizinske vrlo velike tekućice-donji tok Mure i srednji tok Drave i Save (5B)                                                     |
| Dužina vodnog tijela                   | 31.1 km + 12.9 km                                                                                                                |
| Izmjenjenost                           | Izmjenjeno (changed/altered)                                                                                                     |
| Vodno područje:                        | rijeke Dunav                                                                                                                     |
| Podsliv:                               | rijeke Save                                                                                                                      |
| Ekoregija:                             | Panonska                                                                                                                         |
| Države                                 | Nacionalno (HR)                                                                                                                  |
| Obaveza izvješćivanja                  | EU, Savska komisija, ICPDR                                                                                                       |
| Tijela podzemne vode                   | CSGI-27                                                                                                                          |
| Zaštićena područja                     | HR1000002, HR53010006*, HR2000583*, HR2001228*, HR2001311*, HRNVZ_42010009*, HR15614*, HRCM_41033000*<br>(* - dio vodnog tijela) |
| Mjerne postaje kakvoće                 | 10016 (Jankomir, Sava)<br>51140 (nakon utoka Črnomerca uzvodno od rešetke, Vrapčak)<br>10015 (Petruševac, Sava)                  |

**Tablica 2.3.4.-4.** Stanje vodnog tijela CSRN0001\_019 - Sava, izvor: Plan upravljanja vodnim područjima 2016. – 2021., Izvadak iz Registra vodnih tijela, Hrvatske vode

| STANJE VODNOG TIJELA CSRN0001_019         |                       |                                |              |              |                               |
|-------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------|--------------|-------------------------------|
| PARAMETAR                                 | UREDBA<br>NN 73/2013* | ANALIZA OPTEREĆENJA I UTJECAJA |              |              |                               |
|                                           |                       | STANJE                         | 2021.        | NAKON 2021.  | POSTIZANJE CILJEVA<br>OKOLIŠA |
| <b>Stanje, konačno</b>                    | umjereno              | umjereno                       | dobro        | dobro        | procjena nije pouzdana        |
| <b>Ekolosko stanje</b>                    | umjereno              | umjereno                       | dobro        | dobro        | procjena nije pouzdana        |
| <b>Kemijsko stanje</b>                    | dobro stanje          | dobro stanje                   | dobro stanje | dobro stanje | postiče ciljeve               |
| <b>Ekolosko stanje</b>                    | umjereno              | umjereno                       | dobro        | dobro        | procjena nije pouzdana        |
| <b>Biološki elementi kakvoće</b>          | umjereno              | umjereno                       | nema ocjene  | nema ocjene  | nema procjene                 |
| <b>Fizikalno kemijski pokazatelji</b>     | dobro                 | dobro                          | dobro        | dobro        | postiče ciljeve               |
| <b>Specifične onečišćujuće tvari</b>      | vrlo dobro            | vrlo dobro                     | vrlo dobro   | vrlo dobro   | postiče ciljeve               |
| <b>Hidromorfološki elementi</b>           | dobro                 | dobro                          | dobro        | dobro        | procjena nije pouzdana        |
| <b>Biološki elementi kakvoće</b>          | umjereno              | umjereno                       | nema ocjene  | nema ocjene  | nema procjene                 |
| <b>Fitobentos</b>                         | umjereno              | umjereno                       | nema ocjene  | nema ocjene  | nema procjene                 |
| <b>Makrozoobentos</b>                     | dobro                 | dobro                          | nema ocjene  | nema ocjene  | nema procjene                 |
| <b>Fizikalno kemijski pokazatelji</b>     | dobro                 | dobro                          | dobro        | dobro        | postiče ciljeve               |
| <b>BPK5</b>                               | dobro                 | dobro                          | vrlo dobro   | vrlo dobro   | postiče ciljeve               |
| <b>Ukupni dušik</b>                       | dobro                 | dobro                          | dobro        | dobro        | postiče ciljeve               |
| <b>Ukupni fosfor</b>                      | dobro                 | dobro                          | dobro        | dobro        | postiče ciljeve               |
| <b>Specifične onečišćujuće tvari</b>      | vrlo dobro            | vrlo dobro                     | vrlo dobro   | vrlo dobro   | postiče ciljeve               |
| <b>arsen</b>                              | vrlo dobro            | vrlo dobro                     | vrlo dobro   | vrlo dobro   | postiče ciljeve               |
| <b>bakar</b>                              | vrlo dobro            | vrlo dobro                     | vrlo dobro   | vrlo dobro   | postiče ciljeve               |
| <b>cink</b>                               | vrlo dobro            | vrlo dobro                     | vrlo dobro   | vrlo dobro   | postiče ciljeve               |
| <b>krom</b>                               | vrlo dobro            | vrlo dobro                     | vrlo dobro   | vrlo dobro   | postiče ciljeve               |
| <b>fluoridi</b>                           | vrlo dobro            | vrlo dobro                     | vrlo dobro   | vrlo dobro   | postiče ciljeve               |
| <b>adsorbilni organski halogeni (AOX)</b> | vrlo dobro            | vrlo dobro                     | vrlo dobro   | vrlo dobro   | postiče ciljeve               |
| <b>poliklorirani bifenili (PCB)</b>       | vrlo dobro            | vrlo dobro                     | vrlo dobro   | vrlo dobro   | postiče ciljeve               |
| <b>Hidromorfološki elementi</b>           | dobro                 | dobro                          | dobro        | dobro        | procjena nije pouzdana        |
| <b>Hidrološki režim</b>                   | dobro                 | dobro                          | dobro        | dobro        | procjena nije pouzdana        |
| <b>Kontinuitet toka</b>                   | dobro                 | dobro                          | dobro        | dobro        | procjena nije pouzdana        |
| <b>Morfološki uvjeti</b>                  | dobro                 | dobro                          | dobro        | dobro        | procjena nije pouzdana        |
| <b>Indeks korištenja (ikv)</b>            | dobro                 | dobro                          | dobro        | dobro        | postiče ciljeve               |
| <b>Kemijsko stanje</b>                    | dobro stanje          | dobro stanje                   | dobro stanje | dobro stanje | postiče ciljeve               |
| <b>Klorfenvinfos</b>                      | dobro stanje          | dobro stanje                   | nema ocjene  | nema ocjene  | nema procjene                 |
| <b>Klorpirifos (klorpirifos-etil)</b>     | dobro stanje          | dobro stanje                   | nema ocjene  | nema ocjene  | nema procjene                 |
| <b>Diuron</b>                             | dobro stanje          | dobro stanje                   | nema ocjene  | nema ocjene  | nema procjene                 |
| <b>Izoproturon</b>                        | dobro stanje          | dobro stanje                   | nema ocjene  | nema ocjene  | nema procjene                 |

**NAPOMENA:**  
 Određeno kao izmjenjeno vodno tijelo prema analizi opterećenja i utjecaja - Nepouzdana ocjena hidromorfoloških elemenata zbog nedostatka referentnih uvjeta i klasifikacijskog sustava  
 NEMA OCJENE: Fitoplankton, Makrofiti, Ribe, pH, KPK-Mn, Amonij, Nitrati, Ortofosfati, Pentabromdifenileter, C10-13 Kloroalkani, Tributikositrovi spojevi, Trifluralin  
 DOBRO STANJE: Alaklor, Antracen, Atrazin, Benzen, Kadmijs i njegovi spojevi, Tetraklorugljik, Ciklodienski pesticidi, DDT ukupni, para-para-DDT, 1,2-Dikloretan, Diklometan, Di(2-etilheksil)ftalat (DEHP), Endosulfan, Fluoranten, Heksaklorbenzen, Heksaklorbutadien, Heksaklorcikloheksan, Olovo i njegovi spojevi, Živa i njezini spojevi, Naftalen, Nikal i njegovi spojevi, Nonilfenol, Oktifenol, Pentaklorbenzen, Pentaklorfenol, Benzo(a)piren, Benzo(b)fluoranten; Benzo(k)fluoranten, Benzo(g,h,i)perilen; Ideno(1,2,3-cd)piren, Simazin, Tetrakloretilen, Trikloretalen, Triklorbenzeni (svi izomeri), Triklometan

\*prema dostupnim podacima

#### 2.3.4.2. Rizik od poplava na području zahvata

Karta opasnosti od poplava prikazuje tri specifična scenarija. Izrađena je u mjerilu 1:25000 za ona područja koja su u Prethodnoj procjeni rizika od poplava određena kao područja s potencijalno značajnim rizicima od poplava te u okviru Plana upravljanja rizicima od poplava sukladno odredbama članaka 111. i 112. Zakona o vodama (NN, 153/09, 63/11, 130/11, 56/13 i 14/14). Analizirano je tri scenarija za fluvijalne, bujične i poplave mora prema Direktivi 2007/60/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 23. listopada 2007. o procjeni i upravljanju rizicima od poplava:

- poplave velike vjerojatnosti pojavljivanja
- poplave srednje vjerojatnosti pojavljivanja
- poplave male vjerojatnosti pojavljivanja uključujući poplave uslijed mogućih rušenja nasipa na većim vodotocima te rušenje visokih brana – umjetne poplave.

Na karti opasnosti od poplava (**slika 2.3.4.-3.**) lokacija predmetnog zahvata nalazi se u području velike i srednje vjerojatnosti pojavljivanja poplava, cca 200 m od obrambenog nasipa s lijeve i desne strane – nasip uz l.o. rijeke Save, na dionici branjenja C.14.1. rijeka Sava, l.o.; "Utok GOK Zagreb – utok Krapine."

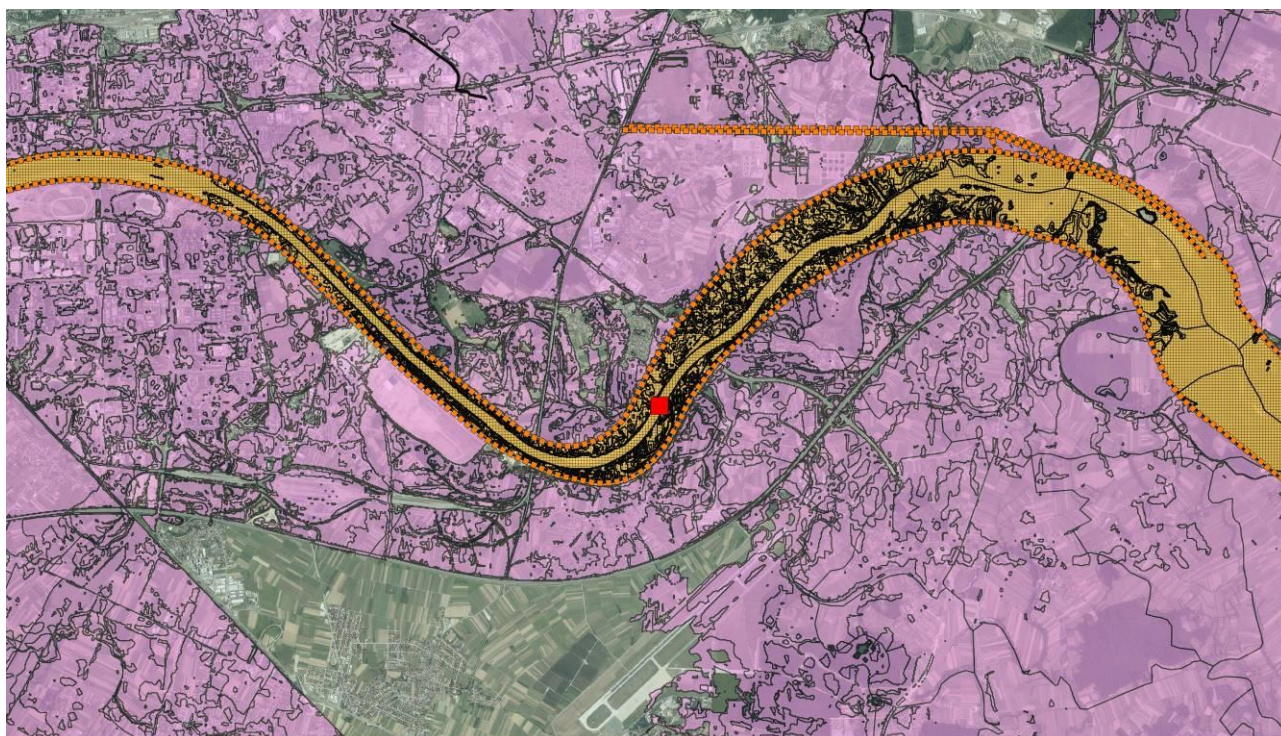
Prema Glavnom provedbenom planu obrane od poplava lokacija zahvata pripada:

Sektoru C i branjenom području 14 – središnji dio područja malog sliva "Zagrebačko prisavlje" (Gradovi Zagreb, Samobor i Sveta Nedjelja i općina Stupnik).

Studija "*Conceptual Solutions and Reports*" (*Regulations, Development and Utilisations of Sava River in Zagreb*) iz 2014. godine ponudila je optimalna rješenja za ublažavanje vjerojatnosti pojavljivanja poplavlivanja na području Zagreba. U studiji se navode tri (hidro) tehničke mogućnosti (Opcija 0, 1 i 2) kao sustav mjera obrane od poplava. Kroz Opciju 2 (**slika 2.3.4.-4**) predložen je višenamjenski vodno (hidroenergetski) inženjerski sustav za regulaciju rijeke Save od Siska do granice sa Slovenijom unutar kojeg se nalazi i MHE Petruševac.

Aдекватna izvodljivost s najuspješnijim sustavom obrane od poplava prikazana je kroz tri opcije i hipotetske hazardne scenarije koji predstavljaju osnovne jedinice za analizu opasnosti od poplava (Operational failure, Structure collapse, Levee failure during high water event, Levee failure during normal operation of HPPs and Flood in excess of design).

Analizirajući rezultate studije, Opcija 2 ispada kao najpovoljniji sustav obrane od poplava za područje Grada Zagreba. S obzirom na to da će cijeli sustav imati najveći broj kontrolnih struktura (hidroelektrane, kanali) opasnost od cjelokupnog operacijskog neuspjeha je negativna.



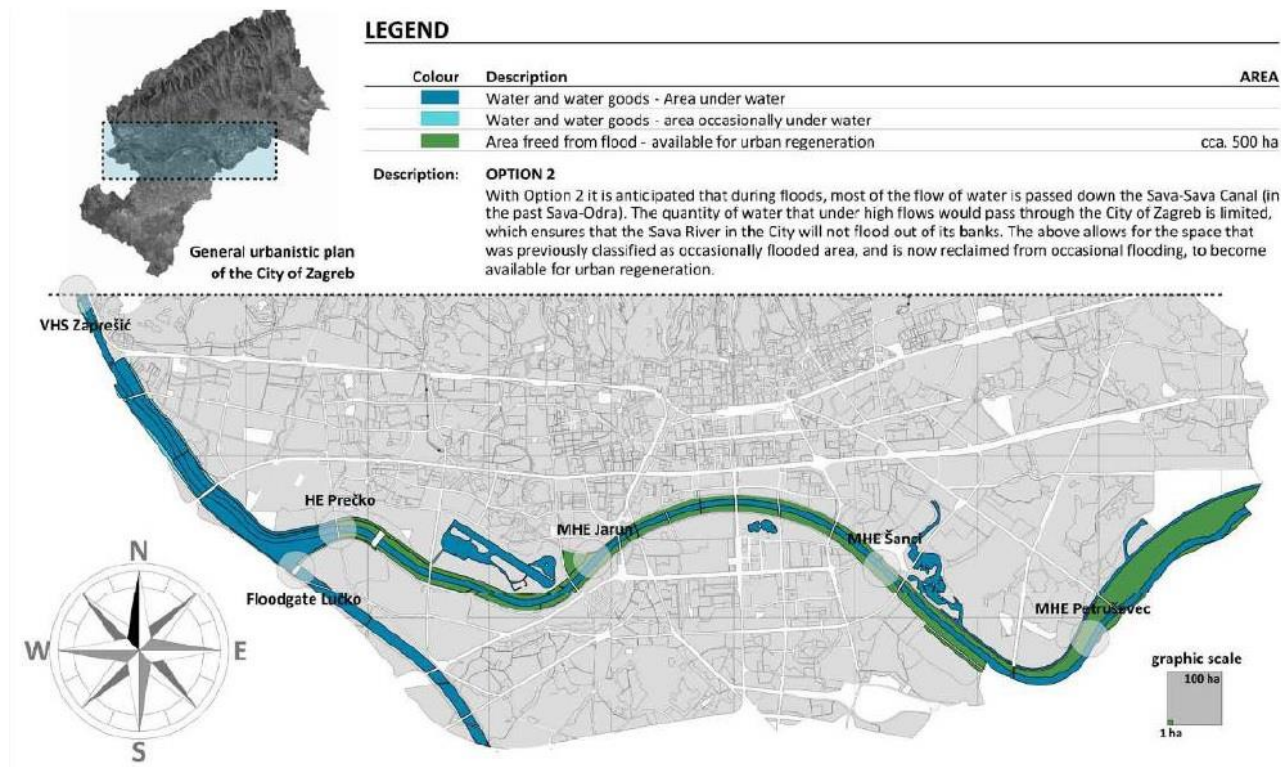
Karta opasnosti od poplava po vjerojatnosti poplavljanja za šire područje zahvata

Legenda:

- MHE Petruševac
- Nasipi
- Opasnost\_VV
- Opasnost\_SV
- Opasnost\_MV



Slika 2.3.4.-3. Karta opasnosti od poplava po vjerojatnosti pojavljivanja za šire područje zahvata, izvor: Hrvatske vode



Slika 2.3.4.-4. Prikaz Opcije 2 – sustav obrane od poplava na području Grada Zagreba, izvor: Protection, Development and Utilisation of Sava River in Zagreb, Feasibility Study, SEA and CBA

### 2.3.5. Geološke i seizmološke karakteristike prostora

S obzirom na to da se lokacija zahvata nalazi u dolini rijeke Save, pri analizi geološke građe i sastava promatrat ćemo nešto širi prostor savske doline na području Grada.

Geološki sastav i građa lokacije zahvata prikazani su na isječku iz Osnovne geološke karte, list Ivanić – Grad (**slika 2.3.5.-1.**) i pripadajućem tumaču. Podaci prikazuju da je prostor sastavljen od šljunaka, pijeska, siltova, gline i muljeva.

Mogu se izdvojiti sljedeće litostratigrafske jedinice:

Kvartarni aluvij recentnih tokova, aluvij duge savske terase, facijes mrtvaja, facijes poplava te bezkarbonatni kopneni prapor, močvarni prapor, deluvij – proluvij i šljunci, pijesci i gline pleistocenske starosti.

Lokacija zahvata pozicionirana je u dolini rijeke na čijem terenu prevladava aluvij recentnih tokova. Mogu se razlikovati aluvijalni sedimenti izgrađeni od pretežno krupnozrnih fragmenata i sitnozrnatih čestica. Najznačajniji recentni element krupnozrnih sedimenata je savski nanos. Sedimente recentnog toka Save izrađuju pijesci i šljunci debljine 30 do 40 m.

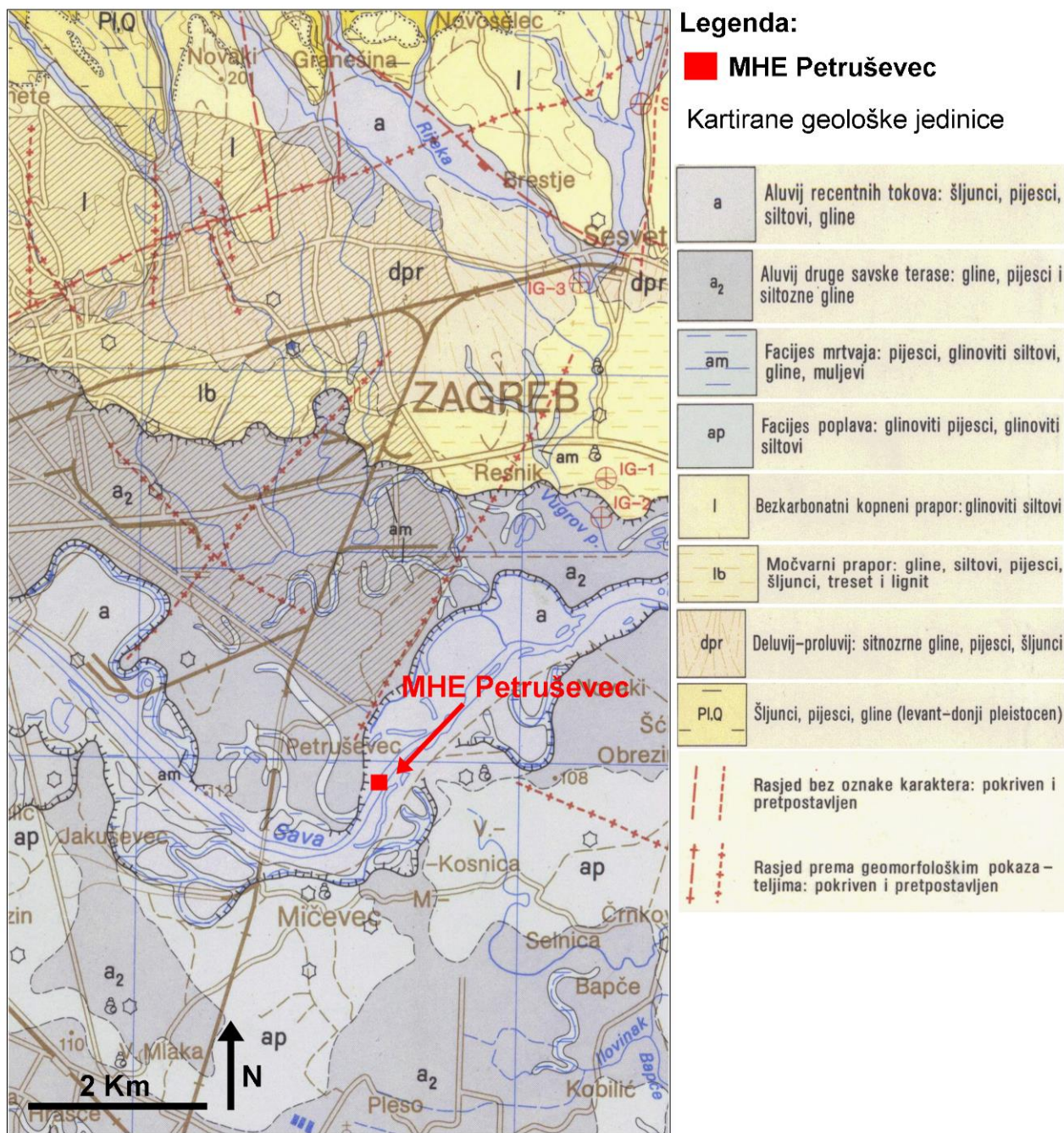
U geološko strukturnom smislu promatrani prostor nalazi se u tektonskoj jedinici: Savski tektonski rov. Na isječku iz Osnovne geološke karte (**slika 2.3.5.-1.**) uočeni su pokriveni i pretpostavljeni rasjedi. Prevladavajući rasjedi u savskoj dolini su dinarskog pravca pružanja. Duž rasjeda formirani su brojni pozitivni ili negativni strukturni oblici. Prisutno je i recentno spuštanje i izdizanje određenih dijelova područja te aktivnost rasjeda. Na to ukazuju razlike u debljini fluvijalnih sedimenata, deformacije manjih vodenih tokova i laktasta skretanja toka Save.

Na temelju podataka o seizmičnosti Hrvatske i susjednih područja izračunata je i kartama prikazana potresna opasnost za cjelokupni teritorij Hrvatske. Potresna opasnost iskazana je najvećom horizontalnom akceleracijom tla tijekom potresa koja se u prosjeku premašuje jednom u 475 odnosno 95 godina. Procjenjuje se tzv. vjerojatnosnim postupkom gdje se provodi statistička obrada podataka. Osnovni podaci za analizu sadržani su u katalozima potresa.

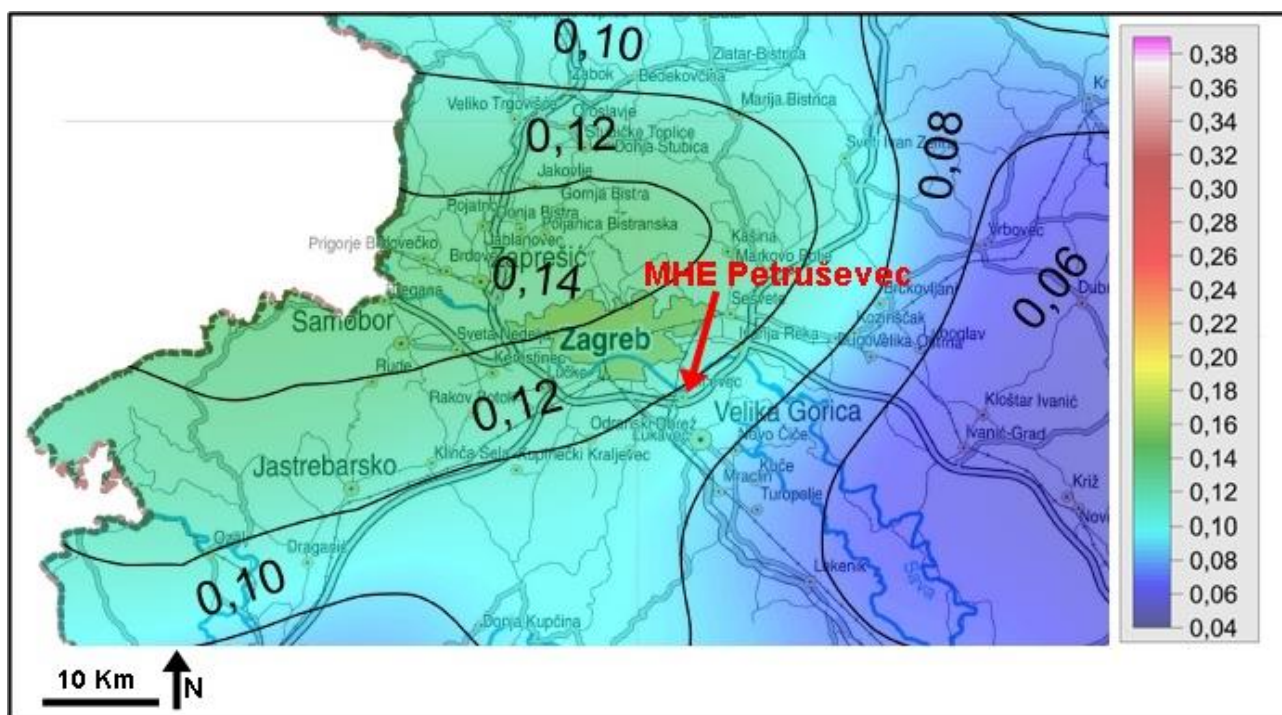
Izračunati hazard ukazuje na to da su potresima najugroženija područja južne Dalmacije, Hrvatskog primorja te šira okolica Zagreba. Najmanja je opasnost u Istri i na kvarnerskim otocima te u dijelovima Like i Slavonije.

Kartama su prikazana potresom prouzročena horizontalna poredbena vršna ubrzanja tla (agR) tipa A uz vjerojatnost premašaja od 10 % u 50 godina za povratna razdoblja od 95 i 475 godina.

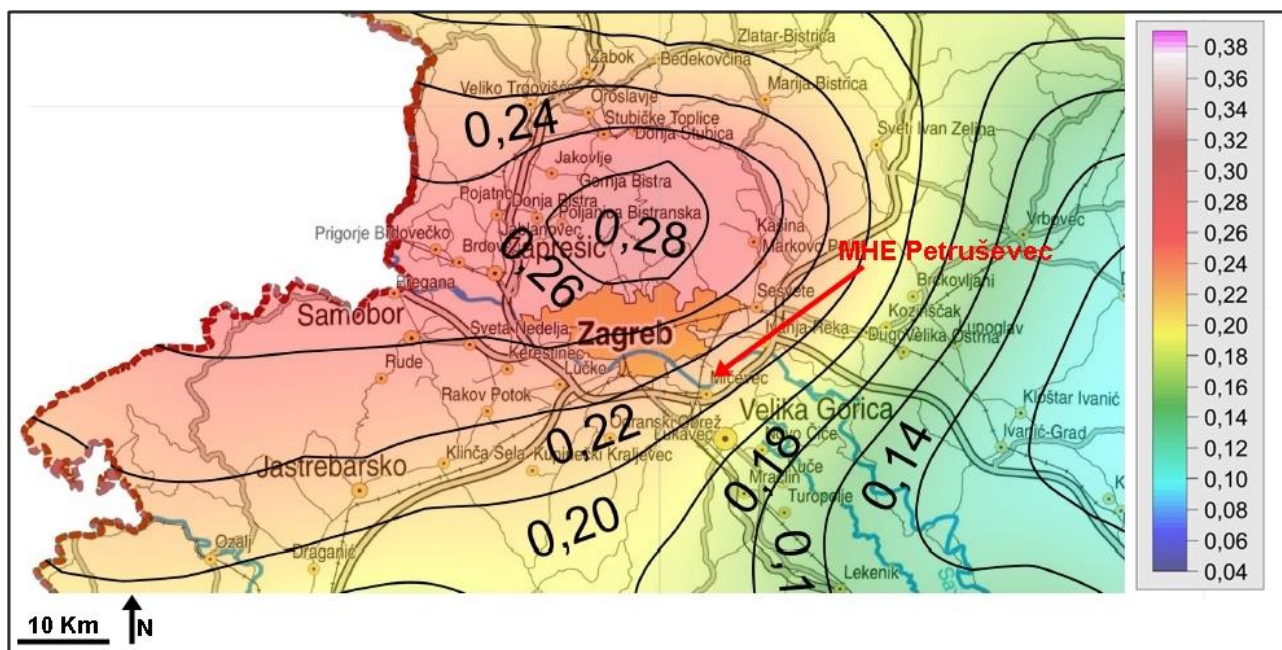
Prema karti za povratno razdoblje od 95 godina (**slika 2.3.5.-2.**) lokacija zahvata pri potresnom udaru može očekivati maksimalno ubrzanje tla od 0,10 do 0,12 g, dok za povratno razdoblje od 475 godina maksimalno ubrzanje tla, prouzročeno potresom, iznosi 0,22 g (**slika 2.3.5.-3.**).



Slika 2.3.5.-1. Isječak iz Osnovne geološke karte 1:100000, list Ivanic-Grad L33-81



Slika 2.3.5.-2. Karta potresne opasnosti RH za povratno razdoblje od 95 god  
Izvor: <http://seizkarta.gfz.hr/karta.php>



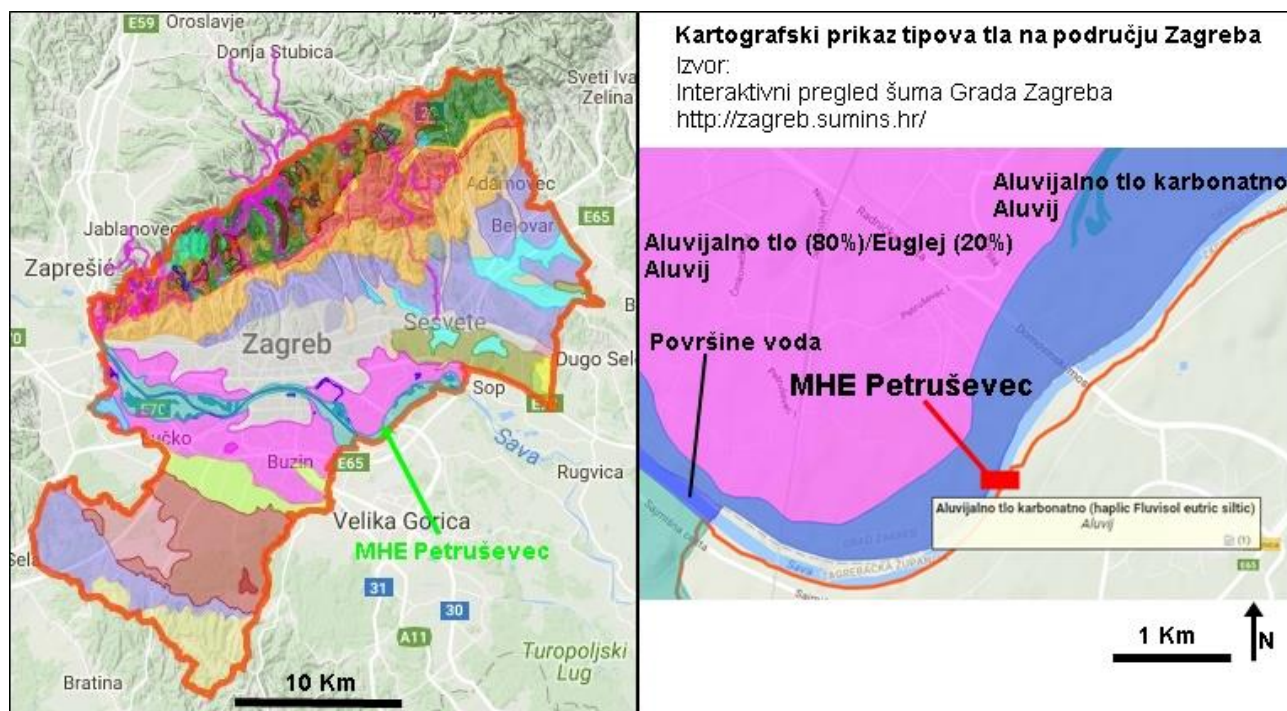
Slika 2.3.5.-3. Karta potresne opasnosti RH za povratno razdoblje od 475 god  
Izvor: <http://seizkarta.gfz.hr/karta.php>

### 2.3.6. Pedološke karakteristike tla prostora

Na digitalnom kartografskom prikazu tipova tla za područje Zagreba možemo vidjeti kako se lokacija zahvata nalazi u području hidromorfni tla tj., pretežito aluvijalnog tla. Na prikazu je rozom bojom označeno aluvijalno tlo s 20 % udjelom eugleja, plavom bojom aluvijalno tlo karbonatno te svijetlo plavom bojom površine voda (**slika 2.3.6.-1.**).

Hidromorfna tla nastaju uslijed prekomjernog vlaženja oborinskom vodom ili stranim vodama različitog podrijetla. Prema pedološkoj klasifikaciji dijele se na pet klasa. Aluvijalna tla spadaju u drugu klasu – hidromorfna nerazvijena tla, koja predstavljaju recentni vodom ispunjeni sediment na plavnim zaravnima, deltama rijeka ili malim protocima. Pretežito su zastupljena na periodično plavljenim površinama aluvijalnih zaravni, riječnim koritima i dolinama, te močvarama u zoni plime i oseke u svim klimatskim područjima. Euglej predstavlja tlo s jasnim znacima prekomjernog vlaženja. Najčešće su zastupljena u centralnim dijelovima riječnih dolina, depresijama i nižim reljefnim područjima s plitkom površinskom ili podzemnom vodom.

Heterogenost tipova tala na području Grada Zagreba rezultat je međusobnog odnosa geološke građe, reljefa i klime. Pedološki sloj oblikuju automorfna i hidromorfna tla koja su rasprostranjena sukladno postanku.



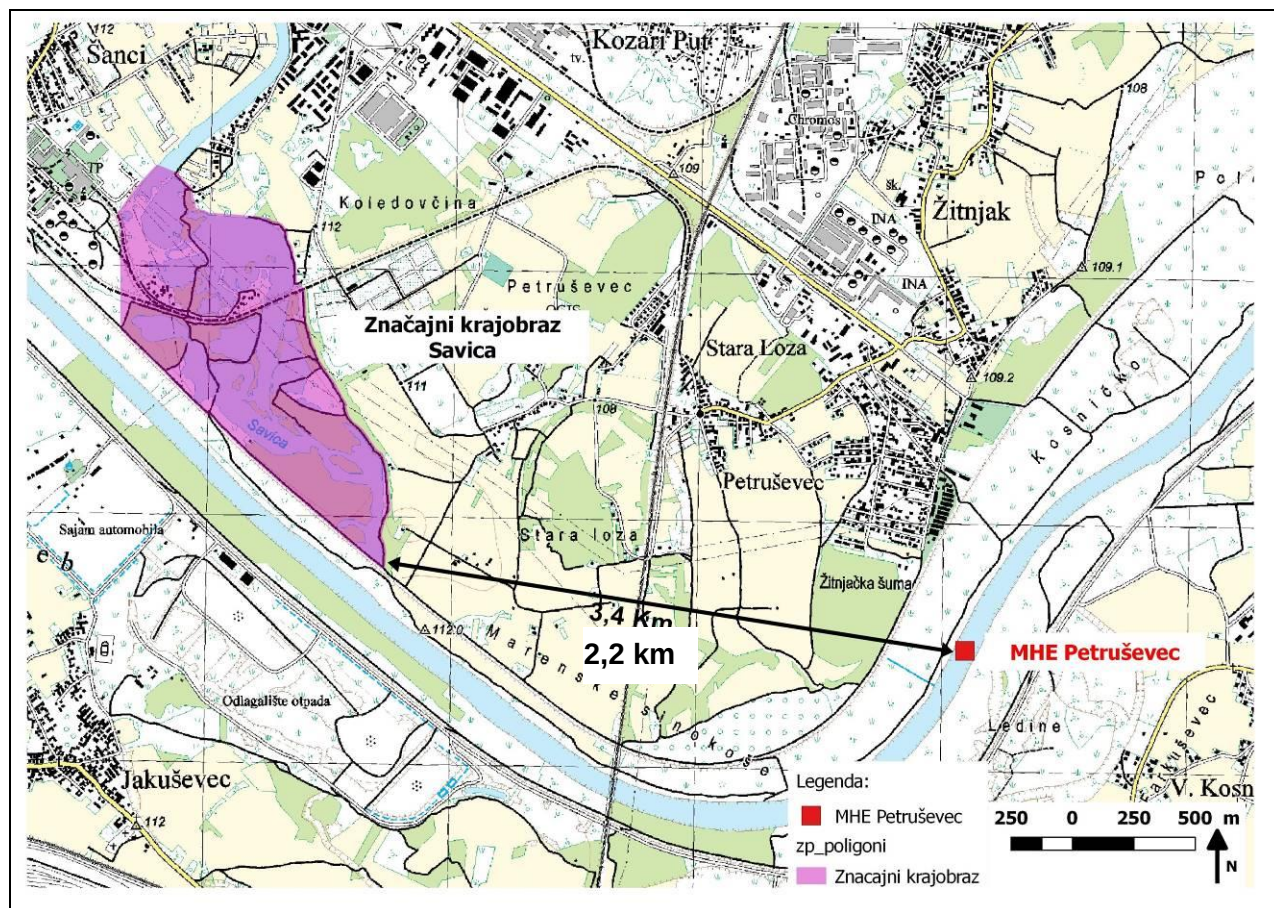
**Slika 2.3.6.-1.** Digitalni kartografski prikaz tipova tla na području Zagreba  
Izvor: <http://zagreb.sumins.hr/>

### 2.3.7. Bioraznolikost

#### Zaštićena područja prirode

U široj okolici zahvata odnosno u krugu od 10 km, nalazi se osam zaštićenih područja. Od toga je jedan značajni krajobraz (Savica) i sedam spomenika parkovne arhitekture. Spomenici parkovne arhitekture nalaze se u urbanom području grada Zagreba i značajno su udaljeni da bi ikakav direktni utjecaj predmetnog zahvata bio moguć. Značajni krajobraz Savica udaljen je oko 2,2 km zračne linije od lokacije planirane brane MHE Petruševac 1 i 2, te oko 3,4 km uzvodno riječnim putem (slika 2.3.7.-1.).

**Značajni krajobraz Savica** predstavlja kompleks močvarnih staništa s lijeve obale rijeke Save na području Grada Zagreba. Sastoji se od velikog dobro očuvanog rukavca Save i niza starih napuštenih šljunčara obraslih vodenom i močvarnom vegetacijom koje su kroz godine poprimile svojstva vrijednog poluprirodnog staništa. Savica je jedini preostali savski rukavac na velikom području rijeke Save od granice sa Slovenijom do polovice gornje Posavine, do Veleševca. Svi su ostali riječni rukavci zatrpani, meliorirani ili su presušili. To je jedan mali (osiromašeni, ali još uvijek bogat) ostatak izvornih posavskih riječnih poplavnih staništa.



Slika 2.3.7.-1. Odnos lokacije zahvata i značajnog krajobraza Savica

## Ekološka mreža

### Područja očuvanja značajna za ptice (POP)

Ciljevi očuvanja POP područja „Sava kod Hrušćice“ (HR1000002) su prikazani u **tablici 2.3.7.-1.** u kojoj je dan status vrsta prema Zakonu o zaštiti prirode te Crvenim knjigama.

**Tablica 2.3.7.-1.** Ciljevi očuvanja POP područja HR1000002 Sava kod Hrušćice

| Identifikacijski broj područja | Naziv područja    | Znanstveni naziv vrste    | Hrvatski naziv vrste | Zakonska zaštita prema Zakonu u zaštiti prirode | Status ugroženosti prema Crvenim knjigama |
|--------------------------------|-------------------|---------------------------|----------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| HR1000002                      | Sava kod Hrušćice | <i>Alcedo atthis</i>      | vodomar              | SZ                                              | NT (gp)                                   |
|                                |                   | <i>Lanius collurio</i>    | rusi svračak         | -                                               | LC (gp)                                   |
|                                |                   | <i>Sterna albifrons</i>   | mala čigra           | SZ                                              | EN (gp)                                   |
|                                |                   | <i>Sterna hirundo</i>     | crvenokljuna čigra   | SZ                                              | NT (gp)                                   |
|                                |                   | <i>Actitis hypoleucos</i> | mala prutka          | SZ                                              | VU (gp)                                   |
|                                |                   | <i>Riparia riparia</i>    | bregunica            | SZ                                              | VU (gp)                                   |

SZ – strogo zaštićena vrsta, NT – gotovo ugrožena, EN – ugrožena, VU – osjetljiva, LC – najmanje zabrinjavajuća. Gp – gnijezdeća populacija.

Lokacija zahvata nalazi se u dijelu rijeke Save koji naglo prelazi iz gornjeg bržeg toka u sporiji nizinski tok što u predmetnom području zahvata omogućuje opstanak riječnih staništa šljunkovitih otoka i sprudova, koja su na ostalim dijelovima Save, uglavnom već uništena zbog brana na Savi koje sprječavaju dotok šljunka i uzrokuju ukapanje korita rijeke.

Područje očuvanja značajno za ptice „Sava kod Hrušćice“ (HR1000002) zauzima površinu od 1.527,26 ha rijeke Save nizvodno od grada Zagreba. Na ovom području nalazimo prirodne strme riječne obale koje su ogoljene ili obrasle zajednicama vrba i topola. Na ovom području prisutna je raznolikost vodenih staništa (izmjene staništa slatkovodnih stajaćica i tekućica) te ono predstavlja hranilište čigrama i drugim vrstama ptica. Područje ekološke mreže Save Kod Hrušćice predstavlja najbogatije mjesto za gniježđenje na potezu sliva rijeke Save u Hrvatskoj i to ptica koje se gnijezde na šljunkovitim otocima pri čemu se po važnosti izdvajaju gnijezdeće vrste *Sterna hirundo* (crvenokljuna čigra) i *Sterna albifrons* (mala čigra). Strme riječne obale predstavljaju važna mjesta gniježđenja za vrste *Alcedo atthis* (vodomar) i *Riparia riparia* (bregunica). Vrste *Actitis hypoleucos* (mala prutka) i *Riparia riparia* (bregunica) su navedene u Crvenoj knjizi ptica Hrvatske. Izvor (<http://www.bioportal.hr/gis/>)

Kao najznačajniji negativni pritisci na ovo područje navedeni su uklanjanje sedimenta (mulja i ostalih tipova supstrata), kanaliziranje i općenito modifikacija hidrografskih funkcija.

## Područja očuvanja značajna za vrste i stanišne tipove (POVS)

Ciljevi očuvanja POVS područja „Sava nizvodno od Hrušćice“ (HR2001311) su prikazani u **tablici 2.3.7.-2.**

**Tablica 2.3.7.-2.** Ciljevi očuvanja za POVS HR2001311 Sava nizvodno od Hrušćice

| Identifikacijski broj i naziv područja  | Hrvatski naziv vrste / Hrvatski naziv staništa                                                   | Znanstveni naziv vrste / Šifra stanišnog tipa | Zakonska zaštita prema Zakonu o zaštiti prirode | Status ugroženosti prema Crvenim knjigama |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| HR2001311,<br>Sava nizvodno od Hrušćice | Prirodne eutrofne vode sa vegetacijom <i>Magnopotamnion</i> ili <i>Hydrocharition</i>            | 3150                                          |                                                 |                                           |
|                                         | Rijeke s muljevitim obalama sa vegetacijom <i>Chenopodion rubri p.p.</i> i <i>Bidention p.p.</i> | 3270                                          |                                                 |                                           |
|                                         | Aluvijalne šume ( <i>Alno – padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i> )         | 91E0*                                         |                                                 |                                           |
|                                         | Velika pliska                                                                                    | <i>Alburnus sarmaticus</i>                    | SZ                                              | VU                                        |
|                                         | Bolen                                                                                            | <i>Aspius aspius</i>                          | -                                               | VU                                        |
|                                         | Veliki vijun                                                                                     | <i>Cobitis elongata</i>                       | SZ                                              | VU                                        |
|                                         | Vijun                                                                                            | <i>Cobitis elongatoides</i>                   | -                                               | -                                         |
|                                         | Dunavska paklara                                                                                 | <i>Eudontomyzon vladkovi</i>                  | SZ                                              | NT                                        |
|                                         | Prugasti balavac                                                                                 | <i>Gymnocephalus schraetzer</i>               | SZ                                              | CR                                        |
|                                         | Gavčica                                                                                          | <i>Rhodeus amarus</i>                         | -                                               | -                                         |
|                                         | Bjeloperajna krkuša                                                                              | <i>Romanogobio vladkovi</i>                   | SZ                                              | DD                                        |
|                                         | Plotica                                                                                          | <i>Rutilus virgo</i>                          | -                                               | NT                                        |
|                                         | Mali vretenac                                                                                    | <i>Zingel streber</i>                         | SZ                                              | VU                                        |
|                                         | Veliki vretenac                                                                                  | <i>Zingel zingel</i>                          | SZ                                              | VU                                        |
|                                         | Rogati regoč                                                                                     | <i>Ophiogomphus cecilia</i>                   | SZ                                              | VU                                        |
|                                         | Obična lisanka                                                                                   | <i>Unio crassus</i>                           | SZ                                              | -                                         |

SZ – strogo zaštićena vrsta, VU – osjetljiva, NT – gotovo ugrožena, CR – kritično ugrožena, DD – nedovoljno poznata

Područje očuvanja značajno za vrste i stanišne tipove HR2001311 Sava nizvodno od Hrušćice zauzima površinu od 13.157,32 ha te se nalazi u starom rukavcu lijeve strane obale Save kod Ivanje Reke. Područje obuhvaća okolne šljunčare i poljodjelske površine uz riječni tok.

Na ovom dijelu toka rijeka Sava naglo prelazi iz gornjeg bržeg toka u sporiji nizinski tok. Stoga još jedino na ovom području nalazimo riječna staništa šljunkovitih otoka i sprudova, koja su na ostalim dijelovima Save, uglavnom već uništena zbog brana na Savi koje sprječavaju dotok šljunka i uzrokuju ukapanje korita rijeke. Na ovom području nalazimo prirodne strme riječne obale koje su ogoljene ili obrasle zajednicama vrba i topola. Na ovom području prisutna je raznolikost vodenih staništa (izmjene staništa slatkovodnih stajaćica i tekućica).

Ovo područje je od značaja za zajednice *Chenopodion rubri p. p.*, *Bidention p. p.*, aluvijalne šume *Galio - Salicetum albae* i *Salici Populateum nigrae*. Važno je područje za očuvanje velikog vijuna koji ovdje obitava i čini 45% ukupne populacije u Hrvatskoj. Druge ciljane vrste riba koje nalazimo na ovom području su *Aspius aspius* (bolen), *Cobitis elongatoides* (vijun), *Eudontomyzon vladkovi* (dunavska paklara), *Gymnocephalus schraetzer* (prugasti balavac), *Romanogobio vladkovi* (bjeloperajna krkuša), *Zingel streber* (mali vretenac) i *Zingel zingel* (veliki vretenac). Ovdje se izdvaja i *Rutilus virgo* (plotica) koja ovdje čini oko 30% ukupne populacije u Hrvatskoj. Na ovom području nalazimo i veliku populaciju vrste *Ophiogomphus cecilia* (rogati regoč) što ga čini važnim za održavanje populacije. Također, ovo je važno područje za zaštitu vrste slatkovodnog školjkaša *Unio crassus* (obična lisanka). (<http://www.bioportal.hr/gis/>)

Kao najznačajniji negativni pritisci na ovo područje navedeni su pomicanje sedimenta (mulja i ostalih tipova supstrata) i kanaliziranje.

## **Flora i staništa**

Na širem području zahvata može se naći devet stanišnih tipova prema Nacionalnoj klasifikaciji staništa RH. To su slatkovodna staništa, staništa vezana za vode i kultivirane površine.

Od slatkovodnih staništa tu su stalne stajačice (A.1.1.) i stalni vodotoci (A.2.3.). Stalne stajačice su slatkovodna jezera, lokve ili dijelovi takvih vodenih površina prirodnog ili antropogenog podrijetla u kojima se stalno zadržava voda, iako njena razina može oscilirati, zajedno s prisutnim pelagičkim i bentoskim vodama. Pod stalne vodotoke ubrajamo potoke i rijeke koji su pak površinske vode različite brzine strujanja koje teku koritima nastalim djelovanjem vode.

Jedno od najzastupljenijih staništa na širem području zahvata su mozaici kultiviranih površina (I.2.1.). To su mozaici različitih kultura na malim parcelama, u prostornoj izmjeni s elementima prigradskih naselja i/ili prirodne i poluprirodne vegetacije.

Od travnjačkih staništa na lokaciji zahvata nalaze se mezofilne livade Srednje Europe (C.2.3.) koje pripadaju razredu *Molinio-arhenatheretea* i one predstavljaju najkvalitetnije livade košanice razvijene na površinama koje su često gnojene i kose se dva do tri puta godišnje, a u predmetnom slučaju prihranjivane su riječnim sedimentom u vrijeme izlivanja rijeke u inundacijski pojas te košene održavanje tog pojasa od strane javnih službi.

Također, na širem području uz Savu nalaze se i vrbici na sprudovima (D.1.1.), poplavne šume vrba (E.1.1.), poplavne šume topola (E.1.2.), poplavne šume crne johe i poljskog jasena (E.2.1.) te mješovite hrastovo-grabove i čiste grabove šume (E.3.1.). Vrbici na sprudovima (razred *Salicetea purpureae*) predstavljaju skup staništa i na njih vezanih biljnih zajednica listopadnih šikara koji se formira u gornjim i srednjim tokovima rijeka koje u Srednjoj Europi teku iz alpskog prostora. Poplavne šume vrba i topola rastu uz vodene tokove te su uglavnom često plavljene i pod stalnim utjecajem dopunskog vlaženja podzemnom vodom. Poplavne šume crne johe i poljskog jasena (sveze *Alno-Ulmion* i *Alnion glutinosae*) su tipične poplavne šume srednjoeuropskih i sjevernopirinejskih vodenih tokova nižih položaja, na tlima koja su periodično plavljena tijekom godišnjeg visokog vodostaja rijeka, ali su inače dobro ocijeđena i prozirna u vrijeme niskog vodostaja. Mješovite hrastovo-grabove i čiste grabove šume (sveza *Erythronio-Carpinion*) su mezofilne i neutrofilne šume planarnog i brežuljkastog područja, redovno van dohvata poplavnih voda, u kojima u gornjoj šumskoj etaži dominiraju lužnjak ili kitnjak, a u podstojnoj etaži obični grab, koji u degradacijskoj fazi može biti i prevladavajuća vrsta drveća. Ove šume čine visinski prijelaz između nizinskih poplavnih šuma i brdskih bukovih šuma.

Na užoj lokaciji zahvata dolaze vlažne livade košanice od obale rijeke do nasipa, na obje obale. Obalni rub rijeke sadrži obalnu vegetaciju u kojoj se ističu: bijela vrba (*Salix alba*), crna topola (*Populus nigra*), bijela topola (*Populus alba*), crna joha (*Alnus glutinosa*), bagrem (*Robinia pseudoacacia*), svibovina (*Cornus sanguinea*), trnula (*Prunus spinosa*), divlja ruža (*Rosa canina*), glog (*Crataegus monogyna*), čupava vrbolika (*Epilobium hirsutum*), vrbolika četverosrha (*Epilobium tetragonum*) i obična kopriva (*Urtica dioica*). **Slika 2.3.7.-2.**



Slika 2.3.7.-2. Obalna vegetacija i livade u inundacijskom pojasu na lokaciji zahvata

## **Fauna**

Rijeka Sava s pritocima pripada crnomorskom slijevu. Prema Mrakovčić i sur., 2006, nizinski dio rijeke Save je stanište za više od 55 vrsta riba, od kojih su 42 autohtone vrste te većinom pripadaju porodici šaranki (*Cyprinidae*). Od navedenog broja, 6 vrsta – mladica (*Hucho hucho*), veliki vijun (*Cobitis elongata*), Balonijev balavac (*Gymnocephalus baloni*), plotica (*Rutilus virgo*), prugasti balavac (*Gymnocephalus schraetzer*) i mali vretenac (*Zingel streber*) se izdvajaju kao endemske vrste Dunavskog sliva (Mrakovčić i sur., 2006).

Šire područje zahvata MHE Petruševac, prema ekološkim karakteristikama, pripada zoni tipičnoj zoni mrene. Ova zona karakteristična je za srednji tok rijeke gdje rijeka prelazi u ravničarski dio te tok postaje sporija, ali je voda i dalje hladna i bogata kisikom uz prevladavajući sediment šljunak i pijesak. Prevladavajuća vrsta ove zone je mrena (*Barbus barbus*), a uz nju još dolaze i klen (*Squalius cephalus*), podust (*Chondrostoma nasus*), bolen (*Aspius aspius*) i klenić (*Leuciscus leuciscus*). Nekada je glavni predator u ovoj zoni bila mladica (*Hucho hucho*) no danas je ona znatno reducirana zbog pregrađivanja vodotoka (Duplić, 2008). Na širem području MHE Petruševac zabilježene su 24 vrste riba, što čini ukupno 43% vrsta cijele rijeke Save. Većina vrsta zabilježenih na široj lokaciji zahvata su reofilne (stanovnici tekućih, bržih voda), uz prisutnost određenih neutrofilnih vrsta, poput babuške.

Vrste zabilježene na široj lokaciji MHE Petruševac 1 i 2 su *Acipenser ruthenus* (kečiga), *Abramis brama* (deverika), *Vimba vimba* (nosara), *Carassius carassius* (karas), *Carassius gibelio* (babuška), *Aspius aspius* (bolen), *Rutilus virgo* (plotica), *Rutilus rutilus* (bodorka), *Alburnus alburnus* (uklija), *Alburnoides bipunctatus* (dvoprugasta uklija), *Leuciscus leuciscus* (klenić), *Squalius cephalus* (klen), *Chondrostoma nasus* (podust), *Barbus balcanicus* (potočna mrena), *Barbus barbus* (mrena), *Gobio gobio* (krkuša), *Gobio uranoscopus* (tankorepa krkuša), *Gobio kessleri* (Keslerova krkuša), *Barbatula barbatula* (brkica), *Cobitis elongata* (veliki vijun), *Cobitis*

*elongatoides* (vijun), *Silurus glanis* (som), *Zingel streber* (mali vretenac) i *Cottus gobio* (peš) (Simonović i sur., 2015).

Od navedenih vrsta, ukupno 17 vrsta pripada ciprinidnim vrstama te je Crvenu knjigu slatkovodnih riba Hrvatske uvršteno 11 vrsta, od kojih najviše pripada kategoriji ugroženih vrsta (7). Od navedenih vrsta, babuška (*Carrasius gibelio*) je invazivna vrsta za koju se smatra da ima najveći negativni utjecaj na autohtone vrste riba.

Na popisu Bernske konvencije (Dodatak II. i III.) i Direktive o staništima, od vrsta zabilježenih na području zahvata izdvojene su vrste: vijun, plotica, kečiga, potočna mrena i tankorepa krkuš. Kečiga je osim navedenim, zaštićena također Bonnskom konvencijom o zaštiti migratornih vrsta divljih životinja. Vrste koje su okarakterizirane kao osjetljive za cijeli Dunavski sliv su mali i veliki vretenac te kečiga, dok je dvoprugasta uklija izdvojena kao ugrožena vrsta Dunavskog sliva, iako su na pojedinim lokalitetima na rijeci Savi nađene relativno brojne populacije. Od zabilježenih vrsta na širem području lokacije, bolen (*Aspius aspius*), veliki vijun (*Cobitis elongata*), vijun (*Cobitis elongatoides*), plotica (*Rutilus virgo*) i mali vretenac (*Zingel streber*) su ujedno i ciljevi očuvanja POVS područja „Sava nizvodno od Hrušćice“ (HR2001311). Na području zaštićenog krajobraza Savica koji je najbliže području izgradnje MHE Petruševac 1 i 2, zabilježena je prisutnost bolena te vijuna.

Za održavanje populacija vrsta riba značajno je da se održava veza glavnog toka rijeke sa staništima poput laguna i rukavaca. Riba imaju transverzalne (rijeka – poplavno područje) i longitudinalne (izvor – riječni tok – ušće) migracije. Raznim tehničkim zahvatima te regulacijom rijeka došlo je do odvajanja rijeke s naplavim zonama, što se odražava u nepovoljnom utjecaju na ihtiološke zajednice te smanjenom mogućnošću migracija vrsta. Kod transverzalnih migracija, upravo su naplavne zone neophodne za održavanje populacija. Migratorne vrste se s obzirom na udaljenosti koje prelaze, mogu podijeliti u grupe pa se mogu izdvojiti nemigratorne vrste, kratki migranti (do 30 km udaljenosti), srednji migranti (30 – 100 km) i dugi migranti koji prelaze više od 100 km. Od vrsta koje dolaze na široj lokaciji zahvata, 7 vrsta se izdvajaju kao kratki migranti (plotica, babuška, bodorka, klenić, klen, potočna mrena i mali vretenac), dok se 6 vrsta izdvaja kao srednji migranti (kečiga, deverika, nosara, bolen, podust i mrena). Dugih migranata u rijeci Savi nema.

Osim riba koje će biti pod najvećim pritiskom zbog zahvata, izdvojene su i neke vrste ostalih skupina koje se mogu pronaći na staništima vezanim uz vodena tijela u okolici zahvata.

Od vretenaca treba istaknuti vrstu rogati regoč (*Ophiogomphus cecilia*). U ličinačkom stadiju se hrani različitim vodenim beskraljčnjacima, a u odraslom stadiju kukcima srednje veličine koje lovi u letu. Najčešće se smještaju na kamenje ili biljke uz vodu. Ova vrsta je ujedno i cilj očuvanja za POVS područje Sava nizvodno od Hrušćice.

Od slatkovodnih vrsta školjkaša nalazimo običnu lisanku (*Unio crassus*). Živi u potocima i rijekama na pješčanom i šljunkovitom dnu, u čistoj tekućoj vodi bogatoj kisikom. Vrsta je osjetljiva na onečišćenje vodotoka, kao i na proces eutrofikacije, posebno zato što su juvenilni stadiji osjetljivi na povišene količine nitrata. Osim toga, vrsta je osjetljiva i na promjene sastava ihtiofaune, kao i na promjene riječnih tokova (Lajtner, 2009). Navedena vrsta je ujedno i cilj očuvanja POVS područja Sava nizvodno od Hrušćice.

Gmazovi i vodozemci koji dolaze na području pripadaju kontinentalno – gorskoj regiji s tipičnim predstavnicima poput barske kornjače, riđovke, ribarice, bjelouške, žutog i crvenog mukača, velikog vodenjaka te zelenih i smeđih žaba.

Od sisavaca na širem području lokacije izdvojena je vidra (*Lutra lutra*). Ovo je vrsta koja obitava u svim vodenim sredinama s velikim ribljima populacijama. Većinom je aktivna noću, a za vrijeme dana je u brlogu koji je u mirnijim područjima. Vrsta je strogo zaštićena Zakonom o zaštiti prirode.

Područja uz rijeku Savu su obilježena kao bitna za očuvanje mnogih vrsta ptica, primarno močvarica. U blizini zahvata nalazi se zaštićeni krajobraz Savica koji je područje bitno za gniježđenje, prehranu i zimovanje brojnih vrsta ptica. Prema višegodišnjim istraživanjima ukupno je utvrđeno 146 ptičjih vrsta od kojih su 53 močvarice. Gnjezdarica je 39 vrsta, zimovalica 60 te preletnica 96.

Područje očuvanja ptica u široj okolici zahvata je i Natura 2000 područje - Sava kod Hrušćice, koje predstavlja jedno od najpovoljnijih mjesta na potezu sliva rijeke Save u Hrvatskoj za gniježđenje ptica koje za to koriste šljunkovite otoke i strme riječne obale. Kao ciljevi očuvanja navedene su vrste: vodomar, rusi svračak, mala čigra, crvenokljuna čigra, mala prutka i bregunica. Sve vrste osim rusog svračka su uvrštene u Crvenu knjigu ptica Hrvatske.

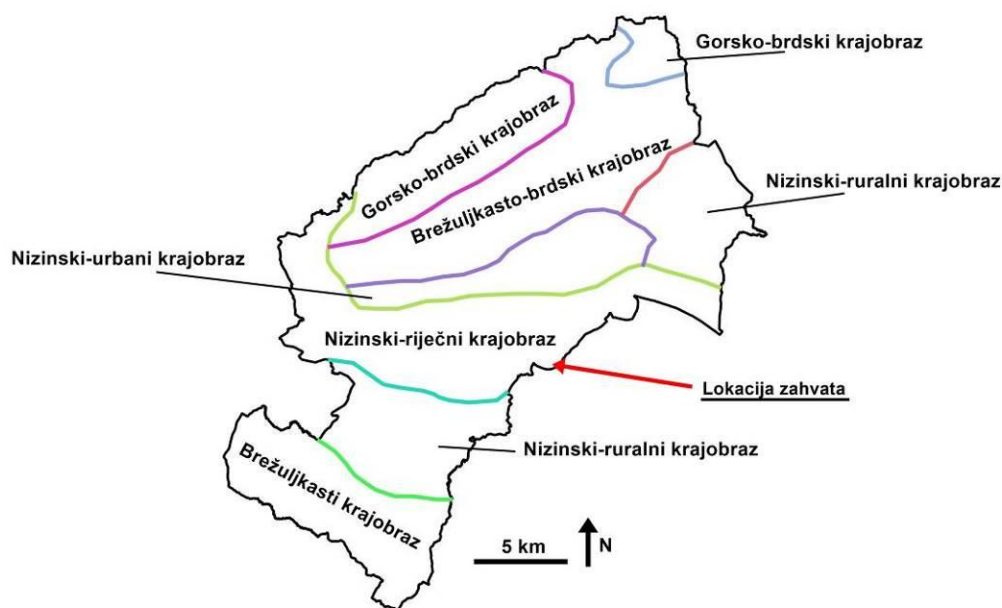
### 2.3.8. Krajobrazne karakteristike

Prema krajobraznoj regionalizaciji Hrvatske zahvat se nalazi u krajobraznoj jedinici „Sjeverozapadna Hrvatska“.

Osnovnu fizionomiju u krajobraznoj jedinici sjeverozapadna Hrvatska karakterizira krajobrazno raznolik prostor s dominacijom brežuljaka koji okružuju šumovita peripanonska brda (Kalnik, Ivančica, Medvednica) te izgrađeno područje, najviše na području zagrebačke aglomeracije. Naglašen je uglavnom kultivirani reljef. Krajolik na prisojnim padinama obilježavaju vinogradi.

Na području Grada Zagreba izdvaja se šest krajobraznih jedinica: gorsko – brdski prirodni krajobraz, brežuljkasto – brdski krajobraz, nizinski urbani krajobraz, nizinski riječni krajobraz, nizinski ruralni krajobraz i brežuljkasti krajobraz (**Slika 2.3.8.-1.**).

Navedene krajobrazne cjeline uvjetovane su klimatološkim, geološkim, hidrološkim, reljefnim i stanišnim (korištenje zemljišta) obilježjima prostora grada.



**Slika 2.3.8.-1.** Krajobrazne cjeline na području Grada Zagreba, prema Razvojnoj strategiji Grada Zagreba  
Izvor: Razvojna strategija Grada Zagreba, Ciljevi i prioriteti razvoja do 2020.

Lokacija zahvata, MHE Petruševac 1, nalazi su u nizinsko riječnoj krajobraznoj cjelini uz rub posebno vrijednog dijela prirode – priobalje Save (Komersko – Žitnjačka šuma i Poloj kod Domovinskog mosta), zaštićenog temeljem PPUGZ – planske oznake (VK -vrijedni krajobraz) i GUP-a, planske oznake (K –krajobraz) (**slike 2.1.-7. i 2.1.-15.**).

Lokacija zahvata, MHE Petruševac 2, nalazi se i uz rub osobito vrijednog predjela – kultivirani krajobraz – zaštićenog prostorno planskim mjerama PPPPO Črnkovec – Zračna luka Zagreb i PPUGVG (**slike 2.1.-9. i 2.1.-18.**).

Zahvat je planiran u inundacijskom pojasu rijeke Save, kojeg čine održavane livade košanice i uski obalni pojas grmlja i drveća, pojedinačno iznimne visine. Na samoj lokaciji osim livada i obalne vegetacije, dominira vizura Domovinskog mosta u smjeru sjeveroistoka.

### 2.3.9. Kulturno – povijesna baština

Prirodno – geografski uvjeti zagrebačkog područja vrlo su povoljni za naseljavanje pa su tako omogućili naseljenost još u predantičkom i antičkom razdoblju, ali povijest Grada počinje osnutkom Zagrebačke biskupije 1094. godine. Nastajanje i razvoj urbane cjeline te dugi povijesni kontinuitet Zagrebu je uvjetovao stvaranje raznolike kulturno – povijesne baštine.

Prema Generalnom urbanističkom planu Grada Zagreba određen je način zaštite i očuvanja nepokretnih kulturnih dobara prema konzervatorskoj podlozi.

Konzervatorska podloga je stručna dokumentacija koja sadrži grafički i tekstualni dio a obuhvaća identifikaciju, analizu stanja, valorizaciju i mjere očuvanja kulturno – povijesnih vrijednosti na području obuhvata. Prema tome kulturna dobra su podijeljena na:

- Arheološku baštinu
- Povijesne graditeljske cjeline
- Povijesni sklop građevina
- Memorijalnu baštinu
- Etnološku baštinu i
- Pojedinačna kulturna dobra.

Prema analiziranoj tekstualnoj i grafičkoj dokumentaciji Generalnog urbanističkog plana Grada Zagreba lokacija zahvata nalazi se u pojasu korita rijeke Save tj. izvan povijesnih graditeljskih cjelina, arheoloških područja, povijesnog sklopa građevina, memorijalno - povijesnih područja te etnoloških područja. Prema GUP-u: Uvjeti za korištenje, uređenje i zaštitu prostora – 4d Nepokretna kulturna dobra i PP-u: 3A Uvjeti korištenja (**slika 2.1.-7.**), u neposrednoj blizini zahvata (500 m) zabilježen je jedan arheološki pojedinačni lokalitet na kojeg zahvat neće imati utjecaj.

Na prostornom planu posebnih obilježja Črnkovec – Zračna luka Zagreb (**slika 2.1.-10.**) na području Mičevca (cca. 1 km zračne udaljenosti od zahvata) zabilježena je sakralna građevina i arheološko područje, dok se nešto istočnije, cca. 1,5 km zračne udaljenosti od zahvata nalazi granica šire zone zaštite arheološkog područja. Na spomenuta nepokretna kulturna dobra zahvat neće imati nikakav utjecaj.

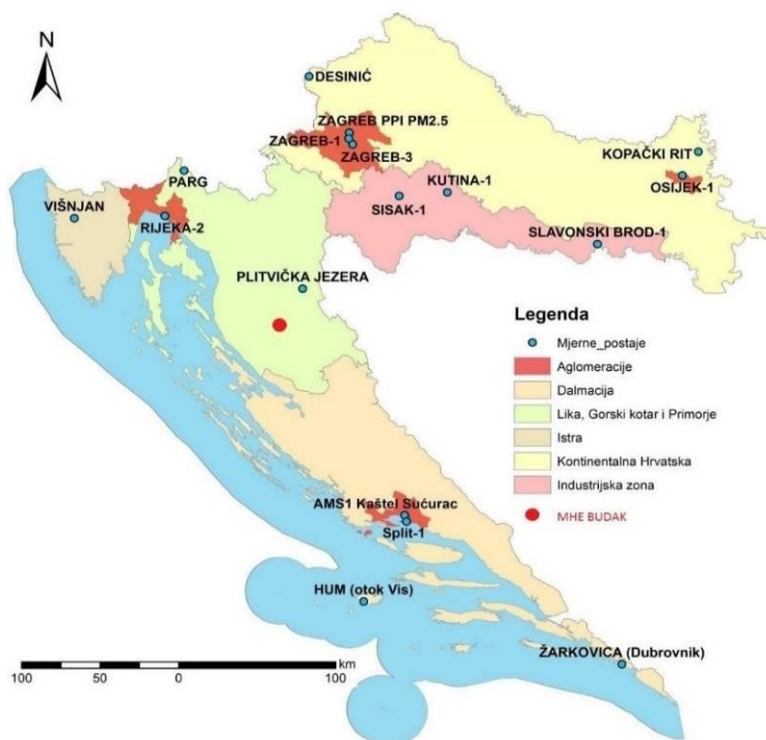
### 2.3.10. Kvaliteta zraka

S obzirom na onečišćenost zraka, teritorij Republike Hrvatske klasificira se na zone i aglomeracije (Uredba o određivanju zona i aglomeracija prema razinama onečišćenosti zraka na teritoriju Republike Hrvatske (NN 01/2014)). Zone predstavljaju veća područja poput primjerice županije, dok su zone aglomeracije vezane uz veće gradove (Zagreb, Split, Rijeka, itd.).

Lokacija zahvata nalazi se na području zone HR ZG, Aglomeracije Zagreb (**slika 2.3.10.-1.**). U obuhvat aglomeracije ulazi: Grad Dugo Selo, Grad Samobor, Grad Sveta Nedjelja, Grad Velika Grica, Grad Zaprešić i Grad Zagreb. S obzirom na to da se lokacija zahvata nalazi u blizini mjerne postaje Zagreb 3 (cca. 4 km zračne udaljenosti) analizirat ćemo podatke o kvaliteti zraka za područje Grada (mjerna postaja državne mreže za trajno praćenje kvalitete zraka).

Kvaliteta zraka Zagreba prati se od 60-tih godina prošlog stoljeća. Danas se kvaliteta zraka prati na tri mjerne postaje državne mreže za trajno praćenje kvalitete zraka, na šest mjernih postaja za praćenje kvalitete zraka u okviru mjerne mreže Grada Zagreba te na pet mjernih postaja posebne namjene.

Razina onečišćenosti zraka predstavlja koncentraciju onečišćujuće tvari u zraku ili njeno taloženje na površine u određenom vremenu. Određuje se prema donjim i gornjim pragovima procjene te ciljnim vrijednostima i dugoročnim ciljevima za prizemni ozon propisanim u Uredbi o razinama onečišćujućih tvari u zraku. Donji prag procjene predstavlja razinu onečišćenosti ispod koje se za procjenu kvalitete okolnog zraka može koristiti samo tehnika modeliranja ili tehnika objektivne procjene, dok se kod gornjeg praga procjene koristi kombinacija mjerenja na stalnom mjestu i tehnika modeliranja i/ili indikativnih mjerenja. Ciljna vrijednost predstavlja razinu onečišćenosti određenu s ciljem izbjegavanja, sprečavanja ili umanjivanja štetnih učinaka na ljudsko zdravlje i/ili okoliš u cjelini koju treba, ako je to moguće, dostići u zadanom razdoblju, dok je granična vrijednost razina onečišćenosti ispod koje, na temelju znanstvenih spoznaja, ne postoji ili je najmanji mogući rizik od štetnih učinaka na ljudsko zdravlje i/ili okoliš u cjelini.



Slika 2.3.10.-1. Zone i aglomeracije kvalitete zraka

Razina onečišćenosti zraka određuje se prema donjim i gornjim pragovima procjene za sumporov dioksid (SO<sub>2</sub>), dušikov dioksid (NO<sub>2</sub>), lebdeće čestice (PM<sub>10</sub>), benzen, olovo (Pb), arsen (As), kadmij (Cd) i nikal (Ni) u PM<sub>10</sub>, ugljikov monoksid (CO), graničnim vrijednostima za ukupnu plinovitu živu (Hg), te dugoročnim ciljem za prizemni sloj ozon (O<sub>3</sub>) s obzirom na zaštitu zdravlja ljudi:

| Oznaka zone | SO <sub>2</sub> | NO <sub>2</sub> | PM <sub>10</sub> | Benzen | Pb, As, Cd, Ni | CO   | O <sub>3</sub> | Hg  |
|-------------|-----------------|-----------------|------------------|--------|----------------|------|----------------|-----|
| HR ZG       | <DPP            | >GPP            | >GPP             | <GPP   | <DPP           | <DPP | >DC            | <GV |

DPP – donji prag procjene

GPP – gornji prag procjene

CV – dugoročni cilj za prizemni ozon

GV – granična vrijednost

*Uredba o određivanju zona i aglomeracija prema razinama onečišćenosti zraka na teritoriju Republike Hrvatske (NN 01/14)*

Na osnovi analize podataka dobivenih mjerenjem, prema gore navedenoj tablici, koncentracije SO<sub>2</sub>, Pb, As, Cd, Ni i CO nalaze se ispod donjeg praga procjene dok su koncentracije Benzena i Hg nešto veće, ali se nalaze ispod graničnih vrijednosti razine onečišćenosti zraka. Koncentracije Ozona, NO<sub>2</sub> i PM<sub>10</sub> su veće od propisanih vrijednosti.

Člankom 24. Zakona o zaštiti zraka (NN 130/11, 47/14) s obzirom na propisane granične vrijednosti (GV), ciljne vrijednosti i dugoročne ciljeve onečišćenosti utvrđena je podjela kvalitete zraka na dvije kategorije. Prva kategorija kvalitete zraka označava čist ili neznatno onečišćen zrak u kojem nisu prekoračene granične vrijednosti, ciljne vrijednosti i dugoročni ciljevi za prizemni ozon. Ako su te granice prekoračene, kvaliteta zraka je druge kategorije.

### 2.3.11. Svjetlosno onečišćenje

Svjetlosno onečišćenje analizirano je prema GIS portalu ([www.lightpollutionmap.info](http://www.lightpollutionmap.info)) gdje je razina onečišćenja prikazana radijansom (engl. Radiance), tj. intenzitetom elektromagnetskog zračenja po jedinici površine.

U Hrvatskoj je najviše svjetlosnog onečišćenja koncentrirano kod većih urbanih središta kao što su Zagreb i okolica, Rijeka, Split i Osijek, ali i uz ostale veće gradove.

Lokacija zahvata nalazi se u zoni većeg svjetlosnog onečišćenja (**slika 2.3.11.-1.**). Područje Zagreba se vrlo brzo razvija. Gradske površine se konstantno šire što dovodi do smanjene zastupljenosti zelenih površina. Prisutno je i širenje industrijskih, rekreacijskih, trgovačkih i servisnih sadržaja na rubovima grada pa tako i u područjima uz rijeku Savu.

Veliki pritisak na okoliš Grada ima intenziviran promet i loše organizirana prometna infrastruktura u samom centru ali i šire. Sve su to razlozi povećanog svjetlosnog onečišćenja na području Grada a i šire.



**Slika 2.3.11.-1.** Svjetlosno onečišćenje na širem području zahvata, preuzeto s: [www.lightpollutionmap.info](http://www.lightpollutionmap.info)

### 3. Opis mogućih značajnih utjecaja zahvata na okoliš

#### 3.1. Sažeti opis mogućih utjecaja zahvata na okoliš tijekom građenja i korištenja

##### 3.1.1. Utjecaji na zaštićena područja prirode

Utjecaj MHE Petruševac 1 i 2 je prema udaljenostima moguć tek na značajni krajobraz Savica (udaljen 2290 m zračne linije) koji se nalazi uz lijevu inundaciju rijeke Save.

###### Utjecaj tijekom građenja

Tijekom proširenja korita očekuje se povećana emisija buke na lokaciji zahvata uslijed rada mehanizacije te također emisija prašine koja bi mogla doći do zaštićenog područja nošena vjetrom. Ovi utjecaji su lokalizirani i kratkotrajnog karaktera te neće biti od velikog značaja na biljne i životinjske vrste.

###### Utjecaj tijekom korištenja zahvata

S obzirom na predviđene karakteristike MHE Petruševac 1 i 2 ne očekuje se negativni utjecaj na značajni krajobraz Savica tijekom njenog rada. S obzirom na trend pada razine podzemnih voda u predmetnom slivu Save, brana zahvata će omogućiti dugotrajnije više razine voda u jezerima Savice kada se ona snizuju zajedno s niskim vodostajima Save.

##### 3.1.2. Utjecaji na ekološku mrežu

###### Utjecaj tijekom građenja

Najveći utjecaj tijekom izgradnje bit će na ihtiološke zajednice nizvodnog POVS područja ekološke mreže uslijed fragmentacije staništa i promjena u stanišnim uvjetima. Izgradnjom MHE s popratnim objektima doći će do presijecanja toka rijeke što će onemogućiti slobodno kretanje riba uzvodno i nizvodno od brane. Od vrsta koje su izdvojene kao ciljevi očuvanja to će negativno utjecati na migratorne vrste i to na: veliku plisku, prugastog balavca, ploticu, malog vretenca, velikog vretenca, bolena i dunavsku paklaru. Odnosno, u velikoj će im se mjeri otežati mogućnost migracije do mrijestilišta, hranilišta te mjesta za prezimljavanje. Do smanjenja kvalitete vode tijekom radova doći će zbog zamućenja stupca vode uslijed iskapanja materijala. Moguće je taloženje suspendiranih čestica na škrgama riba i plaštu obične lisanke, što će dovesti do pogoršanja njihovog zdravstvenog stanja. Ova promjena u stanišnim uvjetima bit će kratkotrajna i lokalnog karaktera, ali može i dugotrajno utjecati na veličinu populacije obične lisanke pošto se radi o vrsti koja zahtjeva čistu vodu.

Navedeni utjecaji u većini neće imati značajnog direktnog utjecaja na sama područja ekološke mreže jer se ona nalaze oko 6 km nizvodno od lokacije zahvata, ali će imati direktnog utjecaja na migratorne ciljane vrste koje nisu striktno vezane za granice tih područja.

###### Utjecaj tijekom korištenja zahvata

Najznačajniji utjecaj tijekom rada MHE bit će fragmentacija riječnog staništa s najvećim utjecajem za riblje zajednice. Može doći do stradavanja jedinki riba uslijed uplivavanja u turbinu za vrijeme njenog rada.

Zbog promjena u karakteristikama obale i korita rijeke na užoj lokaciji zahvata doći će do promjena u potencijalnim staništima za mrijest psamofilnih, litofilnih i ostrakofilnih vrsta riba.

Najveći negativni utjecaj tijekom rada, MHE Petruševac 1 i 2, će imati na ihtiološku zajednicu zbog otežavanja migracijskih puteva te mogućeg stradavanja jedinki na turbinama. Zbog toga je s desne inundacijske strane predviđena riblja staza u vidu prirodnog vodotoka s brzinom vode od 1 m/s, s visinskom razlikom od 3,5 m. Staza je planirana kao trapezni kanal s pregradama od kamenih blokova i raslinja s brzinom vode koja odgovara prirodnoj brzini toka rijeke Save. Ova staza omogućit će migracije riba za vrijeme niskih voda. Za vrijeme visokih voda, odnosno kod protoka većih od 1800 m<sup>3</sup>/s doći će do potpunog spuštanja zapornica na brani te će se ribe moći slobodno kretati kroz otvorenu branu.

Utjecaji na ciljne vrste ptica POP područja nizvodno od zahvata:

Rusi svračak je vrsta koja obitava na otvorenim staništima poput livada i travnjaka s grmljem, rubovima šuma, parkovima te zapuštenim voćnjacima. Gnijezdi se jednom godišnje u svibnju ili lipnju kada gnijezdo gradi u gustom grmlju. Imajući na umu ekologiju ove vrste, možemo zaključiti kako zahvat neće značajno utjecati na ovu vrstu.

Mala čigra je vrsta koja obitava uz morske obale i obale većih rijeka, jezera i šljunčara gdje su prisutni pješčani i šljunkoviti otoci i sprudovi. Gnijezde se na golom tlu te ponekad u niskom, rijetkom bilju. Imajući na umu ekološke potrebe ove vrste te karakteristike područja izgradnje MHE, odnosno činjenice da je s desne strane obale već izgrađena obaloutvrda te da je lijeva strana obale zaraštena, kao i nedostatak većih šljunkovitih otoka i sprudova na lokaciji zahvata, možemo pretpostaviti da zahvat neće značajno utjecati na populaciju malih čigri.

Mala prutka je vrsta koja se gnijezdi na obalama akumulacijskih jezera i šljunčara sa šljunkovitim i pjeskovitim sprudovima, otocima i obalama. Uz rijeku Savu se gnijezdi oko 10 parova kod Zagreba. Vrsta preferira staništa uz šljunkovite i kamene obale, posebno u gornjim tokovima rijeka. Gnijezdo grade na tlu, u blizini vode, skriveno u gustom bilju. Vrsta je ugrožena uređivanjem prirodnih tokova rijeka, izgradnjom obaloutvrda i brana koje dovode do uništenja pješčanih i šljunkovitih sprudova i obala. S obzirom na odabir gniježđenja, ne možemo utvrditi da se vrsta ne gnijezdi u neposrednoj blizi zahvata te da na nju neće biti negativnog utjecaja. Pripremom terena za građevinske radove, prvenstveno uklanjanjem vegetacije izvan vegetacijskog razdoblja, jedinka ove vrste će se udaljiti s lokacije zahvata na neku obližnju pa je vjerojatnost stradavanja minimalna.

Crvenokljuna čigra je vrsta koja jaja odlaže u plitke depresije na golom tlu ili rjeđe u nisku vegetaciju. Za gniježđenje ovise o otocima i sprudovima bez vegetacije. Kako se zahvat nalazi desetak km uzvodno od POP područja „Sava nizvodno od Hrušćice“, sva duže poplavljena staništa kao rezultat pregradnje rijeke bi se nalazila uzvodno od brane.

Vodomar i bregunica su vrste koje se gnijezde na strmim, odronjenim obalama nizinskih rijeka (Drava, Mura, Sava), po okolnim šljunčarama te u neobraslim zemljanim odronima ili svježim iskopima podalje od vode. Imajući na umu karakteristike rada predmetne MHE, odnosno činjenice da ona propušta visoke erozivne vode koje formiraju staništa za gnijezda ovih vrsta u obalama, možemo zaključiti da zahvat neće imati značajnog negativnog utjecaja na gnijezdeće populacije ove vrste u nizvodnom POP području.

### 3.1.3. Utjecaji na floru i staništa

U užem području zahvata nalaze se dva tipa šumskih staništa na koja je moguć utjecaj: vrbici na sprudovima (NKS D.1.1.) i poplavne šume vrba/poplavne šume topola (NKS E.1.1./E.1.2.).

#### Utjecaj tijekom građenja

Tijekom izgradnje MHE doći će do gubitka i fragmentacije staništa vrbici na sprudovima i poplavne šume vrbe/poplavne šume topole koje se nalaze samo na uskoj zoni lijeve obale Save. Prilikom

izgradnje svih objekata i širenja korita uzvodno od brane trajno će se ukloniti sva vegetacija na tom području što će dovesti do trajnog gubitka navedenih stanišnih tipova te do prekidanja cjelovitosti poplavnih šuma vrbe/poplavnih šuma topole i povećanja razmaka između dijelova ionako već uvelike fragmentiranih vrbika na sprudovima.

Također se očekuje i emisija prašine za vrijeme radova koja će utjecati na vrbike na sprudovima i poplavne šume vrbe/poplavne šume topole. Uklanjanje zemljanog materijala, radovi tijekom pripreme materijala za gradnju, transport zemlje i materijala za gradnju i svi radovi tijekom izvedbe zahvata dovest će do zaprašivanja vegetacije što će negativno utjecati na rast i razvoj tih biljaka.

Dok su gubitak i fragmentacija staništa trajni utjecaji, zaprašivanje je vremenski ograničeno na period izvođenja radova.

#### Utjecaj tijekom korištenja zahvata

Radom MHE Petruševac 1 i 2 izrazit će se gubitak i fragmentacija staništa za stanišne tipove vrbici na sprudovima i poplavne šume vrbe/poplavne šume topole. Kontinuiranim radom MHE onemogućit će se obnova izgubljenih dijelova staništa te će se pojačati efekt fragmentacije zbog stalnog potapanja do sada povremeno plavljenih površina.

S obzirom na to da bi širenjem korita i postavljanjem brane moglo doći do uspora rijeke Save, a samim time i do promjena u režimu plavljenja te razini podzemnih voda, to će negativno utjecati na stanišne tipove vrbici na sprudovima i poplavne šume vrbe/poplavne šume topole pošto su svi ovi tipovi staništa u manjoj ili većoj mjeri ovisni o redovitom plavljenju.

### **3.1.4. Utjecaji na faunu**

#### Utjecaj tijekom građenja

Tijekom izgradnje doći će do privremenog pogoršanja stanišnih uvjeta uslijed povećanih emisija buke, prašine te korištenja mehanizacije, ali i prisutnosti ljudi. Ovo će uzrokovati uznemiravanja te privremeno udaljavanje mobilnih vrsta koje koriste staništa uz lokaciju MHE poput vodozemaca, gmazova, ptica i vidre. Najveći utjecaj na vidru imat će unošenje nemira u stanište. Pošto se radi o vrsti koja koristi brloge na mirnim lokacijama, buka i vibracije nastale radovima i prolazanjem mehanizacije otjerat će vidru s područja zahvata ako se zadržava na ovom dijelu Save zbog blizine urbanih područja i prometnog mosta u blizini.

Tijekom izgradnje platoa strojarnice te same MHE s ostalim objektima može doći do stradavanja jedinki prethodno navedenih skupina. Dodatno, tijekom izgradnje, odnosno tijekom udaljavanja od mjesta radova prema novom pogodnom staništu, doći će do povećanog pritiska na vodozemce od strane ptica i gmazova. Navedeni utjecaji su kratkotrajni te lokalizirani te se kao takvi smatraju prihvatljivima.

Također prilikom izgradnje doći će do zamućenja stupca vode, što može nepovoljno djelovati na riblju zajednicu uslijed taloženja sedimenta na škragama te kratkotrajnim promjenama u predatorskim odnosima.

Prilikom izvođenja radova, veliku opasnost predstavljaju i akcidentne situacije tijekom rada mehanizacije te iskopa i odlaganja materijala, kao i nepravilnosti kod samih strojeva. Negativni utjecaj moguć je nekontroliranim izlivanjem goriva i maziva radnih strojeva u vodotok, gradilište i okolno područje. Vjerojatnost ovakvih akcidentalnih situacija je mala, no uz pridržavanje pravila struke te korištenjem ispravne opreme i mjera predostrožnosti, ona se može dodatno smanjiti.

Tijekom izgradnje doći će do nastanka raznih vrsta i količina otpada, čijim neodgovarajućim rukovanjem i skladištenjem može doći do negativnih utjecaja na vodotok i akvatične organizme. Uz

pridržavanje propisa vezanih uz gospodarenje otpadom, ovaj utjecaj se može svesti na najmanju mjeru te se može smatrati zanemarivim.

Imajući na umu rastresitu podlogu na kojoj se nalazi zahvat, dodatni nepovoljan učinak na akvatičke organizme (makrozoobentos, ribe) može povećati gradnja za vrijeme nepovoljnih vremenskih uvjeta – poput u slučaju intenzivnijih oborina gdje može doći do povećanog ispiranja materijala u vodotok i povećanog stresa jedinki.

#### Utjecaj tijekom korištenja zahvata

Na užem području koje će zauzeti MHE ne nalaze se rijetke vrste te je sva kopnena fauna (vodozemci, gmazovi, sisavci) rasprostranjena i na okolnom području stoga se ne očekuje značajan negativan utjecaj. Također, imajući na umu da je više od 3 kilometra uzvodno zaštićeni krajobraz Savica s pogodnim staništima, ne očekuje se negativan utjecaj na ptice. S obzirom na nepovoljne uvjete za gniježđenje većine vrsta te znatan antropogeni utjecaj, za pretpostaviti je kako ovo područje većini vrsta služi kao hranilište i/ili odmoriste. Kako u neposrednoj blizini MHE postoje slični stanišni uvjeti, očekuje se da će se vrste relocirati te da neće biti negativnih utjecaja.

Zauzimanje dijela staništa s lijeve strane obale gdje još postoje elementi prirodne vegetacije, dovest će do gubitka manjih površina koje bi ptice, vodozemci te ribe mogli koristiti kao skloništa. Ovaj utjecaj s obzirom na malu izgubljenu površinu te pokretnost vrsta bi trebao biti neznatčan.

Pregradnja rijeke branom dovest će do fragmentacije, odnosno do prekida cjelovitosti riječnog toka što će imati negativan utjecaj na pokretne akvatičke organizme, ovisno migracijskim potrebama akvatičkih vrsta, osobito riba.

Akcidentne situacije tijekom rada moguće su za vrijeme redovitog održavanja MHE, prilikom čega može doći do istjecanja štetnih tvari (ulja) u vodu uslijed tehničkih kvarova postrojenja. Kako je za rad MHE predviđeno korištenjem biorazgradivog ulja panolin, izvođenjem popravaka na suhom uz prethodno postavljenu vodonepropusnu podlogu, ovaj utjecaj se može zanemariti.

### **3.1.5. Utjecaj na tlo**

#### Utjecaj tijekom građenja

Tijekom izvođenja građevinskih radova do onečišćenja tla može doći uslijed neadekvatnog izvođenja građevinskih radova te uslijed akcidentnih situacija, koje se u uvjetima normalnog odvijanja radova ne očekuju.

Mogući negativni utjecaji tijekom građenja su istjecanje strojnog ulja, goriva, različitih otapala, boja i slično, prosipanje građevnog materijala s vozila na kolnike i ostale manipulativne plohe, odlaganja viška iskopa na okolno zemljište koje nije za to određeno, neprimjereni sanitarni uvjeti za radnike/nepostojanje kemijskih WC-a i sl. Navedene utjecaje moguće je svesti na minimalnu razinu, uz korištenjem ispravne mehanizacije, pravilnom organizacijom gradilišta te adekvatnim načinom gradnje. Deponiranje viška materijala od iskopa će biti usklađeno i odobreno od nadležnih tijela.

Tijekom izvođenja radova, prilikom kretanja radnika i mehanizacije po manipulativnim površinama, doći će do privremenog utjecaja na tlo u vidu zbijanja. Po završetku radova sve manipulativne površine bit će sanirane, čime će ovaj utjecaj biti sveden na minimum.

#### Utjecaj tijekom korištenja zahvata

Tijekom rada MHE Petruševac 1 i 2 ne očekuju se negativni utjecaji na tlo. Radom MHE ne nastaju štetne tvari po okoliš. Negativan utjecaj na okolno tlo može nastati samo kao posljedica neadekvatnog postupanja s otpadom nastalim prisustvom zaposlenika tijekom nadgledanja rada i

remonta MHE, što će se spriječiti dobrom edukacijom i organizacijom svih zaposlenika te zbrinjavanjem otpada sukladno zakonskim propisima.

### 3.1.6. Utjecaj na vode

Prema projektu, MHE Petruševac 1 i 2 planira se izgraditi na vodnom dobru, u koritu i na prostoru lijeve i desne inundacije rijeke Save.

Lokacija zahvata unutar je vodonosnog područja, II. i III. zone sanitarne zaštite utvrđene Odlukom o zaštiti izvorišta Stara Loza, Sašnjak, Žitnjak, Petruševac, Zapruđe i Mala Mlaka („Službeni glasnik Grada Zagreba“ br. 21/14) te III. zone sanitarne zaštite utvrđene Odlukom o utvrđivanju zona sanitarne zaštite izvorišta vode za piće Kosnica I. faza („Službeni glasnik Grada Velike Gorice“, broj 15/04).

Prema karti opasnosti od poplava (**vidi sliku 2.3.4.-3.**) lokacija predmetnog zahvata nalazi se u području velike i srednje vjerojatnosti pojavljivanja poplava, cca 200 m od obrambenog nasipa s lijeve i desne strane – nasip uz lijevu obalu rijeke Save.

Područje zahvata se prema Izvodu iz stanja vodnog tijela nalazi na području vodnog tijela podzemne vode CSGI\_27 – Zagreb (**vidi sliku 2.3.4.-2.**) te vodnog tijela CSRN0001\_019 - Sava (**vidi sliku 2.3.4.-1. i 2.3.4.-2.**).

#### Utjecaj tijekom građenja

Tijekom izvođenja građevinskih radova u koritu rijeke Save moguća su onečišćenja uslijed izlivanja štetnih i opasnih tekućina korištenih za rad strojeva (ulje, gorivo i sl.) te ispiranja neadekvatno zbrinutog iskopanog materijala i ostalog otpada s gradilišta u rijeku, što može negativno utjecati na površinske i podzemne vode. Međutim, rizik utjecaja na vode uslijed akcidentnih situacija može se svesti na minimum ispravnim načinom gradnje sukladno pravilima struke, korištenjem tehnički ispravne mehanizacije i strojeva te pridržavanjem svih tehničkih mjera propisanih zakonskom regulativom (zakoni, pravilnici, uredbe i sl.).

Osim navedenih utjecaja, prilikom izvođenja radova u koritu, očekuje se zamućenje vode rijeke na lokaciji zahvata i nizvodno od nje do određene udaljenosti, ovisno o razinama vodostaja i brzini protoka, koje će biti privremeno te će nestati nakon prestanka radova, a ublažit će se planiranjem radova u periodu godine kada se očekuju povoljne hidrološke prilike (niski vodostaji) uz koordinaciju s Hrvatskim vodama. Navedeni utjecaj se smatra nepovoljnim, ali privremenim utjecajem u smislu utjecaja na fizikalno-kemijske parametre kvalitete voda rijeke Save.

#### Utjecaj tijekom korištenja zahvata

Protoci rijeke Save do ~1200 m<sup>3</sup>/s ostaju u koritu Save dok kod većih protoka od ~2000 m<sup>3</sup>/s dolazi do izlivanja u prostor inundacija. MHE prestaje s radom kod protoka većih od ~1200 m<sup>3</sup>/s kada se uspostavlja prirodni režim tečenja velikih voda. Projektom je MHE smještena ispod razine terena u inundaciji i ne predstavlja prepreku toku velikih voda. Prema tome, MHE nije ovisna o veličini velikih voda kroz grad pa one nisu niti analizirane.

Tijekom korištenja zahvata ne očekuju se utjecaji na pojavu poplava. Razlog je što se vodostaji u rijeci Savi u doba malih i srednjih voda, odnosno rada MHE Petruševac 1 i 2 i nadalje zadržavaju u koritu, a u vrijeme dok MHE ne radi u rijeci će vladati uvjeti kao što su vladali prije izgradnje planiranog zahvata.

Izgradnjom i korištenjem MHE Petruševac 1 i 2 umanjilo bi se erozivno djelovanje rijeke Save. Stabilizacija vodostaja u koritu Save dovela bi i do stabilizacije podzemnih vodostaja i bolje prihrane obližnjih vodocrpilišta. Također, prelijevanjem vode preko pragova i radom turbina dolaziti će do aeriranja vode i poboljšanja njezine kvalitete u smislu obogaćenja kisikom.

### 3.1.7. Utjecaji na kvalitetu zraka

#### Utjecaj tijekom građenja i korištenja zahvata

Tijekom građenja utjecaj na kvalitetu zraka može imati stvaranje prašine koja nastaje kao posljedica manipulacije rastresitim materijalom prilikom izvođenja radova iskopavanja/nasipavanja na gradilištu i odvoza iskopanog, a neutrošenog materijala s gradilišta te prašine s neasfaltiranih površina gradilišta po kojima se kreće mehanizacija neophodna za izvršavanje građevinskih radova. Dodatni izvor onečišćenja zraka javlja se uslijed ispuštanja plinova u zrak koji nastaju sagorijevanjem fosilnih goriva u motorima građevinskih vozila i radnih strojeva, koji se koriste pri radovima.

Ovi utjecaji na kvalitetu zraka su lokalnog i privremenog karaktera, vremenski ograničeni na period građenja i stvaraju kratkotrajan utjecaj, koji može biti izražen samo na prostoru gradilišta i bez daljnjih, trajnih posljedica na okoliš, te se ne smatraju značajnim.

#### Utjecaj tijekom korištenja zahvata

Korištenjem MHE Petruševac 1 i 2 neće dolaziti do nikakvih emisija u zrak niti postoji potencijalni utjecaj na kvalitetu zraka. MHE će, proizvodnjom električne energije iz energije vode (obnovljivi izvor energije), imati na atmosferu pozitivan učinak jer se pri njezinom radu smanjuje potreba za radom energetskih postrojenja koja energiju dobivaju sagorijevanjem fosilnih goriva.

### 3.1.8. Utjecaji na svjetlosno onečišćenje

#### Utjecaj tijekom građenja zahvata

Svjetlosno onečišćenje tijekom građenja nastaje kao posljedica noćnog osvijetljenja gradilišta ako će se radovi odvijati u noćnim satima. S obzirom na to da je utjecaj vremenski ograničen samo na razdoblje izvođenja građevinskih radova, može se smatrati zanemarivim.

#### Utjecaj tijekom korištenja zahvata

Svjetlosno onečišćenje na području lokacije zahvata već postoji jer se nalazi na području grada. Upotrebom ekoloških rasvjetnih tijela projektiranih i postavljenih na propisani način, tako da omogućavaju najviše standarde zaštite okoliša, do značajnije promjene u razini prirodne svjetlosti u noćnim uvjetima neće doći.

### 3.1.9. Utjecaj buke na okoliš

#### Utjecaj tijekom građenja zahvata

Prema pravilniku o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN 145/04), tijekom dnevnog razdoblja, za radove na otvorenom prostoru dopuštena ekvivalentna razina buke iznosi 65 dB(A). U razdoblju od 08.00 do 18.00 sati dopušta se prekoračenje ekvivalentne razine buke od dodatnih 5 dB(A).

Pri obavljanju građevinskih radova noću, ekvivalentna razina buke ne smije prijeći vrijednosti iz tablice 1. članka 5. ovoga Pravilnika. Iznimno je dopušteno prekoračenje dopuštenih razina buke za 10 dB, u slučaju ako to zahtjeva tehnološki proces u trajanju do najviše jednu noć odnosno dva dana tijekom razdoblja od 30 dana. O iznimnom prekoračenju dopuštenih razina buke izvođač radova je obavezan pismenim putem obavijestiti sanitarnu inspekciju i upisati u građevinski dnevnik.

Do emisija buke u okolni prostor dolaziti će od rada strojeva i vozila na gradilištu, prilikom iskopa, utovara i odvoženja/dovoženja materijala potrebnih za građevinske zahvate te ostalih radova na gradilištu, u periodu radnog vremena gradilišta.

Iskustva s gradilišta upućuju da se na gradilištu može očekivati buka od oko 80 dBA u neposrednoj blizini izvora, tj. na udaljenosti od cca. 3 m od građevinskog stroja.

Lokacija predmetnog zahvata udaljene je od 200 do 500 m od prvih stambenih kuća. Kako se razina buke smanjuje s porastom udaljenosti od izvora, a stambeni objekti se ne nalaze u neposrednoj blizini lokacije zahvata, ne očekuje se uznemiravanje stanovništva bukom iznad dopuštenih zakonskih vrijednosti. Utjecaj će biti privremen i ograničen na područje zahvata i to isključivo tijekom radnog vremena gradilišta, u periodu izgradnje, pa kao takav ne predstavlja značajan negativan utjecaj.

#### Utjecaj tijekom korištenja zahvata

Tijekom rada MHE Petruševac 1 i 2 mogući izvor buke je oprema smještena u strojarnici objekta (turbina i generator) te ostala strojarska oprema (upravljačka oprema, transformatori, rashladni sustavi glavnih proizvodnih jedinica) smještena u zatvorenom objektu na upravljačkom platou prostora hidroelektrane.

S obzirom na to da će strojarska oprema (upravljačka oprema, transformatori, rashladni sustavi glavnih proizvodnih jedinica) biti smještena u zatvorenom objektu, a generator i turbina pod vodom u poluzatvorenoj strojarnici izvedenoj od armirano-betonske vodonepropusne konstrukcije, ne očekuje se pojava buke koja bi imala utjecaj na okoliš. Prema prospektu i iskustvu rada ovih turbina one su praktični nečujne. Ovaj generator nije klasični generator velike težine i velikog broja okretaja, ovo je generator koji proizvodi istosmjernu struju s malim bojem okretaja, ima miran rad i malu pojavu vibracija te praktično nečujan.

Buka u vanjskom prostoru oko građevine javljat će se povremeno tijekom kretanja vozila zaposlenika koji će nadzirati rad hidroelektrane te kamiona za dopremu opreme za remont elektrane i odvoz otpada, međutim njihov utjecaj na razinu buke u predmetnom području je povremen i nije značajan.

Prema navedenom, utjecaji tijekom rada elektrane na buku u predmetnom području su mali i lokalni te nisu značajni. Kako osim Domovinskog mosta, koji je dominantan izvor buke, u bližoj okolici nema niti se planiraju sadržaji koji emitiraju buku, radom predmetne MHE ne očekuje se značajna promjena razine buke u odnosu na prijašnje stanje niti prekoračenje dozvoljenih razina buke propisanih Pravilnikom o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN 145/04).

### **3.1.10. Utjecaji na stanovništvo**

#### Utjecaj tijekom građenja zahvata

MHE Petruševac 1 i 2 planiraju se izgraditi izvan građevinskog područja naselja Petruševac, Velika Kosnica i Mičevac. Lokacija zahvata, od krune postojećeg nasipa udaljena je cca. 200 m od prvih objekata stambene namjene naselja Petruševac i cca. 500 m od naselja Velika Kosnica i Mičevac. Pristup do lokacije elektrane moguć je s postojećih prometnica uz zračnu nožicu nasipa koje su izvedene uz lijevi i desni nasip i povezane su s lokalnim javnim cestama.

Kod izvođenja svih građevinskih radova pa tako i tijekom radova na izgradnji male hidroelektrane, na predmetnoj lokaciji javit će se dodatni izvor buke i onečišćenja zraka (prašina i ispušni plinovi) prilikom transporta opreme, rada strojeva i mehanizacije.

Budući da je naseljeno područje iza lijevoobalnog nasipa od lokacije zahvata odvojeno nasipom utjecaj buke će biti ublažen nasipom kao fizičkom preprekom. Utjecaj buke bit će izraženiji na samom prostoru gradilišta, no uz pridržavanje mjera zaštite na radu i zakonskih propisa neće predstavljati opasnost za zdravlje radnika.

Kretanje radnih vozila po pristupnim cestama može utjecati na otežan promet te ograničiti kretanje stanovnika, međutim nastali utjecaj u prostoru smatra se privremenim, javljat će se tijekom radnog vremena gradilišta u periodu izgradnje te nije značajan.

#### Utjecaj tijekom korištenja zahvata

Tijekom korištenja MHE neće dolaziti do emisija štetnih tvari te neće biti nikakvih negativnih utjecaja na ljude i ljudsko zdravlje.

Izgradnja malih hidroelektrana ima generalno pozitivan učinak na stanovništvo. Ekološki su prihvatljive jer ne zagađuju okoliš. Njihovim radom ne nastaju emisije ugljičnog dioksida u okoliš (za razliku od elektrana na fosilne izvore energije) te ne proizvode nikakav otpad. Zbog toga hidroelektrane imaju pozitivan utjecaj na okoliš u smislu smanjenja emisija stakleničkih plinova. Pogodne su za napajanje udaljenih izoliranih područja. Općenito se može reći da proizvodnja energije iz obnovljivih izvora pridonosi poboljšanju kvalitete života te se stvara ugodnija životna sredina.

### **3.1.11. Utjecaji na krajobrazne vrijednosti**

#### Utjecaj tijekom građenja zahvata

Tijekom izvođenja građevinskih radova na lokaciji zahvata formirat će se gradilište. Javit će se negativni vizualni utjecaj na krajobraznu vizuru, zbog prisutnosti radnih strojeva, opreme i materijala potrebnog za gradnju. Međutim, ovaj je utjecaj ograničenog trajanja i nakon završetka radova u potpunosti i trajno nestaje te nije značajan.

#### Utjecaj tijekom korištenja zahvata

Promatrano područje odgovara nizinskom riječnom krajobraznom tipu, koji se proteže s obje strane rijeke Save. To je mješoviti krajobraz koji se odlikuje urbaniziranim strukturama i doprirodnim područjima s ostacima riječnih meandara i nizinskih šuma (**slike 3.1.8.-1.i 3.1.8.-2.**).



**Slika 3.1.8.-1.** Pogled na Domovinski most i naselje Petruševac



**Slika 3.1.8.–1.** Pogled na Komersko – Žitnjačku šumu

S obzirom na to da je predmetno područje u velikoj mjeri poprimilo antropogeni karakter te su svi objekti MHE Petruševac 1 i 2 smješteni u koritu i na prostoru lijeve i desne inundacije rijeke Save, izvan posebno vrijednog dijela prirode – priobalje Save (Komersko – Žitnjačka šuma i Poloj kod Domovinskog mosta), zaštićenog temeljem PPUGZ i GUP-a te osobito vrijednog predjela – kultivirani krajobraz – zaštićenog prostorno planskim mjerama PPPPO Črnkovec – Zračna luka Zagreb i PPUGVG, zaključuje se da planirani zahvat neće uzrokovati degradaciju krajobraza i njegovih vrijednosti.

### **3.1.12.** Utjecaji na kulturno-povijesnu baštinu

#### Utjecaj tijekom građenja i korištenja

Prema prostorno - planskoj dokumentaciji, lokacija predmetnog zahvata nalazi se izvan povijesnih graditeljskih cjelina, udaljena od postojećih povijesnih građevina i registriranih arheoloških lokaliteta te se smatra da utjecaja na kulturno povijesnu baštinu neće biti.

### **3.1.13.** Utjecaji od otpada

#### Utjecaj tijekom građenja zahvata

Tijekom izvođenja radova na izgradnji MHE nastat će određene količine i vrste otpada. Isti će se odvojeno sakupljati po vrstama te će se predavati ovlaštenim pravnim osobama, koje posjeduju dozvolu za gospodarenje otpadom.

U fazi izgradnje nastat će manja količina komunalnog otpada (ostaci od konzumacije hrane i pića zaposlenika).

Očekuje se nastanak građevinskog otpada, od iskopane zemlje i kamenja prilikom pripremnih radova, viška betona nakon dovršetka betoniranja, ostataka oplata i dijelova dasaka, željeza, čelika i miješanih metala.

Nastajat će i manja količina ambalažnog otpada (npr. vreće, ostaci paleta, kutije, plastične folije i sl.) od proizvoda upotrijebljenih na gradilištu.

Za očekivati je manje količine opasnog otpada. To se uglavnom odnosi na otpad koji potječe od boja i razrjeđivača, uprljanih tkanina te iskorištene ambalaže.

Prema Pravilniku o katalogu otpada (NN 90/15), tijekom radova na izgradnji planiranog zahvata, predviđa se nastanak vrsta otpada koje se mogu svrstati pod sljedeće ključne brojeve (**tablica 3.1.10.-1.**).

**Tablica 3.1.10. – 1.: Ključni brojevi i nazivi otpada tijekom izgradnje MHE Petruševac**

| KLJUČNI BROJ | NAZIV OTPADA                                                                                                                                                                                     |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>20</b>    | <b>Komunalni otpad (otpad iz domaćinstava i slični otpad iz obrta, industrije i ustanova) uključujući odvojeno skupljene sastojke</b>                                                            |
| 20 03 01     | Miješani komunalni otpad                                                                                                                                                                         |
| <b>17</b>    | <b>Građevinski otpad i otpad od rušenja objekta (uključujući iskopanu zemlju s onečišćenih lokacija)</b>                                                                                         |
| 17 01        | Beton, opeka, crijep/pločice i keramika                                                                                                                                                          |
| 17 02        | Drvo, staklo i plastika                                                                                                                                                                          |
| 17 04        | Metali                                                                                                                                                                                           |
| 17 05        | Zemlja (uključujući iskopanu zemlju s onečišćenih lokacija), kamenje i otpad od jaružanja                                                                                                        |
| 17 09        | Ostali građevinski otpad i otpad od rušenja objekata                                                                                                                                             |
| <b>15</b>    | <b>Otpadna ambalaža, apsorbensi, tkanine i sredstva za brisanje i upijanje, filtarski materijali i zaštitna odjeća koja nije specificirana na drugi način</b>                                    |
| 15 01        | Ambalaža (uključujući odvojeno skupljenu ambalažu iz komunalnog otpada)                                                                                                                          |
| 15 01 01     | Papirna i kartonska ambalaža                                                                                                                                                                     |
| 15 01 02     | Plastična ambalaža                                                                                                                                                                               |
| 15 01 10*    | Ambalaža koja sadrži ostatke opasnih tvari ili je onečišćena opasnim tvarima                                                                                                                     |
| 15 02        | Apsorbensi, filtarski materijali, tkanine za brisanje i zaštitna odjeća, onečišćeni opasnim tvarima                                                                                              |
| 15 02 02*    | Apsorbensi, filterski materijali (uključujući filtere za ulja koji nisu specificirani na drugi način), tkanina i sredstva za brisanje i upijanje te zaštitna odjeća, onečišćena opasnim tvarima. |
| <b>13</b>    | <b>Otpadna ulja i otpad od tekućih goriva (osim jestivih ulja i ulja iz poglavlja 05, 12 i 19)</b>                                                                                               |
| 13 01        | Otpadna hidraulička ulja                                                                                                                                                                         |
| 13 01 10*    | Neklonirana hidraulička ulja na bazi minerala                                                                                                                                                    |
| 13 01 13*    | Ostala hidraulička ulja                                                                                                                                                                          |
| 13 02        | Otpadna maziva ulja za motore i zupčanike                                                                                                                                                        |
| 13 02 05*    | Neklorirana motorna, strojna i maziva ulja, na bazi minerala                                                                                                                                     |
| 13 02 08*    | Ostala motorna, strojna i maziva ulja                                                                                                                                                            |
| 13 07        | Otpad od tekućih goriva                                                                                                                                                                          |
| 13 07 01*    | Loživo ulje i dizel gorivo                                                                                                                                                                       |
| 13 07 02*    | Benzin                                                                                                                                                                                           |
| 13 07 03*    | Ostala goriva (uključujući mješavine)                                                                                                                                                            |
| 13 08        | Zauljeni otpad koji nije specificiran na drugi način                                                                                                                                             |

Sukladno Pravilniku o postupanju s viškom otpada, koji predstavlja mineralnu sirovinu kod izvođenja građevinskih radova (NN 79/14), materijal od iskopa koji se može iskoristiti u građenju bit će dalje korišten u tu svrhu, a ostatak iskopa će se odlagati na za to namijenjenoj lokaciji.

Pravilnim sakupljanjem i odvajanjem otpada po vrstama otpada te predajom tog otpada ovlaštenim tvrtkama (sakupljačima) na zbrinjavanje, za vrijeme trajanja izgradnje građevine, a sve sukladno odredbama Zakona o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13), smatra se da negativnog utjecaja na okoliš od otpada neće biti.

#### Utjecaj tijekom korištenja zahvata

Prilikom tehnološkog procesa pretvaranja energije vode u električnu energiju ne nastaje otpad, osim tijekom remonta MHE, kada se mijenjaju istrošeni dijelovi strojeva ili strojevi sami, a koji je izvoditelj radova dužan ukloniti s područja radova i zbrinuti na zakonom propisan način.

Boravkom ljudi te uslijed održavanja objekta i opreme nastajat će male količine otpada (15 01 01 papirna i kartonska ambalaža, 15 01 02 plastična ambalaža, 20 03 01 miješani komunalni otpad, otpadna biološki razgradiva ulja, tkanine za brisanje i zaštitna odjeća). Isti će se razvrstavati i zbrinjavati na zakonom propisan način, putem ovlaštene osobe.

U sklopu prostorije za nadzor rada hidroelektrane predviđena je izvedba sanitarnog čvora s vodonepropusnom septičkom jamom. Otpad iz septičke jame 20 03 04 će se isto zbrinjavati putem ovlaštene pravne osobe, na zakonom propisani način.

Plutajući ostaci biljnog materijala, ambalažni otpad i drugi odbačeni predmeti koji ljudskom nesmotrenošću mogu dospjeti u rijeku zadržavat će se na rešetkama ispred turbina. Za čišćenje od otpada koji će se zadržavati na rešetki koristit će se auto dizalica. Rešetka se postavlja u utore i može se izvući auto dizalicom na plato u svrhu njenog čišćenja i održavanja. Sakupljeni otpad utovaruje se u sanduk kamiona. Pristup kamionu do gornjeg ruba rešetke osiguran je s platoa, tj. s pristupnog mosta. Zbrinjavanje tog neopasnog otpada osigurat će se putem ovlaštenog sakupljača otpada.

Tijekom korištenja MHE Petruševac očekuje se nastanak vrsta otpada, koji se prema Pravilniku o katalogu otpada (NN 90/15) mogu svrstati (**vidi tablicu 3.1.10.-2.**) pod sljedeće ključne brojeve:

**Tablica 3.1.10.-2.** Ključni brojevi i nazivi otpada koji mogu nastati tijekom korištenja MHE Petruševac

| KLJUČNI BROJ | NAZIV OTPADA                                                                                                                                                                                    |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>20</b>    | <b>Komunalni otpad (otpad iz domaćinstava i slični otpad iz obrta, industrije i ustanova) uključujući odvojeno skupljene sastojke</b>                                                           |
| 20 03        | Ostali komunalni otpad                                                                                                                                                                          |
| 20 03 01     | Miješani komunalni otpad                                                                                                                                                                        |
| <b>15</b>    | <b>Otpadna ambalaža, apsorbenzi, tkanine i sredstva za brisanje i upijanje, filterski materijali i zaštitna odjeća koja nije specificirana na drugi način</b>                                   |
| 15 01        | Ambalaža (uključujući odvojeno skupljenu ambalažu iz komunalnog otpada)                                                                                                                         |
| 15 01 01     | Papirna i kartonska ambalaža                                                                                                                                                                    |
| 15 01 02     | Plastična ambalaža                                                                                                                                                                              |
| 15 01 10*    | Ambalaža koja sadrži ostatke opasnih tvari ili je onečišćena opasnim tvarima                                                                                                                    |
| 15 02        | Apsorbensi, filterski materijali, tkanine za brisanje i zaštitna odjeća, onečišćeni opasnim tvarima                                                                                             |
| 15 02 02*    | Apsorbensi, filterski materijali (uključujući filtere za ulja koji nisu specificirani na drugi način, tkanina i sredstva za brisanje i upijanje te zaštitna odjeća, onečišćena opasnim tvarima. |
| <b>13</b>    | <b>Otpadna ulja i otpad od tekućih goriva (osim jestivih ulja i ulja iz poglavlja 05, 12 i 19)</b>                                                                                              |
| 13 02        | Otpadna motorna, strojna i maziva ulja                                                                                                                                                          |
| 13 02 07*    | Biološki lako razgradiva motorna, strojna i maziva ulja                                                                                                                                         |

Negativnog utjecaja na okoliš neće biti, jer će se s nastalim otpadom postupati sukladno Zakonu o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13) i na temelju njega usvojenih pod zakonskih propisa, koji reguliraju gospodarenje s pojedinim vrstama otpada.

### 3.1.14. Utjecaj klimatskih promjena

#### Utjecaj zahvata na klimatske promjene

Tijekom građevinskih radova na izgradnji MHE Petruševac 1 i 2 doći će do emisije ispušnih plinova iz radnih strojeva i transportnih sredstava.

S obzirom na to da se radi o zahvatu čiji utjecaj je ograničen samo na razdoblje kada će se izvoditi građevinski radovi, utjecaj na klimatske promjene bit će zanemariv.

#### Utjecaj tijekom korištenja

S obzirom na to da je predmetni zahvat mala hidroelektrana čijim radom se ne transportiraju ili proizvode nikakve štetne sirovine ili produkti, ne očekuje se utjecaj na klimatske promjene.

#### Utjecaj klimatskih promjena na predmetni zahvat

Tijekom građenja, ne očekuje se utjecaj klimatskih promjena na zahvat, zbog kratkog vremena građenja, u kojem se klimatske promjene ne mogu manifestirati na način, koji bi bio vidljiv ili značajan.

#### Utjecaj tijekom korištenja

Prema smjernicama iz vodiča "Non – paper Guidelines for Project Managers: making vulnerable investments climate resilient" analizirana su 4 modula:

1. Analiza osjetljivosti
2. Procjena izloženosti
3. Procjena ranjivosti
4. Procjena rizika

Inače se koristi 7 modula (Identifikacija opcija prilagodbe, Procjena opcija prilagodbe i Uključivanje akcijskog plana za prilagodbu u projekt) osim ako se kroz prva četiri utvrdi da ne postoji značajan rizik ili ranjivost predmetnog zahvata na klimatske promjene, kao što je i slučaj u ovom predmetnom zahvatu.

#### **Modul 1. – Analiza osjetljivosti**

U prvom modulu analizira se osjetljivost projekta na ključne klimatske promjene kroz primarne i sekundarne utjecaje i opasnosti, i to kroz 4 glavne komponente:

- Postrojenja i procesi IN – SITU
- Ulaz (voda, energija, ostalo)
- Izlaz (proizvod, tržišta, potražnja korisnika)
- Transport (prometni pravci)

S obzirom na to da je predmetni zahvat mala hidroelektrana, analiza će se provesti za dvije komponente. Postrojenja i procesi IN – SITU i Ulaz/Korištenje vode.

Vrednuje se ocjenama:

|   |                                                                                     | <b>Osjetljivost</b> |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 2 |  | Visoka              |
| 1 |  | Umjerena            |
| 0 |  | Zanemariva          |

## Analiza osjetljivosti

| POSTROJENJA I PROCESI IN-SITU |    | Osjetljivost                            |    | ULAZ/KORIŠTENJE VODE |
|-------------------------------|----|-----------------------------------------|----|----------------------|
|                               |    | Primarni utjecaji                       |    |                      |
|                               | 1  | Promjene prosječnih temperatura         | 1  |                      |
|                               | 2  | Povećanje ekstremnih temperatura        | 2  |                      |
|                               | 3  | Promjene prosječnih oborina             | 3  |                      |
|                               | 4  | Povećanje ekstremnih oborina            | 4  |                      |
|                               | 5  | Promjene prosječne brzine vjetra        | 5  |                      |
|                               | 6  | Povećanje maksimalnih brzina vjetra     | 6  |                      |
|                               | 7  | Vlažnost                                | 7  |                      |
|                               | 8  | Sunčeva zračenja                        | 8  |                      |
|                               |    | Sekundarni utjecaji                     |    |                      |
|                               | 9  | Promjene količina i kakvoće recipijenta | 9  |                      |
|                               | 10 | Suše                                    | 10 |                      |
|                               | 11 | Dostupnost vodnih resursa               | 11 |                      |
|                               | 12 | Klimatske nepogode (oluje)              | 12 |                      |
|                               | 13 | Poplave                                 | 13 |                      |
|                               | 14 | Porast razine mora                      | 14 |                      |
|                               | 15 | Erozija tla                             | 15 |                      |
|                               | 16 | Požar                                   | 16 |                      |
|                               | 17 | Nestabilna tla / klizišta               | 17 |                      |
|                               | 18 | Kvaliteta zraka                         | 18 |                      |
|                               | 19 | Koncentracija topline urbanih središta  | 19 |                      |
|                               | 20 | Kakvoća vode za kupanje                 | 20 |                      |

## Modul 2. – Procjena izloženosti

Procjena izloženosti zahvata na klimatske promjene obrađuje se za postojeće i buduće stanje na predmetnoj lokaciji.

Vrednuje se ocjenama:

|            |   | Izloženost |
|------------|---|------------|
| Visoka     | 3 | 3          |
| Umjerena   | 2 |            |
| Zanemariva | 1 |            |

## Procjena izloženosti:

| OSJETLJIVOST                            | IZLOŽENOST LOKACIJE - POSTOJEĆE STANJE                                                                                                                                              |   | IZLOŽENOST LOKACIJE - BUDUĆE STANJE                                                                                                                                                                                                                     |   |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| <b>Primarni utjecaji</b>                |                                                                                                                                                                                     |   |                                                                                                                                                                                                                                                         |   |
| Promjene prosječnih temperatura         | U razdoblju od 1949. do 2015. prosječno je najtopliji mjesec srpanj sa srednjom mjesečnom temperaturom od 21°C, a najhladniji siječanj sa srednjom mjesečnom temperaturom od 0,1°C. | 3 | Na temelju regionalnih klimatskih modela predviđa se povećanje temperature, ali u hladnijem dijelu godine zagrijavanja će biti nešto veće u sjevernoj kontinentalnoj Hrvatskoj, dok će u toplijem razdoblju zagrijavanje biti veće u primorskom dijelu. | 3 |
| Povećanje ekstremnih temperatura        | Najniža apsolutna minimalna temperatura zraka od -27,3°C izmjerena je u 2.mj. 1956. g., dok je najviša apsolutna maksimalna temperatura iznosila 40,4°C (8.mj. 1950.).              | 3 | Prema klimatskim procjenama očekuju se promjene minimalne zimske i maksimalne ljetne temperature, smanjenje broja hladnih dana i hladnih noći te povećanje broja toplih dana i noći.                                                                    | 3 |
| Promjene prosječnih oborina             | U razdoblju od 1949. do 2015. najveća prosječna količina oborina padne tijekom ljetnih mjeseci, dok je najmanje oborina zimi.                                                       | 3 | Smanjenje ukupne količine oborine očekuje se u većem dijelu godine prvenstveno u primorskom dijelu Hrvatske. U sjevernoj Hrvatskoj ne očekuje se značajnija promjena oborine u budućoj klimi.                                                           | 3 |
| Povećanje ekstremnih oborina            | Najmanja prosječna količina oborina zabilježena je u veljači, a najveća u srpnju. Nema izrazit suhih mjeseci tijekom godine, a najmanje oborina je u hladnom dijelu godine.         | 3 | Buduće promjene ukazuju na manje povećanje broja dana sa ekstremnom oborinom u zimskim mjesecima.                                                                                                                                                       | 3 |
| Promjene prosječne brzine vjetra        | Lokacija zahvata izložena je ovom parametru.                                                                                                                                        | 3 | Lokacija zahvata izložena je ovom parametru.                                                                                                                                                                                                            | 3 |
| Povećanje maksimalnih brzina vjetra     | Lokacija zahvata izložena je ovom parametru.                                                                                                                                        | 3 | Lokacija zahvata izložena je ovom parametru.                                                                                                                                                                                                            | 3 |
| Vlažnost                                | Lokacija zahvata izložena je ovom parametru.                                                                                                                                        | 3 | Lokacija zahvata izložena je ovom parametru.                                                                                                                                                                                                            | 3 |
| Sunčeva zračenja                        | Lokacija zahvata izložena je ovom parametru.                                                                                                                                        | 3 | Lokacija zahvata izložena je ovom parametru.                                                                                                                                                                                                            | 3 |
| <b>Sekund. utjecaji</b>                 |                                                                                                                                                                                     |   |                                                                                                                                                                                                                                                         |   |
| Promjene količina i kakvoće recipijenta | Lokacija zahvata je izložena ovom parametru.                                                                                                                                        |   | Lokacija zahvata je izložena ovom parametru.                                                                                                                                                                                                            |   |
| Suše                                    | S obzirom na klimatske karakteristike prostora zahvata izrazito suhih mjeseci tijekom godine nema.                                                                                  |   | S obzirom na klimatske promjene i buduće projekcije moguće su nešto češće pojave sušnih dana u budućnosti.                                                                                                                                              |   |
| Dostupnost vodnih resursa               | Rijeka Sava predstavlja najveći i najduži vodotok na području Grada Zagreba. Nakon Dunava, Sava je vodom najbogatija naša rijeka.                                                   |   | Nema podataka.                                                                                                                                                                                                                                          |   |
| Klimatske nepogode (oluje)              | Nema podataka.                                                                                                                                                                      |   | Nema podataka.                                                                                                                                                                                                                                          |   |
| Poplave                                 | Prema podacima Hrvatskih voda lokacija zahvata nalazi se u području velike i srednje vjerojatnosti pojavljivanja poplava.                                                           | 3 | Ne očekuje se povećanje opasnosti od poplava. U planu je izgradnja optimalnog rješenja za ublažavanje vjerojatnosti pojavljivanja poplavlivanja na području Zagreba.                                                                                    | 3 |
| Porast razine mora                      | Lokacija zahvata nije izložena ovom parametru.                                                                                                                                      |   | Lokacija zahvata nije izložena ovom parametru.                                                                                                                                                                                                          |   |
| Erozija tla                             | Postoji mogućnost pojave riječne erozije aluvijalnih tala na obali.                                                                                                                 |   | Moguće je povećanje erozije uslijed ekstremnih oborina i suša.                                                                                                                                                                                          |   |
| Požar                                   | Lokacija zahvata nalazi se na području male opasnosti od požara.                                                                                                                    |   | Ne očekuje se povećanje opasnosti od požara.                                                                                                                                                                                                            |   |
| Nestabilna tla / klizišta               | Na prostoru zahvata ne postoji mogućnost od pojave klizišta tla.                                                                                                                    |   | Ne postoji mogućnost pojave klizišta tla.                                                                                                                                                                                                               |   |
| Kvaliteta zraka                         | Izloženost lokacije zahvata ovom parametru je zanemariva.                                                                                                                           |   | Izloženost lokacije zahvata ovom parametru je zanemariva.                                                                                                                                                                                               |   |
| Koncentracija topline urbanih središta  | Izloženost lokacije zahvata ovom parametru je zanemariva.                                                                                                                           |   | Izloženost lokacije zahvata ovom parametru je zanemariva.                                                                                                                                                                                               |   |
| Kakvoća vode za kupanje                 | Izloženost lokacije zahvata ovom parametru je zanemariva.                                                                                                                           |   | Izloženost lokacije zahvata ovom parametru je zanemariva.                                                                                                                                                                                               |   |

### Modul 3. – Procjena ranjivosti

Procjena ranjivosti zahvata na klimatske promjene računa se pomoću formule:

$$V = S * E$$

Gdje je S - osjetljivost zahvata na klimatske promjene, a E – izloženost zahvata na klimatske promjene.

| Razina ranjivosti projekta |   | Osjetljivost |   |   |  |
|----------------------------|---|--------------|---|---|--|
|                            |   | Izloženost   |   |   |  |
|                            |   | 0            | 1 | 2 |  |
| Visoka                     | 3 | 0            | 1 | 2 |  |
| Umjerena                   |   | 0            | 2 | 4 |  |
| Zanemariva                 |   | 0            | 3 | 6 |  |

Procjena ranjivosti:

|                                             |  | Primarni utjecaji |    | Sekundarni utjecaji |    | ZBROJ |    |
|---------------------------------------------|--|-------------------|----|---------------------|----|-------|----|
|                                             |  | 1.                | 2. | 3.                  | 4. | 5.    | 6. |
| POSTROJENJA I PROCESI IN-SITU               |  |                   |    |                     |    |       |    |
| ULAZ/KORIŠTENJE VODE                        |  |                   |    |                     |    |       |    |
| Postojeće stanje Modul 2                    |  |                   |    |                     |    |       |    |
| Ranjivost - Postrojenja i procesi IN - SITU |  | 0                 | 0  | 3                   | 6  | 0     | 0  |
| Ranjivost - Ulaz/Korištenje vode            |  | 0                 | 0  | 3                   | 6  | 0     | 0  |
| ZBROJ                                       |  | 0                 | 0  | 6                   | 12 | 0     | 0  |
| Budućće stanje Modul 2                      |  |                   |    |                     |    |       |    |
| Ranjivost - Postrojenja i procesi IN - SITU |  | 0                 | 0  | 3                   | 6  | 0     | 0  |
| Ranjivost - Ulaz/Korištenje vode            |  | 0                 | 0  | 3                   | 6  | 0     | 0  |
| ZBROJ                                       |  | 0                 | 0  | 6                   | 12 | 0     | 0  |

#### **Modul 4. – Procjena rizika**

Procjena rizika napravljena je za one aspekte kojima je analizom ranjivost utvrđena visoka ranjivost.

U ovom predmetnom zahvatu to su:

- Promjene prosječnih oborina
- Povećanje ekstremnih oborina
- Dostupnost vodenih resursa i
- Poplave

| Ranjivost                     | PP, U/I                                                                                                                       | Promjene prosječnih oborina                                                           |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Nivo ranjivosti               |                                                                                                                               |                                                                                       |
| Ulaz/Korištenje vode          |                                                                                                                               |                                                                                       |
| Postrojenja i procesi IN-SITU |                                                                                                                               |                                                                                       |
| Opis                          | U razdoblju od 1949. do 2015. najveća prosječna količina oborina padne tijekom ljetnih mjeseci, dok je najmanje oborina zimi. |                                                                                       |
| Rizik                         | Smanjenje količina oborina, suša.                                                                                             |                                                                                       |
| Vezani utjecaj                | PP, U/I                                                                                                                       | Promjena prosječnih temperatara                                                       |
|                               | PP, U/I                                                                                                                       | Poplave                                                                               |
| Rizik od pojave               | 2                                                                                                                             | Promjene prosječnih oborina prema budućim klimatskim projekcijama su malo vjerojatne. |
| Posljedice                    | 2                                                                                                                             | Posljedice promjena u prosječnim oborinama su male.                                   |
| Faktor rizika                 | 4 od 25                                                                                                                       |                                                                                       |
| Mjere smanjenja rizika        |                                                                                                                               |                                                                                       |
| Primijenjene mjere            | Praćenje klimatoloških elemenata                                                                                              |                                                                                       |
| Potrebne mjere                | Nisu predviđene                                                                                                               |                                                                                       |

| Ranjivost                     | PP, U/I                                                                                                                                                                                                            | Povećanje ekstremnih oborina                                                  |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Nivo ranjivosti               |                                                                                                                                                                                                                    |                                                                               |
| Ulaz/Korištenje vode          |                                                                                                                                                                                                                    |                                                                               |
| Postrojenja i procesi IN-SITU |                                                                                                                                                                                                                    |                                                                               |
| Opis                          | Povećanje ekstremnih oborina može dovesti do promjena dinamike razina podzemnih voda što je usko povezano sa vodoopskrbom Grada te do kolebanja vodostaja rijeke Save, što se može odraziti na rad MHE Petruševac. |                                                                               |
| Rizik                         | Smanjenje ili povećanje količine oborina. Sukladno tome porast ili smanjenje vodostaja rijeke Save te podzemne vode.                                                                                               |                                                                               |
| Vezani utjecaj                | PP, U/I                                                                                                                                                                                                            | Promjena prosječnih temperatura                                               |
|                               | PP, U/I                                                                                                                                                                                                            | Poplave                                                                       |
| Rizik od pojave               | 3                                                                                                                                                                                                                  | Povećanje ekstremnih oborina prema budućim klimatskim projekcijama su moguće. |
| Posljedice                    | 4                                                                                                                                                                                                                  | Posljedice promjena u povećanju ekstremnih oborina su velike.                 |
| Faktor rizika                 | 12 od 25                                                                                                                                                                                                           |                                                                               |
| Mjere smanjenja rizika        |                                                                                                                                                                                                                    |                                                                               |
| Primijenjene mjere            | Praćenje klimatoloških elemenata                                                                                                                                                                                   |                                                                               |
| Potrebne mjere                | Nisu predviđene                                                                                                                                                                                                    |                                                                               |

| Ranjivost                     | PP, U/I                                                                                                                           | Dostupnost vodenih resursa                                                                |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nivo ranjivosti               |                                                                                                                                   |                                                                                           |
| Ulaz/Korištenje vode          |                                                                                                                                   |                                                                                           |
| Postrojenja i procesi IN-SITU |                                                                                                                                   |                                                                                           |
| Opis                          | Rijeka Sava predstavlja najveći i najduži vodotok na području Grada Zagreba. Nakon Dunava, Sava je vodom najbogatija naša rijeka. |                                                                                           |
| Rizik                         | Smanjeni vodostaj i protok rijeke Save.                                                                                           |                                                                                           |
| Vezani utjecaj                | PP, U/I                                                                                                                           | Suše                                                                                      |
|                               | PP, U/I                                                                                                                           | Poplave                                                                                   |
| Rizik od pojave               | 2                                                                                                                                 | Nedostatak vodenih resursa može malo vjerojatno utjecati na rad MHE Petruševac.           |
| Posljedice                    | 4                                                                                                                                 | Posljedice nedostataka vodenih resursa su velike. Pokazat će se kroz financijske gubitke. |
| Faktor rizika                 | 8 od 25                                                                                                                           |                                                                                           |
| Mjere smanjenja rizika        |                                                                                                                                   |                                                                                           |
| Primijenjene mjere            | Praćenje oborina i izdašnosti izvora.                                                                                             |                                                                                           |
| Potrebne mjere                | Nisu predviđene                                                                                                                   |                                                                                           |

| Ranjivost                     | PP, U/I                                                                                                                      | Poplave                                                                    |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Nivo ranjivosti               |                                                                                                                              |                                                                            |
| Ulaz/Korištenje vode          |                                                                                                                              |                                                                            |
| Postrojenja i procesi IN-SITU |                                                                                                                              |                                                                            |
| Opis                          | Prema podacima Hrvatskih voda lokacija zahvata nalazi se u području velike i srednje vjerojatnosti pojavljivanja poplava.    |                                                                            |
| Rizik                         | U planu je izgradnja optimalnog rješenja za ublažavanje vjerojatnosti pojavljivanja poplavlivanja na području Zagreba.       |                                                                            |
| Vezani utjecaj                | PP, U/I                                                                                                                      | Suše                                                                       |
|                               | PP, U/I                                                                                                                      | Poplave                                                                    |
| Rizik od pojave               | 2                                                                                                                            | Rizika od poplava može malo vjerojatno utjecati na rad MHE Petruševac.     |
| Posljedice                    | 3                                                                                                                            | Posljedice od poplava su umjerene. Pokazat će se kroz financijske gubitke. |
| Faktor rizika                 | 6 od 25                                                                                                                      |                                                                            |
| Mjere smanjenja rizika        |                                                                                                                              |                                                                            |
| Primijenjene mjere            | Praćenje oborina i stanja vodostaja. Izgradnja optimalnog rješenja za ublažavanje vjerojatnosti pojavljivanja poplavlivanja. |                                                                            |
| Potrebne mjere                | Nisu predviđene                                                                                                              |                                                                            |

### Zaključak

Klimatske promjene ne predstavljaju značajan negativan utjecaj na rad MHE. Očituju se u maloj ranjivosti zahvata na promjene prosječnih oborina, povećanje ekstremnih oborina, dostupnost vodnog resursa i poplave.

Rizik od pojava i posljedice u promjenama prosječnih oborina su vrlo male. Povećanje ekstremnih oborina prema budućim klimatskim promjenama odrazilo bi se na smanjenje ili povećanje količine oborina te sukladno tome na porast ili sniženje vodostaja rijeke Save. Posljedica takvih događaja su moguća smanjenja proizvodnje električne energije te financijski gubitak. Rizik od pojave i posljedica dostupnosti vodenih resursa također se može odraziti na rad MHE i financijske gubitke. Malo je vjerojatno da će pojava poplava utjecati na rad MHE. U periodu visokih vodostaja rijeke Save moguće je da će dolaziti do prestanka rada MHE što će se pokazati kroz financijske gubitke.

S obzirom na procjenu da su posljedice takvih događaja male, navedene klimatske promjene na planirani zahvat neće imati negativni utjecaj.

### **3.1.15. Mogući utjecaji zahvata na okoliš u slučaju akcidentnih situacija**

#### Utjecaj tijekom građenja zahvata

Akcidentne situacije koje se mogu pojaviti tijekom izgradnje MHE su sudari / prevrtanje vozila i radnih strojeva, izlijevanje nafte i naftnih derivata i drugih štetnih tvari u okoliš, požar na otvorenim površinama, na vozilima te nesreće uzrokovane višom silom (ekstremno nepovoljni vremenski uvjeti i udar groma).

Međutim, akcidentne situacije se ne očekuju u uvjetima pravilnog vođenja gradilišta, odlaganja materijala iz iskopa dalje od vodotoka, pretakanja goriva i skladištenja drugih opasnih materijala na siguran način, van dosega visokih voda i na udaljenim mjestima od samog vodotoka. Također, parkiranjem građevinske mehanizacije na građevnoj čestici uz cestu izvan vodnog dobra,

korištenjem redovito servisirane i održavane radne mehanizacije i vozila također će smanjiti mogućnost akcidentnih situacija.

Prema navedenom, pridržavanjem zakonom definiranih i obaveznih mjera zaštite i sigurnosti na radu te pravilnom organizacijom rada mogućnost nastanka akcidentne situacije i negativnih utjecaji na okoliš malo je vjerojatna.

#### Utjecaj tijekom korištenja zahvata

Tijekom rada MHE ne predstavlja značajni potencijalni izvor akcidentnih situacija. Sagledavajući sve elemente tehnologije rada akcidentne situacije koje se mogu pojaviti tijekom korištenja MHE su požar na otvorenim površinama i tehnički požar na objektu, nesreća uzrokovana višom silom (djelovanje prirodnih nepogoda – potresi, poplave i dr.) te nesreće uzrokovane tehničkim kvarom ili ljudskom greškom.

U hidroenergetskim objektima mogućnost emisije onečišćenja u vodu predstavljaju ulja za podmazivanje turbine i ostalih mehaničkih pokretnih dijelova koji su u doticaju s vodom. Iz tog razloga potrebno je u svim mogućim situacijama koristiti biorazgradivo sintetičko ulje čijom se uporabom u hidrauličkom sustavu i turbinama negativan utjecaj na vode svodi na minimum.

Kako je MHE konstruktivno i tehnološki prilagođena hidrološkim uvjetima prilikom njezinog korištenja ne očekuje se mogućnost negativnih djelovanja prirodnih nepogoda (potresa, poplava idr.), pogotovo ako radovi budu izvedeni prema projektnoj dokumentaciji i ako se objekti MHE Petruševac 1 i 2 budu redovito održavali.

Prema svemu navedenom smatra se da tijekom korištenja MHE, uz redovito održavanje te pravilno korištenje objekta i opreme, izgledi za nastanak akcidentnih situacija su značajno smanjeni te se mogu očekivati s malom vjerojatnošću pojavljivanja.

### **3.2. Mogući utjecaj zahvata na okoliš nakon prestanka korištenja zahvata**

MHE Petruševac je trajna građevina te se, uz redovito održavanje, očekuje njeno korištenje kroz duži vremenski period. S obzirom na razvoj tehnologije postoji mogućnost zamjene opreme. Redovito održavanje podrazumijeva zamjenu starih dijelova novima te njihovo zbrinjavanje sukladno zakonskom regulativom propisanoj praksi zbrinjavanja vrsta otpada kojoj pripadaju.

Ako dođe do prestanka odvijanja djelatnosti, ako se građevina ne prenamijeni, na lokaciji će doći do rušenja objekta te sanacije terena i vraćanja u prvobitno stanje. Tijekom uklanjanja građevine javit će se kratkotrajni, privremeni i zanemarivi utjecaji buke i prašine uslijed rušenja čvrstih dijelova objekta.

U slučaju uklanjanja zahvata s lokacije, s obzirom na tada važeću zakonsku regulativu i stanje okolnog područja, prilagodit će se mjere i aktivnosti u odnosu na zaštitu okoliša, u posebnom postupku.

### **3.3. Vjerojatnost značajnih prekograničnih utjecaja**

Lokacija MHE Petruševac nalazi se na udaljenosti oko 30 km od najbližeg dijela državne granice.

Tijekom izvedbe i korištenja predmetnog zahvata, a s obzirom na njegov položaj, prostorni obuhvat, svrhu i procijenjene utjecaje te udaljenost od granica sa susjednim državama, negativnih utjecaja na okoliš susjednih država neće biti.

### **3.4. Vjerojatnost nastanka kumulativnih utjecaja**

#### Utjecaj tijekom građenja zahvata

Kako nema informacija da bi se za vrijeme odvijanja radova na izgradnji MHE Petruševac 1 i 2 izvodili još neki radovi na okolnom prostoru, ne predviđa se nastanak dodatnih kumulativnih utjecaja s drugim zahvatima na okoliš ili prirodu, tijekom faze građenja, ali ako do njih dođe kumulativni efekt predstavljat će povremeno povećanje razine buke i prašine tijekom radova zbog građevinskih vozila i radnih strojeva koji će povremeno prometovati, usporavati i ometati prometnu protočnost, u kratkim vremenskim intervalima, što se ne smatra značajnim kumulativnim utjecajem

#### Utjecaj tijekom korištenja zahvata

U okviru uređenja korita Save na dionici od granice s Republikom Slovenijom do Siska prostornim planovima predviđena je izgradnja hidroelektrana i to (HE Podsused, HE Prečko, HE Zagreb, HE Drenje te HE Strelečko s akumulacijom koja zauzima prostor od planiranog ušća kanala Sava – Sava do lokacije brane Drenje).

Međutim, izgradnja velikih akumulacija koje potapaju cijeli inundacijski prostor te podizanje razine Save do krune postojećih nasipa u postojećem stanju izgrađenosti zaobalnog područja praktički je neizvedivo pa se nameće jedina mogućnost korištenja voda Save na ovoj dionici izgradnjom većeg broja malih hidroelektrana (MHE) koje bi se izvele tako da koriste raspoloživi pad unutar postojećeg korita Save izgradnjom određenog broja pregradnih profila kojima bi se formirale kaskade visine 3-4 m.

Na ovaj način moguće je na prostorima prije planiranih hidroelektrana izgraditi :

- MHE na prostoru planirane akumulacije za HE Podsused.
- MHE na prostoru HE Prečko.
- MHE na prostoru HE Zagreb.
- MHE na prostoru HE Drenje.

Projekt MHE Petruševac 1 i 2 dio je projekta „Program Sava“ – Program zaštite, uređenja i korištenja rijeke Save od granice s Republikom Slovenijom do Siska. Cilj razvoja programa jest zaustavljanje negativnih trendova razina podzemnih voda, zaštita okoliša, korištenje energetskog potencijala, razvoj plovnog puta te pomicanje linije poplavnog rizika iz središta Zagreba.

Ključni objekti sustava su: VHS Zaprešić, HE Prečko, Ustava Lučko, Kanal Sava-Sava s ustavom Odra, HES Sisak (zamjena za HE Strelečko), Ustava Palanek, MHE Jarun, MHE Šanci, MHE Petruševac, MHE Ivanja Reka (vidi sliku 2.1.-1. na str. 38.).

Predmetne MHE Petruševac 1 i 2 nalaze se na prostoru prije planirane HE Drenje. Na lokaciji prije planirane HE Drenje moguće je locirati MHE Ivanja Reka, a na uzvodnom dijelu prije kraja planirane akumulacije HE Drenje moguće je locirati MHE Šanci dok je lokacija MHE Petruševac 1 i 2 u sredini prije planirane akumulacije HE Drenje.

Imajući na umu da je nizvodno od MHE Petruševac 1 i 2 planirana MHE Ivanja Reka, a uzvodno MHE Šanci, vjerojatnost kumulativnih negativnih utjecaja na riblje zajednice i akvatičke organizme je velika. Ove MHE će isprekidati prirodni tok rijeke Save i otežati migracije riba, ali i prirodan pronos naplavnog materijala, što će nepovoljno utjecati na populacije ptica koje se gnijezde na sprudovima. Kako je većina ciljnih vrsta ptica već sada ugrožena gubitkom staništa i kanaliziranjem, ova mala hidroelektrana zajedno s ostalim zahvatima i regulacijama na rijeci Savi može dovesti do gubitka povoljnih staništa te posljedično do smanjenja populacija ptica vezanih za njih.

Uspor prije planirane HE Drenje prostirao se uzvodno od mosta Mladosti na području na kojem je današnji tok Save usporan gradnjom praga na lokaciji postojeće TE-TO. Izgradnja ovog praga

zbog neodgovarajuće zaštite korita nizvodno od praga uzrokovala je eroziju korita Save tako je dubina korita Save na toj lokaciji s prosječnih 5-6 m dosegla dubinu od ~11,0 m.

Iz navedenih razloga rješenje trajne stabilizacije korita Save nizvodno od lokacije TE-TO je izgradnja MHE Šanci na lokaciji postojećeg praga te izgradnja MHE Petruševac 1 i 2 kojima bi se umanjilo erozivno djelovanje Save. Stabilizacija vodostaja u koritu Save dovela bi i do stabilizacije podzemnih vodostaja što će biti povoljan utjecaj na vodocrpilišta Stara loza i Kosnica.

Stabilizacija podzemnih vodostaja u ovom slučaju podrazumijeva stabilizaciju na prosječnoj razini koja je bila prije erozije korita Save.

MHE planirane su tako koriste protoke Save do ~1200 m<sup>3</sup>/s, a za veće protoke uspostavlja se prirodni režim tečenja Save jer planirani pragovi uz spuštene zaklopke ne utječu na razinu velikih voda.

Protoci do ~1200 m<sup>3</sup>/s ostaju u koritu Save dok kod većih protoka od ~2000 m<sup>3</sup>/s dolazi do izlivanja u prostor inundacija. MHE su planirane na prostoru inundacija tako da su smještene ispod razine terena u inundaciji i ne predstavljaju prepreku toku velikih voda.

Tehničko rješenje MHE Petruševac 1 i 2 izvedivo je bez obzira na varijante uređenja Save kroz Grad Zagreb i Zagrebačku županiju te nije ovisno o veličini velikih voda kroz grad pa one nisu ni analizirane jer MHE prestaje s radom kod protoka većih od ~1200 m<sup>3</sup>/s kada se uspostavlja prirodni režim tečenja velikih voda.

U slučaju izgradnje kanala Sava – Sava i skretanja velikih voda Save u ovaj kanal inundacijski prostor na području MHE Petruševac 1 i 2 neće biti plavljen dok će za slučaj upravljanja velikim vodama kao u postojećem stanju inundacijski prostor biti plavljen kod protoka Save većih od ~2000 m<sup>3</sup>/s.

Izgradnjom i korištenjem navedenih zahvata umanjilo bi se erozivno djelovanje rijeke Save. Stabilizacija vodostaja u koritu Save dovela bi i do stabilizacije podzemnih vodostaja i bolje prihrane obližnjih vodocrpilišta.

### 3.5. Obilježja utjecaja

#### 3.5.1. Obilježja utjecaja tijekom izgradnje

**Tablica 3.4.-1.** Obilježja utjecaja zahvata na sastavnice okoliša tijekom izgradnje.

| Sastavnica okoliša   | UTJECAJ                                                     |     |         |                 |           |                         |  |               |       |                      |     |              |
|----------------------|-------------------------------------------------------------|-----|---------|-----------------|-----------|-------------------------|--|---------------|-------|----------------------|-----|--------------|
|                      | Akcidentne situacije                                        |     |         | Emisije prašine |           | Emisije štetnih plinova |  | Buka          |       | Fragmentacija rijeke |     |              |
| Tlo                  | -2, I                                                       |     |         | -1, N           |           | 0                       |  | 0             |       | 0                    |     |              |
| Voda                 | -2, I                                                       |     |         | -1, I           |           | 0                       |  | 0             |       | 0                    |     |              |
| Zrak                 | -1, I                                                       |     |         | -2, I           |           | -1, I                   |  | 0             |       | 0                    |     |              |
| Flora                | -1, I                                                       |     |         | -1, I           |           | 0                       |  | 0             |       | 0                    |     |              |
| Fauna                | -2, I, N                                                    |     |         | -1, I, N        |           | 0                       |  | -2, I         |       | -2, I                |     |              |
| Stanovništvo         | 0                                                           |     |         | -1, I           |           | -1, I                   |  | -1, I, K      |       | 0                    |     |              |
| Materijalna dobra    | 0                                                           |     |         | 0               |           | 0                       |  | 0             |       | 0                    |     |              |
| Krajobraz            | 0                                                           |     |         | -1              |           | 0                       |  | 0             |       | -1, I                |     |              |
| Klima                | 0                                                           |     |         | 0               |           | 0                       |  | 0             |       | 0                    |     |              |
| Tumač oznaka:        | I = IZRAVNI, N = NEIZRAVNI, S = SEKUNDARNI, K = KUMULATIVNI |     |         |                 |           |                         |  |               |       |                      |     |              |
| Učinak utjecaja      | Negativan (-)                                               |     |         |                 |           | Neutralan (0)           |  | Pozitivan (+) |       |                      |     |              |
| Značaj utjecaja      | Izrazito jak                                                | Jak | Umjeren | Malen           | Zanemariv | Nema utjecaja           |  | Zanemariv     | Malen | Umjeren              | Jak | Izrazito jak |
| Kvantitativna oznaka | -5                                                          | -4  | -3      | -2              | -1        | 0                       |  | 1             | 2     | 3                    | 4   | 5            |

### 3.5.2. Obilježja utjecaja nakon izgradnje

Tablica 3.4.-2. Obilježja utjecaja zahvata na sastavnice okoliša nakon izgradnje

| Sastavnica<br>okoliša   | UTJECAJ                                                     |     |         |       |           |               |                        |               |       |                      |     |                 |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------|-----|---------|-------|-----------|---------------|------------------------|---------------|-------|----------------------|-----|-----------------|
|                         | Akcidentne situacije                                        |     |         |       |           | Buka          | Promjena vodnog režima |               |       | Fragmentacija rijeke |     |                 |
| Tlo                     | -1, I                                                       |     |         |       |           | 0             | 0                      |               |       | 0                    |     |                 |
| Voda                    | -1, I                                                       |     |         |       |           | 0             | +2, I, K               |               |       | 0                    |     |                 |
| Zrak                    | -1, I                                                       |     |         |       |           | 0             | 0                      |               |       | 0                    |     |                 |
| Flora                   | 0                                                           |     |         |       |           | 0             | 0                      |               |       | 0                    |     |                 |
| Fauna                   | -2, I                                                       |     |         |       |           | -1, I, K      | 0                      |               |       | -3, I                |     |                 |
| Stanovništvo            | 0                                                           |     |         |       |           | -1, I, K      | 0                      |               |       | 0                    |     |                 |
| Materijalna<br>dobra    | 0                                                           |     |         |       |           | 0             | 0                      |               |       | 0                    |     |                 |
| Krajobraz               | 0                                                           |     |         |       |           | 0             | + 1, I                 |               |       | -1, I                |     |                 |
| Klima                   | 0                                                           |     |         |       |           | 0             | 0                      |               |       | 0                    |     |                 |
| Tumač<br>oznaka:        | I = IZRAVNI, N = NEIZRAVNI, S = SEKUNDARNI, K = KUMULATIVNI |     |         |       |           |               |                        |               |       |                      |     |                 |
| Učinak<br>utjecaja      | Negativan (-)                                               |     |         |       |           | Neutralan (0) |                        | Pozitivan (+) |       |                      |     |                 |
| Značaj<br>utjecaja      | Izrazito<br>jak                                             | Jak | Umjeren | Malen | Zanemariv | Nema utjecaja |                        | Zanemariv     | Malen | Umjeren              | Jak | Izrazito<br>jak |
| Kvantitativna<br>oznaka | -5                                                          | -4  | -3      | -2    | -1        | 0             |                        | 1             | 2     | 3                    | 4   | 5               |

## 4. Prijedlog razmatranih mjera zaštite okoliša i praćenja stanja okoliša

### 4.1. Prijedlog mjera zaštite okoliša

#### Mjere zaštite bioraznolikosti

Tijekom izvođenja zahvata:

- **Graditi za vrijeme niskih voda i suhih vremenskih prilika kako bi se u što većoj mjeri smanjilo zamućenja vodotoka i negativni utjecaj na akvatičke organizme.**
- **Prilikom projektiranja i izgradnje prolaza za ribe nužno je angažirati ihtiologa, hidrologa i hidrotehničara kako bi se osigurala funkcionalnost prolaza.**
- **Koristiti postojeće pristupne puteve.**
- **Ako se na području zahvata naiđe na nastambu (npr. vidra, dabar) ili jedinku zaštićenih vrsta, potrebno je obustaviti radove te o tome obavijestiti nadležna tijela.**
- **Pripremne radove za početak radova potrebno je izvoditi izvan vegetacijskog perioda te uklanjati samo vegetaciju u najužem krugu gradilišta.**
- **Svi strojevi i vozila koja se koriste za izvođenje radova, moraju biti redovito održavana kako bi se spriječilo moguće curenje goriva, maziva ili neke druge onečišćujuće tvari u okolno stanište.**

#### Mjere zaštite tla

Tijekom izgradnje MHE Petruševac 1 i 2 nema potrebe za dodatnim mjerama zaštite tla ako izvođenje radova bude u skladu s pravilima struke i zakonskom regulativom. Isto tako tijekom korištenja, jer rad MHE ne može utjecati na onečišćenje tla.

#### Mjere zaštite voda

Tijekom izvođenja zahvata uz sigurno rukovanje i skladištenje štetnih i opasnih tvari na gradilištu u skladu s pravilima struke i pozitivnom zakonskom regulativom nisu potrebne posebne mjere zaštite površinskih i podzemnih voda od onečišćenja. Lokaciju zahvata treba štititi od erozije tla:

- **Tijekom izvođenja pripremnih i građevinskih radova na obali, potrebno je onemogućiti ispiranje iskopanog ili građevinskog materijala u rijeku, bilo oborinama bilo plavljenjem.**

Nakon završetka gradnje zahvata nema potrebe za posebnim mjerama zaštite voda izvan uvjeta koje propiše Hrvatske vode u vodopravnom aktu, izuzev mjere:

- **Koristiti biorazgradiva ulja za podmazivanje turbine i ostalih mehaničkih pokretnih dijelova koji su u doticaju s vodom**

#### Mjere zaštite zraka

Tijekom izvođenja građevinskog zahvata nije moguće potpuno izbjeći povremeno lokalno povećanje emisije prašine i ispušnih plinova strojeva i vozila u zrak za vrijeme radova za suhog vremena. Međutim, provođenjem mjera propisanih pravilnikom o zaštiti na radu na gradilištu

(prskanjem vodom površina na gradilištu te sporijom vožnjom građevinskih vozila uz prekrivanje tereta) i ostalom zakonskom regulativom negativan utjecaj može se svesti na najmanju moguću i prihvatljivu mjeru.

Budući da negativni utjecaji prestaju nakon završetka gradnje, nema potrebe za dodatnim mjerama zaštite zraka tijekom korištenja MHE.

### Mjere zaštite od svjetlosnog onečišćenja

Lokacija zahvata već se nalazi u području visokog svjetlosnog zagađenja pod utjecajem velikog grada. Pored postojećih propisa dodatne mjere zaštite nisu potrebne.

### Mjere zaštite od buke

Tijekom izvođenja zahvata nije moguće izbjeći povećanje razine buke, međutim utjecaj je privremen i nije značajan te stoga pored postojećih zakonskih propisa, nije potrebno propisivati dodatne mjere zaštite stanovništva i radnika od buke.

Nakon završetka zahvata nema potrebe za dodatnim mjerama zaštite od buke jer se procjenjuje da su utjecaji tijekom rada elektrane na buku okolnog područja mali i lokalni te nisu značajni. Kako osim Domovinskog mosta, koji je dominantan izvor buke, u bližoj okolini nema niti se planiraju sadržaji koji emitiraju buku, radom predmetne MHE ne očekuje se promjena razine buke u odnosu na prijašnje stanje niti prekoračenje dozvoljenih razina buke propisanih Pravilnikom o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN 145/04).

### Mjere zaštite stanovništva

Uz izvođenje građevinskih radova u skladu s pravilima struke i pozitivnom zakonskom regulativom s posebnim nalaskom na sigurnost i zdravlje radnika ne očekuje se posebna potreba za mjerama zaštite radnika, dok zbog lokacije zahvata naspram naseljenih područja neće biti nikakvog značajnog negativnog utjecaja na stanovništvo u široj okolini zahvata. Nakon završetka zahvata nema potrebe za dodatnim mjerama zaštite ljudi i ljudskog zdravlja.

### Mjere zaštite krajobraza

Tijekom izvođenja zahvata nije moguće izbjeći negativni vizualni utjecaj na krajobraznu vizuru, zbog prisutnosti radnih strojeva, opreme i materijala potrebnog za gradnju. Međutim, ovaj je utjecaj ograničenog trajanja i nakon završetka radova u potpunosti i trajno nestaje te stoga nema potrebe za dodatnim mjerama zaštite.

Korištenjem objekta, krajobraz nije značajno ugrožen predmetnim zahvatom pa zbog toga dodatne mjere zaštite nisu potrebne.

### Mjere zaštite kulturno-povijesne baštine

Utjecaja na kulturno-povijesnu baštinu nema te se smatra da dodatne mjere zaštite nisu potrebne.

### Mjere zaštite od utjecaja otpada

Zbrinjavanje otpada organizira se u skladu sa zakonskom regulativom, na temelju gospodarskih načela i načela zaštite okoliša prilikom postupanja s otpadom. Dodatne mjere zaštite od utjecaja otpada nisu potrebne.

## **4.2. Prijedlog programa praćenja stanja okoliša**

Zbog utjecaja pregradnje vodotoka na ribe i izgradnje prolaza za ribe, potrebno je praćenje učinkovitosti prolaza za ribe.

Praćenje učinkovitosti prolaza za ribe mora obavljati stručnjak ihtiolog, a radi mogućnosti kontinuiranog ponavljanja praćenja nužno je izraditi protokol za praćenje učinkovitosti prolaza za ribe za MHE Petruševac 1 i 2, u kojemu će stručnjak za ribe definirati detaljni plan i metodologiju praćenja stanja, čime se neće moći dogoditi da u više uzastopnih sezona praćenja različiti izvođači koriste različite metode, opremu i interpretaciju rezultata provedenih praćenja.

Potrebno je bilježiti koje vrste ribe su uspjele proći prolaz za ribe. Pri tome se mora zabilježiti ukupan broj jedinki riba koje se prošle pojedinu prepreku, broj vrsta riba, broj jedinki pojedine vrste i veličine ribe (ukupna dužina, visina i širina te dužina, visina i širina ne računajući peraje). U tu svrhu je potrebno izvršiti izlov ribe u ribljoj stazi (prolazu) ili neposredno na njezinom ulazu/izlazu. Prebrojavanja i identifikacija vrsta može se odraditi nakon lova ribe koja uzvodno prođe kroz prolaz za ribe i upliva u mrežama formirani prolaz do kaveza u kojem se vrši sakupljanje ribe tijekom 24 h u svakom predloženom mjesecu.

Praćenje učinkovitosti prolaza za ribe prvenstveno je nužno izvršiti u vrijeme migracije riba: travanj, svibanj i lipanj. Praćenje se ne odvija u periodu vrlo visokih voda i poplava zbog nemogućnosti obavljanja praćenja, ali i pauze u radu turbina.

Rezultate programa praćenja i eventualni prijedlog dodatnih mjera ublažavanja treba dostavljati ministarstvu nadležnom za zaštitu prirode.

## 5. Izvori podataka

### Prostorno-planska dokumentacija

Prostorni plan Grada Zagreba (Službeni glasnik Grada Zagreba 3/16 – pročišćeni tekst)

Prostorni plan Zagrebačke županije (Glasnik Zagrebačke županije 3/2002, 6/2002, 8/2005, 8/2007, 4/2010, 10/2011, 14/2012, 27/15 i 31/15 - pročišćeni tekst)

Prostorni plan posebnih obilježja Črnkovec – Zračna luka Zagreb (Glasnik Zagrebačke županije 23/2012)

Generalni urbanistički plan Grada Zagreba (Službeni glasnik Grada Zagreba, Službeni glasnik Grada Zagreba 16/07, 8/09, 7/13, 9/16, 12/16 – pročišćeni tekst)

Prostorni plan uređenja Grada Velika Gorica (Službeni glasnik Grada Velike Gorice 10/2006, 6/2008 i 5/2014, 6/2014, 8/2014, 2/15 i 3/15 - pročišćeni tekst)

Strateška studija o utjecaju izmjena i dopuna Prostornog plana Grada Zagreba na okoliš, studeni 2016.

### Projektna dokumentacija

MHE Petruševac 1 i 2 – Idejno rješenje, Elicom d.o.o., Zagreb, 2017.

### Stanovništvo i naselja:

Nejašmić I.: Populacijski razvitak Zagreba, Sociologija sela 32 (1/2) 1-12, 1994.

### Klimatološke i meteorološke značajke prostora:

Ivančan-Picek B., Guttler I., Zaninović K., Cvitan L., Bajić A., Srnec L., Cindrić K., Perčec M.: Projekcije klimatskih promjena na području grada Zagreba, Deveta regionalna konferencija o sigurnosti gradova, 2017.

Patarčić, M.: Očekivani scenarij Klimatskih promjena na području Dalmacije i Like, Zadar, 2014.

Peto nacionalno izvješće Republike Hrvatske prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime: Izabrana poglavlja: Opažene klimatske promjene u Hrvatskoj i Scenarij klimatskih promjena, DHMZ, Zagreb, 2009.

Šegota T., Filipčić A.: Klimatologija za geografe, Školska knjiga, Zagreb, 1996.

Šegota T., Filipčić A.: Koppenova podjela klima i hrvatsko nazivlje, Geoadria, Zadar, 2003.

### Geomorfološke karakteristike prostora:

Basch O.: Tumač za list Ivanić – Grad L 33 – 81, Osnovna geološka karta 1:100 000, Beograd, 1983.

Bognar A.: Geomorfološka regionalizacija Hrvatske, Acta Geographica Croatica, Zagreb, 2001.

Opačić Jakša V.: Veliki atlas Hrvatske, Mozaik knjiga, Zagreb, 2012.

### Geološke i seizmološke značajke prostora:

Basch O.: Tumač za list Ivanić – Grad L 33 – 81, Osnovna geološka karta 1:100000, Beograd, 1983.

Basch O.: Osnovna geološka karta 1:100000, list Ivanić – Grad L 33 – 81, Beograd, 1981.

#### Hidrološke i hidrogeološke značajke:

Glavni provedbeni plan obrane od poplava

Riđanović J.: Hidrografske značajke SR Hrvatske, Geografski glasnik, 1983, Zagreb.

Sava the blue heart of europe – The river Sava threats and restoration

Strateška studija o utjecaju izmjena i dopuna Prostornog plana Grada Zagreba na okoliš Knjiga I, Oikon d.o.o., 2016., Zagreb

#### Kulturno – povijesna obilježja:

Strateška studija o utjecaju izmjena i dopuna Prostornog plana Grada Zagreba na okoliš, Knjiga I., Oikon, 2016., Zagreb

Veliki atlas Hrvatske, Mozaik knjiga, 2012., Zagreb

#### Krajobrazne karakteristike:

Krajobraz – sadržajna i metoda podloga krajobrazne osnove Hrvatske

Krajobrazna osnova Grada Zagreba – prostorno planski alat za održivi razvitak, ppt, 2011.

Strategija prostornog razvoja Republike Hrvatske, 2015.

Zagrebplan – Razvojna strategija Grada Zagreba, ciljevi i prioriteti razvoja do 2020.

#### Bioraznolikost:

Antolović, J., E. Flajšman, A. Frković, M. Grgurev, M. Grubešić, D. Hamidović, D. Holcer, I. Pavlinić, N. Tvrtković i M. Vuković (2006): Crvena knjiga sisavaca Hrvatske. Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.

BMLFUW (2012): Leitfaden zum Bau von Fischaufstiegshilfen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien: 102 Seiten

Radović, J. (ur.) (2007): Ekološka mreža duž rijeke Save. DZZP, Zagreb.

Franković, M.; Bogdanović, T. (2009) Vretenca: Priručnik za inventarizaciju i praćenje stanja. Zagreb: Državni zavod za zaštitu prirode

Jelić D. et al. (2015): Crvena knjiga vodozemaca i gmazova Hrvatske. Zagreb: Državni zavod za zaštitu prirode, Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, HHD Hyla

Mrakovčić, M. & Brigić, A., ur. (2006): Crvena knjiga slatkovodnih riba Hrvatske, Ministarstvo kulture Republike Hrvatske, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, 1-253.

Mrakovčić, M., Čaleta, M., Mustafić, P., Marčić, Z., Zanella, D. i Buj, I. (2010): Slatkovodne ribe – izvješće za potrebe izrade prijedloga potencijalnih Natura 2000 područja. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.

Nacionalna klasifikacija staništa RH (III. dopunjena verzija). URL:

[http://www.dzzp.hr/dokumenti\\_upload/20100311/dzzp201003111025400.pdf](http://www.dzzp.hr/dokumenti_upload/20100311/dzzp201003111025400.pdf)

Nikolić, T. i Topić, J. (2005): Crvena knjiga vaskularne flore Hrvatske. Zagreb: Ministarstvo kulture Republike Hrvatske, Državni zavod za zaštitu prirode.

Radović, D. i dr. (2005): Nacionalna ekološka mreža – Važna područja za ptice u Hrvatskoj. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb

Schmutz, S. & Mielach, C. (2013): Measures for ensuring fish migration at transversal structures. Technical paper. ICPDR – International Commission for the Protection of the Danube River. 52p.

Simonović, P. et al. (2015) Ichthyofauna of the River Sava System. U: The Handbook of Environmental Chemistry 31: The Sava River. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, str. 361-400

Topić, J. i Vukelić, J. (2009): Priručnik za određivanje kopnenih staništa u Hrvatskoj prema Direktivi o staništima EU. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, 1-376.

Tutiš et al. (2013): Crvena knjiga ptica Hrvatske. Zagreb: Ministarstvo kulture Republike Hrvatske, Državni zavod za zaštitu prirode.

Vukelić, J. i sur. (2008): Šumska staništa i šumske zajednice u Hrvatskoj, Nacionalna ekološka mreža. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, 1-263.

Ždankus N. & Sabas G. (2006): The Impact of Hydropower Plant on Downstream River Reach. Environmental research, engineering and management. No.4(38), P.24-31

#### Internetske baze podataka:

Baza podataka Državnog zavoda za zaštitu prirode: Vrste. Staništa. Ekološka mreža. Zaštićena područja - <http://www.dzzp.hr/>

Bioportal - <http://www.bioportal.hr/gis/>

Froese, R. and D. Pauly. Editors. 2010. FishBase. World Wide Web electronic publication, version (05/2010). - [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)

Geološke i seizmološke karakteristike prostora - <http://seizkarta.gfz.hr/karta.php>

Hidrološke i hidrogeološke značajke - [www.korp.voda.hr](http://www.korp.voda.hr), <http://www.geografija.hr/hrvatska/zagreb-grad-na-savi/>

Katalog zaštićenih i strogo zaštićenih vrsta u Republici Hrvatskoj - <http://zasticenevrste.azo.hr/>,  
<http://natura2000.dzzp.hr/natura/>

Klimatske i meteorološke značajke prostora – [www.meteo.hr](http://www.meteo.hr)

Kvaliteta zraka - <http://iszz.azo.hr/iskzl/mreza.htm?t=1>

Pedološke karakteristike prostora –  
[http://www.medp.unist.hr/moduli/pedologija/predavanja/Hidromorfna\\_tla.pdf](http://www.medp.unist.hr/moduli/pedologija/predavanja/Hidromorfna_tla.pdf)  
<http://zagreb.sumins.hr/>

Program Zagreb na Savi - <http://zagrebnasavi.hr/>

Rijeke Hrvatske - <http://www.crorivers.com/>

Stanovništvo i naselja – [www.dzs.hr](http://www.dzs.hr)

Svjetlosno onečišćenje - [www.lightpollutionmap.info](http://www.lightpollutionmap.info)

## ZAKONSKI PROPISI:

### Okoliš

Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13, 78/15)

Uredba o procjeni utjecaja zahvata na okoliš (NN 61/14, 3/17)

Uredba o informiranju i sudjelovanju javnosti i zainteresirane javnosti u pitanjima zaštite okoliša (NN 64/08)

### Prostorna obilježja

Zakon o gradnji (NN 153/13)

Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13)

### Biološka i krajobrazna raznolikost

Zakon o zaštiti prirode (NN 80/13)

Uredba o ekološkoj mreži (NN 124/13, 105/15)

Pravilnik o ocjeni prihvatljivosti za ekološku mrežu (NN 146/14)

Pravilnik o strogo zaštićenim vrstama (NN 144/13, 73/16)

Pravilnik o popisu stanišnih tipova, karti staništa te ugroženim i rijetkim stanišnim tipovima (NN 88/14)

### Vode

Zakon o vodama (NN 153/09, 130/11, 56/13 i 14/14)

Državni plan mjera za slučaj izvanrednih i iznenadnih onečišćenja voda (NN 05/11)

Državni plan obrane od poplava (NN 84/10)

Uredba o uvjetima davanja koncesija za gospodarsko korištenje voda (NN 89/10, 46/12, 51/13 i 120/14)

Uredba o standardu kakvoće voda (NN 73/13, 151/14, 78/15)

Pravilnik o granicama područja podslivova, malih slivova i sektora (NN 97/10 i 31/13)

Pravilnik o očevidniku zahvaćenih i korištenih količina voda (NN 81/10)

Pravilnik o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda (NN 80/13, 43/14 i 27/15, 3/16)

Pravilnik o izdavanju vodopravnih akata (NN 78/10, 79/13 i 9/14)

Odluka o granicama vodnih područja (NN 79/10)

Odluka o određivanju područja voda pogodnih za život slatkovodnih riba (NN 33/11)

Odluka o donošenju Plana upravljanja vodnim područjima 2016. - 2021. (NN 66/16)

Odluka o određivanju ranjivih područja u Republici Hrvatskoj (NN 130/12)

Odluka o donošenju Višegodišnjeg programa gradnje regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina i građevina za melioracije (NN 117/15)

Odluka o određivanju osjetljivih područja (NN 81/10 i 141/15)

Odluka o Popisu voda 1. reda (NN 79/10)

## Zrak

Zakon o zaštiti zraka (NN 130/11 i 90/14)

Uredba o razinama onečišćujućih tvari u zraku (NN 117/12)

Uredba o određivanju zona i aglomeracija prema razinama onečišćenosti zraka na teritoriju Republike Hrvatske (NN 01/2014)

## Buka

Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13 i 153/13, 41/16)

Pravilnik o mjerama zaštite od buke izvora na otvorenom prostoru (NN 156/08)

Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN 145/04)

Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (NN 46/08)

## Otpad

Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13)

Pravilnik o gospodarenju otpadnim uljima (NN 124/06, 121/08, 31/09, 156/09, 91/11, 45/12, 86/13)

Pravilnik o građevnim otpadom i otpadu koji sadrži azbest (NN 69/16)

Pravilnik o gospodarenju otpadom (NN 23/14, 51/14, 121/15, 132/15)

Pravilnik o ambalaži i otpadnoj ambalaži (NN 88/15)

Pravilnik o katalogu otpada (NN 90/15)

Pravilniku o postupanju s viškom otpada, koji predstavlja mineralnu sirovinu kod izvođenja građevinskih radova (NN 79/14).

## Svjetlosno onečišćenje

Zakon o zaštiti od svjetlosnog onečišćenja (NN 114/11)

## Akcidenti

Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 154/14)

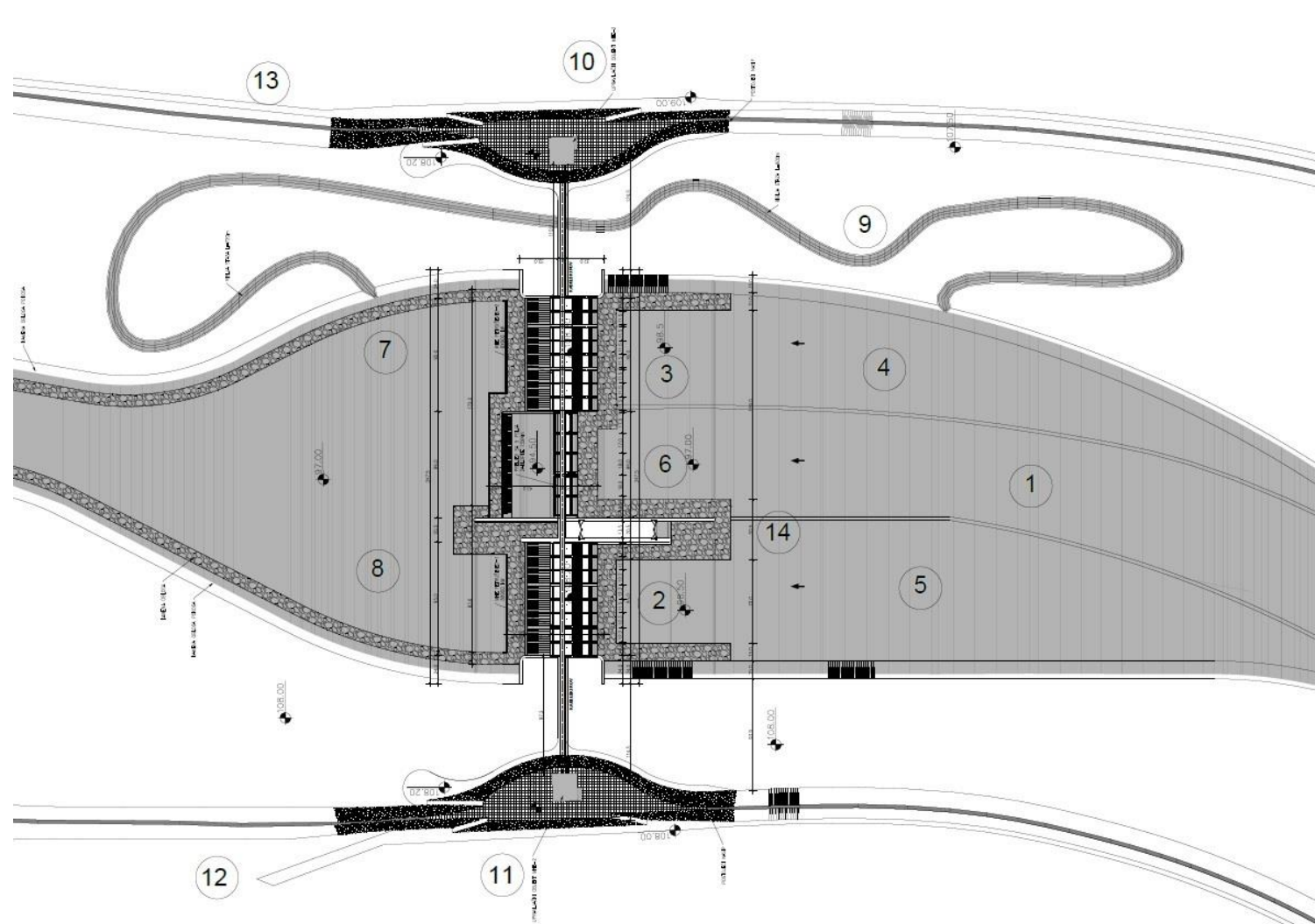
Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10)

Pravilnik o mjerama zaštite od požara kod građenja (NN 141/11)

Pravilnik o zaštiti šuma od požara (NN 33/14)

Pravilnik o mjerama otklanjanja šteta u okolišu i sanacijskim programima (NN 145/08)

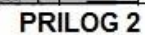
## 6. Prilozi



**MHE PETRUŠEVAC 1 i 2**  
**SITUACIJA POSTROJENJA**

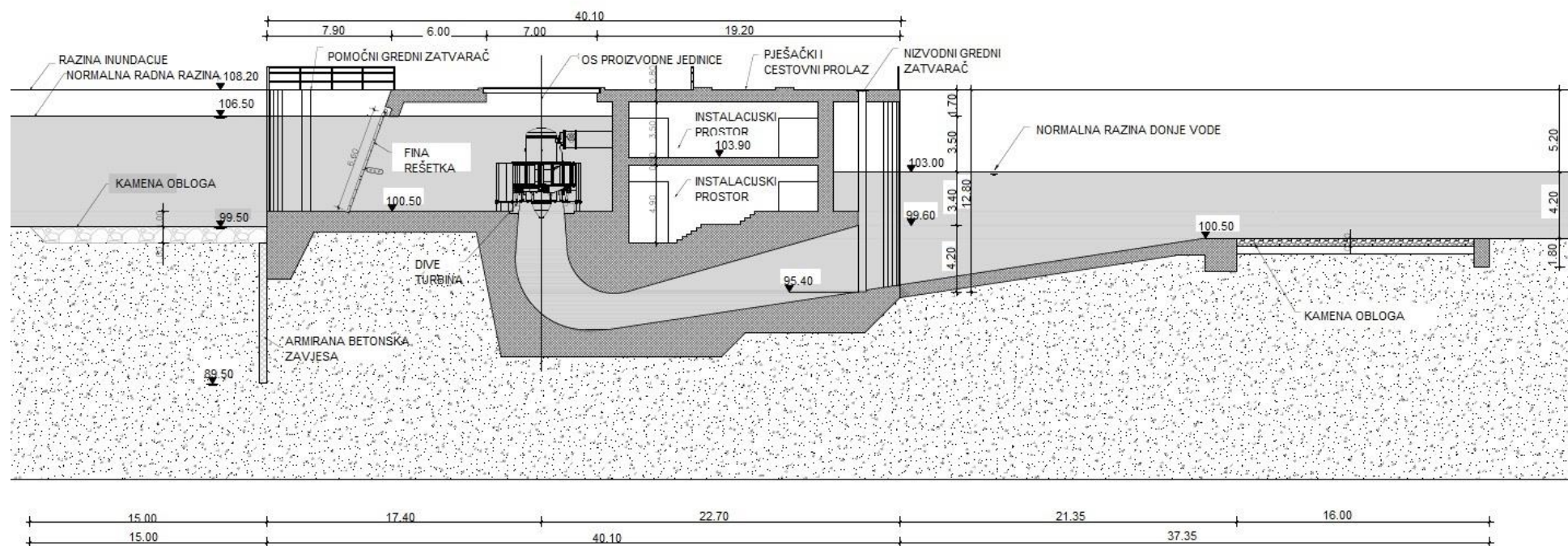
- ① KORITO SAVE
- ② MHE- PETRUSEVEC 1
- ③ MHE PETRUŠEVAC -2
- ④ PROŠIRENJE KORITA DESNO
- ⑤ PROŠIRENJE KORITA LIJEVO
- ⑥ BRANA
- ⑦ SLAPIŠTE MHE-2
- ⑧ SLAPIŠTE MHE -1
- ⑨ RIBLJA STAZA
- ⑩ POGONSKI OBJEKT MHE-2
- ⑪ POGONSKI OBJEKT MHE-1
- ⑫ PRISTUPNI PUT ZA MHE-1
- ⑬ PRISTUPNI PUT ZA MHE-2
- ⑭ BRODSKA PREVODNICA

**PRILOG 1**



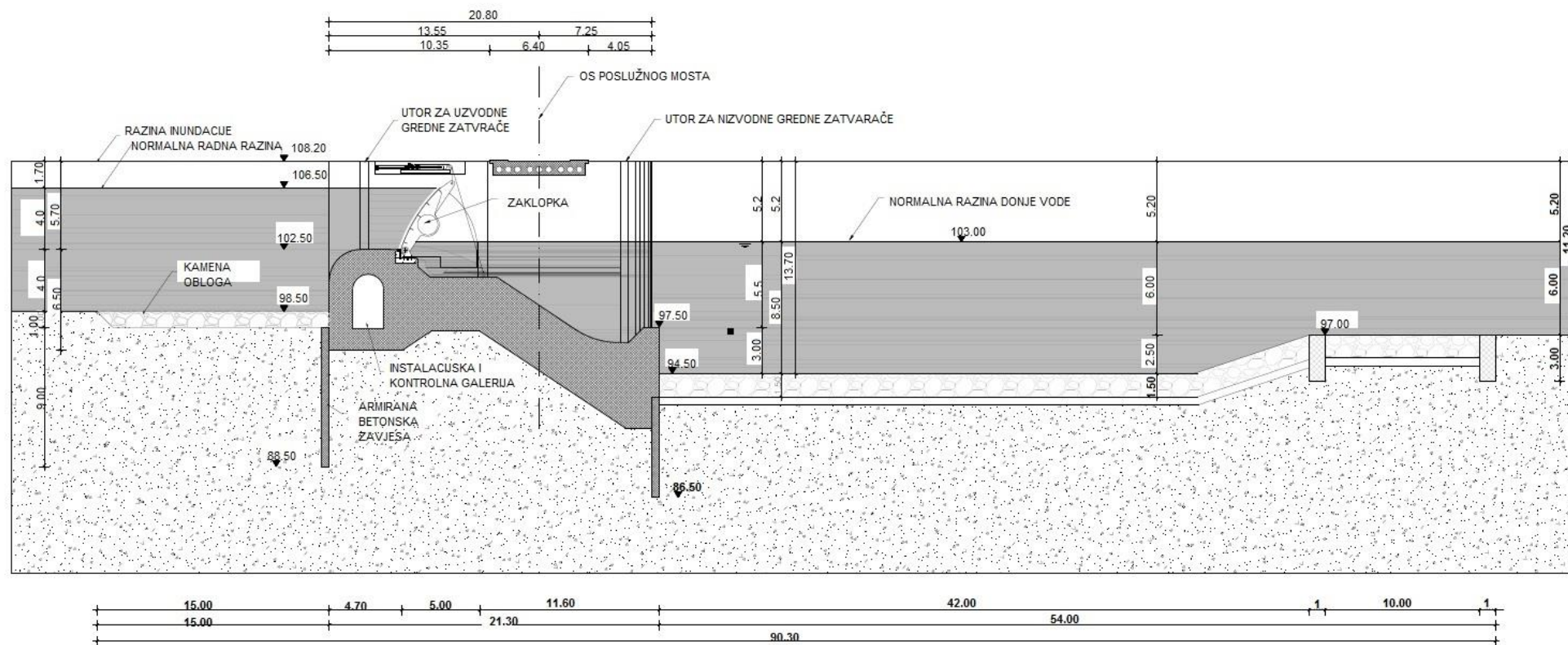
## MHE PETRUŠEVAC 1 i 2

### PRESJEK KROZ PROIZVODNU JEDINICU

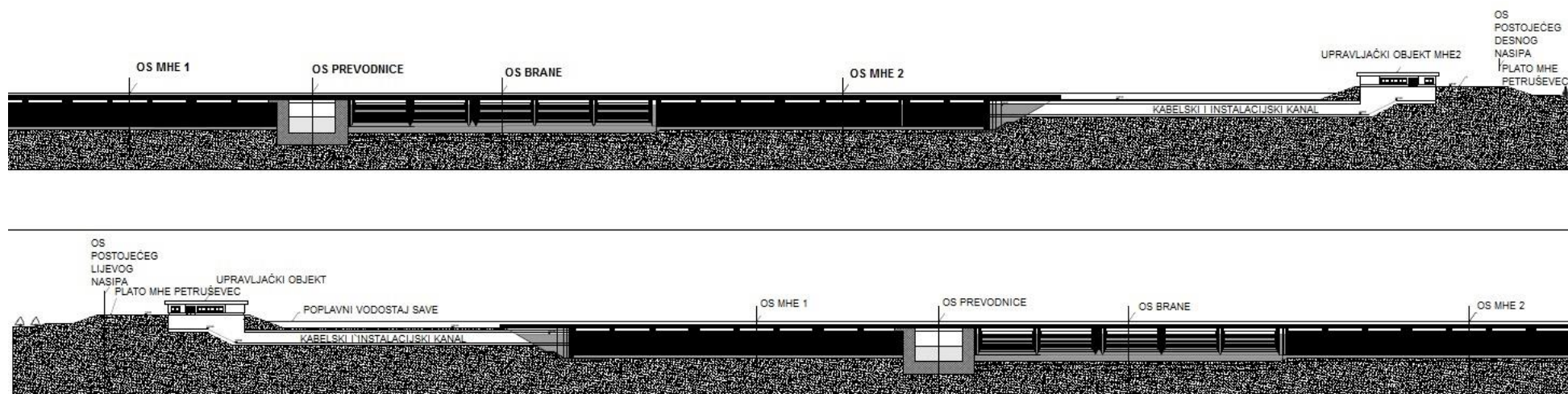


PRILOG 3

**MHE PETRUŠEVAC 1 i 2 - PRESJEK KROZ PRELJEVNO POLJE**



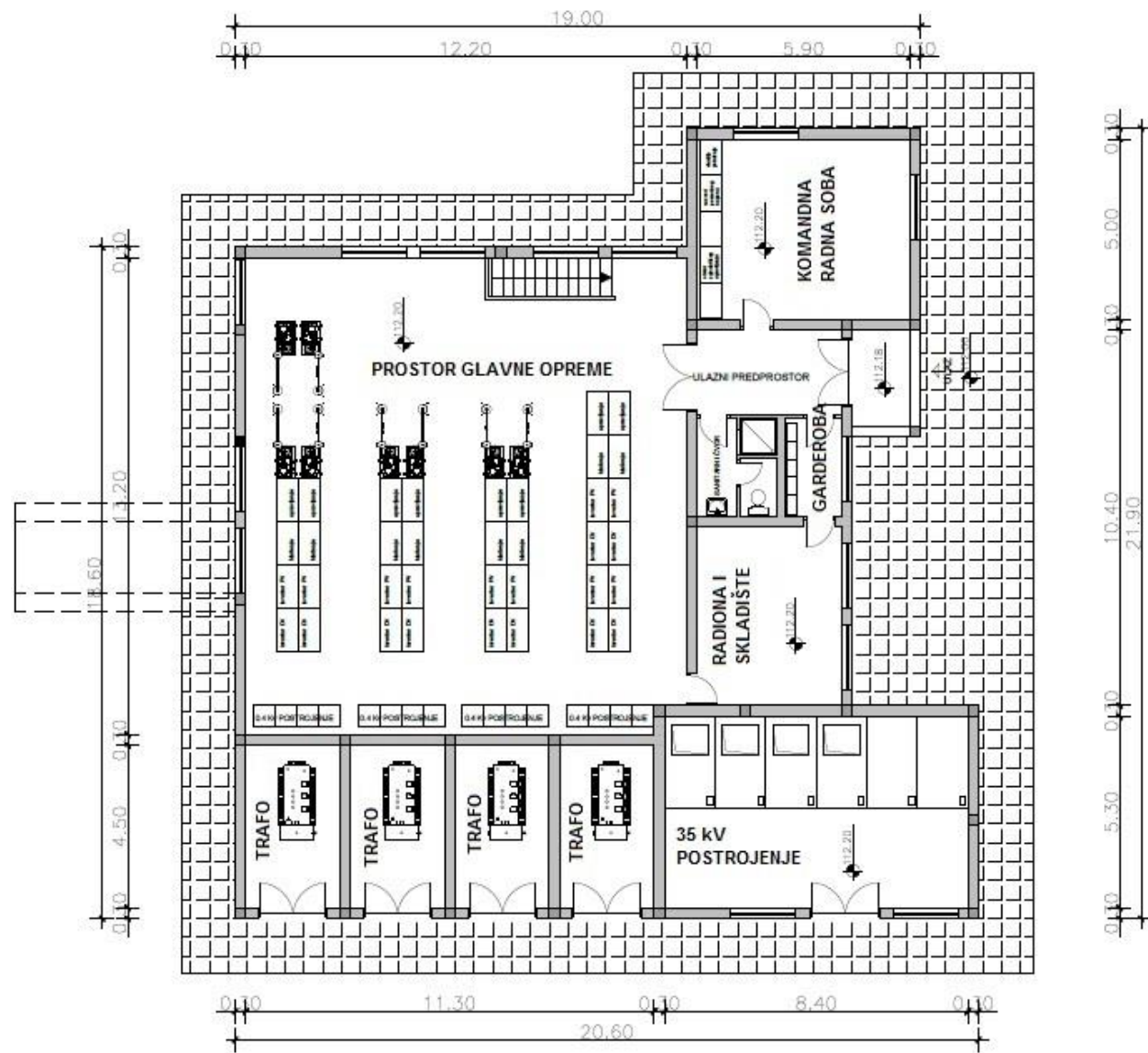
**PRILOG 4**



### MHE PETRUŠEVAC 1 i 2

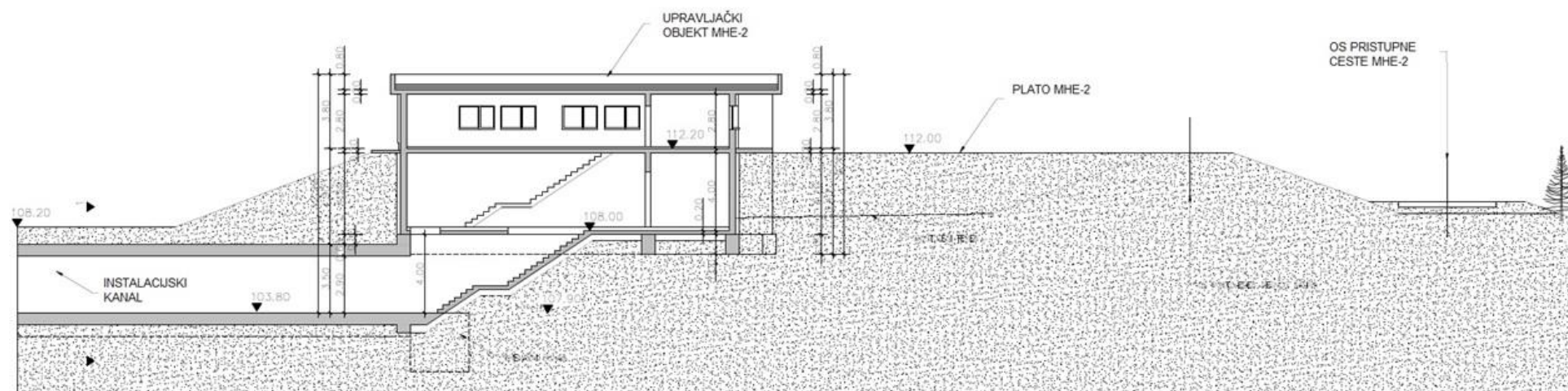
PRESJK PO UZDUŽNOJ OSI  
POSTROJENJA

**PRILOG 5**



**MHE PETRUŠEVAC 1 i 2**  
- TLOCRT UPRAVLJAČKOG OBJEKTA

PRILOG 6



MHE PETRUŠEVAC 1 i 2

PRESJEK UPRAVLJAČKOG OBJEKTA

PRILOG 7