



REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo gospodarstva
i održivog razvoja

**SCENARIJ ZA POSTIZANJE KLIMATSKE NEUTRALNOSTI U REPUBLICI
HRVATSKOJ DO 2050. GODINE**

ZAGREB, 2021.

Autori studije:**Autori iz EKONERG-a**

dr. sc. Vladimir Jelavić, dipl. ing. stroj.
Valentina Delija-Ružić, dipl. ing. stroj. (zamjenik voditelja)
dr. sc. Andrea Hublin, dipl. ing. kem. tehn.
Berislav Marković, mag. ing. krajobrazne arhitekture
Renata Kos, dipl. ing. rud.
univ. spec. oecoing. Iva Švedek, dipl. ing. kem. tehn.
dr. sc. Igor Stankić, dipl. ing. šum.
Delfa Radoš, dipl. ing. šum.
mr. sc. Mirela Poljanac, dipl. ing. kem. tehn.
dr. sc. Morana Česnik Katulić, univ. spec. oec., mag. ing. oecoing.
Borna Glückselig, mag. ing. agr.
Stjepan Hima, mag. ing. šum.
mr. sc. Goran Janeković, dipl. ing. stroj.
Filip Opetuk, mag. ing. stroj.
Dean Vidak, dipl. ing. stroj.
Fran Jakšić, mag. ing. stroj.

Autori iz Energetskog instituta Hrvoje Požar

Dražen Jakšić
Robert Fabek
Davor Bajs
Tomislav Baričević
Jadranka Maras Abramović
Daniel Golja
Bruno Židov
Vedran Krstulović
Branko Vuk
Željko Jurić
Maja Božičević Vrhovčak
Jurica Brajković
Dinko Đurđević
Sanja Živković
Laszlo Horvath
Lucija Krstanović
Toni Borković
Ana Kojaković
Biljana Kulišić
Veljko Vorkapić
Andro Bačan
Matko Perović

Vanjski suradnici:

prof. dr. sc. Tomislav Gelo

Sveučilište u Zagrebu
Ekonomski fakultet

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. METODOLOGIJA IZRADE ANALIZA	3
3. PRETPOSTAVKE BUDUĆEG RAZVOJA	5
3.1. PRETPOSTAVKE BUDUĆEG RAZVOJA ENERGETSKOG SEKTORA	5
3.1.1. Elektroenergetski sektor	5
3.1.2. Daljinsko grijanje i hlađenje	7
3.1.3. Naftni sektor	7
3.1.4. Sektor prirodnog plina	8
3.1.5. Promet	8
3.1.6. Zgradarstvo	9
3.1.7. Industrija	9
3.1.8. Integrirani energetska sustav	10
3.2. PRETPOSTAVKE BUDUĆEG RAZVOJA NE-ENERGETSKOG SEKTORA	11
3.2.1. Industrijski procesi i upotreba proizvoda	11
3.2.2. Poljoprivreda	12
3.2.3. Otpad	14
3.2.4. Korištenje zemljišta, prenamjene zemljišta i šumarstvo (LULUCF)	15
4. REZULTATI SCENARIJA	19
4.1. REZULTATI SCENARIJA ENERGETSKOG SEKTORA	19
4.1.1. Neposredna potrošnja energije	19
4.1.2. Proizvodnja električne energije	24
4.1.3. Ukupna potrošnja energije	27
4.1.4. Proizvodnja i uvoz energije	30
4.1.5. Razvoj prijenosne i distribucijske mreže	30
4.1.6. Proizvodnja i potrošnja toplinske energije	33
4.1.7. Proizvodnja naftnih derivata, vodika i sintetičkih tekućih goriva	35
4.1.8. Sektor prirodnog plina	37
4.2. REZULTATI SCENARIJA NE-ENERGETSKOG SEKTORA	39
4.2.1. Industrijski procesi i upotreba proizvoda	39
4.2.2. Poljoprivreda	40
4.2.3. Otpad	41
4.2.4. LULUCF	42
5. EMISIJE STAKLENIČKIH PLINOVA	44
6. MJERE ZA POSTIZANJE KLIMATSKE NEUTRALNOSTI	50

6.1. MJERE ZA POSTIZANJE KLIMATSKE NEUTRALNOSTI ENERGETSKOG	
SEKTORA	50
6.1.1. Električna energija	51
6.1.2. Daljinsko grijanje i hlađenje	54
6.1.3. Zgradarstvo	54
6.1.4. Promet.....	55
6.1.5. Sektor nafte i plina	57
6.1.6. Industrija.....	58
6.1.7. Izdvajanje i geološko skladištenje CO ₂ (engl. <i>carbon capture and storage</i> , CCS)	59
6.1.8. Proizvodnja vodika i sintetičkih goriva iz OIE-a	61
6.2. MJERE ZA POSTIZANJE KLIMATSKE NEUTRALNOSTI NE-ENERGETSKOG	
SEKTORA	62
6.2.1. Industrijski procesi i upotreba proizvoda	62
6.2.2. Poljoprivreda.....	64
6.2.3. Otpad	69
6.2.4. LULUCF	72
6.3. MEĐUSEKTORSKE MJERE	74
7. PROCJENA ULAGANJA	75
7.1. PROCJENA ULAGANJA U ENERGETSKI SEKTOR.....	75
7.1.1. Procjena ulaganja u proizvodnju električne energije	75
7.1.2. Procjena ulaganja u prienosnu elektroenergetsku mrežu	76
7.1.3. Procjena ulaganja u distribucijsku elektroenergetsku mrežu	78
7.1.4. Procjena ulaganja u sustave daljinskog grijanja i hlađenja.....	79
7.1.5. Procjena ulaganja u razvoj sustava prirodnog plina	81
7.1.6. Procjena ulaganja u sektor nafte i naftnih derivata.....	83
7.1.7. Procjena ulaganja u proizvodnju vodika i sintetičkih goriva iz OIE-a	85
7.1.8. Procjena ulaganja u zgradarstvu.....	86
7.1.9. Procjena ulaganja u vozila i infrastrukturu za uvođenje alternativnih izvora energije u prometnom sektoru.....	88
7.1.10. Procjena ulaganja u proizvodnju naprednih biogoriva	90
7.1.11. Procjena ulaganja u sunčane toplinske kolektore	91
7.1.12. Procjena ukupnih ulaganja – energetski sektor	93
7.2. PROCJENA ULAGANJA U NE-ENERGETSKI SEKTOR.....	95
7.2.1. Procjena ulaganja u sektoru industrijskih procesa i upotrebe proizvoda.....	96
7.2.2. Procjena ulaganja u poljoprivredi	97
7.2.3. Procjena ulaganja u sektoru otpad.....	97
7.2.4. Procjena ulaganja u sektoru LULUCF	98

7.2.5. Procjena ukupnih ulaganja – ne-energetski sektor.....	99
8. UTJECAJ NA GOSPODARSTVO	101
8.1. UTJECAJ NA GOSPODARSTVO – ENERGETSKI SEKTOR.....	101
8.1.1. Makroekonomski učinci ukupnih ulaganja prema scenariju klimatske neutralnosti energetskog sektora.....	101
8.1.2. Makroekonomski učinci ulaganja prema scenariju klimatske neutralnosti u odnosu na referentni scenarij energetskog sektora	105
8.2. UTJECAJ NA GOSPODARSTVO – NE-ENERGETSKI SEKTOR.....	106
8.3. UTJECAJ NA GOSPODARSTVO – SCENARIJ KLIMATSKE NEUTRALNOSTI.....	109
9. ZAKLJUČAK.....	111
POPIS SLIKA	114
POPIS TABLICA.....	116
POPIS KRATICA	117

1. UVOD

Tijekom 2020. godine izrađen je nacrt **Strategije niskougličnog razvoja do 2030. godine s pogledom na 2050. godinu** (dalje u tekstu: Niskouglična strategija)¹, u kojem su mjere za smanjenje emisija odnosno povećavanje uklanjanja stakleničkih plinova ugrađene u tri scenarija:

- referentni scenarij (NUR),
- scenarij postupne tranzicije (NU1) i
- scenarij snažne tranzicije (NU2).

Navedeni scenariji se u svom energetsom dijelu temelje na scenarijama definiranim u okviru **Strategije energetskog razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050. godinu** (dalje u tekstu: Strategija energetskog razvoja) (Narodne novine 25/20):

- referentni scenarij (S0),
- scenarij umjerene energetske tranzicije (S2) i
- scenarij ubrzane energetske tranzicije (S1).

Niskouglični scenariji NU1 i NU2 definiraju okvir za niskouglični razvoj s ciljem da putanja dekarbonizacije bude između ova dva scenarija, raspon smanjenja emisija stakleničkih plinova u 2050. godini od -51 do -77 % u odnosu na razinu emisije u 1990. godini, s težnjom prema ambicioznijem scenariju.

Pariškim sporazumom² države su se obvezale da će zajedničkim djelovanjem smanjivati emisije stakleničkih plinova s ciljem ograničavanja porasta prosječne globalne temperature do najviše 2°C do kraja stoljeća, a ukoliko bude moguće do 1,5°C. Ciljevi smanjenja emisija stakleničkih plinova određuju se vlastitim planiranjem, tako da svaka stranka Pariškog sporazuma (ili skupina država) određuje planirani nacionalno utvrđeni doprinos (engl. *Nationally Determined Contribution*, NDC) do 2030. godine, odnosno obvezu smanjenja emisija stakleničkih plinova.

Europska unija (EU) ima i želi zadržati vodeću ulogu u globalnoj borbi protiv klimatskih promjena. U okviru Pariškog sporazuma, EU ima najambiciozniji nacionalno određeni doprinos. Europska je komisija kroz strateški okvir – Europski zeleni plan (engl. *European Green Deal*) definirala jačanje nacionalno određenog doprinosa EU-a, pri čemu je cilj smanjenja emisija do 2030. godine povećala na 50 odnosno 55 % u odnosu na razine iz 1990. godine, a do 2050. godine postizanje potpune klimatske neutralnosti. Republika Hrvatska podupire napore prema ispunjenju ciljeva iz Pariškog sporazuma, čemu bi doprinijela usmjerenost EU prema klimatskoj neutralnosti do 2050. godine.

U skladu s navedenim, cilj ove studije je izrada scenarija koji vodi postizanju klimatske neutralnosti do 2050. godine, što znači smanjenje emisije još ambicioznije od scenarija

¹ Dokument je usojen na 54. Sjednici Vlade Republike Hrvatske 22.04.2021., u postupku je upućivanje na uvajanje u Sabor Republike Hrvatske

² Pariški sporazum, Ujedinjeni narodi, 12.12.2015.,
https://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf

NU1 i NU2 iz nacrta Niskouglične strategije. Pri tome se uzimaju u obzir mogućnosti Republike Hrvatske, u smislu usklađenosti s gospodarskim planovima razvoja i potencijalnim mogućnostima financiranja. Analiza tranzicije uključuje poduzimanje koraka kako bi se ona odvijala na troškovno učinkovit i društveno pravedan način te da ima potencijal povećati konkurentnost gospodarstva.

Ovom studijom utvrđuju se dodatne mjere kojima bi se postiglo željeno smanjenje emisije u energetske i ne-energetskim sektorima. Preostale emisije u 2050. godine koje se više ne mogu smanjivati kompenziraju se mjerama za povećanje prirodnih spremnika koji upijaju CO₂ te primjenom tehnologije izdvajanja i geološkog skladištenja CO₂ (CCS). Bez uklanjanja CO₂ u 2050. godini nije moguće postići neto nultu emisiju.

Pored sagledavanja mjera za postizanje navedenih dodatnih smanjenja emisija, u studiji se definiraju potrebna ulaganja te utjecaj dodatnih mjera na društvo i gospodarstvo.

Scenariji postizanja klimatske neutralnosti do 2050. godine izrađeni su odvojeno za energetske sektor te za ne-energetske sektore.

Ova studija predstavlja objedinjene rezultate analiza i teksta dviju studija: 'Izrada scenarija za postizanje većih smanjenja emisija do 2030. godine i klimatske neutralnosti u Republici Hrvatskoj do 2050. godine za energetske sektor' (EIHP, 2020.) (dalje u tekstu: Studija neutralnog scenarija energetike) te 'Scenarij za klimatsku neutralnost u Republici Hrvatskoj do 2050. godine za ne-energetski sektor' (EKONERG, 2021.) (dalje u tekstu: Studija neutralnog scenarija ne-energetike). Izrada je provedena u iteracijama, tako što su prethodni rezultati Studije neutralnog scenarija energetike korišteni za početnu kompilaciju, čime je omogućena provjera ukupne bilance neutralnog scenarija, i potrebne povratne intervencije u energetici.

2. METODOLOGIJA IZRADE ANALIZA

U skladu s metodologijom iz vodiča Međuvladinog panela za klimatske promjene iz 2006. godine (IPCC 2006) analizirani su sljedeći sektori:

- **energetika**
 - energetske transformacije – postrojenja za proizvodnju i transformaciju energije
 - industrija i graditeljstvo
 - promet – cestovni i vancestovni promet
 - opća potrošnja – neindustrijska ložišta (kućanstva, uslužni sektor, poljoprivreda, šumarstvo i ribarenje)
 - fugitivne emisije iz fosilnih goriva
 - emisije CO₂, CH₄ i N₂O
- **industrijski procesi i upotreba proizvoda**
 - emisije CO₂, N₂O, emisije F spojeva (HFC, PFC) i SF₆
- **poljoprivreda**
 - emisije CO₂, CH₄ i N₂O
- **otpad**
 - emisije CH₄ i N₂O
- **korištenje zemljišta, prenamjene zemljišta i šumarstvo (LULUCF)**
 - uklanjanje CO₂, emisije CO₂, CH₄ i N₂O.

Posljednja godina povijesnog niza je 2018. godina. Proračun emisije scenarija provodi se primjenom IPCC metodologije sukladno metodologiji izrade nacionalnog inventara emisije stakleničkih plinova. Staklenički potencijal (promatrano u 100 godina) s kojim se izračunava ekvivalentna količina CO₂ za glavne stakleničke plinove je sljedeći: CO₂ = 1, N₂O = 298 i CH₄ = 25.

Za potrebe izrade scenarija klimatske neutralnosti korištene su projekcije broja stanovnika te projicirane razine i stope rasta BDP-a izrađene u okviru podloga za izradu Energetske strategije.

Scenariji prikazani u ovoj studiji korespondiraju sa scenarijima iz energetskog i ne-energetskih sektora na sljedeći način:

- Niskouglični scenarij postupne tranzicije NU1 (koristi podatke scenarija S2 umjerene energetske tranzicije iz Strategije energetskog razvoja)
- Niskouglični scenarij snažne tranzicije NU2 (koristi podatke scenarija S1 ubrzane energetske tranzicije Strategije energetskog razvoja)
- Scenarij klimatske neutralnosti NUN koristi podatke scenarija S_N energetskog sektora iz Studije neutralnog scenarija energetike.

Sustav proizvodnje električne energije promatran je u planskom razdoblju do 2050. godine, te je provedena analiza i optimizacija rada i razvoja sustava proizvodnje, prijenosa i distribucije energije do krajnjih korisnika po načelu minimalnog troška, a uzimajući u obzir ograničenja utjecaja na okoliš (poglavito emisije stakleničkih plinova), strateške odrednice u dijelu sigurnosti opskrbe energijom i utjecaj sudjelovanja u radu regionalnog tržišta (moguća suradnja u iskorištenju regionalnog energetskog

potencijala i zajednička izgradnja i korištenje infrastrukture). Uzeti su u obzir raspoloživost i stanje postojeće energetske infrastrukture, potrebna zamjena elemenata i izgradnja novih elemenata sustava (npr. elektrane, dalekovodi, cjevovodi i dr.). Optimizacija je provedena koristeći programski alat PLEXOS Integrated Energy Model, u kojemu je simuliran rad elektroenergetskog sustava Republike Hrvatske uzimajući u obzir sve navedene pretpostavke.

Pretpostavka je da su sve opcije za proizvodnju električne energije otvorene i imaju jednak pristup tržištu (bez bilo kakve vrste poticaja za bilo koju tehnologiju), kako bi se odredila buduća struktura proizvodnje s pogleda minimuma ukupnog troška rada i izgradnje sustava (uključujući eksterni trošak koji je internaliziran kroz cijenu emisijskih jedinica). Mogućnosti korištenja pojedinih oblika energije uzete su u skladu s procjenom potencijala i raspoloživim tehnologijama.

U analizama je pretpostavljeno da se razina neto uvoza i izvoza električne energije smanjuje na nulu prema kraju planskog razdoblja. Drugim riječima, hrvatski EES i dalje ima mogućnost uvoza i izvoza električne energije, ali je pretpostavljeno da se prema kraju razdoblja ukupna uvezena i izvezena količina trebaju nalaziti u ravnoteži. Ako bi se dozvolio uvoz većih količina električne energije narušila bi se realna slika i potreba za ulaganjem u vlastite elektrane kako bi se dostigli postavljeni ciljevi. Izvoz viškova električne energije također je moguć, ali je realno pretpostaviti da nije moguće značajno povećanje izvoza prema susjednim sustavima s obzirom na to da se u svim susjednim sustavima očekuje izgradnja elektrana i prelazak na čistiju proizvodnju, tj. očekuje se da će razmjena među sustavima biti temeljena prije svega na trenutnim viškovima, a ne na projektima elektrana namijenjenih izvozu.

Scenariji energetske i ne-energetske sektora objedinjeni su u zajednički sustav strukturiran prema nacionalnom inventaru stakleničkih plinova primjenom modela LEAP.

Vežano za LULUCF, u izračunu se prikazuju uklanjanja u skladu s izvještavanjem prema UNFCCC konvenciji iskazivanjem stvarnih, 'fizičkih' uklanjanja. Navedeno nije posve istovjetno pravilima definiranim Uredbom (EU) 2018/841 o uključivanju emisija i uklanjanja stakleničkih plinova iz korištenja zemljišta, prenamjene zemljišta i šumarstva u okvir za klimatsku i energetske politiku do 2030. i Uredbom (EU) 2018/842 o obvezujućem godišnjem smanjenju emisija stakleničkih plinova u državama članicama od 2021. do 2030., koja utvrđuju administrativni način obračuna i fleksibilnosti u izvršavanju obveza prema Pariškom sporazumu, interno za članice EU.

3. PRETPOSTAVKE BUDUĆEG RAZVOJA

3.1. PRETPOSTAVKE BUDUĆEG RAZVOJA ENERGETSKOG SEKTORA

3.1.1. Elektroenergetski sektor

Proizvodnja električne energije

Na kraju 2018. godine ukupna instalirana snaga elektrana na teritoriju Republike Hrvatske iznosila je 5.005,4 MW. Od toga je 2.199,5 MW u hidroelektranama, 2.152,0 MW u termoelektranama, 586,3 MW u vjetroelektranama i 67,7 MW u sunčanim elektranama. Za potrebe elektroenergetskog sustava (EES) Hrvatske koristi se i 348 MW iz NE Krško (tj. 50 % ukupno raspoložive snage elektrane, u skladu s vlasničkih udjelima).

U pogledu postojećih proizvodnih postrojenja i projekata koji su u raznim fazama realizacije, pretpostavljeno je sljedeće:

- nastavak pogona svih postojećih lokacija hidroelektrana do kraja promatranog razdoblja uz redovitu revitalizaciju pojedinih lokacija
- TE Plomin 1 – inicijalne analize su pokazale da bi u uvjetima pretpostavljenih cijena goriva i emisijskih jedinica ova jedinica u postojećoj konfiguraciji bila nekonkurentna. U vrijeme izrade analize nisu bili dostupni potrebni ulazni podaci kako bi se kvalitetno razmotrila mogućnost suspaljivanja otpada koja može poboljšati poziciju elektrane. U tom smislu suspaljivanja i revitalizacija ove jedinice ostaje otvorena odluka investitora/vlasnika.
- TE Plomin 2 – očekivan izlazak iz pogona do 2040. godine u skladu s očekivanim životnim vijekom (40 godina)
- NE Krško – pretpostavljen je izlazak iz pogona u 2043. godini u skladu s očekivanim životnim vijekom od 60 godina. Na ovaj način napravljena je konzervativna pretpostavka u smislu potrebnog razvoja sustava i potrebe nadomještanja potrebne količine električne energije iz alternativnih izvora. Odluka o produljenju dozvole za rad bit će donošena u skladu s propisanim postupcima i u za to određenim rokovima. Izbor nuklearne energije ostavlja se otvoren.
- izgradnja novog kogeneracijskog bloka na lokaciji EL TO Zagreb u 2023. godini (financiranje osigurano)
- projekt HE Kosinj i HE Senj 2 – ulazak u pogon u razdoblju 2024. – 2026. godine
- realizacija određenog broja projekata vjetroelektrana, sunčanih elektrana i elektrana na biomasu koje su u raznim fazama realizacije i/ili imaju sklopljene ugovore o otkupu električne energije
- izlazak iz pogona skoro svih postojećih termoenergetskih blokova do kraja promatranog razdoblja (s obzirom na životni vijek):
 - izlazak iz pogona TE na lož ulje do 2025. (mogućnost korištenja lokacija za nove projekte)
 - do 2050. godini u pogonu ostaju pojedine plinske elektrane.

Pretpostavlja se da će u budućnosti veliki dio proizvedene električne energije dolaziti iz obnovljivih izvora energije, a prvenstveno iz varijabilnih izvora ovisnih o vremenskim prilikama, poput vjetera i sunca, uz koje će biti kompatibilni spremnici energije čiji se znatan razvoj očekuje u budućnosti.

Prijenos električne energije

Budući razvoj prijenosne mreže bit će određen izgradnjom i priključkom novih proizvođača i kupaca električne energije na mrežu te tržišnim transakcijama koje će mreža podržavati radi slobodnog funkcioniranja jedinstvenog europskog tržišta električne energije. S obzirom na varijabilnost i ograničenu mogućnost predviđanja proizvodnje nekih OIE-a izvjesno je da će se pojaviti veća potreba za osiguravanjem pomoćnih usluga, posebno usluge regulacije snage i frekvencije radi uravnoteženja proizvodnje i potrošnje električne energije u različitim vremenskim intervalima, a očekuje se da će nabava tih usluga biti realizirana kroz tržišne principe koji će potaknuti i povećanje ponude pojedinih vrsta usluga od različitih korisnika mreže (proizvođača i kupaca). Vođenje sustava također će se unaprijediti uvođenjem modernih alata koji će omogućiti potpunu daljinsku upravljivost jedinica mreže, učinkovit nadzor sustava te primjenu različitih optimizacijskih metoda radi smanjenja troškova pogona i očuvanja visoke razine pouzdanosti mreže i elektroenergetskog sustava u cjelini. Dugoročno se očekuje postizanje visoke razine automatizacije sustava vođenja te unaprjeđenje komunikacije s drugim sudionicima na tržištu električne energije i koordinacije s ostalim operatorima prijenosnih sustava u regiji i šire, eventualno uz osnivanje europskih regionalnih koordinacijskih centara. Pri tom će od posebne važnosti biti održavanje visoke sigurnosti cjelokupnog sustava kako bi se onemogućili kibernetički napadi koji mogu ugroziti elektroenergetski sustav i opskrbu kupaca električnom energijom.

Distribucija električne energije

Intenzivna integracija distribuiranih izvora u distribucijsku mrežu, tradicionalne i nove zadaće operatora distribucijskog sustava, kao i razvoj usluga i tržišta električne energije, ubrzano mijenjaju značajke distribucijske mreže. Razvoj distribucijskog sustava treba ići u smjeru pripreme mreže za daljnje povećanje broja distribuiranih izvora energije, kupaca s vlastitom proizvodnjom i električnih vozila. ODS treba razvijati i upravljati distribucijskim sustavom na optimalan način, uz korištenje usluga korisnika mreže npr. odziva potrošnje, fleksibilnosti i spremnika električne energije. Ključna opredjeljenja u pogledu razvoja djelatnosti distribucije električne energije su: jedinstveni ODS, napredni mjerni sustav i napredna mreža. Prioriteti budućeg razvoja distribucije električne energije su:

- povećanje pouzdanosti opskrbe i kvalitete napona
- automatizacija i upravljanje „po dubini“ distribucijske mreže
- sanacija distribucijske mreže po kriteriju naponskih prilika i opterećenja
- ugradnja opreme s višim stupnjem energetske učinkovitosti
- sustav naprednog mjerenja
- učinkovita integracija distribuiranih izvora i kupaca s vlastitom proizvodnjom.

3.1.2. Daljinsko grijanje i hlađenje

Republika Hrvatska, kao i dio zemalja Europske unije, ima neučinkovite sustave daljinskog grijanja, projektirane za visoke temperature u distribucijskim mrežama i neučinkovit, još najvećim dijelom obnovljen stambeni fond. U ovim se uvjetima suočava s problemom izgradnje novih toplinskih sustava, kao i s problemom konsolidacije i proširenja postojećih sustava daljinskog grijanja uz poboljšanje učinkovitosti te unaprjeđenje sektora zgradarstva. Radi se o daljinskom grijanju prve i druge generacije koje treba unaprijediti na sustave treće ili četvrte generacije. To podrazumijeva nove proizvodne jedinice, pristup novim izvorima obnovljive energije, učinkovitu distribucijsku infrastrukturu, visoko učinkovite zgrade koje su obnovljene za opskrbu niskotemperaturnom toplinskom energijom te poboljšanu kontrolu sustava grijanja, odnosno mjerenje topline s naplatom prema stvarnoj potrošnji. Polazna točka je prijelaz na toplinske sustave gdje kupci aktivno kontroliraju svoju potrošnju.

Postojeće su tvrtke, od svih obnovljivih izvora energije, kao najveći potencijal za primjenu u proizvodnji toplinske energije prepoznale biomasu i geotermalnu energiju te u nešto manjoj mjeri sunčevu energiju. Očekuje se korištenje raspoložive otpadne topline iz industrijskih procesa te značajna primjena toplinskih pumpi. Početak razvoja sustava za daljinsko hlađenje očekuje se do 2050. godine, i to ponajprije u uslužnom sektoru.

3.1.3. Naftni sektor

U nadolazećem razdoblju politike dekarbonizacije energetske sektora naftni sektor bit će pod snažnim utjecajem povećanja korištenja alternativnih goriva poput biogoriva, vodika, električne energije i dr., ali i povećanja energetske učinkovitosti. To će se naročito odraziti na rad rafinerija, transport i distribuciju nafte i naftnih derivata te njihovo skladištenje. Prema analiziranom scenariju, u kojem je pretpostavljeno značajno smanjenje emisija stakleničkih plinova do 2030. godine te postizanje klimatske neutralnosti do 2050. godine, očekivane promjene bit će višestruke. Promatrano do 2030. godine, subjekti u naftnom sektoru bit će suočeni sa smanjenjem potrošnje fosilnih goriva i njihovom postupnom zamjenom obnovljivim izvorima energije. Nakon 2030. godine bit će potrebno još veće smanjenje potrošnje fosilnih goriva i njihova potpuna zamjena obnovljivim izvorima energije.

Pretpostavka je da će se subjekti koji djeluju u naftnom sektoru razvijati u smjeru proizvodnje alternativnih oblika energije koji nemaju štetnog utjecaja na okoliš. Također je pretpostavljen značajan razvoj i primjena tehnologije za izdvajanje, korištenje i geološko skladištenje CO₂ (CCUS), čemu će znatno doprinijeti upravo tvrtke iz naftnog sektora koje se bave proizvodnjom nafte i plina, izradom bušotina, transportom i skladištenjem nafte i plina i sl. Isto tako, očekuje se veći angažman tvrtki iz naftnog sektora u istraživanju, razvoju i većem korištenju potencijala geotermalne energije.

3.1.4. Sektor prirodnog plina

Analizirani scenarij podrazumijeva duboku dekarbonizaciju te će (fosilni) prirodni plin, gotovo u potpunosti, morati biti uklonjen iz plinske mreže do 2050. godine. Povećanjem korištenja obnovljivih izvora energije postojeća plinska infrastruktura će se koristiti, a po potrebi i nadograditi za transport i skladištenje biometana, vodika ili plina dobivenog iz električne energije (engl. *power to gas*).

Kao srednjoročna strategija iskorištavanja postojeće plinske mreže nameće se utiskivanje vodika i miješanje s plinom, no treba napomenuti da postoje ograničenja s obzirom na udio vodika u plinskoj mreži. Utiskivanje vodika u postojeću plinsku mrežu trenutno je ograničeno uslijed regulatornih zapreka vezanih za kemijski sastav plina ili pak uslijed tehničkih ograničenja, no istraživanja pokazuju da se miješanje vodika u koncentracijama do 10 %, pa čak i do 20 % vodika, može bez problema izvršiti bez većih infrastrukturnih poboljšanja. Ipak, kompatibilnost postojećih kućanskih uređaja za kuhanje i grijanje sa sastavom plina koji sadrži 20 % vodika tek treba utvrditi. Također, utjecaj vodika na trajnost i integritet stijenke cjevovoda kod transporta 100%-tnog vodika putem mreže čeličnih plinovoda još uvijek nije dovoljno istražen. Prema dostupnim saznanjima o utjecaju vodika na stijenke plinovoda te s obzirom na materijale od kojih je izgrađen, postojeći transportni sustav ima visoku razinu mogućnosti prihvata i transporta visokih koncentracija vodika.

3.1.5. Promet

Automatizirana i povezana multimodalna mobilnost imat će sve veću ulogu, zajedno s naprednim sustavima upravljanja prometom koje omogućuje digitalizacija. Prometni sustav i infrastruktura u Republici Hrvatskoj oblikovat će se na način da podupiru nove usluge održive mobilnosti kojima se može smanjiti onečišćenje i zagušenje, posebno u gradskim područjima. Modalni prijelaz podrazumijeva ubrzanje modalne tranzicije prema korištenju željezničkog i vodnog prijevoza (na duljim relacijama) te značajnijem korištenju javnog prijevoza i tzv. aktivnih modova (biciklizma i hodanja) u urbanim područjima. S obzirom na to da je željeznica i dalje energetski najučinkovitije rješenje za prijevoz tereta na srednje i velike udaljenosti, uklanjanjem operativnih i tehničkih prepreka između nacionalnih mreža te poticanjem inovacija i učinkovitosti, željeznički teretni prijevoz trebao bi postati konkurentniji u odnosu na cestovni prijevoz. Očekuju se daljnje investicije u elektrifikaciju željeznice, a kao komplementarne opcije mogu poslužiti i biogoriva te vodik. Mjere modalne tranzicije, osim na željeznicu, trebaju biti usmjerene i na promet unutarnjim plovnim putevima te pomorski promet na kraćim relacijama.

Tehnologije zasnovane na vodiku i gorivnim ćelijama mogu postati konkurentne u srednjoročnom i dugoročnom razdoblju u prijevozu na duge udaljenosti (npr. teški cestovni prijevoz ili međugradski autobusi).

Vodni promet (pomorski i prijevoz unutarnjim plovnim putevima) trenutno značajno ovisi o naftnim derivatima. Na kratkim udaljenostima moguća je elektrifikacija, međutim, prijevoz na velike udaljenosti zahtijevat će korištenje ne samo biogoriva nego i sintetičkih goriva uz uvjet da u njihovu proizvodnom lancu nema emisija ugljika.

Značajna poboljšanja očekuju se u dizajnu samih brodova koji će imati i mogućnost lokalne proizvodnje električne energije iz energije sunca i vjetra.

Zračni promet mora prijeći na napredna biogoriva i sintetička goriva bez emisija ugljika, pri čemu će hibridizacija i druga poboljšanja zrakoplovne tehnologije doprinijeti povećanju učinkovitosti.

Učinkovita organizacija cijelog sustava mobilnosti koja će se temeljiti na digitalizaciji, razmjeni podataka i interoperabilnim standardima od presudne je važnosti za postizanje čišće mobilnosti. To će omogućiti pametno upravljanje prometom i porast automatizirane mobilnosti svih vrsta prijevoza, uz smanjenje zagušenja i veću popunjenost vozila. Trebalo bi poboljšati regionalnu infrastrukturu i prostorno planiranje kako bi se iskoristile sve prednosti veće upotrebe javnog prijevoza.

3.1.6. Zgradarstvo

Očekivano kretanje fonda zgrada do 2050. godine uključuje visoku stopu energetske obnove – oko 3,0 % godišnje. Ovu stopu obnove prati i visoka stopa demolacije - fond zgrada koji će zamijeniti novogradnja, odnosno zamjenska gradnja. Pri tome se pojam zamjenske gradnje koristi u širem smislu: ne samo gradnja na česticama srušenih zgrada i gradnja novih, već i gradnja koja zamjenjuje napuštene objekte u nekom novom, za život i posebno gospodarstvo, privlačnijem prostoru. Tretman zgrada koje demolacijom isključujemo iz fonda zgrada je potrebno tek definirati. Činjenica je da, u pogledu potrošnje energije, zgrade napuštanjem prestaju predstavljati problem, bez obzira na njihova svojstva, ali one ostaju prisutne u prostoru i potencijal njihovog ponovnog korištenja je visok sve dok postoji komunalna infrastruktura na koju su vezane. Sve dok su prisutne u prostoru, formalno ulaze u fond zgrada koji se obnavlja, iako za to ne postoji ekonomsko opravdanje.

Prema podacima o kretanju fonda zgrada i očekivanoj površini zgrada u 2050. godini, do 2050. godine će kumulativno biti obnovljeno 54,14 milijuna m² stambenih zgrada, zamjenskom gradnjom obnovljeno 20,17 milijuna m² zgrada te izgrađeno 36 milijuna m² novih stambenih zgrada. Istovremeno, bit će obnovljeno 7,18 milijuna m² te zamijenjeno 7,45 milijuna m² nestambenih zgrada.

3.1.7. Industrija

Aspekti niskougljičnog razvoja u hrvatskoj industriji prate europske trendove na ovom području te postoji kompatibilnost u tehnološkom razvoju pa se to može uzimati za relevantno u promatranom razdoblju. Industrija Europske unije već sad je jedna od najučinkovitijih u svijetu, a očekuje se da će se taj trend nastaviti. U proizvodnji mnogih industrijskih proizvoda kao što su staklo, čelik i plastika dodatno će se uvelike smanjiti potrebe za energijom i emisije iz proizvodnih procesa, osobito s povećanjem stope recikliranja. Smanjenje količine ulaznog materijala pomoću ponovne upotrebe i recikliranja doprinijet će konkurentnosti, stvaranju poslovnih prilika i radnih mjesta te će zahtijevati manje energije, zbog čega će se smanjiti onečišćenje i emisije stakleničkih plinova. Važnu će ulogu imati i novi materijali koji mogu zamijeniti energetske intenzivne materijale.

Kombinacija elektrifikacije, povećane upotrebe vodika, biomase i sintetičkog plina iz obnovljivih izvora jesu primarne pretpostavljene metode smanjenja emisija u proizvodnji industrijskih dobara.

3.1.8. Integrirani energetska sustav

Energetski sektor nalazi se pred povijesnom transformacijom, a ključni trendovi koji ju potiču su dekarbonizacija, decentralizacija i digitalizacija te povezivanje energetskih sektora.

Okosnicu decentralizacije energetskog sektora predstavljaju aktivni korisnici mreže, koji će biti ne samo kupci već i proizvođači energije, i to na lokalnoj razini. Aktivni kupci utjecat će na razvoj lokalnih distribucijskih energetskih mreža, svojom fleksibilnom potrošnjom i proizvodnjom pružat će usluge energetskim sustavima i doprinosit njihovom povezivanju, a energiju će razmjenjivati ne samo sa sustavom nego i međusobno, stvarajući pritom lokalna energetska tržišta i doprinoseći sigurnosti opskrbe energijom. Korisnici mreže će na tržištima ponekad djelovati pojedinačno, ali će ih uglavnom okupljati agregatori ili će biti dijelom energetskih zajednica građana.

Dekarbonizaciji će doprinijeti i znatan porast udjela obnovljivih izvora energije, i to prvenstveno varijabilnih obnovljivih izvora (sunce i vjetar), što će povećati važnost pohrane energije koja će smanjiti ovisnost sustava o trenutnim vremenskim prilikama. Energija pohranjena u spremnicima predstavljat će središnji dio energetskih sustava koji se zasnivaju na obnovljivim izvorima energije.

Digitalizacija će omogućiti korištenje naprednih funkcija u proizvodnji i potrošnji energije, kao i u upravljanju mrežom. Također, pridonijet će povezivanju energetskih sustava: prometni, toplinski i plinski sustav povezat će se s elektroenergetskim sustavom prvenstveno uslijed njihove elektrifikacije, ali će napredno upravljanje tim sustavima ujedno omogućiti veću fleksibilnost elektroenergetskog sustava, a time i veću integraciju varijabilnih obnovljivih izvora. Istovremeno, njihova će elektrifikacija omogućiti dekarbonizaciju ovih sektora, koji su se tradicionalno zasnivali na fosilnim gorivima.

U postizanju energetskih i klimatskih ciljeva važnu će ulogu igrati gradovi i energetske zajednice. Gradovi već danas troše više od dvije trećine energije, a više od 70 % emisija CO₂ dolazi iz urbanih sredina. Za postizanje nultih emisija stakleničkih plinova važno je da gradovi postanu klimatski neutralni i energetska pozitivni. Očekuje se kako će transformacija pojedinih sektora energetske proizvodnje i potrošnje pratiti odrednice navedene u prethodnim poglavljima, ali se može pretpostaviti kako će na lokalnoj razini transformacija biti brža i povezivanje energetskih sektora potpunije, uz međusektorski pristup i uvažavanje lokalnih specifičnosti.

Do 2050. godine očekuje se potpuna komercijalizacija tehnologija i sustava koji već danas postoje, ali im se s porastom primjene znatno može reducirati trošak (primjerice, autonomna vozila, tehnologija uklanjanja i skladištenja ugljika, tehnologije korištenja vodika itd.). Uz to, očekuju se i velike društvene promjene te usvajanje niskougljičnog

životnog stila od većine građana (promjene u načinima prometovanja, u prehrani i ostalim potrošačkim navikama). Kako bi bila uspješna, energetska tranzicija mora obuhvatiti čitavo društvo, od industrije i poduzetništva, svih energetskih sektora i podsektora pa do samih građana. Zbog ključne uloge građana za uspjeh energetske tranzicije, važan je trajan rad s njima, od obrazovanja o svim aspektima takve tranzicije preko sustavnog informiranja do uključivanja svih zainteresiranih u procese niskouglične transformacije.

3.2. PRETPOSTAVKE BUDUĆEG RAZVOJA NE-ENERGETSKOG SEKTORA

3.2.1. Industrijski procesi i upotreba proizvoda

Sektor industrijski procesi i upotreba proizvoda obuhvaća proizvodnju mineralnih proizvoda (cement, vapno, staklo, keramika i ostalo), kemikalija i kemijskih proizvoda (amonijak, dušična kiselina, petrokemijski i ostali proizvodi), metala, poglavito čelika, ne-energetsku uporabu goriva (uporaba maziva i parafinskih voskova), uporabu otapala u brojnim aktivnostima, uporabu zamjenskih tvari za tvari koje oštećuju ozonski sloj (u sustavima za hlađenje i klimatiziranje, opremi za gašenje požara, itd.) te proizvodnju i uporabu ostalih proizvoda kao što su elektrooprema, papir, hrana, piće i dr.

Najveći izvori emisije – proizvodnja cementa, vapna i ostalih mineralnih proizvoda, proizvodnja amonijaka i dušične kiseline te proizvodnja čelika, zajedno s velikim energetskim izvorima, uključeni su u EU ETS sustav. Okvir klimatsko-energetske politike do 2030. godine produžuje besplatnu dodjelu emisijskih jedinica, i dalje na temelju usporedbe s referentnim vrijednostima za proizvode, toplinu, daljinsko grijanje i gorivo. Za industriju će biti ključna cijena emisijskih jedinica na tržištu ETS-a, odnosno signali vezano za dugoročnu predvidivost cijene. Moguće djelovanje industrije na povećanje cijena ovisit će o udjelu cijene CO₂ u varijabilnim troškovima, mogućnostima prilagodbe te u kolikoj se mjeri cijena CO₂ može prenijeti na kupce. Također, prisutan je rizik od tzv. „istjecanja ugljika“ i konkurencije industrije iz susjednih država koje nisu u EU i pod snažnim obvezama smanjenja emisija stakleničkih plinova.

U nadolazećem razdoblju tranzicije prema klimatskoj neutralnosti industrijska proizvodnja biti će suočena s određenim izazovima s obzirom na još uvijek ograničen raspon tehnoloških mogućnosti koje omogućuju smanjenje emisija stakleničkih plinova, osobito procesnih. Budući da je hrvatska industrija raznolika, s različitim proizvodnim procesima koje očekuju različiti razvojni izazovi, biti će potrebno pojedinačno pristupati rješavanju problema pojedinih industrijskih grana, uz naglašavanje prioriteta modernizacije i dekarbonizacije energetski intenzivnih industrija poput čeličana, cementara i sl. Općenito, očekuje se da se razvojni trendovi industrije u skladu s trendovima EU do 2030. godine nastavljaju i u razdoblju do 2050. godine, uz postupno intenziviranje primjene metoda smanjenja emisija. Primjerice, studija 'Procjena utjecaja okvira za klimatsko-energetsku politiku u razdoblju 2021. - 2030. godine u dijelu koji se odnosi na predložene mjere u Sustavu trgovanja emisijama stakleničkih plinova na gospodarske subjekte obuhvaćene ETS-om u RH

do 2030. godine' (EKONERG, 2014.) godine je pokazala da industrijska postrojenja postaju stimulirana za primjenu mjera smanjenja emisije ako cijena nadmašuje 10-15 EUR/tCO₂. Danas je cijena emisijskih jedinica na tržištu iznad 20 EUR/t CO₂ što znači da postoje snažni inherentni tržišni razlozi za smanjenje emisije.

Sukladno strateškim ciljevima Republike Hrvatske do 2030. godine, navedenim u nacrtu Nacionalne razvojne strategije Republike Hrvatske do 2030. godine smanjenje emisija u industriji ovisit će o načelu „energetska učinkovitost na prvome mjestu” te sigurnoj i dostatnoj opskrbi niskougličnom energijom po konkurentnim cijenama. Cilj industrijske tranzicije bit će postizanje klimatske neutralnosti i digitalizacije. U svrhu povećanja konkurentnosti gospodarstva, poduzimat će se mjere i provoditi politike koje će povećavati inovativnost kroz snažnije stvaranje i prijenos znanja i interakciju između znanstveno-istraživačkog, kreativnog i proizvodnog sektora.

Prioriteti u provedbi javnih politika koje će pridonijeti razvoju globalno konkurentne, zelene i digitalne industrije uključuju poticanje razvoja kružnog gospodarstva, poticanje ulaganja u istraživanje, tehnološki razvoj i inovacije, poticanje suradnje između poslovnog i istraživačkog sektora, unaprjeđenje poslovnog okruženja i kvalitete upravljanja u javnom sektoru te modernizacija i dekarbonizacija energetske intenzivnih industrija.

Naposlijetku, u razmatranju budućeg razvoja ovog sektora, potrebno je istaknuti kako se odabiri potrošača porastom svijesti o klimatskim promjenama u sve većoj mjeri odražavaju na potražnju ekološki prihvatljivih proizvoda i usluga što će se nastaviti odražavati i na daljnje trendove niskougličnog razvoja hrvatske industrije.

3.2.2. Poljoprivreda

Poljoprivreda je sektor koji je osobito ranjiv na klimatske promjene. Temeljni izazov je kako smanjiti emisije stakleničkih plinova i održati proizvodnju hrane, povećati produktivnost poljoprivrede i potpomoći ruralnom razvoju. Klimatske promjene su samo jedan od pritisaka na poljoprivredu. U globalnom kontekstu povećanja konkurencije, proizvodnja hrane mora se promatrati kroz zajednički kontekst, poljoprivredu, ruralni razvoj, energiju i sigurnost hrane.

Vizija budućnosti poljoprivrede podrazumijeva punu primjenu dobre poljoprivredne prakse koju bi trebali primjenjivati obrazovani poljoprivrednici, u obnovljenim selima, na okrupnjenim gospodarstvima, s visokim prinosima raznolikih kultura otpornih na klimatske promjene i rizike meteoroloških nepogoda. Gospodarstva će biti ekonomski održiva i konkurentna, s uzgojem koji je orijentiran prema eko-proizvodnji i zelenom tržištu, uz korištenje agro-okolišnih i agro-šumarskih sustava. Ruralna područja i gospodarstva će biti energetske gotovo neutralna i resursno učinkovita. Proizvodit će se biomasa za goriva bez ugrožavanja proizvodnje hrane, pri čemu će proaktivno doprinositi smanjenju emisije stakleničkih plinova s neznatnim utjecajima na okoliš i bioraznolikost. Sve mjere koje će se poduzimati biti će temeljene na troškovnoj učinkovitosti, uvažavanjem socio-gospodarskih i prirodnih osobitosti.

Na razini EU provodi se Zajednička poljoprivredna politika, koja uvažava osobitosti država članica. Osjetljivost primjene mjera raspoznata je na razini EU kao ključni izazov. Stoga je i u Okviru klimatsko-energetske politike do 2030. godine predložen mehanizam kojim se državama članicama u slučaju potrebe omogućuje korištenje obračuna za sektore izvan ETS-a, odnosno korištenje uklanjanja nastalih zbog promjena zaliha ugljika sadnjom novih šuma, promjena zaliha ugljika na poljoprivrednom zemljištu kojim se gospodari i uklanjanja zbog promjene zaliha ugljika na pašnjacima kojima se gospodari. Ova fleksibilnost je određena temeljem udjela poljoprivrede u ukupnoj emisiji stakleničkih plinova sektora izvan ETS-a. Kako bi joj bilo omogućeno korištenje ove fleksibilnosti, potrebno je da Republika Hrvatska uspostavi cjelovit sustav praćenja promjena zaliha ugljika u poljoprivrednom tlu i pašnjacima, odnosno u svim kategorijama korištenja zemljišta, kako ih definira LULUCF.

Implementacija načela pametne poljoprivrede (engl. *Smart Farming*), odnosno primjena podataka i komunikacijskih tehnologija (engl. *Information and Communication Technologies*, ICT) u poljoprivredi se očekuje do 2030. godine, s visokom penetracijom u poljoprivrednim gospodarstvima u razdoblju do 2050. godine. Pametna poljoprivreda znači i veću profitabilnost, veću produktivnost, učinkovitije upravljanje i eksploatacije resursa i tehnologije, te smanjenje utjecaja na okoliš i smanjenje emisije stakleničkih plinova, prvenstveno kroz optimiranje primjene gnojiva preciznom poljoprivredom - sukladno potrebama biljaka i raspoloživosti hranjiva u tlu.

Poljoprivredni ostaci imaju velik energetske potencijal. Izbjegnute emisije uslijed korištenja biomase obračunavaju se u sektoru energetike. Isto vrijedi i za sadnju brzorastućih kultura za proizvodnju biomase. Ista se ne predviđa kao masovna mjera, no moguća je potencijalna primjena na poljoprivrednim zemljištima niskog boniteta. Na zemljištima nižeg boniteta moguće je za gnojenje koristiti i otpadne tvari iz raznih područja i procesa, pa tako treba ispitati i mogućnost upotrebe muljeva iz postrojenja za obradu otpadnih voda. Proizvodnja biogoriva ne smije biti nauštrb proizvodnje hrane, stoga će prihvatljiva biti ona biogoriva koja su certificirana s obzirom na kriterij održivosti.

Poljoprivredna proizvodnja ima veliki sinergijski potencijal. Mnoge su prerađivačke proizvodne grane kao i tercijarni uslužni sektor komplementarne ili direktno ovisne o poljoprivrednoj proizvodnji. Budući da Hrvatska ima veliku razvojnu snagu u očuvanim prirodnim (voda, tlo) resursima, očuvanoj bioraznolikosti i krajobraznim vrijednostima i činjenici da je snažan turistički recipijent (s velikim potencijalom za ruralni i ekološki turizam), obrazovanjem i poticanjem lokalnog povezivanja cijelog prehrambenog lanca „od polja do stola“ – odnosno povezivanja lokalne turističke ponude, prerađivača i lokalnih proizvođača svakako se može očekivati smanjenje emisije stakleničkih plinova – kako izravno korištenjem ekološke poljoprivrede ili tehnologije uzgoja s manjim gubicima dušika, tako i neizravno smanjenjem emisija uslijed transporta, skladištenja i obrade daleko od mjesta proizvodnje poljoprivrednog proizvoda.

Promjene prehrambenih navika društva, odnosno poticanje manje potrošnje mesnih proizvoda (posebice crvenog mesa) podrazumijevati će i značajne promjene u strukturi poljoprivredne proizvodnje, posebice stočarstva. Imati će i utjecaj na proizvodnju

hrane, promjene u prinosima usjeva, načinu korištenja poljoprivrednih površina, promjene u produktivnosti i sastavu stočnog fonda.

Program Vlade Republike Hrvatske za mandat 2020. - 2024. godine uključuje povećanje poljoprivredne proizvodnje za 30%, a novim prijedlogom izmjena zakona o poljoprivrednom zemljištu iz 2020 pojednostavljuje se postupak vraćanja poljoprivrednog zemljišta u funkciju i postupak prenamjene zemljišta, što podrazumijeva i uključivanja i isključivanja iz šumskogospodarske osnove područja, pod strogo definiranim prirodnim uvjetima, kada je to svrsishodno primijeniti. To su specifični razvojni izazovi koji moraju biti usklađeni s ciljem sektora prema postizanju ugljične neutralnosti.

Europska komisija u novim prijedlozima izmjena regulative, a s ciljem snažnije sinergije djelovanja, usmjeruje k povezivanju sektora poljoprivrede i LULUCF sektora. Koncept djelovanja je pri tome da bi se razina smanjenja koja neće biti moguće postići izravno u sektoru poljoprivrede trebalo nadoknaditi uklanjanjima ponorima.

3.2.3. Otpad

Sektor otpad uključuje aktivnosti gospodarenja otpadom, kao što su odlaganje i biološka obrada krutog otpada, spaljivanje otpada te upravljanje otpadnim vodama.

Prema pretpostavkama budućeg razvoja sektora otpad, količina otpada za odlaganje svest će se na minimum, kao rezultat primjene mjera sprječavanja nastajanja otpada, odvojenog prikupljanja, recikliranja i oporabe otpada. Sva odlagališta biti će sanirana, a centri za gospodarenje otpadom koristiti će napredne tehnologije kojima se, osim za dobivanje sirovina za materijalnu oporabu, otpad kemijski reciklira čime se dobivaju različiti kemijski spojevi koji se mogu koristiti u industrijskoj proizvodnji (etilen, amonijak i sl.) kao i različita goriva (vodik, sintetski plin, tekuća goriva).

Uspostava sustava gospodarenja otpadom sukladno načelima kružnog gospodarstva doprinijet će resursnoj učinkovitosti s manjim negativnim utjecajem na ljude i okoliš. Kružnim gospodarstvom će se vrijednost proizvoda, materijala i resursa što je dulje moguće zadržavati u gospodarstvu. Poticat će se korištenje proizvodnih procesa koji troše manje materijala i energenata, koriste resurse bez otpada i uključuju potpuno recikliranje na kraju životnog vijeka proizvoda. Projektiranje, gradnja i obnova zgrada provodit će se prema načelima kružnog gospodarenja prostorom i zgradama uz usklađeno korištenje resursa s potrebama i funkcionalnošću zgrada. Održivo gospodarenje resursima i produžavanje životnog vijeka materijala i proizvoda glavna je odrednica prelaska s postojećeg linearnog na održivo i konkurentno kružno gospodarstvo s niskim emisijama ugljika.

Scenarijem za klimatsku neutralnost pretpostavlja se provedba aktivnosti gospodarenja otpadom kao i u niskougljičnim scenarijima, uz intenzivniju primjenu mjera kružnog gospodarstva u cilju smanjenja nastajanja otpada, povećanja recikliranja i oporabe otpada, pri čemu važnu ulogu ima ekološki dizajn proizvoda. S obzirom da značajan dio biootpada koji se odlaže na odlagališta čini otpad od hrane,

nužan je nastavak međuresornih aktivnosti na sprječavanju i smanjenju nastanka otpada od hrane.

Pretpostavke razvoja do 2030. godine:

- Ušteda sirovina primjenom mjera sprječavanja nastajanja i recikliranja otpada.
- Uspostava sustava odvojenog sakupljanja otpada, u skladu sa ciljevima nacionalnog i EU zakonodavstva.
- Potpuna provedba sanacije i zatvaranja postojećih odlagališta.
- Uspostava cjelovitog sustava gospodarenja otpadom prema redu prvenstva koji se provodi u skladu sa ciljevima EU direktiva - uspostava centara za gospodarenje otpadom.
- Poticanje proizvodnje iz obnovljivih izvora energije - elektrane na odlagališni plin i plin iz postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda, elektrane na bioplin i biomasu.
- Rješavanje pitanja otpadnog mulja, uz mogućnost korištenja na poljoprivrednim površinama nepogodnim za uzgoj hrane i napasivanje domaćih životinja primjenom načela dobre poljoprivredne prakse te za energetske svrhe.
- Učinkovita uporaba otpada - okosnicu sustava činit će reciklažni centri sa sortirnicama, uz uporabu odvojeno sakupljenog otpada sukladno ciljevima kružnog gospodarstva.
- Prijenos znanja i iskustava zemalja EU u primjeni najboljih raspoloživih tehnika za obradu otpada.
- Razvoj svijesti o potrebi upravljanja otpadom sukladno načelima kružnog gospodarstva, poticanje međusektorske suradnje (prehrambena industrija, poljoprivreda, šumarstvo, ...).
- Razvoj svijesti o sprječavanju nastanka otpada.
- Provedba programa razvoja kružnog gospodarenja prostorom i zgradama.
- Osiguravanje potpora za investicijske projekte - korištenje sredstava iz EU strukturnih i investicijskih fondova.
- Ostvarivanje pozitivnog okruženja za privlačenje investicija.

Pretpostavke razvoja do 2050. godine:

- Uspostava sustava gospodarenja otpadom sukladno načelima kružnog gospodarstva, u skladu sa ciljevima EU direktiva.
- Mjerama kružnog gospodarstva povećavat će se resursna učinkovitost, uz primjenu poslovnih modela temeljenih na popravljaju, recikliranju i uporabi.
- Razvoj novih tehnologija obrade otpada - ulaganje u istraživanje i razvoj.
- Provedba programa za investiranje u troškovno-účinkovite mjere za obradu otpada, kojima se ostvaruje veće smanjenje emisija stakleničkih plinova.
- Potpuno funkcioniranje cjelovitog sustava kružnog gospodarenja prostorom i zgradama.

3.2.4. Korištenje zemljišta, prenamjene zemljišta i šumarstvo (LULUCF)

Sektor Korištenja zemljišta, prenamjene zemljišta i šumarstva (LULUCF) jedini je sektor u kojem se pojavljuje i uklanjanje ugljikova dioksida iz atmosfere, ali i emisije stakleničkih plinova. LULUCF sektor na međunarodnoj razini reguliran je od strane

UNFCCC-a, Kyotskim protokolom (do 2020.), Pariškim sporazumom te politikama EU. U sklopu međunarodnih pregovora o smanjenju emisija stakleničkih plinova LULUCF sektor je uvijek bio zasebno tretiran s obzirom na činjenicu da se jedino u njemu pojavljuje uklanjanje ponorima kao rezultat antropogenog djelovanja i prirodnih procesa.

Na razini sektora, LULUCF sektor u Republici Hrvatskoj je sektor uklanjanja. LULUCF **kategorije Šumskog zemljišta i Travnjaka su kategorije u kojima je konačni rezultat izračuna emisija/uklanjanja za sva pohraništima zajedno uklanjanje stakleničkih plinova. U kategorijama Usjeva/Nasada, Naseljenih područja i Močvarnog zemljišta konačni izračun za pojedinu kategoriju su emisije.** U kategoriji Ostalog zemljišta ne provodi se izračun emisija/uklanjanja. U razdoblju od 1990. do 2018. godine uklanjanja su bili (prema apsolutnoj vrijednosti) najniži u 2017. godini (-4728,7 kt CO₂), te najviši u 1995. godini (-8954,6 kt CO₂).

U LULUCF sektoru zabilježen je trend smanjenja uklanjanja. Najveći razlog za isto je izostanak provedbe propisanih praksi gospodarenja šumama u dijelu površina šuma u vrijeme Domovinskog rata i tijekom poratnog razdoblja. Rat i posljedice rata dijelom su uzrokovali poremećaj strukture šumskih sastojina te doveli do smanjenja prirasta u šumama radi izostanka pravovremene provedbe propisanih uzgojnih zahvata (izostanak sječa). Radovi predviđeni Šumskogospodarskom osnovom područja Republike Hrvatske za period 2016.-2025. trebaju dovesti do uspostavljanja odgovarajuće strukture sastojina za što je nužno provesti sve radove koji nisu pravovremeno provedeni u sastojinama koje su bile na ratom zahvaćenim područjima kao i na površinama koje su bile pod utjecajem poslijeratnih događanja (npr. minirane i minski sumnjive šumske površine).

Cilj scenarija klimatske neutralnosti je održivim gospodarenjem povećati uklanjanja, odnosno barem suzbiti daljnje njihovo smanjenje. To znači da će biti potrebno povećati akumulaciju ugljika u šumskoj biomasi i travnjacima, da je potrebno povećati korištenje drvnih proizvoda (privremena pohrana, odnosno 'odgođena' emisija), smanjiti emisije iz zemljišta pod usjevima, kontrolirati svaku prenamjenu zemljišta koja vodi k emisiji. Pred LULUCF sektorom velik je izazov u ostvarenju zadanih ciljeva u 2050. godini, jer isti ne proizlazi iz današnje prakse gospodarenja zemljištem. Poteškoće su očekivane prilikom uvođenja novih praksi gospodarenja, posebice onih koje prožimaju i imaju utjecaj na niz drugih sektora.

Ostvarenje gore navedenog cilja u velikoj mjeri potpomaže činjenica da Hrvatska ima dugotrajnu povijesnu praksu održivog gospodarenja šumama. Nastavkom postojeće utemeljene prakse imajući u vidu potrebe klimatske politike, šumarstvo može i treba dominantno pomoći u ostvarenju klimatske neutralnosti.

LULUCF sektor ima izravan učinak na bioraznolikost i usluge ekosustava. Izražena je potreba za usklađivanjem svih ciljeva. Europska komisija usvojila je novu Strategiju EU za bioraznolikost do 2030. godine i pridruženi Akcijski plan (aneks) - sveobuhvatan, ambiciozan, dugoročan plan zaštite prirode i poništavanja degradacije ekosustava³.

³ Strategija EU za bioraznolikost do 2030. Komunikacija Komisije Europskom Parlamentu, Vijeću, Europskom gospodarskom i socijalnom odboru i Odboru regija. COM(2020) 380 final, Bruxelles, 20.5.2020.

Kao ključan dio Europskog zelenog sporazuma (*Green deal*), strategija ima za cilj bioraznolikost dovesti na put oporavka do 2030. godine s blagodatima za ljude, klimu i planet. Strategija za bioraznolikost predviđa snažniju zaštitu, a to podrazumijeva i izdvajanje dijela šumskog zemljišta iz gospodarenja. Navedeno bi trebalo utjecati na povećanje uklanjanja ponorima u kategoriji šumskog zemljišta, što bi istraživanjima još trebalo potvrditi. Naime, u Republici Hrvatskoj u prošlosti se nije gospodarilo šumama na gotovo trećini teritorije Države – vrijeme i poslije Domovinskog rata. Rezultat toga su veće vrijednosti uklanjanja ponorima kada je bio prisutan samo prirast drvne zalihe, ali ne i realizacija propisanih uzgojnih zahvata (sječa)⁴.

Postoje sve snažniji zahtjevi za korištenje biomase za energetske potrebe kao obnovljivog izvora energije. Korištenje biomase smatra se klimatski neutralno na razini projekta, međutim realno je relevantan samo konačni proračun uklanjanja na nacionalnoj razini. Strategija energetskog razvoja Republike Hrvatske do 2030. godine predviđa postupno smanjenje korištenja drvne biomase. Korištenjem biomase povećava se emisija sitnih čestica, u urbanim sredinama sjeverne Hrvatske dolazi do prekoračenja graničnih vrijednosti kvalitete zraka. Klasični oblici loženja krute biomase u budućnosti će biti neprihvatljivi. Izvoz biomase povećava se emisije stakleničkih plinova, jer se sječa registrira u Hrvatskoj, a energetska biomasa u zemlji uvoznici.

Veće iskorištenje drvne biomase za drvne proizvode doprinosi smanjenju emisije, time se pomaže ujedno i ruralnom razvoju. Hrvatska je imala tradicionalno razvijenu drvnu industriju koju treba usmjeriti prema novim tržišno konkurentnim proizvodima povećavanjem dodatne vrijednosti proizvoda od drva.

Cilj koji se želi postići usvajanjem novog Zakona o poljoprivrednom zemljištu (Narodne novine 20/18, 115/18, 98/19) je učinkovita provedba postupaka raspolaganja poljoprivrednim zemljištem u vlasništvu države, a u cilju povećanja poljoprivredne proizvodnje, stvaranja veće dodane vrijednosti u poljoprivrednoj proizvodnji, stavljanja u funkciju zapuštenog poljoprivrednog zemljišta i njegovog daljnjeg održavanja, omogućavanja da se obrađivanjem poljoprivrednog zemljišta u državnom vlasništvu utječe na razvoj i unaprjeđenje ruralnih prostora i osuvremeni život u ruralnim prostorima. Zakonom se predviđa jednostavniji postupak prenamjene iz poljoprivrednog u šumsko zemljište i obratno, ali samo za strogo određene situacije gdje je to može biti doista opravdano. Ove aktivnosti treba pratiti i kroz promjenu ugljičnog otiska, kako bi se utvrdila ravnoteža između društveno gospodarske koristi i klimatskih ciljeva.

U poljoprivredi temeljni smjerovi klimatskog djelovanja definirani u okviru zajedničke poljoprivredne politike EU, provedbom u okviru operativnih programa ESI fondova za slijedeće razdoblje od 2021. do 2027. godine, u okviru kojih se predviđa korištenje i do 40 % ukupnih sredstava poljoprivrede i ruralnog razvoja na klimu i okoliš. Mjerama ZPP-a treba potpomoći provedbi postavljenih ciljeva očuvanja uklanjanja u LULUCF sektoru.

⁴ Nacionalni računski plan za šumarstvo Republike Hrvatske za razdoblje od 2021. do 2025. Ministarstvo energetike i zaštite okoliša, Ministarstvo poljoprivrede. Zagreb, prosinac 2019. 1-93 pp.

U LULUCF sektoru, s obzirom da se uklanjanja temelje na prirodnim procesima akumulacije, razdoblje vidljivih promjena je dulje nego u drugim sektorima. Do 2030. godine potrebno je uspostaviti temeljne planske dokumente, sustav vjerodostojnog praćenja ostvarenja, provesti istraživanja i analize. Potrebno je prepoznati i definirati aktivnosti na nacionalnoj razini u sektoru LULUCF-a kojima je moguće u različitim pohraništima pojedinih kategorija zemljišta doprinijeti zadržavanju/povećanju uklanjanja ponorima i zadržavanju/smanjenju emisija stakleničkih plinova. Navedeno znači i usklađivanje različitih sektorskih politika, ciljeva gospodarskog korištenja šumskog fonda, zaštite bioraznolikosti, energetske potreba, poljoprivrednih ciljeva i klimatske politike. Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost je 2021. godine pokrenuo početni projekt 'Definiranje aktivnosti za povećanje upijanja CO₂ u pohraništima ugljika sukladno odredbama Uredbe 2018/841/EU', a u svezi trgovanja ponorima do kojih dolazi u definiranim obračunskim kategorijama zemljišta.

LULUCF sektor je najsnažnije od svih sektora pod utjecajem klimatskih promjena, a mjere ublažavanja i prilagodbe imaju sinergijski učinak i ponekad ih nije moguće razdvajati.

Mjere će početi davati vidljive efekte u razdoblju nakon 2030. godine, a trebaju biti trajne i nakon 2050. godine. U sektoru LULUCF zajedno sa poljoprivredom može se očekivati da će se postignuti klimatska neutralnost prije nego u ostalim sektorima, stoga Europska komisija vidi razloga i za moguće spajanje sektora poljoprivrede i LULUCF.. U Hrvatskoj ova su dva sektora organizacijski unutar Ministarstva poljoprivrede što može olakšati usklađivanje.

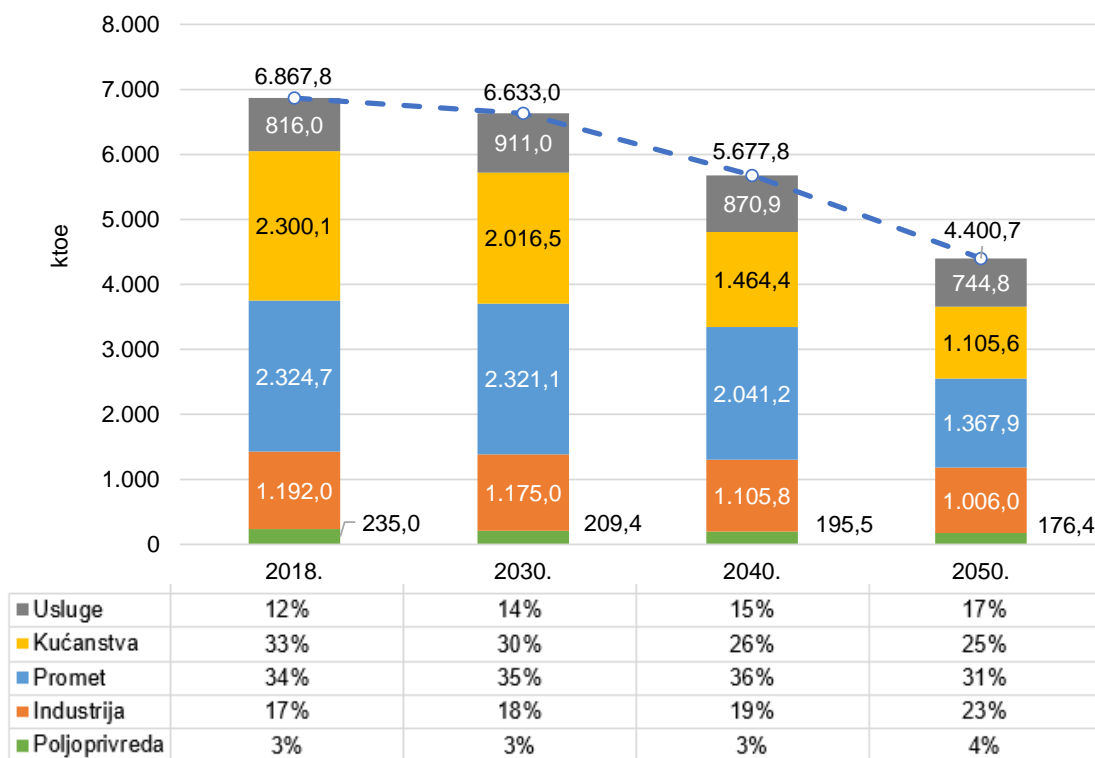
4. REZULTATI SCENARIJA

4.1. REZULTATI SCENARIJA ENERGETSKOG SEKTORA

4.1.1. Neposredna potrošnja energije

Ukupna neposredna potrošnja energije u 2018. godini iznosila je 6.868 ktoe. Prema analiziranom scenariju klimatske neutralnosti, do 2050. godine očekuje se smanjenje potrošnje za 36 % te će ona u 2050. godini iznositi 4.401 ktoe (slika 4-1). Prema procjenama, neposredna potrošnja bi se do 2030. godine trebala blago smanjivati za 0,5 % godišnje, dok bi nakon 2030. godine to smanjenje u prosjeku iznosilo oko 2 % godišnje.

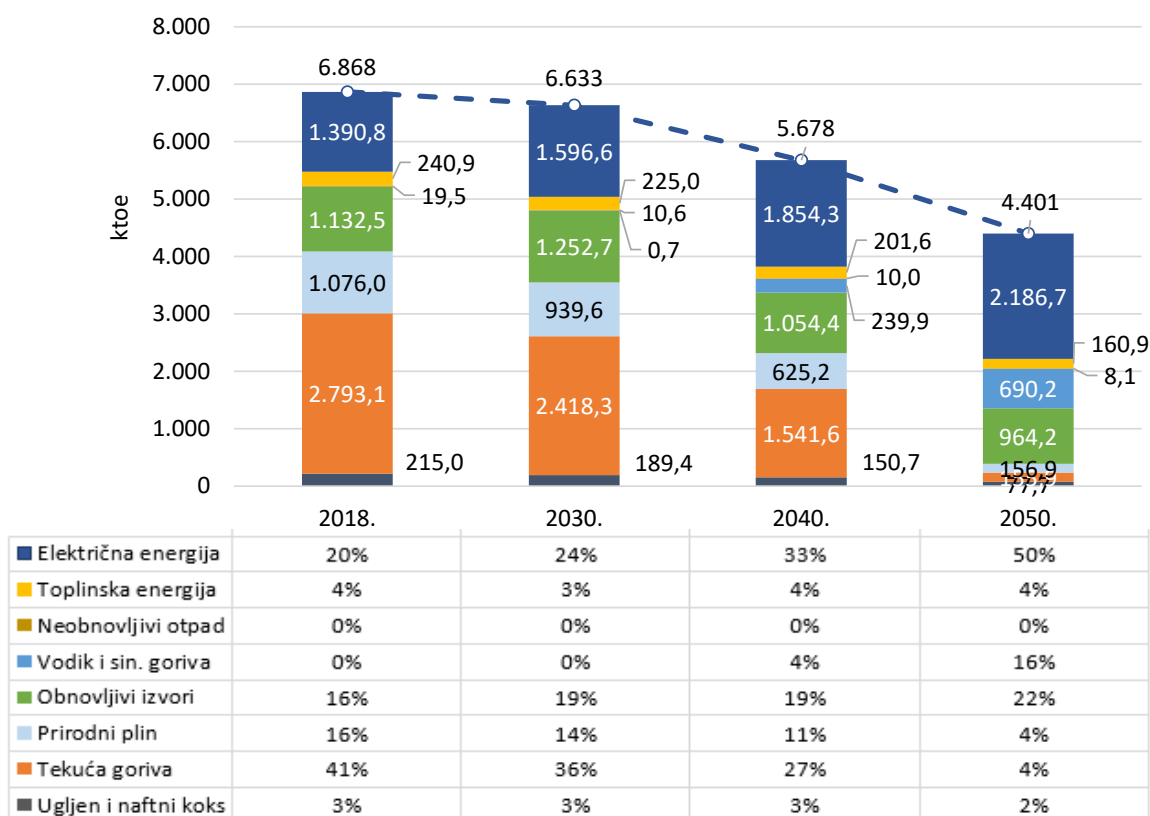
Najveće smanjenje potrošnje očekuje se u sektoru kućanstava, dok se najmanje smanjenje predviđa u sektoru usluga.



Slika 4-1: Projekcija neposredne potrošnje energije po sektorima potrošnje

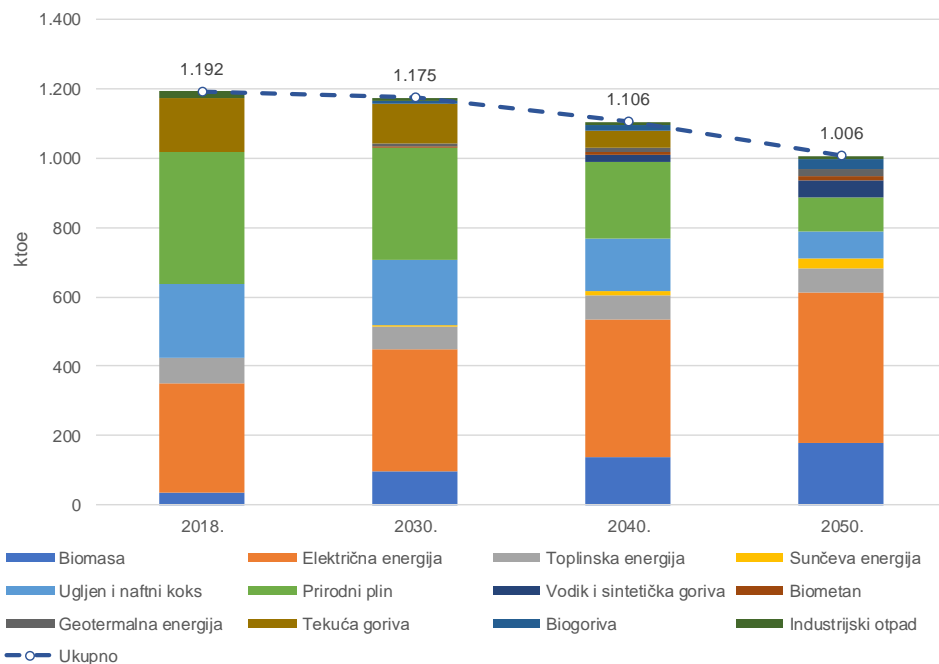
Udio fosilnih goriva u neposrednoj potrošnji energije u 2018. godini iznosio je oko 60 %. Kako bi se ostvarila klimatska neutralnost do 2050. godine, potrebno je fosilna goriva u neposrednoj potrošnji gotovo potpuno zamijeniti obnovljivim izvorima energije. U skladu s time, udio fosilnih goriva kontinuirano bi se smanjivao te bi u 2050. godini iznosio 9 % (slika 4-2). Ovaj udio još uvijek nije dovoljan za postizanje klimatske neutralnosti te je predviđeno korištenje tehnologije izdvajanja i geološkog skladištenja CO₂, i to u određenim granama industrije gdje zamjena fosilnog energenta nije tehnički izvediva (npr. industrija cementa). Udio električne energije će se s 20 % u 2018. godini kontinuirano povećavati kroz cijelo promatrano razdoblje da bi u 2050. godini iznosio

polovinu ukupne neposredne potrošnje energije. Usporedno s porastom udjela električne energije rast će i udio obnovljivih izvora u proizvodnji električne energije, pri čemu će gotovo sva električna energija u 2050. godini biti proizvedena iz obnovljivih izvora. Udio toplinske energije u neposrednoj potrošnji će vrlo blago porasti, ali će se u apsolutnom iznosu potrošnja konstantno smanjivati. Potrošnja svih obnovljivih izvora energije, poput sunčeve energije, biogoriva i geotermalne energije, značajno će rasti, izuzev potrošnje biomase koja će se, poput toplinske energije, smanjivati. Osim postojećih izvora energije, predviđeno je korištenje vodika (od 2030. godine) te plinovitih i tekućih goriva proizvedenih iz obnovljive električne energije (od 2040. godine).



Slika 4-2: Projekcija neposredne potrošnje energije prema energentima

Udio industrije u ukupnoj neposrednoj potrošnji energije u 2018. godini iznosio je 17 % i on će se blago povećavati pa će u 2050. godini iznositi oko 23 %. Promatrano u apsolutnim iznosima, potrošnja energije u industriji smanjit će se za 16 % u 2050. godini (1.006 ktoe) u odnosu na 2018. godinu (slika 4-3). Fosilna goriva u 2018. godini zauzimala su oko 63 % od ukupne potrošnje energije u industriji, a njihov će se udio do 2050. godine smanjiti na 17 %. Kako bi se emisije iz sektora industrije smanjile na zadovoljavajuću razinu predviđeno je korištenje tehnologije izdvajanja i geološkog skladištenja CO₂, što će biti posebno važno od 2040. godine. Osim navedenih energenata, predviđen je znatan porast korištenja sunčeve energije, biometana i geotermalne energije, a bit će potrebno i uvođenje novih energenata kao što su vodik i sintetička goriva.

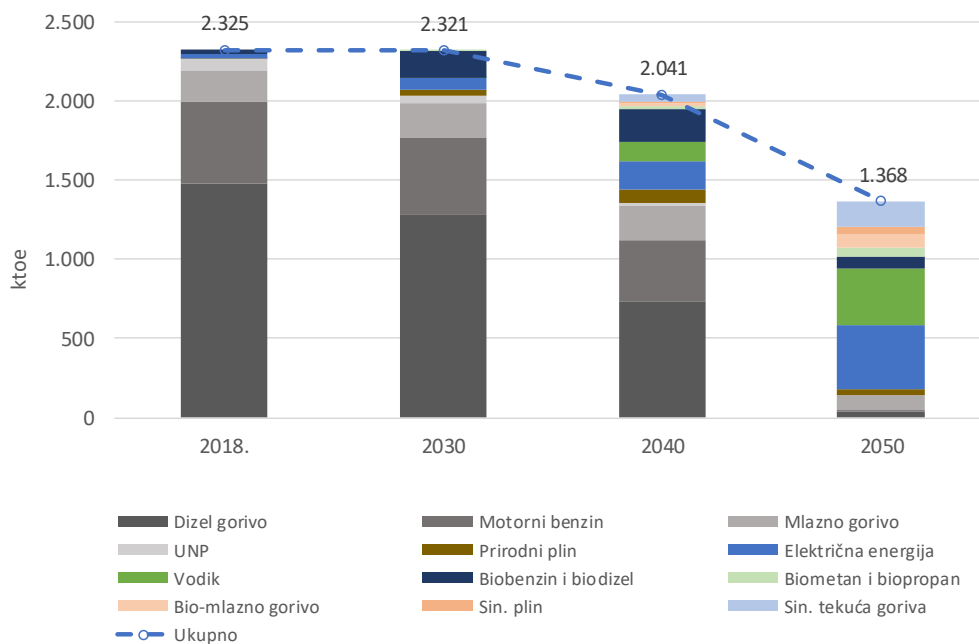


Slika 4-3: Projekcija neposredne potrošnje energije u industriji

Sektor prometa zauzima najveći udio u neposrednoj potrošnji energije (oko 34 % u 2018. godini) i tako tijekom cijelog promatranog razdoblja. Zbog specifičnosti potrošnje koja u prometu nije stacionarna i do sada je u najvećoj mjeri bila bazirana na fosilnim gorivima, sektor prometa predstavljaće jedan od najvećih izazova vezanih za dekarbonizaciju energetskog sektora.

Potrošnja energije u prometu do 2030. godine bit će otprilike na istoj razini kao u 2018. godini, nakon čega se očekuje značajno smanjenje potrošnje (slika 4-4). Potrošnja energije u prometu u 2050. godini (1.368 ktoe) iznositi će oko 60 % od ostvarene potrošnje u 2018. godini (2.325 ktoe). To je prvenstveno posljedica zamjene vozila koja koriste motore s unutarnjim izgaranjem s učinkovitim električnim vozilima.

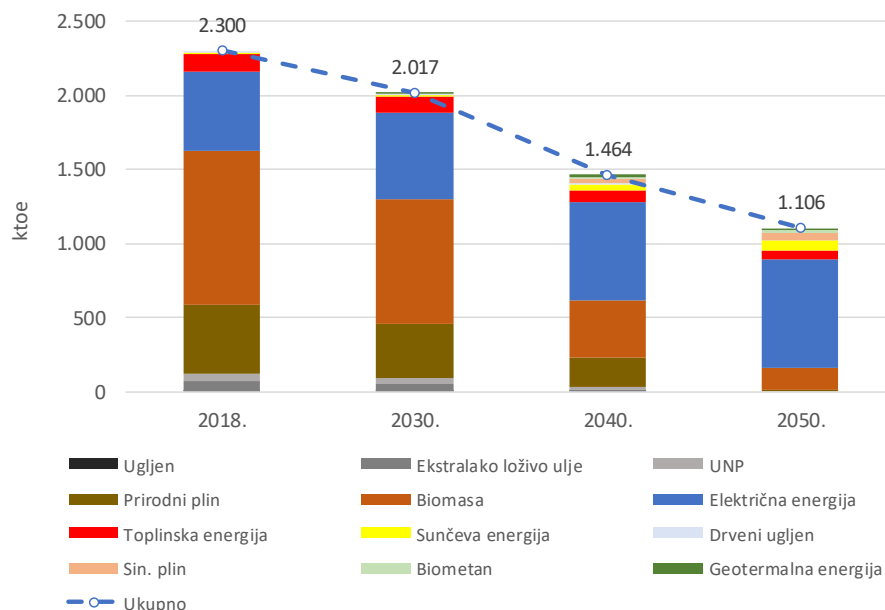
Udio biogoriva kontinuirano će se povećavati s 1 % u 2018. godini na 16 % u 2050. godini. Biogoriva će se prvenstveno koristiti u cestovnom i vodenom prometu, a od 2040. godine predviđeno je korištenje biogoriva i u zračnom prometu. Znatni doprinos dekarbonizaciji očekuje se od električne energije čiji će udio u 2050. godini iznositi 30 %. Znatni udio vodika i to prvenstveno u teretnom prometu predviđen je od 2040. godine, a u 2050. godini iznositi će 26 %. Korištenje sintetičkih goriva u prometu očekuje se od 2040. godine, a njihov udio će u 2050. godini iznositi 15 %.



Slika 4-4: Projekcija neposredne potrošnje energije u prometu

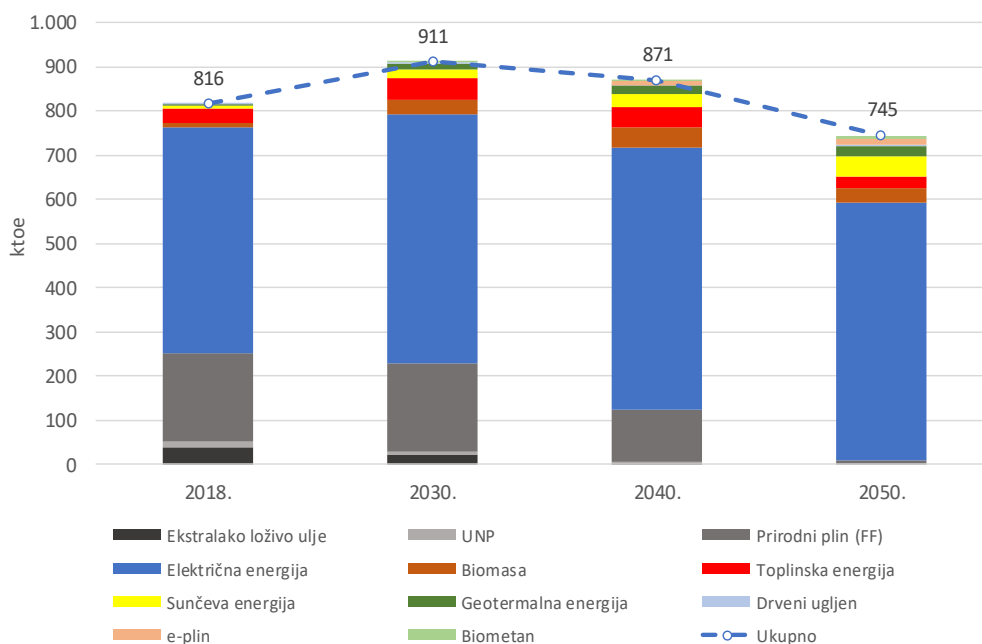
Potrošnja energije u kućanstvima u 2018. godini iznosila je 2.300 ktOE i zauzimala 33 % od ukupne neposredne potrošnje. Pri tome je udio fosilnih goriva iznosio oko 26 %, a najveći udio je zauzimala biomasa od 45 %. Prema analiziranom scenariju, potrošnja fosilnih goriva će se do 2050. godine smanjiti gotovo na nulu, dok će udio električne energije značajno porasti (slika 4-5).

Ukupna potrošnja energije u kućanstvima do 2050. godine smanjit će se za 52 % i to prvenstveno zbog značajnog poboljšanja izolacijskih svojstava u zgradarstvu. Isto tako, doći će do povećanja energetske učinkovitosti uređaja u kućanstvima. Potrošnja biomase smanjit će se za čak 85 % do 2050. godine i to zbog poboljšanja izolacije, ali i prelaska na druge energente za grijanje. Broj stanova priključenih na centralne toplinske sustave blago će porasti, ali će se potrošnja toplinske energije smanjiti za oko 50 % do 2050. godine zbog poboljšanja izolacijskih svojstava u zgradarstvu. Očekuje se porast potrošnje obnovljivih izvora energije poput sunčeve energije, biometana i geotermalne energije, a od 2040. godine i sintetičkog plina koji bi se distribuirao istom mrežom kao i prirodni plin.



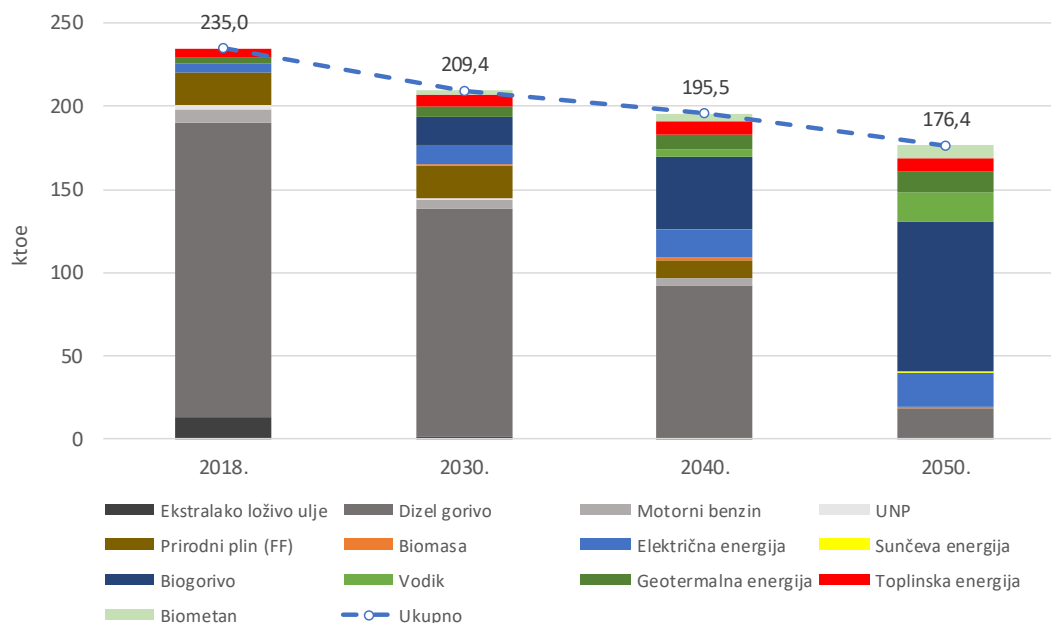
Slika 4-5: Projekcija neposredne potrošnje energije u sektoru kućanstava

Potrošnja energije u sektoru usluga do 2030. godine blago će rasti uslijed povećanja korištene površine. Nakon 2030. godine korištena površina u sektoru usluga i dalje će rasti, ali će, uslijed povećanja izolacijskih svojstava u zgradarstvu te korištenja učinkovitijih tehnologija i zamjene fosilnih goriva s električnom energijom, potrošnja energije blago padati. Potrošnja energije u 2050. godini procijenjena je na 745 ktoe, što je 9 % manje u odnosu na 2018. godinu. Očekuje se potpuni prestanak korištenja ekstra lakog loživog ulja i UNP-a do 2050. godine, dok će potrošnja prirodnog plina u 2050. godini iznositi 5 % potrošnje iz 2018. godine. Kao zamjena za fosilne izvore energije, očekuje se povećanje potrošnje biomase, sunčeve i geotermalne energije (slika 4-6).



Slika 4-6: Projekcija neposredne potrošnje energije u sektoru usluga

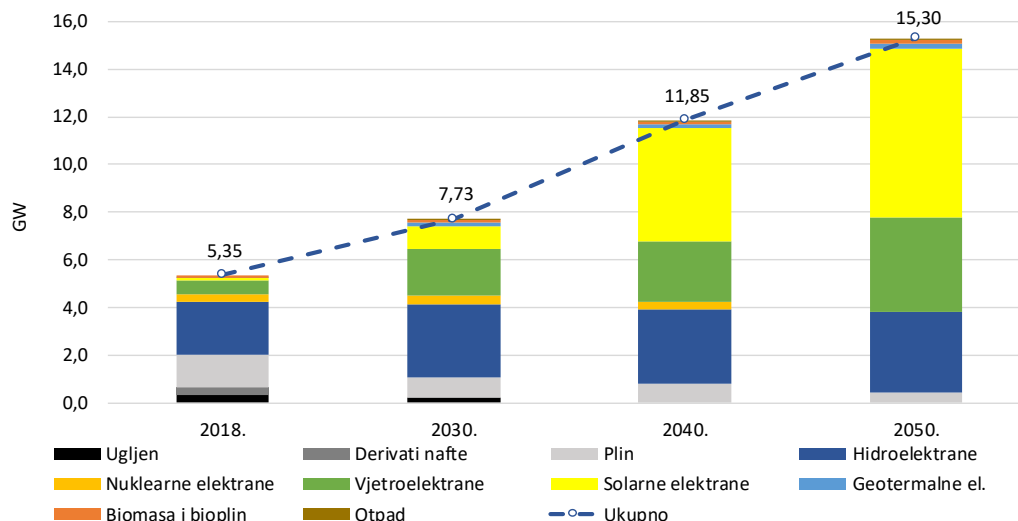
Udio poljoprivrede u ukupnoj neposrednoj potrošnji energije kroz cijelo promatrano razdoblje je relativno mali i iznosi manje od 5 %. Prema podacima za 2018. godinu, udio fosilnih goriva u poljoprivredi iznosio je preko 90 %, a prema analiziranom scenariju, taj udio će se značajno smanjivati i u 2050. godini iznositi svega 10 %. Od fosilnih goriva najveća je potrošnja dizelskog goriva za pogon poljoprivrednih strojeva. Dizelsko gorivo bit će potrebno zamijeniti biogorivima (najvećim dijelom), a od 2040. godine i vodikom te električnom energijom. Očekuje se da će osim biogoriva, rasti i potrošnja električne energije, biometana i geotermalne energije (slika 4-7).



Slika 4-7: Projekcija neposredne potrošnje energije u poljoprivredi

4.1.2. Proizvodnja električne energije

Prema scenariju klimatske neutralnosti energetskog sektora, ukupna snaga elektrana u Republici Hrvatskoj raste s 5,35 GW u 2018. godini na 7,73 GW u 2030., odnosno na 15,3 GW u 2050. godini, što predstavlja povećanje od gotovo tri puta do kraja promatranog razdoblja. Iz ovoga proizlazi da je godišnje potrebno izgraditi prosječno 330 MW novih elektrana (slika 4-8).



Slika 4-8: Snaga elektrana do 2050. godine

Do 2030. godine snaga hidroelektrana dostiže 3.072 MW, a do kraja promatranog razdoblja 3.333 MW. U strukturi ukupne snage udio HE ostaje 39 % do 2030., da bi opao na 20 % u 2050. godini.

U modelu su ponuđeni kandidati za izgradnju TE isključivo oni sa sustavom izdvajanja i skladištenja CO₂, kako bi se uspostavio sustav proizvodnje električne energije s minimalnim emisijama CO₂. Pretpostavljeno je da će ranije navedene termoelektrane koje su već u fazama realizacije do 2030. godine imati nadogradnju sustava za izdvajanje i skladištenje CO₂, a za potrebe zadovoljenja toplinske potrošnje u pogonu ostaju kogeneracijske TE na plin. Rad NE Krško nakon 2043. godine ovisiti će o odluci o produljenju dozvole i poslovnoj odluci suvlasnika.

Dio toplinskih potreba zadovoljava se i izgradnjom velikih dizalica topline. Ovo tehnološko rješenje se nameće u dijelovima snažnog smanjenja toplinske potrošnje uzrokovanog mjerama energetske učinkovitosti u stambenim i poslovnim zgradama te je potreba za izgradnjom novih kogeneracija ograničena. U uvjetima smanjenih potreba za toplinom i toplinskom snagom općenito, velike dizalice topline (zračne i geotermalne) mogu ponuditi povoljnu alternativu uz relativno malu potrošnju električne energije zbog rastućeg koeficijenta učinkovitosti (COP).

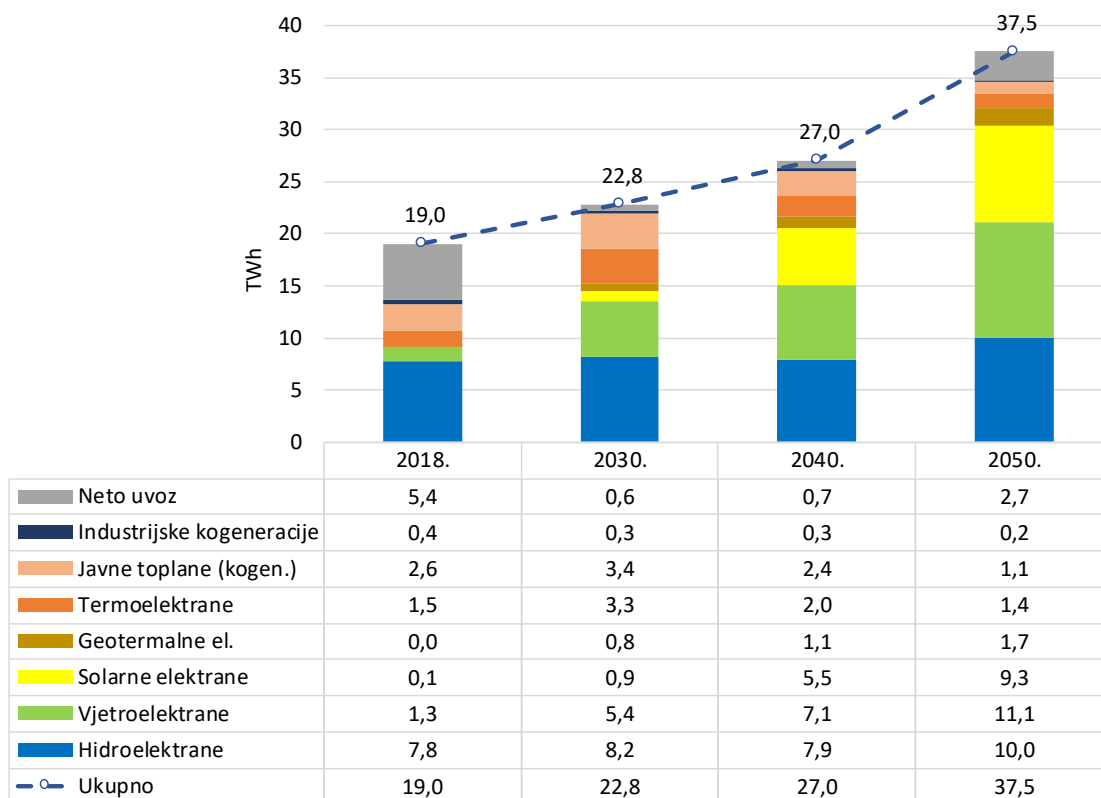
Osnovni razlog značajnom povećanju snage je promjena strukture, tj. izgradnja velikog broja OIE-a s relativno niskim faktorom iskorištenja snage koji je određen prirodom primarnih izvora energije (vjetar, sunce i vodne snage). U 2030. godini je pretpostavljena instalirana snaga sunčanih elektrana od 988 MW i vjetroelektrana od 1.928 MW. Dok je u proteklom razdoblju razvoj FN projekata bio ograničen kvotama i visokim troškovima ulaganja, u budućnosti se očekuju značajno niži specifični troškovi, jednostavniji tehnički uvjeti i povoljnije komercijalno okruženje kojim će se stimulirati distribuirana proizvodnja na mjestu potrošnje. U 2050. godini je zato povećanje izgradnje sunčanih elektrana još znatnije te njihova instalirana snaga doseže do 7.104 MW, a vjetroelektrana 3.975 MW. U te elektrane spadaju i kandidati projekti na prijenosnoj mreži, ali i oni na distribuciji te sunčani paneli kod krajnjih korisnika.

Povećana izgradnja elektrana je u skladu i s otprilike predstavljenom pretpostavkom razvoja novih tehnologija za proizvodnju goriva koja bi nadomjestile one tradicionalne u prometu te u plinskom sustavu, a koja bi se proizvodila iz električne energije.

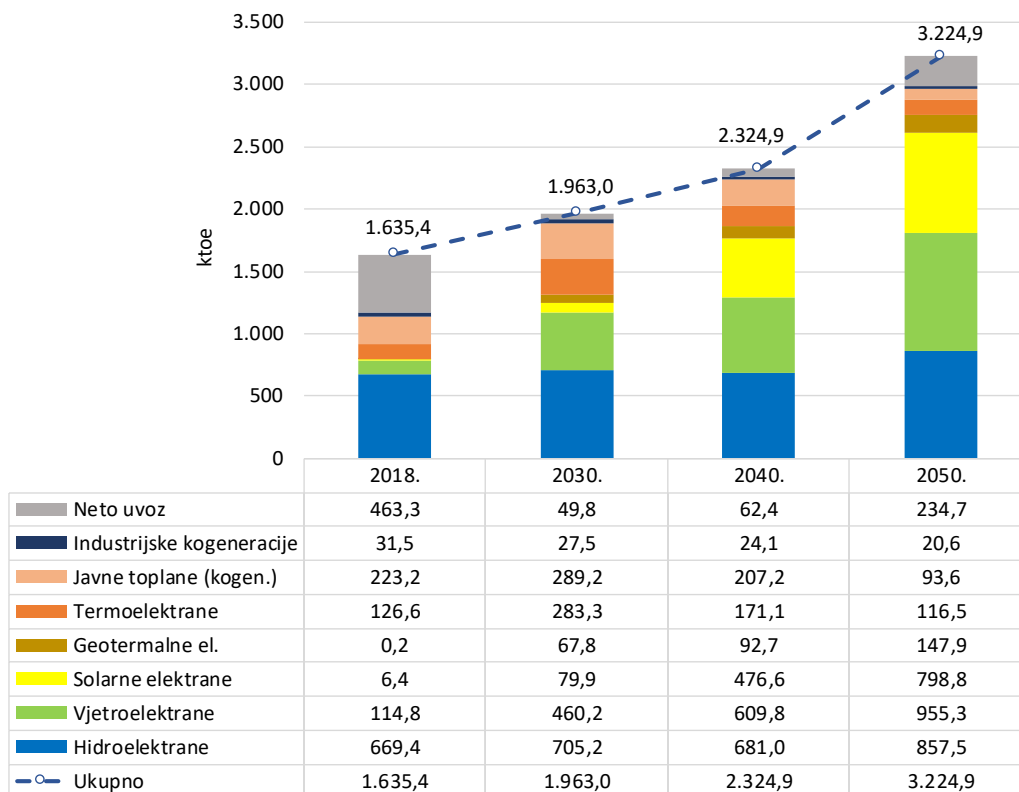
S obzirom na potencijal za geotermalnu energiju u Republici Hrvatskoj, u rezultatima je predstavljena i izgradnja geotermalnih elektrana, u kapacitetu od 158 MW do 2030. godine te 188 MW do 2050. godine.

U skladu s predstavljenom strukturom proizvodnih kapaciteta, promatrano plansko razdoblje donosi promjene u smislu strukture proizvodnje električne energije kako je to prikazano slikama 4-9 i 4-10.

Do 2050. godine identificirana je potreba izgradnje 1.200 MW spremnika energije (baterija) za uravnoteženje sustava. Kapacitet spremnika energije utvrđen dugoročnim modelom uzima u obzir očekivanu razinu varijabilnosti iz VE i FN postrojenja. U povećanju fleksibilnosti sustava sudjeluju i ostale raspoložive opcije (tj. akumulacijske HE, reverzibilne HE, plinske TE, mogućnost razmjene sa susjednim sustavima, primjena informacijsko-komunikacijskih rješenja i sudjelovanje potrošnje u pružanju usluga fleksibilnosti), te spremnike treba promatrati u sprezi sa svim mogućnostima. S obzirom na to da se promatra razdoblje do 2050. godine, i da je izgradnja spremnika osobito izražena nakon 2030. godine, za očekivati je da će detaljnije analize sustava koje su izvan opsega prikazanih analiza dati precizniji odgovor na pitanje potrebe izgradnje i lokacije spremnika energije i općenito problema vođenja sustava u uvjetima visokog udjela promjenjivih izvora OIE-a.



Slika 4-9: Proizvodnja električne energije (TWh)

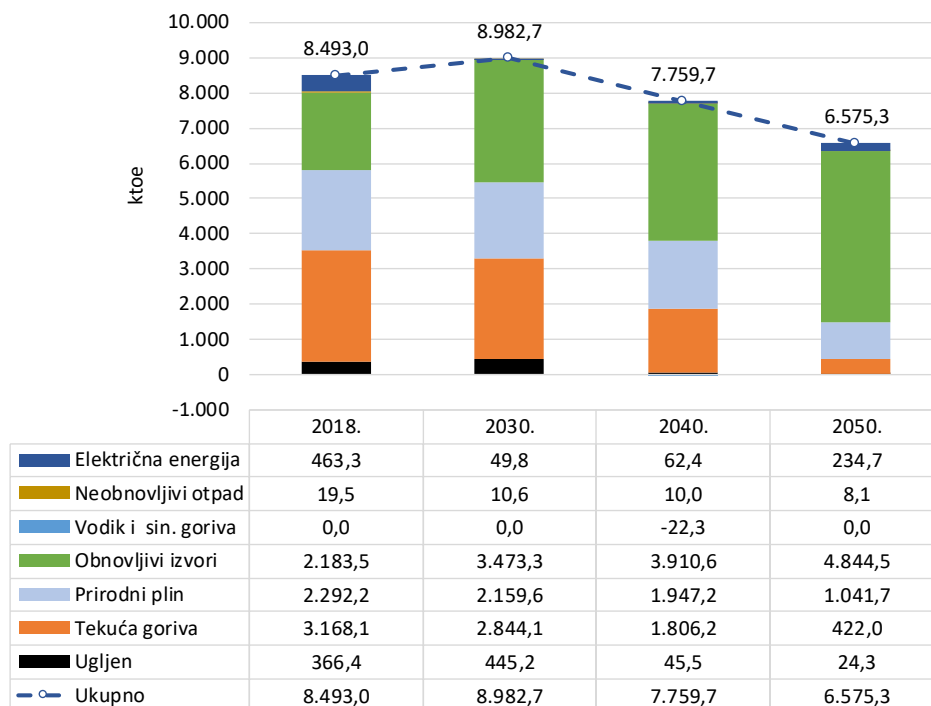


Slika 4-10: Proizvodnja električne energije (ktoe)

4.1.3. Ukupna potrošnja energije

Ukupna projicirana potrošnja u 2030. godini je za 6 % veća u odnosu na razinu iz 2018., dok su u 2050. godini ukupne potrebe za energijom manje za 22 % u odnosu na potrošnju ostvarenu 2018. godine. U strukturi oblika energije, udio tekućih goriva opada s 37 % u 2018. godini na 32 % u 2030. i na svega 6 % u 2050. godini. Najveća promjena očekuje se kod OIE-a čiji udio⁵ raste s 26 % na početku razdoblja na 39 % u 2030. godini i na 74 % u 2050. godini.

⁵ Ovdje je iskazan udio OIE-a u ukupnoj potrošnji energije



Slika 4-11: Ukupna potrošnja energije

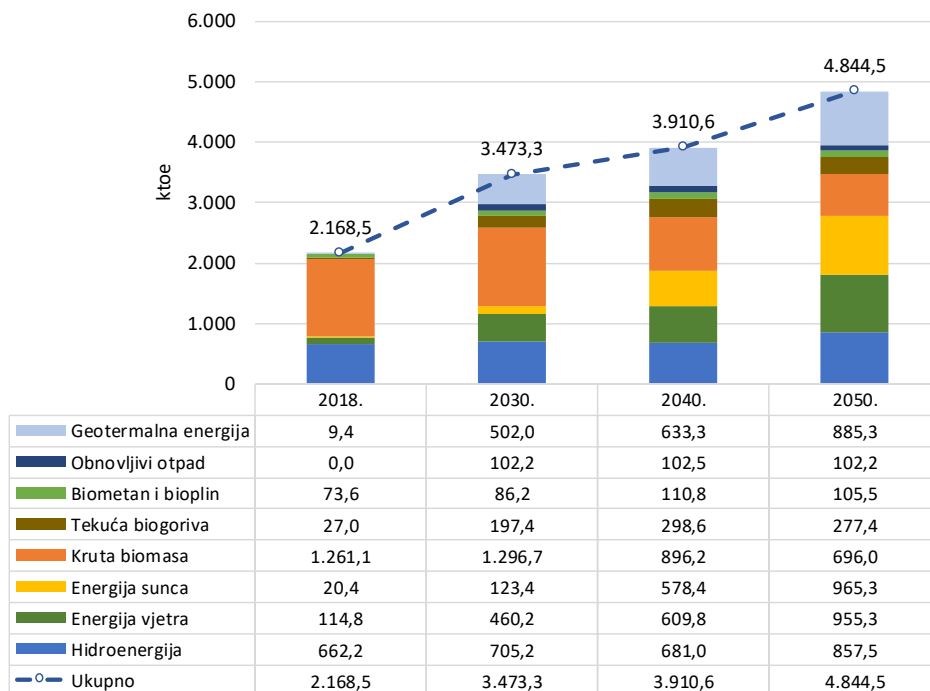
Obnovljivi izvori energije

Prema scenariju klimatske neutralnosti energetskeg sektora očekuje se snažan porast korištenja energije iz obnovljivih izvora i diversifikacija korištenih izvora energije. Do 2030. godine korištenje OIE-a se povećava za čak 59 %, a do 2050. godine za više nego dvostruko (ukupni porast za 122 %).

U 2018. godini najveći udio OIE imala je kruta biomasa s 58 %. Ovaj udio se do 2030. smanjuje na 37 %, a do 2050. godine na svega 14 %, što je u izravnoj vezi s energetske obnovom fonda zgrada koja je u ovom scenariju u potpunosti dovršena do 2050. godine. U razdoblju do 2030. godine smanjuje se ukupna količina utrošene krute biomase za 13 % u odnosu na 2017. godinu, a do 2050. godine ukupno za 47 %.

Udio hidroenergije u potrošnji obnovljivih izvora energije smanjuje se s 30,5 % na početku razdoblja na 20,3 % u 2030. godini i na 17,7 % do 2050. godine. U apsolutnom iznosu korištenje vodenih snaga raste za 6,5 % do 2030. godine i za 29,5 % do 2050. godine.

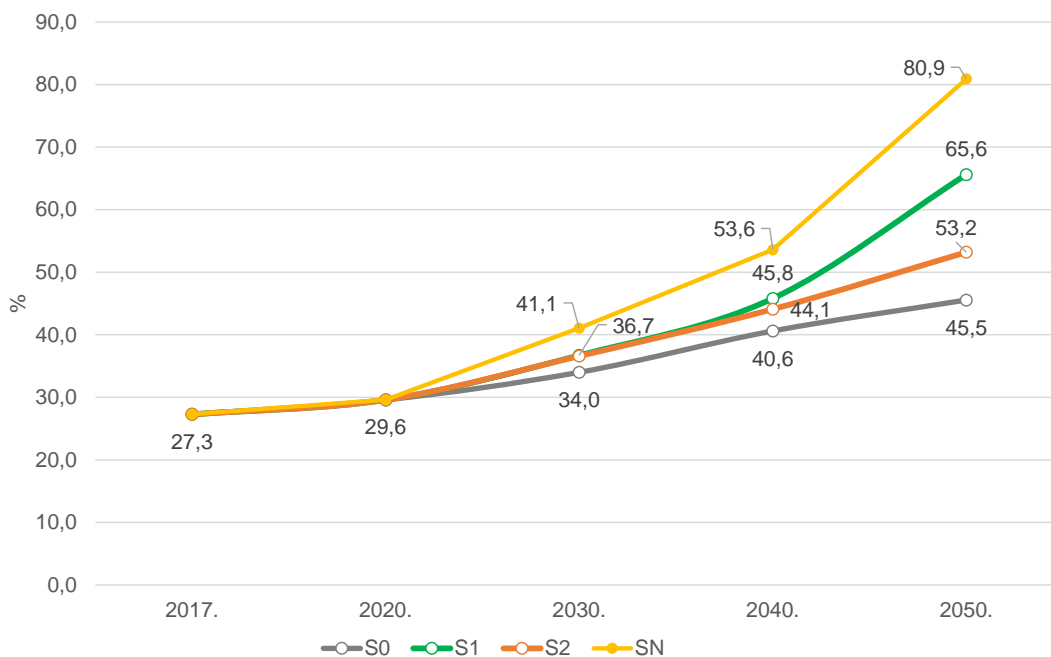
Od ostalih OIE-a najveće promjene opažaju se u višestrukome povećanju udjela vjetra i sunca (proizvodnja električne i toplinske energije), dvostruko veće korištenje biogoriva (u prometu) i povećanje korištenja geotermalne energije.



Slika 4-12: Obnovljivi izvori energije

Udio OIE u bruto neposrednoj potrošnji energije

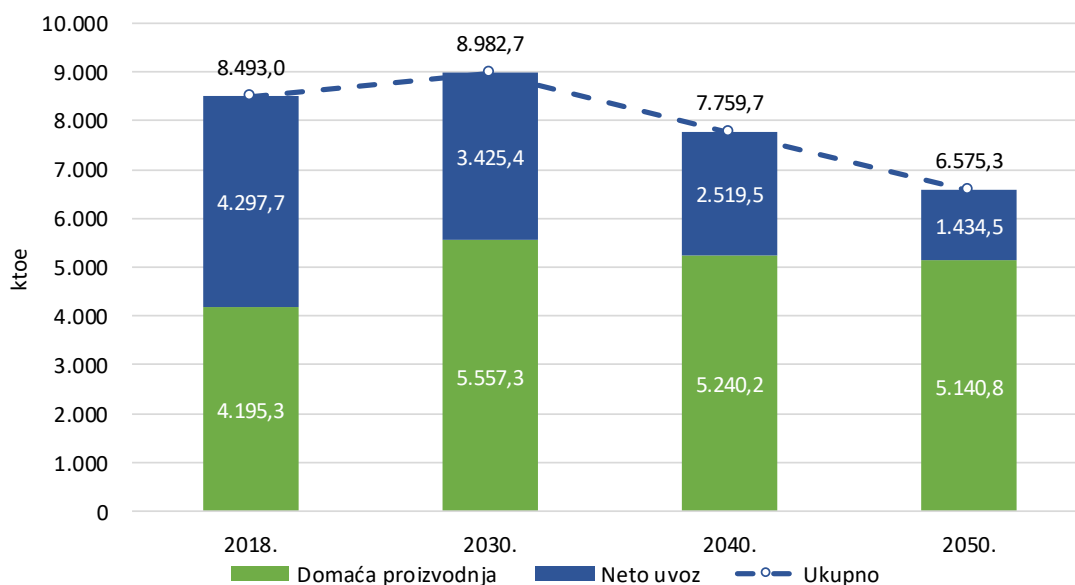
Udio OIE u bruto neposrednoj potrošnji energije povećava se kroz cijelo promatrano razdoblje prema svim analiziranim scenarijima. Najveći udio OIE u 2050. godini ostvaruje se prema scenariju klimatske neutralnosti (80,9%), dok se najmanji udio ostvaruje prema referentnom scenariju (45,5%).



Slika 4-13: Udio OIE u bruto neposrednoj potrošnji energije

4.1.4. Proizvodnja i uvoz energije

Prema analiziranom scenariju, udio domaće proizvodnje energije u ukupnoj potrošnji energije kontinuirano raste prema kraju razdoblja. To je prije svega posljedica smanjenja ukupnih potreba za energijom uzrokovanog primjenom snažnih mjera energetske učinkovitosti (obnova fonda zgrada) i prelaskom na druge oblike energije (npr. električna energija u prometu). Istovremeno se povećava proizvodnja iz OIE-a, i unatoč opadanju proizvodnje fosilnih goriva, vlastita opskrbljenost raste s 49,4 % u 2018. godini na 61,9 % u 2030. i na 78,2 % u 2050. godini.



Slika 4-14: Proizvodnja i uvoz energije

4.1.5. Razvoj prijenosne i distribucijske mreže

Prijenos električne energije

Prijenosnu elektroenergetsku mrežu potrebno je unutar scenarija klimatske neutralnosti dugoročno dimenzionirati na način da se postigne njena zadovoljavajuća pouzdanost u pogonu, da se izvedu priključci svih novih proizvodnih postrojenja na mrežu kao i eventualno novih korisnika mreže, te da se omoguće tržišne transakcije na širem regionalnom i europskom jedinstvenom tržištu električne energije. Sve kako bi se potaknulo nadmetanje između različitih tržišnih sudionika, a pritom ne omogući niti jednom od njih bilo kakva tržišna moć. Sustav vođenja elektroenergetskog sustava potrebno je unaprijediti i visoko automatizirati kako bi se na siguran način odvijao pogon u realnom vremenu te postigla njegova zadovoljavajuća fleksibilnost i otpornost na velike i male poremećaje koji mogu nastati, te zaštititi ga od bilo kakvih kibernetičkih prijetnji.

U svakom će trenutku biti potrebno sustav uravnotežiti (izjednačavajući trenutnu proizvodnju i potrošnju električne energije) na tržišnim osnovama, minimizirajući pri tom odstupanja razmjene energije na granicama u odnosu na planirane vrijednosti na

najmanju moguću mjeru, kako bi se doprinosilo očuvanju stabilnosti frekvencije u europskom kontinentalnom prostoru. Pomoćne usluge nabavljat će se od operatora sustava na tržišnim principima, što će očekivano dovesti do dostupnosti istih u dovoljnim količinama pri čemu će njihova cijena biti određena odnosom između ponude i potražnje. Uravnoteženje će biti vrlo zahtjevan zadatak imajući u vidu promjenljivost proizvodnje obnovljivih izvora energije, poput vjetroelektrana i sunčanih elektrana, na kojima će se dominantno temeljiti proizvodni portfelj kompanija.

Kvalitetu električne energije (valni oblik, naponske granice, frekvenciju) bit će potrebno održavati na propisanoj razini, što će biti izazovan zadatak imajući u vidu očekivano velik broj uređaja u mreži koji se zasnivaju na energetskej elektronici poput pretvarača, ispravljača, istosmjernih visokonaponskih postrojenja (HVDC) te fleksibilnih AC sustava (FACTS).

Prema do sada iskazanom interesu potencijalnih investitora, većina će novih VE i SE biti smještena na području Dalmacije i Like te manjim dijelom i Kvarnera, što će zbog očekivanih ograničenja u 110 kV mreži zahtijevati njihov priključak na 400 kV mrežu preko tzv. „zonskih priključaka“, odnosno novih TS 400/110 kV opremljenih s jednim ili dva transformatora 300 MVA ili 400 MVA. To je potrebno kako bi se viškovi njihove proizvodnje u odnosu na lokalni konzum mogli prenositi prema udaljenijim područjima, odnosno području Rijeke i Istre te sjeverozapadne i istočne Hrvatske uz mogućí prekogranični izvoz viškova na europsko tržište.

Predviđa se da će postojeće interkonektivne veze prema susjednim zemljama do 2030. godine zadovoljiti potrebe za prijenosom električne energije i tržišnim razmjenama energije, pri čemu će se prekogranični prijenosni kapaciteti raspoloživi za tržišne transakcije određivati temeljem tržišnih mehanizama (*flow based* alokacija prekograničnih kapaciteta uz spajanje tržišta). Od novih interkonekcija moguća je jedino izgradnja DV 400 kV Lika – Banja Luka ako obje zemlje u tome budu vidjele ekonomski i tehnički interes, a ovisno o budućoj situaciji na regionalnom tržištu električne energije.

Do 2040. godine očekuje se izgradnja ukupno 2.525 MW instalirane snage u vjetroelektranama te 4.774 MW instalirane snage u sunčanim elektranama od kojih će 3.672 MW biti priključeno na prijenosnu mrežu. Izgradnja HE će stagnirati, a instalirana snaga plinskih elektrana blago će se smanjivati. Termoelektrana na ugljen u Plominu u potpunosti će izaći iz pogona, a NE Krško će još uvijek davati polovicu svoje proizvodnje u hrvatski prijenosni sustav. Uravnoteženje će se provoditi i koristeći novoizgrađene baterije, od čije će ukupne snage u iznosu 278 MW dio biti priključen na prijenosnu mrežu (100 MW), a ostatak na distribucijsku mrežu i neposredno kraj finalnih potrošača.

Visoka očekivana varijabilnost tokova energije u prijenosnoj mreži i visoki iznosi povremenog izvoza ili uvoza energije ukazuju na potrebu daljnjeg jačanja 400 kV mreže, posebno u dijelovima zemlje gdje se predviđa veća koncentracija vjetroelektrana i sunčanih elektrana, te na potrebu dodatne izgradnje međudržavnih vodova 400 kV prema susjednim zemljama kako bi se podržao izvozni potencijal

proizvodnih postrojenja na području Republike Hrvatske u satima kada će dolaziti do izrazitih viškova proizvodnje električne energije.

S obzirom na to da se ukazuje potreba za daljnjom izgradnjom mreže 400 kV, koja će biti izuzetno promjenljivo opterećena ovisno o trenutnim prilikama u sustavu s visokom integracijom VE i SE, pojavit će se potreba za izgradnjom novih kompenzacijskih postrojenja odgovarajućih snaga koja bi preuzimala reaktivnu energiju koja nastaje pri niskim opterećenjima 400 kV vodova. Nova kompenzacijska postrojenja trebalo bi graditi istodobno pri svakoj izgradnji novog 400 kV dalekovoda kako bi se izbjegao problem dugotrajne pojave visokih napona u mreži te omogućila HOPS-u učinkovita regulacija napona, neovisno o generatorima priključenim na sustav.

Uz predviđeni nastavak revitalizacije, mrežu 110 kV trebat će na pojedinim dionicama pojačavati, prvenstveno koristeći HTLS vodiče veće prijenosne moći. Potrebe pojačanja mreže 110 kV ovisit će o porastu potrošnje na pojedinim područjima, priključku novih VE, SE, HE i baterija te eventualnom priključku novih velikih kupaca. Podmorske kabele 110 kV koji nisu predviđeni za zamjenu u razdoblju do 2030. godine trebat će dugoročno zamijeniti novima, ovisno o njihovom stvarnom stanju. Isto vrijedi i za podzemne kabele izgrađene prije 2000. godine, posebno za postojeće kabele 110 kV na području grada Zagreba.

Prilikom daljnjeg razvoja prijenosne mreže operator sustava procjenjivat će stvarne potrebe i tehno-ekonomsku opravdanost primjene modernih visokotehnoških rješenja poput ugradnje DTR sustava (određivanje opteretivosti vodiča u realnom vremenu), HTLS vodiča na nadzemnim dalekovodima, SVC postrojenja, različitih tipova FACTS postrojenja, visoko-vodljivih kabela, prigušnica za ograničavanje struja kvara (FCL) i HVDC veza. Modernizacija prijenosnog sustava ultimativni je cilj kojem treba težiti, no samo ako je korist od pojedinačnih rješenja veća od njihovih troškova imajući u vidu očekivani životni vijek promatranog postrojenja/jedinice/uređaja.

Distribucija električne energije

ODS se treba razvijati u operatora distribucijskog sustava kojem na raspolaganju stoji mogućnost korištenja usluga fleksibilnosti proizvodnje i potrošnje (uključivo i spremnika električne energije) te nabave pomoćnih usluga od korisnika mreže priključenih na distribucijski sustav. U skoroj budućnosti nužna je prilagodba propisa koji će omogućiti korisnicima mreže sudjelovanje na tržištu električne energije (izravno ili posredstvom agregatora), a u tom je smislu u distribucijskom sustavu nužno uvođenje sustava naprednog mjerenja, intenzivna obnova, modernizacija i automatizacija mreže te unaprjeđenje informacijsko-komunikacijskih sustava. U mreži s dvosmjernim tokovima snage nužna su inovativna tehnička rješenja u nadzoru, vođenju, mjerenju i relejnoj zaštiti čime distribucijska mreža od tradicionalno pasivne postaje aktivna i napredna.

Napredne mreže i sustavi naprednog mjerenja odigrat će ključnu ulogu i u omogućavanju fleksibilnosti korisnika mreže; potencijal fleksibilnosti odziva potrošnje moguće je ostvariti korištenjem odgovarajućih mrežnih tarifa i naprednih mjernih uređaja. Napredno mjerenje s kraćim razdobljima i obračunom potrošnje električne

energije omogućava vremenski promjenjive tarife, tarifiranje snage te izravno upravljanje potrošnjom.

Postojeći tarifni modeli su za veliku većinu korisnika mreže temeljeni na volumetrijskom pristupu. Nedvojbeno je kako će u budućem razdoblju biti nužna njihova promjena u pogledu:

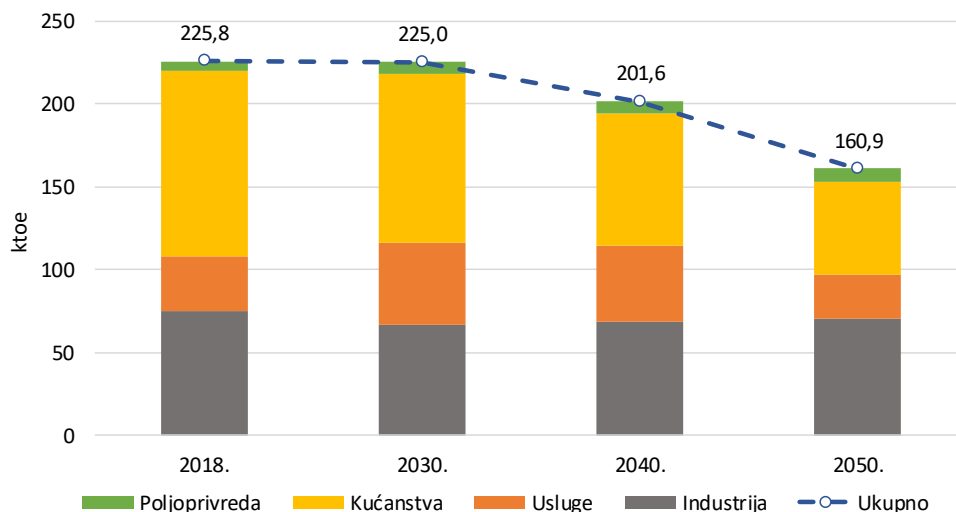
- sve većeg udjela tarifnog elementa snage u naknadi za korištenje mreže
- raspodjele troškova korištenja mreže na pojedine kategorije korisnika mreže (primjerice uvođenje naknade za korištenje mreže i za proizvođače električne energije).

Napredne mreže u Republici Hrvatskoj trebaju omogućiti: jeftiniju i veću integraciju obnovljivih izvora kupaca s vlastitom proizvodnjom, smanjenje broja prekida napajanja i troškova neisporučene električne energije, smanjenje potrebe za novim investicijama u mrežu, uvođenje električnih vozila i njihovo fleksibilno punjenje te optimalno korištenje energetske izvora i uštedu električne energije. Sustav naprednog mjerenja središnji je sustav koji objedinjuje prikupljanje podataka i komunikaciju unutar napredne mreže. Zbog toga mnoge funkcionalnosti naprednih mreža nije moguće razviti bez njega.

4.1.6. Proizvodnja i potrošnja toplinske energije

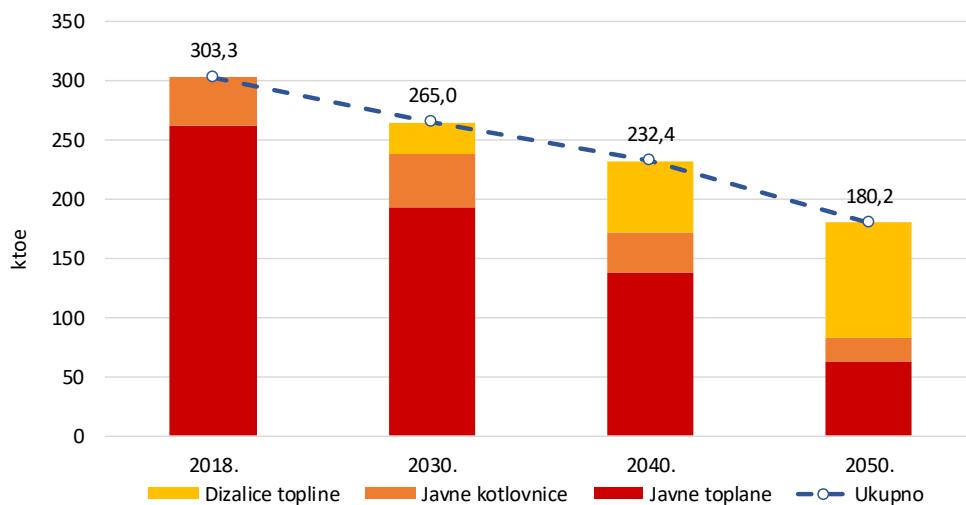
Prema analiziranom scenariju klimatske neutralnosti energetskog sektora, udio neposredne potrošnje energije u sektoru kućanstva i u ukupnoj energiji u sektoru toplinarstva polagano se smanjuje, bez obzira na pretpostavljeno povećanje broja priključenih potrošača. Činjenica da se neposredna potrošnja toplinske energije smanjuje, dok broj priključenih potrošača blago raste (na razini cca 10.000 dodatno priključenih potrošača) proizlazi iz očekivane vrlo intenzivne obnove stambenog fonda. U sektoru kućanstva projicirano je kontinuirano smanjenje potrošnje toplinske energije s 111 ktoe u 2018. godini na 56 ktoe u 2050. godini što je posljedica obnovljenih objekata sa značajno nižim toplinskim potrebama.

U sektoru usluga dolazi do blagog porasta potrošnje toplinske energije s 33 ktoe u 2018. godini na 49 ktoe u 2030. godini, nakon čega se predviđa postupno smanjenje potrošnje na 23 ktoe u 2050. godini što iznosi 80 % vrijednosti iz 2018. godine.



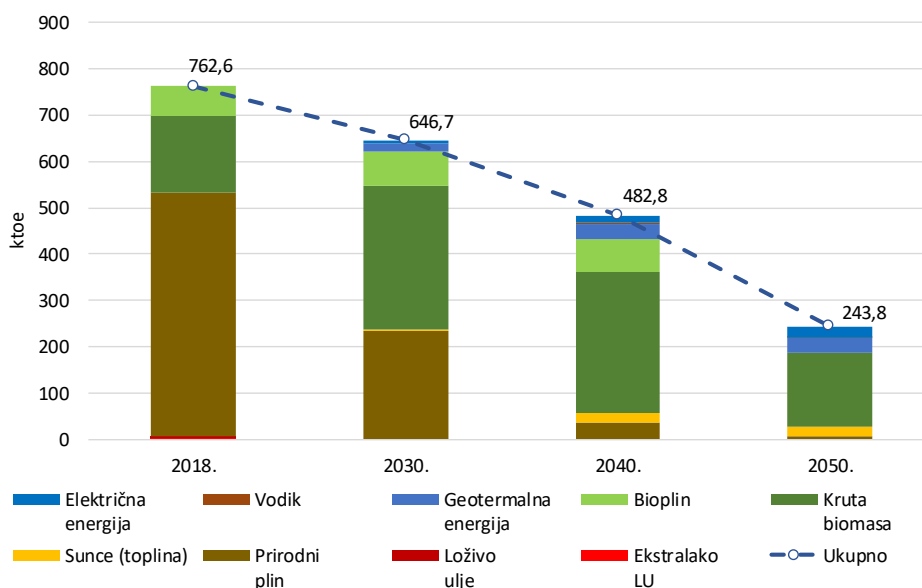
Slika 4-15: Finalna potrošnja toplinske energije prema sektorima potrošnje

Najveći udio u proizvodnji toplinske energije u 2018. godini odnosio se na javne toplane (86 %), dok je udio javnih kotlovnica iznosio 14 %. Projicirani udio dizalica topline do 2050. se kontinuirano povećava te iznosi 54 %, dok se istovremeno očekuje smanjenje udjela proizvodnje toplinske energije iz javnih toplana na 35 %. Udio javnih kotlovnica bi prema analiziranom scenariju u 2050. godini iznosio oko 11 %.



Slika 4-16: Proizvodnja toplinske energije iz javnih toplana, javnih kotlovnica i dizalica topline

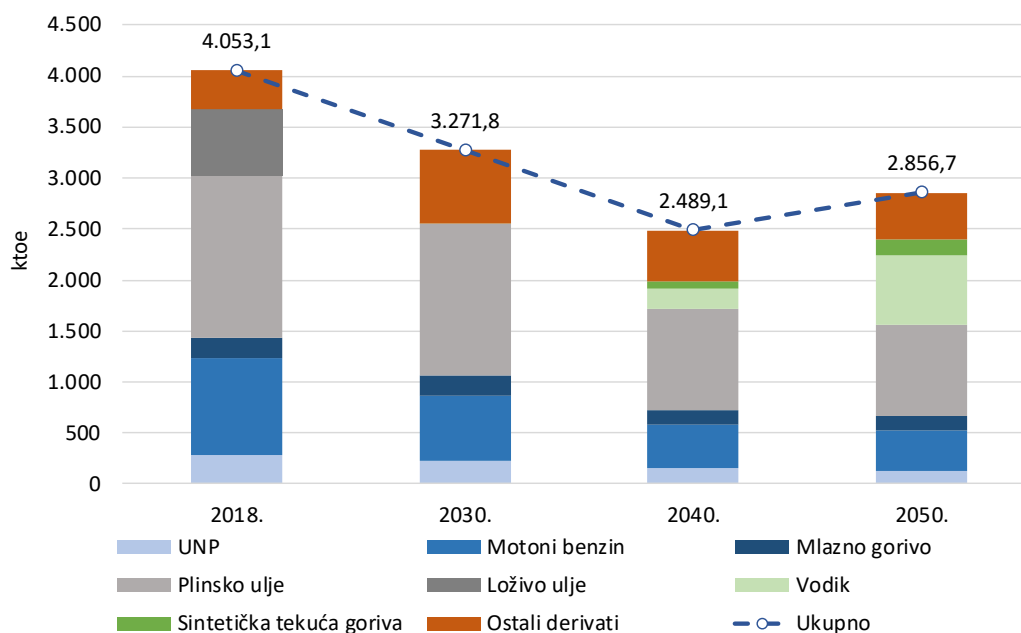
Promatramo li proizvodnju toplinske i električne energije u javnim toplanama, javnim kotlovnicama i dizalicama topline prema korištenim energentima, najzastupljeniji energent u 2018. godini bio je prirodni plin s udjelom od 69 %. Nakon njega slijede kruta biomasa, bioplina te ekstra lako loživo ulje i loživo ulje. Udio prirodnog plina će se do 2050. godine smanjivati te će iznositi svega 2 %, dok će se povećavati udio krute biomase, sunčeve energije i električne energije za dizalice topline.



Slika 4-17: Potrošnja energenata za proizvodnju toplinske i električne energije

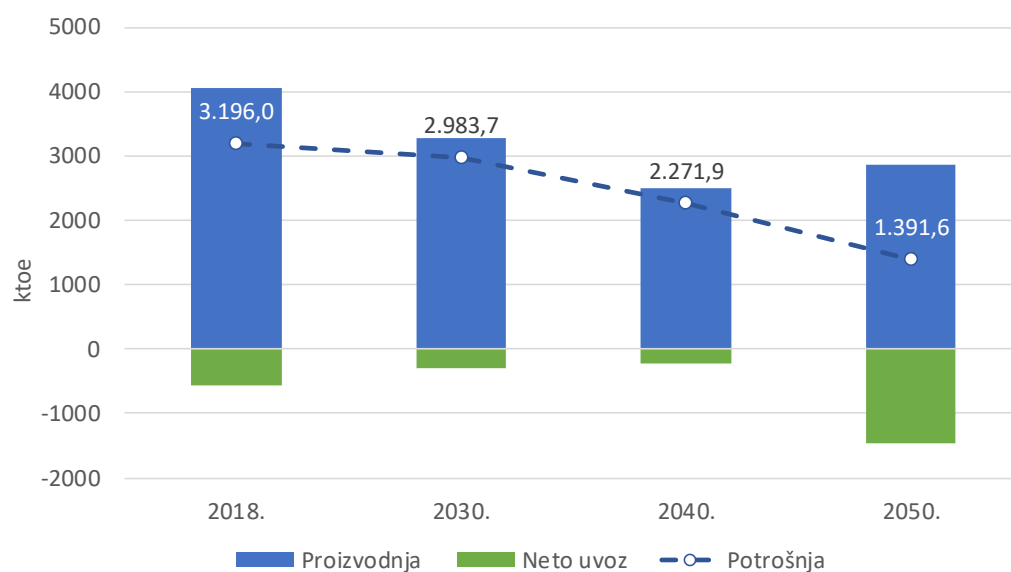
4.1.7. Proizvodnja naftnih derivata, vodika i sintetičkih tekućih goriva

Godišnja proizvodnja naftnih derivata do 2018. godine iznosila je oko 4.000 ktoe. Prema analiziranom scenariju očekuje se znatno smanjenje proizvodnje koja će u 2040. godini iznositi 2.500 ktoe, odnosno gotovo 40 % manje od proizvodnje ostvarene 2018. godine. Pad proizvodnje prati pretpostavljeno smanjenje potrošnje naftnih derivata u svim sektorima. Promatrano prema derivatima, očekuje se prestanak proizvodnje loživog ulja nakon 2025. godine te smanjenje proizvodnje motornog benzina za 55 %, ukapljenog naftnog plina za 46 % te plinskog ulja za 38 %. Navedene projekcije proizvodnje napravljene su uz uvjet investiranja u modernizaciju rafinerijskog sektora (projekt tzv. duboke prerade u Rafineriji nafte Rijeka) čime bi se povećao udio proizvodnje bijelih derivata, a time i konkurentnost rafinerija na domaćem i stranim tržištima. Završetak modernizacije predviđen je do 2025. godine. Također, s povećanjem potražnje za vodikom i sintetičkim gorivima, predviđena je i proizvodnja tih goriva u rafineriji uz korištenje CCS tehnologije. Očekuje se da se dio potreba za vodikom i sintetičkim gorivima osigura proizvodnjom u rafineriji, a dio kroz proizvodnju iz električne energije iz obnovljivih izvora energije. Proizvodnja vodika i sintetičkih goriva djelomično će nadomjestiti smanjenje proizvodnje ostalih naftnih derivata te se očekuje povećanje ukupne proizvodnje u riječkoj rafineriji u 2050. godini za oko 15 % u odnosu na 2040. godinu. Smanjenje korištenja naftnih derivata poput loživog ulja, motornog benzina i plinskog ulja (dizelsko gorivo i ekstra lako loživo ulje) imat će veliki utjecaj na rad svih subjekata unutar naftnog sektora i oni će strategije svojih poslovanja morati uskladiti sa zahtjevima koji proizlaze iz scenarija klimatske neutralnosti energetskog sektora.



Slika 4-18: *Proizvodnja naftnih derivata, vodika i sintetičkih tekućih goriva*

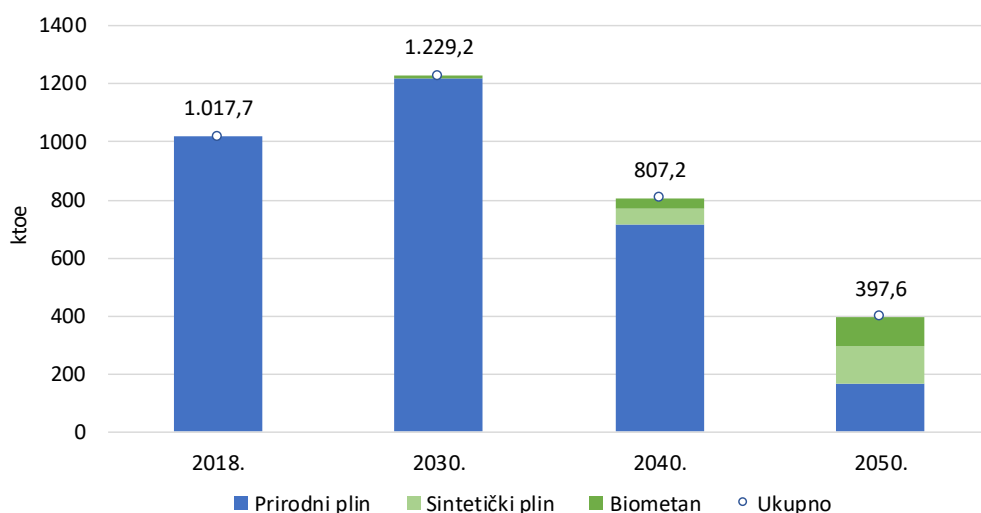
Prema projekcijama, proizvodnja naftnih derivata pratit će smanjenje potrošnje sve do 2040. godine pri čemu će se neto izvoz smanjiti i u 2040. godini iznositi 200 ktoe. Nakon 2040. godine predviđeno je povećanje neto izvoza uslijed prestanka potrošnje naftnih derivata u Hrvatskoj. Izvoz naftnih derivata u 2018. godini iznosio je 2.500 ktoe, a uvoz 1.900 ktoe. Pretpostavljeno je da će države u regiji, i to prvenstveno one koje još nisu dio Europske unije, nastojati ostvariti ciljeve vezane za klimatsku neutralnost, ali sa određenim kašnjenjem u odnosu na Hrvatsku odnosno EU. Iz tog razloga predviđen je izvoz naftnih derivata iz Rafinerije nafte Rijeka u 2050. godini u iznosu od 1.600 ktoe.



Slika 4-19: *Projekcija proizvodnje, potrošnje i neto uvoza naftnih derivata, vodika i sintetičkih tekućih goriva*

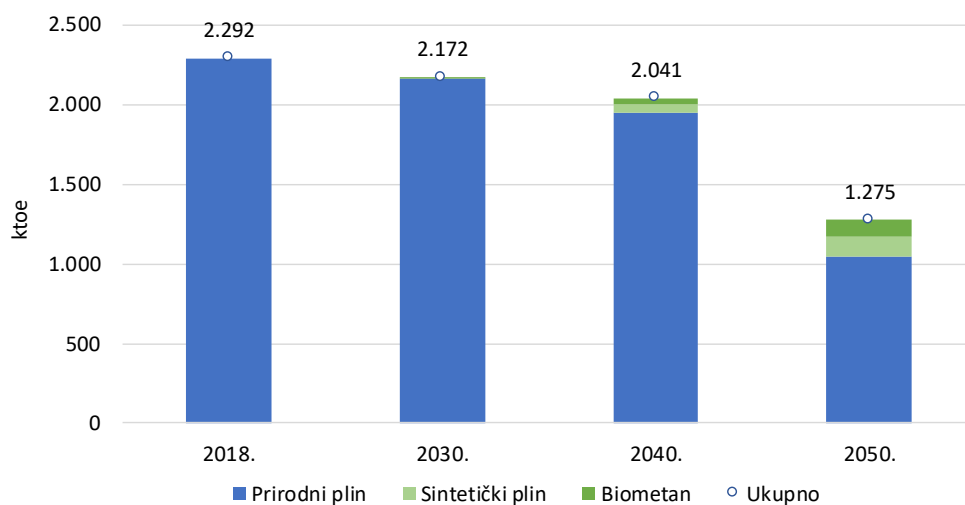
4.1.8. Sektor prirodnog plina

Proizvodnja prirodnog plina će rasti do 2030. godine, nakon čega se očekuje pad njezine proizvodnje, ali i porast proizvodnje biometana i sintetičkog plina. Očekuje se da će proizvodnja prirodnog plina do 2050. godine pasti na 164 ktoe, što je na razini od oko 16 % proizvodnje u 2018. godini. Istovremeno, očekuje se da će proizvodnja sintetičkog plina iznositi 130 ktoe, a proizvodnja biometana 103 ktoe.



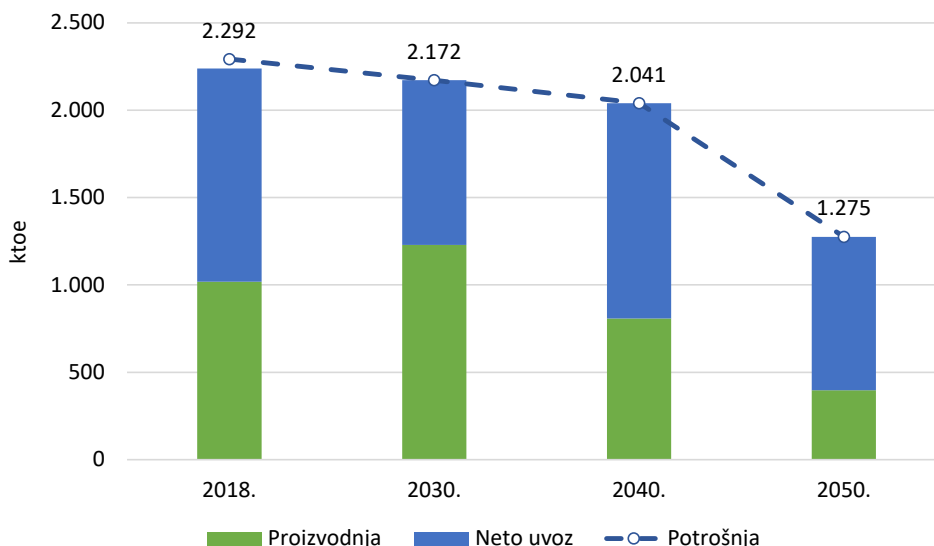
Slika 4-20: Projekcija proizvodnje prirodnog plina, sintetičkog plina i biometana

Što se tiče potrošnje prirodnog plina, predviđeno je da će se ona u budućnosti kontinuirano smanjivati i do 2050. godine pasti na razinu od oko 45 % potrošnje u 2018. godini. Potrošnja sintetičkog plina u 2050. godini iznositi će 130 ktoe, što odgovara udjelu od 10,2 % u ukupnoj potrošnji plina, dok će potrošnja biometana iznositi 103 ktoe, što odgovara udjelu od 8,1 % ukupne prognozirane potrošnje plina u 2050. godini.



Slika 4-21: Projekcija potrošnje prirodnog plina, sintetičkog plina i biometana

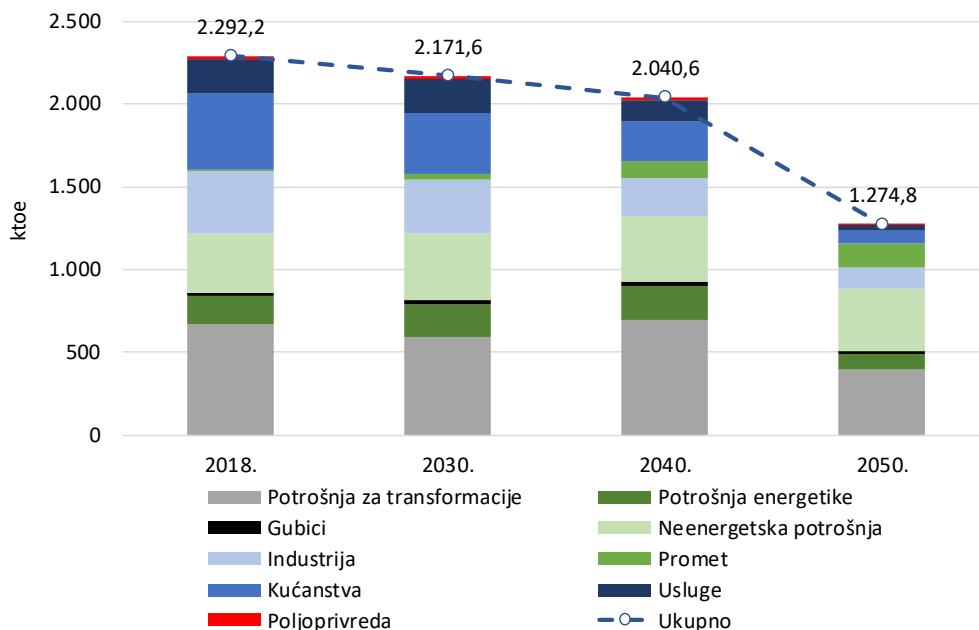
Nakon 2030. godine očekuje se smanjenje proizvodnje prirodnog plina, ali i porast proizvodnje sintetičkog plina i biometana, no ukupna proizvodnja plina nakon 2030. godine ima silazni trend. Unatoč smanjenju potrošnje, udio uvoza u ukupnoj potrošnji plina raste i u 2050. godini iznosi 68,8 % ukupne potrošnje (slika 4-21). Pritom treba napomenuti da se sav uvoz odnosi na uvoz prirodnog plina, dok su sav sintetički plin i biopljin lokalno proizvedeni.



Slika 4-22: Projekcija proizvodnje, potrošnje i neto uvoza prirodnog plina, sintetičkog plina i biometana

Kada govorimo o strukturi potrošnje prirodnog plina, sintetičkog plina i biometana, najveći udio u ukupnoj potrošnji u 2050. godini odnosi se na potrošnju za transformacije i za ne-energetsku potrošnju. Možemo primijetiti da su udjeli pojedinih sektora u ukupnoj potrošnji u 2050. godini podjednaki udjelima u baznoj godini. Na taj način potrošnja za transformacije ostaje na 30 %, a potrošnja energetike na 7,5 % udjela u ukupnoj potrošnji plina. S druge strane, udio ne-energetske potrošnje u ukupnoj potrošnji 2050. godine gotovo je dvostruko veći nego 2018. godine. Najznačajniji porast udjela u ukupnoj potrošnji plina do 2050. godine ima potrošnja plina u prometu, čija je potrošnja u baznoj godini zanemariva, dok se značajno smanjuje potrošnja plina u industriji, a pogotovo u kućanstvima i sektoru usluga.

Razlog za smanjenje potrošnje u ovim sektorima je smanjenje ukupnih toplinskih potreba koje se podmiruju prirodnim plinom, što je posljedica povećanja energetske učinkovitosti kao osnovne polazne pretpostavke u analizama razmatranog scenarija.



Slika 4-23: Struktura potrošnje prirodnog plina, sintetičkog plina i biometana

4.2. REZULTATI SCENARIJA NE-ENERGETSKOG SEKTORA

4.2.1. Industrijski procesi i upotreba proizvoda

Udio emisije stakleničkih plinova iz prerađivačke industrije iznosi oko 20 % ukupnih emisija Republike Hrvatske (ako se promatra energetska i ne-energetska emisija ovog sektora). Emisije koje nastaju uslijed izgaranja goriva u industrijskim pogonima (energetska emisija) čine nešto manje od polovice emisija iz ovog sektora (oko 47 %), dok ostale emisije (oko 53 %) proizlaze iz fizičkih i kemijskih procesa pretvaranja sirovina u industrijske proizvode, uslijed uporabe stakleničkih plinova u proizvodima te uslijed uporabe ugljika iz fosilnih goriva za neenergetske svrhe.

U sektoru prerađivačke industrije, u niskougljičnim scenarijima, u odnosu na 1990. godinu, postiže se smanjenje emisije za 54,1 do 57,5 % (NU1 do NU2) u 2030. godini te za 64,4 do 83,0 % u 2050. godini.

Projekcije su provedene na temelju sektorskih analiza, pretpostavljenog razvoja pojedinih industrijskih grana koji uključuje ciljeve do 2030., odnosno do 2050. godine, te na temelju projekcija makroekonomskih parametara. U izradi projekcija također su uključene i pretpostavke o ograničavanju i smanjenju uporabe fluoriranih stakleničkih plinova, sukladno odredbama Uredbe (EU) br. 517/2014 i Direktive 2006/40/EZ te sukladno stručnoj procjeni temeljenoj na nastavku trenda smanjenja emisija ovih onečišćujućih tvari.

Razmatrani scenarij klimatske neutralnosti dimenzioniran je kako bi se postiglo smanjenje emisija u skladu s očekivanim ciljem za 2030. te neto nulte emisije do 2050. godine. Najveći izvori emisije u ovom sektoru: industrija mineralnih proizvoda, industrija kemikalija i kemijskih proizvoda, industrija metala (poglavito čelika),

obveznici su ETS sustava. U ETS sustavu pretpostavlja se veliki porast cijena emisijskih jedinica stakleničkih plinova do 92 EUR/t CO₂ u 2050. godini te s tim u vezi poticaj operaterima za snažno povećanje energetske učinkovitosti i korištenja obnovljivih izvora energije.

U scenariju klimatske neutralnosti postiže se smanjenje emisije za 68 % u 2030. godini, u odnosu na 1990. godinu, a u 2050. godini za 87,7 %, u odnosu na razinu emisije u 1990. godini.

Kako bi se postiglo željeno smanjenje emisije, pretpostavljena je postupna primjena CCS tehnologije u većim industrijskim postrojenjima u mineralnoj, kemijskoj i metalnoj industriji, što će biti posebno važno od 2040. godine nadalje.

Očekivani doprinos CCS tehnologije u smanjenju emisije CO₂ iz industrijskih procesa (bez izgaranja goriva) u 2040. godini iznosi 637 kt CO₂e, dok u 2050. godini iznosi 1.095 kt CO₂e.

4.2.2. Poljoprivreda

Poljoprivreda danas čini približno 11 % ukupne nacionalne emisije stakleničkih plinova. Primjena mineralnih gnojiva predstavlja glavne izvore emisije N₂O (30% sektorske emisije N₂O i 12 % ukupne sektorske emisije), uz emisije CH₄ koje nastaju zbog uzgoja stoke (58 % ukupne sektorske emisije).

U ovom se sektoru, u odnosu na 1990. godinu, u niskougljičnim NU1 i NU2 scenarijima postiže smanjenje emisije za 44 do 46 % u 2030. godini, odnosno za 50 do 56 % u 2050. godini. Pri tome se očekuje rast udjela emisija iz sektora poljoprivrede u odnosu na ostale sektore.

Korišteni ulazni parametri temelje se na FAO dugoročnim projekcijama kretanja poljoprivredne proizvodnje, usklađene s nacionalnim vrijednostima. Mjere smanjenja su pri tome temeljene na danas dostupnim i poznatim tehnologijama i tehničkim metodama za smanjenje emisije.

Dodatno (izravno i neizravno) smanjenje emisije stakleničkih plinova se može ostvariti uz promjene prehrambenih navika društva, odnosno mjerama kojima bi se poticala manja potrošnja mesnih proizvoda, posebice crvenog mesa. U scenariju NU2 pretpostavljeno je da će 35% stanovništva imati potpuno bezmesnu prehranu. Takve mjere podrazumijevaju i značajne promjene u strukturi poljoprivredne proizvodnje, posebice stočarstva, a smanjenje ostataka hrane treba biti jedna od prioritarnih mjera.

S ciljem postizanja dodatnog smanjenja sektorskih emisija u 2050. godini od približno 67 % u odnosu na 1990. godinu, pretpostavljena je značajno veća dubina implementacije mjera iz niskougljičnih scenarija (udio životinja pod raznim mjerama smanjenja, udio sporo oslobađajućih gnojiva, i sl.), značajnije promjene u prehrambenim navikama stanovništva (udio proteina životinjskog porijekla u prehrani), kao i primjena novih tehnologija (pametne poljoprivrede) i znanstvenih saznanja. Do 2030. godine su stoga u scenariju klimatske neutralnosti potrebna ulaganja u

znanstveno-istraživački i pokusni rad, dodatno obrazovanje poljoprivrednika i potrošača, strukturu proizvodnje, prehrambenu industriju kroz novu opremu, znanja i sustave s ciljem postizanja značajnog smanjenja emisija primjene u razdoblju do 2050. godine.

4.2.3. Otpad

Sektor otpad sudjeluje u ukupnoj emisiji stakleničkih plinova Republike Hrvatske s 8,6 % u 2018. godini, od čega 99,6 % potječe iz ključnih izvora emisije: odlaganja krutog otpada i upravljanja otpadnim vodama. Od toga se 86,9 % emisije odnosi na odlaganje krutog otpada.

U niskougličnim scenarijima postiže se povećanje emisije za 35,0% u 2030. godini, u odnosu na 1990. godinu. Smanjenje emisije očekuje se u 2040. godini kada će iznositi 7,6 %, a u 2050. godini smanjenje će iznositi 29,4 %, u odnosu na razinu emisije u 1990. godini.

U izradu scenarija uključen je postojeći pravni okvir Republike Hrvatske i usvojeni pravni okvir EU iz sektora otpad, uz ostvarivanje propisanih ciljeva gospodarenja otpadom radi poticanja prelaska na kružno gospodarstvo u kojem se što dulje zadržava vrijednost proizvoda, materijala i resursa, a stvaranje otpada svodi na najmanju moguću mjeru.

U svrhu doprinosa kružnom gospodarstvu Europske unije, Republika Hrvatska treba ostvariti ciljeve propisane Direktivom (EU) 2018/850⁶ i Direktivom (EU) 2018/851⁷. Republika Hrvatska je dobila mogućnost odgode od pet godina za ispunjavanje pravno obvezujućih ciljeva za recikliranje otpada i smanjenje odlaganja otpada jer je među državama članicama koje su 2013. godine reciklirale manje od 20 % komunalnog otpada ili odlagale više od 60 % na odlagalištima.

Ciljevi do 2030. godine:

- najmanje 50% mase komunalnog otpada mora se oporabiti recikliranjem i pripremom za ponovnu uporabu do 2025. godine;
- najmanje 55% mase komunalnog otpada mora se oporabiti recikliranjem i pripremom za ponovnu uporabu do 2030. godine;

Ciljevi do 2050. godine:

- najmanje 60 % mase komunalnog otpada mora se oporabiti recikliranjem i pripremom za ponovnu uporabu do 2035. godine;
- masa odloženog komunalnog otpada mora se smanjiti na 10 % ukupne mase proizvedenog komunalnog otpada ili manje do 2040. godine, pod uvjetom da se poduzmu potrebne mjere kako bi se do 2025. godine masa odloženog

⁶ Direktiva (EU) 2018/850 Europskog parlamenta i Vijeća od 30. svibnja 2018. o izmjeni Direktive 1999/31/EZ o odlagalištima otpada

⁷ Direktiva (EU) 2018/851 Europskog parlamenta i Vijeća od 30. svibnja 2018. o izmjeni Direktive 2008/98/EZ o otpadu

komunalnog otpada smanjila na 25 % ukupne mase proizvedenog komunalnog otpada ili manje;

- za razdoblje nakon 2040. godine korištene su pretpostavke za primjenu mjera temeljene na stručnoj procjeni, sukladno pretpostavkama definiranim u usvojenim planskim dokumentima.

U scenariju klimatske neutralnosti postiže se povećanje emisije za 14,8 % u 2030. godini, u odnosu na 1990. godinu. Smanjenje emisije očekuje se u 2040. godini kada će iznositi 35,3 %, a u 2050. godini smanjenje će iznositi 61,2 %, u odnosu na razinu emisije u 1990. godini.

U izradu scenarija za klimatsku neutralnost uključene su pretpostavke i ciljevi uključeni u niskougljične scenarije, uz dodatno postupno povećanje ciljeva za primjenu mjera kružnog gospodarstva za smanjenje nastajanja otpada, povećanje recikliranja i uporabe otpada. Scenarij je dimenzioniran kako bi se postiglo smanjenje emisija s očekivanim ciljem u odnosu na niskougljične scenarije:

- 2030. godina - smanjenje emisije 15 %
- 2040. godina - smanjenje emisije 30 %
- 2050. godina - smanjenje emisije 45 %.

Mjerama kružnog gospodarstva za smanjenje nastajanja otpada, povećanje recikliranja i uporabe otpada ostvaruje se dodatno smanjenje emisije CO₂e iz sektora otpad u odnosu na niskougljične scenarije:

- 2030. godina - 213 kt CO₂e
- 2040. godina - 292 kt CO₂e
- 2050. godina - 334 kt CO₂e.

4.2.4. LULUCF

Scenarij klimatske neutralnosti LULUCF sektora predstavlja revidirani i osnaženi niskougljični scenarij. Država trenutno ne raspolaže sasvim dostatnim kapacitetima za modeliranje budućeg trenda emisija i uklanjanja za kategorije i spremnike ugljika LULUCF sektora, kao niti za razradu različitih scenarija. Bitan napredak u tom pogledu je osiguranje potrebnih podloga što će se dijelom ostvariti realizacijom projekta LIFE CROLIS (Informacijski sustav korištenja zemljišta RH) i realizacijom istraživačkih projekata za dobivanje detaljnijih podataka o svim ugljikovim spremnicima. Naime, najviše su raspoloživi podaci za područje šumarstva, za nadzemnu i podzemnu fitotvar, a nedostatak podataka je vezan za poljoprivredu, te sadržaj ugljika u mrtvoj fitotvari i tlu.

Rezultati scenarija od 2020. do 2030. godine

Sve države članice Europske unije do 2019. godine bile su obavezne izraditi Nacionalni računski plan za šumarstvo (*National forestry accounting plan*, NFAP). Sastavni dio NFAP-a čini i tzv. referentna razina za šume (*Forest Reference Level*, FRL) za razdoblje od 2021. do 2025. godine. Prilikom određivanja referentne vrijednosti za šume uvažava se činjenica da je RH bila pod vojnom okupacijom te da je rat imao negativan utjecaj na gospodarenje šumama u Republici Hrvatskoj. Za prvo

razdoblje propisano Uredbom od 2021. do 2025. godine, vrijednost FRL za RH iznosi -4.368 kt CO₂e⁸ u što su uključena uklanjanja i iz kategorije spremnika drveni proizvodi (drvne ploče, piljenice i papir). Vrijednost referentne razine za šume bez doprinosa drvnih proizvoda je 3.906 kt CO₂e.

Projekcijama za kategoriju šume kojima se gospodari obuhvaćene su prakse gospodarenja i intenziteti sječa identični onima korištenim za definiranje Referentne vrijednosti za šume (FRL). Zbog toga su projekcije u skladu s FRL-om, a u obzir je uzeta činjenica da će se povećavati udio strogo zaštićenih šuma. U strogo zaštićenim šumama može se očekivati veća pohrana ugljika u fitotvari šuma zbog izostanka uzgojnih radova sječe, što još istraživanjima treba potvrditi. To za posljedicu ima veća uklanjanja ugljikova dioksida. Primjenom propisanih mjera kaskadne upotrebe drva doći će do blagog rasta uklanjanja u spremniku drvnih proizvoda. Primjenom poljoprivrednih praksi povoljnih za okoliš i klimu neće doći do povećanja emisija iz kategorije zemljišta usjeva/nasada. Ne dolazi niti do promjena emisija u kategorijama travnjaka i močvarnog zemljišta. Emisije se povećavaju za kategoriju naseljenih područja.

Rezultati scenarija od 2030. do 2050. godine

Projekcije emisija i uklanjanja stakleničkih plinova nastavljaju svoj konzervativan trend do 2050. Najznačajnija kategorija i dalje su šume, travnjaci i drveni proizvodi koji predstavljaju spremnike ugljika u kojima se bilježe uklanjanja. U preostalim kategorijama dolazi do emisija. Propisane mjere osigurat će realizaciju cilja da LULUCF sektor ne bude izvor emisija.

Rezultat projekcija emisija temelji se na konzervativnim procjenama podataka o aktivnosti i emisijskih faktora. Ukupna uklanjanja na razini sektora u 2050. godini su -3.408 kt CO₂e. Najveći doprinos uklanjanjima je iz kategorije šumsko zemljište. Iz kategorija travnjaka i drvnih proizvoda, promatrano na nacionalnoj razini, nema emisija.

⁸ Nacionalni računski plan za šumarstvo Republike Hrvatske za razdoblje od 2021. do 2025. Ministarstvo energetike i zaštite okoliša, Ministarstvo poljoprivrede. Zagreb, prosinac 2019. 1-93 pp.

5. EMISIJE STAKLENIČKIH PLINOVA

Razmatrani scenarij klimatske neutralnosti dimenzioniran je kako bi se postiglo smanjenje emisija u skladu s očekivanim ciljem za 2030. te neto nulte emisije do 2050. godine. Postizanje cilja neto neutralne emisije moguće je tako da se emisije energetske sektora svedu na minimalnu mjeru. Na emisiju energetske sektora dodane su emisije iz sektora industrijski procesi i upotreba proizvoda, poljoprivreda i otpad, a potom su emisije anulirane uklanjanjima u LULUCF sektoru te primjenom CCS tehnologije u termoelektranama, kogeneracijama, rafinerijama i industrijskim postrojenjima, postupno od 2030. do 2050. godine.

Povijesne emisije i ukupne projekcije emisija stakleničkih plinova prema scenariju klimatske neutralnosti prikazane su u tablici 5-1.

Tablica 5-1: Povijesne emisije i projekcije emisija stakleničkih plinova, kt CO₂e

	1990.	2018.	2030.	2040.	2050.
Energetika	21.731,3	16.443,0	12.231,3	6.995,3	966,0
Industrijski procesi i upotreba proizvoda	4.669,7	2590,9	1.496,4	1.247,3	573,9
Poljoprivreda	4.423,5	2720,3	2.405,0	1.919,0	1.460,4
Otpad	1.051,4	2038,6	1.207,0	680,0	408,0
LULUCF	-6.421,5	-5094,2	-2.998,1	-3.526,3	-3.408,2
Ukupna emisija – NUN scenarij	25.454,4	18.698,6	14.341,6	7.315,3	0,0

Analiziranim scenarijem klimatske neutralnosti postiglo bi se smanjenje emisije od 43,7 % do 2030. i 100 % do 2050. godine u odnosu na 1990. godinu.

Povijesne emisije i ukupne projekcije emisija stakleničkih plinova u energetske sektoru prikazane su u tablici 5-2.

Tablica 5-2: Povijesne emisije i projekcije emisija stakleničkih plinova u energetske sektoru, kt CO₂e

	1990.	2018.	2030.	2040.	2050.
Energetske transformacije	7.071,5	3.937,9	1.775,9	651,3	294,7
Industrija i graditeljstvo	5.529,0	2.421,3	2.059,7	1.127,4	158,1
Promet	3.882,8	6.428,2	5.712,1	3.750,9	251,1
Opća potrošnja	4.217,9	3.205,4	2.559,1	1.361,0	218,4
Fugitivne emisije	1.030,0	450,3	124,5	104,7	43,7
Ukupna emisija – energetske sektor	21.731,3	16.443,0	12.231,3	6.995,3	966,0

Po ovom scenariju u 2030. godini dominantan izvor emisije bi bio promet (46,7 %), zatim opća potrošnja (20,9 %), industrija i graditeljstvo (16,8 %), energetske transformacije (14,5 %) te fugitivni izvori emisije (1,1 %), dok bi u 2050. godini najveći udio imala postrojenja za proizvodnju i transformaciju energije (30,5 %), zatim promet (26,0 %), opća potrošnja (22,6 %), industrija i graditeljstvo (16,4 %) te fugitivni izvori emisije (4,5 %).

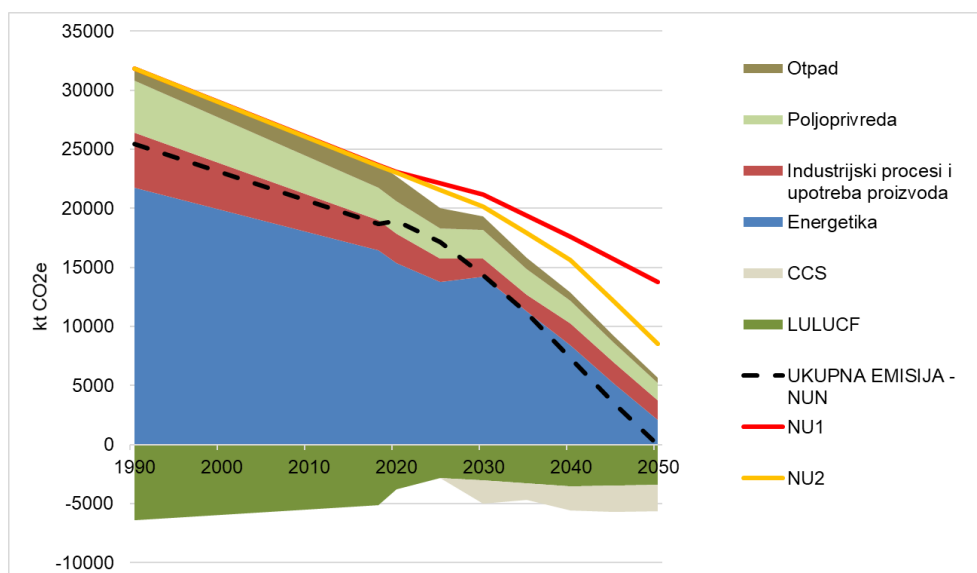
Ukupno smanjenje emisija stakleničkih plinova energetske i ne-energetske sektora scenarija klimatske neutralnosti prikazano je u tablici 5-3. Usporedba je napravljena u odnosu na 1990. godinu.

Tablica 5-3: Smanjenje emisija po sektorima u scenariju klimatske neutralnosti

Emisije u odnosu na emisije u 1990. godini (%)	2030.	2040.	2050.
Energetika	- 43,7	- 67,8	- 95,6
Industrijski procesi i upotreba proizvoda	- 68,0	- 73,3	- 87,7
Poljoprivreda	- 45,6	- 56,6	- 67,0
Otpad	14,8	- 35,3	- 61,2

Do 2050. godine očekuje se smanjenje emisija u energetske sektoru u iznosu od 95,6 %, u sektoru industrijskih procesa i upotrebe proizvoda 87,7 %, u poljoprivredi 67 % te u sektoru otpad 61,2 %, u odnosu na 1990. godinu.

Projekcije emisija stakleničkih plinova prema scenariju klimatske neutralnosti te usporedba s niskougličnim scenarijima NU1 i NU2 prikazana je na slici 5-1.



Slika 5-1: Ukupno smanjenje emisija prema scenariju klimatske neutralnosti

Ukupno smanjenje emisija stakleničkih plinova energetske i ne-energetske sektora scenarija klimatske neutralnosti, uključujući uklanjanja prikazano je u tablici 5-4.

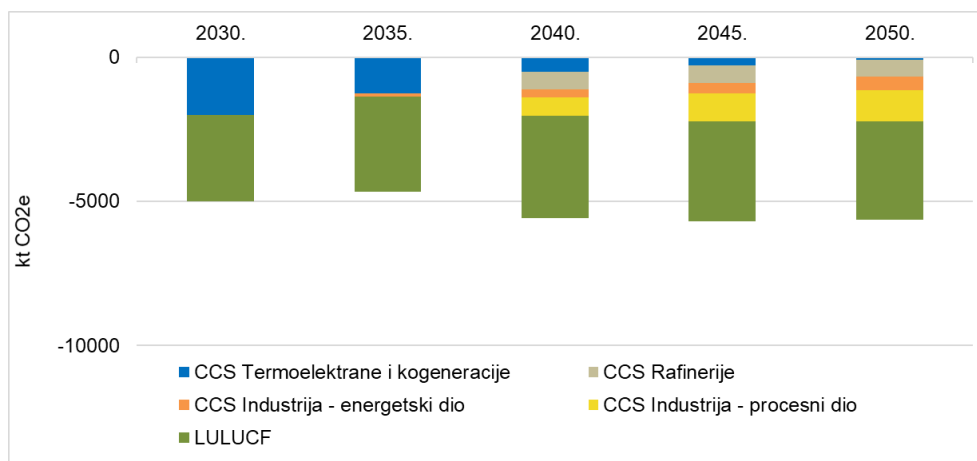
Tablica 5-4: Smanjenje emisija u scenariju klimatske neutralnosti, uključujući uklanjanja

Ukupna emisija, kt CO ₂ e	1990.	2030.	2040.	2050.
NUN scenarij – uključujući uklanjanja	25.454,4	14.341,6	7.315,3	0,0
NUN scenarij – bez uklanjanja	31.875,9	17.339,7	10.841,6	3.408,2
Smanjenje emisije, %	1990.	2030.	2040.	2050.
NUN scenarij – uključujući uklanjanja	-	- 43,7	- 71,3	- 100
NUN scenarij – bez uklanjanja	-	- 45,6	- 66,0	- 89,3

Emisija scenarija klimatske neutralnosti, neto nulta emisija uključuje uklanjanja, te se na taj način postiže smanjenje emisije od 100 % u 2050. godini, u odnosu na 1990. godinu.

U odnosu na 1990. godinu, u 2030. godini očekuje se smanjenje emisije za 43,7 % ako se promatra neto nulta emisija, odnosno 45,6 % ako se promatra emisija bez uklanjanja. Razlog većem smanjenju emisija bez uklanjanja je taj što su predviđena uklanjanja u LULUCF sektoru u 2030. godini 2.998,1 kt CO₂e, što je za 53,3 % manje od uklanjanja u 1990. godini.

Uklanjanja stakleničkih plinova (prirodni i tehnološki) prikazani su na slici 5-2.



Slika 5-2: Uklanjanja stakleničkih plinova (prirodni i tehnološki)

Doprinos CCS tehnologije smanjenju emisije CO₂ će u 2030. godini iznositi 2,01 milijuna tona CO₂e, što iznosi gotovo 10 % od emisije ostvarene 1990. godine. U 2040. godini taj doprinos će iznositi 2,04 milijuna tona CO₂e te u 2050. godini 2,23 milijuna tona.

Uklanjanja ponorima u LULUCF sektoru će u 2030. godini iznositi 2.998,1 kt CO₂e, što iznosi 53,3 % manje od uklanjanja u 1990. godini. U 2040. godini ponori će iznositi 3.526,3 kt CO₂e te u 2050. godini 3.408,2 kt CO₂e.

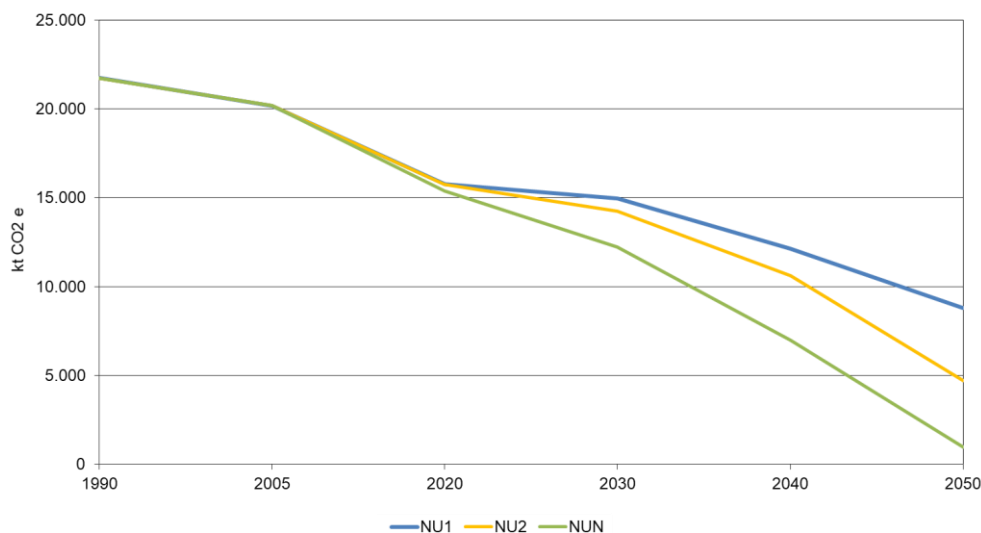
Ukupno smanjenje emisije scenarija klimatske neutralnosti, s obzirom na ETS i sektore izvan ETS-a, prikazano je u tablici 5-5, usporedba je napravljena s 2005. godinom.

Tablica 5-5: Smanjenje emisija u scenariju klimatske neutralnosti, ETS i sektori izvan ETS-a

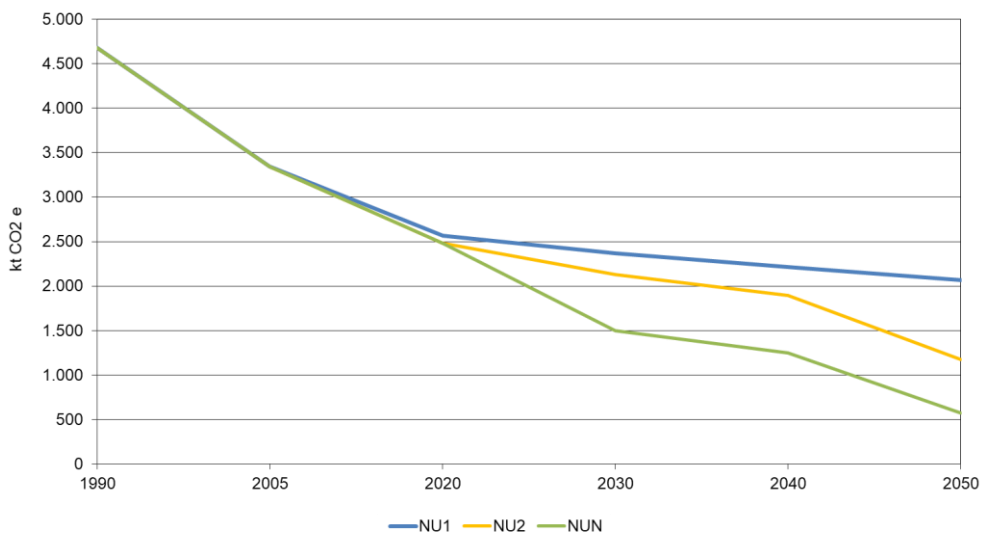
Emisije u odnosu na emisije u 2005. godini (%)	2005.	2030.	2040.	2050.
	kt CO ₂ e	Scenarij klimatske neutralnosti		
ETS	12.612,3	- 59,8	- 80,8	- 95,0
Emisije u odnosu na baznu 2005. godinu (%)	2005.	2030.	2040.	2050.
	kt CO ₂ e	Scenarij klimatske neutralnosti		
Izvan ETS-a	17.400,0	- 28,1	- 49,9	- 84,1

Smanjenje emisija u ETS sektoru bi u 2030. iznosilo 59,8 %, u 2040. godini 80,8 %, a u 2050. godini 95,0 %, u odnosu na emisiju iz 2005. godine. Smanjenje emisija u sektorima izvan ETS-a bi u 2030. iznosilo 28,1 %, u 2040. godini 49,9 %, a u 2050. godini 84,1 %.

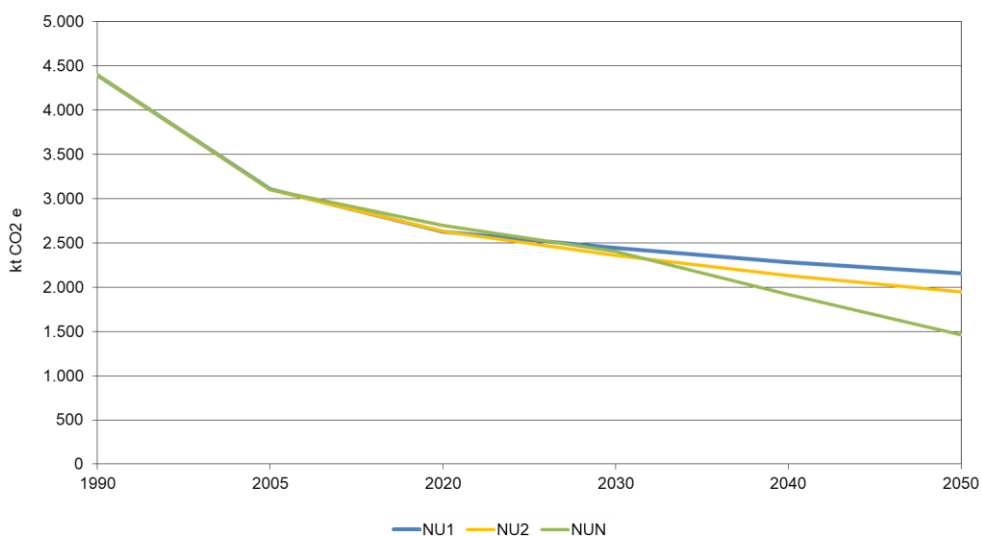
Projekcije emisija i uklanjanja stakleničkih plinova niskougličnih scenarija NU1 i NU2 te scenarija klimatske neutralnosti po sektorima prikazane su na slikama 5-3 do 5-7.



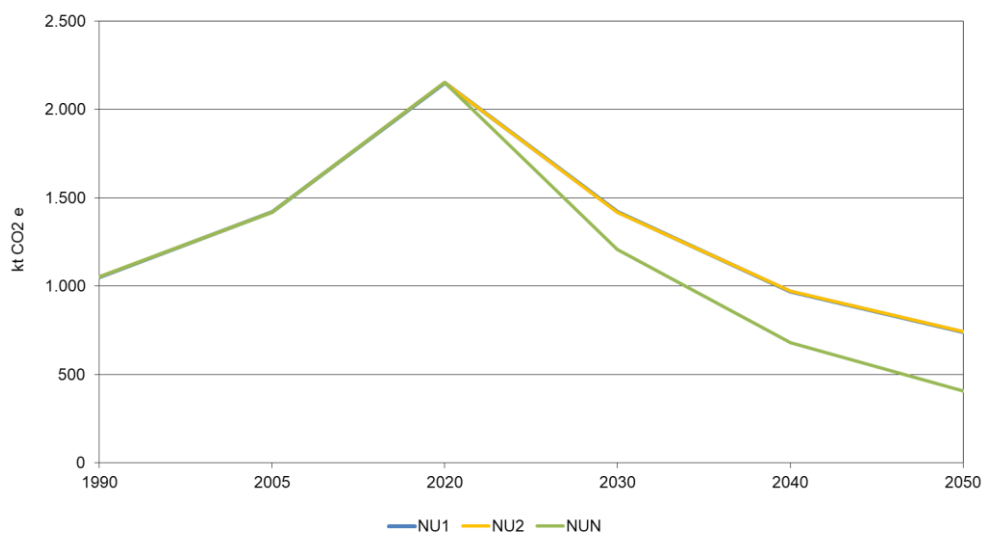
Slika 5-3: Projekcije emisija energetskega sektora



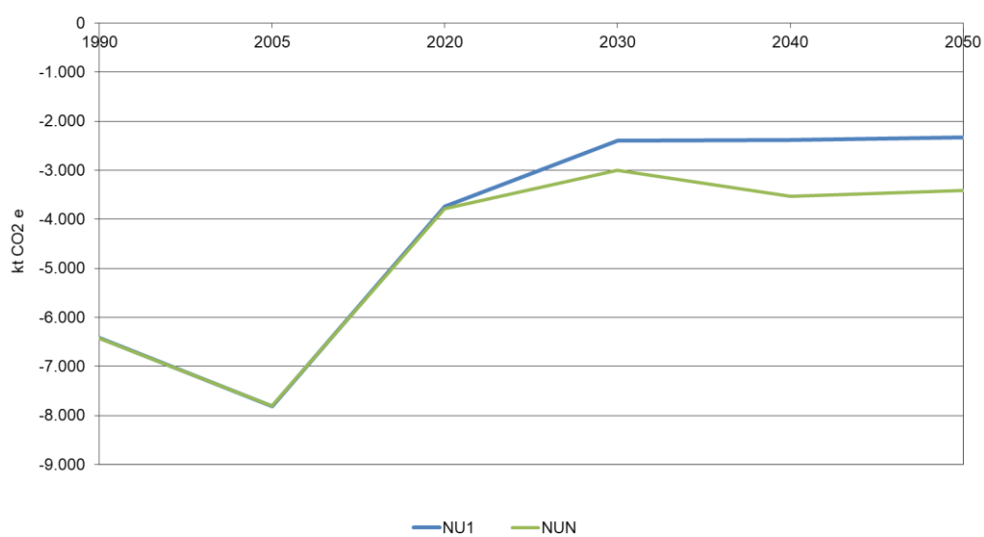
Slika 5-4: Projekcije emisija sektora industrijski procesi i upotreba proizvoda



Slika 5-5: Projekcije emisija sektora poljoprivreda



Slika 5-6: Projekcije emisija sektora otpad



Slika 5-7: Projekcije uklanjanja ponorima u LULUCF sektoru

6. MJERE ZA POSTIZANJE KLIMATSKE NEUTRALNOSTI

6.1. MJERE ZA POSTIZANJE KLIMATSKE NEUTRALNOSTI ENERGETSKOG SEKTORA

Tranzicija energetskega sektora mijenja odnose u cijelom lancu proizvodnje, transporta/prijenosa, distribucije i potrošnje te niti jedan poslovni subjekt, kućanstvo ili građanin neće ostati izvan njezinog obuhvata.

Mjere s ciljem smanjenja emisija stakleničkih plinova, povećanog korištenja obnovljivih izvora energije i unaprjeđenja energetske učinkovitosti provode se već godinama, a možemo ih podijeliti na

- regulatorne mjere – mjere kojima se predviđa donošenje nekog akta značajnog za buduće emisije stakleničkih plinova (bilo neposredno – mjerama kojima se izravno utječe na emisije, bilo posredno – mjerama kojima se neizravno utječe na emisije, primjerice putem energetske učinkovitosti, korištenja obnovljivih izvora energije, regulativom na području prometa, prostornog planiranja itd.)
- financijske mjere – mjere kojima se predviđa sufinanciranje, porezne olakšice ili povoljniji krediti za provedbu projekata koji bez takve potpore ne bi bile isplativi
- tehničke mjere – mjere tehničke pomoći za izradu tehničke dokumentacije projekata
- informacijske i obrazovne mjere – mjere kojima se povećanjem razine znanja i informiranosti utječe na ponašanje korisnika
- istraživačke mjere – mjere kojima se omogućava uvid u stanje i osiguravaju preduvjeti za donošenje ostalih vrsta mjera.

Sve navedene grupe mjera prisutne su u svim razmatranim scenarijima energetske tranzicije (S1, S2 i S_N), a ono što varira je očekivani opseg njihove primjene. U ovom trenutku nije moguće razraditi mjere čija se provedba očekuje do 2050. godine, odnosno nije moguće precizirati koje će administrativne mjere biti nužne, koje će tehničke mjere biti potrebno sufinancirati i u kojem opsegu, o čemu će biti nužno informirati građane i pojedine ciljne skupine te što će biti potrebno dodatno istražiti kako bi se neka mjera mogla uspješno provesti. Važno je primijetiti kako su tehnologije predviđene u sva tri scenarija energetske tranzicije identične, s tim što je u scenariju klimatske neutralnosti predviđeno korištenje tehnologije izdvajanja i geološkog skladištenja CO₂.

U svim scenarijima se očekuju otprilike jednaki administrativni i financijski kapaciteti javnog sektora pa je jasno kako najvažnija razlika između pojedinih scenarija leži u opsegu angažmana privatnog sektora – kako poslovnog sektora, tako i građana. Zato se već sada može procijeniti kako će najvažnija razlika u mjerama koje dovode do manje ili više ambicioznih rezultata biti u uspješnosti provedbe administrativnih mjera (koje moraju čim prije dovesti do jednostavnih i brzih postupaka te omogućiti primjenu novih poslovnih modela) te u informacijskim i obrazovnim mjerama (koje utječu na ponašanje građana, promjenu životnog stila i prihvaćanje niskougljičnih obrazaca ponašanja).

S obzirom na ograničene mogućnosti sufinanciranja provedbe mjera iz javnih sredstava, nužno je ciljeve tranzicije povezati s ekonomskim interesima dionika jer će jedino tako ona biti dugoročno održiva. Zato je važno emisije stakleničkih plinova – prvenstveno CO₂ – učiniti „manje isplativima“ i potaknuti što brže uvođenje tehnologija koje ne emitiraju CO₂, što se može brzo postići uvođenjem naknade na emisije CO₂, pri čemu je važno zaštititi tržište Europske unije od tzv. *carbon leakage*-a.

Zbog dugog životnog vijeka zgrada te s tim povezanim dugoročnim utjecajima investicijskih odluka u zgradarstvu, potrebno je u regulativu za izgradnju zgrada čim prije postaviti ciljeve za nove zgrade bez emisija te utvrditi godine nakon kojih više neće biti moguće uvođenje tehnologija na fosilna goriva.

U nastavku su opisane najvažnije promjene koje se očekuju po pojedinim podsektorima. Važno je istaknuti kako svi podsektori predstavljaju važan gospodarski potencijal, a u pojedinim podsektorima Hrvatska već danas ima relevantne gospodarske mogućnosti. Također, u okviru vremenskog horizonta na koji se odnosi ova analiza moguće je razviti i unaprijediti i druge podsektore. Međutim, u tu je svrhu potrebno utvrditi prioritetne podsektore i na tim poljima sustavno poticati konkurentnost poslovnog sektora, razvoj istraživačke i inovacijske infrastrukture te suradnju znanosti i industrije.

6.1.1. Električna energija

Očekuje se porast udjela električne energije u ukupnoj neposrednoj potrošnji energije i elektrifikacija sektora koji su se tradicionalno zasnivali na fosilnim gorivima: toplinskog i transportnog. Predviđa se kako će se glavina električne energije proizvoditi iz obnovljivih izvora energije, a glavina porasta proizvodnje električne energije zasnivat će se na varijabilnim obnovljivim izvorima: suncu i vjetru. Zbog tržišne isplativosti njihovo se korištenje neće financijski poticati, već će poticaji biti u formi pojednostavljenja administrativnih procedura potrebnih za njihovu izgradnju, ulaganja u razvoj električne mreže, pohranu energije te povezivanje energetske sustava (električni, toplinski, plinski, prometni). Također, potrebno je osigurati aktivnu ulogu kupaca energije, njihovo agregiranje i uključivanje u energetske zajednice te nesmetano sudjelovanje na energetske tržištima.

Tehnologije koje će doprinosti razvoju drugih sektora, a to su prvenstveno biomasa i geotermalna energija (značajne za sektor poljoprivrede i sektor gospodarenja otpadom), bit će potrebno poticati u okviru poljoprivredne politike i politike gospodarenja otpadom, sukladno njihovom značaju za te sektore.

Ako se zbog očuvanja energetske sigurnosti utvrdi nužnost zadržavanja dijela proizvodnje električne energije iz fosilnih goriva (u slučajevima izuzetno nepovoljnih meteoroloških prilika, nemogućnosti uvoza električne energije i sl.), za ta će postrojenja biti nužno osigurati uklanjanje CO₂ iz dimnih plinova i njegovo korištenje ili trajno zbrinjavanje.

Očekuje se rastuća digitalizacija elektroenergetskog sektora koja će pridonijeti njegovoj većoj fleksibilnosti te omogućiti veću integraciju varijabilnih obnovljivih izvora energije.

Kontinuirano će biti potrebno pratiti razvoj novih niskougljičnih tehnologija i po potrebi potaknuti njihovo uvođenje u hrvatski elektroenergetski sustav.

Kao osnovne izazove vezane za proizvodnju električne energije iz OIE-a možemo izdvojiti sljedeće:

- nedovoljna sposobnost prijenosnog/distribucijskog sustava za prihvata varijabilnih OIE-a
- otpor javnosti prema izgradnji novih postrojenja
- zapreke u okolišnoj regulativi/Natura
- podijeljenost na resore
- prilagodba financijskog sektora i razvoj novih modela financiranja OIE projekata (tržišni način funkcioniranja i same klimatske promjene unose nove elemente rizika koje je potrebno ukloniti)
- razvoj tržišta energije (utjecaj tržišta mora postat vidljiv na ponašanje pojedinaca u pogledu potrošnje)
- promjena načina vođenja mrežnih sustava (elektroenergetskog sustava).

Ograničenja koja se već danas javljaju prilikom planiranja razvoja prijenosne mreže, a realno je očekivati čak i njihovo intenziviranje u dugoročnom razdoblju, su sljedeća:

- Problematika pronalaska novih koridora za nadzemne vodove uzimajući u obzir potrebne prilagodbe planova prostornog uređenja, ekološka ograničenja i rješavanje imovinsko-pravnih odnosa duž trasa dalekovoda, radi čega će HOPS sve više morati koristiti postojeću infrastrukturu i trase, na primjer ugradnjom vodiča veće prijenosne moći na postojećim vodovima ili eventualno kabliranje pojedinih kraćih dionica nadzemnih dalekovoda
- Dugo vremensko razdoblje potrebno za pripremu izgradnje i samu izgradnju nadzemnih dalekovoda, radi čega će HOPS trebati za najvažnije projekte pravovremeno dovršiti sve pripreme aktivnosti kako bi što prije mogao krenuti u izgradnju kada se pokaže realna potreba za pojačanjem mreže
- Osiguravanje potrebne P/f regulacijske rezerve u sustavu koja će se koristiti radi potreba uravnoteženja proizvodnje i potrošnje električne energije u svakom trenutku, odnosno minimiziranja odstupanja prekograničnih razmjena u odnosu na unaprijed planirane razmjene u mjeri koja je propisana pravilima rada u europskoj kontinentalnoj interkonekciji, a za je predviđeno da će se u potpunosti osigurati iz akumulacijskih i reverzibilnih hidroelektrana, plinskih elektrana i baterija priključenih na prijenosni sustav
- Velik broj nesigurnih ulaznih čimbenika, vrlo utjecajnih na planiranje razvoja prijenosne mreže, prvenstveno u izgradnji, lokacijama i instaliranim snagama novih proizvodnih postrojenja te dugoročnim tržišnim prilikama u širem okruženju, koji dovode do potrebe izgradnje robusne i fleksibilne mreže, odnosno do donošenja odluka o financiranju izgradnje novih objekata u mreži i regulatornog odobrenja tih odluka, u trenutku kada još uvijek nije moguće s dovoljnom sigurnošću procijeniti tehno-ekonomsku korist pojedinačnih investicija

- Pravovremeno osiguranje dostatnih financijskih sredstava za provođenje investicijskih planova, posebno u situacijama kada veći broj novih korisnika mreže (pretežito proizvođača) dovodi do potrebe za sistemskim pojačanjem mreže koja se smatraju stvaranjem tehničkih uvjeta u mreži za priključak svih tih korisnika, te u situacijama kada iz različitih razloga postoje određena regulatorna ograničenja u određivanju naknada za prijenos električne energije (regulatorno odobrenje za financiranje investicija iz mrežarine potrebno je pravovremeno dobiti za sve investicije koje pokazuju tehno-ekonomsku opravdanost izgradnje uz nizak stupanj ili učinkovitu kontrolu rizika koji nastaje zbog budućih nesigurnosti).

Ostali tehnički izazovi koji su povezani s visokom integracijom obnovljivih izvora električne energije, baterija i ostalih postrojenja koja koriste za priključak na mrežu pretvarače i ostale uređaje energetske elektronike, a koji će se rješavati na europskoj razini, su slijedeći:

- smanjenje inercije sustava radi izlaska iz pogona većih proizvodnih sinkronih generatora te s tim povezane očekivane veće fluktuacije frekvencije i veće brzine promjene frekvencije;
- problem koordinacije i podešenja zaštita pri visokoj integraciji OIE s niskim doprinosom strujama kratkih spojeva;
- problem kvalitete električne energije imajući u vidu priključak na prijenosnu i distribucijsku mrežu velikog broja postrojenja preko pretvarača (VE, SE, baterije, HVDC i dr.) koji potenciraju problem održavanja propisane kvalitete napona.

Potrebno je naglasiti da će u budućnosti priključak svih novih korisnika mreže, kao i HVDC postrojenja, morati biti izveden u skladu s odgovarajućom EU regulativom, a svi novi i postojeći korisnici mreže, koji će revitalizirati svoja postrojenja, morat će zadovoljiti jedinstvene europske zahtjeve u pogledu karakteristika i tehničkih mogućnosti njihovih postrojenja, priključenih na prijenosnu ili distribucijsku mrežu.

Osim financijskih sredstava potrebnih za pokrivanje troškova izgradnje prijenosne mreže dugoročno će biti potrebno osigurati i financijska sredstva za uravnoteženje sustava (nabavu dijela pomoćnih usluga sustava). Osim navedenih troškova uravnoteženja mogu se očekivati i povećani troškovi otklanjanja zagušenja u mreži kroz redispečing proizvodnih postrojenja i ostale raspoložive mjere.

Budući da je razvoj prijenosne mreže u razmatranom scenariju prvenstveno određen potpunom promjenom proizvodnog miksa, a u najvećem dijelu će se financirati kroz naknadu za prijenos električne energije koju prema postojećem zakonodavnom okviru plaćaju samo korisnici mreže, bit će potrebno razmotriti nove mogućnosti njenog financiranja eventualno uvođenjem i proizvodne komponente u naknadu za prijenos.

U području distribucije električne energije možemo izdvojiti slijedeće izazove:

- ubrzati uvođenje novih tehnologija,
- unaprijediti koordinaciju između operatora distribucijske i prijenosne mreže,
- razviti tržište pomoćnih usluga,
- potrebno je potaknuti krajnje kupce za preuzimanje aktivne uloge u EES-u.

6.1.2. Daljinsko grijanje i hlađenje

Dekarbonizacija sektora daljinskog grijanja i hlađenja može se odvijati na različite načine i treba biti kombinacija primijenjenih mjera u zgradama, distribucijskim mrežama i energetskim izvorima, omogućujući sinergije kroz lanac vrijednosti. Fokusirajući se jedino na energetski sustav u cjelini bit će moguće povećati energetsku učinkovitost i korištenje obnovljivih izvora energije u sektoru daljinskog grijanja i hlađenja, što će osigurati i veću sigurnost opskrbe energijom. Najveći izazov je upravo u dugoročnom postizanju višestrukih učinaka (obnovi zgrada, poboljšanju energetske učinkovitosti svih dijelova sustava, digitalizaciji i sl.), međusektorskoj suradnji i zajedničkom nastojanju minimiziranja učinka na okoliš.

Postojeći sustavi daljinskog grijanja u velikoj su potrebi za rekonstrukcijom i obnovom odnosno prilagodbom novim izazovima, a značajne mjere odnose se na osiguranje zakonodavne, financijske i institucionalne potpore njihovom opstanku:

- rekonstrukcija i obnova toplinskih mreža te sustava za upravljanje i vođenje
- veće uključivanje OIE, visokoučinkovitih kogeneracija, velikih toplinskih pumpi u proizvodnju toplinske energije
- unaprjeđenje postojećih toplinskih sustava druge generacije na sustave treće i četvrte generacije
- provođenje institucionalnih mjera nužnih za povećanje učinkovitosti sustava, povećanje poticajnog poslovnog okruženja i konkurentnosti postojećih sustava kao i daljnje otvaranje tržišta
- planiranje (moguće zoniranje) razvoja toplinskih sustava u gradovima te bolja suradnja svih sudionika od jedinica lokalne samouprave do prostornog planiranja
- osiguravanje financijskih sredstava za prilagodbu novim uvjetima na tržištu.

6.1.3. Zgradarstvo

Dugoročno je potrebno osigurati potpunu ugljičnu neutralnost fonda zgrada. To znači da zgrade moraju biti energetske neutralne (s minimalnim energetskim potrebama i vlastitom proizvodnjom energije), a četvrti i gradovi energetske pozitivni (s proizvodnjom energije ukupno većom od vlastitih potreba). Ugljičnu neutralnost potrebno je ostvariti u čitavom životnom ciklusu zgrade te izbjeći emisije stakleničkih plinova prilikom proizvodnje građevinskog materijala, izgradnje zgrade i njezinog uklanjanja.

Predlaže se izrada akcijskog plana koji zadaje broj energetski neutralnih odnosno pozitivnih gradskih četvrti, naselja ili čitavih gradova do 2030., 2040. i 2050. godine. Politiku unaprjeđenja energetskih karakteristika fonda zgrada potrebno je uskladiti sa strategijama demografskog razvoja, prostornog razvoja te razvoja poduzetništva i industrijske proizvodnje, odnosno koristiti ju i u svrhu zadržavanja stanovništva u područjima iz kojih se ono iseljava te općenito u ruralnim područjima.

Održavanje visoke stope gradnje uz prihvatljive troškove kritično je za sektor zgradarstva, a može se postići pažljivim moduliranjem potražnje za energetskom

obnovom kroz sustav poticaja i subvencija te izbjegavanjem skokovitih promjena u potražnji za zgradama.

Kao osnovne izazove u ostvarenju ciljeva scenarija klimatske neutralnosti u sektoru zgradarstva, možemo izdvojiti sljedeće:

- nedostatna razina svijesti o energetskej učinkovitosti/potrebi smanjenja emisija
- nesređeni suvlasnički odnosi na zgradama (posebno višestambenim) i nezadovoljavajući odnos prema zajedničkim dijelovima zgrada
- nedostatni financijski instrumenti
- nedostatna međusektorska suradnja
- nestabilan regulatorni okvir
- nedostatak radne snage.

6.1.4. Promet

Iako je emisije potrebno smanjiti u svim sektorima, u sektoru prometa potrebni su dodatni naponi u odnosu na prijašnje projekcije (referentni scenarij i scenarij ubrzane energetske tranzicije) nego u ostalim sektorima.

Prema sadašnjim saznanjima, u budućnosti se očekuje dominacija električnih vozila u cestovnom prometu osobnim vozilima, dok se u teretnom cestovnom prometu očekuje kombinacija korištenja tehnologije zasnovane na vodiku i gorivnim ćelijama, električnih vozila, biogoriva i sintetičkih goriva. Očekuje se porast udjela željezničkog prometa i njegova potpuna elektrifikacija te porast udjela brodskog prometa (riječnog i pomorskog). Korištenje vodika u željezničkom i brodskom prometu nije kvantificirano u okviru ove studije. S obzirom da postoji potencijal za primjenu vodika i u tim vrstama prometa, detaljne analize i u tom segmentu će svakako biti potrebne. U pogledu pogonskih energenata očekuje se kombinacija korištenja električne energije, biogoriva, vodika te sintetičkih goriva.

U sektoru prometa možemo izdvojiti sljedeće izazove:

- Optimiziranje prometnog sustava i povećanje učinkovitosti
- Povećanje upotrebe alternativne energije s niskom razinom emisije
- Poticanje potražnje za vozilima bez emisija
- Poticanje istraživanja i inovacija
- Aktivno sudjelovanje lokalne zajednice.

Načine prometovanja bit će potrebno usmjeriti prema niskougljičnom javnom prijevozu i boljem korištenju (okupiranosti) pojedinačnih cestovnih vozila te više poticati korištenje bicikla i pješaćenje.

Potrebno je usvojiti regulatornu mjeru zabrane uvoza, kupovine i korištenja vozila na fosilna goriva, definirati grupe obveznika te razraditi rokove za pojedine grupe obveznika.

Treba donijeti financijske i fiskalne mjere koje potiču daljnje smanjenje emisija stakleničkih plinova iz prometa. Financijskim je mjerama potrebno poticati izgradnju

potrebne infrastrukture (intermodalna prometna čvorišta, punionice, korištenje obnovljivih izvora energije uz punionice itd.).

Prometni sektor s niskom razinom emisije ključna je sastavnica preobrazbe u gospodarstvo bez neto emisija stakleničkih plinova. Republika Hrvatska bi svojim inicijativama trebala stvoriti povoljne uvjete i osigurati snažan poticaj za mobilnost koja se temelji na alternativnim izvorima energije, omogućuje učinkovit prometni sustav, otvara mogućnost za inovacije i stvaranje novih radnih mjesta te omogućuje smanjenje ovisnosti o naftnim derivatima. Funkcioniranje prometnog sustava bitno će se promijeniti prvenstveno zahvaljujući novim tehnologijama, poslovnim modelima i obrascima kretanja. Sustav se može uspješno preobraziti isključivo uz pomoć održivih mjera koje provode svi sudionici.

Optimiziranje prometnog sustava i povećanje učinkovitosti

U prometnom je sektoru potrebno poticati razvoj i uvođenje usklađenih inteligentnih sustava. Uz primjenu digitalnih tehnologija promet će postati učinkovitiji, sigurniji i inkluzivniji. Integracijom novih tehnologija u postojeći sustav omogućit će se neprekidna mobilnost od vrata do vrata, učinkovita logistika i usluge s dodanom vrijednošću.

Potrebno je uspostaviti pravedne i učinkovite cijene prijevoza koje će u potpunosti odražavati načelo „onečišćivač plaća“. U tom pogledu očekuje se revizija postojećeg sustava oporezivanja motornih goriva.

Potrebno je snažno potaknuti multimodalni prijevoz, čime će se značajno povećati učinkovitost prometnog sustava. Prioritetno je uspostaviti određene mjere potrebne za bolje upravljanje i povećanje kapaciteta željezničkog i vodnog prijevoza.

Povećanje upotrebe alternativne energije s niskom razinom emisije

Kako bi se postigla masovna prihvaćenost i uvođenje vozila s pogonom na alternativne izvore energije, infrastruktura za punjenje i održavanje mora postati lako i široko dostupna. Za velik dio alternativnih goriva/izvora energija potrebna je posebna infrastruktura koja nije dovoljno rasprostranjena u okviru trenutnog sustava opskrbe. Pri tome je potrebno voditi računa da se alternativna infrastruktura u što većoj mjeri poveže sa već postojećim benzinskim postajama, posebice kada je riječ o glavnim cestovnim koridorima kroz Republiku Hrvatsku. Republika Hrvatska trebala bi revidirati postojeće političke okvire i postaviti jasne smjernice i mjere za postizanje ciljeva u pogledu uspostave odgovarajućih mjesta za punjenje.

Potrebno je revidirati sustav postojećeg zakonodavstva koji se odnosi na obveze dobavljača goriva za osiguranjem određenog udjela alternativne energije, poput naprednih i sintetičkih biogoriva, kako bi se osigurao snažan poticaj za inovacije u području energenata potrebnih za dugoročnu dekarbonizaciju.

Potrebno je osigurati interoperabilnost i normizaciju u području elektromobilnosti te omogućiti pružanje informacija o punjenju u stvarnom vremenu. Predmetne aktivnosti

ključne su za potpunu integraciju elektromobilnosti u elektroenergetski sustav i uspostavu dvosmjerne komunikacije između vozila i operatora distribucijskog sustava.

Poticanje potražnje za vozilima bez emisija

Vozila s niskom razinom emisije i bez emisija moraju biti dostupna na tržištu i zauzimati znatni udio već do 2030. godine. Kako bi se to ostvarilo bit će potrebni poticaji na strani ponude i na strani potražnje u obliku mjera na razini Europske unije i Republike Hrvatske te na lokalnoj i regionalnoj razini.

Potencijal uvođenja tehnologija s niskim emisijama razlikuje se ovisno o kategoriji vozila. Za neke kategorije, poput gradskih autobusa, rano uvođenje takvih tehnologija čini se realnim te bi u tom smislu trebalo razmotriti definiranje konkretnih ciljeva. Javna nabava moćan je instrument za stvaranje tržišta za inovativne proizvode i treba je iskoristiti za potporu prihvatanja takvih vozila.

Poticanje istraživanja i inovacija

Važno je utvrditi jasne prioritete i maksimalno povećati sinergije između prometnih i energetske sustava, među ostalim razvojem rješenja za pohranjivanje energije.

Istraživačke aktivnosti trebale bi se usredotočiti na napredna biogoriva i sintetička goriva, koja su relevantna za dekarbonizaciju postojećeg cestovnog voznog parka i za sektore koji bi barem djelomično mogli ostati ovisni o tekućim gorivima, poput zračnog prometa.

Potrebno je stvoriti regulatorne okvire za poticanje razvoja i tržišnog prihvatanja digitalnih tehnologija te postaviti standarde za osiguranje interoperabilnosti, te omogućiti razmjenu podataka istovremeno uzimajući u obzir zaštitu podataka i pitanja kibernetičke sigurnosti.

Aktivno sudjelovanje lokalne zajednice

Postizanje definiranih ciljeva uvelike će ovisiti o gradovima i lokalnim tijelima. Potreban je sveobuhvatni pristup planiranju održive gradske mobilnosti, integriranjem prostornog planiranja i razmatranjem potražnje za mobilnošću, kako bi se u gradovima smanjila zagušenja i onečišćenja.

6.1.5. Sektor nafte i plina

Primarne djelatnosti unutar sektora nafte i plina poput istraživanja ugljikovodika, prerade nafte, transporta i distribucije naftnih derivata i plina, u scenariju dekarbonizacije energetskog sektora suočit će se prije svega sa znatnim smanjenjem potražnje za fosilnim energentima. Osim smanjenja potražnje na lokalnom i regionalnim tržištima, zahtijevat će se znatno reduciranje emisije stakleničkih plinova u bilo kojem dijelu proizvodnje i korištenja energenata.

Nije moguć trenutni prelazak na niskougljično gospodarstvo već je to proces u kojem će sektori nafte i plina imati važnu ulogu. Prije svega, to se odnosi na početno razdoblje tranzicije u kojem će postojati potreba za fosilnim energentima. U takvim uvjetima bit će potrebno osigurati neophodnu opskrbu fosilnim energentima, ali istodobno stvoriti preduvjete da kompanije u naftnom i plinskom sektoru prošire svoje djelatnosti u skladu sa zahtjevima niskougljičnog gospodarstva.

Povećanjem korištenja obnovljivih izvora energije postojeća plinska infrastruktura će se koristiti, a po potrebi i nadograditi za transport i skladištenje biometana, vodika ili plina dobivenog iz električne energije.

Kod iskorištavanja postojeće plinske infrastrukture za utiskivanje vodika i miješanje s plinom, postoje ograničenja s obzirom na udio vodika u plinskoj mreži. Utiskivanje vodika u plinsku mrežu trenutno je ograničeno uslijed regulatornih zapreka vezanih za kemijski sastav plina, no istraživanja pokazuju da se miješanje vodika u koncentracijama do 10 %, pa čak i do 20 % vodika, može bez problema izvršiti bez većih infrastrukturnih poboljšanja. Međutim, kompatibilnost postojećih kućanskih uređaja za kuhanje i grijanje sa sastavom plina koji sadrži 20 % vodika treba detaljnije istražiti.

Osnovni izazovi pred naftnim i plinskim sektorom, koji su vezani za prijelaz iz postojećeg sustava koji je većim dijelom baziran na fosilnoj energiji, u sustav koji se gotovo u potpunosti zasniva na obnovljivim izvorima energije su sljedeći:

- razvoj i primjena novih tehnologija za proizvodnju alternativnih izvora energije poput biogoriva, vodika i sintetičkih goriva
- prilagodba velikim promjenama u strukturi potrošnje energije i proizvođača i potrošača
- prilagodba infrastrukture i trošila na zamjenu alternativnim gorivima poput biogoriva, vodika i sintetičkih goriva
- razvoj, istraživanje i primjena tehnologija za geološko skladištenje CO₂
- dopuna zakonodavnog okvira vezanog za geološko skladištenje CO₂
- osposobljavanje/obrazovanje ljudi za nova zanimanja
- uska suradnja različitih sektora (npr. sektor poljoprivrede i proizvođači biogoriva).

6.1.6. Industrija

Industrijski sektor predstavlja važan izvor emisija stakleničkih plinova i uslijed potrošnje energije iz fosilnih goriva, koja doprinosi emisijama i uslijed industrijskih procesa u kojima, u nekim slučajevima, nužno dolazi do emisija stakleničkih plinova. Ako se pokaže da emisije iz pojedinih industrijskih procesa ne omogućavaju postizanje neto ugljične neutralnosti, odnosno da ukupne emisije premašuju ukupne ponore stakleničkih plinova, takva će industrijska postrojenja trebati opremiti uređajima za uklanjanje CO₂ te osigurati njegovo korištenje ili trajno zbrinjavanje.

Potrebno je osmisliti strategiju industrijskog razvoja koja omogućava rast industrijske proizvodnje, odnosno rast dodane vrijednosti u industriji, a istovremeno i ugljičnu neutralnost. Pritom su ključne analize različitih industrijskih skupina, raznovrsnih

tehnoloških procesa i korištenih energenata. Nužno je pratiti globalni tehnološki razvoj kod naprednih industrija, uzimajući u obzir tehničku i komercijalnu zrelost te primjenjivost rješenja za prijelaz na niskougljičnu proizvodnju. Nadalje, jako je važno osigurati sudjelovanje hrvatske industrije u energetskej tranziciji uz osiguravanje konkurentnosti i izvozne sposobnosti na zahtjevna tržišta. U tu je svrhu potrebno izraditi dugoročnu strategiju pametne specijalizacije koja će osigurati povezivanje poslovnog sektora i istraživačke zajednice te omogućiti njegovo punopravno sudjelovanje na globalnom tržištu. Niskougljična tranzicija Republike Hrvatske mora se zasnivati na značajnom dijelu domaće komponente proizvoda čime će niskougljična tranzicija doprinijeti lokalnom rastu, razvoju i zapošljavanju te pridonositi bruto domaćem proizvodu.

Mjere za postizanje gotovo nultih emisija u industriji mogu se klasificirati na sljedeće kategorije:

- povećanje energetske učinkovitosti
- korištenje alternativnih goriva
- korištenje alternativnih tehnoloških metode u procesima
- izdvajanje i skladištenje CO₂ (CCS).

Prepreke provedbi takvih mjera su sljedeće:

- Povećanje energetske učinkovitosti znači manju potrošnju energenata i posljedično manje emisije. U principu, uspješne industrije provode te mjere same po sebi do razine ekonomske isplativosti odnosno pozitivnog učinka na poslovanje, u daljnjem koraku i radi izbjegavanja nameta na emisije. Daljnja ulaganja, iznad te razine znače investiranje koje nije u potpunosti poslovno opravdano pa je tvrtke potrebno dodatno stimulirati.
- Korištenje alternativnih goriva doprinosi smanjenju emisija, ali zbog više ulazne cijene, teže dobavlivosti i organizacijske složenosti nije lako provedivo.
- Korištenje alternativnih tehnoloških metoda u procesima zahtijeva složenije zahvate u tehnološke procese i znanja koja u principu nedostaju pa tvrtke nisu sklone tome.

6.1.7. Izdvajanje i geološko skladištenje CO₂ (engl. *carbon capture and storage, CCS*)

Tehnologija za izdvajanje i geološkog skladištenje CO₂ (dalje u tekstu: CCS tehnologija) imaće važnu ulogu u postizanju klimatske neutralnosti posebno zato što je komplementarna s postojećim postupcima za smanjivanje ispuštanja stakleničkih plinova, kao što su povećanje udjela obnovljivih izvora i povećanje energetske učinkovitosti u svim sektorima potrošnje. Na razvoj sustava za izdvajanje i geološko skladištenje ugljičnog dioksida danas se gleda kao na prijelazno rješenje koje bi u predstojeća 3 - 4 desetljeća trebalo omogućiti nastavak korištenja fosilnih goriva s određenim udjelom u ukupnoj proizvodnji električne energije i industriji uz istovremeno postupno smanjenje emisije stakleničkih plinova, dok se ne postignu tehnološki i organizacijski uvjeti za prelazak na niskougljično gospodarstvo.

Izazovi implementacije izdvajanja i geološkog skladištenja CO₂ su višestruki:

- Nedovoljno definiran i precizan zakonodavni okvir, dugotrajnost provođenja postupaka izdavanja dozvola.
- Prostorni planovi: lokacije postrojenja za utiskivanje CO₂ u geološke strukture u prostornim planovima još nisu predviđene.
- Potreba za dodatnim istraživanjima radi definiranja točnih lokacija pogodnih za utiskivanje CO₂ u geološke strukture: iako već postoje regionalni podaci o građi podzemlja koji su prikupljeni u proteklih 70 godina, te je moguće procijeniti da postoji i značajni potencijal za izgradnju podzemnih skladišta ugljika u kontinentalnom dijelu Hrvatske i sjevernom dijelu Jadranskog podmorja, za definiranje točnih lokacija najpogodnijih za skladištenje potrebna su dodatna istraživanja.
- Ulaganja u postrojenja za izdvajanje i hvatanje CO₂: velika ulaganja termoenergetskih kompanija i industrija u postrojenja za izdvajanje i hvatanje CO₂, ovo rješenje je neophodno jer će u protivnom uskoro imati neprihvatljivo visoke troškove proizvodnje.
- Nedostatak transportne mreže: za prijevoz izdvojenih količina CO₂ potrebna je izgradnja cjevovoda kojima bi se on transportirao od postrojenja za izdvajanje do mjesta utiskivanja. U Hrvatskoj se polovina emisija iz velikih stacionarnih izvora nalazi u njenom priobalju, a većina pouzdanog kapaciteta za uskladištenje CO₂ predviđa se u kopnenom dijelu.
- Cijena: izdvajanje, prijevoz i utiskivanje CO₂ u podzemlje iziskuje povećanje cijene proizvoda, rada te industrije zbog znatnih novih kapitalnih i operativnih troškova. Također zbog različitih duljina transporta i uvjeta u podzemlju projekcije troškova uskladištenja CO₂ značajno variraju.
- Otpor javnosti: u kopnenom dijelu Hrvatske ljudi su navikli živjeti uz naftno-rudarska postrojenja i radove pa je nužno ne narušiti prihvaćanje podzemnih radova u javnosti, dobro pripremljenim projektima poštujući najviše sigurnosne standarde. Usprkos tome, edukacija javnosti te uska suradnja s lokalnim strukturama vlasti nužne su u provedbi ovakvih projekta.
- Seizmičnost: projekti utiskivanja CO₂ u podzemna skladišta katkad mogu izazvati manje seizmičke događaje kao rezultat aktivacije mikrofraktura ili rasjeda radi povećanja hidrostatskog tlaka u ležištu/skladištu, koji mogu uzbuniti javnost.
- Curenje CO₂ iz podzemnog skladišta: iako je rizik od izlaženja CO₂ iz podzemnog skladišta mali, potrebno je zaštititi atmosferu, vode i okolno stanovništvo pomnom razradom podzemnog skladišta i sustavnim monitoringom.
- Monitoring: osim ekoloških koristi, utiskivanje CO₂ u podzemlje nosi i određene potencijalne rizike vezane uz migraciju utisnutoga CO₂ prema podzemnim vodama i površini, stoga mogućnost izvođenja takvih projekata ovisi o mogućnosti smanjenja spomenutih rizika na prihvatljivu razinu. U tu svrhu provodi se detaljna procjena i analiza rizika, na temelju koje se potom i izrađuje plan praćenja stanja okoliša (monitoring). Dobro osmišljeni i provedeni program i plan monitoringa osiguravaju važne podatke o integritetu podzemnoga skladišta i izvedbi cjelokupnoga skladišnog kompleksa.

6.1.8. Proizvodnja vodika i sintetičkih goriva iz OIE-a

Postizanje ciljeva koji su definirani analiziranim scenarijem obuhvaća široko korištenje vodika i sintetičkih goriva proizvedenih iz obnovljivih izvora energije. Iz današnje perspektive, očigledno je da bi tehnološki napredak u pogledu proizvodnje predmetnih energenata s vremenom mogao dovesti do ekonomski opravdane proizvodnje velikih razmjera. Osnovna prednost sintetičkih goriva je značajna kompatibilnost s infrastrukturom postojećeg energetskeg sustava. Njihova upotreba neće zahtijevati značajne promjene u pogledu skladištenja i transporta te trenutačnih rutina u neposrednoj potrošnji. S druge strane, relativno niska energetska učinkovitost proizvodnog procesa zahtijevat će količinski značajnije izvore električne energije. Osim njihove izvjesne upotrebe u sektoru prometa, goriva proizvedena iz OIE-a posjeduju potencijal i za grijanje, dugoročno skladištenje električne energije te za proizvodnju ulaznih materijala. Ključni izazovi koji predstoje komercijalnom razvoju predmetnih tehnologija su sljedeći:

- Viškovi energije iz OIE-a neće biti dovoljni kako bi se zadovoljile potrebe za energijom proizvodnog procesa

Kako bi procesi proizvodnje sintetičkih goriva iz OIE-a bili ekonomski učinkoviti, potrebno je osigurati visoku razinu godišnjih radnih sati postrojenja. Za održivu proizvodnju nužno je osigurati kontinuiranu opskrbu cjenovno povoljnom električnom energijom, što može biti izazovno s obzirom na intermitentni karakter opskrbe iz OIE-a. Visoki konverzijski gubici osnovni su razlog činjenici da će cijena električne energije definirati varijabilne troškove proizvodnje.

- Potrebne su znatne investicije u proizvodne lance

Trenutna tehnološka faza je na demonstracijskoj razini. Za postizanje komercijalne razine širokih razmjera, potrebna su značajna ulaganja u nove vrijednosne lance koji obuhvaćaju elektrolizatore, hvatanje ugljikovog dioksida te postrojenja za konverziju u sintetička goriva.

U pogledu korištenja vodika, potrebna su i značajna ulaganja i u infrastrukturu za distribuciju, i u uređaje/sredstva za primjenu.

- Promjene zakonodavnog okvira

Donositelji političkih odluka u Republici Hrvatskoj trebali bi definirati odgovarajući zakonodavni okvir kako bi se omogućili održivi poslovni modeli. Shodno tome privatni sektor trebao bi prepoznati investicijski potencijal te ulagati u predmetne tehnologije.

- Poticanje sinergije s postojećim industrijskim postrojenjima koja emitiraju CO₂

Energetski intenzivne industrije poput čeličana, cementara, rafinerija i sl. i u budućnosti će nastaviti emitirati značajne količine CO₂. Industrijski klasteri koji povezuju industrijska postrojenja koja emitiraju značajne količine CO₂ i

tehnološka postrojenja za proizvodnju sintetičkih goriva rezultirali bi istovremeno poboljšanjem ekonomske učinkovitosti postrojenja za proizvodnju sintetičkih goriva i djelomičnom dekarbonizacijom industrijskog sektora.

6.2. MJERE ZA POSTIZANJE KLIMATSKE NEUTRALNOSTI NE-ENERGETSKOG SEKTORA

6.2.1. Industrijski procesi i upotreba proizvoda

Niskougljični scenariji uključuju primjenu troškovno-učinkovitih mjera za smanjenje emisija stakleničkih plinova iz potrošnje energije po industrijskim granama i procesnih emisija u proizvodnji cementa (postupnim smanjenjem udjela klinkera u proizvodnji), te smanjenje emisije kontroliranih tvari i fluoriranih stakleničkih plinova. Niskougljični scenarij snažne tranzicije uključuje primjenu CCS tehnologije u postrojenjima za proizvodnju cementa u godinama nakon 2040. godine te intenzivniju primjenu procesnih mjera za smanjenje emisija u proizvodnji cementa.

U izradi niskougljičnih scenarija za fluorirane stakleničke plinove uključene su pretpostavke o ograničavanju i smanjenju njihove uporabe, sukladno odredbama važeće regulative koje rezultiraju intenzivnijim smanjenjem fluoriranih stakleničkih plinova dostupnih na tržištu nakon 2030. godine. U scenarije su uključene i pretpostavke o kretanju broja vozila, što je povezano s intenzivnijim smanjenjem emisija fluoriranih stakleničkih plinova iz mobilnih sustava za klimatiziranje.

Smjernice za niskougljični razvoj

Do 2030. godine:

- ETS ostaje glavni instrument politike smanjenja emisija industrijskog sektora.
- U svim investicijskim odlukama potrebno je uvažiti očekivanu dinamiku povećanja cijena CO₂.
- U ovom razdoblju industrija koja je obuhvaćena sustavom ETS treba poduzeti konkretne korake u približavanju referentnim vrijednostima najboljih raspoloživih tehnika.
- Sustavi praćenja energetske potrošnje trebali bi imati i izračun ugljičnog otiska.
- Potrebno je napraviti studiju učinka niskougljičnih scenarija na sektor prerađivačke industrije.
- Potrebno je poticati studije inovativnih rješenja i pilot projekata koja vode smanjenju emisije ključnih industrijskih subjekata.
- Osobito poticati rješenja koja doprinose poticanju kružnog gospodarstva.
- Potrebno je ograničavati količine fluorouglikovodika dostupnih na tržištu do 2030. godine, sukladno odredbama nacionalnog i EU zakonodavstva.
- Potrebno je ograničavati mogućnosti naknadne ugradnje klimatizacijske opreme oblikovane da sadrži fluorirane stakleničke plinove s potencijalom globalnog zagrijavanja iznad 150 u motorna vozila te zabraniti punjenje klimatizacijske opreme tim plinovima.

Do 2050. godine:

- Cijene CO₂ u okviru ETS-a će određivati razine smanjenja emisije; pretpostavljeno je da bi snažan rast cijena do 2050. godine mogao dosegnuti iznos veći od 90 EUR/tCO₂, što predstavlja značajni tržišni pokretač tranzicije.
- Cementna industrija treba analizirati izvodljivost CCS tehnologije.
- Poticati daljnje ograničavanje i smanjenje uporabe fluoriranih stakleničkih plinova.

Postizanje klimatske neutralnosti

S obzirom na ograničene mogućnosti sufinanciranja provedbe mjera iz javnih sredstava, ciljeve tranzicije potrebno je povezati s ekonomskim interesima dionika jer će samo tako ona biti dugoročno održiva. Stoga je emisije stakleničkih plinova potrebno učiniti manje isplativima, što će potaknuti razvoj i uvođenje tehnologija koje ne emitiraju CO₂.

Potrebno je napomenuti kako su mjere za smanjenje emisije stakleničkih plinova predviđene u svim scenarijima identične, s tim što je u scenariju klimatske neutralnosti predviđeno intenzivnije korištenje CCS tehnologije. Uz to, očekuje se da će prijelaz na kružno gospodarstvo, kroz smanjenje potrošnje sirovina, također dati značajan doprinos ostvarenju smanjenja stakleničkih plinova, kako unutar industrijskog sektora, tako i unutar ostalih sektora.

Izdvajanje i geološko skladištenje CO₂

CCS tehnologija će, u smislu postizanja ciljeva scenarija klimatske neutralnosti, biti posebno važna u industrijama gdje zamjena materijala ili procesa nije tehnički izvediva ili ekonomski opravdana te kada s postojećim tehnologijama nije moguće zamijeniti fosilna goriva, poput cementne industrije, proizvodnje čelika, kemijske industrije i sl..

Ova tehnologija uključuje kaptiranje stacionarnih izvora CO₂, transport do povoljnih lokacija te utiskivanje CO₂ u podzemlje. Ovaj cjeloviti sustav stoga obuhvaća izvedbu postrojenja za izdvajanje dimnih plinova na izvorima, izgradnju sustava transporta cjevovodima (ili prijevoznim sredstvima), te izgradnju postrojenja za komprimiranje i utiskivanje u geološke formacije putem dubokih bušotina.

Izazovi implementacije izdvajanja i geološkog skladištenja CO₂ u Republici Hrvatskoj navedeni su u poglavlju 6.1.7.

Na razvoj CCS tehnologije danas se gleda kao na prijelazno rješenje koje bi u predstojećim desetljećima trebalo omogućiti nastavak korištenja fosilnih goriva u određenom udjelu, uz istovremeno postupno smanjenje emisije stakleničkih plinova dok se ne postignu tehnološki i organizacijski uvjeti za niskouglični razvoj. S daljnjim razvojem ove tehnologije očekuje se i pad troškova te značajan porast njene primjene u industrijskim pogonima, no također može se očekivati i iznalaženje novih okolišno prihvatljivih rješenja kao alternative CCS tehnologiji.

Uz utiskivanje, odnosno skladištenje CO₂ u dubokom podzemlju, danas se sve više razmatra i njegovo korištenje. Neki od dobro poznatih načina korištenja CO₂ je u proizvodnji nafte i plina (povećanje iscrpka nafte), no ovi postupci ne doprinose dekarbonizaciji već suprotno. U poljoprivredi CO₂ se koristi kao dohrana biljaka u plastenicima, u proizvodnji pića, u nekim industrijskim procesima itd. Značajna se primjena u budućnosti očekuje u procesima proizvodnje sintetičkih plinova i goriva, u proizvodnji polimera, umjetnih gnojiva, karbonskih vlakana, bioetanola, metanola, sode bikarbone, octene kiseline i dr.

Primjena CCS tehnologije predviđena je u postrojenjima mineralne, kemijske i metalne industrije.

6.2.2. Poljoprivreda

Pozitivan utjecaj primjene mjera na ukupnu emisiju stakleničkih plinova u sektoru poljoprivrede očituje se kroz izravno smanjenje emisija metana i dušikovih spojeva.

Tehničke mjere uključene pri formiranju niskougličnih scenarija u sektoru poljoprivrede u odnosu na referentni scenarij koje imaju izravni učinak na smanjenje emisije se odnose na promjenu režima ishrane goveda i svinja te kvalitete stočne hrane, anaerobnu razgradnju stajskog gnoja i proizvodnju bioplina, poboljšanje objekata, nastambi i sustava gospodarenja stajskim gnojem, optimiranje primjene mineralnih gnojiva, hidromelioracijskih zahvati i sustavi zaštite od nepogoda te uvođenje novih kultivara, sorti i vrsta (ne i genetički modificirane organizme). Pri tome je važno napomenuti i da su u projekcijama primijenjeni konzervativni, eksperimentalno potvrđeni potencijali smanjenja. Razvojem tehnologije i spoznaja, u budućnosti se očekuje i moguće značajno veća smanjenja emisija, npr. u izvoru crijevne fermentacije primjenom novih aditiva, enzimskih inhibitora i sl.

Za procjenu potencijalnog umanjenja ukupnih emisija iskazanih kroz povećanje organskog ugljika unutar LULUCF sektora uslijed primjene dodatnog seta mjera potrebno je provesti nacionalna istraživanja s ciljem definiranja stvarnih potencijala za povećavanje ugljika u poljoprivrednim tlima u Republici Hrvatskoj, posebice odnos sustava reducirane obrade tla s obzirom na gnojidbene preporuke, te nastaviti istraživanje potencijala za primjenu ovisno o uzgojnoj kulturi.

Potrebno je spomenuti da bi se dodatno značajno (izravno i neizravno) smanjenje emisije stakleničkih plinova moglo ostvariti uz promjene prehrambenih navika društva, odnosno mjerama kojima bi se poticala manja potrošnja mesnih proizvoda, posebice crvenog mesa. U scenariju NU2 je stoga pretpostavljeno da će 35% stanovništva imati potpuno bezmesnu prehranu.

Smjernice za niskouglični razvoj

Do 2030. godine:

- Unaprijediti sustav uzgoja stoke i režima hranidbe (obrada krmiva s ciljem povećanja probavljivosti, poboljšanje kvalitete voluminoznih krmiva i unapređenje sustava napasivanja, upotreba aditiva u hrani za životinje) uz

izgradnju bioplinskih postrojenja (penetracija bioplinskih postrojenja na velikim poljoprivrednim farmama te njihovo uvođenje na srednjim gospodarstvima – očekivano 25% ukupnog broja grla svinja, goveda i peradi.). U ovome razdoblju će biti jasniji i daljnji trend kretanja broja uvjetnih grla stoke iz kojih će biti jasnije definirani prioritetni izvori emisije.

- Raditi na uspostavi sustava realnog praćenja potrošnje mineralnih gnojiva na gospodarstvima i stvarnih udjela poljoprivrednih površina pod pojedinim usjevom na regionalnoj i državnoj razini, prvenstveno radom implementaciji sustava pametne poljoprivrede.
- Poticati projekte prikupljanja orezane biomase trajnih nasada i ratarske biomase.
- Izraditi studiju mogućnosti sadnje brzorastućih kultura i potaknuti nekoliko pilot projekata.
- Izraditi studiju korištenja otpadnih muljeva uređaja za pročišćavanje u poljoprivredi.
- Raditi na uspostavi sustava praćenja promjena zaliha ugljika na poljoprivrednom tlu i pašnjacima kojima se gospodari.
- Treba prioritetno poticati mjere za smanjenje količina otpadaka od hrane.
- Potrebno je razraditi i predložiti modele za poticanje inovativnih integriranih projekata, poljoprivrede, energetike i proizvodnje hrane.
- Potrebno je analizirati mogućnosti za korištenje pročišćenih otpadnih voda za navodnjavanje poljoprivrednih površina.
- Provedba mjera iz programa ruralnog razvoja 2014.-2020. godine, novo programsko razdoblje i donošenje „Nacionalne strategije poljoprivrede i ruralnog razvoja“ i „Višegodišnjeg plana razvoja ribarstva nakon 2020. godine“ definirati će ciljeve i smjernice djelovanja poljoprivredne politike.
- Izgraditi sustave odvodnje, navodnjavanja te zaštite od nepogoda na poljoprivrednim površinama pogodnim za hidromelioracijske zahvate što utječe na emisije N₂O.
- Povećati udio sporodjelujućih gnojiva na 10% u ukupnom utrošku mineralnih gnojiva.
- Provedba nacionalnih istraživanja s ciljem definiranja stvarnih potencijala za povećavanje uklanjanja ugljikovog dioksida u poljoprivrednim tlima, kroz sekvestraciju organskog ugljika u tlu, posebno kod kombinacija sustava minimalne obrade i pokrovnih međuusjeva kod uzgoja žitarica, unaprjeđenja primjere organskih gnojiva i agrošumarstva.
- Nacionalna istraživanja novih kultivara i sorti koji su otporniji na sušu ili bolesti odnosno imaju manji ukupni ugljični otisak te poticaji za prelazak i prilagodbe cijelog proizvodnog lanca na proizvodnju novih poljoprivrednih kultura. Ovo uključuje i ciljne kulture za proizvodnju biomase za energetska postrojenja.

Do 2050. godine:

- Daljnji rad na uspostavi sustava praćenja potrošnje mineralnih gnojiva i stvarne poljoprivredne proizvodnje na razini gospodarstava s ciljem optimiranja primjene organskih i mineralnih gnojiva.
- Nastavak uvođenja bioplinskih postrojenja na gospodarstvima čime bi 30% ostataka primarne biomase svinja, goveda i peradi trebalo biti obrađeno na digestorima.

- Dostići 15%-tnu penetraciju sporodjelujućih gnojiva u ukupnom udjelu mineralnih gnojiva kao i daljnjeg povećanja udjela novih kultivara i sorti.
- Izgraditi hidromelioracijskih zahvata i sustava zaštite od nepogode na 90-100% pogodnih poljoprivrednih površina.
- Očekuje se da će povećanje produktivnosti i strukturalne promjene u poljoprivredi omogućiti primjenu novih mjera koje danas još nisu u primjeni.

Postizanje klimatske neutralnosti

Kako bi se postigla klimatska neutralnost, potrebno je osigurati i dodatno smanjenje emisija stakleničkih plinova u sektoru poljoprivreda u odnosu na niskouglične scenarije. To se odnosi na pojačavanje napora i intenzifikaciju mjera koje se odnose na stočarstvo (i sustave gospodarenja stajskim gnojem) kroz povećanje udjela životinja koje su pod mjerama.

Do 2030. godine:

- Intenzivno poticanje uzgojnog sustava krava-tele.
- Nacionalna istraživanja s ciljem definiranja stvarnih potencijala za povećavanje ponora ugljika u poljoprivrednim tlima
- Nacionalna istraživanja sustava reducirane obrade tla i utjecaja na podizanje organske tvari u tlu
- Intenzivno poticanje pametne poljoprivrede: novih informacijskih tehnologija, daljinskih istraživanja s primjenom u poljoprivredi, izrada karata plodnosti tla, uspostava sustava realnog praćenja potrošnje mineralnih gnojiva na gospodarstvima
- Istraživanja o trenutnim prehrambenim navikama stanovnika RH
- Istraživanja mogućnosti primjene agrošumarstva s identificiranjem pogodnih područja
- Istraživanja mogućnosti primjene sinergijskih mjera za održanje i poboljšanje bioraznolikosti unutar sektora poljoprivrede.

Do 2050. godine:

- Povećanje udjela životinja na koje se primjenjuje set mjera u izvorima crijevne fermentaciju i gospodarenja stajskim gnojem na 80 %
- Povećanje udjela sporodjelujućih gnojiva na 70 %
- Povećanje udjela životinja na bioplinskim postrojenjima na 75 %
- Osnaživanje mjere načina prehrane ljudi s ciljem postizanja 75%tnog udjela stanovništva na prehrani bez crvenog mesa
- Implementacija dodatnih mjera proizašlih iz ciljanih istraživanja u prethodnom razdoblju

Intenzivno poticanje uzgojnog sustava krava-tele

U Hrvatskoj su problem neiskorišteni pašnjaci i livade pod kojima je velika površina poljoprivrednog zemljišta. Kako bi se smanjili troškovi, ekstenzivno držanje na pašnjacima postaje sve važnije. Obzirom na uvoz velikog broja teladi za tov ili utovljene junadi i mesa, uspostava sustav krava-tele se nameće kao logično rješenje i izvor teladi

koja se kasnije može ili dotovljavati na istim gospodarstvima (pašni tov) ili toвити u specijaliziranim tovilštima.

Nacionalna istraživanja s ciljem definiranja stvarnih potencijala za povećavanje ponora ugljika u poljoprivrednim tlima

Naglasak na međusektorska istraživanja koja se odnose na vezu s LULUCF sektorom, posebno s LULUCF mjerama za smanjivanje emisija na poljoprivrednom zemljištu

Nacionalna istraživanja sustava reducirane obrade tla i utjecaja na podizanje organske tvari u tlu

Detaljna pedološka istraživanja provedena u Hrvatskoj tek su jedan od ulaznih parametara za opću procjenu prikladnosti zemljišta za primjenu sustava reducirane obrane, no potreban je projekt koji bi dao detaljne odgovore na pitanje pogodnosti tala za razne sustave obrade tla u Hrvatskoj. Primjenom različitih sustava obrade tla mijenjaju se i sadašnja ustaljena shvaćanja o odnosu obrade i gnojidbe dušikom, što zahtjeva dodatne analize kako bi se izbjegla acidifikacija i pretjerano gnojenje dušičnim gnojivima, posebno u početnom razdoblju uspostave konzervacijske obrade.

Intenzivno poticanje pametne poljoprivrede: novih informacijskih tehnologija, daljinskih istraživanja s primjenom u poljoprivredi, izrada karata plodnosti tla, uspostava sustava realnog praćenja potrošnje mineralnih gnojiva na gospodarstvima

Moderan razvoj poljoprivrede u Hrvatskoj podrazumijeva uvođenje novih tehnologija, posebno „*site-specific management*“. Uvođenje informacijskih tehnologija, daljinskih istraživanja s primjenom u poljoprivredi, te izrada karata prinosa moraju postati svakodnevica svakog gospodarstva. Na taj način generira se prihod korisnika novih tehnologija, te ušteda poljoprivrednika u primjeni gnojiva, a samim tim i povoljan utjecaj na smanjenje emisija i općenito utjecaj na okoliš.

Istraživanja o trenutnim prehranbenim navikama stanovnika RH i osnaživanje mjere načina prehrane ljudi

Promjene prehranbenih navika društva podrazumijevati će i značajne promjene u strukturi poljoprivredne proizvodnje, posebice stočarstva, stoga su potrebna detaljna istraživanja, uključujući razradu cost-benefit učinka. Prelaskom značajnog dijela populacije na dijetu s manjim udjelom mesa (pogotovo crvenog mesa), vegetarijansku ili u potpunosti vegansku prehranu, moguće je ostvariti značajno smanjenje emisija – kako uslijed manje primjene mineralnih gnojiva (posljedično i manje dušikovih spojeva) potrebnih za proizvodnju stočne hrane, tako i uslijed smanjenja emisija metana iz crijevne fermentacije stoke. Dodatne su koristi značajno manji utrošak vode kao i goriva u poljoprivrednoj proizvodnji. Iako Republika Hrvatska danas spada u zemlje s manjom potrošnjom mesa, ono i dalje predstavlja značajnu komponentu u prehrani prosječnog stanovnika. Tako npr. emisija kilograma CO₂ ekvivalenata kod odrasle osobe (uz prosječne dnevne potrebe za energijom iz hrane od 2000 kcal) čija prehrana sadrži značajan udio mesa (više od 100 grama na dan) iznosi od 5,66 do 7,19 kg na dan dok kod vegetarijanske ishrane to iznosi 2,89 kg ekvivalenata CO₂ na dan.

Istraživanja mogućnosti primjene agrošumarstva s identificiranjem pogodnih područja

Agrošumarstvo je zajednički naziv za sustave gospodarenja zemljištem pri kojem se trajne drvenaste vrste integriraju s uzgojem usjeva i/ili životinja na istoj površinskoj jedinici. Putem pokusa treba pokazati svoju primjenjivost u našim uvjetima s obzirom na različite oblike i podjele, ali i na različite potrebe. Bitno je istaknuti kako su neki elementi iz agrošumarstva zabilježeni kroz povijest na obalnom i priobalnom području naše zemlje.

Istraživanja mogućnosti primjene sinergijskih mjera za održanje i poboljšanje bioraznolikosti unutar sektora poljoprivrede.

Introdukcija novih kultivara, sorti i kultura načelno spada pod mjere hitne adaptacije – odnosno vremenski kritične mjere koje podrazumijevaju i obrambene mjere prilagodbe klimatskim promjenama, očuvanja proizvodnje hrane i postizanja manjih emisija, uz minimalni negativni utjecaj na bioraznolikost uslijed potencijalne introdukcije novih kultura. U tom kontekstu bitna je analiza tradicionalnih, lokalnih i regionalnih varijeteta postojećih kultura, kao i poticanje razvoja, edukacije i implementacije tehnologija na državnoj i regionalnoj razini.

Povećanje udjela životinja na koje se primjenjuje set mjera u izvorima crijevne fermentaciju i gospodarenja stajskim gnojem na 80 %

Implementacija i sinergija aktivnosti: promjene režima ishrane, obrada krmiva s ciljem povećanja njihove probavljivosti i upotrebe dodataka (aditiva) u hrani za životinje, implementacija ciljanih podmjera promjene režima ishrane, poboljšanje kvalitete voluminoznih krmiva i unapređenje sustava napasivanja, manipulacija sadržajem hranjiva i njihovim međusobnim odnosom u obroku, promjene sustava izgnojavanja i poboljšanje objekata za prikupljanje gnoja, primjena mjera tijekom skladištenja stajskog gnoja

Povećanje udjela sporodjelujućih gnojiva na 70 %

Dušična gnojiva kontroliranog ili sporog djelovanja svoju primjenu danas nalaze najvećim udjelom u proizvodnji s visokim prihodima (hortikultura i sl.). Pojava novih sporodjelujućih gnojiva prikladnih za uzgoj kukuruza i pšenice (posebno gnojiva obložena polimerima) je kroz istraživanja ukazala na mogućnost smanjenu potrebu primjene gnojiva po hektaru i do 35%, uz nepromijenjene ili povećane prihode, što ih čini ekonomski opravdanim i isplativim.

Povećanje udjela životinja na bioplinskim postrojenjima na 75 %

Uvođenjem bioplinskih postrojenja ostvaruje se smanjenje emisije CO₂ koje proizlazi iz eliminacije emisije metana zbog odlaganja iskorištene stelje i zbog električne energije iz obnovljivog izvora. Emisija stakleničkih plinova iz prijevoza ne iznosi veliku razliku s obzirom na male udaljenosti koje se prelaze do postrojenja ili odlagališta. Česta klasifikacija bioplinskih postrojenja je na velika bioplinska postrojenja,

kodigestijska te farmska. Za male farme ovo je skup proces pa bi osnova mogla biti udruženja farmera u cilju smanjenja troškova instalacije postrojenja.

Implementacija dodatnih mjera proizašlih iz ciljanih istraživanja u prethodnom razdoblju

S obzirom na heterogenost veličine i karaktera poljoprivrednih gospodarstava, postoje veliki izazovi u postizanju u navedenih visokih razina implementacije gore navedenih mjera (postizanja visokih udjela životinja pod tehničkim mjerama i sl.). Iako se može očekivati da će se ti udjeli smanjivati primjenom usavršavanjem metodologija i tehnologija, iznimno će važan biti rad na pripremnim znanstveno-istraživačkim aktivnostima, edukaciji i tehnološkim unaprjeđenjima kako bi se u razdoblju do 2050. povećanjem produktivnosti i strukturalnim promjenama u poljoprivredi omogućila primjena novih mjera koje danas još nisu u primjeni.

6.2.3. Otpad

U niskougličnim scenarijima uključene su mjere za smanjenje emisija stakleničkih plinova iz odlaganja krutog otpada:

- sprječavanje nastajanja i smanjivanje količine krutog otpada
- povećanje količine odvojeno skupljenog i recikliranog krutog otpada
- osiguravanje sustava obrade i korištenja odlagališnog plina
- smanjenje količine odloženog biorazgradivog otpada
- korištenje bioplina za proizvodnju biometana, električne energije i topline.

Potencijali smanjenja emisije CH₄ koji se mogu ostvariti primjenom mjera uključenih u niskougličnim scenarijima bilanciraju se u sektoru otpad, dok se potencijali smanjenja emisije CO₂ bilanciraju u sektoru energetike.

Postizanje klimatske neutralnosti

U scenarij za klimatsku neutralnost uključene su mjere kao i u niskouglične scenarije, uz dodatne mjere koje omogućuju potrebno smanjenje emisija stakleničkih plinova kako bi se postigla klimatska neutralnost. Scenarij za klimatsku neutralnost uključuje dodatne mjere čiji se utjecaj promatra kroz dva razdoblja - od 2021. do 2030. godine i od 2031. do 2050. godine.

Razdoblje od 2021. do 2030. godine:

- mjere kružnog gospodarstva u cilju smanjenja nastajanja otpada te povećanja recikliranja i uporabe otpada.

Razdoblje od 2031. do 2050. godine:

- mjere kružnog gospodarstva za povećanje resursne učinkovitosti i primjenu poslovnih modela temeljenih na popravljanju, recikliranju i uporabi
- ekološki dizajn proizvoda - naglasak na ponovnoj uporabi i mogućnosti recikliranja
- smanjenje otpada od hrane
- SMART rješenja za tehničke usluge u gospodarenju otpadom.

Prema ciljevima iz Novog akcijskog plana za kružno gospodarstvo, Za čišću i konkurentniju Europu⁹ te integriranom pristupu u novom paketu mjera za kružno gospodarstvo i revidiranim EU Direktivama, predviđena je intenzivna primjena mjera u razdoblju do 2035. godine kao i podizanje razine ciljeva u pogledu učinkovitog korištenja resursa, recikliranja, ponovne uporabe i gospodarenja otpadom u razdoblju do 2050. godine.

Mjere kružnog gospodarstva u cilju smanjenja nastajanja otpada te povećanja recikliranja i uporabe otpada

Europskim zelenim planom¹⁰ pokrenuta je usklađena strategija za klimatski neutralno, resursno učinkovito i konkurentno gospodarstvo. Novi akcijski plan za kružno gospodarstvo sadrži skup međusobno povezanih inicijativa za uspostavu čvrstog i usklađenog okvira politike u kojem će održivi proizvodi, usluge i poslovni modeli postati standard te će se obrasci potrošnje transformirati tako da se otpad ne proizvodi. Taj će se okvir politike o proizvodima uvoditi postupno, a uvoditi će se i dodatne mjere kojima će se osigurati sprječavanje nastajanja otpada.

Sprječavanje nastajanja otpada postiže se postupkom ponovne uporabe i primjenom instrumenata nusproizvoda i ukidanja statusa otpada, koji će neposredno utjecati na smanjenje nastanka ukupne količine otpada. Provođenje mjera za sprječavanje nastanka otpada definirano je Planom sprječavanja nastanka otpada i Planom sprječavanja i smanjenja nastajanja otpada od hrane Republike Hrvatske 2019. - 2022¹¹. Najvažnije mjere u pogledu sprječavanja nastanka otpada su uspostava Centara za ponovnu uporabu i osiguranje potrebne opreme za kućno kompostiranje te edukativno – obrazovne aktivnosti.

Mjere kružnog gospodarstva za povećanje resursne učinkovitosti i primjenu poslovnih modela temeljenih na popravljaju, recikliranju i uporabi

Kružno gospodarstvo građanima će donijeti visokokvalitetne, funkcionalne i sigurne proizvode koji su učinkoviti i cjenovno pristupačni, duže traju i mogu se ponovno upotrijebiti, popraviti i visokokvalitetno reciklirati. Čitav niz novih održivih usluga, modela „proizvod kao usluga” i digitalnih rješenja povećat će kvalitetu života građana, stvoriti inovativna radna mjesta te modernizirati znanje i vještine.

Kružnost je bitan element šire tranzicije industrije na klimatsku neutralnost i dugoročnu konkurentnost. Ona može donijeti znatne uštede materijala duž lanaca vrijednosti i u okviru proizvodnih postupaka, stvoriti dodanu vrijednost i otvoriti gospodarske prilike. Prakse kružnog gospodarstva integrirat će se u buduće referentne dokumente o najboljim raspoloživim tehnikama u kontekstu revizije Direktive o industrijskim emisijama¹².

⁹ COM(2020) 98 final

¹⁰ COM(2019) 640 final

¹¹ Plan sprječavanja i smanjenja nastajanja otpada od hrane Republike Hrvatske 2019. – 2022. (Narodne novine 61/2019)

¹² Direktiva 2010/75/EU Europskog parlamenta i Vijeća od 24. studenoga 2010. o industrijskim emisijama (integrirano sprečavanje i kontrola onečišćenja)

Proširenjem kružnoga gospodarstva na razne gospodarske aktere znatno će se doprinijeti postizanju klimatske neutralnosti do 2050. i odvajanju gospodarskog rasta od upotrebe resursa. Poboľšavat će se trajnost proizvoda i mogućnost za njihovu ponovnu uporabu, modernizaciju i popravak, te povećavati energetska i resursna učinkovitost proizvoda. Povećavat će se udio recikliranog sadržaja u proizvodima, osiguravati njihova učinkovitost i sigurnost što će omogućiti ponovnu proizvodnju i visokokvalitetno recikliranje, uz smanjenje ugljikovog otiska i učinka na okoliš.

Visokokvalitetno recikliranje ovisi o djelotvornom odvojenom sakupljanju otpada te je potrebno uskladiti sustav za odvojeno sakupljanje otpada.

Ekološki dizajn proizvoda - naglasak na ponovnoj uporabi i mogućnosti recikliranja

Novim akcijskim planom za kružno gospodarstvo predlaže se zakonodavna inicijativa politike za održive proizvode, kako bi proizvodi bili usklađeni s klimatski neutralnim, resursno učinkovitim i kružnim gospodarstvom te kako bi se spriječilo nastajanje i smanjila količina otpada. To će biti ključno za postizanje napretka u sprječavanju nastanka otpada. Programima proširene odgovornosti proizvođača podupirati će se razmjena informacija i dobrih praksi u recikliranju, što će omogućiti smanjenje nastanka otpada.

U središtu zakonodavne inicijative politike za održive proizvode je proširenje područja primjene Direktive o ekološkom dizajnu¹³, sa ciljem da se okvir za ekološki dizajn primijeni na što širi raspon proizvoda i da djeluje u skladu s načelima kružnosti. Promicanjem ekološkog dizajna ostvaruje se sustavna integracija aspekata zaštite okoliša u dizajn proizvoda s ciljem unaprjeđenja ponašanja proizvoda s obzirom na zaštitu okoliša u cijelom životnom vijeku proizvoda.

Smanjenje otpada od hrane

U skladu s UN-ovim Programom za održivi razvoj do 2030., potrebno je poduzeti mjere za promicanje sprječavanja i smanjenja otpada od hrane, za postizanje cilja da se do 2030. godine otpad od hrane po glavi stanovnika na maloprodajnoj i potrošačkoj razini i gubitak hrane u proizvodnim i opskrbnim lancima, uključujući gubitke nakon žetve, smanji za 50%. Taj trend će rasti do 2050. godine sukladno budućim pretpostavkama. Time će se spriječiti i smanjiti nastanak otpada od hrane u primarnoj proizvodnji, u preradi i proizvodnji, u maloprodaji i ostaloj distribuciji hrane, u restoranima i na mjestima na kojima se poslužuje hrana te u kućanstvima. Potrebno je nastaviti sa uspostavom posebnih mjera za sprječavanje nastanka otpada od hrane, uključujući kampanje za podizanje razine svijesti o mogućim načinima smanjivanja količine otpada od hrane u programima sprječavanja nastanka otpada.

¹³ Direktiva 2009/125/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 21. listopada 2009. o uspostavi okvira za utvrđivanje zahtjeva za ekološki dizajn proizvoda koji koriste energiju (preinaka)

SMART rješenja za tehničke usluge u gospodarenju otpadom

Ovom mjerom promiču se inovativna i pametna rješenja unaprjeđivanja tehnologija gospodarenja otpadom, kao što su tehnologije za sakupljanje, recikliranje, uporabu otpada i sl. Pametno upravljanje otpadom je prioritet svih sredina koje se razvijaju na održiv način. Primjer SMART rješenja za tehničke usluge u gospodarenju otpadom je pametni sustav gospodarenja otpadom u kojemu se mobilnom aplikacijom prati punjenje spremnika za otpad. Moguće je razvrstavanje otpada i poboljšanje sustava odvoza otpada uz pomoć elektroničkih senzora koji mjere popunjenost u spremnicima za otpad i u realnom vremenu optimiziraju rutu za sakupljanje i odvoz otpada. Zahvaljujući GPS odašiljaču i softveru, u stvarnom vremenu šalje se signal o popunjenosti koji u obliku SMS-a ili e-poruke stiže na pametne telefone radnika koji ih zatim prazne.

Mogućnost korištenja potencijala za energetske uporabu otpada (uključivo i goriva iz otpada sa CCS tehnologijom)

U analizama korištenja suvremenih i dostupnih tehnologija za potpunu uporabu otpada razmatrana je mogućnost korištenja potencijala za energetske uporabu otpada (uključivo i goriva iz otpada sa CCS tehnologijom). Mjera korištenja goriva iz otpada nije uključena u scenarij za klimatsku neutralnost. Plan gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2017. - 2022. godine¹⁴ predviđa planiranje energetske uporabe otpada izradom analize i ocjene potrebe za energetskom uporabom otpada u sljedećem planskom razdoblju. Studija koja će analizirati, ocijeniti i predložiti sustav koji je potreban Republici Hrvatskoj za energetske uporabu otpada je u izradi.

6.2.4. LULUCF

U niskougličnim scenarijima uključene su mjere:

- izrada Strategije upravljanja zemljištem Republike Hrvatske
- akumulacija ugljika na površinama postojećih šuma
- provedba radova pošumljavanja tamo gdje je prihvatljivo
- proizvodnja i uporaba drva i drvnih proizvoda
- gospodarenje poljoprivrednim zemljištem
- gospodarenje pašnjacima
- provedba tehničkih projekata i znanstvenih istraživanja u LULUCF sektoru.

Postizanje klimatske neutralnosti

Scenarij za klimatsku neutralnost obuhvaća sve mjere niskougličnog scenarija, dodatno ojačane, čiji se utjecaj promatra kroz dva razdoblja - od 2020. do 2030. godine i od 2030. do 2050. godine.

Razdoblje od 2020. do 2030. godine:

- praćenje korištenja zemljišta RH

¹⁴ Plan gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2017. - 2022. godine (Narodne novine 3/17)

- strategija korištenja zemljišta
- međusektorske politike
- povećanje uklanjanja ponorima

Provedbom projekta LIFE CROLIS uspostaviti će se sustav praćenja korištenja zemljišta od 1971 do danas. Istim projektom implementirati će se sustav praćenja korištenja zemljišta u različite gospodarske grane. Potrebno ga je neprestano nadograđivati i koristiti pri donošenju odluka u sektorima dionicima na raspoloživim razinama. LIFE projekt CROLIS usklađuje podatkovne modele za praćenje zemljišta koji omogućava integraciju i procesuiranje pokrova i namjene tla, podataka o upravljanju tlom iz različitih izvora i njegove uporabe u različite svrhe. Nužno je donošenje 'Strategije upravljanja zemljištem' i implementaciju ciljeva neutralnog scenarija (NUN-a) u 'Strategiju upravljanja zemljištem'.

Izračun emisija/uklanjanja u LULUCF sektoru, te znanstveni i stručni projekti trebaju činiti osnovu za planiranje pokrova, uporabe i načina gospodarenja LULUCF kategorijama zemljišta za svako od pohraništa radi razvoja „Strategije upravljanja zemljištem“ te kako bi se pravilno definirale mjere koje će se na pojedinoj kategoriji zemljišta provoditi, a kojima će se smanjivati emisije i povećavati uklanjanja stakleničkih plinova u RH. Potrebne su analize svih LULUCF ugljikovih pohraništa i kategorija zemljišta u ovisnosti o pokrovu, uporabi zemljišta te praksama gospodarenja, ali i povezanih emisija/uklanjanja radi razmatranja potencijala svakog od pohraništa unutar svake LULUCF kategorije zemljišta za smanjenje emisija i povećanje uklanjanja. Sektorske politike i mjere potrebno je usuglasiti s ciljevima scenarija klimatske neutralnosti. U tom smislu izražena je nužnost za jačim povezivanjem šumarstva, prerade drveta, upravljanja prostorom, zaštite prirode i okoliša, ali i sastavnica poljoprivrede u cilju postizanje klimatskih ciljeva. Podloga za povećanje uklanjanja ponorima je razrada i primjena shema potpora u gospodarskim sastavnicama, te izrada 'Programa za smanjenje emisija i povećanje uklanjanja u LULUCF sektoru'.

Razdoblje od 2030. do 2050. godine:

- zadržavanje uklanjanja ponorima u šumarstvu
- zadržavanje uklanjanja ponorima na gospodarenim travnjacima
- smanjivanje emisija na poljoprivrednom zemljištu
- povećanje korištenja drvnih proizvoda
- smanjenje izvoza energetske biomase
- vrednovanje korištenja zemljišta
- zeleni naselja
- zeleni projekti

Obuhvaćene provedbene mjere doprinose zadržavanju uklanjanja ponorima u LULUCF sektoru prema cilju od 3,4 Mt CO₂/god u 2050. godini. U šumama kojima se gospodari i na pošumljenim površinama povećavati zalihi ugljika. Prevoditi niže u više uzgojne oblike. Poticati pošumljavanje i druge aktivnosti koje pridonose zadržavanju uklanjanja ponorima u šumarstvu. Fundamentalnim i primijenjenim istraživanjima uspostaviti temelj i poticati primjenu gospodarskih praksi za zadržavanje uklanjanja ponorima ugljikovog dioksida u kategoriji travnjaka kojima se gospodari. Metodama

precizne poljoprivrede i modernih tehnologija i sredstava smanjiti i zadržavati emisije u kategoriji poljoprivredno zemljište kojim se gospodari. Primijeniti poljoprivredne praksi prilagođene klimatskim promjenama i usmjerene na smanjenje emisija stakleničkih plinova. Promicati kaskadnu upotrebu drveta, finalizaciju drvnih proizvoda, te proizvodnju proizvoda s većim vrijednostima vremena poluraspada u kojima se dugoročno skladišti ugljik. Regulacijom izvoza energetske biomase povećati proizvodnju energije iz prikladnih obnovljivih izvora. Doprinijeti postizanju energetske ciljeva. Vrednovati korištenje i prenamjenu korištenja zemljišta metodama na način da se obuhvati utjecaj ugljikovog i okolišnog otiskom na detaljnim razinama. Uspostaviti okvir za plansku urbanizaciju sa jasnim planovima zelenih površina u naseljenim područjima. Potpora projektima kojima se povećavaju uklanjanja ponorima i smanjuju emisije stakleničkih plinova u LULUCF sektoru.

6.3. MEĐUSEKTORSKE MJERE

Kako bi niskogljivična tranzicija bila uspješna, ona mora zahvatiti sve sektore društva, a zbog svojeg međusektorskog utjecaja važno ju je integrirati u sve relevantne razvojne strategije, a to su, prije svega, strategija energetske razvoja, razvoja prometa, poljoprivrede, šumarstva i gospodarenja otpadom. Također, postizanje neto nultih emisija stakleničkih plinova mora postati glavna odrednica i strategije gospodarskog razvoja, prostornog razvoja i demografskog razvoja.

Pri tome će biti nužno osigurati sustavno obrazovanje o uzrocima i razlozima tranzicije, kao i kontinuirano informiranje građana o svim njenim elementima. Potrebno je osigurati trajnu izgradnju kapaciteta svih sektora, od učenika i studenata preko medija i poduzetnika do predstavnika lokalne i nacionalne vlasti, jer je tranziciju moguće provesti samo kroz partnerstvo svih sudionika, uvažavajući i očuvanje okoliša.

Također, neophodno će biti trajno i sustavno praćenje ostvarenih ciljeva i provođenje analiza kako bi se, u slučaju odstupanja od zadanih ciljeva, pravovremeno mogle napraviti korekcije.

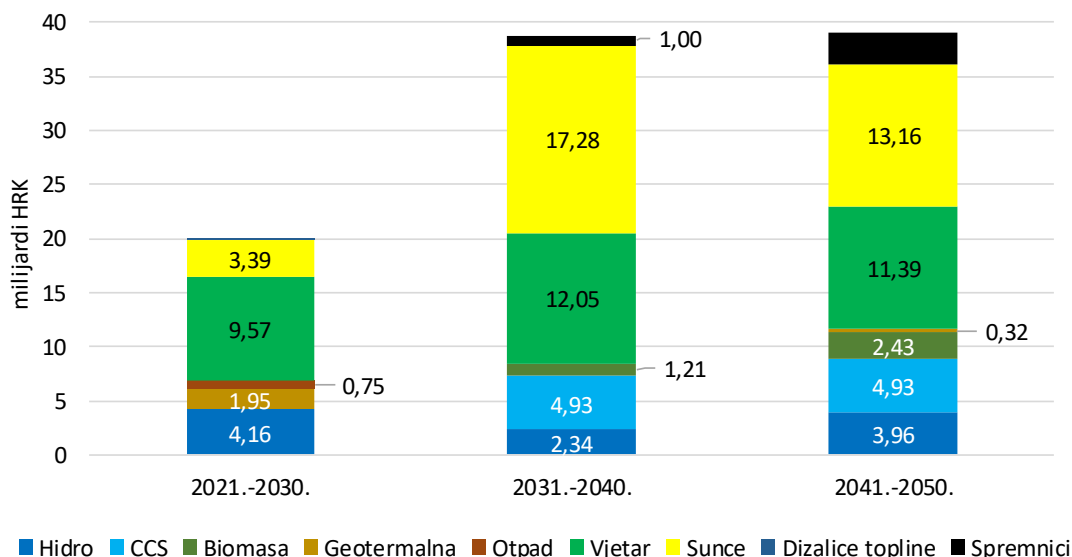
7. PROCJENA ULAGANJA

7.1. PROCJENA ULAGANJA U ENERGETSKI SEKTOR

U ovom poglavlju prikazana je procjena potrebnih ulaganja do 2050. godine za analizirani scenarij klimatske neutralnosti te je dana usporedba sa scenarijima energetske tranzicije (S1 i S2). Procijenjena ulaganja za scenarije S1 i S2 prikazana u ovoj studiji korigirana su u odnosu na procjene prikazane u Strategiji energetskog razvoja. Najveća razlika odnosi se na procjene ulaganja u zgradarstvu, a vezane su za nova saznanja i informacije prikupljene u razdoblju nakon izrade strategije. Osim izmjene osnovnih pretpostavki poput jedinične cijene obnove stambenog i nestambenog fonda, djelomično je izmijenjena metodologija procjene ulaganja kako bi se dobili što je moguće realniji podaci o potrebnim ulaganjima za svaki od analiziranih scenarija. U tablicama je također prikazana i procjena ulaganja prema referentnom scenariju S0 koji podrazumijeva scenarij razvoja uz primjenu postojećih mjera odnosno bez dodatnih mjera, a definiran u okviru izrade podloga za Strategiju energetskog razvoja.

7.1.1. Procjena ulaganja u proizvodnju električne energije

Procjena ulaganja u proizvodnju električne energije prema scenariju klimatske neutralnosti prikazana je na slici 7-1. Ulaganja su podijeljena u desetogodišnja razdoblja.



Slika 7-1: Procjena ulaganja u proizvodnju električne energije

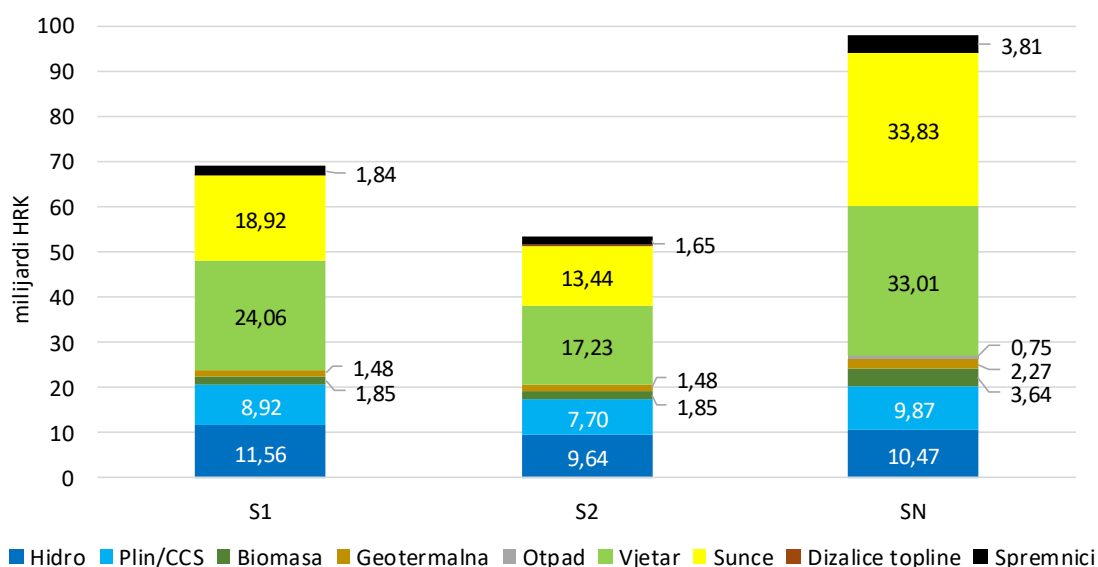
Ukupna ulaganja u postrojenja za proizvodnju električne energije iznose 97,75 milijardi kuna. Najveći dio tih ulaganja odnosi se na solarne i vjetroelektrane, od čega ulaganja u solarne elektrane čine 35 % ukupnih ulaganja, a u vjetroelektrane oko 34 % ukupnih ulaganja. Osim tih ulaganja, potrebno je uložiti i u izgradnju postrojenja za izdvajanje i spremanje CO₂ kod plinskih postrojenja, te u hidroelektrane, geotermalne elektrane, elektrane na biomasu i otpad te dizalice topline. U ukupna ulaganja uključena su i

ulaganja u spremnike energije. Intenzitet ulaganja raste s prolaskom vremena te je znatno viši u zadnja dva promatrana desetogodišnja razdoblja.

Tablica 7-1: Usporedba ulaganja u proizvodnju električne energije prema scenarijima

Scenarij \ Razdoblje	S0	S1	S2	S _N	S _N -S1	S _N -S2	(S _N -S1)/S1	(S _N -S2)/S2
	milijardi kuna						%	
2021.-2030.	13,59	19,12	16,32	19,93	0,81	3,61	4	22
2031.-2040.	13,93	21,67	17,52	38,81	17,14	21,29	79	122
2041.-2050.	15,38	28,07	19,34	39,00	10,93	19,66	39	102
Ukupno	42,90	68,86	53,18	97,75	28,88	44,56	42	84

Procijenjena potrebna ulaganja u proizvodnju električne energije u razdoblju do 2050. godine prema scenariju S1 iznose 68,86 milijardi kuna. Za scenarij S2 procijenjena ulaganja su manja u odnosu na scenarij S1 za oko 23% te iznose 53,18 milijardi kuna. Procijenjena ulaganja u proizvodnju električne energije prema scenariju S_N iznose 97,75 milijardi kuna što je 42% više u odnosu na scenarij S1 odnosno 84% više u odnosu na scenarij S2.



Slika 7-2: Usporedba procijenjenih ulaganja u proizvodnju električne energije prema scenarijima

7.1.2. Procjena ulaganja u prijenosnu elektroenergetsku mrežu

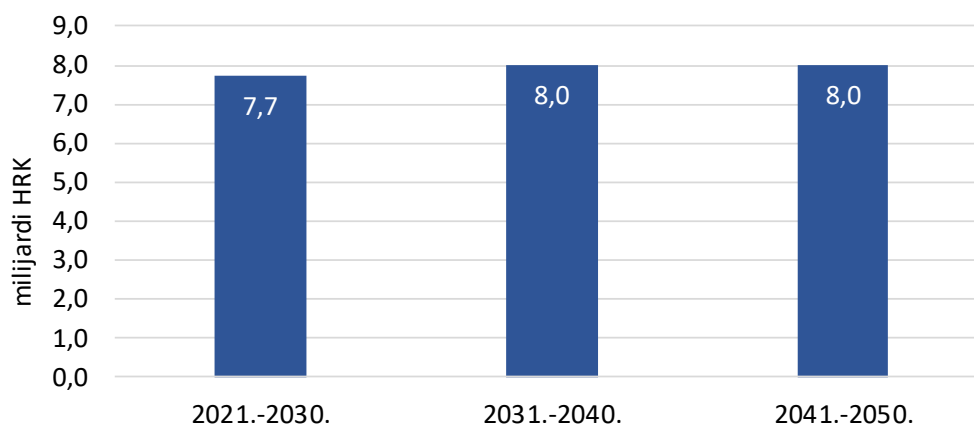
Ulaganja u prijenosnu infrastrukturu (uključujući priključke novih korisnika mreže) u razdoblju od 2021. do 2030. godine, prema scenariju S_N, procjenjuju se na 7,7 milijardi kuna, odnosno prosječno 771 milijun kuna/godišnje (slika 7-3) što predstavlja maksimalno očekivano ulaganje. Pojedinačne objekte i jedinice mreže trebat će analizirati u tehničkom i ekonomskom pogledu, odnosno njihova izgradnja bit će tehno-

ekonomski utemeljena pri čemu će se promatrati koristi i troškovi od provedbe pojedinačnih financijski zahtjevnijih projekata.

Osim financijskih sredstava potrebnih za pokrivanje troškova izgradnje i revitalizacije prijenosne mreže potrebno je osigurati i financijska sredstva za uravnoteženje sustava (kroz mehanizam uravnoteženja i dijelom kroz naknadu za prijenos električne energije), odnosno za nabavu dijela pomoćnih usluga sustava (prvenstveno regulaciju frekvencije i snage). Godišnji iznos koji će se koristiti u tu namjenu ovisit će o nizu čimbenika poput: pogrešaka u predviđanju proizvodnje VE i SE, proizvodnim postrojenjima koje će pružati potrebne regulacijske rezerve, eventualnom razvoju tržišta pomoćnih usluga, raspoloživosti tih usluga na strani distribucijske mreže i/ili od kupaca priključenih na prijenosnu mrežu, dijeljenju usluga/zajedničkoj nabavi sa ostalim operatorima sustava u okruženju te općenito o cijenama po kojim će HOPS moći osigurati regulacijske rezerve. Potrebno je naglasiti da će predviđenu razinu integracije VE i SE do razmatranog vremenskog presjeka biti moguće ostvariti samo ukoliko će potrebne P/f regulacijske rezerve biti dostatne i raspoložive, uz primjenu i ostalih mehanizama uravnoteženja, budući da učestala, nekontrolirana i velika odstupanja unaprijed planiranih razmjena na prekograničnim vodovima nisu u skladu s pravilima rada u europskoj visokonaponskoj mreži. Osim navedenih troškova uravnoteženja mogu se očekivati i povećani troškovi otklanjanja zagušenja u mreži kroz redispečing proizvodnih postrojenja i ostale raspoložive mjere.

Preliminarna je procjena da bi ukupna ulaganja u prijenosnu mrežu od 2031. do 2050. godine iznosila do 16 milijardi kuna (približno 8 milijardi u razdoblju 2031. – 2040. te 8 milijardi kuna u razdoblju 2041. – 2050.). Uz pretpostavku jednakih godišnjih ulaganja to bi značilo investicijski trošak do 799 milijuna kuna/godišnje.

Budući da je razvoj prijenosne mreže u razmatranom scenariju prvenstveno određen potpunom promjenom proizvodnog miksa, a u najvećem dijelu će se financirati kroz naknadu za prijenos električne energije koju prema postojećem zakonodavnom okviru plaćaju samo korisnici mreže, bit će potrebno razmotriti nove mogućnosti financiranja razvoja mreže eventualno uvođenjem i proizvodne komponente u naknadu za prijenos.

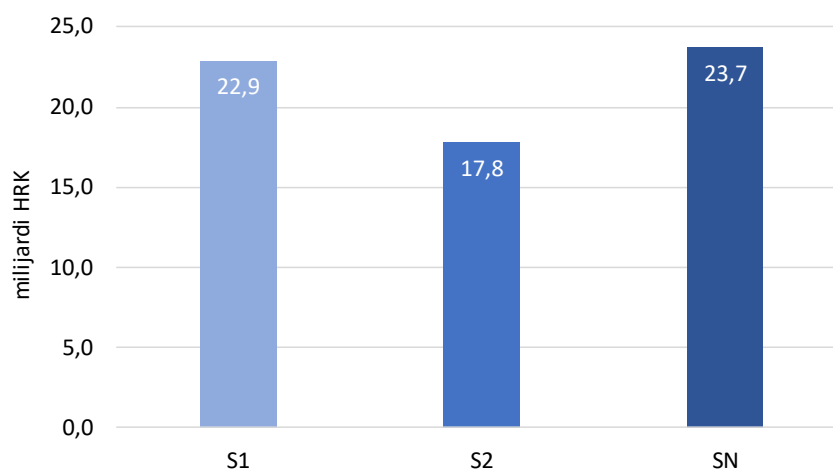


Slika 7-3: Procjena ulaganja u prijenosnu elektroenergetsku mrežu

Procijenjena potrebna ulaganja u prienosnu mrežu u razdoblju do 2050. godine prema scenariju S1 iznose 22,9 milijardi kuna. Za scenarij S2 procijenjena ulaganja su manja u odnosu na scenarij S1 za oko 22% te iznose 17,8 milijardi kuna. Procijenjena ulaganja u prienosnu mrežu prema scenariju S_N iznose 23,71 milijardu kuna što je 4% više u odnosu na scenarij S1 odnosno 33% više u odnosu na scenarij S2 (slika 7-4).

Tablica 7-2: Usporedba ulaganja u prienosnu elektroenergetsku mrežu prema scenarijima

Scenarij \ Razdoblje	S0	S1	S2	S _N	S _N -S1	S _N -S2	(S _N -S1)/S1	(S _N -S2)/S2
	milijardi kuna						%	
2021.-2030.	6,20	8,20	7,90	7,71	-0,49	-0,19	-6	-2
2031.-2040.	4,15	7,35	4,95	8,00	0,65	3,05	9	62
2041.-2050.	4,15	7,35	4,95	8,00	0,65	3,05	9	62
Ukupno	14,50	22,90	17,80	23,71	0,81	5,91	4	33



Slika 7-4: Usporedba procijenjenih ulaganja u prienosnu elektroenergetsku mrežu prema scenarijima

7.1.3. Procjena ulaganja u distribucijsku elektroenergetsku mrežu

Za procjenu potrebnih ulaganja u razvoj distribucijske mreže potrebno je izraditi novi dugoročni strateški (master) plan, koji će vrednovati promatrane scenarije razvoja i sve varijable koje utječu na određivanje vrste, dinamike, načina i iznosa ulaganja u distribucijsku mrežu. Analizom postojećeg stanja distribucijske mreže i unapređenja postignutog u prethodnom dvadesetogodišnjem razdoblju, procjenjuje se kako bi razina ulaganja od 1 milijarde kuna godišnje mogla biti dostatna tijekom promatranog razdoblja, uz uvjet prilagodbi propisa, modela tržišta električne energije i regulatornog okvira radi upravljanja (gospodarenja) električnom energijom koju korisnici predaju u distribucijsku mrežu, učinkovitog odziva potrošnje, aktivnog doprinosa korisnika u održavanju napona u distribucijskoj mreži te uvođenja novih tehnologija.

Procijenjena ulaganja u distribucijsku elektroenergetsku mrežu u razdoblju od 2020. do 2050. godine jednaka su za sve analizirane scenarije (S0, S1, S2 i S_N) te iznose 30 milijardi kuna.

Takva razina ulaganja u razvoj distribucijske mreže omogućila bi:

- smanjenje gubitaka električne energije s postojeće razine od 8 % na 4 - 5 %
- značajno unapređenje pouzdanosti opskrbe korisnika mreže
- prijelaz najvećeg dijela distribucijske mreže srednjeg napona na pogonski napon od 20 kV do 2040. godine
- obnovu i povećanje prijenosnih kapaciteta distribucijske mreže uz povećanje udjela kabela u mreži srednjeg napona na 66 % i niskog napona na 50 % do 2050. godine
- primjenu naprednog mjernog sustava
- značajno povećanje razine priključenja distribuiranih izvora (distribuirane proizvodnje i spremnika električne energije) te pogon distribucijske mreže uz primjenu funkcionalnosti napredne mreže
- poticanje proizvodnje električne energije u distribucijskoj mreži koja se troši na lokaciji i vremenski podudara s potrošnjom električne energije („uravnoteženje proizvodnje i potrošnje“).

Prioriteti ulaganja u distribucijski sustav (u smislu povećanja udjela u strukturi ukupnih ulaganja) su:

- do 2030. – napredni mjerni sustav do 2025. godine i pilot projekti naprednih mreža
- do 2040. – napredna mreža (faza I: modernizacija i automatizacija, napredne funkcije vođenja)
- do 2050. – napredna mreža (faza II: integrirani distribucijski sustav prilagodljiv promjenama, optimiran u pogledu resursa uz aktivno sudjelovanje korisnika mreže, sposoban spriječiti krizne događaje).

Navedena ulaganja, koja uključuju investicije u razvoj distribucijske mreže i priključke korisnika mreže, sada čine manje od 1/3 ukupnih troškova operatora distribucijske mreže. Veći dio odnosi se na operativne troškove koji će u budućnosti porasti radi nabave pomoćnih usluga, ovisno o modelu njihova angažiranja i razini integracije distribuiranih izvora energije.

7.1.4. Procjena ulaganja u sustave daljinskog grijanja i hlađenja

U promatranom scenariju dekarbonizacije energetske sektora do 2050. godine u sektoru daljinskog grijanja i hlađenja sve će veći značaj imati povećanje energetske učinkovitosti te veća primjena obnovljivih izvora energije, što dovodi i do veće sigurnosti opskrbe toplinskom energijom.

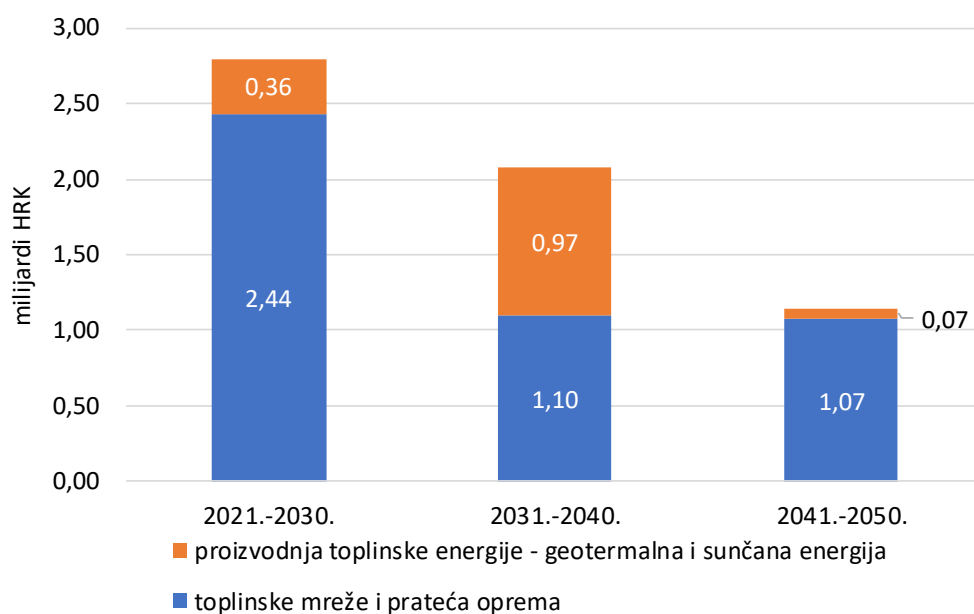
Ulaganja u sustave daljinskog grijanja i hlađenja u razdoblju do 2050. godine prvenstveno se odnose na investicije u zamjenu postojećih toplinskih mreža modernim sustavima sa smanjenim gubicima te vezane investicije u sustave kontrole i vođenja, i na dijelu pogona mreže i na dijelu upravljanja potražnjom (kod krajnjeg potrošača). U Hrvatskoj u trenutku pisanja ove studije postoji 440 km toplinskih mreža. U razdoblju

do 2050. godine predviđa se izgradnja dodatnih 50 km mreža te se pretpostavlja se da će se sve mreže rekonstruirati i modernizirati do 2050. godine. Rekonstrukcija mreža već je započela i većinom se vodi uz sufinanciranje Europske unije u skladu s Operativnim programom kohezije i konkurentnosti i mehanizmom Integralnih teritorijalnih ulaganja.

Investicije u dijelu proizvodnje toplinske energije za daljinsko grijanje i hlađenje većim dijelom nisu prikazane u donjim brojkama, već su prikazane u dijelu dokumenta koji se odnosi na proizvodnju električne energije (ulaganja u kogeneracije, dizalice topline velikih snaga i spremnike topline). Posebno se razmatra proizvodnja toplinske energije za daljinsko grijanje iz geotermalnih izvora te iz sunčeve energije.

U tom smislu, za S_N scenarij se ukupna ulaganja od 2021. do 2050. godine procjenjuju kako slijedi:

- toplinske mreže i prateća oprema – 4,61 milijardi kuna
- proizvodnja toplinske energije – geotermalna – 392 milijuna kuna
- proizvodnja toplinske energije – sunčana – 1,01 milijarde kuna.

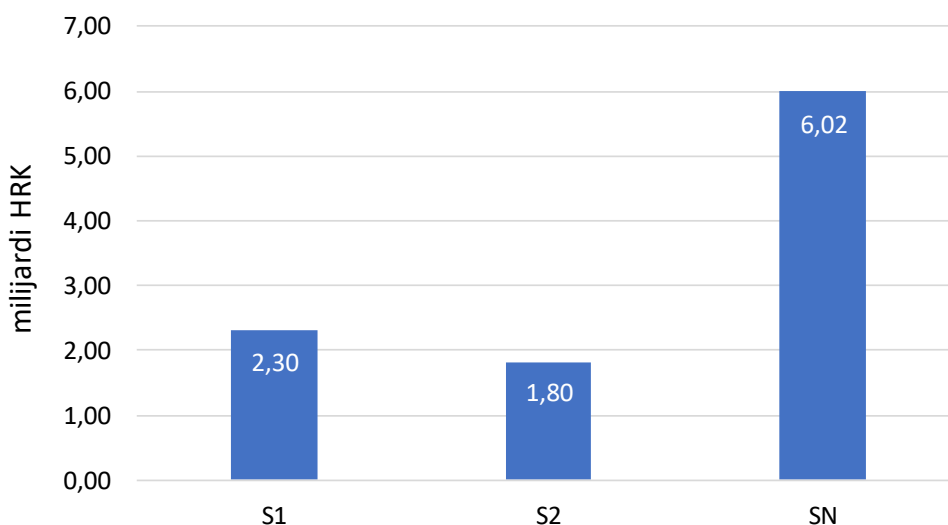


Slika 7-5: Procjena ulaganja u sustave daljinskog grijanja i hlađenja

Procijenjena potrebna ulaganja u sustave daljinskog grijanja i hlađenja do 2050. godine prema scenariju S1 iznose 2,3 milijarde kuna. Za scenarij S2 procijenjena ulaganja su manja u odnosu na scenarij S1 za oko 22 % te iznose 1,8 milijardi kuna. Procijenjena ulaganja u sustave daljinskog grijanja i hlađenja prema scenariju S_N iznose 6,02 milijarde kuna što je 162 % više u odnosu na scenarij S1 odnosno 234 % više u odnosu na scenarij S2 (slika 7-6).

Tablica 7-3: Usporedba ulaganja u sustave daljinskog grijanja i hlađenja prema scenarijima

Scenarij \ Razdoblje	S0	S1	S2	S _N	S _N -S1	S _N -S2	(S _N -S1)/S1	(S _N -S2)/S2
	milijardi kuna						%	
2021.-2030.	0,32	1,05	0,95	2,80	1,75	1,85	166	194
2031.-2040.	0,52	0,95	0,65	2,07	1,12	1,42	118	219
2041.-2050.	0,16	0,30	0,20	1,15	0,85	0,95	282	473
Ukupno	1,00	2,30	1,80	6,02	3,71	4,21	162	234

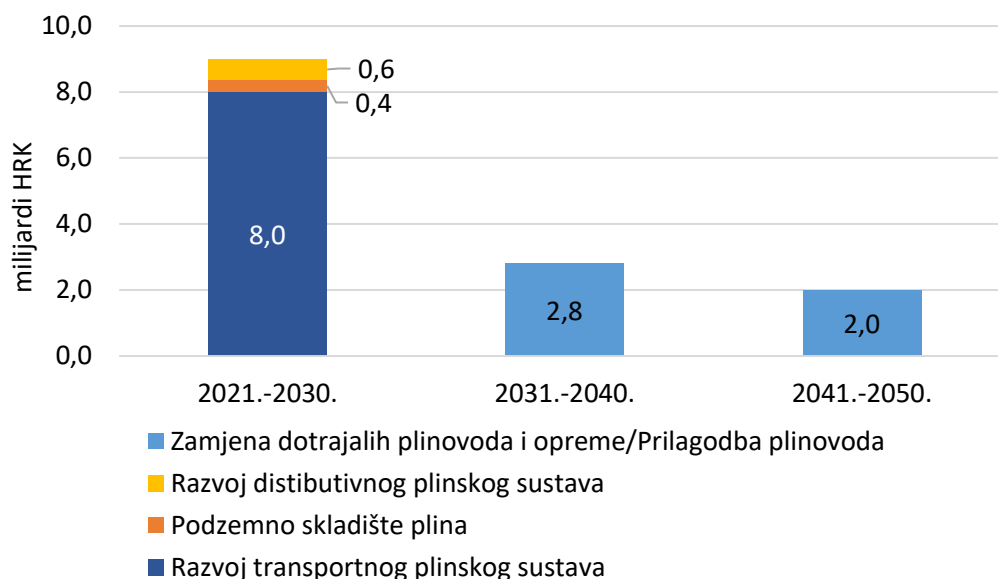


Slika 7-6: Usporedba procijenjenih ulaganja u sustave daljinskog grijanja i hlađenja prema scenarijima

7.1.5. Procjena ulaganja u razvoj sustava prirodnog plina

Analiza potrebnih ulaganja u razvoj sustava transporta plina detaljno je razrađena za prvo desetljeće promatranog planskog razdoblja, dok će ulaganja u sustav u drugom i trećem desetljeću u velikoj mjeri ovisiti o stupnju dekarbonizacije plinskog tržišta, kako u EU tako i u Republici Hrvatskoj.

U slučaju smanjenja potrošnje prirodnog plina prema projekcijama S_N scenarija, pretpostavljeno je da bi se očekivana ulaganja iz drugog i trećeg desetljeća potrebna za zamjenu dotrajalih plinovoda zamijenila ulaganjima potrebnim za siguran transport dekarboniziranih plinova.



Slika 7-7: Procjena ulaganja u razvoj sustava prirodnog plina

Struktura procijenjenih ukupnih ulaganja u razvoj sustava prirodnog plina od 2021. do 2050. godine navedena je u nastavku:

- razvoj transportnog plinskog sustava – 8 milijardi kuna
- ulaganja u razvoj skladišta prirodnog plina Grubišno Polje – 380 milijuna kuna
- ulaganja u distribucijski plinski sustav – 615 milijuna kuna
- dodatna ulaganja za zamjenu dotrajalih plinovoda i opreme, odnosno prilagodbu plinovoda za prihvata dekarboniziranih plinova (vodika ili slično) – 4,8 milijardi kuna.

Navedena ulaganja u budući razvoj plinskog transportnog sustava kao i eventualna izgradnja kopnenog terminala za ukapljeni prirodni plin u velikoj mjeri ovise o strateškom opredjeljenju zemalja u regiji i regionalnim potrebama za prirodnim plinom.

U ovom trenutku može se procijeniti da je u narednom kratkoročnom razdoblju zbog povećanja učinkovitosti transportnog sustava i potreba Republike Hrvatske strateški i ekonomski opravdano investirati oko 2 milijarde kuna u razvoj plinskog sustava, dok će ostale investicije ovisiti o ekonomskom interesu i strateškom opredjeljenju zemalja u regiji. Isto se odnosi i na povećanje kapaciteta terminala za ukapljeni prirodni plin.

Postojeći plinski transportni sustav se sastoji od relativno novog 75-barskog sustava i relativno starog 50-barskog sustava, koji će biti potrebno obnoviti u srednjoročnom i dugoročnom razdoblju. Obnova postojeće plinske mreže bit će uvjetovana dinamikom dekarbonizacije tržišta prirodnog plina, odnosno ulogom vodika i obnovljivog metana u budućem energetsom miksu.

Procjena ulaganja u istraživanje novih nalazišta plina uključena je u ukupna ulaganja u istraživanje ugljikovodika u sklopu procjene ulaganja u sektor nafte i naftnih derivata.

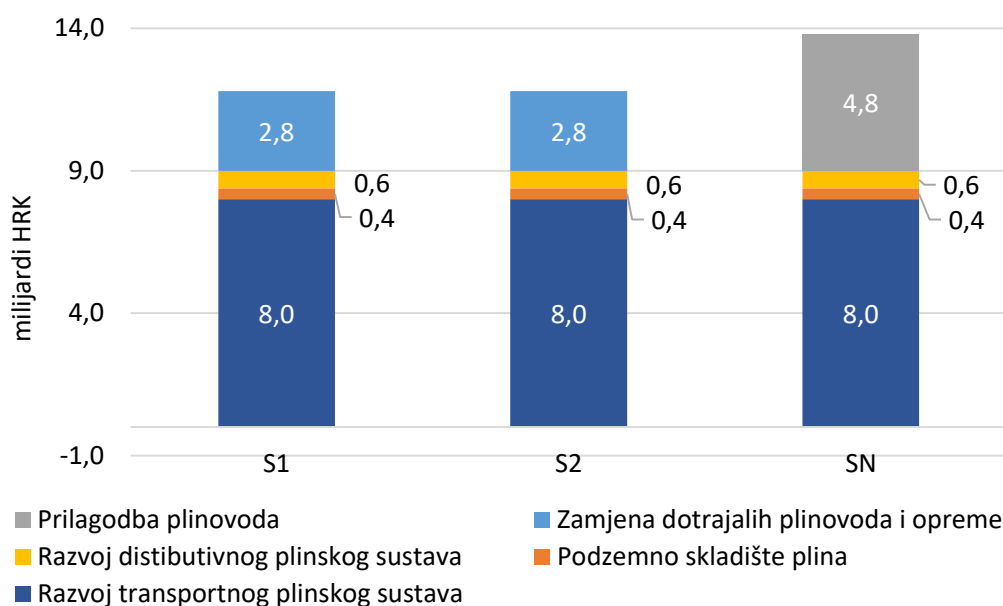
Procijenjena ulaganja u razvoj sustava prirodnog plina do 2050. godine prema scenarijima S1 i S2 iznose 11,8 milijardi kuna. Procijenjena potrebna ulaganja prema

scenariju S_N veća su za oko 17% u odnosu na scenarije S1 i S2 i iznose 13,8 milijardi kuna.

Tablica 7-4: Usporedba ulaganja u razvoj sustava prirodnog plina prema scenarijima

Scenarij	S0	S1	S2	S _N	S _N -S1	S _N -S2	(S _N -S1)/S1	(S _N -S2)/S2
Razdoblje	milijardi kuna						%	
2021.-2030.	9,00	9,00	9,00	9,00	0,00	0,00	0	0
2031.-2040.	2,80	2,80	2,80	2,80	0,00	0,00	0	0
2041.-2050.	0,00	0,00	0,00	2,00	2,00	2,00	-	-
Ukupno	11,80	11,80	11,80	13,80	2,00	2,00	17	17

Osnovna razlika u procjeni potrebnih ulaganja prema scenariju S_N u odnosu na scenarije S1 i S2 vezana je za strukturu ulaganja. Naime, scenarijem S_N, nakon 2031. godine pretpostavljena su ulaganja u prilagodbu plinovoda za prihvata dekarboniziranih plinova, dok su u scenarijima S1 i S2 ta ulaganja nakon 2031. godine predviđena za zamjenu dotrajalih plinovoda.



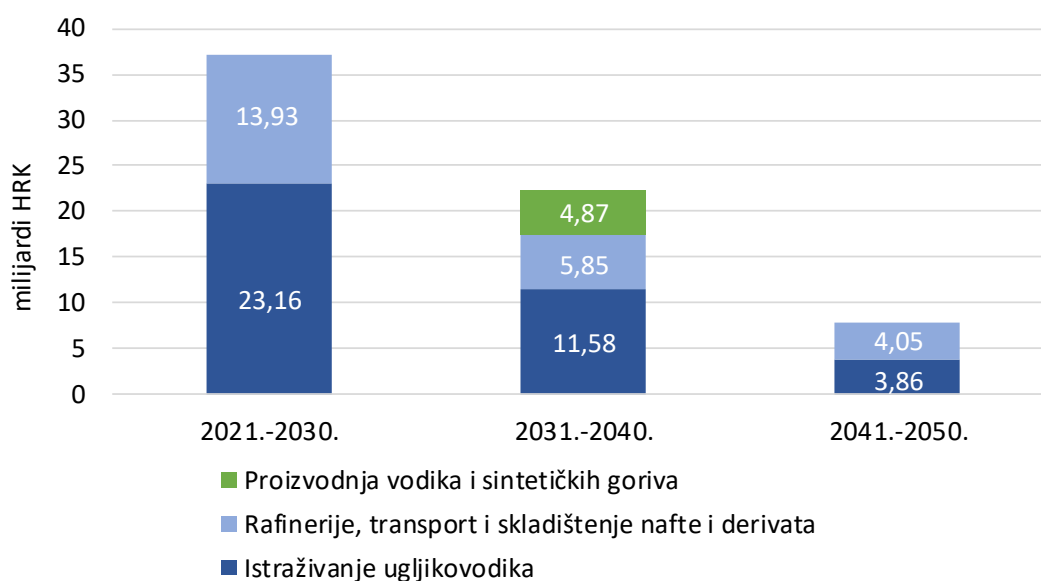
Slika 7-8: Usporedba procijenjenih ulaganja u razvoj sustava prirodnog plina prema scenarijima

7.1.6. Procjena ulaganja u sektor nafte i naftnih derivata

U razmatranom scenariju politike dekarbonizacije energetskega sektora, naftni sektor bit će pod snažnim utjecajem povećanja korištenja alternativnih goriva poput biogoriva, vodika, električne energije i dr. ali i povećanja energetske učinkovitosti. To će se naročito odraziti na rad rafinerija, transport i distribuciju nafte i naftnih derivata te tržište skladištenja.

Potrošnja naftnih derivata u Hrvatskoj će se postepeno smanjivati te će u 2030. godini iznositi oko 85 % potrošnje ostvarene 2018. godine. Nakon 2030. godine, a radi postizanja klimatske neutralnosti do 2050. godine, potrošnja naftnih derivata će se značajno smanjiti i u 2050. godini iznositi svega 25 % potrošnje ostvarene u 2018. godini. Osim postojećih naftnih derivata poput motornog benzina i dizelskog goriva, predviđena je i potrošnja vodika, sintetičkog plina i sintetičkih tekućih goriva. Jedan dio vodika i sintetičkih goriva proizvodit će se u rafineriji, a osnovna sirovina bit će prirodni plin. Postrojenja za proizvodnju vodika i sintetičkih goriva iz prirodnog plina moraju biti opremljena sustavom za izdvajanje CO₂ kako bi se on mogao trajno skladištiti u podzemlju.

Ulaganja u naftni sektor prvenstveno se odnose na investicije u istraživanje novih rezervi ugljikovodika radi povećanja domaće proizvodnje nafte i plina, odnosno produljenja komercijalne proizvodnje ugljikovodika do 2050. godine te ulaganja u modernizaciju rafinerijskih kapaciteta i u infrastrukturu za transport i skladištenje nafte i naftnih derivata. Smanjenu potražnju za naftnim derivatima, a time i smanjenje proizvodnje u rafinerijama, moguće je jednim dijelom kompenzirati ulaganjem u proizvodnju vodika i sintetičkih goriva uz primjenu CCS tehnologije.



Slika 7-9: Procjena ulaganja u istraživanje ugljikovodika, modernizaciju rafinerija, transport i skladištenje te proizvodnju vodika i sintetičkih goriva u rafineriji

Ukupna ulaganja u istraživanje ugljikovodika, modernizaciju rafinerijske prerade te transport i skladištenje nafte i naftnih derivata od 2021. do 2050. godine procjenjuju se na:

- istraživanje ugljikovodika – 38,6 milijardi kuna
- obnova rafinerija, infrastruktura za transport i skladištenje nafte i naftnih derivata – 23,8 milijardi kuna
- postrojenja za proizvodnju vodika i sintetičkih goriva – 3,7 milijardi kuna.

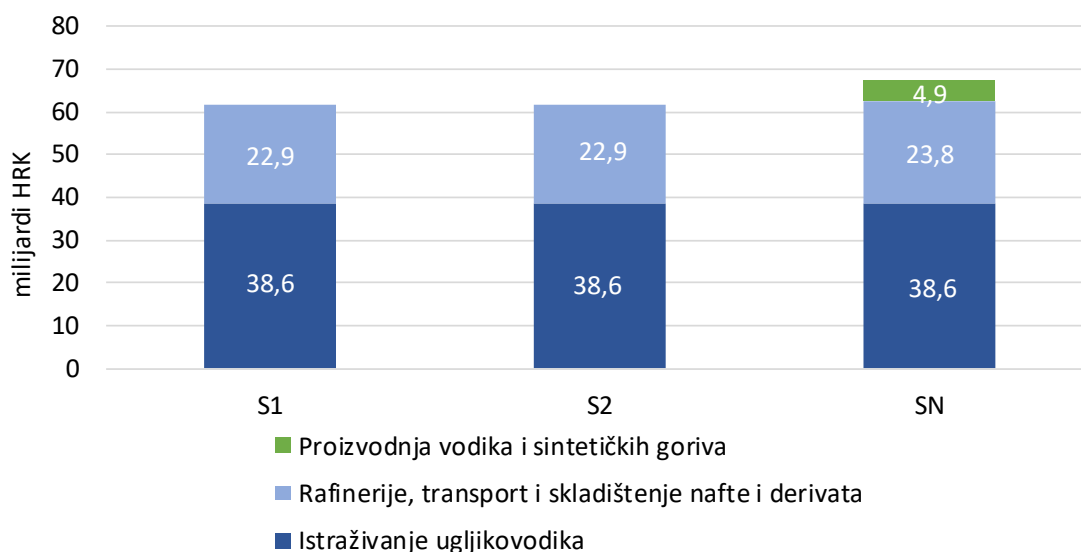
Promatrano u desetogodišnjim razdobljima, najveća ulaganja očekuju se u prvom promatranom desetljeću (2021. – 2030.), kada se očekuju najveća ulaganja u

istraživanje ugljikovodika, ali i u modernizaciju riječke rafinerije. Od 2031. do 2040. godine očekuju se ulaganja u proizvodnju vodika i sintetičkih goriva iz sirovine koja je fosilnog porijekla (prirodni plin). Navedena ulaganja uključuju i investicije u izdvajanje i skladištenje CO₂ pri toj proizvodnji.

Procijenjena ulaganja u sektoru nafte i naftnih derivata do 2050. godine prema scenarijima S1 i S2 iznose 61,51 milijardu kuna. Prema scenariju S_N, ona su veća za oko 9% i iznose 67,3 milijarde kuna. Povećani iznos ulaganja prvenstveno je vezan za proizvodnju vodika i sintetičkih goriva, i to one količine koje će se proizvoditi iz sirovine fosilnog porijekla uz primjenu CCS tehnologije.

Tablica 7-5: Usporedba ulaganja u sektor nafte i naftnih derivata prema scenarijima

Scenarij	S0	S1	S2	S _N	S _N -S1	S _N -S2	(S _N -S1)/S1	(S _N -S2)/S2
Razdoblje	milijardi kuna						%	
2021.-2030.	36,17	36,17	36,17	37,09	0,92	0,92	3	3
2031.-2040.	17,43	17,43	17,43	22,30	4,87	4,87	28	28
2041.-2050.	7,91	7,91	7,91	7,91	0,00	0,00	0	0
Ukupno	61,51	61,51	61,51	67,30	5,79	5,79	9	9



Slika 7-10: Usporedba procijenjenih ulaganja u naftni sektor prema scenarijima

7.1.7. Procjena ulaganja u proizvodnju vodika i sintetičkih goriva iz OIE-a

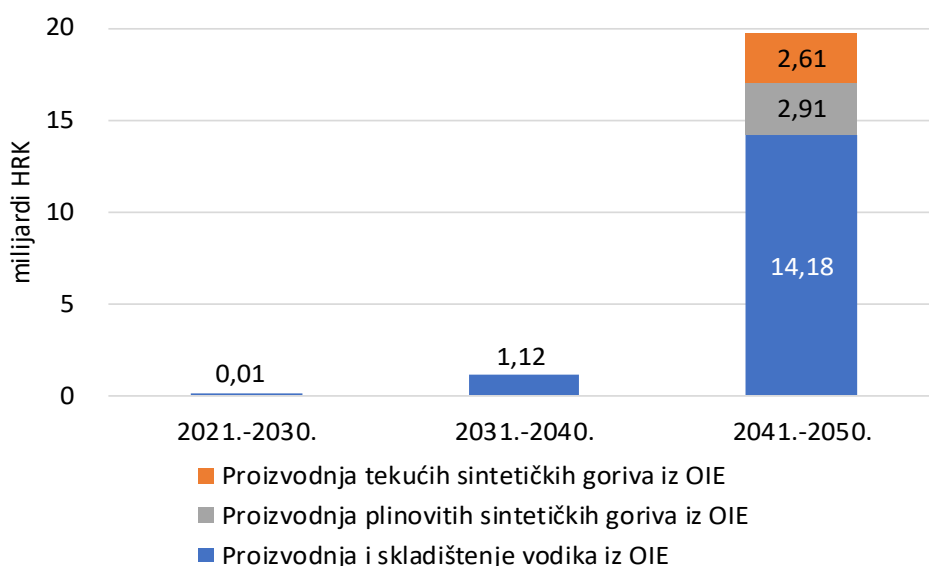
S_N scenarij obuhvaća proizvodnju značajne količine vodika procesom elektrolize (uz korištenje električne energije iz OIE-a), naročito od 2041. do 2050. godine. Vodik proizveden iz OIE-a koristiti će se prvenstveno kao alternativno gorivo u sektoru prometa ili kao ulazna komponenta za proizvodnju tekućih ili plinovitih sintetičkih goriva.

Pod investicijskim troškom podrazumijeva se postrojenje za proizvodnju vodika iz električne energije i vode te odgovarajuće dimenzionirani sustav za skladištenje.

Sintetička goriva koja nadomještaju fosilna dizelska, benzinska i mlazna goriva te prirodni plin zamjenjiva su te je moguće njihovo dodavanje u fosilna dizelska goriva uz vrlo visoke omjere miješanja ili ih je moguće upotrebljavati u čistom obliku u svim postojećim ili budućim dizelskim vozilima. Ta se goriva stoga mogu distribuirati, pohranjivati i upotrebljavati u okviru postojeće infrastrukture. Sintetička goriva koja nadomještaju benzin, kao što su metanol i drugi alkoholi, moguće je miješati s njim te uz neznatne prilagodbe, koristiti u okviru trenutne tehnologije vozila. Metanol je također moguće koristiti za plovidbu unutarnjim vodama i u pomorskom prometu na kratkim udaljenostima. Pod investicijskim troškom podrazumijevaju se odgovarajuće dimenzionirana postrojenja za metanizaciju te postrojenja metanolske sinteze ili Fischer-Tropschove sinteze.

Ukupna ulaganja u proizvodnju i skladištenje vodika te proizvodnju plinovitih i tekućih sintetičkih goriva iz OIE, -a od 2021. do 2050. godine procjenjuju se na:

- proizvodnja i skladištenje vodika iz OIE-a – 15,31 milijardi kuna
- proizvodnja tekućih sintetičkih goriva iz OIE-a – 2,61 milijardi kuna
- proizvodnja plinovitih sintetičkih goriva iz OIE-a – 2,91 milijardi kuna.



Slika 7-11: Procjena ulaganja u proizvodnju i skladištenje vodika te proizvodnju tekućih i plinovitih sintetičkih goriva iz OIE-a

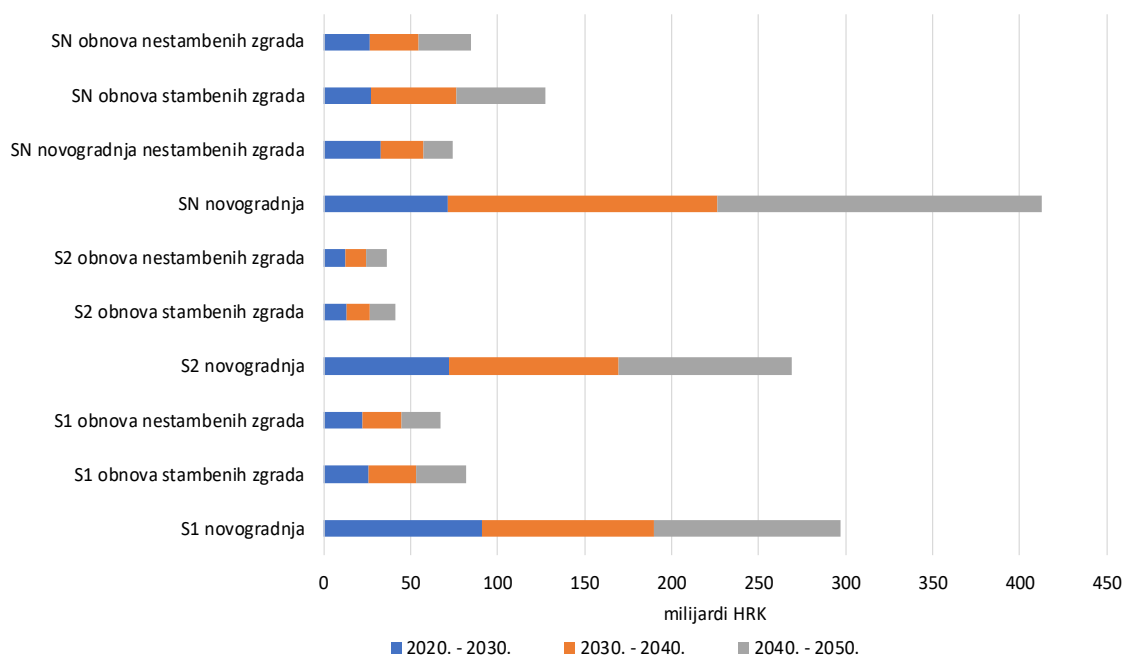
Predmetna ulaganja predstavljaju dodatan trošak u odnosu na scenarij ubrzane energetske tranzicije (S1), odnosno scenarij umjerene energetske tranzicije (S2).

7.1.8. Procjena ulaganja u zgradarstvu

Dekarbonizacija zahtijeva izuzetno visoko ulaganje u obnovu fonda zgrada, koje su zbog visoke investicijske vrijednosti i relativno najduljeg životnog vijeka vrlo tromi sustav. Za postizanje ciljeva u pogledu dekarbonizacije nužno je rekonstrukcijom

zahvatiti ukupan fond zgrada do razine gotovo nulte potrošnje energije ili budućeg ekvivalenta te razine.

U procjeni ulaganja ukupni investicijski trošak energetske obnove zgrada izračunat je uz sadašnje vrijednosti cijena obnove do nZEB standarda. Za stambene zgrade cijena je 1.500 kn/m², dok je za nestambene zgrade ona 2.500 kn/m², zbog postojanja složenijih tehničkih sustava u takvim zgradama. Značajna stavka u sektoru zgradarstva je izgradnja novih zgrada, koja se promatra zbog usporedbe ukupnih ulaganja. Očekivanje u razvojnim scenarijima, S1 i S2, je rast površine fonda stambenih zgrada za 29 milijuna m² i nestambenih zgrada za 7,6 milijuna m², kao posljedica demografskih kretanja i očekivanog gospodarskog razvoja do 2050. godine. Razliku u ukupnom ulaganju generira različiti intenzitet novogradnje u vezi s intenzivnom stopom demolacije (napuštanja) zgrada zbog depopulacije, što rezultira potrebom za zamjenskom gradnjom na alternativnim lokacijama s većim gospodarskim potencijalom. Posljedica demolacije je povećani pritisak na cijene novih lokacija i povećano opterećenje održavanjem preostale infrastrukture sa smanjenom gustoćom stanovanja. Drugi pokretač je bitno viša stopa rekonstrukcije zgrada, budući da scenarij S2 zahvaća prosječno 1,6% zgrada do 2050. godine, dok u scenariju klimatske neutralnosti stopa obnove od 2030. doseže punih 3% godišnje.



Slika 7-12: Usporedba procijenjenih ulaganja u sektor zgradarstva prema scenarijima

Procijenjena ulaganja u sektor zgradarstva do 2050. godine prema scenariju S1 iznose 446,13 milijardi kuna. Za scenarij S2 procijenjena ulaganja su manja u odnosu na scenarij S1 za oko 22% te iznose 346,61 milijardu kuna. Procijenjena ulaganja prema scenariju S_N iznose 699,42 milijarde kuna što je 57% više u odnosu na scenarij S1 odnosno dvostruko više u odnosu na scenarij S2 (tablica 7-6).

Tablica 7-6: Usporedba ulaganja u sektor zgradarstva prema scenarijima

Scenarij	S0	S1	S2	S _N	S _N -S1	S _N -S2	(S _N -S1)/S1	(S _N -S2)/S2
Razdoblje	milijardi kuna						%	
2021.-2030.	22,00	139,36	97,41	157,31	17,95	59,90	13	61
2031.-2040.	22,00	148,74	123,02	257,79	109,05	134,77	73	110
2041.-2050.	22,00	158,03	126,18	284,32	126,29	158,14	80	125
Ukupno	66,00	446,13	346,61	699,42	253,29	352,81	57	102

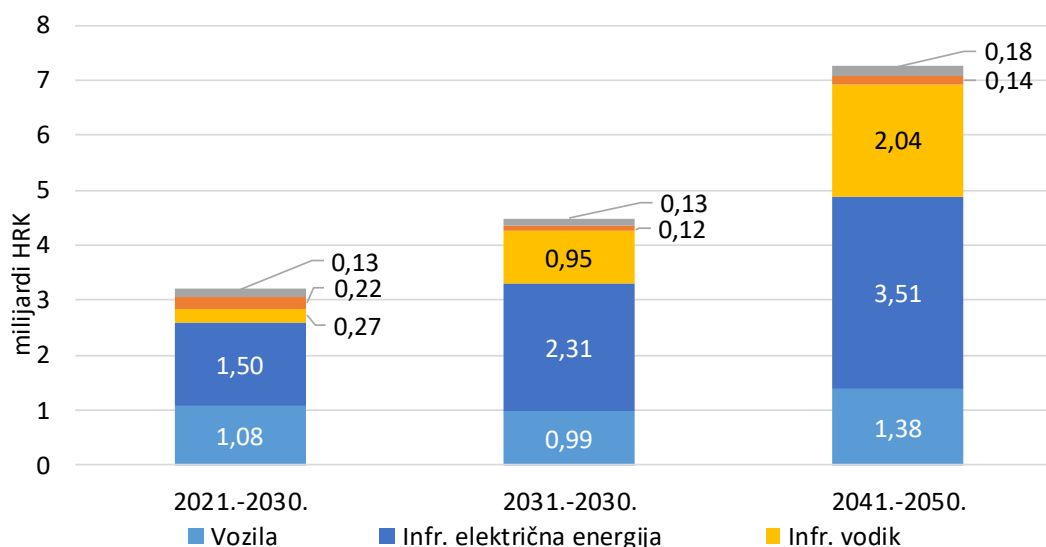
7.1.9. Procjena ulaganja u vozila i infrastrukturu za uvođenje alternativnih izvora energije u prometnom sektoru

Kako bi se postigli ciljevi definirani S_N scenarijem u Republici Hrvatskoj, nužno je osigurati izgradnju primjerenog broja javno dostupnih mjesta za opskrbu vozila i plovila alternativnim gorivima. Alternativna goriva su goriva ili izvori energije koji služe, barem djelomično, kao nadomjestak za izvore fosilnih goriva u opskrbi energijom i koji imaju potencijal doprinijeti dekarbonizaciji prometnog sustava te poboljšati okolišnu učinkovitost prometnog sektora. Ulaganja u izgradnju infrastrukture za alternativna goriva uključuju mjesta za punjenje električnih vozila i mjesta za opskrbu prirodnim plinom, uključujući bioplin, u plinovitom (stlačeni prirodni plin – SPP) i ukapljenom obliku (ukapljeni prirodni plin – UPP) te mjesta za opskrbu vodikom. Osim toga, u ranim fazama razvoja tržišta pojedinog alternativnog goriva, odnosno izvora energije, potrebno je osigurati poticajne mjere sufinanciranja nabave vozila s pogonom na alternativna goriva. Poticajne mjere sufinanciranja nabave vozila potrebno je orijentirati na alternativna goriva za koje je procjena stanja pokazala nedovoljnu razvijenost i neznatnu zastupljenost takvih vozila u ukupnom broju vozila te ih je potrebno vremenski ograničiti do trenutka kada se pokaže njihova dovoljna zastupljenost.

Ukupna ulaganja u infrastrukturu za prijenos alternativnih izvora energije na prometna vozila/plovila i u poticajne mjere sufinanciranja vozila s pogonom na alternativne izvore energije prema S_N scenariju od 2021. do 2050. godine procjenjuju se na:

- infrastruktura za punjenje električnom energijom – 7,32 milijardi kuna
- infrastruktura za punjenje SPP-om (SBM-om) – 0,48 milijardi kuna
- infrastruktura za punjenje UPP-om (SBM-om) – 0,44 milijardi kuna
- infrastruktura za punjenje vodikom – 3,26 milijardi kuna
- sufinanciranje nabave vozila – 3,45 milijardi kuna.

Troškovi ulaganja obuhvaćaju nabavu i instalaciju punionica električnom energijom (kućne punionice, punionice za sporo punjenje do 22 kW, punionice snage 50 kW za brzo punjenje, punionice snage iznad 50 kW za brzo punjenje), punionica stlačenog prirodnog plina (zajedno sa stlačenim biometanom) i ukapljenog prirodnog plina (zajedno s ukapljenim biometanom) i vodika te priključke na elektroenergetsku mrežu.

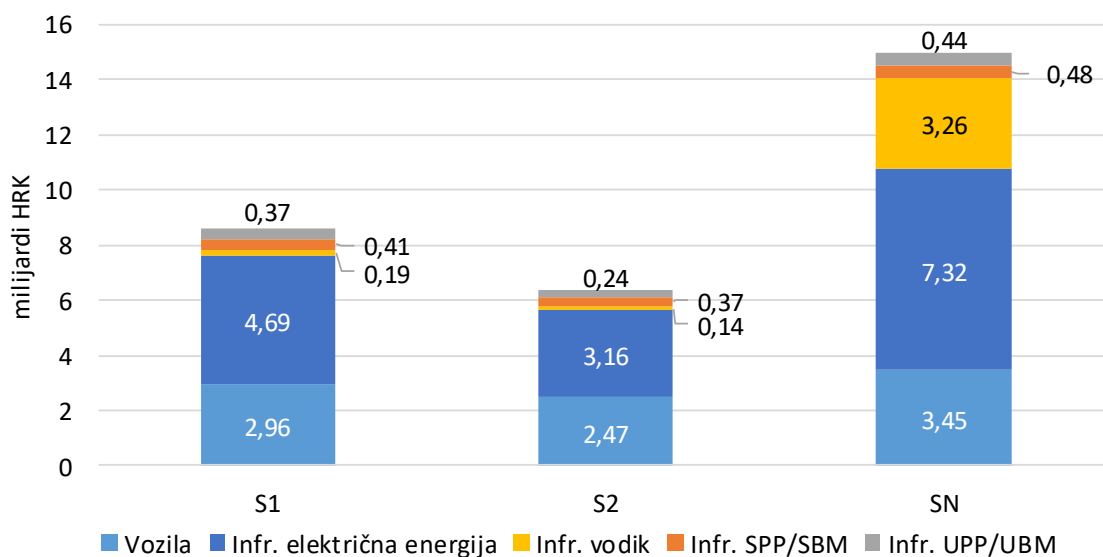


Slika 7-13: Procjena ulaganja u infrastrukturu za prijenos alternativnih izvora energije na prometna vozila/plovila i u vozila s pogonom na alternativne izvore energije

Procijenjena ulaganja u sektor prometa do 2050. godine prema scenariju S1 iznose 8,61 milijardu kuna. Za scenarij S2 procijenjena ulaganja su manja u odnosu na scenarij S1 za oko 26 % te iznose 6,37 milijardi kuna. Procijenjena ulaganja prema scenariju S_N iznose 14,96 milijardi kuna što je 74 % više u odnosu na scenarij S1 odnosno 135 % više u odnosu na scenarij S2 (slika 7-14).

Tablica 7-7: Usporedba ulaganja u sektor prometa prema scenarijima

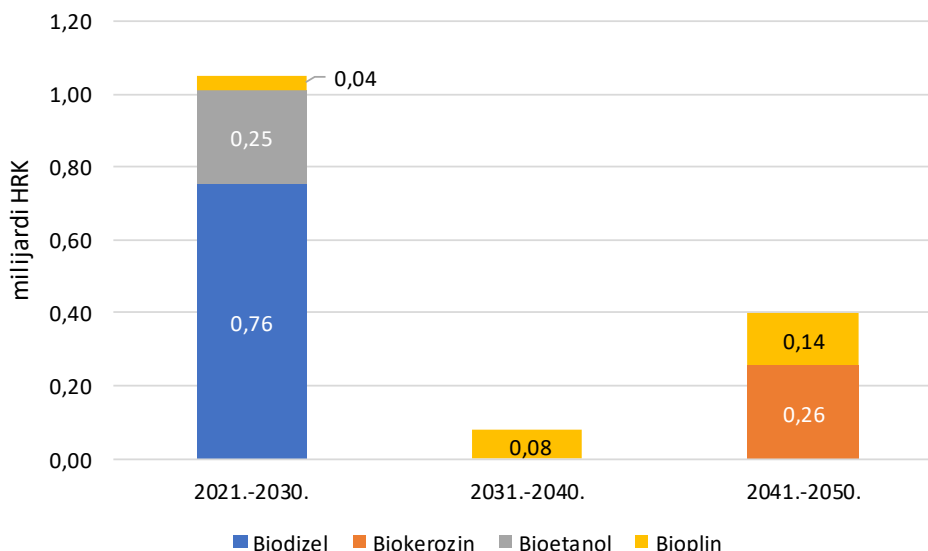
Scenarij \ Razdoblje	S0	S1	S2	S _N	S _N -S1	S _N -S2	(S _N -S1)/S1	(S _N -S2)/S2
	milijardi kuna						%	
2021.-2030.	0,39	1,52	1,34	3,20	1,69	1,87	111	140
2031.-2040.	0,53	1,90	1,57	4,50	2,59	2,92	136	186
2041.-2050.	1,18	5,19	3,46	7,26	2,07	3,80	40	110
Ukupno	2,10	8,61	6,37	14,96	6,34	8,58	74	135



Slika 7-14: Usporedba procijenjenih ulaganja u sektor prometa prema scenarijima

7.1.10. Procjena ulaganja u proizvodnju naprednih biogoriva

Za proizvodnju procijenjenih potrebnih količina tekućih biogoriva predviđene su investicije u pet biorafinerija: jedna na enzimatsku hidrolizu (bioetanol) i četiri biorafinerije koje bi koristile FT proces ili brzu pirolizu za dobivanje bioulja. pretpostavljeni kapaciteti za proizvodnju biogoriva dimenzionirani su na način da se ostvari maksimalno iskorištenje kapaciteta kroz cijelo promatrano razdoblje pri čemu se onda u nekim godinama pojavljuje potreba za uvozom određenih količina biogoriva.



Slika 7-15: Procjena ulaganja u kapacitete za proizvodnju naprednih biogoriva

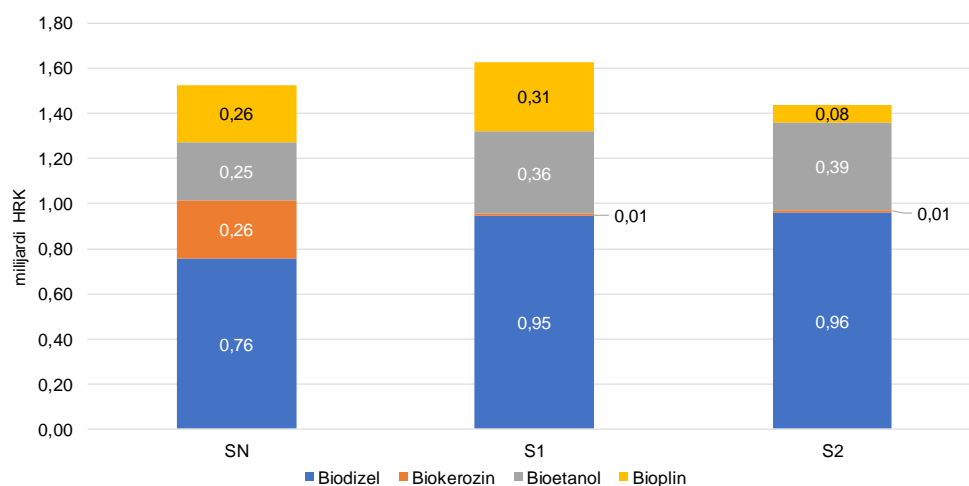
Predložena dinamika ulaganja u proizvodnju naprednih biogoriva za scenarij S_N, prema investicijskim razdobljima je:

- 2021. – 2030.: ulaganje u kapacitete za proizvodnju biodizela, bioetanola i bioplina: 1,05 milijardi kuna;
- 2031. – 2040.: ulaganje u izgradnju dodatnih 30 % proizvodnih kapaciteta za proizvodnju bioplina: 0,08 milijardi kuna;
- 2041. – 2050.: izgradnja biorafinerije za proizvodnju biokerozina te dodatnih proizvodnih kapaciteta za proizvodnju bioplina: 0,40 milijardi kuna.

Procijenjena ulaganja u proizvodnju naprednih biogoriva do 2050. godine prema scenariju S1 iznose 1,63 milijarde kuna. Za scenarij S2 procijenjena ulaganja su manja u odnosu na scenarij S1 za oko 12 % te iznose 1,44 milijarde kuna. Procijenjena ulaganja prema scenariju S_N iznose 1,53 milijarde kuna što je 6 % manje u odnosu na scenarij S1 odnosno 6 % više u odnosu na scenarij S2 (slika 7-16).

Tablica 7-8: Usporedba ulaganja u proizvodnju biogoriva prema scenarijima

Scenarij \ Razdoblje	S0	S1	S2	S _N	S _N -S1	S _N -S2	(S _N -S1)/S1	(S _N -S2)/S2
	milijardi kuna						%	
2021.-2030.	0,90	0,92	1,02	1,05	0,13	0,03	14	3
2031.-2040.	0,40	0,49	0,35	0,08	-0,41	-0,28	-84	-78
2041.-2050.	0,10	0,22	0,06	0,40	0,18	0,33	84	517
Ukupno	1,40	1,63	1,44	1,53	-0,10	0,09	-6	6



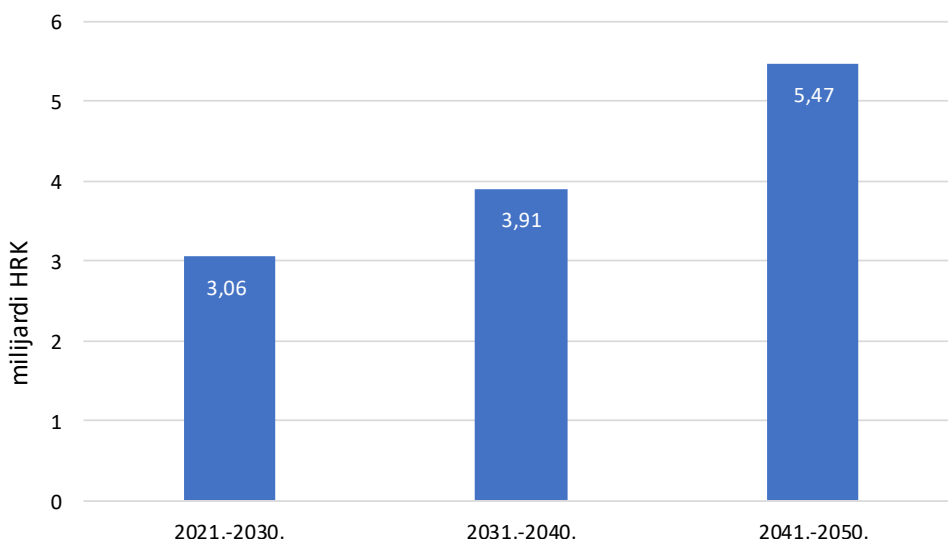
Slika 7-16: Usporedba procijenjenih ulaganja u proizvodnju naprednih biogoriva prema scenarijima

7.1.11. Procjena ulaganja u sunčane toplinske kolektore

Sunčani toplinski kolektori promatrani su kao sustav samo za pripremu potrošne tople vode (PTV), dok je njihova primjena kao nadopuna sustavu grijanja vrlo rijetka

moćnost. Primjena ove tehnologije u budućnosti ovisit će o cijeni električne energije, a ne o razvoju ove tehnologije.

Prema količini primjene, najviše kolektora očekuje se u sektoru kućanstava, (gotovo 50% ukupne količine), zatim slijedi sektor usluge te industrija i vrlo mala primjena u poljoprivredi. U ukupna ulaganja uključena je i postupna zamjena postojećih sustava kojima se vijek trajanja procjenjuje na 25 godina.



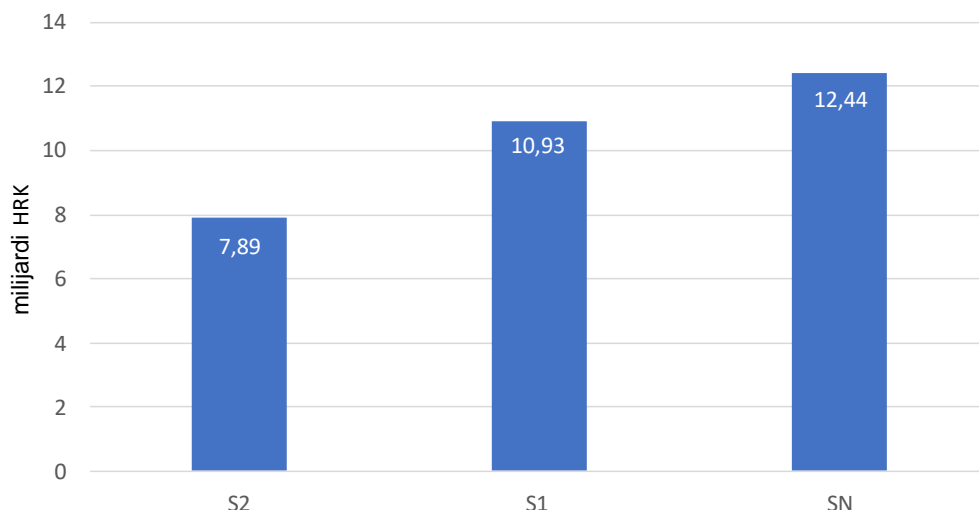
Slika 7-17: Procjena ulaganja u sunčane toplinske kolektore

Iz dijagrama je vidljivo da se očekuje eksponencijalni rast primjene sunčanih toplinskih kolektora s najvećim skokom u zadnjem razdoblju od 2041. do 2050. godine.

Procijenjena ulaganja u sunčane toplinske kolektore do 2050. godine prema scenariju S1 iznose 10,93 milijarde kuna. Za scenarij S2 procijenjena ulaganja su manja u odnosu na scenarij S1 za oko 28 % te iznose 7,89 milijardi kuna. Procijenjena ulaganja prema scenariju S_N iznose 12,44 milijarde kuna što je 14 % više u odnosu na scenarij S1 odnosno 58 % više u odnosu na scenarij S2 (slika 7-18).

Tablica 7-9: Usporedba ulaganja u sunčane toplinske kolektore prema scenarijima

Scenarij \ Razdoblje	S0	S1	S2	S _N	S _N -S1	S _N -S2	(S _N -S1)/S1	(S _N -S2)/S2
	milijardi kuna						%	
2021.-2030.	1,55	2,69	1,94	3,06	0,37	1,12	14	58
2031.-2040.	2,63	3,44	2,48	3,91	0,47	1,43	14	58
2041.-2050.	2,12	4,81	3,47	5,47	0,66	2,00	14	58
Ukupno	6,30	10,93	7,89	12,44	1,51	4,55	14	58



Slika 7-18: Usporedba procijenjenih ulaganja u sunčane toplinske kolektore prema scenarijima

Postojeća površina svih postavljenih sunčanih toplinskih kolektora u Hrvatskoj iznosi 300.000 m², a procijenjene površine prema razmatranim scenarijima, za razdoblje do 2050. godine, prikazane su u sljedećoj tablici.

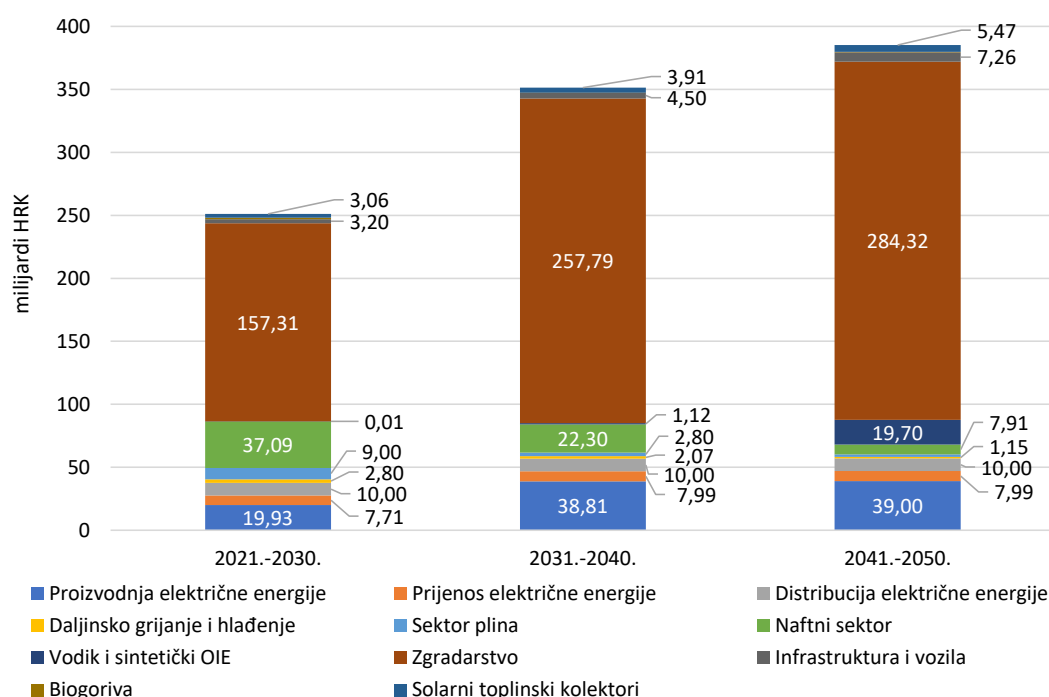
Tablica 7-10: Procijenjene površine sunčanih toplinskih kolektora prema scenarijima

Scenarij	S2	S1	S _N
Ukupna površina toplinskih kolektora (10 ⁶ m ²)	2,03	2,78	3,14

7.1.12. Procjena ukupnih ulaganja – energetski sektor

U prethodnim poglavljima prikazana su ulaganja po pojedinim energetskim sektorima za razdoblje od 2021. do 2050. godine. Razmatrani su sljedeći sektori: proizvodnja električne energije, prijenos električne energije, distribucija električne energije, daljinsko grijanje i hlađenje, plinski i naftni sektor, vodik i sintetički OIE, zgradarstvo, infrastruktura i vozila, biogoriva i sunčani toplinski kolektori. Zbrajajući ulaganja u navedenim sektorima dobiven je ukupan iznos ulaganja za razdoblje od 2021. do 2050. u iznosu od 987,7 milijardi kuna.

Po pitanju dinamike ulaganja prema scenariju S_N, ona rastu kroz tri promatrana desetljeća: od 251,15 milijardi kuna od 2021. do 2030. godine, na 351,37 milijardi od 2031. do 2040. te na 385,20 milijardi od 2041. do 2050. Po pitanju strukture ulaganja, najveći dio odnosi se na sektor zgradarstva koji sudjeluje sa 70 % u ukupnim ulaganjima. Slijedi ga sektor proizvodnje električne energije s udjelom nešto manje od 10 % te sektor nafte i naftnih derivata s 6,82 % (prvenstveno u prvim desetljećima). Svi ostali sektori sudjeluju s 3 % ili manje u ukupnim ulaganjima. Na slici 7-19 dan je grafički prikaz strukture ulaganja po razdobljima i promatranim energetskim sektorima prema scenariju S_N.

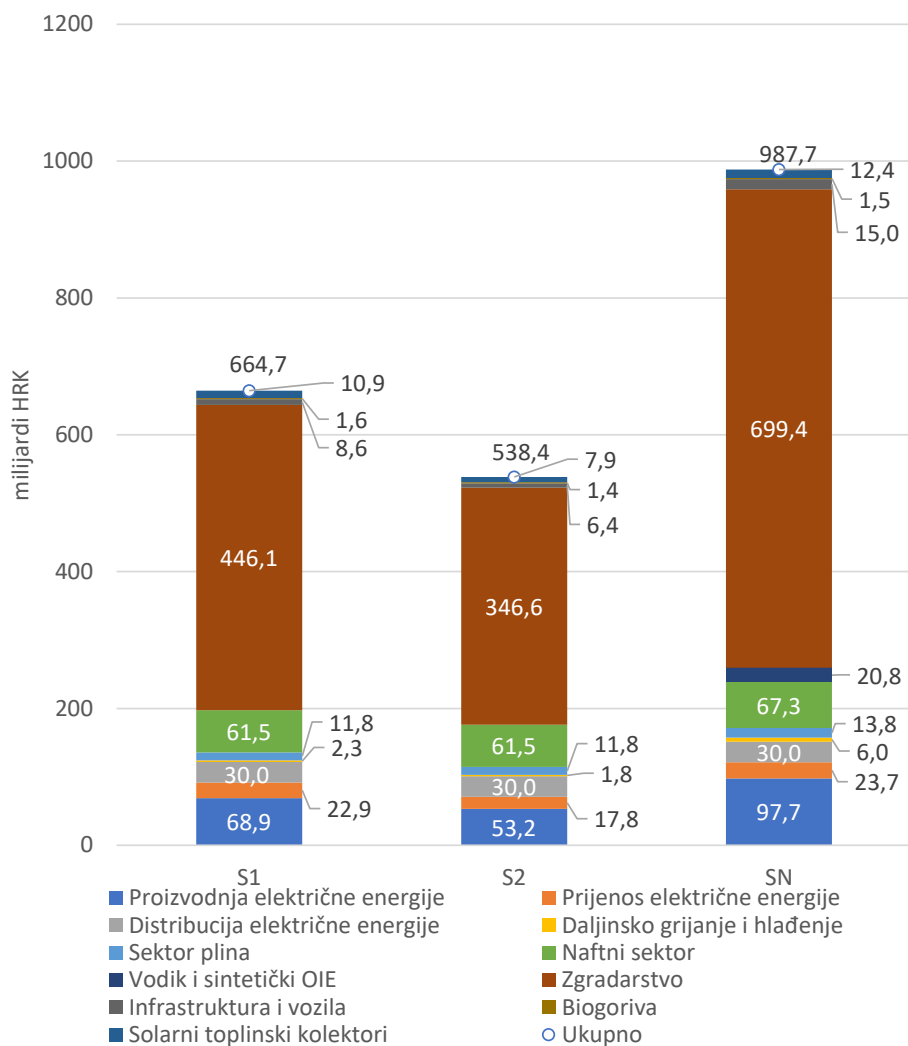


Slika 7-19: Procjena ukupnih ulaganja prema scenariju klimatske neutralnosti – energetski sektor

Procijenjena ukupna ulaganja do 2050. godine prema scenariju S1 iznose 664,67 milijardi kuna. Za scenarij S2 procijenjena ulaganja su manja u odnosu na scenarij S1 za oko 19 % te iznose 538,4 milijardu kuna. Procijenjena ulaganja prema scenariju S_N iznose 987,71 milijardu kuna što je 49 % više u odnosu na scenarij S1 odnosno 83 % više u odnosu na scenarij S2 (slika 7-20).

Tablica 7-11: Usporedba ukupnih ulaganja prema scenarijima – energetski sektor

Scenarij \ Razdoblje	S0	S1	S2	S _N	S _N -S1	S _N -S2	(S _N -S1)/S1	(S _N -S2)/S2
	milijardi kuna						%	
2021.-2030.	100,11	228,02	182,04	251,15	23,14	69,11	10	38
2031.-2040.	74,39	214,77	180,78	351,37	136,59	170,59	64	94
2041.-2050.	63,00	221,88	175,58	385,20	163,32	209,62	74	119
Ukupno	237,50	664,67	538,40	987,71	323,05	449,32	49	83



Slika 7-20: Usporedba procijenjenih ukupnih ulaganja u energetski sektor prema scenarijima

7.2. PROCJENA ULAGANJA U NE-ENERGETSKI SEKTOR

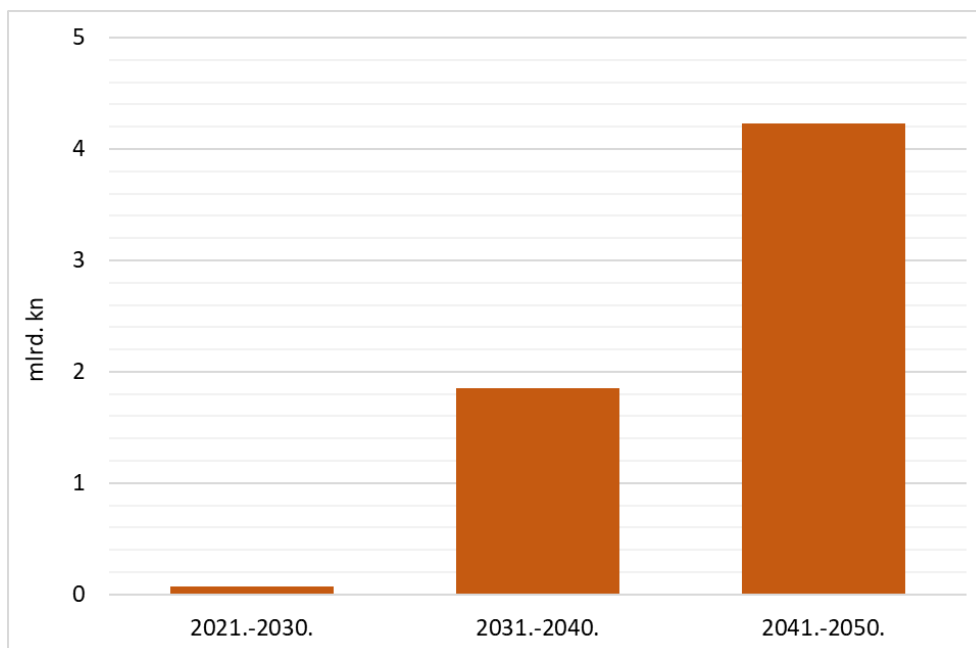
U ovom poglavlju prikazana je procjena potrebnih ulaganja do 2050. godine za analizirani scenarij klimatske neutralnosti (NUN) te je dana usporedba s niskougličnim scenarijima NU1 i NU2.

Prikazana procjena ulaganja odnosi se na investicije u mjere koje omogućavaju tranziciju, odnosno otklon od scenarija uobičajene prakse. To nisu ukupne investicije u ne-energetske sektore već razlike ukupnih investicija između scenarija klimatske neutralnosti i referentnog scenarija (NUR).

7.2.1. Procjena ulaganja u sektoru industrijskih procesa i upotrebe proizvoda

U ovom poglavlju prikazana je procjena potrebnih ulaganja do 2050. godine za analizirani scenarij klimatske neutralnosti koja se odnose na sektor industrijskih procesa i upotrebe proizvoda te je dana usporedba s niskougličnim scenarijima.

Procjena ulaganja prema scenariju klimatske neutralnosti podijeljena u desetogodišnja razdoblja prikazana je na slici 7-21.



Slika 7-21: Procjena ulaganja u sektoru industrijskih procesa i upotrebe proizvoda

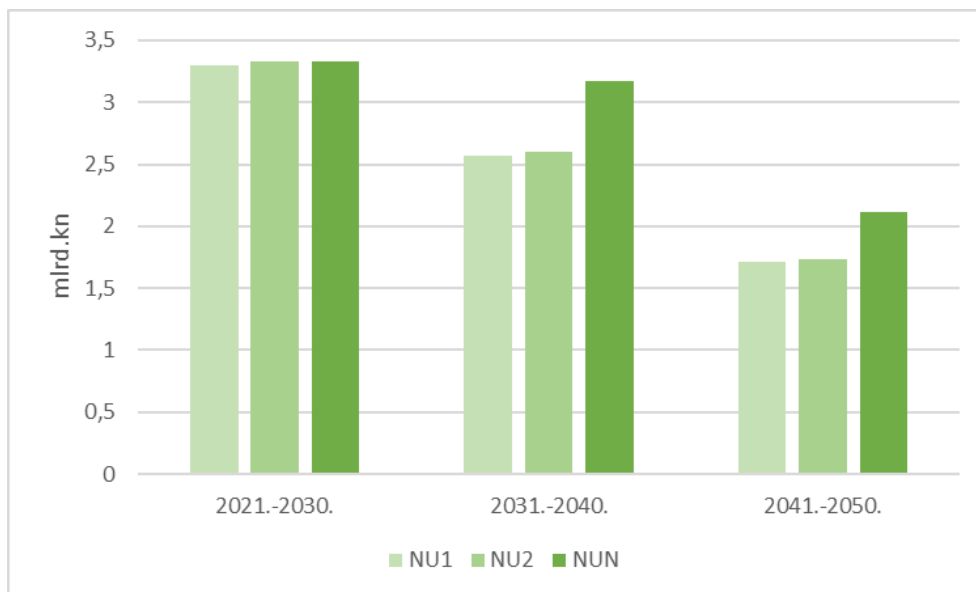
Procijenjena potrebna ulaganja u sektoru industrijskih procesa i upotrebe proizvoda u razdoblju do 2050. godine prema niskougličnom scenariju postupne tranzicije (NU1) iznose 0,22 milijarde kuna, dok za scenarij snažne tranzicije (NU2) iznose 3,1 milijardu kuna. Procijenjena ulaganja u sektoru prema scenariju klimatske neutralnosti iznose 6,16 milijardi kuna (tablica 7-12).

Tablica 7-12: Usporedba ulaganja u sektoru industrijskih procesa i upotrebe proizvoda prema scenarijima

Scenarij \ Razdoblje	NU1	NU2	NUN	(NUN-NU1)/NU1	(NUN-NU2)/NU2
	milijardi kuna			%	
2021.-2030.	0,07	0,07	0,07	0,0	0,0
2031.-2040.	0,07	0,07	1,86	2557	2557
2041.-2050.	0,08	2,96	4,23	5188	42,91
Ukupno	0,22	3,1	6,16	2700	98,71

7.2.2. Procjena ulaganja u poljoprivredi

Procjena ulaganja u sektor poljoprivreda prema niskougličnim scenarijima i scenariju klimatske neutralnosti, podijeljena desetogodišnja razdoblja, prikazana je na slici 7-22.



Slika 7-22: Procjena ulaganja u sektoru poljoprivrede prema scenarijima

Procijenjena potrebna ulaganja u sektoru poljoprivrede u razdoblju do 2050. godine prema niskougličnom scenariju postupne tranzicije (NU1) iznose 7,59 milijarde kuna, dok za scenarij snažne tranzicije (NU2) iznose 7,66 milijardi kuna. Procijenjena ulaganja u sektoru poljoprivrede prema scenariju klimatske neutralnosti (NUN) iznose 8,62 milijardi kuna (tablica 7-13).

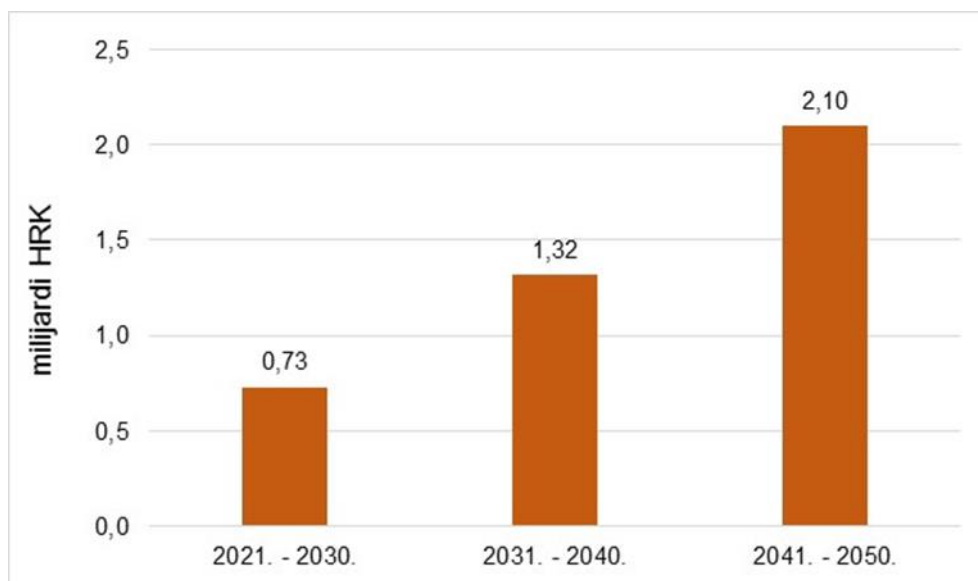
Tablica 7-13: Usporedba ulaganja u sektor poljoprivrede prema scenarijima

Scenarij \ Razdoblje	NU1	NU2	NUN	(NUN-NU1)/NU1	(NUN-NU2)/NU2
	milijardi kuna			%	
2021.-2030.	3,30	3,33	3,33	0,9	0,00
2031.-2040.	2,57	2,60	3,17	23,35	21,92
2041.-2050.	1,71	1,73	2,11	23,39	21,97
Ukupno	7,59	7,66	8,62	13,57	12,53

7.2.3. Procjena ulaganja u sektoru otpad

Prikazana je procjena potrebnih ulaganja do 2050. godine za analizirani scenarij za klimatsku neutralnost koja se odnose na sektor otpad te je dana usporedba s niskougličnim scenarijima.

Procjena ulaganja prema scenariju klimatske neutralnosti podijeljena u desetogodišnja razdoblja prikazana je na slici 7-23.



Slika 7-23: Procjena ulaganja u sektoru otpad

Procijenjena potrebna ulaganja u sektoru otpad u razdoblju do 2050. godine prema niskouglijčnim scenarijima postupne tranzicije (NU1) i snažne tranzicije (NU2), koji su jednaki (NU1=NU2), iznose 1,43 milijarde kuna. Procijenjena ulaganja u sektoru otpad prema scenariju za klimatsku neutralnost (NUN) iznose 4,14 milijardi kuna što je 190% više u odnosu na niskouglijčne scenarije (NU1=NU2) (tablica 7-14).

Tablica 7-14: Usporedba ulaganja u sektoru otpad prema scenarijima

Scenarij Razdoblje	NU1=NU2	NUN	$(NUN-(NU1=NU2))/(NU1=NU2)$
	milijardi kuna		%
2021.-2030.	0,53	0,73	37,87
2031.-2040.	0,50	1,32	164
2041.-2050.	0,40	2,10	425
Ukupno	1,43	4,14	190

7.2.4. Procjena ulaganja u sektoru LULUCF

U sektoru LULUCF vremenski okviri za povrat ulaganja su izrazito dugi. Iz toga su razloga dugoročne strategije važne za jačanje financiranja proizvodnje, istraživanja razvoja održivih i inovativnih tehnologija, te kasnijeg ulaganja. Osnaživanje sektora, povećanja njegove produktivnosti i otpornosti u cilju ublažavanja i prilagodbe klimatskim promjenama prvenstveno se postiže razvojem i održavanjem tehnologija primjenjivih u šumarstvu i agroekologiji. Kvantificiranje budućeg ulaganja sukladno je apsolutnom udjelu emisija/uklanjanja ugljikovog dioksida pojedine sektorske kategorije, potkategorije, odnosno spremnika ugljika, odnosno proizvoda prema

važeoj klasifikaciji¹⁵. U razdoblju od 2020. do 2030. godine procjena ulaganja u LULUCF sektor iznosi 0,61 mlrd. kuna, dok je u razdoblju od 2031. do 2050. godine taj iznos veći i iznosi 6,71 mlrd. kuna.

U šumarstvu i urbanom šumarstvu koje je vezano za naseljena područja potrebna su najveća ulaganja u gospodarenje i upravljanje šumama, zatim strojeve, motorna vozila i kopneni prijevoz, a od aktivnosti vezanih za poljoprivredno zemljište izdvajaju se ulaganja u biljnu proizvodnju, mehanizacija, opremu i trgovinu. U kategoriji travnjaka i močvarnih područja potreba je ulaganja u obrazovanje, razvoj i znanstveno istraživanje, ali i te uslužne djelatnosti. Ono što je značajno za ulaganja vezana za drvene proizvode su ulaganja u pridobivanje drva iz šume, preradu drva, ulaganja u strojeve, proizvodnja namještaja i trgovinu. Uz sve kategorije vezana su ulaganja u znanstveno istraživanje i razvoj, stručne i tehničke djelatnosti, obrazovanje i savjetodavne usluge.

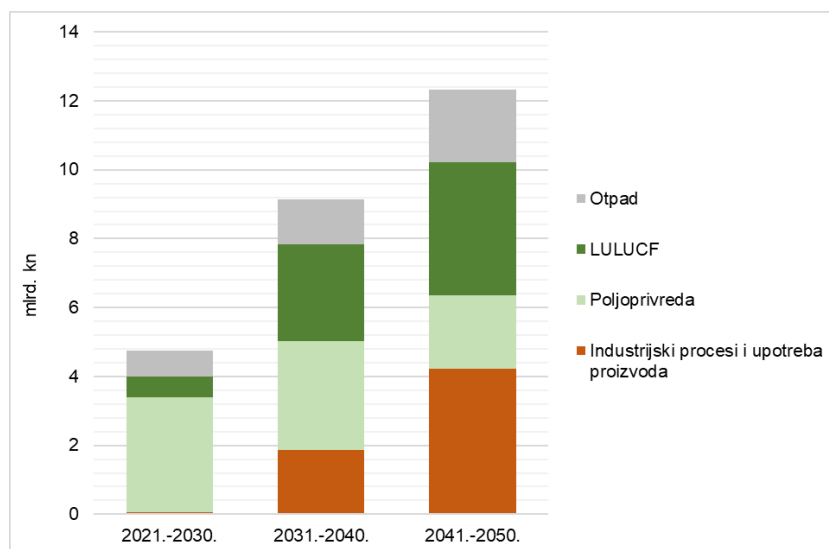
7.2.5. Procjena ukupnih ulaganja – ne-energetski sektor

Ukupna ulaganja u ne-energetskim sektorima za razdoblje od 2021. do 2050. godine iznose 26,3 milijarde kuna.

Po pitanju dinamike ulaganja prema scenariju klimatske neutralnosti, ona rastu kroz tri promatrana razdoblja: od 4,74 milijardi kuna od 2021. do 2030. godine, na 9,2 milijardi kuna od 2031. do 2040. te na 12,36 milijardi kuna od 2041. do 2050. Po pitanju strukture ulaganja, u prvoj promatranom razdoblju, najveći udio odnosi se na sektor poljoprivrede (70,2 %) u ukupnim ulaganjima. Ulaganja u sektoru poljoprivrede smanjuju se u drugom i trećem promatranom razdoblju. Rast ulaganja prema kraju 2050. godini značajan je u sektorima industrijskih procesa i upotrebe proizvoda, otpad te LULUCF.

Na slici 7-24 dan je grafički prikaz strukture ulaganja po razdobljima i promatranim ne-energetskim sektorima prema scenariju klimatske neutralnosti.

¹⁵ Klasifikacija proizvoda po djelatnostima Republike Hrvatske 2015.-KPD 2015 (Narodne novine 157/2014)



Slika 7-24: Procjena ukupnih ulaganja prema scenariju klimatske neutralnosti – ne-energetski sektori

Procijenjena ukupna ulaganja u razdoblju do 2050. godine prema niskougljičnom scenariju postupne tranzicije (NU1) iznose 9,23 milijarde kuna, dok za scenarij snažne tranzicije (NU2) iznose 12,19 milijardi kuna. Procijenjena ukupna ulaganja prema scenariju klimatske neutralnosti (NUN) iznose 26,3 milijarde kuna (tablica 7-15).

Tablica 7-15: Usporedba ukupnih ulaganja prema scenarijima – ne-energetski sektori

Scenarij \ Razdoblje	NU1	NU2	NUN	(NUN-NU1)/NU1	(NUN-NU2)/NU2
	milijardi kuna			%	
2021.-2030.	3,90	3,93	4,74	21,54	20,61
2031.-2040.	3,14	3,17	9,20	193,00	190,22
2041.-2050.	2,19	5,09	12,36	464,39	142,83
Ukupno	9,23	12,19	26,30	184,94	115,75

8. UTJECAJ NA GOSPODARSTVO

U ovom poglavlju je dana procjena makroekonomskih učinaka ulaganja u hrvatsko gospodarstvo definiranih analiziranim scenarijem klimatske neutralnosti.

Makroekonomski učinci su računati input-output analizom koja se temelji na input-output tablici za Republiku Hrvatsku za 2015. godinu. Analiza u obzir uzima izravne (direktne) i neizravne (indirektne), multiplikativne, učinke investicija koje su različitim procjenama disagregirane na pojedine djelatnosti (od ukupno 65 djelatnosti) koje se nalaze u simetričnoj input-output tablici, a s obzirom na specifičnost svake investicije. Izravni učinci obuhvaćaju dodatnu zaposlenost, odnosno dohodak, u sektorima koji proizvode dobra i usluge za potrebe zadovoljavanja dodatne finalne potražnje. Neizravni učinci obuhvaćaju neizravnu zaposlenost, odnosno dohodak, drugih sektora koji povećavaju razinu proizvodnje kako bi isporučili intermedijarne inpute potrebne za proizvodnju u sektoru koji izravno isporučuje output za potrebe finalne potražnje. Input-output model obuhvaća postojeće tehnološke veze između 65 različitih djelatnosti odnosno sektora hrvatskog gospodarstva. Omjer uvozne i domaće komponente temelji se na input-output tablici za 2015. godinu.

Rezultati analize su podijeljeni u tri razdoblja: od 2021. do 2030., od 2031. do 2040., i od 2041. do 2050. godine. Ujedno su prikazani i prosječni rezultati za cijelo razdoblje od 2021. do 2050. godine.

Rezultati su prikazani posebno za energetske sektor i za ne-energetske sektore te je dan prikaz ukupnog utjecaja na gospodarstvo scenarija klimatske neutralnosti.

8.1. UTJECAJ NA GOSPODARSTVO – ENERGETSKI SEKTOR

U ovom poglavlju je dana procjena makroekonomskih učinaka ulaganja u energetske sektor i hrvatsko gospodarstvo definiranih analiziranim scenarijem klimatske neutralnosti energetskog sektora.

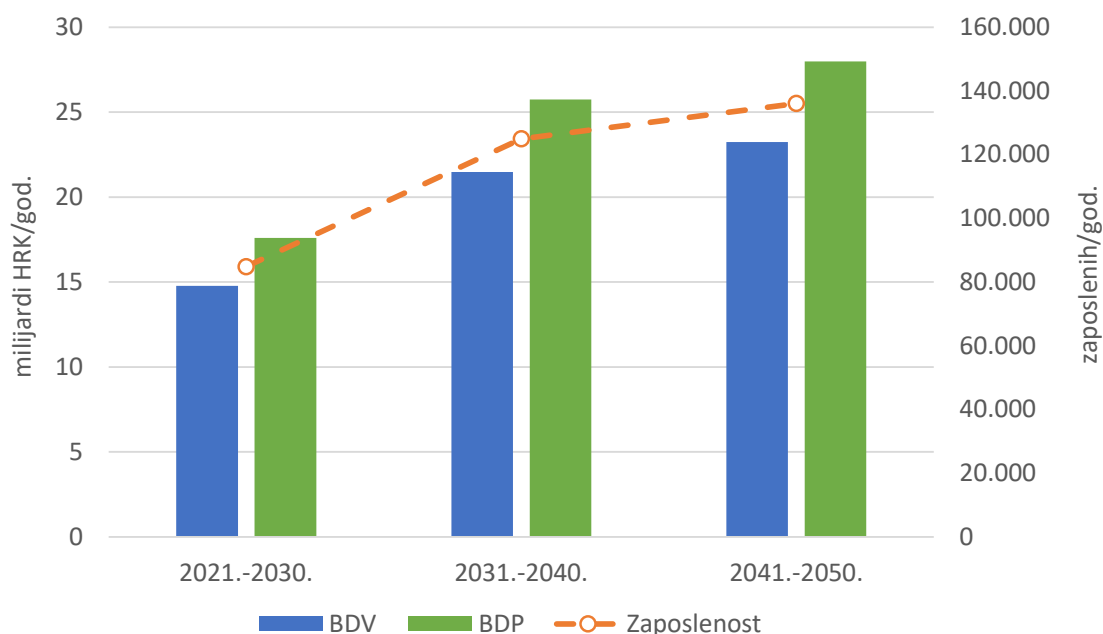
U potpoglavlju 8.1.1. prikazani su učinci ukupnih ulaganja procijenjenih prema scenariju klimatske neutralnosti energetskog sektora, dok su u potpoglavlju 8.1.2. prikazani makroekonomski učinci koji su povezani s potrebnim ulaganjima u mjere za postizanje scenarija klimatske neutralnosti energetskog sektora, a u odnosu na referentni scenarij.

8.1.1. Makroekonomski učinci ukupnih ulaganja prema scenariju klimatske neutralnosti energetskog sektora

U tablici 8-1 i na slici 8-1 prikazani su apsolutni godišnji učinci danih mjera prema scenariju S_N.

Tablica 8-1: Ukupni apsolutni godišnji učinci ulaganja – energetska sektor

Učinci Razdoblje	Inicijalna ulaganja	Dodana vrijednost	Uvozne potrebe	Porezni prihodi	Ukupni utjecaj na BDP	Zaposlenost
	milijardi kuna/god.					zaposlenih/god.
2021.-2030.	25,12	14,78	9,88	2,82	17,60	84.850
2031.-2040.	35,14	21,47	12,80	4,28	25,75	124.949
2041.-2050.	38,52	23,25	14,14	4,73	27,98	136.076
UKUPNO 2021.-2050.	32,92	19,83	12,28	3,94	23,78	115.292



Slika 8-1: Apsolutni godišnji učinci ulaganja prema razdobljima – energetska sektor

U prvom analiziranom razdoblju uz predviđene godišnje investicije od 25,3 milijardi kuna zaposlenost bi godišnje porasla za oko 85.000 zaposlenih, dodana vrijednost za 14,8 milijardi kuna, uvoz za oko 9,9 milijardi kuna, porezi za 2,8 milijardi kuna, a BDP bi porastao za 17,6 milijardi kuna.

U drugom analiziranom razdoblju uz predviđene godišnje investicije od 35,1 milijardi kuna zaposlenost bi godišnje porasla za oko 125.000, dodana vrijednost za 21,5 milijardi kuna, uvoz za oko 12,8 milijardi kuna, porezi za 4,3 milijardi kuna, a BDP bi porastao za 25,7 milijardi kuna.

U trećem analiziranom razdoblju uz predviđene godišnje investicije od 38,3 milijardi kuna zaposlenost bi godišnje porasla za oko 136.000, dodana vrijednost za 23,2 milijardi kuna, uvoz za oko 14,1 milijardi kuna, porezi za 4,7 milijardi kuna, a BDP bi porastao za 28 milijardi kuna.

U cjelokupnom analiziranom razdoblju uz predviđene godišnje investicije od 32,9 milijardi kuna zaposlenost bi prosječno godišnje porasla za oko 115.000 zaposlenih,

dodana vrijednost za 19,8 milijardi kuna, uvoz za oko 12,3 milijardi kuna, porezi za 3,9 milijardi kuna, a BDP bi porastao za 23,8 milijardi kuna.

U tablici 8-2 prikazani su ukupni relativni godišnji učinci ulaganja. Promjene su analizirane u odnosu na ukupnu razinu BDP-a i investicija iz 2019. godine te ukupnu zaposlenost iz 2019. godine. Hrvatski BDP je 2019. godine iznosio 400,1 milijardi kuna, ukupne investicije 82,7 milijardi kuna, a bilo je ukupno 1,692 milijuna zaposlenih radnika.

Tablica 8-2: Ukupni relativni godišnji učinci ulaganja (baza 2019. godina) – energetske sektor

Učinci Razdoblje	Inicijalna ulaganja	Dodana vrijednost	Uvozne potrebe	Porezni prihodi	Ukupni utjecaj na BDP	Zaposlenost
2021.-2030.	30,57%	4,50%	4,78%	4,14%	4,40%	5,01%
2031.-2040.	42,48%	6,54%	6,19%	6,29%	6,44%	7,38%
2041.-2050.	46,33%	7,08%	6,84%	6,95%	6,99%	8,04%
UKUPNO 2021.-2050.	39,79%	6,04%	5,93%	5,79%	5,94%	6,81%

Rezultati analize prvog razdoblja ukazuju da će ukupne investicije predviđene u analiziranom S_N scenariju utjecati na povećanje bruto domaćeg proizvoda (i bruto dodane vrijednosti) od 4,4 % (4,5 %) s obzirom na razinu BDP-a iz 2019. godine. Planirane investicije čine oko 30,6 % ukupno realiziranih investicija u Hrvatskoj 2019. godine. Zaposlenost će godišnje porasti za 5 % u odnosu na ukupan broj zaposlenih 2019. godine.

Rezultati analize drugog razdoblja ukazuju na značajnije makroekonomske učinke predviđenih investicija. Na taj način će ukupne investicije predviđene u S_N scenariju utjecati na povećanje BDP-a od 6,44 %, a BDV-a od 6,54 % u odnosu na razinu BDP-a iz 2019. godine. Planirane godišnje investicije u drugom razdoblju čine oko 42,5 % ukupno realiziranih investicija u Hrvatskoj 2019. godine. Zaposlenost će u 2031. godini porasti za 7,38 % u odnosu na razinu zaposlenosti iz 2019. godine. Također, kao i u prvom razdoblju, očekuje se da rast zaposlenosti neće imati istu dinamiku u idućim godinama.

Rezultati analize trećeg razdoblja ukazuju na još izraženije makroekonomske učinke predviđenih investicija s obzirom na njihov rast u trećem razdoblju. Na taj način će ukupne investicije predviđene u analiziranom scenariju utjecati na povećanje BDP-a od 6,99 % i BDV-a od 7,08 % u odnosu na razinu BDP-a iz 2019. godine. Planirane godišnje investicije u drugom razdoblju čine oko 46,3 % ukupno realiziranih investicija u Hrvatskoj 2019. godine. Zaposlenost će u 2041. godini porasti za 8,04 % u odnosu na razinu zaposlenosti iz 2019. godine. Također, kao i u prvom razdoblju očekuje se da rast zaposlenosti neće imati istu dinamiku u idućim godinama.

Rezultati analize ukupnoga analiziranog razdoblja od 2021. do 2050. godine ukazuju da će BDP porasti za 5,94 %, a BDV za 6,04 % s obzirom na razinu BDP-a iz 2019.

godine. Planirane investicije čine oko 39,8 % ukupno realiziranih investicija u Hrvatskoj 2019. godine. Zaposlenost će godišnje porasti za 6,81 % u odnosu na ukupan broj zaposlenih 2019. godine.

Provedena analiza i dobiveni rezultati ukazuju na značajne makroekonomske učinke ulaganja na hrvatsko gospodarstvo, prikazano kroz utjecaj na BDP i zaposlenost. Pritom su svi rezultati iskazani kao prosječne apsolutne godišnje promjene.

U tablici 8-3 je prikazana usporedba apsolutnih godišnjih učinaka ulaganja prema scenarijima S0, S1, S2 i scenariju klimatske neutralnosti S_N. Prosječne godišnje investicije prema scenariju S_N iznose 32,9 milijardi kuna te su u odnosu na scenarij S1 veće za 48 %, a u odnosu na S2 za 83 %.

Veći iznos investicija prema scenariju S_N rezultira: većim porastom zaposlenosti za 75 %, dodane vrijednosti za 60 %, uvoza za 32 %, poreza za 68% te BDP-a za 61 % u odnosu na scenarij S1.

Promatrano u odnosu na scenarij S2, porast zaposlenosti je veći za 118 %, dodana vrijednost za 99 %, uvoz za 62 %, porezi za 114 % te BDP za 101 %.

Tablica 8-3: Usporedba ukupnih apsolutnih godišnjih učinaka ulaganja prema scenarijima – energetski sektor

Učinci	Inicijalna ulaganja	Dodana vrijednost	Uvozne potrebe	Porezni prihodi	Ukupni utjecaj na BDP	Zaposlenost
Scenarij	milijardi kuna/god.					zaposlenih/god.
S0	7,9	4,0	3,7	0,7	4,7	22.565
S1	22,2	12,4	9,3	2,3	14,8	66.025
S2	18,0	10,0	7,6	1,8	11,8	52.831
S _N	32,9	19,8	12,3	3,9	23,8	115.292

Važno je napomenuti kako su učinci iskazani u odnosu na bazne vrijednosti zaposlenosti, dodane vrijednosti i ostalih varijabli, te kako s vremenom te vrijednosti rastu, i učinak će biti relativno slabiji. Nadalje, treba uzeti u obzir kako izračun učinka na zaposlenost pretpostavlja punu iskorištenost inputa rada u domaćem gospodarstvu s implikacijom da je stvarni učinak ipak manji. Naime, visok učinak rasta zaposlenosti implicira povećani input rada u proizvodnom procesu, koji će se djelomično odraziti na rast produktivnosti i povećanje broja radnih sati, a tek djelomično na povećanje broja radnih mjesta. Slično, pretpostavlja se kako prosječne stope poreza i subvencija na proizvode (većina kojih je u obliku PDV-a) dane prema skupinama proizvoda i usluga u *input-output* tablici ostaju nepromijenjene tijekom promatranog razdoblja. Istovjetno vrijedi i za pretpostavku o uvozu proizvoda u zadanim proporcijama (prema *input-output* tablici iz 2015.), kao i za fiksne udjele dodane vrijednosti u proizvodnji.

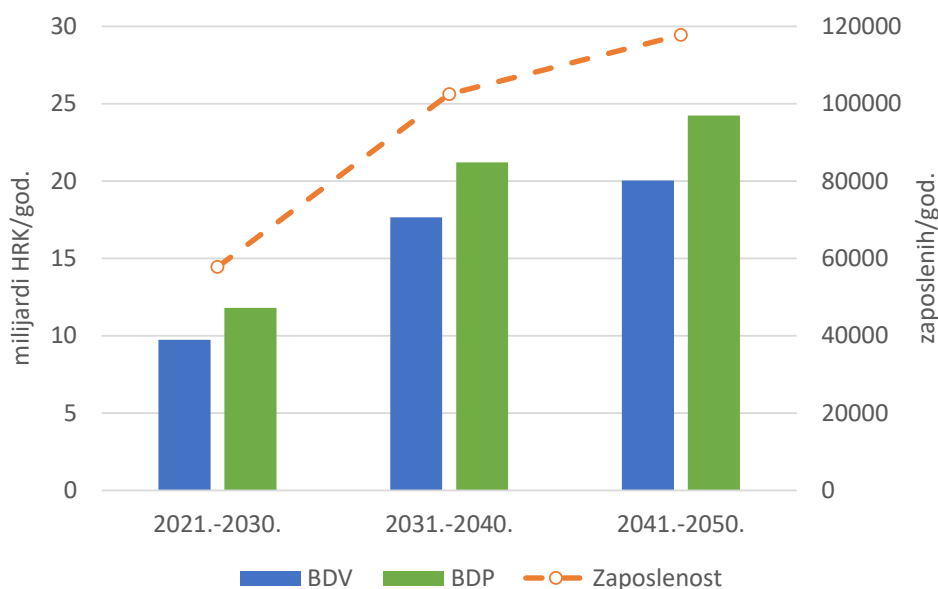
8.1.2. Makroekonomski učinci ulaganja prema scenariju klimatske neutralnosti u odnosu na referentni scenarij energetskeg sektora

U nastavku su prikazani makroekonomski učinci koji su povezani s potrebnim ulaganjima u mjere za postizanje S_N scenarija, a u odnosu na referentni scenarij S₀.

U tablici 8-4 i na slici 8-2 prikazani su apsolutni godišnji učinci mjera potrebnih za ostvarenje scenarija S_N u odnosu na referentni scenarij S₀, odnosno na razliku procijenjenih ulaganja prema scenarijima S_N i S₀.

Tablica 8-4: Godišnji učinci ulaganja prema scenariju klimatske neutralnosti u odnosu na referentni scenarij – energetskeg sektora

S _N – S ₀	Inicijalna ulaganja	Dodana vrijednost	Uvozne potrebe	Porezni prihodi	Ukupni utjecaj na BDP	Zaposlenost
	milijardi kuna/god.					zaposlenih/god.
2021.-2030.	15,10	9,74	5,24	2,07	11,81	57.837
2031.-2040.	27,70	17,66	9,36	3,55	21,20	102.515
2041.-2050.	32,22	20,05	11,17	4,19	24,24	117.827
UKUPNO 2021.-2050.	25,01	15,82	8,59	3,27	19,08	92.727



Slika 8-2: Godišnji učinci ulaganja prema scenariju klimatske neutralnosti u odnosu na referentni scenarij – energetskeg sektora

U prvom analiziranom razdoblju uz predviđene godišnje investicije od 15,1 milijardi kuna (dodatno u odnosu na scenarij S₀), zaposlenost bi godišnje porasla za oko 57.800 zaposlenih, dodana vrijednost za 9,7 milijardi kuna, uvoz za oko 5,2 milijardi

kuna, porezi za 2,1 milijardi kuna, a BDP bi porastao za 11,8 milijardi kuna, dodatno u odnosu na referentni S0 scenarij.

U drugom analiziranom razdoblju uz predviđene godišnje investicije od 27,7 milijardi kuna (dodatno u odnosu na scenarij S0), zaposlenost bi godišnje porasla za oko 102.500, dodana vrijednost za 17,7 milijardi kuna, uvoz za oko 9,4 milijardi kuna, porezi za 3,6 milijardi kuna, a BDP bi porastao za 21,2 milijardi kuna, dodatno u odnosu na referentni S0 scenarij.

U trećem analiziranom razdoblju uz predviđene godišnje investicije od 32,2 milijardi kuna (dodatno u odnosu na scenarij S0), zaposlenost bi godišnje porasla za oko 118.000, dodana vrijednost za 20,1 milijardi kuna, uvoz za oko 11,2 milijardi kuna, porezi za 4,2 milijardi kuna, a BDP bi porastao za 24,2 milijardi kuna.

U cjelokupnom analiziranom razdoblju uz predviđene godišnje investicije od 25 milijardi kuna (dodatno u odnosu na scenarij S0), zaposlenost bi prosječno godišnje porasla za oko 92.700 zaposlenih, dodana vrijednost za 15,8 milijardi kuna, uvoz za oko 8,6 milijardi kuna, porezi za 3,3 milijardi kuna, a BDP bi porastao za 19,1 milijardi kuna.

8.2. UTJECAJ NA GOSPODARSTVO – NE-ENERGETSKI SEKTOR

U ovom poglavlju je dana procjena makroekonomskih učinaka ulaganja u ne-energetski sektor i hrvatsko gospodarstvo definiranih analiziranim scenarijem klimatske neutralnosti ne-energetskih sektora.

Za procjenu učinaka korištena su predviđena ukupna investicijska ulaganja u iznosu od 26,3 milijardu kuna i njihova struktura po djelatnostima hrvatskog gospodarstva, od čega u razdoblju od 2021. do 2030. godine 4,74 milijardi kuna, u razdoblju od 2031. do 2040. godine 9,2 milijarde kuna, a u razdoblju od 2041. do 2050. godine 12,36 milijardi kuna. Navedeni iznos investicijskih ulaganja ne predstavljaju ukupna ulaganja za razvoj sektora već ulaganja koja su potrebna za odmak prema scenariju klimatske neutralnosti. Pretpostavka analize je da su investicije linearno raspoređene po godinama odnosno da se prosječno godišnje u prvom razdoblju investira 474 milijuna kuna, u drugom razdoblju 920 milijuna kuna, u trećem razdoblju 1,236 milijardi kuna odnosno 877 milijuna kuna prosječno godišnje kroz cijelo analizirano razdoblje od 30 godina.

U tablici 8-5 su prikazani apsolutni godišnji učinci analiziranih mjera prema scenariju klimatske neutralnosti.

Tablica 8-5: Ukupni apsolutni godišnji učinci ulaganja – ne-energetski sektori

Učinci Razdoblje	Inicijalna ulaganja	Dodana vrijednost	Uvozne potrebe	Porezni prihodi	Ukupni utjecaj na BDP	Zaposlenost
	milijuna kuna/god.					zaposlenih/god.
2021.-2030.	474	309	151	33	342	1.965
2031.-2040.	920	573	319	59	632	4.131
2041.-2050.	1.236	749	449	75	824	5.398
UKUPNO 2021.-2050.	877	544	306	56	599	3.831

U prvom analiziranom razdoblju uz predviđene godišnje investicije od 474 milijuna kuna zaposlenost bi godišnje porasla za oko 2.000 zaposlenih, dodana vrijednost za 309 milijuna kuna, uvozne potrebe za 151 milijun kuna, porezni prihodi za 33 milijuna kuna, a BDP bi porastao za 342 milijuna kuna.

U drugom analiziranom razdoblju uz predviđene godišnje investicije od 920 milijuna kuna zaposlenost bi godišnje porasla za oko 4.100 zaposlenih, dodana vrijednost za 573 milijuna kuna, uvozne potrebe za 319 milijuna kuna, porezni prihodi za 59 milijuna kuna, a BDP bi porastao za 632 milijuna kuna.

U trećem analiziranom razdoblju uz predviđene godišnje investicije od 1.236 milijuna kuna zaposlenost bi godišnje porasla za oko 5.400 zaposlenih, dodana vrijednost za 749 milijuna kuna, uvozne potrebe za 449 milijuna kuna, porezni prihodi za 75 milijuna kuna, a BDP bi porastao za 824 milijuna kuna.

U ukupnom analiziranom razdoblju uz predviđene prosječne godišnje investicije od 877 milijuna kuna zaposlenost bi prosječno godišnje porasla za skoro 4.000 zaposlenih, dodana vrijednost za 544 milijuna kuna, uvozne potrebe za 306 milijuna kuna, porezni prihodi za 56 milijuna kuna, a BDP bi porastao za 599 milijuna kuna.

U tablici 8-6 prikazani su ukupni relativni godišnji učinci ulaganja. Promjene su analizirane u odnosu na BDP i razinu investicija u 2019. godini te ukupnu zaposlenost u 2019. godini. Hrvatski BDP je 2019. godine iznosio 402.337 milijuna kuna, ukupne investicije 84.578 milijuna kuna, a bilo je ukupno 1,699 milijuna zaposlenih radnika.

Tablica 8-6: Ukupni relativni godišnji učinci ulaganja (baza 2019. godina) – ne-energetski sektori

Učinci Razdoblje	Inicijalna ulaganja	Dodana vrijednost	Uvozne potrebe	Porezni prihodi	Ukupni utjecaj na BDP	Zaposlenost
	2021.-2030.	0,56%	0,09%	0,07%	0,05%	0,08%
2031.-2040.	1,09%	0,17%	0,15%	0,09%	0,16%	0,24%
2041.-2050.	1,46%	0,23%	0,21%	0,11%	0,20%	0,32%
UKUPNO 2021.-2050.	1,04%	0,16%	0,15%	0,08%	0,15%	0,23%

Rezultati analize prvog razdoblja ukazuju da će ukupne investicije predviđene planom ulaganja utjecati na povećanje bruto domaćeg proizvoda (i bruto dodane vrijednosti) od oko 0,1 % s obzirom na razinu BDP iz 2019. godine. Doprinos primarnog sektora (poljoprivrede) rastu je 12 %, sekundarnog (industrije) 35 % a tercijarnog (uslužnog) 52 %. Zaposlenost će u prvoj godini porasti za oko 0,12 % u odnosu na ukupan broj zaposlenih 2019. godine, od čega gotovo 26 % u primarnom sektoru, oko 34 % u industriji i oko 40 % u tercijarnim sektoru. Za očekivati je da rast zaposlenosti neće imati istu dinamiku u idućim godinama zbog rasta produktivnosti radnika, primjene novih tehnologija, premještanja radnika sa završenih radova na nove radove i sl. Rast ukupne zaposlenosti u prvom razdoblju, uz pretpostavku da investicijski ciklus traje dvije godine, bi iznosila ukupno oko 4.000 (novozaposlenih) radnika.

Rezultati analize drugog razdoblja ukazuju da će ukupne investicije predviđene planom ulaganja utjecati na povećanje bruto domaćeg proizvoda (i bruto dodane vrijednosti) od oko 0,2 % s obzirom na razinu BDP iz 2019. godine. Doprinos primarnog sektora rastu je 23 %, sekundarnog 34 % a tercijarnog 43 %. Zaposlenost će u prvoj godini porasti za oko 0,24 % u odnosu na ukupan broj zaposlenih 2019. godine, od čega gotovo 40 % u primarnom sektoru, oko 28 % u industriji i oko 32 % u tercijarnim sektoru. Rast ukupne zaposlenosti u drugom razdoblju, zbog sličnih razdoblja kao i u prvom razdoblju i uz pretpostavku da investicijski ciklus traje dvije godine, bi iznosila oko 8.000 (novozaposlenih) radnika.

Rezultati analize trećeg razdoblja ukazuju da će ukupne investicije predviđene planom ulaganja utjecati na povećanje bruto domaćeg proizvoda (i bruto dodane vrijednosti) između 0,2 i 0,23 % s obzirom na razinu BDP iz 2019. godine. Doprinos primarnog sektora rastu je 23 %, sekundarnog 36 % a tercijarnog 41 %. Zaposlenost će u prvoj godini porasti za oko 0,32 % u odnosu na ukupan broj zaposlenih 2019. godine, od čega gotovo 40 % u primarnom sektoru, oko 29 % u industriji i oko 31 % u tercijarnim djelatnostima. Rast ukupne zaposlenosti u drugom razdoblju, zbog sličnih razloga kao i u prvom razdoblju i uz pretpostavku da investicijski ciklus traje dvije godine, bi iznosila preko 10.000 (novozaposlenih) radnika.

Prosječni rezultati analize cjelokupnog razdoblja ukazuju da će ukupne investicije predviđene planom ulaganja utjecati na povećanje bruto domaćeg proizvoda (i bruto dodane vrijednosti) od oko 0,15 % s obzirom na razinu BDP iz 2019. godine. Doprinos primarnog sektora rastu je 21 %, sekundarnog 35 % a tercijarnog 44 %. Zaposlenost će u prvoj godini porasti za oko 0,23 % u odnosu na ukupan broj zaposlenih 2019. godine, od čega gotovo 38 % u primarnom sektoru, oko 30 % u industriji i oko 33 % u tercijarnim sektoru. Rast ukupne zaposlenosti cjelokupnom razdoblju uz pretpostavku da investicijski ciklus traje dvije godine, bi iznosila preko 8.000 (novozaposlenih) radnika.

Provedene analize i dobiveni rezultati ulaganja, u ne-energetske sektore prema scenariju klimatske neutralnosti do 2050. godine, ukazuju na nešto manje, ali ipak bitne makroekonomske učinke na hrvatsko gospodarstvo prikazano kroz utjecaj na BDP i zaposlenost, kako ukupnu tako i po sektorima.

Treba ovdje naglasiti da u ne-energetskim sektorima nije potrebno potpuno prestrukturiranje sektora, u smislu tehnološke infrastrukture, kao što je to sektoru proizvodnje energije. U ne-energetskom sektoru kapital za stvaranje dodatne vrijednosti je najvećim dijelom u prirodnom bogatstvu ne u fizičkoj infrastrukturi, tu nema tako značajnog investicijskog kapitala. U energetici zaokret prema scenariju klimatske neutralnosti znači napuštanje tehnologija na fosilna goriva i investiranje u nove tehnologije i potpuno novu infrastrukturu, a energetska obnova fonda zgrada ima vrlo intenzivna investicijska ulaganja. Zbog navedenog su ukupne investicije potrebne za otklon prema niskougličnom scenariju sektora energetike mnogo više razine potrebnog investiranja u ne-energetski sektor, razlika je skoro dva reda veličine. Razlike u ulaganjima su primarno determinirane ulaganjima u sektor zgradarstva koje čine 70 posto ukupnih ulaganja u energetici (699 milijardi kuna do 2050. godine).

Makroekonomski učinci na gospodarstvo kvantificirani su primjenom metode input-output analize koja je u prvoj aproksimaciji mogla biti jedino dosljedno primijenjena, s obzirom na stanje raspoloživih podataka i njihovu pouzdanost. Domet indirektnih koristi koje se očituju kroz multiplikativne efekte ovdje su obuhvaćene koliko to može input-output analiza. Opće društvene i prirodne koristi ulaganja u poljoprivredu, ruralni razvoj i LULUCF sektor imaju daleko veće učinke, koje za sada nismo u mogućnosti vjerodostojno kvantificirati, na tom području trebaju razvojno istraživački projekti. Isto tako se pokazalo da Hrvatska mora što prije započeti sa razvojem i primjenom modela opće ravnoteže kao najprimjereniju metodu za dugoročne analize (CGE modeli – engl. *Computable general equilibrium model*). Navedena metoda je širokoj upotrebi u razvijenim zemljama Europske unije sa naprednim makroekonomskim modeliranjem.

8.3. UTJECAJ NA GOSPODARSTVO – SCENARIJ KLIMATSKE NEUTRALNOSTI

U ovom poglavlju je dana procjena makroekonomskih učinaka ulaganja u hrvatsko gospodarstvo definiranih analiziranim scenarijem klimatske neutralnosti (NUN).

Prikazani su makroekonomski učinci koji su povezani s potrebnim ulaganjima u mjere za postizanje scenarija klimatske neutralnosti, a u odnosu na referentni scenarij.

U tablici 8-7 prikazani su apsolutni godišnji učinci analiziranih mjera prema scenariju klimatske neutralnosti.

Tablica 8-7: Ukupni apsolutni godišnji učinci ulaganja prema scenariju klimatske neutralnosti

Učinci	Inicijalna ulaganja	Dodana vrijednost	Uvozne potrebe	Porezni prihodi	Ukupni utjecaj na BDP	Zaposlenost
Razdoblje	milijardi kuna/god.					zaposlenih/god.
2021.-2030.	15,57	10,05	5,39	2,10	12,15	59.802
2031.-2040.	28,62	18,23	9,68	3,61	21,83	106.646
2041.-2050.	33,46	20,80	11,62	4,27	25,06	123.225
UKUPNO 2021.-2050.	25,89	16,36	8,90	3,33	19,68	96.558

U prvom analiziranom razdoblju uz predviđene godišnje investicije od 15,57 milijardi kuna (dodatno u odnosu na referentni scenarij), zaposlenost bi godišnje porasla za oko 59.800 zaposlenih, dodana vrijednost za 10,05 milijardi kuna, uvoz za oko 5,4 milijardi kuna, porezi za 2,1 milijardi kuna, a BDP bi porastao za 12,15 milijardi kuna.

U drugom analiziranom razdoblju uz predviđene godišnje investicije od 28,62 milijardi kuna (dodatno u odnosu na referentni scenarij), zaposlenost bi godišnje porasla za oko 106.650 zaposlenih, dodana vrijednost za 18,2 milijardi kuna, uvoz za oko 9,7 milijardi kuna, porezi za 3,6 milijardi kuna, a BDP bi porastao za 21,8 milijardi kuna.

U trećem analiziranom razdoblju uz predviđene godišnje investicije od 33,46 milijardi kuna (dodatno u odnosu na referentni scenarij), zaposlenost bi godišnje porasla za oko 123.000 zaposlenih, dodana vrijednost za 20,8 milijardi kuna, uvoz za oko 11,6 milijardi kuna, porezi za 4,3 milijardi kuna, a BDP bi porastao za 25,1 milijardu kuna.

U cjelokupnom analiziranom razdoblju uz predviđene godišnje investicije od 25,89 milijardi kuna (dodatno u odnosu na referentni scenarij), zaposlenost bi prosječno godišnje porasla za oko 97.000 zaposlenih, dodana vrijednost za 16,4 milijarde kuna, uvoz za oko 8,9 milijardi kuna, porezi za 3,3 milijardi kuna, a BDP bi porastao za 19,7 milijardi kuna dodatno u odnosu na referentni scenarij.

9. ZAKLJUČAK

Scenarij klimatske neutralnosti je vizija mogućeg puta prema društvu bez neto emisija stakleničkih plinova (vrlo male emisije pokrivaju se uklanjanjima ponorima u LULUCF sektoru te primjenom CCS tehnologije). Analiza pokazuje da se strukturalnim promjenama gospodarstva prema zelenim poslovima, primjenom održivih tehnologija i korjenitih promjena u obrascima ponašanja može postići neto neutralna emisija u 2050. godini. Međutim, za sada ovaj scenarij predstavlja samo dobar putokaz. Puno je prepreka i izazova koje treba razriješiti kako bi se trasirao siguran put prema ovoj viziji. Proces ozbiljnog zaokreta treba se dogoditi u razdoblju do 2030. godine, kada treba prožeti politiku klimatskih promjena kroz sve sektore i stvoriti razvojni zamah koji slijedi zajednički europski cilj Zelenog plana, te započeti ozbiljno s primjenom mjera koje se daju u ovoj studiji.

Kako bi niskogljivičana tranzicija bila uspješna, ona mora zahvatiti sve sektore društva, a zbog svojeg međusektorskog utjecaja važno ju je integrirati u sve relevantne razvojne strategije, a to su, prije svega, strategija energetskeg razvoja, razvoja prometa, poljoprivrede, šumarstva i gospodarenja otpadom. Također, postizanje nultih emisija stakleničkih plinova mora postati glavna odrednica i strategije gospodarskog razvoja, prostornog razvoja i demografskog razvoja.

U energetskim sektorima neki od prioritetnih izazova su:

- U sektoru proizvodnje električne energije: povećanje energetske učinkovitosti u svim dijelovima energetskeg lanca (proizvodnja, transport/prijenos, distribucija i potrošnja svih oblika energije), prelazak što većeg broja aktivnosti na korištenje električne energije, proizvodnja sa smanjenom emisijom stakleničkih plinova (OIE, izbor nuklearne energije te fosilne tehnologije primjenom CCS tehnologije).
- U sektoru daljinskog grijanja: rekonstrukcija i obnova toplinskih mreža te sustava za upravljanje i vođenje, veće uključivanje OIE, visokoučinkovitih kogeneracija, velikih toplinskih pumpi u proizvodnju toplinske energije, unaprjeđenje postojećih toplinskih sustava druge generacije na sustave treće i četvrte generacije, planiranje razvoja toplinskih sustava u gradovima.
- U sektoru zgradarstva: nedostatna razina svijesti o energetskeg učinkovitosti/potrebi smanjenja emisija, nesređeni suvlasnički odnosi na zgradama i nezadovoljavajući odnos prema zajedničkim dijelovima zgrada, nedostatni financijski instrumenti, nedostatna međusektorska suradnja, nedostatak radne snage.
- U sektoru prometa: optimiziranje prometnog sustava i povećanje učinkovitosti, povećanje upotrebe alternativne energije s niskom razinom emisije, poticanje potražnje za vozilima bez emisija.
- U naftnom i plinskom sektoru: razvoj i primjena novih tehnologija za proizvodnju alternativnih izvora energije, prilagodba velikim promjenama u strukturi potrošnje energije i proizvođača i potrošača, prilagodba infrastrukture i trošila na zamjenu alternativnim gorivima.
- U industriji: povećanje energetske učinkovitosti iznad razine ekonomske isplativosti, korištenje alternativnih goriva, korištenje alternativnih tehnoloških metoda u procesima.

- U proizvodnji vodika i sintetičkih goriva iz OIE-a: viškovi energije iz OIE-a neće biti dovoljni kako bi se zadovoljile potrebe za energijom proizvodnog procesa, potrebne su znatne investicije u proizvodne lance, poticanje sinergije s postojećim industrijskim postrojenjima koja emitiraju CO₂.

U ne-energetskim sektorima neki od prioriternih izazova su:

- U sektoru industrijskih procesa i upotrebe proizvoda: pitanje početka primjene CCS tehnologije
- U sektoru poljoprivrede: sigurna opskrba hranom i povećanje produktivnosti treba se ostvariti poljoprivredom koja ima male emisije ugljika, koja je otporna na klimatske promjene, u skladu je s ciljevima zaštite okoliša i bioraznolikosti
- U LULUCF sektoru: ostvariti dodatna uklanjanja akumulacijom u šumama, povećanjem korištenja drvnih proizvoda, smanjenjem korištenja ogrjevnice krute biomase i ciljno njezin nulti izvoz, povećanjem akumulacije u biomasi i tlu na zemljištu pod travnjacima, smanjenjem emisije na zemljištu pod usjevima, suzbijanjem prenamjene zemljišta koja vodi emisiji
- U sektoru otpad: provesti hijerarhijsku strategiju gospodarenja otpadom – izbjegavanje nastanka otpada i smanjivanje količine otpada, recikliranje i uporaba otpada, zakoračiti u doba kružnog gospodarstva i učinkovitog korištenja resursa

Kako bi se utvrdila održiva rješenja potrebno je uložiti u istraživanja i razvoj po ovim izazovima. Potom ista treba uključiti u provedbeno planske dokumente, programske sheme financiranja, izraditi studije izvodljivosti, provesti postupke uvrštavanja u prostor, analizirati utjecaje na okoliš i izraditi projektnu dokumentaciju. To je ciklus koji traje između pet i deset godina, stoga su sve aktivnosti po tom pitanju hitne i neodložive ako se želi napraviti vidljiv pomak do 2030. godine.

Kako bi bila uspješna, energetska tranzicija mora obuhvatiti čitavo društvo, od industrije i poduzetništva, svih energetskih sektora i podsektora pa do samih građana. Zbog ključne uloge građana za uspjeh energetske tranzicije, važan je trajan rad s njima, od obrazovanja o svim aspektima takve tranzicije preko sustavnog informiranja do uključivanja svih zainteresiranih u procese niskougljične transformacije.

Procijenjena ukupna ulaganja u hrvatsko gospodarstvo definirana scenarijem klimatske neutralnosti do 2050. godine iznose 776,5 milijardi kuna, u energetskom sektoru 750,2 milijardi kuna, a u ne-energetskim sektorima 26,3 milijardi kuna. Najveći dio ulaganja odnos se na zgradarstvo, 633,4 milijardi kuna što je 81,6 % ukupnih ulaganja. Navedeni iznosi investicijskih ulaganja predstavljaju ulaganja koja su potrebna za odmak prema scenariju klimatske neutralnosti, dodatno u odnosu na referentni scenarij.

Za promjene u ne-energetskim sektorima do 2050. godine potrebna ulaganja su razmjeno niska u odnosu na ulaganja u energetski sektor. Financijski gledano, ulaganje u ne-energetske sektore nije nepremostiva prepreka. Međutim, poljoprivreda, LULUCF, kružno gospodarstvo i gospodarenje otpadom zbog višedimenzionalnosti problema i sociološke komponente, predstavljat će međusektorski razvojni izazov. Treba voditi računa da su mjere u ne-energetskim sektorima velikim dijelom temeljene

na prirodnim procesima i na rješenjima vezano za prirodu. To znači da su indirektne opće koristi povećanja kapitala prirode i usluge ekosustava mnogo veće od onih koje iskazuju ekonomske računice.

POPIS SLIKA

<i>Slika 4-1: Projekcija neposredne potrošnje energije po sektorima potrošnje</i>	19
<i>Slika 4-2: Projekcija neposredne potrošnje energije prema energentima</i>	20
<i>Slika 4-3: Projekcija neposredne potrošnje energije u industriji</i>	21
<i>Slika 4-4: Projekcija neposredne potrošnje energije u prometu</i>	22
<i>Slika 4-5: Projekcija neposredne potrošnje energije u sektoru kućanstava</i>	23
<i>Slika 4-6: Projekcija neposredne potrošnje energije u sektoru usluga</i>	23
<i>Slika 4-7: Projekcija neposredne potrošnje energije u poljoprivredi</i>	24
<i>Slika 4-8: Snaga elektrana do 2050. godine</i>	25
<i>Slika 4-9: Proizvodnja električne energije (TWh)</i>	26
<i>Slika 4-10: Proizvodnja električne energije (ktoe)</i>	27
<i>Slika 4-11: Ukupna potrošnja energije</i>	28
<i>Slika 4-12: Obnovljivi izvori energije</i>	29
<i>Slika 4-13: Udio OIE u bruto neposrednoj potrošnji energije</i>	29
<i>Slika 4-14: Proizvodnja i uvoz energije</i>	30
<i>Slika 4-15: Finalna potrošnja toplinske energije prema sektorima potrošnje</i>	34
<i>Slika 4-16: Proizvodnja toplinske energije iz javnih toplana, javnih koltovnica i dizalica topline</i>	34
<i>Slika 4-17: Potrošnja energenata za proizvodnju toplinske i električne energije</i>	35
<i>Slika 4-18: Proizvodnja naftnih derivata, vodika i sintetičkih tekućih goriva</i>	36
<i>Slika 4-19: Projekcija proizvodnje, potrošnje i neto uvoza naftnih derivata, vodika i sintetičkih tekućih goriva</i>	36
<i>Slika 4-20: Projekcija proizvodnje prirodnog plina, sintetičkog plina i biometana</i>	37
<i>Slika 4-21: Projekcija potrošnje prirodnog plina, sintetičkog plina i biometana</i>	37
<i>Slika 4-22: Projekcija proizvodnje, potrošnje i neto uvoza prirodnog plina, sintetičkog plina i biometana</i>	38
<i>Slika 4-23: Struktura potrošnje prirodnog plina, sintetičkog plina i biometana</i>	39
<i>Slika 5-1: Ukupno smanjenje emisija prema scenariju klimatske neutralnosti</i>	45
<i>Slika 5-2: Uklanjanja stakleničkih plinova (prirodni i tehnološki)</i>	46
<i>Slika 5-3: Projekcije emisija energetskeg sektora</i>	47
<i>Slika 5-4: Projekcije emisija sektora industrijski procesi i upotreba proizvoda</i>	48
<i>Slika 5-5: Projekcije emisija sektora poljoprivreda</i>	48
<i>Slika 5-6: Projekcije emisija sektora otpad</i>	49
<i>Slika 5-7: Projekcije uklanjanja ponorima u LULUCF sektoru</i>	49
<i>Slika 7-1: Procjena ulaganja u proizvodnju električne energije</i>	75
<i>Slika 7-2: Usporedba procijenjenih ulaganja u proizvodnju električne energije prema scenarijima</i>	76

<i>Slika 7-3: Procjena ulaganja u prienosnu elektroenergetsku mrežu</i>	77
<i>Slika 7-4: Usporedba procijenjenih ulaganja u prienosnu elektroenergetsku mrežu prema scenarijima</i>	78
<i>Slika 7-5: Procjena ulaganja u sustave daljinskog grijanja i hlađenja</i>	80
<i>Slika 7-6: Usporedba procijenjenih ulaganja u sustave daljinskog grijanja i hlađenja prema scenarijima</i>	81
<i>Slika 7-7: Procjena ulaganja u razvoj sustava prirodnog plina</i>	82
<i>Slika 7-8: Usporedba procijenjenih ulaganja u razvoj sustava prirodnog plina prema scenarijima</i>	83
<i>Slika 7-9: Procjena ulaganja u istraživanje ugljikovodika, modernizaciju rafinerija, transport i skladištenje te proizvodnju vodika i sintetičkih goriva u rafineriji</i>	84
<i>Slika 7-10: Usporedba procijenjenih ulaganja u naftni sektor prema scenarijima</i>	85
<i>Slika 7-11: Procjena ulaganja u proizvodnju i skladištenje vodika te proizvodnju tekućih i plinovitih sintetičkih goriva iz OIE-a</i>	86
<i>Slika 7-12: Usporedba procijenjenih ulaganja u sektor zgradarstva prema scenarijima</i>	87
<i>Slika 7-13: Procjena ulaganja u infrastrukturu za prijenos alternativnih izvora energije na prometna vozila/plovila i u vozila s pogonom na alternativne izvore energije</i>	89
<i>Slika 7-14: Usporedba procijenjenih ulaganja u sektor prometa prema scenarijima</i>	90
<i>Slika 7-15: Procjena ulaganja u kapacitete za proizvodnju naprednih biogoriva</i>	90
<i>Slika 7-16: Usporedba procijenjenih ulaganja u proizvodnju naprednih biogoriva prema scenarijima</i>	91
<i>Slika 7-17: Procjena ulaganja u sunčane toplinske kolektore</i>	92
<i>Slika 7-18: Usporedba procijenjenih ulaganja u sunčane toplinske kolektore prema scenarijima</i>	93
<i>Slika 7-19: Procjena ukupnih ulaganja prema scenariju klimatske neutralnosti – energetske sektor</i>	94
<i>Slika 7-20: Usporedba procijenjenih ukupnih ulaganja u energetske sektor prema scenarijima</i>	95
<i>Slika 7-21: Procjena ulaganja u sektoru industrijskih procesa i upotrebe proizvoda</i>	96
<i>Slika 7-22: Procjena ulaganja u sektoru poljoprivrede prema scenarijima</i>	97
<i>Slika 7-23: Procjena ulaganja u sektoru otpad</i>	98
<i>Slika 7-24: Procjena ukupnih ulaganja prema scenariju klimatske neutralnosti – ne-energetske sektori</i>	100
<i>Slika 8-1: Apsolutni godišnji učinci ulaganja prema razdobljima – energetske sektor</i>	102
<i>Slika 8-2: Godišnji učinci ulaganja prema scenariju klimatske neutralnosti u odnosu na referentni scenarij – energetske sektor</i>	105

POPIS TABLICA

<i>Tablica 5-1: Povijesne emisije i projekcije emisija stakleničkih plinova, kt CO₂e</i>	44
<i>Tablica 5-2: Povijesne emisije i projekcije emisija stakleničkih plinova u energetske sektoru, kt CO₂e</i>	44
<i>Tablica 5-3: Smanjenje emisija po sektorima u scenariju klimatske neutralnosti</i>	45
<i>Tablica 5-4: Smanjenje emisija u scenariju klimatske neutralnosti, uključujući uklanjanja</i>	46
<i>Tablica 5-5: Smanjenje emisija u scenariju klimatske neutralnosti, ETS i sektori izvan ETS-a</i>	47
<i>Tablica 7-1: Usporedba ulaganja u proizvodnju električne energije prema scenarijima</i>	76
<i>Tablica 7-2: Usporedba ulaganja u prijenosnu elektroenergetsku mrežu prema scenarijima</i>	78
<i>Tablica 7-3: Usporedba ulaganja u sustave daljinskog grijanja i hlađenja prema scenarijima</i>	81
<i>Tablica 7-4: Usporedba ulaganja u razvoj sustava prirodnog plina prema scenarijima</i>	83
<i>Tablica 7-5: Usporedba ulaganja u sektor nafte i naftnih derivata prema scenarijima</i>	85
<i>Tablica 7-6: Usporedba ulaganja u sektor zgradarstva prema scenarijima</i>	88
<i>Tablica 7-7: Usporedba ulaganja u sektor prometa prema scenarijima</i>	89
<i>Tablica 7-8: Usporedba ulaganja u proizvodnju biogoriva prema scenarijima</i>	91
<i>Tablica 7-9: Usporedba ulaganja u sunčane toplinske kolektore prema scenarijima</i>	92
<i>Tablica 7-10: Procijenjene površine sunčanih toplinskih kolektora prema scenarijima</i>	93
<i>Tablica 7-11: Usporedba ukupnih ulaganja prema scenarijima – energetske sektori</i>	94
<i>Tablica 7-12: Usporedba ulaganja u sektoru industrijskih procesa i upotrebe proizvoda prema scenarijima</i>	96
<i>Tablica 7-13: Usporedba ulaganja u sektor poljoprivrede prema scenarijima</i>	97
<i>Tablica 7-14: Usporedba ulaganja u sektoru otpad prema scenarijima</i>	98
<i>Tablica 7-15: Usporedba ukupnih ulaganja prema scenarijima – ne-energetske sektori</i>	100
<i>Tablica 8-1: Ukupni apsolutni godišnji učinci ulaganja – energetske sektori</i>	102
<i>Tablica 8-2: Ukupni relativni godišnji učinci ulaganja (baza 2019. godina) – energetske sektori</i>	103
<i>Tablica 8-3: Usporedba ukupnih apsolutnih godišnjih učinaka ulaganja prema scenarijima – energetske sektori</i>	104
<i>Tablica 8-4: Godišnji učinci ulaganja prema scenariju klimatske neutralnosti u odnosu na referentni scenarij – energetske sektori</i>	105
<i>Tablica 8-5: Ukupni apsolutni godišnji učinci ulaganja – ne-energetske sektori</i>	107
<i>Tablica 8-6: Ukupni relativni godišnji učinci ulaganja (baza 2019. godina) – ne-energetske sektori</i>	107
<i>Tablica 8-7: Ukupni apsolutni godišnji učinci ulaganja prema scenariju klimatske neutralnosti</i>	110

POPIS KRATICA

BDP / GDP	Bruto domaći proizvod
CCS	Hvatanje i skladištenje CO ₂ - (engl. Carbon Capture and Storage)
CCUS	Hvatanje, korištenje i skladištenje CO ₂ - (engl. Carbon Capture Use and Storage)
DTR	Opteretivost vodiča u realnom vremenu (engl. Dynamic Thermal Rating)
DV	Dalekovod
EES	Elektroenergetski sustav
EK	Europska komisija
ETS	Sustav za trgovanje emisijama (engl. Emission trading system)
EU	Europska Unija
FACTS	Fleksibilni AC sustav prijenosa (engl. Flexible Alternating Current Transmission System)
FCL	Ograničenje struje kvara (engl. Fault Current Limiter)
FMRL	Referentne razine za aktivnost gospodarenja šumama
FN	Fotonaponski
FRL	Referentna razina za šume
FT	Fischer-Tropsch proces
HE	Hidroelektrana
HOPS	Hrvatski operator prijenosnog sustava
HTLS	Visokotemperaturni vodiči malih provjesa (engl. High Temperature Low Sag)
HVDC	Istosmjerna visokonaponska postrojenja (engl. High-voltage direct current)
IPCC	Međuvladin panel o klimatskim promjenama
IPPU	Sektor industrijski procesi i upotreba proizvoda
LCA	Procjena utjecaja životnog vijeka proizvoda na okoliš (engl. Life-cycle-assessment)
LULUCF	Korištenje zemljišta, promjena korištenja zemljišta i šumarstvo
NU1	Scenarij postupne tranzicije Strategije niskougličnog razvoja
NU2	Scenarij snažne tranzicije Strategije niskougličnog razvoja
NUN	Scenarij klimatske neutralnosti za ne-energetski sektor
NUR	Referentni scenarij Strategije niskougličnog razvoja
NUS	Strategija niskougličnog razvoja
nZEB	Zgrada gotovo nulte energije (engl. nearly zero-energy building)
ODS	Operator distribucijskog sustava
OIE	Obnovljivi izvori energije
P/f	Snaga/frekvencija
PTV	Potrošna topla voda
S0	Referentni scenarij Strategije energetskog razvoja
S1	Scenarij ubrzane energetske tranzicije Strategije energetskog razvoja
S2	Scenarij umjerene energetske tranzicije Strategije energetskog razvoja

SBM	Stlačeni biometan
SE	Solarna elektrana
S _N	Scenarij klimatske neutralnosti za energetske sektor
SPP	Stlačeni prirodni plin
SVC	Statički VAR kompenzatori (engl. static VAR compensator)
TE	Termoelektrana
TS	Transformatorska stanica
UNFCCC	Okvirna konvencija Ujedinjenih naroda o promjeni klime
UPP	Ukapljeni prirodni plin
VE	Vjetroelektrana