



REPUBLIKA HRATSKA

MINISTARSTVO GOSPODARSTVA I ODRŽIVOG RAZVOJA

Izvješće o inventaru stakleničkih plinova
na području Republike Hrvatske
za razdoblje 1990. – 2021.
(NIR 2023)

IZVJEŠĆE O INVENTARU STAKLENIČKIH PLINOVA NA PODRUČJU REPUBLIKE HRVATSKE ZA RAZDOBLJE 1990.-2021. (NIR 2023)

IZVJEŠĆE PREMA OKVIRNOJ KONVENCIJI UJEDINJENIH NARODA O PROMJENI KLIME

Voditelj projekta

Tatjana Obučina, Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja

Popis autora

Voditelj od strane Ovlaštenika:	Iva Švedek, Ekonerg d.o.o.
Energetika:	Iva Švedek, Valentina Delija-Ružić, dr.sc. Vladimir Jelavić, Ekonerg d.o.o.
Industrijski procesi:	Renata Kos, Ekonerg d.o.o.
Poljoprivreda:	Berislav Marković, Borna Glückselig, Ekonerg d.o.o.
LULUCF:	Delfa Radoš, Stjepan Hima, Ekonerg d.o.o.
Otpad:	dr.sc. Andrea Hublin, Renata Kos Ekonerg d.o.o.
Nesigurnost, ključni izvori:	Iva Švedek, Karlo Pešić, Stjepan Hima Ekonerg d.o.o.
Onečišćujuće tvari:	mr.sc. Mirela Poljanac, Ekonerg d.o.o.
QA/QC:	Tatjana Obučina, MINGOR
Nacionalni registar:	Tomislav Glušac, MINGOR
ETS:	Goran Janeković Ekonerg ltd

Suradnici

Energetika:	dr.sc. Branko Vuk, Energetski institut Hrvoje Požar – priprema nacionalne energetske bilance dr.sc. Arijan Abrashi, Ekonerg d.o.o. – priprema baze vozila
Poljoprivreda:	dr.sc. Goran Kiš, Agronomski fakultet dr.sc. Krešimir Salajpal, Agronomski fakultet
LULUCF/KP:	dr.sc. Peter Weiss, UBA Austria – LULUCF/KP savjetnik
Šumarstvo:	Goran Kovač, Hrvatske šume d.o.o. – priprema podataka o aktivnostima

Zagreb, lipanj 2023.

IZVJEŠĆE O INVENTARU
STAKLENIČKIH PLINOVA 2023
IZVJEŠĆE PREMA OKVIRNOJ KONVENCIJI
UJEDINJENIH NARODA O PROMJENI KLIME

lipanj, 2023



EKONERG – Institut za energetiku i zaštitu okoliša

Koranska 5, Zagreb, Hrvatska

Naručitelj:

Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja

Broj ugovora:

99/18 (I-08-0257_2)

Naslov:

IZVJEŠĆE O INVENTARU STAKLENIČKIH PLINOVA NA PODRUČJU REPUBLIKE HRVATSKE ZA RAZDOBLJE 1990.-2021. (NIR 2023)

Voditelj projekta:

Iva Švedek

Autori:

Energetika: Iva Švedek, Valentina Delija-Ružić,
Vladimir Jelavić

Industrijski procesi: Renata Kos

Poljoprivreda: Berislav Marković, Borna Glückselig

LULUCF: Delfa Radoš, Stjepan Hima

Otpad: Andrea Hublin, Renata Kos

Nesigurnosti, ključni izvori: Iva Švedek, Karlo Pešić,
Stjepan Hima

Onečišćujuće tvari: Mirela Poljanac

ETS: Goran Janeković

QA/QC: Vladimir Jelavić

Direktor odjela za zaštitu atmosfere
i klimatske promjene

Direktor:

dr.sc. Vladimir Jelavić

Elvis Cukon, dipl.ing.stroj., MBA

Zagreb, lipanj 2023.

Sadržaj

Sažetak	11
ES.1. Osnovne informacije o inventarima stakleničkih plinova i klimatskim promjenama	11
ES.1.1. Osnovne informacije o klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj.....	11
ES.1.2. Osnovne informacije o inventarima stakleničkih plinova	12
ES.1.2.1. Institucionalna i organizacijska struktura u pripremi inventara emisija stakleničkih plinova	13
ES.1.2.2. Informacije o smanjenju aktivnosti	15
ES.2. Sažetak trendova vezanih uz nacionalne emisije i uklanjanja pomoću ponora	17
ES.3. Prikaz trendova emisija i uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova.....	21
ES.3.1. Emisije stakleničkih plinova po sektorima	21
ES.3.2. Emisije stakleničkih plinova prema plinovima.....	25
ES.3.2.1. Emisija ugljikovog dioksida (CO ₂).....	25
ES.3.2.2. Emisija metana (CH ₄).....	27
ES.3.2.3. Emisije didušikovog oksida (N ₂ O)	27
ES.3.2.4. Emisija halogeniranih ugljikohidrata (HFC, PFC),SF ₆ i NF ₃	28
ES.4. Ostale informacije (indirektni staklenički plinovi).....	30
ES.5. Opis ključnih izvora emisije	31
ES.6. Poboljšanja u inventaru.....	33
Poglavlje 1: Uvod.....	35
1.1 Osnovne informacije o inventarima stakleničkih plinova i klimatskim promjenama	35
1.1.1.Osnovne informacije o klimatskim promjenama	35
1.1.2.Osnovne informacije o inventaru stakleničkih plinova.....	36
1.1.3.Promjene u nacionalnom sustavu.....	37
1.2. Opis nacionalnog ustroja za pripremu inventara.....	38
1.2.1.Nacionalni entitet ili nacionalna žarišna točka	38
1.2.1.Planiranje, priprema i upravljanje inventarom.....	39
1.2.2.Osiguranje kvalitete, kontrola kvalitete i plan verifikacije	39
1.2.3.Informacije o smanjenju aktivnosti.....	42
1.2.4.Proces pripreme inventara.....	44
1.2.5.Arhiviranje informacija.....	44
1.2.6.Procesi za službeni podnesak i odobrenje inventara	45
1.3. Kratak opis metodologije (uključujući korištene razine) i korištenih podataka.....	46
1.3.1.Korištenje podataka iz sustava trgovanja emisijama stakleničkih plinova Europske unije (EU ETS)	48
1.4. Kratak opis ključnih izvora emisije.....	49
1.5. Kratak opći opis QA/QC plana i provedbe	52

1.6. Procjena nesigurnosti uključujući podatke o ukupnoj nesigurnosti za inventar.....	54
1.7. Opća procjena cjelovitosti inventara	55
1.7.1. Podaci o kompletnosti.....	55
1.7.2. Opis beznačajnih kategorija	55
1.7.3. Ukupne agregatne emisije koje se smatraju beznačajnima	55
1.8. Metrika	55
Poglavlje 2: Trendovi emisija stakleničkih plinova	56
2.1 Opis i objašnjenje trendova emisija stakleničkih plinova	56
2.2 Opis i objašnjenja trendova emisija po sektorima.....	59
Poglavlje 3: Energetika (CRF sektor 1).....	64
3.1 Pregled sektora.....	64
3.1.1. Povezivanje energetske bilance i industrijskih procesa s potrošnjom goriva	64
3.1.2. Pregled energetske situacije	65
3.1.3. Pregled emisija.....	70
3.2 Aktivnosti pri kojima dolazi do izgaranja goriva (CRF 1.A).....	76
3.2.1. Usporedba sektorskog i referentnog pristupa.....	76
3.2.2. Bunker brodova i aviona u međunarodnom prometu	78
3.2.3. Gorivo kao ulazna sirovina – neenergetska potrošnja goriva	80
3.2.4. Energetske transformacije (CRF 1.A.1.).....	81
3.2.5. Industrija i graditeljstvo (1.A.2).....	89
3.2.6. Promet (1.A.3)	93
3.2.7. Sektor opće potrošnje (CRF 1.A.4).....	100
3.2.8. Ostalo (CRF 1.A.5)	102
3.3. Fugitivne emisije iz čvrstih goriva, sirove nafte i prirodnog plina te ostale emisije iz proizvodnje energije (CRF 1.B).....	104
3.3.1. Kruta goriva (CRF 1.B.1)	104
3.3.2. Sirova nafta i prirodni plin (CRF 1.B.2)	106
3.4. Transport i skladištenje CO ₂ (CRF 1.C).....	114
Poglavlje 4: Industrijski procesi i uporaba proizvoda (CRF sektor 2)	115
4.1. Sektorski pregled.....	115
4.1.1. Trendovi emisija	115
4.2. Proizvodnja ostalih nemetalnih mineralnih proizvoda (CRF 2.A).....	118
4.2.1. Proizvodnja cementa (2.A.1)	118
4.2.2. Proizvodnja vapna (2.A.2)	122
4.2.3. Proizvodnja stakla (2.A.3)	127
4.2.4. Ostala uporaba karbonata (2.A.4)	130
4.3. Proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda (CRF 2.B)	136
4.3.1. Proizvodnja amonijaka (2.B.1)	136

4.3.2. Proizvodnja dušične kiseline (2.B.2)	139
4.3.3. Proizvodnja adipinske kiseline (2.B.3)	142
4.3.4. Proizvodnja kaprolaktama, glioksala i glioksilne kiseline (2.B.4).....	142
4.3.5. Proizvodnja kalcijevog karbida (2.B.5)	142
4.3.6. Proizvodnja titanijevog dioksida (2.B.6)	142
4.3.7. Proizvodnja dehidratizirane sode (2.B.7).....	143
4.3.8. Proizvodnja petrokemijskih proizvoda i čađe (2.B.8).....	143
4.3.9. Proizvodnja fluorokemijskih proizvoda (2.B.9)	147
4.4. Industrija metala (CRF 2.C)	148
4.4.1. Proizvodnja željeza i čelika (2.C.1)	148
4.4.2. Proizvodnja ferolegura (2.C.2)	153
4.4.3. Proizvodnja aluminijske (2.C.3).....	156
4.4.4. Proizvodnja magnezija (2.C.4)	158
4.4.5. Proizvodnja olova (2.C.5)	158
4.4.6. Proizvodnja cinka (2.C.6)	158
4.5. Ne-energetska uporaba goriva i otapala (CRF 2.D).....	158
4.5.1. Uporaba maziva (2.D.1).....	158
4.5.2. Uporaba parafinskog voska (2.D.2).....	160
4.5.3. Ostalo (2.D.3)	162
4.6. Proizvodnja elektroničkih komponenata (CRF 2.E)	166
4.7. Uporaba zamjenskih tvari za tvari koje oštećuju ozonski sloj (2.F)	167
4.7.1. Sustavi za hlađenje i klimatiziranje (2.F.1).....	167
4.7.2. Dodaci za potiskivanje pjene (2.F.2); Sustavi za gašenje požara (2.F.3); Aerosoli (2.F.4); Otapala (2.F.5)	173
4.8. Proizvodnja i uporaba ostalih proizvoda (CRF 2.G).....	178
4.8.1. Elektrooprema (2.G.1)	178
4.8.2. SF ₆ i PFC-ovi iz uporabe ostalih proizvoda (2.G.2)	181
4.8.3. N ₂ O iz uporabe proizvoda (2.G.3)	181
4.9. Ostalo (2.H).....	183
4.9.1. Proizvodnja celuloze i papira (2.H.1)	183
4.9.2. Proizvodnja hrane i pića (2.H.2)	183
Poglavlje 5: Poljoprivreda (CRF sektor 3)	185
5.1. Pregled sektora.....	185
5.2. Emisije CH ₄ iz crijevne fermentacije (CRF 3.A.)	188
5.2.1. Opis izvora emisije	188
5.2.2. Metodologija proračuna emisije.....	189
5.2.3. Procjena nesigurnosti i konzistentnost proračuna emisije	195
5.2.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije QA/QC	195

5.2.5. Rekalkulacije emisija	195
5.2.6. Planirana poboljšanja proračuna emisija.....	196
5.3. Gospodarenje stajskim gnojem (CRF 3.B.)	196
5.3.1. Gospodarenje stajskim gnojem – CH ₄ emisije (CRF 3.B.1.)	196
5.3.2. Gospodarenje stajskim gnojem – N ₂ O emisije (CRF 3.B.2.).....	199
5.4. Uzgoj riže (CRF 3.C.)	202
5.4.1. Opis izvora emisije	202
5.5. Poljoprivredna tla (CRF 3.D.)	202
5.5.1. Direktna emisija N ₂ O iz Poljoprivrednih tala (CRF 3.D.1.)	203
5.5.2. Indirektna emisije N ₂ O iz Poljoprivrednih tala (CRF 3.D.2.).....	216
5.6. Propisano paljenje savana (CRF 3.E.).....	218
5.6.1. Opis izvora emisija	218
5.7. Spaljivanje poljoprivrednih ostataka (CRF 3.F.)	218
5.7.1. Opis izvora emisije	218
5.8. Korištenje vapna (CRF 3.G.).....	218
5.8.1. Opis izvora emisije	218
5.8.2. Metodologija proračuna emisije	219
5.8.3. Procjena nesigurnosti i konzistentnost proračuna emisije	219
5.8.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije (QA/QC)	219
5.8.5. Rekalkulacija emisije	219
5.8.6. Planirana poboljšanja proračuna emisije.....	220
5.9. Primjena uree (CRF 3.H.)	220
5.9.1. Opis izvora emisije	220
5.9.2. Metodologija proračuna emisije	220
5.9.3. Procjena nesigurnosti i konzistentnost proračuna emisije	221
5.9.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije (QA/QC)	221
5.9.5. Rekalkulacije emisije	221
5.9.6. Planirana poboljšanja proračuna emisije.....	221
Poglavlje 6: Korištenje zemljišta, prenamjena zemljišta i šumarstvo (CRF sektor 4)	222
6.1. Pregled LULUCF sektora	222
6.1.1. Trend emisija	223
6.1.2. Metodologija proračuna emisija	224
6.2. Definicije korištenja zemljišta i primijenjeni sustavi klasifikacije te njihova usklađenost s LULUCF kategorijama	227
6.2.1. Šumsko zemljište (4.A).....	227
6.2.2. Zemljište pod usjevima(4.B).....	228
6.2.3. Travnjaci (4.C).....	228
6.2.4. Močvarno zemljište (4.D)	229

6.2.5. Naseljena područja (4.E).....	229
6.3. Informacije o pristupima za prikaz površina te bazama podataka o korištenju zemljišta korištenim prilikom pripreme inventara.....	229
6.3.1. Šumsko zemljište (4.A).....	229
6.3.2. Zemljište pod usjevima (4.B).....	237
6.3.3. Travnjaci (4.C).....	241
6.3.4. Močvarno područje (4.D).....	242
6.3.5. Naseljena područja (4.E).....	242
6.3.6. Ostalo zemljište (4.F).....	247
6.4. Šumsko zemljište (CRF kategorija 4.A)	248
6.4.1. Opis izvora emisije	248
6.4.2. Metodologija proračuna emisije	251
6.4.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije/uklanjanja pomoću ponora ...	272
6.4.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije/uklanjanja pomoću ponora (QA/QC)	273
6.4.5. Rekalkulacija emisije/uklanjanja pomoću ponora	274
6.4.6. Planirana poboljšanja proračuna	275
6.5. Zemljište pod usjevima (CRF kategorija 4.B)	275
6.5.1. Opis izvora emisije	275
6.5.2. Metodologija proračuna emisije	278
6.5.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije	286
6.5.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije/uklanjanja pomoću ponora (QA/QC)	286
6.5.5. Rekalkulacija emisija/uklanjanja pomoću ponora	286
6.5.6. Planirana poboljšanja proračuna emisija.....	286
6.6. Travnjaci (CRF kategorija 4.C).....	286
6.6.1. Opis izvora emisije	286
6.6.2. Metodologija proračuna emisija	289
6.6.3. Nesigurnosti procjene i konzistentnost proračuna emisije.....	291
6.6.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije (QA/QC)	291
6.6.5. Rekalkulacija emisija	291
6.6.6. Planirana poboljšanja proračuna emisija.....	292
6.7. Močvarno zemljište (CRF kategorija 4.D).....	292
6.7.1. Opis izvora emisija	292
6.7.2. Metodologija proračuna emisija	295
6.7.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije.....	296
6.7.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisija (QA/QC)	296
6.7.5. Rekalkulacija emisija	296
6.7.6. Planirana poboljšanja proračuna emisija.....	296
6.8. Naseljena područja (CRF kategorija 4.E)	296

6.8.1. Opis izvora emisija	296
6.8.2. Metodologija proračuna emisija	299
6.8.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije	304
6.8.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije	304
6.8.5. Rekalkulacija emisije	304
6.8.6. Planirana poboljšanja proračuna emisija.....	304
6.9. Ostalo zemljište (CRF kategorija 4.F).....	304
6.9.1. Opis izvora emisija	305
6.9.2. Metodologija proračuna emisija	306
6.9.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije	306
6.9.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije (QA/QC)	306
6.9.5. Rekalkulacija emisije	306
6.9.6. Planirana poboljšanja proračuna	306
6.10. Drvni proizvodi (CRF kategorija 4.G).....	306
6.10.1. Opis izvora emisija.....	306
6.10.2. Metodologija proračuna emisija	309
6.10.3. Procjena nesigurnosti	312
6.10.4. Rekalkulacija emisija	312
6.10.5. Planirana poboljšanja	312
6.11. Direktne emisije N ₂ O na tlima kojima se gospodari (CRF kategorija 4. I)	312
6.12. Emisije i uklanjanja pomoću ponora kao posljedica aktivnosti isušivanja i ponovne ustpostave močvarnog područja i ostalih gospodarskih aktivnosti na organskim i mineralnim tlima (CRF kategorija 4. II).....	312
6.13. Direktna N ₂ O emisija zbog mineralizacije/imobilizacije dušika povezana sa gubitkom/akumulacijom organske tvari u tlu kao posljedice promjene načina korištenja zemljišta ili gospodarenja mineralnim tlima (CRF kategorija 4. III)	312
6.13.1. Opis izvora emisije.....	313
6.13.2. Metodologija proračuna emisije	313
6.13.3. Rekalkulacija emisija	313
6.14. N ₂ O Indirektne emisije N ₂ O sa tala kojima se gospodari (CRF kategorija 4. IV)	313
6.15. Sagorijevanje biomase (CRF kategorija 4. V)	314
6.15.1. Opis izvora emisije.....	314
6.15.2. Metodologija proračuna emisije	314
6.15.3. Procjena nesigurnosti	321
6.15.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna QA/QC	321
6.15.5. Rekalkulacija emisije	321
6.15.6. Planirana poboljšanja proračuna emisije	321
Otpad 7: Otpad (CRF sektor 5)	322

7.1. Sektorski pregled.....	322
7.1.1. Trendovi emisija	323
7.2. Odlaganje otpada (CRF 5.A).....	324
7.2.1. Opis izvora emisije	324
7.2.2. Metodologija proračuna emisije	327
7.2.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije	347
7.2.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisija (QA/QC)	348
7.2.5. Rekalkulacija emisije	348
7.2.6. Planirana poboljšanja proračuna emisije.....	348
7.3. Biološka obrada otpada (CRF 5.B)	349
7.3.1. Opis izvora emisije	349
7.3.2. Metodologija.....	349
7.3.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije	356
7.3.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna (QA/QC).....	356
7.3.5. Rekalkulacija emisije	357
7.3.6. Planirana poboljšanja proračuna emisije.....	357
7.4. Spaljivanje otpada i spaljivanje otpada na otvorenom (CRF 5.C)	357
7.4.1. Opis izvora emisije	357
7.4.2. Metodologija proračuna emisije	359
7.4.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije	365
7.4.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije (QA/QC)	365
7.4.5. Rekalkulacija emisije	366
7.4.6. Planirana poboljšanja proračuna emisije.....	366
7.5. Upravljanje otpadnim vodama (CRF 5.D)	367
7.5.2. Metodologija proračuna emisije	367
7.5.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije	379
7.5.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna (QA/QC).....	380
7.5.5. Rekalkulacije emisije	380
7.5.6. Planirana poboljšanja proračuna emisije.....	380
Poglavlje 8: Ostalo (CRF sektor 6)	381
Poglavlje 9: Indirektna emisija CO ₂ i N ₂ O.....	382
9.1. Opis izvora indirektnih emisija inventara stakleničkih plinova	382
9.2. Metodologija proračuna emisija.....	382
9.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna.....	383
9.4. QA/QC procedure i verifikacija	383
9.5. Rekalkulacije emisija	383
9.6. Planirana poboljšanja proračuna	383

Poglavlje 10: Rekalkulacije i poboljšanja	384
10.1. Objašnjenja i opravdanost rekalkulacija uključujući očitovanje na reviziju.....	384
10.2. Utjecaj na korištene razine prilikom proračuna emisija.....	385
10.3. Utjecaj rekalkulacija na emisije, uključujući konzistentnost proračuna emisija.....	385
10.4. Planirana poboljšanja inventara, uključujući odgovore na revizijski proces	386
Reference.....	410
Popis tablica i slika.....	416
Popis kratica	421

Sažetak

ES.1. Osnovne informacije o inventarima stakleničkih plinova i klimatskim promjenama

ES.1.1. Osnovne informacije o klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj

Klimatske promjene u Hrvatskoj analizirane su pomoću trendova godišnjih i sezonskih količina oborine i srednjih temperatura zraka kao i indeksa temperaturnih i oborinskih ekstrema prema podacima iz razdoblja 1961. – 2020. Analiza je provedena prema podacima 37 nizova srednjih dnevnih i ekstremnih temperatura zraka te 164 niza dnevnih količina oborina na meteorološkim postajama iz mreže Državnog hidrometeorološkog zavoda.

Tijekom proteklog 60-godišnjeg razdoblja iznos i smjer trenda temperature zraka pokazuju zatopljenje u cijeloj Republici Hrvatskoj. Trendovi godišnje temperature zraka (srednje, srednje minimalne i srednje maksimalne) su pozitivni i statistički značajni, a promjene su najveće u središnjoj Hrvatskoj gdje je utvrđeno povećanje srednje temperature zraka do $0.5\text{ }^{\circ}\text{C} / 10\text{ god}$. Najveći doprinos ukupnom pozitivnom trendu temperature zraka dali su ljetni trendovi koji se kreću od $0.35\text{ }^{\circ}\text{C} / 10\text{ god}$ do $0.67\text{ }^{\circ}\text{C} / 10\text{ god}$, ali i porast zimske prosječne temperature zraka u središnjoj kontinentalnoj Hrvatskoj ($0.43\text{ }^{\circ}\text{C} / 10\text{ god}$ do $0.59\text{ }^{\circ}\text{C} / 10\text{ god}$). Uočeno zatopljenje očituje se i u svim indeksima temperaturnih ekstrema, odnosno u pozitivnim trendovima toplih temperaturnih indeksa (više toplih dana i toplih noći te dulja topla razdoblja) te negativnim trendovima hladnih temperaturnih indeksa (manje hladnih dana i hladnih noći te kraća hladna razdoblja).

Najtoplija godina u Hrvatskoj tijekom razdoblja 1961. – 2020. temeljem podataka analiziranih postaja, bila je 2019. sa srednjom dnevnom temperaturom zraka $13.5\text{ }^{\circ}\text{C}$, što je za $1.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ više od prosjeka standardnog klimatološkog razdoblja 1981. – 2010. Najhladnija godina bila je 1980. s prosječnom temperaturom od $10.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ i anomalijom od $-1.4\text{ }^{\circ}\text{C}$. U proteklih 60 godina svako je desetljeće bilo sve toplije pa je ono posljednje (2011. – 2020.) bilo za $1.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ toplije u odnosu na prvo desetljeće (1961. – 1970.). Štoviše, među 10 najtoplijih godina, sedam ih je iz posljednje dekade.

Rezultati trenda količine oborine pokazuju značajno smanjenje ljetne količine oborine duž jadranske obale te u gorskoj Hrvatskoj ($5\text{ } \% / 10\text{ god}$ – $15\text{ } \% / 10\text{ god}$) gdje je uočeno i značajno smanjenje oborine u proljeće ($5\text{ } \% / 10\text{ god}$ – $10\text{ } \% / 10\text{ god}$). S druge strane, trend jesenske količine oborine je pozitivnog predznaka u cijeloj Hrvatskoj, a statistički je značajan u središnjoj Hrvatskoj ($5\text{ } \% / 10\text{ god}$ – $10\text{ } \% / 10\text{ god}$). U zimskim mjesecima nisu uočene statistički značajne promjene, iako u istočnoj Hrvatskoj i u Dalmaciji prevladava slab negativan trend, dok je u ostalim predjelima trend uglavnom pozitivan. Na godišnjoj razini je utvrđen trend smanjenja količine oborine u gorskoj Hrvatskoj, dok u ostalim predjelima iznos i predznak trenda godišnje količine oborine nisu prostorno jednoznačni.

Opisana raspodjela trenda količine oborine na godišnjoj i sezonskoj skali rezultat je promjena pojedinih indeksa oborinskih ekstrema. Posebno se ističe godišnji trend produljenja sušnih razdoblja (uzastopni niz dana s količinom oborine manjom od 10 mm , SR10) i to u središnjoj Hrvatskoj (do 4 dana / 10 god) i duž Jadrana (do 8 dana / 10 god) te skraćivanja u istočnoj Hrvatskoj (do 5 dana / 10 god). Potonji trend na godišnjoj razini posljedica je značajnog skraćivanja sušnih razdoblja u zimskim mjesecima. Dodatno, u središnjoj i gorskoj Hrvatskoj te na sjevernom Jadranu uočeno je značajno povećanje udjela količine oborine u vrlo vlažnim danima (dani s količinom oborine većom od 95. percentila određenog iz referentnog klimatološkog razdoblja) kao i povećanje dnevnog intenziteta oborine ($5\text{ } \% / 10\text{ god}$ – $10\text{ } \% / 10\text{ god}$).

Ljetnom osušenju doprinosi značajno smanjenje učestalosti pojavljivanja umjereno vlažnih dana (dani s količinom oborine većom od 75. percentila određenog iz referentnog klimatološkog razdoblja) duž jadranske obale i u gorju (do $20\text{ } \% / 10\text{ god}$). Na području Kvarnera i obalnog zaleđa povećana je

učestalost sušnih dana, dok se dnevni intenzitet oborine smanjuje (5 % / 10 god- 10 % / 10 god) kao i iznos maksimalne dnevne i petodnevne količine ob

orine (5 % / 10 god- 15 % / 10 god). Na području sjevernog Jadrana uočeno je i značajno produljenje trajanja sušnih razdoblja (SR10, do 15%).

Jesenski trend prema kišnijim prilikama posljedica je značajnog povećanja udjela količine oborine u vrlo vlažnim danima (15 % / 10 god – 25 % / 10 god), a ujedno i povećanog broja takvih dana u središnjoj Hrvatskoj i gorju te smanjenjem duljine trajanja sušnih razdoblja (SR1) na sjevernom Jadranu i središnjoj Hrvatskoj (10 % / 10 god – 15 % / 10 god). U potonjoj regiji je uočen i trend povećanja dnevnog intenziteta oborine (5 % / 10 god- 10 % / 10 god) te povećanja iznosa maksimalnih dnevnih i petodневnih količina oborine.

U proljeće je utvrđeno značajno produljenje sušnih razdoblja (SR1) na sjevernom Jadranu (5 % / 10 god- 10 % / 10 god) uslijed povećanog broja sušnih dana. U središnjoj i gorskoj Hrvatskoj utvrđen je značajan trend smanjenja broja umjereno vlažnih dana (5 % / 10 god- 10 % / 10 god) dok je u istočnoj Hrvatskoj uočen trend produljenja kišnih razdoblja (KR10).

ES.1.2. Osnovne informacije o inventarima stakleničkih plinova

Republika Hrvatska postala je stranka Okvirne konvencije Ujedinjenih naroda o promjeni klime (u daljnjem tekstu: UNFCCC) donošenjem Zakona o njezinu potvrđivanju u Hrvatskome saboru, 17. siječnja 1996. godine (Narodne novine – Međunarodni ugovori, broj 2/96). Konvencija je stupila na snagu za Republiku Hrvatsku 7. srpnja 1996. godine. Sukladno članku 22. stavku 3. Konvencije, Republika Hrvatska je kao zemlja u procesu prelaska na tržišno gospodarstvo preuzela obveze stranke Priloga I. Konvencije. Amandmanom koji je stupio na snagu 13. kolovoza 1998. godine Republika Hrvatska je uvrštena u popis stranaka Priloga I. Konvencije.

Odluku 7/CP.12 Konferencije stranaka prihvatio je Hrvatski sabor koji je ratificirao Kyotski protokol 27. travnja 2007. (Narodne novine - Međunarodni ugovori, br. 5/07). Protokol je stupio na snagu 28. kolovoza 2007. Inicijalno izvješće Republike Hrvatske prema Kyotskom protokolu predano je u kolovozu 2008. godine.

Jedna od obveza po članku 4., stavak 1 UNFCCC-a je da Stranke razvijaju, periodično nadopunjavaju/poboljšavaju, izdaju i omogućuju dostupnim Konferenciji stranaka, sukladno članku 12., nacionalni inventar antropogenih emisija iz izvora i uklanjanje pomoću ponora svih stakleničkih plinova koji nisu pod nadzorom temeljem Montrealskog protokola, koristeći usporedive metodologije prihvaćene od strane Konferencije stranaka.

Uredba o praćenju emisija stakleničkih plinova, politike i mjera za njihovo smanjenje u Republici Hrvatskoj (NN 5/17) propisuje obvezu i postupke praćenje emisija, koji obuhvaćaju procjenu i izvješćivanje o svim antropogenim emisijama i uklanjanja pomoću ponora. Praćenje emisija stakleničkih plinova propisano je člankom 21. Zakona o klimatskim promjenama i zaštiti ozonskog sloja (Narodne novine 127/2019). U ovom NIR-u, inventar emisija i uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova odnosi se na razdoblje 1990.-2020. NIR je pripremljen u skladu s UNFCCC smjernicama za izvješćivanje o godišnjim inventarima, koje su prihvaćene odlukom COP-a (Conference of Parties); Odluka 24/CP.19. Pri izradi proračuna emisije stakleničkih plinova koristi se metodologija opisana u priručnicima/smjernicama: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (IPCC Guidelines) i IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories (IPCC Good Practice Guidance) koje je pripremila Međuvladino tijelo o klimatskim promjenama (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC). IPCC smjernicama je preporučeno korištenje nacionalnih metoda gdje je to moguće, čime se povećava točnost podataka o aktivnostima i

proračuna emisije. Važna sastavnica izrade proračuna je procjena nesigurnosti i verifikacija ulaznih podataka i rezultata, s ciljem povećanja kvalitete i pouzdanosti proračuna.

Nadalje, od uvođenja godišnjih tehničkih revizija nacionalnih inventara koje provodi stručni revizorski tim (eng. expert review team, ERT), Hrvatska je dosad prošla trinaest revizija; in-country revizije 2004., 2007., 2008., 2012. i 2018., centralizirane revizije 2005., 2006., 2009., 2010., 2011., 2013., 2014., 2016. i 2020. Preporuke ERT-a su uključene u ovo izvješće koliko je to bilo moguće.

Osim revizija UN-a i Europska komisija od 2013. godine (nakon što je Hrvatska postala jedna od zemalja EU-a) svake godine provodi reviziju NIR-a.

Proračunom su obuhvaćene emisije koje su posljedica ljudskih djelatnosti i koje obuhvaćaju sljedeće direktne stakleničke plinove: ugljikov dioksid (CO₂), metan (CH₄), didušikov oksid (N₂O), fluorirane ugljikovodike (HFC-e i PFC-e), sumporov heksafluorid (SF₆) i dušikov fluorid (NF₃) te indirektne stakleničke plinove: ugljikov monoksid (CO), dušikove okside (NO_x), ne-metanske hlapive organske spojeve (NMHOS) i sumporov dioksid (SO₂). Staklenički plinovi, obuhvaćeni Montrealskim protokolom o onečišćujućim tvarima koje oštećuju ozon (freoni), prikazani su u okviru istog te su stoga isključeni iz ovog izvješća.

Izvori emisija i uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova podijeljeni su u pet glavnih sektora: Energetika, Industrijski procesi i uporaba proizvoda, Poljoprivreda, Korištenje zemljišta, prenamjena zemljišta i šumarstvo (u daljnjem tekstu: LULUCF) i Gospodarenje otpadom. Općenito, metodologija za izračun emisija može se opisati kao umnožak specifične ekonomske aktivnosti (npr. potrošnje goriva, proizvodnje cementa, broja životinja, povećanja drvene zalihe itd.) i pripadajućeg faktora emisije. Uporaba specifičnih, nacionalnih faktora emisije je preporučljiva gdje god je to moguće i opravdano, dok s druge strane, metodologija daje preporučene (default) vrijednosti faktora emisije za sve relevantne aktivnosti određenih sektora.

ES.1.2.1. Institucionalna i organizacijska struktura u pripremi inventara emisija stakleničkih plinova

Hrvatski nacionalni sustav ispunjava zahtjeve, kako su postavljeni objema odlukama UNFCCC (Odluka 24/CP.19 i Odluka 19/CMP.1) i Europskom uredbom br. 2018/1999 o upravljanju energetske unijom i djelovanju u području klime i Provedbena uredba br. 2020/1208 o strukturi, formatu, postupcima podnošenja i reviziji informacija koje dostavljaju države članice u skladu s Uredbom (EU) br. 2018/1999 Europskog.

Funkcioniranje hrvatskog sustava nacionalnog inventara propisano je Zakonom o klimatskim promjenama i zaštiti ozonskog omotača (NN 127/19). Institucionalni ustroj za izradu inventara stakleničkih plinova u Hrvatskoj propisan je u Poglavlju II Uredbe o praćenju emisija stakleničkih plinova, politike i mjera za njihovo smanjenje u Republici Hrvatskoj (NN 5/17), pod nazivom Nacionalni sustav za izračun i izvješćivanje o antropogenim emisijama iz izvora i uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova. Institucionalni ustroj za izradu inventara u Hrvatskoj se može smatrati decentraliziranim, gdje se koriste usluge vanjskih suradnika te u kojem su ovlaštenja za obavljanje pojedinih zadataka podijeljena između suradničkih institucija, uključujući Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja (MINGOR) te nadležna tijela državne uprave koja su odgovorna za prikupljanje podataka. Izrada inventara povjerena je Ovlašteniku, koji se izabire u postupku javne nabave, na tri godine. Povjerenstvo za međusektorsku koordinaciju nacionalnog sustava (Povjerenstvo za Nacionalni sustav) uključeno je u postupak odobravanja. Članovi Povjerenstva daju mišljenje na dio Inventara, u okviru svoje specijalnosti. Članove Povjerenstva za Nacionalni sustav imenuju nadležna Ministarstva na zahtjev MINGOR-a.

MINGOR je nacionalna središnja točka za UNFCCC, sa sveukupnom odgovornošću za funkcioniranje nacionalnog sustava na održiv način, uključujući:

- posredovanje i razmjena podataka o emisijama i uklanjanju stakleničkih plinova s međunarodnim organizacijama i strankama UNFCCC-a;

- posredovanje i razmjena podataka s nadležnim tijelima i organizacijama Europske unije na način i u rokovima koji su određeni pravnim aktima Europske unije;
- kontrola metodologije za izračun emisije i uklanjanja stakleničkih plinova u skladu s dobrom praksom i nacionalnim osobitostima;
- razmatranje i odobravanje Izvješća o inventaru stakleničkih plinova prije njegova službenog podnošenja Tajništvu Konvencije
- organizacija izrade inventara stakleničkih plinova s ciljem ispunjavanja rokova iz članka 10. ove Uredbe;
- prikupljanje podataka o djelatnostima;
- izrada plana osiguranja i kontrole kvalitete inventara stakleničkih plinova u skladu sa smjernicama dobre prakse Međuvladinog tijela za klimatske promjene;
- provedba postupaka osiguranja kvalitete inventara stakleničkih plinova u skladu s planom kontrole i osiguranja kvalitete;
- arhiviranje podataka o djelatnostima za izračun emisija, faktora emisije i dokumenata korištenih za planiranje, izradu, kontrolu i osiguranje kvalitete inventara;
- vođenje evidencije i izvješćivanje o ovlaštenim pravnim osobama koje sudjeluju u provedbi fleksibilnih mehanizama Kyotskog protokola;
- izbor Ovlaštenika za izradu inventara stakleničkih plinova.
- omogućavanje pristupa podacima i dokumentima pri tehničkoj reviziji.
- Ovlaštenik je odgovoran za sljedeće poslove izrade inventara stakleničkih plinova:
- izračun emisija svih antropogenih emisija iz izvora i uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova i izračun emisija indirektnih stakleničkih plinova, u skladu s metodologijom propisanom važećim smjernicama UNFCCC-a, smjernicama Međuvladinog tijela za klimatske promjene, Uputama za izvješćivanje o emisijama stakleničkih plinova, koje su objavljene na web stranici Ministarstva i na temelju podataka o djelatnostima;
- kvantitativnu procjenu nesigurnosti izračuna za svaku kategoriju izvora i uklanjanja emisija stakleničkih plinova kao i za inventar u cjelini, u skladu sa smjernicama Međuvladinog tijela za klimatske promjene;
- identifikaciju glavnih kategorija izvora emisije i uklanjanja stakleničkih plinova;
- ponovni izračun emisija i uklanjanja stakleničkih plinova u slučajevima unaprijeđenja metodologije, faktora emisije ili podataka o aktivnostima, uključivanja novih kategorija izvora i uklanjanja pomoću ponora ili primjene metoda usklađivanja;
- izračun emisija ili uklanjanja stakleničkih plinova iz obveznih i izabраниh aktivnosti sektora korištenja zemljišta, promjena u korištenju zemljišta i šumarstva;
- izvješćivanje o izdavanju, držanju na računu, prijenosu, primanju, poništavanju i povlačenju jedinica smanjenja emisija, jedinica ovjerenog smanjenja emisija, jedinica dodijeljene kvote i jedinica uklanjanja i prijenosa u iduće obvezujuće razdoblje jedinica smanjenja emisija, ovjerenih smanjenja emisija i jedinica dodijeljenog iznosa, iz Registra u skladu s važećim odlukama i smjernicama Konvencije i pratećih međunarodnih ugovora;
- provedba i izvješćivanje o postupcima kontrole kvalitete u skladu s planom kontrole i osiguranja kvalitete;
- priprema izvješća o inventaru stakleničkih plinova uključujući i sve dodatne zahtjeve u skladu s UNFCCC-om i pratećim međunarodnim ugovorima i odlukama;
- suradnja sa stručnim tijelom Tajništva UNFCCC-a za potrebe tehničkog pregleda i ocjene Izvješća o inventaru stakleničkih plinova.

EKONERG – Institut za energetiku i zaštitu okoliša je izabran kao Ovlaštenik za izradu inventara stakleničkih plinova za 2023. godinu.

ES.1.2.2. Informacije o smanjnu aktivnosti

Prema stavku 24. Priloga Odluke 15/CMP.1 stranke obuhvaćene Prilogom II i druge stranke obuhvaćene Prilogom I. koje su u mogućnosti to učiniti, moraju uključivati podatke o tome kako se dani prioriteti u provedbi njihovih obveza temelje na odgovarajućim metodologijama iz stavka 8. odluke 31/CMP.1.

Razmatranja o mogućem utjecaju provođenja odgovarajućih mjera čine dio potpuno transparentnog procesa procjene utjecaja ili procjene utjecaja na održivost za zakonske prijedloge EU ili trgovinskih sporazuma, kao što su određeni prijedlozi na klimatske akcije ili prekograničnih sektorskih mjera uključujući energetiku, transport, industrije i poljoprivrede.

Prema članku 4., stavicama 8. i 9. Konvencije Hrvatska nastoji provesti Kyoto obveze na način koji minimizira negativan utjecaj na zemlje u razvoju. U nastavku su dane obavijesti o provedbi politike i mjera koje smanjuju štetne socijalne, okolišne i ekonomske utjecaje na zemlje koje nisu stranke Priloga I.

- a) Tržišni nedostaci, fiskalni poticaji, porezne i carinske olakšice

Liberalizacija energetskog tržišta, koja je trenutno u tijeku, je u skladu s politikama i direktivama EU. Značajne tržišne distorzije nisu identificirane. Porez na potrošnju električne energije i fosilnih goriva su nedavno usklađeni. Glavni instrument rješavanja vanjskih učinaka je trgovanje emisijama u okviru EU ETS-a.

- b) Uklanjanje subvencija povezanih s korištenjem ekološki nepoželjnih i nesigurnih tehnologija
U Republici Hrvatskoj nema subvencija za ekološki neodržive i nesigurne tehnologije.

- c) Tehnološki razvoj neenergetskog korištenja fosilnog goriva

Republika Hrvatska nije aktivno sudjelovala u aktivnostima ove prirode.

- d) Razvoj tehnologija za hvatanje i skladištenje ugljika

Republika Hrvatska nije aktivno sudjelovala u aktivnostima ove prirode.

- e) Poboljšanje učinkovitosti fosilnih goriva

U 2017. Četvrti nacionalni akcijski plan za energetske učinkovitost za period od 2017. do 2019. godine je sastavljen u skladu s obrascima propisanim od strane Europske komisije, s kojima sve države članice EU moraju biti usklađene. Mjere za razdoblje od 2017. do 2019. u vezi energetske učinkovitosti su:

- podržavanje korištenja obnovljivih izvora energije i energetske učinkovitosti od strane Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost (Fond),
- ohrabrivanje korištenja obnovljivih izvora energije i energetske učinkovitosti preko Hrvatske banke za obnovu i razvoj (HBOR),
- projekti energetske učinkovitosti sa povratom sredstava kroz uštede (ESCO),
- povećanje energetske učinkovitosti zgrada,
- energetske auditi u industriji,
- promoviranje energetske učinkovitosti u kućanstvima i uslugama kroz projektne aktivnosti,

- obilježavanje energetske učinkovitosti kućanskih aparata,
 - mjerenje i informativna naplata potrošnje energije,
 - eko dizajn proizvoda koji koriste energije.
- f) Pomaganje zemljama u razvoju koje su ovisne o izvozu i potrošnji fosilnih goriva u diversifikaciju svojih gospodarstava

U 2019. godini izrađen je Integrirani nacionalni energetske i klimatski plan Republike Hrvatske za razdoblje 2021. – 2030. prema predlošku Europske komisije. Mjere za razdoblje od 2020. do 2021. u pogledu učinkovitosti goriva su:

- Shema obveza energetske učinkovitosti za opskrbljivače
- Promicanje standarda gotovo nulte energije u izgradnji i obnovi zgrada
- Program energetske obnove višestambenih zgrada, obiteljskih kuća, zgrada javnog sektora, zgrada kulturne baštine
- Sustav upravljanja energijom u javnom sektoru
- Program energetske obnove javne rasvjete
- Zelena javna nabava
- Sustav upravljanja energijom u poslovnom (uslužno-proizvodnom) sektoru
- Informativni računi
- Pružanje informacija o energetske učinkovitosti
- Edukacija o energetske učinkovitosti
- Integrirani informacijski sustav za praćenje energetske učinkovitosti
- Energetska učinkovitost prijenosnog sustava električne energije
- Smanjenje gubitaka u distribucijskoj mreži i uvođenje pametnih mreža
- Povećanje učinkovitosti sustava daljinskog grijanja
- Povećanje učinkovitosti plinske transportne mreže

a) Pomoć strankama zemljama u razvoju koje uvelike ovise o izvozu i potrošnji fosilnih goriva u diverzifikaciji svojih gospodarstava

Što se tiče navedene aktivnosti, Republika Hrvatska ne sudjeluje ni u jednoj takvoj aktivnosti.

ES.2. Sažetak trendova vezanih uz nacionalne emisije i uklanjanja pomoću ponora

U ovom poglavlju predstavljene su nacionalne emisije i uklanjanja pomoću ponora u Republici Hrvatskoj za razdoblje 1990.-2021. Rezultati su prikazani kao ukupne emisije svih stakleničkih plinova svedenih na ekvivalentnu emisiju ugljikovog dioksida (CO₂) po sektorima, a zatim kao emisije pojedinih stakleničkih plinova, također po sektorima. Budući da pojedini staklenički plinovi imaju različita svojstva zračenja te sukladno tome različito doprinose efektu staklenika, potrebno je emisiju svakog plina pomnožiti s njegovim stakleničkim potencijalom (eng. Global Warming Potential - GWP). Staklenički potencijal je mjera utjecaja nekog plina na staklenički efekt u odnosu na utjecaj CO₂ koji je dogovorno uzet kao referentna vrijednost. U tom slučaju, emisija stakleničkih plinova iskazuje se kao ekvivalentna emisija ugljikovog dioksida (CO₂-eq). U slučaju uklanjanja emisija (eng. removals) stakleničkih plinova, (npr. upijanje CO₂ prirastom drvne mase u šumama), tada se isti nazivaju uklanjanja pomoću ponora (eng. sinks) stakleničkih plinova i iznos se prikazuje s negativnim predznakom. Potencijali globalnog zagrijavanja koji se koriste za izračun emisija ekvivalenta CO₂ definirani su u Petom IPCC-evom izvješću o procjeni, 2014 (AR5).

Plin	Staklenički potencijal
Ugljikov dioksid (CO ₂)	1
Metan (CH ₄)	28
Didušikov oksid (N ₂ O)	265
HFC-23	12400
HFC-32	677
HFC-125	3170
HFC-134a	1300
HFC-143a	4800
HFC-227ea	3350
HFC-236fa	8060
HFC-365mfc	804
CF ₄	6630
C ₂ F ₆	11100
C ₃ F ₈	8900
SF ₆	23500

Izvor: Peto izvješće o procjeni utjecaja

Rezultati izračuna emisija stakleničkih plinova prikazani su za razdoblje od 1990. do 2021. godine. Tablice ES.2-1 i ES.2-2 i slika ES.2-1 prikazuju ukupnu emisiju i uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova te njihov trend po sektorima, dok je doprinos pojedinih plinova prikazan u Tablicama ES.2-3 i ES.2-4 i na slici ES.2-2.

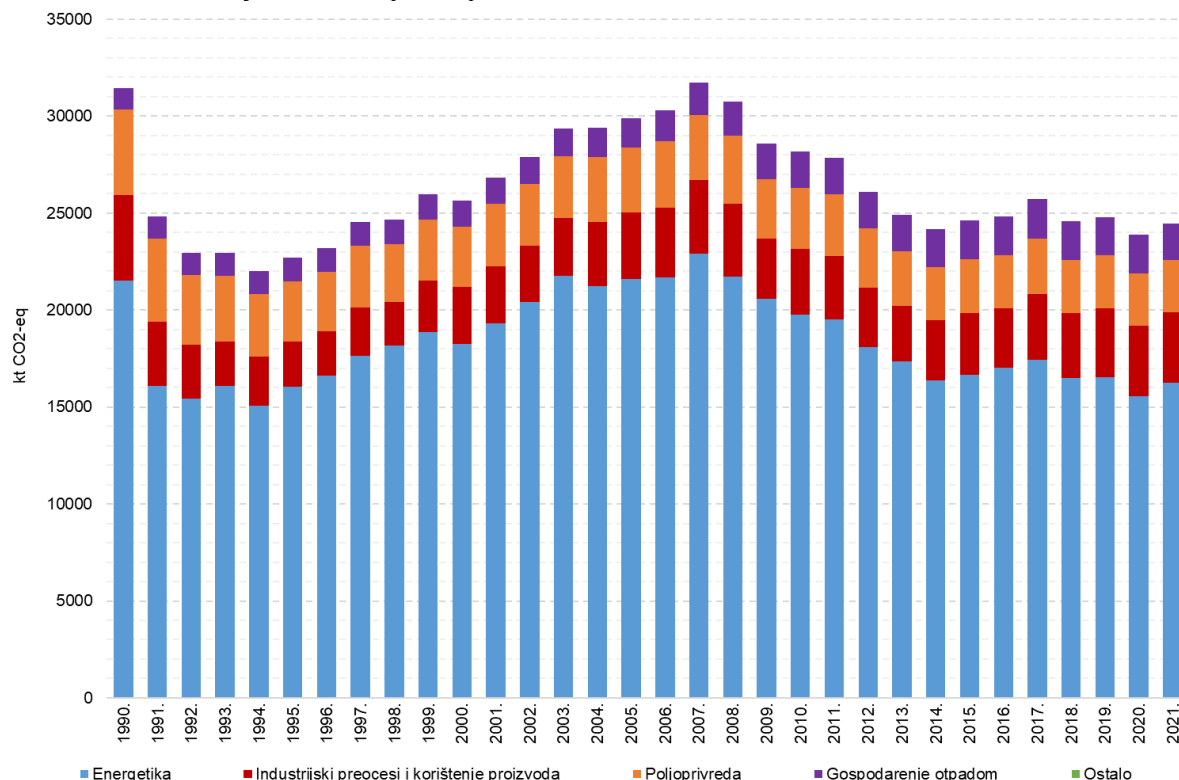
Tablica ES.2-1: Emisije/uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova po sektorima svakih pet godina za razdoblje od 1990. do 2013. godine (kt CO₂-eq)

Izvori i uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova	1990.	1995.	2000.	2005.	2010.	2011.	2012.	2013.
1. Energetika	21,512.6	16,033.2	18,257.1	21,619.5	19,764.7	19,506.4	18,085.8	17,336.0
2. Industrijski procesi i uporaba	4,403.4	2,323.5	2,953.3	3,400.2	3,408.5	3,286.1	3,071.6	2,875.0
3. Poljoprivreda	4,424.3	3,132.0	3,093.2	3,361.8	3,135.0	3,177.0	3,061.4	2,800.9
4. LULUCF	-6,312.2	-8,504.7	-6,695.4	-7,968.7	-6,887.6	-5,618.1	-5,180.9	-6,147.7
5. Otpad	1,113.8	1,197.7	1,350.0	1,494.8	1,862.8	1,899.2	1,894.3	1,878.2
6. Ostalo	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Ukupno (uključujući LULUCF)	25,142.0	14,181.7	18,958.2	21,907.8	21,283.4	22,250.5	20,932.2	18,742.4
Ukupno (ne uključujući LULUCF)	31,454.2	22,686.4	25,653.6	29,876.4	28,171.1	27,868.7	26,113.1	24,890.1

Tablica ES.2-2: Emisije/uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova po sektorima u razdoblju 2014.-2021. godine (kt CO₂-eq)

Izvori i uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
1. Energetika	16,387.5	16,640.7	17,046.5	17,426.7	16,480.2	16,536.0	15,555.0	16,272.3
2. Industrijski procesi i uporaba	3,107.9	3,205.3	3,029.1	3,406.6	3,383.9	3,556.6	3,646.3	3,595.9
3. Poljoprivreda	2,736.2	2,787.2	2,745.0	2,844.0	2,730.7	2,721.2	2,700.7	2,700.9
4. LULUCF	-6,006.1	-5,698.4	-5,708.5	-4,895.7	-5,503.8	-5,735.8	-5,666.8	-5,802.4
5. Otpad	1,925.6	1,977.8	2,013.3	2,032.1	2,006.1	1,985.6	2,004.8	1,877.2
6. Ostalo	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Ukupno (uključujući LULUCF)	18,151.1	18,912.6	19,125.5	20,813.6	19,097.2	19,063.5	18,240.0	18,644.1
Ukupno (ne uključujući LULUCF)	24,157.2	24,611.0	24,833.9	25,709.3	24,601.0	24,799.4	23,906.8	24,446.4

Slika ES2-1: Trend emisija stakleničkih plinova po sektorima



Tablice ES.2-1, ES.2-2 te slika ES.2-1 prikazuju doprinos pojedinih sektora ukupnoj emisiji i uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova. Najveći doprinos emisiji stakleničkih plinova u 2021. godini, ne uključujući LULUCF, imao je sektor Energetika sa 66.6%, slijede Industrijski procesi i uporaba proizvoda sa 14.7%, Poljoprivreda sa 11.0% i Gospodarenje otpadom sa 7.7%. Ova struktura je, uz neznatne promjene, zadržana tijekom cijelog razdoblja 1990.-2021. U 2021. godini ukupna emisija stakleničkih plinova u Hrvatskoj je iznosila 24,446.4 kt CO₂-eq ne uključujući LULUCF sektor, dok je ukupna emisija iznosila 18,644.1 kt CO₂-eq uključujući LULUCF sektor, što predstavlja uklanjanje pomoću ponora od 23.7%.

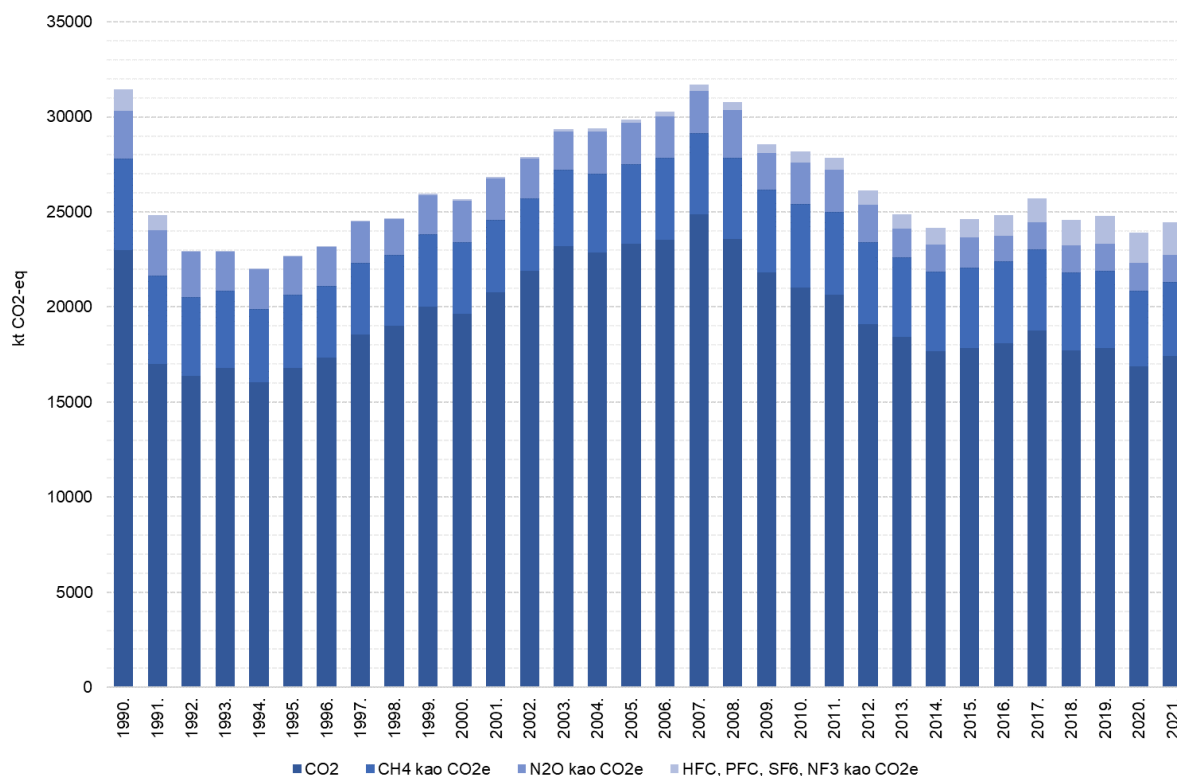
Tablica ES.2-3: Emisije/uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova po plinovima svakih pet godina za razdoblje od 1990. do 2013. godine (kt CO₂-eq)

Emisije stakleničkih plinova	1990.	1995.	2000.	2005.	2010.	2011.	2012.	2013.
Emisije CO ₂ bez neto CO ₂ iz LULUCF	22,974.7	16,815.7	19,660.0	23,340.0	21,018.2	20,650.2	19,081.2	18,432.2
Emisije CO ₂ s neto CO ₂ iz LULUCF	16,617.9	8,260.2	12,762.6	15,307.3	14,032.5	14,895.1	13,720.3	12,167.3
Emisije CH ₄ bez CH ₄ iz LULUCF	4,821.4	3,814.8	3,734.9	4,155.7	4,420.0	4,373.0	4,317.0	4,203.1
Emisije CH ₄ s CH ₄ iz LULUCF	4,822.8	3,823.3	3,843.5	4,158.8	4,422.0	4,393.8	4,360.5	4,205.3
Emisije N ₂ O bez N ₂ O iz LULUCF	2,529.8	2,021.8	2,195.2	2,176.9	2,155.0	2,205.2	2,000.5	1,478.7
Emisije N ₂ O s N ₂ O iz LULUCF	2,573.0	2,064.1	2,288.7	2,237.9	2,251.1	2,321.3	2,137.0	1,593.7
HFC-i	NO	21.7	50.8	189.1	567.7	629.7	703.1	768.7
PFC-i	1,117.3	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Nespecificirana mješavina HFC-ova i	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
SF ₆	11.1	12.4	12.7	14.7	10.1	10.6	11.3	7.4
NF ₃	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Ukupno (ne uključujući LULUCF)	31,454.2	22,686.4	25,653.6	29,876.4	28,171.1	27,868.7	26,113.1	24,890.1
Ukupno (uključujući LULUCF)	25,142.0	14,181.7	18,958.2	21,907.8	21,283.4	22,250.5	20,932.2	18,742.4
Ukupno (bez LULUCF, sa indirektnim)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Ukupno (sa LULUCF, sa indirektnim)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Tablica ES.2-4: Emisije/uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova po plinovima za razdoblje 2014.-2021. godine (kt CO₂-eq)

Emisije stakleničkih plinova	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
Emisije CO ₂ bez neto CO ₂ iz LULUCF	17,681.6	17,824.7	18,109.0	18,744.0	17,724.2	17,857.4	16,870.5	17,410.6
Emisije CO ₂ s neto CO ₂ iz LULUCF	11,560.0	11,986.0	12,268.7	13,610.6	12,101.1	11,999.8	11,030.0	11,486.9
Emisije CH ₄ bez CH ₄ iz LULUCF	4,167.2	4,265.9	4,284.3	4,272.8	4,103.6	4,049.5	4,001.9	3,887.2
Emisije CH ₄ s CH ₄ iz LULUCF	4,167.6	4,281.5	4,294.3	4,350.4	4,105.1	4,052.6	4,038.4	3,893.7
Emisije N ₂ O bez N ₂ O iz LULUCF	1,446.3	1,566.6	1,350.2	1,456.2	1,410.7	1,414.1	1,450.4	1,439.7
Emisije N ₂ O s N ₂ O iz LULUCF	1,561.4	1,691.3	1,472.1	1,616.3	1,528.5	1,532.8	1,587.7	1,554.6
HFC-i	854.2	948.1	1,083.6	1,229.0	1,356.0	1,470.2	1,574.6	1,699.3
PFC-i	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Nespecificirana mješavina HFC-ova i	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
SF ₆	7.9	5.7	6.8	7.2	6.5	8.1	9.4	9.6
NF ₃	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Ukupno (ne uključujući LULUCF)	24,157.2	24,611.0	24,833.9	25,709.3	24,601.0	24,799.4	23,906.8	24,446.4
Ukupno (uključujući LULUCF)	18,151.1	18,912.6	19,125.5	20,813.6	19,097.2	19,063.5	18,240.0	18,644.1
Ukupno (bez LULUCF, sa indirektnim)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Ukupno (sa LULUCF, sa indirektnim)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Slika ES2-2: Trend emisija stakleničkih plinova po plinovima



Tablice ES.2-3, ES.2-4 te slika ES.2-2 prikazuju doprinos pojedinih plinova ukupnoj emisiji i uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova. Najveći doprinos emisiji stakleničkih plinova u 2021. godini, ne uključujući LULUCF, imala je emisija CO₂ sa 71.2 %, slijedi CH₄ sa 15.9 %, N₂O sa 5.9 % i HFCs, PFCs i SF₆ sa 7.0 %.

ES.3. Prikaz trendova emisija i uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova

ES.3.1. Emisije stakleničkih plinova po sektorima

ENERGETIKA

Sektor Energetika ima najveći doprinos emisijama stakleničkih plinova, koje su u 2021. godini, bile niže za 4.6% u usporedbi sa 2020. godinom i za 24.4% manje u usporedbi sa 1990. godinom. Energetski sektor pokriva sve aktivnosti koje uključuju izgaranje goriva iz stacionarnih i pokretnih izvora te fugitivne emisije iz goriva. Energetika je glavni izvor antropogene emisije stakleničkih plinova, s doprinosom od otprilike 66% u ukupnoj emisiji stakleničkih plinova na teritoriju Republike Hrvatske.

Promatrajući udio u ukupnoj emisiji ugljikovog dioksida (CO₂), energetika sudjeluje s 63.3% (u 2021.). Doprinos energetike u emisiji metana (CH₄) je bitno manji (2.4 % u 2021.) uspoređujući s ukupnom emisijom CO₂ ekvivalenta, dok je udio dušikovog oksida (N₂O) sasvim mali (0.8% u 2021.) uspoređujući s ukupnom emisijom CO₂ ekvivalenta. Emisije koje nastaju izgaranjem fosilnih goriva čine više od 95% ukupne emisije energetskog sektora. Doprinos svakog pojedinog podsektora emisijama sektora energetike prikazan je u tablici ES.3-1.

Tablica ES.3-1: Emisija sektora energetike po podsektorima za period 1990.-2021. (kt CO₂-eq)

Kategorije stakleničkih plinova	1990.	2000.	2005.	2010.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
1. Energetika	21,512.6	18,257.1	21,619.5	19,764.7	16,640.7	17,046.5	17,426.7	16,480.2	16,536.0	15,555.0	16,272.3
A. Aktivnosti izgaranja goriva	20,460.0	17,287.5	20,584.0	18,935.0	16,174.3	16,591.2	16,898.2	15,996.6	16,062.5	15,094.6	15,823.4
1. Energetske	7,087.3	5,831.8	6,835.5	5,901.5	4,740.9	4,873.4	4,491.7	3,936.4	3,914.2	3,694.2	3,756.7
2. Industrija	5,233.8	3,073.9	3,738.9	3,029.7	2,231.8	2,236.6	2,439.1	2,421.1	2,431.8	2,393.7	2,430.4
3. Promet	3,893.6	4,494.8	5,558.1	5,948.3	5,951.3	6,174.7	6,642.1	6,406.8	6,584.9	5,798.3	6,261.9
4. Sektor opće	4,245.2	3,887.0	4,451.4	4,055.4	3,250.3	3,306.6	3,325.3	3,232.3	3,131.6	3,208.4	3,374.4
5. Ostalo	NO,IE	NO,IE	NO,IE	NO,IE	NO,IE	NO,IE	NO,IE	NO,IE	NO,IE	NO,IE	NO,IE
B. Fugitivne emisije	1,052.5	969.6	1,035.6	829.7	466.5	455.3	528.4	483.7	473.4	460.4	449.0
1. Kruta goriva	66.8	NO,NA	NO,NA	NO,NA	NO,NA	NO,NA	NO,NA	NO,NA	NO,NA	NO,NA	NO,NA
2. Tekuća goriva, p,plin	985.7	969.6	1,035.6	829.7	466.5	455.3	528.4	483.7	473.4	460.4	449.0
C. Promet i skladištenje CO ₂	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Najveći dio emisije nastaje kao posljedica izgaranja goriva u prometu (38.5% u 2021.), zatim u podsektoru energetskih postrojenja (23.1% u 2021.) te u malim stacionarnim ložištima koja se koriste u uslužnom sektoru, kućanstvima te podsektoru poljoprivreda/šumarstvo/ribarenje (20.7% u 2021.). Podsektor industrija i graditeljstvo doprinose ukupnoj emisiji sektora Energetika sa 14.9%, dok fugitivne emisije doprinose sa oko 2.8%.

INDUSTRIJSKI PROCESI I UPORABA PROIZVODA

U sektoru Industrijski procesi i uporaba proizvoda, ključni izvori emisije pripadaju podsektorima Proizvodnja ostalih nemetalnih mineralnih proizvoda, Proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda, te Uporaba zamjenskih tvari za tvari koje oštećuju ozonski sloj, koji su u 2021. godini zajedno činili 96.6% emisije iz ovog sektora. Proizvodnja željeza u visokim pećima i primarna proizvodnja aluminija prestale

su s radom 1992., a proizvodnja ferolegura 2003. godine. Općenito, emisije stakleničkih plinova smanjivale su se u razdoblju od 1990. - 1995. godine uslijed smanjenja gospodarskih aktivnosti tijekom rata, dok je u razdoblju od 1996. – 2008. godine došlo do laganog porasta emisija uslijed revitalizacije gospodarstva. Uslijed smanjenja gospodarskih aktivnosti nakon 2008. godine, emisije iz industrijskih procesa su kontinuirano padale, a od 2013. godine uslijedio je umjeren oporavak gospodarstva što je uvjetovalo i porast emisija. Smanjenje emisije stakleničkih plinova iz kemijske industrije od 2013. godine nadalje nastupilo je uslijed velikog smanjenja emisije N₂O iz proizvodnje dušične kiseline zbog primjene tehnologije smanjenja emisija. U 2021. godini došlo je do povećanja emisija iz industrijskih procesa za 1.4% u odnosu na 2020. godinu te smanjenja od 18.3% u odnosu na 1990. godinu. Sektor Industrijski procesi i uporaba proizvoda doprinosi ukupnoj nacionalnoj emisiji stakleničkih plinova u 2021. godini sa 14.7%. Doprinos svakog pojedinog podsektora emisijama sektora Industrijski procesi i uporaba proizvoda prikazan je u tablici ES.3-2.

Tablica ES.3-2: Emisija sektora industrijskih procesa po podsektorima za period 1990.-2021. (kt CO₂-eq)

Kategorije stakleničkih plinova	1990.	2000.	2005.	2010.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
2. Industrijski procesi i uporaba proizvoda	4,403.4	2,953.3	3,400.2	3,408.5	3,205.3	3,029.1	3,406.6	3,383.9	3,556.6	3,646.3	3,595.9
A. Proizvodnja ostalih nemetalnih mineralnih proizvoda	1,297.6	1,426.4	1,809.9	1,403.7	1,306.4	1,201.3	1,425.6	1,358.4	1,324.9	1,359.3	1,372.3
B. Proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda	1,427.9	1,324.8	1,234.1	1,298.7	849.1	645.1	654.5	557.6	639.2	593.2	401.8
C. Industrija metala	1,458.1	30.2	12.7	14.7	9.3	1.1	1.9	9.0	4.9	4.9	14.3
D. Ne-energetska uporaba	176.2	75.7	111.5	89.7	68.7	73.9	70.8	80.1	93.1	87.2	81.9
E. Proizvodnja elektroničkih komponenata	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
F. Uporaba zamjenskih tvari za tvari koje oštećuju ozonski sloj	NO	50.8	189.1	567.7	948.1	1,083.6	1,229.0	1,356.0	1,470.2	1,574.6	1,699.3
G. Proizvodnja i uporaba ostalih proizvoda	43.7	45.4	43.0	34.0	23.6	24.1	24.8	22.8	24.3	27.1	26.5
H. Ostalo	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

POLJOPRIVREDA

U sektoru Poljoprivreda, emisije CH₄ i N₂O uvjetovane su različitim poljoprivrednim aktivnostima. Za emisiju CH₄ najznačajniji izvor je uzgoj životinja (crijevna fermentacija) koji čini oko 40.0% ukupne emisije sektora prikazane kao CO₂-eq. Broj goveda pokazuje kontinuirano smanjenje u razdoblju 1990.-2000. To je kao posljedicu imalo smanjenje emisije CH₄. U 2000. broj goveda počeo se povećavati te se takav trend većinom zadržao do 2006. Između 2007. i 2010. broj goveda se smanjio i na toj razini se zadržao do 2013. i 2014. godine. U usporedbi s 2020., emisija CH₄ iz crijevnice fermentacije pale su za 1.1% u 2021. godini. U pogledu emisija iz Gospodarenja stajskim gnojem, emisija CO₂-eq se smanjila za 1.1% u 2021. godini u usporedbi s 2020. Emisije iz Poljoprivrednih tala smanjile su se nakon 1990. i tijekom rata zbog specifičnih nacionalnih okolnosti i ograničene poljoprivredne prakse u to vrijeme. Nakon toga, trend emisije uglavnom je pod utjecajem promjena u direktnim emisijama iz tla; stoga se povećanje emisije može uočiti 1997., 2001. i 2002. zbog porasta potrošnje mineralnih gnojiva te biljne proizvodnje, a kasnije i zbog porasta broja životinja. Emisija CO₂-eq iz Poljoprivrednih tala se povećala u 2021. u odnosu na 2020. za 1.0%. Općenito, u 2021. emisija iz sektora Poljoprivreda se smanjila za 0.3% u usporedbi s 2020. godinom. Doprinos svakog pojedinog podsektora emisijama sektora Poljoprivreda prikazan je u tablici ES.3-3.

Tablica ES.3-3: Emisije sektora Poljoprivrede po podsektorima za razdoblje 1990.-2021. (kt CO₂-eq)

Kategorije stakleničkih plinova	1990.	2000.	2005.	2010.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2000.	2021.
3. Poljoprivreda	4,424.3	3,093.2	3,361.8	3,135.0	2,787.2	2,745.0	2,844.0	2,730.7	2,721.2	2,700.7	2,700.9
A. Crijevna fermentacija	2,336.0	1,349.7	1,458.8	1,303.8	1,193.8	1,196.8	1,193.6	1,119.7	1,120.4	1,091.1	1,079.3
B. Gospod. stajskim gnojem	776.3	618.0	681.6	721.8	641.7	635.1	617.0	574.9	564.8	534.8	529.7
C. Uzgoj riže	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
D. Poljoprivredna tla	1,262.0	1,064.6	1,135.9	1,021.4	882.3	837.0	952.2	963.9	960.4	979.6	989.1
E. Spaljivanja savana	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
F. Spaljivanje polj.	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
G. Primjena sredstava za kalcifikaciju	NO	NO	14.5	21.5	12.1	11.2	10.9	4.6	2.1	6.9	18.7
H. Uporaba uree	50.0	60.9	71.0	66.6	57.2	65.0	70.2	67.6	73.6	88.3	84.2
I. Ostala gnojiva	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
J. Ostalo	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

LULUCF

Zakon o šumama (NN 68/18, 115/18, 98/19, 32/20, 145/20) uređuje uzgoj, zaštitu, korištenje i raspolaganje šumom i šumskim zemljištima kao prirodnim bogatstvom, a s ciljem održavanja biološke raznolikosti te osiguranja gospodarenja na načelima gospodarske održivosti, socijalne odgovornosti i ekološke prihvatljivosti. Nadalje, u kontekstu klimatskih promjena, jedna od njegovih najvažnijih stavki je da šumama treba gospodariti sukladno kriterijima održivog gospodarenja, što uključuje održavanje i poboljšanje šumskih ekosustava i njihovog doprinosa globalnom kruženju ugljika. Aktivnosti planiranja u sektoru šumarstva u Hrvatskoj također su uređene Zakonom o šumama (NN 68/18, 115/18, 98/19, 32/20, 145/20). Šumskogospodarski planovi utvrđuju uvjete za skladno korištenje šuma i šumskoga zemljišta i zahvate u tom prostoru, potreban opseg uzgoja i zaštite šuma, mogući stupanj iskorištenja te uvjete za gospodarenje životinjskim svijetom. Šumskogospodarska osnova područja Republike Hrvatske (ŠGOP) utvrđuje ekološku, gospodarsku i socijalnu podlogu za biološko poboljšavanje šuma i povećanje šumske proizvodnje.

Prema Šumskogospodarskoj osnovi Republike Hrvatske (2006.-2018.), šume i šumsko zemljište prekrivaju 47.5% ukupne površine Hrvatske. Porijeklom, približno 95% šuma nastalo je prirodnim pomlađivanjem (u skladu s nacionalnim definicijama koje se primjenjuju u sektoru), dok ostatak od 5% čine umjetno podignute šumske kulture i plantaže. Osnovom je, za 2006. godinu, utvrđena drvna zaliha od oko 398 mil. m³ dok je godišnji prirast oko 10,5 mil. m³. Najčešće vrste su bukva (*Fagus sylvatica*), hrast lužnjak (*Quercus robur*), hrast kitnjak (*Quercus petraea*), obični grab (*Carpinus betulus*), obična jela (*Abies alba*), poljski jasen (*Fraxinus angustifolia*), smreka (*Picea abies*), crna joha (*Alnus glutinosa*), crni bagrem (*Robinia pseudoacacia*), hrast cer (*Quercus cerris*) i ostale.

Metodologija korištena za proračun uklanjanja pomoću ponora CO₂ provedena je prema IPCC metodologiji, a temelji se na podacima o prirastu i sječi. Problem krčenja šuma ne postoji u Hrvatskoj. Prema postojećim podacima, ukupna površina šuma nije se smanjivala u zadnjih 100 godina.

Tablica ES.3-4 prikazuje trend uklanjanja pomoću ponora CO₂ u sektoru šumarstva. Emisije iz LULUCF sektora su u 2021. godini doprinijele ukupnoj emisiji CO₂-eq sa 31.3%.

Tablica ES.3-4: Trendovi emisije u LULUCF sektoru za razdoblje 1990.-2021. (kt CO₂-eq)

Kategorija izvora	1990.	2000.	2005.	2010.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
LULUCF uklanjanja pomoću ponora	-6,312.2	-6,695.4	-7,968.7	-6,887.6	-5,698.4	-5,708.5	-4,895.7	-5,503.8	-5,735.8	-5,666.8	-5,802.4

GOSPODARENJE OTPADOM

Sektor Gospodarenje otpadom uključuje sljedeće kategorije: odlaganje otpada, biološku obradu otpada, spaljivanje otpada i upravljanje otpadnim vodama. Odlaganje otpada na odlagališta najviše doprinosi emisiji CH₄ iz ovog sektora.

Emisije iz odlaganja otpada čine 67.4% sektorskih emisija u 2021. godini, u usporedbi s 33.3% u 1990. godini. Tijekom izvještajnog razdoblja dolazi do povećanja proizvedenog i odloženog otpada. Posljednjih godina trend porasta proizvedenog otpada je sporiji dok se odloženi otpad smanjuje, u usporedbi s prethodnim razdobljem, uslijed primjene mjera izbjegavanja/smanjenja i recikliranja otpada koje se još uvijek nedovoljno primjenjuju.

Emisije iz upravljanja otpadnim vodama čine 30.7% sektorskih emisija u 2021. godini, u usporedbi sa 64.6% u 1990. godini. Smanjenje emisije tijekom izvještajnog razdoblja najvećim je dijelom uzrokovano smanjenjem broja stanovnika (otpadne vode kućanstava) kao i smanjenjem gospodarskih aktivnosti od 2008. godine nadalje te promjenjivim trendom u industrijskoj proizvodnji (otpadne vode industrije).

Biološka obrada otpada i spaljivanje otpada i spaljivanje otpada na otvorenom znatno manje doprinose sektorskoj emisiji tijekom cijelog izvještajnog razdoblja.

Sektor Gospodarenje otpadom doprinosi ukupnoj nacionalnoj emisiji stakleničkih plinova u 2021. godini sa 7.7%. Doprinos svake kategorije emisijama ovog sektora prikazan je u tablici ES.3-5.

Tablica ES.3-5: Emisije sektora Otpad po kategorijama za razdoblje 1990. -2021. godine (kt CO₂-eq)

Kategorija izvora	1990.	2000.	2005.	2010.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
5. Otpad	1,113.8	1,350.0	1,494.8	1,862.8	1,977.	2,013.	2,032.	2,006.1	1,985.6	2,004.8	1,877.2
A. Odlaganje krutog	370.9	631.9	805.0	1,172.3	1,337.	1,365.	1,414.	1,405.4	1,377.8	1,393.1	1,265.6
B. Biološka obrada krutog otpada	NO,IE	1.2	2.0	6.4	8.3	11.7	11.3	13.5	16.7	22.9	26.7
C. Spaljivanje otpada	23.9	17.8	10.8	11.8	10.1	9.3	8.4	8.7	8.0	8.0	8.2
D. Upravljanje otpadnim	719.0	699.2	677.0	672.3	622.2	627.0	598.2	578.6	583.1	580.9	576.7
E. Ostalo	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

ES.3.2. Emisije stakleničkih plinova prema plinovima

ES.3.2.1. Emisija ugljikovog dioksida (CO₂)

Ugljikov dioksid (CO₂) je najznačajniji staklenički plin antropogenog podrijetla. Kao i u većini zemalja, najznačajniji antropogeni izvori emisije CO₂ u Hrvatskoj su: procesi izgaranja fosilnih goriva za potrebe proizvodnje električne energije i/ili topline, promet i industrijski procesi (proizvodnja cementa i amonijaka). Rezultati proračuna emisije CO₂ u Hrvatskoj dati su u tablici ES.3.2-1.

Tablica ES.3.2-1: Emisije/uklanjanja pomoću ponora CO₂ po sektorima za razdoblje 1990.-2021. (kt CO₂)

Kategorije stakl. plinova	1990.	2000.	2005.	2010.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
Energetika	20,362.9	17,356.8	20,656.7	18,806.6	15,798.6	16,208.6	16,597.8	15,691.4	15,764.3	14,788.6	15,473.9
Industrijski procesi	2,561.2	2,236.2	2,597.8	2,123.4	1,956.7	1,824.2	2,065.1	1,960.6	2,017.5	1,986.7	1,833.9
Poljoprivreda	50.0	60.9	85.5	88.0	69.3	76.2	81.1	72.2	75.7	95.2	102.8
LULUCF	-6,356.8	-6,897.4	-8,032.8	-6,985.7	-5,838.7	-5,840.3	-5,133.4	-5,623.0	-5,857.6	-5,840.6	-5,923.8
Otpad	0.54	6.15	0.16	0.05	0.05	0.05	NO,NA	NO,NA	NO,NA	NO,NA	NO,NA
Ostalo	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Ukupna CO ₂ emisija	22,974.7	19,660.0	23,340.0	21,018.2	17,824.7	18,109.0	18,744.0	17,724.2	17,857.4	16,870.5	17,410.6
Net CO ₂ emisija	16,617.9	12,762.6	15,307.3	14,032.5	11,986.0	12,268.7	13,610.6	12,101.1	11,999.8	11,030.0	11,486.9

SEKTOR ENERGETIKA

Ovaj sektor pokriva sve djelatnosti koje uključuju potrošnju fosilnih goriva u stacionarnim i pokretnim izvorima i fugitivnu emisiju iz goriva. Fugitivna emisija nastaje tijekom proizvodnje, prijenosa, prerade, skladištenja i distribucije fosilnih goriva. Energetski sektor je glavni izvor antropogene emisije ugljikovog dioksida s doprinosom od 88.9% u ukupnoj emisiji ugljikovog dioksida (prikazana kao emisija CO₂ bez LULUCF). Emisija CO₂ iz izgaranja goriva i fugitivnih emisija čini većinu. Emisije po podsektorima prikazuje tablica ES.3.2-2.

Tablica ES.3.2-2: Emisije CO₂ po podsektorima energetike za razdoblje 1990.-2021. (kt CO₂)

Kategorije stakl. plinova	1990.	2000.	2005.	2010.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
Energetske transform.	7,065.8	5,810.9	6,810.0	5,877.3	4,718.8	4,846.8	4,464.8	3,907.8	3,880.4	3,659.3	3,718.3
Industrija i graditeljstvo	5,208.6	3,061.7	3,724.0	3,015.8	2,222.7	2,228.7	2,429.6	2,411.0	2,421.1	2,381.7	2,418.1
Promet	3,787.1	4,354.4	5,467.7	5,865.8	5,887.8	6,106.4	6,570.3	6,340.8	6,516.9	5,732.1	6,195.0
Ostali sektori	3,719.0	3,418.4	3,898.2	3,506.2	2,719.8	2,790.1	2,821.6	2,747.1	2,658.9	2,727.2	2,858.6
Fugitivne emisije	582.5	711.4	756.7	541.5	249.5	236.7	311.6	284.6	286.9	288.2	283.9
Ukupna CO ₂	20,362.9	17,356.8	20,656.7	18,806.6	15,798.6	16,208.6	16,597.8	15,691.4	15,764.3	14,788.6	15,473.9

Proračun emisije temelji se na podacima o potrošnji goriva koji su detaljno iskazani u godišnjoj nacionalnoj energetske bilanci, što omogućuje detaljnu varijantu proračuna po podsektorima unutar propisane IPCC metodologije (eng. Sectoral approach).

Energetski najintenzivniji podsektor je sektor Energetskih transformacija (proizvodnja električne energije i topline, rafinerije i izgaranje na naftnim i plinskim poljima). U okviru podsektora Industrija i graditeljstvo, najveće emisije CO₂ su posljedica izgaranja u industriji građevinskog materijala i petrokemijskoj industriji te prehrambenoj industriji, kemijskoj industriji, industriji papira, industriji željeza i čelika i industriji obojanih metala. Nadalje, ovaj podsektor također uključuje i proizvodnju električne energije i topline u industrijskim energanama.

Sektor Promet je također jedan od važnih izvora emisije CO₂. Sektor Promet uključuje emisije iz cestovnog, zračnog, željezničkog i pomorskog i riječnog prometa. U 2021. emisija CO₂ iz sektora Promet doprinijela je s 35.6% ukupnoj emisiji CO₂ s teritorija RH. Najveći udio u CO₂ emisiji iz podsektora Promet ima cestovni promet (96.5% emisije CO₂ iz prometa u 2021.), nakon njega slijede pomorski i riječni promet, domaći zračni promet i željeznički promet.

Do emisije stakleničkih plinova dolazi i izgaranjem biomase (ogrjevno drvo i gorivi otpaci, biodizel, bioplin), ali emisija CO₂ ne ulazi u bilancu zbog pretpostavke da je emitirani CO₂ prethodno apsorbiran u životnom ciklusu biljke za rast i stvaranje biomase. Uklanjanja pomoću ponora ili emisije CO₂ uslijed promjene u biomasi šume izračunavaju se u LULUCF sektoru. .

Fugitivna emisija stakleničkih plinova iz ugljena, tekućih goriva i prirodnog plina uslijed vađenja rude, proizvodnje, prerade, transporta, distribucije i aktivnosti tijekom korištenja goriva također je dio ovog sektora.

INDUSTRIJSKI PROCESI I UPORABA PROIZVODA

Kao nusprodukt u različitim industrijskim procesima u kojima se ulazna sirovina kemijski transformira u finalni proizvod dolazi do emisije stakleničkih plinova. Industrijski procesi koji značajno doprinose emisiji CO₂ su proizvodnja cementa, vapna, amonijaka, te korištenje vapnenca i dehidratizirane sode u različitim industrijskim djelatnostima.

Opća metodologija korištena pri proračunu emisija iz industrijskih procesa, preporučena od strane UNFCCC-a, uključuje umnožak godišnje proizvedene ili potrošene količine proizvoda ili materijala s odgovarajućim faktorima emisije po jedinici te proizvodnje ili potrošnje. Podaci o godišnjoj proizvodnji ili potrošnji za pojedine industrijske procese većinom su dobiveni izravnim anketiranjem pojedinih poduzeća. Rezultati proračuna emisije CO₂ u industrijskim procesima prikazani su u tablici ES.3.2-3.

Tablica ES.3.2-3: Emisija CO₂ iz Industrijskih procesa i uporabe proizvoda za razdoblje 1990.-2021. (kt CO₂)

Kategorije stakl. plinova	1990.	2000.	2005.	2010.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
Proizvodnja ostalih nemetalnih mineralnih proizvoda	1,297.6	1,426.4	1,809.9	1,403.7	1,306.4	1,201.3	1,425.6	1,358.4	1,324.9	1,359.3	1,372.3
Proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda	751.1	704.4	663.6	615.4	572.3	547.9	566.8	513.1	594.6	535.3	365.5
Metalna industrija	336.4	29.7	12.7	14.7	9.3	1.1	1.9	9.0	4.9	4.9	14.3
Ne-energetska uporaba goriva i otapala	176.2	75.7	111.5	89.7	68.7	73.9	70.8	80.1	93.1	87.2	81.9
Ukupna emisija CO₂	2,561.2	2,236.2	2,597.8	2,123.4	1,956.7	1,824.2	2,065.1	1,960.6	2,017.5	1,986.7	1,833.9

Najveći izvori emisije CO₂ u industrijskim procesima su proizvodnja cementa, amonijaka i vapna. U 2021. emisija CO₂ iz proizvodnje minerala doprinijela je ukupnoj sektorskoj emisiji CO₂ sa 74.8%, a kemijska industrija sa 19.9%. Općenito, emisije iz Industrijskih procesa smanjile su se u razdoblju 1990.-1995. kao posljedica smanjenja ili prestanka određenih industrijskih djelatnosti uslijed rata u RH, da bi u narednom razdoblju od 1996.-2008. porasle. Proizvodnja željeza i aluminija zaustavljena je 1992. Smanjenje gospodarskih aktivnosti nakon 2008. utjecalo je na pad proizvodnje cementa, vapna,

amonijaka i čelika. U 2021. emisije CO₂ iz industrijskih procesa su smanjile za 7.7% u odnosu na 2020. godinu.

ES.3.2.2. Emisija metana (CH₄)

Glavni izvori emisije metana (CH₄) u Hrvatskoj su fugitivna emisija iz proizvodnje, prerade, transporta i aktivnosti korištenja goriva u sektoru Energetika, Poljoprivreda i Odlaganje otpada. Emisija CH₄ prema sektorima prikazana je u tablici ES.3.2-4.

Tablica ES.3.2-4: Emisija CH₄ u Hrvatskoj za razdoblje 1990.-2021. (kt CH₄)

Kategorije stakleničkih plinova	1990.	2000.	2005.	2010.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
Energetika	33.33	23.38	26.82	26.72	23.44	23.11	22.71	21.44	20.67	20.37	21.26
Industrijski procesi	0.37	0.14	0.15	0.11	NO,NE,IE,NA	NO,NE,IE,NA	NO,NE,IE,NA	NO,NE,IE,NA	NO,NE,IE,NA	NO,NE,IE,NA	NO,NE,IE,NA
Poljoprivreda	101.00	64.22	70.72	67.29	61.23	61.02	60.31	56.46	56.09	54.09	53.61
LULUCF	0.05	3.88	0.11	0.07	0.56	0.36	2.77	0.05	0.11	1.30	0.23
Otpad	37.49	45.66	50.73	63.74	67.68	68.88	69.58	68.66	67.87	68.46	63.96
Ostalo	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Ukupna CH₄	172.24	137.27	148.53	157.93	152.91	153.37	155.37	146.61	144.74	144.23	139.06

U sektoru Poljoprivreda prisutna su dva značajna izvora emisije metana: crijevna fermentacija u procesu probave preživača (muzne krave predstavljaju najveći izvor) i različiti postupci vezani uz skladištenje i primjenu organskih gnojiva (gospodarenje gnojem). Ukupna emisija metana, porijeklom od domaćih životinja, računa se kao zbroj emisija iz crijevne fermentacije i emisija vezanih uz gospodarenje gnojem. Trend emisije ovisi o trendu broja životinja.

Emisija metana iz odlagališta otpada nastaje anaerobnom razgradnjom organskog otpada pomoću metanogenih bakterija. Količina metana emitirana tijekom procesa razgradnje izravno je proporcionalna udjelu razgradivog organskog ugljika, koji je definiran kao udio ugljika u različitim vrstama organskog biorazgradivog otpada. Anaerobni procesi se primjenjuju u obradi otpadnih voda nekih industrija, što rezultira emisijom CH₄. Upravljanje otpadnim vodama kućanstava, posebno u ruralnim područjima gdje se koriste septičke jame, djelomično je anaerobno bez spaljivanja CH₄, što rezultira emisijom CH₄.

ES.3.2.3. Emisije didušikovog oksida (N₂O)

Najvažniji izvori emisije N₂O u Hrvatskoj su poljoprivredne djelatnosti i proizvodnja dušične kiseline, a do emisija dolazi i iz sektora Energetika i Gospodarenje otpadom. Emisija N₂O prema sektorima prikazana je u tablici ES.3.2-5.

Tablica ES.3.2-5: Emisija N₂O u Hrvatskoj za razdoblje 1990.-2021. (kt N₂O)

Kategorije stakleničkih plinova	1990.	2000.	2005.	2010.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
Energetika	0.82	0.93	0.80	0.79	0.70	0.72	0.73	0.71	0.73	0.74	0.77
Industrijski procesi	2.65	2.45	2.24	2.66	1.11	0.43	0.40	0.23	0.23	0.29	0.20
Poljoprivreda	5.84	4.66	4.89	4.39	3.79	3.62	4.05	4.07	4.06	4.12	4.14
LULUCF	0.16	0.35	0.23	0.36	0.47	0.46	0.60	0.44	0.45	0.52	0.43
Otpad	0.24	0.25	0.28	0.29	0.31	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33
Ostalo	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Ukupna N₂O emisija	9.71	8.64	8.45	8.49	6.38	5.55	6.10	5.77	5.78	5.99	5.87

U okviru sektora Poljoprivreda utvrđena su tri izvora emisije N₂O: direktna N₂O emisija iz poljoprivrednih tala, direktna N₂O emisija iz uzgoja životinja i indirektna N₂O emisija uvjetovana poljoprivrednim aktivnostima. Prema IPCC metodologiji, mineralni dušik, dušik iz organskih gnojiva, količina dušika koju vežu N-fiksirajući usjevi, količina dušika nastala razgradnjom biljnih ostataka te količina nastala mineralizacijom tla uzrokovana kultivacijom histosola, analizira se posebno.

U sektoru Industrijski procesi do emisije N₂O dolazi iz proizvodnje dušične kiseline koja predstavlja sirovinu u proizvodnji dušičnih mineralnih gnojiva. U okviru analize mjere smanjenja emisije N₂O, razmatralo se o mogućnosti korištenja uređaja za neselektivno katalitičko smanjenje, a pritom bi se utjecaj proizvodnje dušične kiseline na emisije N₂O praktički eliminirao.

U sektoru Energetika emisija je izračunata temeljem potrošnje goriva i odgovarajućih faktora emisije (IPCC). Porast emisije N₂O u energetici posljedica je sve veće uporabe trostaznih katalizatora u cestovnim motornim vozilima.

Emisija N₂O iz sektora Gospodarenje otpadom uglavnom dolazi indirektno iz ljudskog sekreta. Izračunava se temeljem ukupnog broja stanovnika i godišnje potrošnje proteina po stanovniku. Podaci o godišnjoj potrošnji proteina po stanovniku preuzeti su iz FAOSTAT statističke baze podataka. Metoda ekstrapolacije je korištena za izračun nedostupnih podataka.

ES.3.2.4. Emisija halogeniranih ugljikohidrata (HFC, PFC), SF₆ i NF₃

Sintetički staklenički plinovi su halogenirani ugljikovodici (HFC i PFC) i sumporov heksafluorid (SF₆). Iako njihove emisije u apsolutnom smislu nisu velike, zbog velikog stakleničkog potencijala njihov je doprinos globalnom zatopljenju značajan. MINGOR je nadležno tijelo odgovorno za praćenje potrošnje zamjenskih plinova i mješavina za plinove koji oštećuju ozonski omotač. U Hrvatskoj nema proizvodnje HFC-a, PFC-a, SF₆ i NF₃ stoga se sve količine ovih plinova uvoze. Manje količine ovih tvari se izvoze.

Republika Hrvatska ubraja se u zemlje iz članka 5. Montrealskog protokola te je imala duži period za upotrebu CFC-a, HCFC-a i halona. Zbog toga je Hrvatska započela s korištenjem HFC-a 10 godina kasnije od ostalih zemalja Priloga I. Prema anketi provedenoj među značajnijim zastupnicima/distributerima, korisnicima i potrošačima ovih plinova, podaci vezani uz uvoz i izvoz HFC-a, PFC-a, SF₆ i NF₃ (dostavljeni iz MINGOR-a), korišteni su za proračun emisija izraženih u kt CO₂-eq, prikazanih u Tablici ES.3.2-6.

Tablica ES.3.2-6: Emisija halogeniranih ugljikovodika, SF₆ i NF₃ u razdoblju 1990.-2021. (kt CO₂-eq)

Kategorije stakleničkih plinova	1990.	2000.	2005.	2010.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
Emisija HFC, PFC	1,117.28	50.76	189.06	567.73	948.12	1,083.59	1,229.02	1,356.03	1,470.23	1,574.63	1,699.28
Emisija SF ₆	11.06	12.72	14.70	10.13	5.75	6.80	7.23	6.46	8.09	9.35	9.63
Emisija NF ₃	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Ukupna emisija	1,128.3	63.5	203.8	577.9	953.9	1,090.4	1,236.3	1,362.5	1,478.3	1,584.0	1,708.9

ES.4. Ostale informacije (indirektni staklenički plinovi)

Fotokemijski aktivni plinovi ugljikov monoksid (CO), dušikovi oksidi (NO_x) i ne-metanski hlapivi organski spojevi (NMHOS) indirektno doprinose stakleničkom efektu. Nazivaju se indirektni staklenički plinovi ili prethodnici ozona jer sudjeluju u procesu stvaranja i razgradnje ozona koji je također jedan od stakleničkih plinova. Za sumporov dioksid (SO₂) se smatra da, kao prethodnik sulfata i aerosola, negativno utječe na staklenički efekt. Emisije indirektnih stakleničkih plinova preuzete su iz dokumenta "Informativno izvješće o inventaru emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske (za razdoblje 1990.-2020.)".

Proračuni agregiranih rezultata za emisije neizravnih plinova u razdoblju 1990.-2020. prikazani su u tablici ES.4.1-1. Informativno izvješće o inventaru za 2021. nije bilo dostupno u vrijeme izrade ovog izvješća, stoga je za izvješćivanje u 2021. godini korištena oznaka NE.

Tablica ES.4.1-1: Emisije prethodnika ozona i SO₂ po sektorima (kt)

Onečišćujuća tvar	1990.	2000.	2005.	2010.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
Emisije NO_x	110.60	94.03	89.61	72.55	58.01	58.47	62.15	52.72	52.05	49.60	NE
Energetika	97.55	80.54	78.53	63.24	49.44	49.98	49.52	44.55	43.59	40.85	NE
Industrijski procesi	2.66	2.53	2.29	1.52	1.03	0.92	1.16	0.89	0.75	0.94	NE
Poljoprivreda	10.35	7.91	8.67	7.70	6.87	6.54	7.26	7.08	7.12	7.12	NE
LULUCF	0.04	3.05	0.13	0.09	0.67	1.03	4.21	0.20	0.59	0.69	NE
Otpad	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	NO,NE, IE,NA	NO,NE, IE,NA	NO,NE, IE,NA	NO,NE, IE,NA	NE
Emisije CO	552.14	555.76	417.52	327.37	275.77	264.64	313.46	229.92	216.49	218.84	NE
Energetika	511.49	435.39	397.57	325.60	265.16	256.99	251.31	228.56	215.24	214.16	NE
Industrijski procesi	39.91	30.12	17.37	0.18	0.21	0.00	0.01	0.23	0.12	0.08	NE
Poljoprivreda	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NE
LULUCF	0.74	90.24	2.58	1.59	10.40	7.65	62.13	1.13	1.12	4.60	NE
Otpad	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	NO,NE, IE,NA	NO,NE, IE,NA	NO,NE, IE,NA	NO,NE, IE,NA	NE
Emisije NMHOS	162.03	106.57	109.39	87.84	68.90	70.05	72.19	67.06	71.80	68.35	NE
Energetika	67.22	58.95	53.42	43.65	33.97	32.72	31.49	29.60	27.86	27.21	NE
Industrijski procesi	83.67	30.58	45.89	33.82	23.91	26.52	24.94	27.56	33.73	31.07	NE
Poljoprivreda	10.83	8.71	9.42	9.56	9.34	9.33	9.35	9.01	9.30	9.02	NE
LULUCF	0.10	7.94	0.21	0.15	0.92	0.71	5.62	0.10	0.13	0.29	NE
Otpad	0.21	0.38	0.45	0.66	0.75	0.77	0.80	0.79	0.77	0.77	NE
Emisije SO₂	170.10	59.99	58.33	35.02	15.51	14.39	12.29	9.84	7.36	5.87	NE
Energetika	169.37	59.54	57.92	35.01	15.50	14.39	12.29	9.83	7.35	5.87	NE
Industrijski procesi	0.72	0.44	0.41	0.01	0.01	NO,NE, NA	0.00	0.01	0.00	0.00	NE
Poljoprivreda	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
LULUCF	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Otpad	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	NO	NO	NO	NO	NO

Iako Stranke sada mogu odabrati izvještavanje o indirektnim emisijama CO₂ u skladu sa stavkom 29. smjernica UNFCCC, Republika Hrvatska nije odabrala izvještavanje o indirektnim emisijama CO₂ iz atmosfere oksidacije CH₄, CO i NMHOS, niti o indirektnim emisijama N₂O koje ne proizlaze iz sektora Poljoprivreda i LULUCF.

ES.5. Opis ključnih izvora emisije

Prema smjernicama *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*, ključne kategorije su one koje predstavljaju 95% (Pristup 1) ili 90% (Pristup 2) ukupnih godišnjih emisija u zadnjoj izvještajnoj godini ili pripadaju ukupnom trendu, kad se poredaju od najvećeg prema najmanjem udjelu u ukupnim godišnjim emisijama ili trendu.

Sažeta tablica ključnih izvora emisija utvrđenih za izvješće (po razini i trendu) na osnovu tablice 4.4 svezak 1 u smjernicama 2006 IPCC Guidelines nalazi se u tablici ES.5-1.

Tablica ES.5-1: Opis ključnih izvora emisija za 2021. godinu

Analiza Pristupa 1 i 2 - Sažeti prikaz ključnih izvora (NIR2023, 2021. godina)							
A	B	C	D				E
IPCC Kategorije	GHG	Ključni izvor	Kriterij identifikacije				Kom .
1. Energetika							
1.A.1 Izgaranje goriva - Energetske transformacije - Plinovita goriva	CO ₂	Da	L1e L2e	T1e T2e	L1i L2i	T1i T2i	
1.A.1 Izgaranje goriva - Energetske transformacije - Tekuća goriva	CO ₂	Da	L1e	T1e T2e	L1i	T1i T2i	
1.A.1 Izgaranje goriva - Energetske transformacije - Kruta goriva	CO ₂	Da	L1e L2e	T1e T2e	L1i	T1i	
1.A.2 Izgaranje goriva - Industrija i graditeljstvo - Plinovita goriva	CO ₂	Da	L1e	T1e	L1i	T1i	
1.A.2 Izgaranje goriva - Industrija i graditeljstvo - Tekuća goriva	CO ₂	Da	L1e	T1e T2e	L1i	T1i T2i	
1.A.2 Izgaranje goriva - Industrija i graditeljstvo - Ostala fosilna goriva	CO ₂	Da	L1e	T1e	L1i	T1i	
1.A.2 Izgaranje goriva - Industrija i graditeljstvo - Kruta goriva	CO ₂	Da	L1e	T1e T2e	L1i	T1i T2i	
1.A.3.b Cestovni promet	CO ₂	Da	L1e L2e	T1e T2e	L1i L2i	T1i T2i	
1.A.3.b Cestovni promet	N ₂ O	Da	L2e	T2e			
1.A.4 Sektor opće potrošnje - Biomasa	CH ₄	Da	L1e L2e	T2e	L1i L2i		
1.A.4 Sektor opće potrošnje - Biomasa	N ₂ O	Da	L2e	T2e			
1.A.4 Sektor opće potrošnje - Plinovita goriva	CO ₂	Da	L1e L2e	T1e T2e	L1i	T1i T2i	
1.A.4 Sektor opće potrošnje - Tekuća goriva	CO ₂	Da	L1e L2e	T1e T2e	L1i	T1i T2i	
1.A.4 Sektor opće potrošnje - Tekuća goriva	N ₂ O	Da	L2e				
1.A.4 Sektor opće potrošnje - Kruta goriva	CO ₂	Da		T1e		T1i	
1.B.2.a Fugitivne emisije iz goriva - Nafta i prirodni plin - Nafta	CO ₂	Da		T2e		T1i T2i	
1.B.2.a Fugitivne emisije iz goriva - Nafta i prirodni plin - Nafta	CH ₄	Da		T1e T2e		T1i T2i	
1.B.2.b Fugitivne emisije iz goriva - Nafta i prirodni plin - Prirodni plin	CH ₄	Da	L2e				
1.B.2.b Fugitivne emisije iz goriva - Nafta i prirodni plin - Prirodni plin	CO ₂	Da	L1e L2e	T2e	L1i L2i	T1i T2i	
2. Industrijski procesi							
2.A.1 Proizvodnja cementa	CO ₂	Da	L1e	T1e	L1i	T1i	
2.B.1 Proizvodnja amonijaka	CO ₂	Da	L1e	T1e	L1i		
2.B.2 Proizvodnja dušične kiseline	N ₂ O	Da		T1e		T1i	
2.B.8 Proizvodnja petrokemijskih proizvoda i čađe	CO ₂	Da		T1e		T1i	
2.C.2 Proizvodnja ferolegura	CO ₂	Da		T1e		T1i	
2.C.3 Proizvodnja aluminija	CO ₂	Da				T1i	
2.C.3 Proizvodnja aluminija	PFCs	Da		T1e		T1i	
2.F.1 Sustavi za hlađenje i klimatizaciju	F-gases	Da	L1e L2e	T1e T2e	L1i L2i	T1i T2i	
2.G Proizvodnja i uporaba ostalih proizvoda							
3. Poljoprivreda	CH ₄	Da	L1e L2e	T1e T2e	L1i	T1i T2i	
3.A Crijevna fermentacija	CH ₄	Da	L1e		L1i		
3.B Gospodarenje stajskim gnojem	N ₂ O	Da	L1e	T1e T2e		T1i	

Analiza Pristupa 1 i 2 - Sažeti prikaz ključnih izvora (NIR2023, 2021. godina)							
A	B	C	D				E
IPCC Kategorije	GHG	Ključni izvor	Kriterij identifikacije				Kom.
3.B Gospodarenje stajskim gnojem	N ₂ O	Da	L1e L2e	T2e	L1i L2i	T2i	
3.D.1 Izravne emisije N ₂ O iz poljoprivrednih tala	N ₂ O	Da	L1e L2e		L1i L2i	T2i	
3.D.2 Neizravne emisije N ₂ O iz poljoprivrednih tala							
4. Korištenje zemljišta, promjene u korištenju zemljišta i šumarstvo	N ₂ O	Da				T2i	
4(III). Izravne emisije N ₂ O od gnojidbe/stabilizacije tla dušikom	CO ₂	Da			L1i L2i	T1i T2i	
4.A.1 Šumsko zemljište koje ostaje šumsko zemljište	CO ₂	Da			L1i L2i		
4.A.2 Zemljište pretvoreno u šumsko zemljište	CO ₂	Da			L1i L2i	T1i T2i	
4.B.1 Zemljište pod usjevima koje ostaje zemljište pod usjevima	CO ₂	Da			L1i L2i	T1i T2i	
4.B.2 Zemljište pretvoreno u zemljište pod usjevima	CO ₂	Da			L2i	T1i T2i	
4.C.2 Zemljište pretvoreno u travnjake	CO ₂	Da			L1i L2i	T1i T2i	
4.D.2 Zemljište pretvoreno u močvarna područja	CO ₂	Da				T2i	
4.E.2 Zemljišta pretvorena u naseljena područja	CO ₂	Da			L1i L2i	T1i T2i	
4.G Drvni proizvodi	CO ₂	Da			L1i L2i	T1i T2i	
5. Otpad							
5.A Odlaganje krutog otpada	CH ₄	Da	L1e L2e	T1e T2e	L1i L2i	T1i T2i	
5.D Upravljanje otpadnim vodama	CH ₄	Da	L1e L2e		L2i		
5.D Upravljanje otpadnim vodama	N ₂ O	Da	L2e	T2e			

L1e - Level excluding LULUCF - Tier1 T1e - Trend excluding LULUCF - Tier1

L2e - Level excluding LULUCF - Tier2 T2e - Trend excluding LULUCF - Tier2

L1i - Level including LULUCF - Tier1 T1i - Trend including LULUCF - Tier1

L2i - Level including LULUCF - Tier2 T2i - Trend including LULUCF - Tier2

Analiza ključnih izvora emisija provedena je pomoću aplikacije CRF. Iako postoje razlike između dviju analiza, obje analize su pokazale velike ključne izvore emisija. Neke kategorije u CRF analizi se razlikuju od kategorija u smjernicama 2006 IPCC Guidelines, tako da nije bilo moguće izraditi detaljnu usporedbu.

ES.6. Poboljšanja u inventaru

Poboljšanja koja su izvršena u NIR 2023 dana su u tablici ES.6-1.

Tablica ES.6-1: Provedene rekalkulacije u Inventaru 2023 za CO₂, CH₄ i N₂O

Sektor	Staklenički plin	Godina	Opis rekalkulacije
1. Energetika			
A. Aktivnosti izgaranja goriva	NO	NO	NO
1. Energetske transformacije	NO	NO	NO
2. Industrija	NO	NO	NO
3. Promet	NO	NO	NO
4. Sektor opće potrošnje	NO	NO	NO
5. Ostalo	NO	NO	NO
B. Fugitivne emisije			
1. Kruta goriva	NO	NO	NO
2. Tekuća goriva, p.plin	CO ₂ , CH ₄	2020	Procijenjeni podaci za otpremu nafte zamijenjeni su podacima iz statistike
C. Promet i skladištenje CO ₂	NO	NO	NO
2. Industrijski procesi i uporaba proizvoda			
A. Proizvodnja ostalih nemetalnih mineralnih	CO	1990	Prikupljeni su dodatni podaci
B. Proizvodnja kemikalija i kemijskih	NO	NO	NO
C. Industrija metala			
D. Ne-energetska uporaba goriva i otapala	CO	Cijelo razdoblje od 1990. do 2020.	Podaci o aktivnostima korištenja otapala su ispravljeni zbog usklađivanja s nacionalnim Informativnim izvješćem o inventaru.
G. Proizvodnja i uporaba ostalih proizvoda	NO	NO	NO
H. Ostalo	NO	NO	NO
3. Poljoprivreda			
A. Crijeva fermentacija	CH ₄ , N ₂ O	Cijelo razdoblje od 1990. do 2020.	Korištenje novih parametara specifičnih za državu za novu razinu 2 procjenu emisija za crijevu fermentaciju i izvore gospodarenja gnojem.
B. Gospod. stajskim gnojem	CH ₄ , N ₂ O	Cijelo razdoblje od 1990. do 2020.	Korištenje novih parametara specifičnih za državu za novu razinu 2 procjenu emisija za crijevu fermentaciju i izvore gospodarenja gnojem.
C. Uzgoj riže	NO	NO	NO
D. Poljoprivredna tla	NO	NO	NO
E. Spaljivanje savana	NO	NO	NO
F. Spaljivanje polj. ostataka	NO	NO	NO
G. Primjena sredstava za kalcifikaciju	CO ₂	2020	Korekcija korištenog EF-a, korištena je netočna vrijednost umjesto zadanog EF-a za dolomit/vapnenac.
H. Uporaba uree	NO	NO	NO
I. Ostala gnojiva	NO	NO	NO
J. Ostalo	NO	NO	NO
4. Korištenje zemljišta, promjena korištenja zemljišta i šumarstvo			

Sektor	Staklenički plin	Godina	Opis rekalkulacije
A. Šumsko zemljište	CO ₂	Cijelo razdoblje od 1990. do 2020.	Identificirana su nova područja pošumljena prije 1990. i dodana 1990. godini, uzrokujući povećanje površine u narednim godinama
B. Zemljište pod usjevima	CO ₂	Cijelo razdoblje od 1990. do 2020.	Poboljšanje QA/QC procedura
C. Travnjaci	CO ₂	Cijelo razdoblje od 1990. do 2020.	Ispravak površine u matrici
D. Močvare	CO ₂	Cijelo razdoblje od 1990. do 2020.	Poboljšanje QA/QC procedura
E. Naselja	CO ₂	Cijelo razdoblje od 1990. do 2020.	Poboljšanje QA/QC procedura
F. Ostalo zemljište	NO	NO	NO
G. Proizvodi od posječenog drva	CO ₂	Cijelo razdoblje od 1990. do 2020.	Poboljšanje QA/QC procedura
H. Ostalo	NO	NO	NO
5. Otpad			
A. Odlaganje krutog otpada	CH ₄ , N ₂ O	Cijelo razdoblje od 1990. do 2020.	Uključeni novi dodatni podaci
B. Biološka obrada krutog otpada	CH ₄ , N ₂ O	Cijelo razdoblje od 1990. do 2020.	Uključeni novi dodatni podaci
C. Spaljivanje otpada	NO	NO	NO
D. Upravljanje otpadnim vodama	NO	NO	NO
E. Ostalo	NO	NO	NO
6. Ostalo	NO	NO	NO

Poglavlje 1: Uvod

1.1 Osnovne informacije o inventarima stakleničkih plinova i klimatskim promjenama

1.1.1. Osnovne informacije o klimatskim promjenama

Klimatske promjene u Hrvatskoj analizirane su pomoću trendova godišnjih i sezonskih količina oborine i srednjih temperatura zraka kao i indeksa temperaturnih i oborinskih ekstrema prema podacima iz razdoblja 1961. – 2020. Analiza je provedena prema podacima 37 nizova srednjih dnevnih i ekstremnih temperatura zraka te 164 niza dnevnih količina oborina na meteorološkim postajama iz mreže Državnog hidrometeorološkog zavoda.

Tijekom proteklog 60-godišnjeg razdoblja iznos i smjer trenda temperature zraka pokazuju zatopljenje u cijeloj Republici Hrvatskoj. Trendovi godišnje temperature zraka (srednje, srednje minimalne i srednje maksimalne) su pozitivni i statistički značajni, a promjene su najveće u središnjoj Hrvatskoj gdje je utvrđeno povećanje srednje temperature zraka do $0.5^{\circ}\text{C} / 10$ god. Najveći doprinos ukupnom pozitivnom trendu temperature zraka dali su ljetni trendovi koji se kreću od $0.35^{\circ}\text{C} / 10$ god do $0.67^{\circ}\text{C} / 10$ god, ali i porast zimske prosječne temperature zraka u središnjoj kontinentalnoj Hrvatskoj ($0.43^{\circ}\text{C} / 10$ god do $0.59^{\circ}\text{C} / 10$ god). Uočeno zatopljenje očituje se i u svim indeksima temperaturnih ekstrema, odnosno u pozitivnim trendovima toplih temperaturnih indeksa (više toplih dana i toplih noći te dulja topla razdoblja) te negativnim trendovima hladnih temperaturnih indeksa (manje hladnih dana i hladnih noći te kraća hladna razdoblja).

Najtoplija godina u Hrvatskoj tijekom razdoblja 1961. - 2020. temeljem podataka analiziranih postaja, bila je 2019. sa srednjom dnevnom temperaturom zraka 13.5°C , što je za 1.6°C više od prosjeka standardnog klimatološkog razdoblja 1981. – 2010. Najhladnija godina bila je 1980. s prosječnom temperaturom od 10.6°C i anomalijom od -1.4°C . U proteklih 60 godina svako je desetljeće bilo sve toplije pa je ono posljednje (2011. – 2020.) bilo za 1.7°C toplije u odnosu na prvo desetljeće (1961. – 1970.). Štoviše, među 10 najtoplijih godina, sedam ih je iz posljednje dekade.

Rezultati trenda količine oborine pokazuju značajno smanjenje ljetne količine oborine duž jadranske obale te u gorskoj Hrvatskoj ($5\% / 10$ god – $15\% / 10$ god) gdje je uočeno i značajno smanjenje oborine u proljeće ($5\% / 10$ god – $10\% / 10$ god). S druge strane, trend jesenske količine oborine je pozitivnog predznaka u cijeloj Hrvatskoj, a statistički je značajan u središnjoj Hrvatskoj ($5\% / 10$ god – $10\% / 10$ god). U zimskim mjesecima nisu uočene statistički značajne promjene, iako u istočnoj Hrvatskoj i u Dalmaciji prevladava slab negativan trend, dok je u ostalim predjelima trend uglavnom pozitivan. Na godišnjoj razini je utvrđen trend smanjenja količine oborine u gorskoj Hrvatskoj, dok u ostalim predjelima iznos i predznak trenda godišnje količine oborine nisu prostorno jednoznačni.

Opisana raspodjela trenda količine oborine na godišnjoj i sezonskoj skali rezultat je promjena pojedinih indeksa oborinskih ekstrema. Posebno se ističe godišnji trend produljenja sušnih razdoblja (uzastopni niz dana s količinom oborine manjom od 10 mm, SR10) i to u središnjoj Hrvatskoj (do 4 dana / 10 god) i duž Jadrana (do 8 dana / 10 god) te skraćanja u istočnoj Hrvatskoj (do 5 dana / 10 god). Potonji trend na godišnjoj razini posljedica je značajnog skraćanja sušnih razdoblja u zimskim mjesecima. Dodatno, u središnjoj i gorskoj Hrvatskoj te na sjevernom Jadranu uočeno je značajno povećanje udjela količine oborine u vrlo vlažnim danima (dani s količinom oborine većom od 95. percentila određenog iz referentnog klimatološkog razdoblja) kao i povećanje dnevnog intenziteta oborine ($5\% / 10$ god – $10\% / 10$ god).

Ljetnom osušenju doprinosi značajno smanjenje učestalosti pojavljivanja umjereno vlažnih dana (dani s količinom oborine većom od 75. percentila određenog iz referentnog klimatološkog razdoblja) duž jadranske obale i u gorju (do $20\% / 10$ god). Na području Kvarnera i obalnog zaleđa povećana je učestalost sušnih dana, dok se dnevni intenzitet oborine smanjuje ($5\% / 10$ god- $10\% / 10$ god) kao i

iznos maksimalne dnevne i petodnevne količine oborine (5 % / 10 god- 15 % / 10 god). Na području sjevernog Jadrana uočeno je i značajno produljenje trajanja sušnih razdoblja (SR10, do 15%).

Jesenski trend prema kišnijim prilikama posljedica je značajnog povećanja udjela količine oborine u vrlo vlažnim danima (15 % / 10 god – 25 % / 10 god), a ujedno i povećanog broja takvih dana u središnjoj Hrvatskoj i gorju te smanjenjem duljine trajanja sušnih razdoblja (SR1) na sjevernom Jadranu i središnjoj Hrvatskoj (10 % / 10 god – 15 % / 10 god). U potonjoj regiji je uočen i trend povećanja dnevnog intenziteta oborine (5 % / 10 god- 10 % / 10 god) te povećanja iznosa maksimalnih dnevnih i petodневnih količina oborine.

U proljeće je utvrđeno značajno produljenje sušnih razdoblja (SR1) na sjevernom Jadranu (5 % / 10 god- 10 % / 10 god) uslijed povećanog broja sušnih dana. U središnjoj i gorskoj Hrvatskoj utvrđen je značajan trend smanjenja broja umjereno vlažnih dana (5 % / 10 god- 10 % / 10 god) dok je u istočnoj Hrvatskoj uočen trend produljenja kišnih razdoblja (KR10).

1.1.2. Osnovne informacije o inventaru stakleničkih plinova

Republika Hrvatska postala je stranka Okvirne konvencije Ujedinjenih naroda o promjeni klime (u daljnjem tekstu: UNFCCC) donošenjem Zakona o njezinu potvrđivanju u Hrvatskome saboru, 17. siječnja 1996. godine (Narodne novine – Međunarodni ugovori, broj 2/96). UNFCCC je za Republiku Hrvatsku stupio na snagu 7. srpnja 1996. godine. Sukladno članku 22. stavku 3. Konvencije, Republika Hrvatska je kao zemlja u procesu prelaska na tržišno gospodarstvo preuzela obveze stranke Priloga I. Konvencije. Amandmanom koji je stupio na snagu 13. kolovoza 1998. godine Republika Hrvatska je uvrštena u popis stranaka Priloga I. UNFCCC-a.

Hrvatski sabor je prihvatio Odluku 7/CP.12 Konferencije stranaka i ratificirao Kyotski protokol 27. travnja 2007. (Narodne novine - Međunarodni ugovori, br. 5/07). Protokol je stupio na snagu 28. kolovoza 2007. Inicijalno izvješće Republike Hrvatske prema Kyotskom protokolu predano je u kolovozu 2008. godine.

Jedna od obveza po članku 4., stavak 1 UNFCCC-a je da Stranke razvijaju, periodično nadopunjavaju/poboljšavaju, izdaju i omogućuju dostupnim Konferenciji stranaka, sukladno članku 12., nacionalni inventar antropogenih emisija iz izvora i uklanjanje pomoću ponora svih stakleničkih plinova koji nisu pod nadzorom temeljem Montrealskog protokola, koristeći usporedive metodologije prihvaćene od strane Konferencije stranaka.

Uredba o praćenju emisija stakleničkih plinova, politike i mjera za njihovo smanjenje u Republici Hrvatskoj (NN 5/17) propisuje obvezu i postupke praćenje emisija, koji obuhvaćaju procjenu i izvješćivanje o svim antropogenim emisijama i uklanjanja pomoću ponora. Praćenje emisija stakleničkih plinova propisano je člankom 21. Zakona o klimatskim promjenama i zaštiti ozonskog sloja (Narodne novine 127/2019). U ovom NIR-u, inventar emisija i uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova odnosi se na razdoblje 1990.-2021. NIR je pripremljen u skladu s UNFCCC smjernicama za izvješćivanje o godišnjim inventarima, koje su prihvaćene odlukom COP-a (Conference of Parties); Odluka 24/CP.19. Pri izradi proračuna emisije stakleničkih plinova koristi se metodologija opisana u priručnicima/smjernicama: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (IPCC Guidelines) i IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories (IPCC Good Practice Guidance) koje je pripremila Međuvladino tijelo o klimatskim promjenama (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC). IPCC smjernicama je preporučeno korištenje nacionalnih metoda gdje je to moguće, čime se povećava točnost podataka o aktivnostima i proračuna emisije. Važna sastavnica izrade proračuna je procjena nesigurnosti i verifikacija ulaznih podataka i rezultata, s ciljem povećanja kvalitete i pouzdanosti proračuna.

Nadalje, od uvođenja godišnjih tehničkih revizija nacionalnih inventara koje provodi stručni revizorski tim (eng. expert review team, ERT), Hrvatska je dosad prošla trinaest revizija; in-country revizije 2004., 2007., 2008., 2012. i 2018., centralizirane revizije 2005., 2006., 2009., 2010., 2011., 2013., 2014., 2016., 2020i 2022. Preporuke ERT-a su uključene u ovo izvješće koliko je to bilo moguće.

Osim revizija UN-a i Europska komisija od 2013. godine (nakon što je Hrvatska postala jedna od zemalja EU-a) svake godine provodi reviziju NIR-a.

Proračunom su obuhvaćene emisije koje su posljedica ljudskih djelatnosti i koje obuhvaćaju sljedeće direktne stakleničke plinove: ugljikov dioksid (CO₂), metan (CH₄), didušikov oksid (N₂O), fluorirane ugljikovodike (HFC-e i PFC-e), sumporov heksafluorid (SF₆) i dušikov fluorid (NF₃) te indirektne stakleničke plinove: ugljikov monoksid (CO), dušikove okside (NO_x), ne-metanske hlapive organske spojeve (NMHOS) i sumporov dioksid (SO₂). Staklenički plinovi, obuhvaćeni Montrealskim protokolom o onečišćujućim tvarima koje oštećuju ozon (freoni), prikazani su u okviru istog te su stoga isključeni iz ovog izvješća.

Izvori emisija i uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova podijeljeni su u pet glavnih sektora: Energetika, Industrijski procesi i uporaba proizvoda, Poljoprivreda, Korištenje zemljišta, prenamjena zemljišta i šumarstvo i Gospodarenje otpadom. Općenito, metodologija za izračun emisija može se opisati kao umnožak specifične ekonomske aktivnosti (npr. potrošnje goriva, proizvodnje cementa, broja životinja, povećanja drvene zalihe itd.) i pripadajućeg faktora emisije. Uporaba specifičnih, nacionalnih faktora emisije je preporučljiva gdje god je to moguće i opravdano, dok s druge strane, metodologija daje preporučene (default) vrijednosti faktora emisije za sve relevantne aktivnosti određenih sektora.

1.1.3. Promjene u nacionalnom sustavu

Promjene u institucionalnom, zakonodavnom i proceduralnom ustroju (24/CP.19, 22. (a))

Nije bilo promjena od prošlog podneska.

Promjene u osoblju i kapacitetu (24/CP.19, 22. (b))

Ovlaštena institucija za pripremu inventara za 2022. godinu ostala je ista čime je osigurano dugogodišnje iskustvo stečeno tijekom proteklih godina.

Promjene u nacionalnoj instituciji s odgovornošću za inventar (24/CP.19, 22. (c))

Nije bilo promjena od prošlog podneska.

Promjene u procesu planiranja inventara (24/CP.19, 22.(d,e)/23./24.):

Nije bilo promjena od prošlog podneska.

Promjene u procesu izrade inventara (24/CP.19, 25./26.):

Nije bilo promjena od prošlog podneska.

Promjene u procesu rukovođenja inventarom (24/CP.19, 27.):

Nije bilo promjena od prošlog podneska.

1.2. Opis nacionalnog ustroja za pripremu inventara

1.2.1. Nacionalni entitet ili nacionalna žarišna točka

Hrvatski nacionalni sustav ispunjava zahtjeve koji su utvrđeni odlukama UNFCCC-a (Odluka 24/CP.19 i Odluka 19/CMP.1) i Europskom uredbom o mehanizmu za praćenje i izvješćivanje o emisijama stakleničkih plinova u Europskoj uniji i njezinim zemljama članicama (Uredba (EU) br. 525/2013).

Funkcioniranje hrvatskog sustava nacionalnog inventara propisano je Zakonom o klimatskim promjenama i zaštiti ozonskog omotača (NN 127/19). Institucionalni ustroj za izradu inventara stakleničkih plinova u Hrvatskoj propisan je u Poglavlju II Uredbe o praćenju emisija stakleničkih plinova, politike i mjera za njihovo smanjenje u Republici Hrvatskoj (NN 5/17), pod nazivom Nacionalni sustav za izračun i izvješćivanje o antropogenim emisijama iz izvora i uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova. Institucionalni ustroj za izradu inventara u Hrvatskoj se može smatrati decentraliziranim, gdje se koriste usluge vanjskih suradnika te u kojem su ovlaštenja za obavljanje pojedinih zadaća podijeljena između suradničkih institucija, uključujući Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja (MINGOR) te nadležna tijela državne uprave koja su odgovorna za prikupljanje podataka. Izrada inventara povjerena je Ovlašteniku, koji se izabire u postupku javne nabave, na tri godine. Povjerenstvo za međusektorsku koordinaciju nacionalnog sustava (Povjerenstvo za Nacionalni sustav) uključeno je u postupak odobravanja. Članovi Povjerenstva daju mišljenje na dio Inventara, u okviru svoje specijalnosti. Članove Povjerenstva za Nacionalni sustav imenuju nadležna ministarstva na zahtjev MINGOR-a.

MINGOR je nacionalna žarišna točka za UNFCCC, sa sveukupnom odgovornošću za funkcioniranje nacionalnog sustava na održiv način, uključujući:

- posredovanje i razmjena podataka o emisijama i uklanjanju stakleničkih plinova s međunarodnim organizacijama i strankama UNFCCC-a;
- posredovanje i razmjena podataka s nadležnim tijelima i organizacijama Europske unije na način i u rokovima koji su određeni pravnim aktima Europske unije;
- kontrola metodologije za izračun emisije i uklanjanja stakleničkih plinova u skladu s dobrom praksom i nacionalnim osobitostima;
- razmatranje i odobravanje Izvješća o inventaru stakleničkih plinova prije njegova službenog podnošenja Tajništvu UNFCCC-a;
- organizacija izrade inventara stakleničkih plinova s ciljem ispunjavanja rokova iz članka 10. ove Uredbe;
- prikupljanje podataka o djelatnostima;
- izrada plana osiguranja i kontrole kvalitete inventara stakleničkih plinova u skladu sa smjernicama dobre prakse Međuvladinog tijela za klimatske promjene;
- provedba postupaka osiguranja kvalitete inventara stakleničkih plinova u skladu s planom kontrole i osiguranja kvalitete;
- arhiviranje podataka o djelatnostima za izračun emisija, faktora emisije i dokumenata korištenih za planiranje, izradu, kontrolu i osiguranje kvalitete inventara;
- vođenje evidencije i izvješćivanje o ovlaštenim pravnim osobama koje sudjeluju u provedbi fleksibilnih mehanizama Kyotskog protokola;
- izbor Ovlaštenika za izradu inventara stakleničkih plinova.
- omogućavanje pristupa podacima i dokumentima pri tehničkoj reviziji.

Ovlaštenik je odgovoran za sljedeće poslove izrade inventara stakleničkih plinova:

- izračun emisija svih antropogenih emisija iz izvora i uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova i izračun emisija indirektnih stakleničkih plinova, u skladu s metodologijom

propisanom važećim smjernicama UNFCCC-a, smjernicama Međuvladinog tijela za klimatske promjene, Uputama za izvješćivanje o emisijama stakleničkih plinova, koje su objavljene na web stranici Ministarstva i na temelju podataka o djelatnostima;

- kvantitativnu procjenu nesigurnosti izračuna za svaku kategoriju izvora i uklanjanja emisija stakleničkih plinova kao i za inventar u cjelini, u skladu sa smjernicama Međuvladinog tijela za klimatske promjene;
- identifikaciju glavnih kategorija izvora emisije i uklanjanja stakleničkih plinova;
- ponovni izračun emisija i uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova u slučajevima unaprjeđenja metodologije, faktora emisije ili podataka o aktivnostima, uključivanja novih kategorija izvora i uklanjanja pomoću ponora ili primjene metoda usklađivanja;
- izračun emisija ili uklanjanja stakleničkih plinova iz obveznih i izabranih aktivnosti sektora korištenja zemljišta, promjena u korištenju zemljišta i šumarstva;
- izvješćivanje o izdavanju, držanju na računu, prijenosu, primanju, poništavanju i povlačenju jedinica smanjenja emisija, jedinica ovjerenog smanjenja emisija, jedinica dodijeljene kvote i jedinica uklanjanja i prijenosa u iduće obvezujuće razdoblje jedinica smanjenja emisija, ovjerenih smanjenja emisija i jedinica dodijeljenog iznosa, iz Registra u skladu s važećim odlukama i smjernicama Konvencije i pratećih međunarodnih ugovora;
- provedba i izvješćivanje o postupcima kontrole kvalitete u skladu s planom kontrole i osiguranja kvalitete;
- priprema izvješća o inventaru stakleničkih plinova uključujući i sve dodatne zahtjeve u skladu s Konvencijom i pratećim međunarodnim ugovorima i odlukama;
- suradnja sa stručnim tijelom Tajništva UNFCCC-a za potrebe tehničkog pregleda i ocjene Izvješća o inventaru stakleničkih plinova.

EKONERG – Institut za energetiku i zaštitu okoliša je izabran kao Ovlaštenik za izradu inventara stakleničkih plinova za 2023. godinu.

1.2.1. Planiranje, priprema i upravljanje inventarom

Proces pripreme inventara obuhvaća nekoliko koraka koji započinju s prikupljanjem podataka te se nastavljaju s procjenom emisija i rekalkulacijama u skladu s IPCC metodologijom i preporukama za poboljšanje proračuna (ERT izvješća), kompilacijom inventara uključujući Izvješće (NIR) i tablični prikaz emisija (CRF) te usporedno provodeći opće i specifične postupke kontrole i osiguranja kvalitete.

Prikupljanje podataka u nadležnosti je MINGOR koji predstavlja poveznicu između državnih i javnih institucija odgovornih za osiguravanje dostupnosti podataka te institucije Ovlaštenika odgovorne za pripremu inventara. Opseg i datum krajnjeg roka za dostavu podataka u MINGOR propisuje Zakon o klimatskim promjenama i zaštiti ozonskog sloja. Dodatno su se neki operateri, iz sektora Energetika i Industrijski procesi, direktno obratili MINGOR za detaljnije podatke u svrhu primjene više razine proračuna emisija (vidi Tablicu 1.4-1 za detalje).

Nakon prikupljanja i obrade podataka, tim za pripremu inventara pristupa procjenama emisija i rekalkulacijama u skladu s IPCC metodologijom, uzimajući u obzir preporuke za poboljšanje inventara. Rezultati su provjereni kroz postupak kontrole kvalitete kako bi se osigurao integritet, ispravnost i kompletnost podataka.

1.2.2. Osiguranje kvalitete, kontrola kvalitete i plan verifikacije

QA/QC PLAN

Sukladno članku 7. Uredbe o praćenju emisija stakleničkih plinova, politike i mjera za njihovo smanjenje u Republici Hrvatskoj, u nadležnosti MINGOR je izrada plana osiguranja i kontrole kvalitete inventara stakleničkih plinova (u daljnjem tekstu QA/QC plan), provedba procedura osiguranja kvalitete inventara stakleničkih plinova u skladu s QA/QC planom te arhiviranje podataka o djelatnostima za izračun emisija, faktora emisija i dokumenata korištenih za planiranje, izradu, kontrolu i osiguranje kvalitete inventara. QA/QC planom definiraju se postupci osiguranja kvalitete inventara stakleničkih plinova, prema Odluci 19/CMP.1 (Decision 19/CMP.1 Guidelines for national systems under Article 5, paragraph 1, of the Kyoto Protocol), a uključuje: Godišnji program prikupljanja podataka, QA/QC plan, QC kontrolnu listu i Plan poboljšanja.

Godišnji program prikupljanja podataka (eng. Annual data Collection Plan, ADCP) je osnovni dokument za prikupljanje podataka za koji je zaduženo Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja (MINGOR). Program sadrži kategorije izvora, podatke o aktivnostima, izvore podataka i nadležnu instituciju, te se izrađuje za svaki sektor. Ovaj dokument se izrađuje jednom godišnje u suradnji MINGOR-a i Povjerenstvom za Nacionalni sustav.

QA/QC Plan definira uloge i odgovornosti pojedinih institucija uključenih u planiranje, izradu i rukovođenje inventarom, izradu tablica za prikupljanje podataka o aktivnostima i izradu Izvješća o inventaru emisija, dostavu inventara Konvenciji, godišnju reviziju inventara, izvješćivanje o Nacionalnom registru te općenitim i specifičnim QA/QC procedurama.

Plan poboljšanja je dokument koji definira ciljeve vezane za poboljšanje Nacionalnog inventara. Ovaj dokument uzima u obzir analizu ključnih izvora emisija i preporuke navedene u Godišnjim revizijama inventara. Dokument se izrađuje jednom godišnje.

QA/QC planom propisane su sljedeće aktivnosti i odgovornosti:

Aktivnost	Odgovornost
Izrada QA/QC plana - Revizija i dopuna dokumentacije	QA/QC Koordinator (MINGOR)
Odobrenje QA/QC plana	MINGOR
Provedba QC postupaka - Provedba internih audita - Provođenje popravni i preventivnih radnji - Izvješćivanje o provedenom internom auditu	QA/QC koordinator (MINGOR) Sektorski eksperti (MINGOR), Voditelj projekta izrade NIR-a (MINGOR) Koordinator projekta (Ovlaštenik) Sektorski eksperti (Ovlaštenik) QA/QC koordinator (Ovlaštenik)
Izvješćivanje o QC postupcima	Ovlaštenik
Provedba QA postupaka	MINGOR, Povjerenstvo za Nacionalni sustav

Aktivnosti kontrole kvalitete usredotočene su na sljedeće elemente procesa izrade inventara:

- Prikupljanje, unos, obrada i arhiviranje podataka o aktivnostima;
- Izrada Izvješća o inventaru stakleničkih plinova;
- Dostava Izvješća Konvenciji;
- Aktivnosti tijekom revizije inventara;
- Izvješćivanje o Nacionalnom registru.

U svrhu transparentnosti proračuna emisija, tim za izradu inventara nastavio je s dobrom praksom pripreme dokumentacije za arhiviranje podataka (eng. *Inventory Data Record Sheets*), koja je uključena

u izvješću iz 2001., a koja sadrži detalje o osobi i/ili organizaciji odgovornoj za procjenu emisija, primarnim ili sekundarnim izvorima podataka o aktivnostima i korištenim faktorima emisija, primijenjenoj metodologiji, nedostupnim podacima, načinima za provjeru proračuna (eng. cross-check), prijedlog za buduća poboljšanja u procjenama te važne bibliografske reference. Informacije iz *Inventory Data Record Sheet* dostupne su za svaku kategoriju izvora te za cijelo vremensko razdoblje proračuna. Primjer *Inventory Data Record Sheet* za 2020. u sektoru Energetike prikazan je u Prilogu 5, Tablica A5-1. Svi podaci u obliku '*Inventory Data Record Sheet*' također se arhiviraju u MINGOR.

Za vrijeme pripreme Izvješća o inventaru stakleničkih plinova, sektorski stručnjaci provode niz provjera vezanih uz kompletnost, konzistentnost, usporedivost podataka, rekalkulacije kao i procjenu nesigurnosti podataka o aktivnostima, faktora emisija i proračuna emisija. Detaljnije informacije o aktivnostima kontrole kvalitete nalaze se u Izvješću o inventaru stakleničkih plinova po pojedinim sektorima, podsektorima i pripadajućim CRF tablicama.

Konačno, prije dostavljanja Izvješća od strane Ovlaštenika u MINGOR, QA/QC koordinator provodi audit koji obuhvaća sve IPCC sektore sa ciljem provjere koji elementi kontrole kvalitete (opći i specifični, definirani u smjernicama IPCC Good Practice Guidance) su primijenjeni tijekom izrade inventara te koja poboljšanja i korektivne aktivnosti treba poduzeti u narednim inventarima. CRF tablice iz svakog pojedinog sektora pregledavaju se sukladno primijenjenim sustavima upravljanja kvalitetom i okolišem (ISO 9001 i ISO 14001) u MINGOR i kod Ovlaštenika. Nalazi audita se registriraju u kontrolnim listama gdje se također prati i izvršenje popravnih radnji.

Povjerenstvo za nacionalni sustav uključen je u postupak odobravanja; njeni članovi daju mišljenje o određenim dijelovima Inventara u okviru svoje nadležnosti. Koordinator QA/QC dokumentira sve rezultate / nalaze Povjerenstva za nacionalni sustav.

Na kraju, MINGOR odobrava i dostavlja Inventar u UNFCCC.

VERIFIKACIJA I POVJERLJIVOST

Postupak provjere izračuna ima za cilj poboljšati kvalitetu ulaznih podataka i identificirati pouzdanost izračuna. Preporuka smjernica (IPCC Guidelines) je da provjera inventara bude izvršena kroz set jednostavnih provjera kompletnosti i točnosti, kao na primjer provjera aritmetičkih pogreški, provjera i usporedba nacionalnih procjena s neovisno objavljenim procjenama, provjera nacionalnih podataka o aktivnostima s međunarodnom statistikom te provjera emisija CO₂ iz izgaranja goriva izračunatih putem sektorskih metoda s IPCC Referentnim pristupom. Daljnje provjere mogu biti provedene kroz usporedbu s podacima drugih nacionalnih inventara.

Tijekom izrade hrvatskog Inventara, provedeni su određeni koraci i provjere:

- Usporedba s podacima nacionalnih inventara drugih zemalja provedena je uspoređivanjem CRF tablica ili direktnom komunikacijom;
- Podaci o aktivnostima uspoređeni su koristeći različite izvore kao npr. Državni zavod za statistiku, pojedinačni izvori emisija;
- U okviru IPCC metodologije, CO₂ emisije iz izgaranja goriva procijenjene su na temelju dva pristupa: (1) Referentni pristup i (2) Sektorski pristup (Razina 1).

POSTUPANJE S PITANJIMA POVJERLJIVOSTI

U Inventaru stakleničkih plinova povjerljivi su samo podaci koji se odnose na jedno društvo. U izvješću o inventaru, za te aktivnosti se prikupljaju podaci o aktivnostima i emisijama na podsektorskoj razini.

1.2.3. Informacije o smanjenju aktivnosti

Prema stavku 24. Priloga Odluke 15/CMP.1 stranke obuhvaćene Prilogom II i druge stranke obuhvaćene Prilogom I. koje su u mogućnosti to učiniti, moraju uključivati podatke o tome kako su dani prioriteti u provedbi njihovih obveza temelje na odgovarajućim metodologijama iz stavka 8. odluke 31/CMP.1.

Razmatranja o mogućem utjecaju provođenja odgovarajućih mjera čine dio potpuno transparentnog procesa procjene utjecaja ili procjene utjecaja na održivost za zakonske prijedloge EU ili trgovinskih sporazuma, kao što su određeni prijedlozi na klimatske akcije ili prekograničnih sektorskih mjera uključujući energetiku, transport, industrije i poljoprivrede.

Prema članku 4., stavcima 8. i 9. Konvencije Hrvatska nastoji provesti Kyoto obveze na način koji minimizira negativan utjecaj na zemlje u razvoju. U nastavku su dane obavijesti o provedbi politike i mjera koje smanjuju štetne socijalne, okolišne i ekonomske utjecaje na zemlje koje nisu stranke Priloga I.

- a) Tržišni nedostaci, fiskalni poticaji, porezne i carinske olakšice

Liberalizacija energetskeg tržišta, koja je trenutno u tijeku, je u skladu s politikama i direktivama EU. Značajne tržišne distorzije nisu identificirane. Porez na potrošnju električne energije i fosilnih goriva su nedavno usklađeni. Glavni instrument rješavanja vanjskih učinaka je trgovanje emisijama u okviru EU ETS-a.

- b) Uklanjanje subvencija povezanih s korištenjem ekološki nepoželjnih i nesigurnih tehnologija
U Republici Hrvatskoj nema subvencija za ekološki neodržive i nesigurne tehnologije.

- c) Tehnološki razvoj neenergetskog korištenja fosilnog goriva
Republika Hrvatska nije aktivno sudjelovala u aktivnostima ove prirode.

- d) Razvoj tehnologija za hvatanje i skladištenje ugljika
Republika Hrvatska nije aktivno sudjelovala u aktivnostima ove prirode.

- e) Poboljšanje učinkovitosti fosilnih goriva
U 2017. Četvrti nacionalni akcijski plan za energetske učinkovitost za period od 2017. do 2019. godine je sastavljen u skladu s obrascima propisanim od strane Europske komisije, s kojima sve države članice EU moraju biti usklađene. Mjere za razdoblje od 2017. do 2019. u vezi energetske učinkovitosti su:

- podržavanje korištenja obnovljivih izvora energije i energetske učinkovitosti od strane Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost (Fond),
 - ohrabrivanje korištenja obnovljivih izvora energije i energetske učinkovitosti preko Hrvatske banke za obnovu i razvoj (HBOR),
 - projekti energetske učinkovitosti sa povratom sredstava kroz uštede (ESCO),
 - povećanje energetske učinkovitosti zgrada,
 - energetske auditi u industriji,
 - promoviranje energetske učinkovitosti u kućanstvima i uslugama kroz projektne aktivnosti,
 - obilježavanje energetske učinkovitih kućanskih aparata,
 - mjerenje i informativna naplata potrošnje energije,
 - eko dizajn proizvoda koji koriste energije.
- f) Pomaganje zemljama u razvoju koje su ovisne o izvozu i potrošnji fosilnih goriva u diversifikaciju svojih gospodarstava

U 2019. godini izrađen je Integrirani nacionalni energetske i klimatske plan Republike Hrvatske za razdoblje 2021. – 2030. prema predlošku Europske komisije. Mjere za razdoblje od 2020. do 2021. u pogledu učinkovitosti goriva su:

- Shema obveza energetske učinkovitosti za opskrbljivače
- Promicanje standarda gotovo nulte energije u izgradnji i obnovi zgrada
- Program energetske obnove višestambenih zgrada, obiteljskih kuća, zgrada javnog sektora, zgrada baštine
- Sustav upravljanja energijom u javnom sektoru
- Program energetske obnove javne rasvjete
- Zelena javna nabava
- Sustav upravljanja energijom u poslovnom (uslužno-proizvodnom) sektoru
- Informativni računi
- Pružanje informacija o energetske učinkovitosti
- Edukacija o energetske učinkovitosti
- Integrirani informacijski sustav za praćenje energetske učinkovitosti
- Energetska učinkovitost prijenosnog sustava električne energije
- Smanjenje gubitaka u distribucijskoj mreži i uvođenje pametnih mreža
- Povećanje učinkovitosti sustava daljinskog grijanja
- Povećanje učinkovitosti plinske transportne mreže

a) Pomoć strankama zemljama u razvoju koje uvelike ovise o izvozu i potrošnji fosilnih goriva u diverzifikaciji svojih gospodarstava

Što se tiče navedene aktivnosti, Republika Hrvatska ne sudjeluje ni u jednoj takvoj aktivnosti.

1.2.4. Proces pripreme inventara

Proces pripreme inventara obuhvaća nekoliko koraka koji započinju s prikupljanjem podataka te se nastavljaju s procjenom emisija i rekalkulacijama u skladu s IPCC metodologijom i preporukama za poboljšanje proračuna (ERT izvješća), kompilacijom inventara uključujući Izvješće (NIR) i tablični prikaz emisija (CRF) te usporedno provodeći opće i specifične postupke kontrole i osiguranja kvalitete.

Prikupljanje podataka u nadležnosti je MINGOR-a koji predstavlja poveznicu između državnih i javnih institucija odgovornih za osiguravanje dostupnosti podataka te institucije Ovlaštenika odgovorne za pripremu inventara. Opseg i datum krajnjeg roka za dostavu podataka u MINGOR propisuje Uredba o praćenju emisija stakleničkih plinova, politike i mjera za njihovo smanjenje u Republici Hrvatskoj. Dodatno su se neki operateri, iz sektora Energetika i Industrijski procesi, direktno obratili MINGOR za detaljnije podatke u svrhu primjene više razine proračuna emisija (vidi Tablicu 1.4-1 za detalje).

Nakon prikupljanja i obrade podataka, tim za pripremu inventara pristupa procjenama emisija i rekalkulacijama u skladu s IPCC metodologijom, uzimajući u obzir preporuke za poboljšanje inventara. Rezultati su provjereni kroz postupak kontrole kvalitete kako bi se osigurao integritet, ispravnost i kompletnost podataka.

Važno je naglasiti da je postupak pripreme nekoliko zadnjih inventara poboljšan, uglavnom kao rezultat aktivnosti provedenih u okviru dva projekta za osposobljavanje sustava (eng. capacity building project): UNDP/GEF regionalni projekt „Osposobljavanje za poboljšanje kvalitete inventara stakleničkih plinova” unutar kojeg su, vezano uz inventar, pripremljeni sljedeći dokumenti:

- Strategija poboljšanja nacionalnog inventara stakleničkih plinova,
- Nacionalni QA/QC plan,
- Nacionalne QA/QC smjernice,
- Priručnici postupaka za izradu, arhiviranje, ažuriranje i vođenje inventara stakleničkih plinova,
- Opis arhiviranja inventara,
- Opis kampanje za podizanje javne svijesti,
- Poboljšanje izračuna emisija stakleničkih plinova iz cestovnog prometa,
- Poboljšanje izračuna emisija metana iz odlaganja otpada,

EC LIFE Treće zemlje projekt „Osposobljavanje za provedbu UNFCCC i Kyotskog protokola u Republici Hrvatskoj”.

Nadalje, od uvođenja godišnjih tehničkih revizija nacionalnih inventara koje provodi stručni revizorski tim (eng. expert review team, ERT), Hrvatska je dosad prošla trinaest revizija; in-country revizije 2004., 2007., 2008., 2012. i 2018., centralizirane revizije 2005., 2006., 2009., 2010., 2011., 2013., 2014., 2016., 2020. i 2022. Preporuke ERT-a su uključene u ovo izvješće koliko je to bilo moguće.

Osim revizija UN-a i Europska komisija od 2013. godine (nakon što je Hrvatska postala jedna od zemalja EU-a) svake godine provodi reviziju NIR-a.

1.2.5. Arhiviranje informacija

U svrhu transparentnosti proračuna emisija, tim za izradu inventara nastavio je s dobrom praksom pripreme dokumentacije za arhiviranje podataka (eng. *Inventory Data Record Sheets*), koja je uključena u izvješću iz 2001., a koja sadrži detalje o osobi i/ili organizaciji odgovornoj za procjenu emisija, primarnim ili sekundarnim izvorima podataka o aktivnostima i korištenim faktorima emisija, primijenjenoj metodologiji, nedostupnim podacima, načinima za provjeru proračuna (eng. cross-check), prijedlog za buduća poboljšanja u procjenama te važne bibliografske reference. Informacije iz *Inventory Data Record Sheet* dostupne su za svaku kategoriju izvora te za cijelo vremensko razdoblje proračuna.

Primjer *Inventory Data Record Sheet* za 2021. u sektoru Energetike prikazan je u Prilogu 5, Tablica A5-1. Svi podaci u obliku '*Inventory Data Record Sheet*' također se arhiviraju u MINGOR.

1.2.6. Procesi za službeni podnesak i odobrenje inventara

Za vrijeme pripreme Izvješća o inventaru stakleničkih plinova, sektorski stručnjaci provode niz provjera vezanih uz kompletnost, konzistentnost, usporedivost podataka, rekalkulacije kao i procjenu nesigurnosti podataka o aktivnostima, faktora emisija i proračuna emisija. Detaljnije informacije o aktivnostima kontrole kvalitete nalaze se u Izvješću o inventaru stakleničkih plinova po pojedinim sektorima, podsektorima i pripadajućim CRF tablicama.

Konačno, prije dostavljanja Izvješća od strane Ovlaštenika u MINGOR, QA/QC koordinator provodi audit koji obuhvaća sve IPCC sektore sa ciljem provjere koji elementi kontrole kvalitete (opći i specifični, definirani u smjernicama IPCC Good Practice Guidance) su primijenjeni tijekom izrade inventara te koja poboljšanja i korektivne aktivnosti treba poduzeti u narednim inventarima. CRF tablice iz svakog pojedinog sektora pregledavaju se sukladno primijenjenim sustavima upravljanja kvalitetom i okolišem (ISO 9001 i ISO 14001) u MINGOR i kod Ovlaštenika. Nalazi audita se registriraju u kontrolnim listama gdje se također prati i izvršenje popravnih radnji.

Povjerenstvo za nacionalni sustav uključen je u postupak odobravanja; njeni članovi daju mišljenje o određenim dijelovima Inventara u okviru svoje nadležnosti. Koordinator QA/QC dokumentira sve rezultate / nalaze Povjerenstva za nacionalni sustav.

Na kraju, MINGOR odobrava i dostavlja Inventar u UNFCCC.

1.3. Kratak opis metodologije (uključujući korištene razine) i korištenih podataka

Metodologija preporučena od UNFCCC u smjernicama 2006 IPCC Guidelines for National GHG Inventories i Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National GHG Inventories, korištena je u procjeni emisija stakleničkih plinova koji su rezultat antropogenih aktivnosti: CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC, SF₆ i NF₃. Emisije indirektnih stakleničkih plinova preuzete su iz dokumenta "Informativno izvješće o inventaru emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske (za razdoblje 1990.-2021.)"; Prema Konvenciji o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka (CLRTAP).

Ugljikov dioksid (CO₂), metan (CH₄) i didušikov oksid (N₂O) glavni su staklenički plinovi, a iako se prirodno pojavljuju u atmosferi, njihov porast u atmosferi čini se da je najvećim dijelom rezultat ljudskih aktivnosti. Sintetički staklenički plinovi, poput halogeniranih ugljikovodika (HFC, PFC), sumporov heksafluorid (SF₆) i dušikov trifluorid (NH₃) također se smatraju stakleničkim plinovima. Isti su rezultat isključivo ljudske aktivnosti. Metodologija ne uključuje CFC-ove koji su predmet Montrealskog protokola. Postoje fotokemijski aktivni plinovi poput ugljikovog monoksida (CO), oksida dušika (NO_x) te ne-metanskih hlapivih organskih spojeva (NMHOS) koji, iako se ne smatraju stakleničkim plinovima, indirektno doprinose efektu staklenika u atmosferi. Njih se generalno naziva prethodnicima ozona budući sudjeluju u stvaranju i razaranju troposfernog i stratosfernog ozona (koji je također staklenički plin). Za sumporov dioksid (SO₂), kao prethodnik sulfata i aerosola, smatra se da pogoršava efekt staklenika jer se stvaranjem aerosola uklanja toplina iz okoliša.

Općenito, metodologija korištena za procjenu emisija uključuje produkt podataka o aktivnostima (npr. potrošnja goriva, proizvodnja cementa, prirast drvene zalihe itd.) i pripadajućih faktora emisije. Ukoliko je to moguće, preporuča se upotreba nacionalnih faktora emisije (eng. country-specific), ali isti moraju biti temeljeni na dobro dokumentiranim istraživanjima. Smjernice 2006 IPCC Guidelines prikazuju metodologiju s preporučenim (eng. default) faktorima emisije za različite razine proračuna emisija (eng. Tier). Izvori emisija i uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova podijeljeni su u pet glavnih sektora: Energetika; Industrijski procesi i uporaba proizvoda; Poljoprivreda; Korištenje zemljišta, prenamjena zemljišta i šumarstvo; Otpad. Detaljan opis korištenih metodologija prikazan je u sektorskim specifičnim poglavljima NIR-a od 3 do 9, a pregled ja prikazan u CRF tablicama Summary 3s1 - Summary 3s2.

Ciklus izvješćivanja od 2008. godine predstavlja prijelaz od dobrovoljne ka obveznoj aktivnosti prikupljanja podataka propisan Uredbom o praćenju emisija stakleničkih plinova, politike i mjera za njihovo smanjenje u Republici Hrvatskoj (NN 01/07). Izvori podataka o aktivnostima za pripremu inventara prikazani su u Tablici 1.4-1, a detaljnije informacije nalaze se u sektorskim poglavljima.

Tablica 1.3-1: Izvori podataka za pripremu inventara stakleničkih plinova

CRF sektor/pod-sektor	Vrsta podatka	Izvor podataka
Energetika	Energetska bilanca	- Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja i Energetski institut Hrvoje Požar
	Baza podataka o registriranim motornim vozilima	- Ministarstvo unutarnjih poslova

CRF sektor/pod-sektor	Vrsta podatka	Izvor podataka
	Potrošnja goriva i karakteristični podaci o gorivima za termoelektrane	- Registar onečišćavanja okoliša MINGOR - Verificirana izvješća o emisiji CO₂, MINGOR - Izvješća HEP-a – Hrvatske elektroprivrede
	Karakteristični podaci o gorivima	- Izvješće INA-e – Industrije nafte
	Prirodni plin (ispiran), CO ₂ sadržaj prije ispiranja i CO ₂ emisije	- Izvješće INA-e – Centralna plinska stanica MOLVE
Industrijski procesi	Podaci o proizvodnji/potrošnji materijala za određene industrijske procese	- Državni zavod za statistiku, Odjel za proizvodnju i rudarstvo - MINGOR "Informativno izvješće o inventaru emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske (za razdoblje 1990.-2020.)"; Prema Konvenciji o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka (CLRTAP)
	Podaci o proizvodnji/potrošnji halogeniranih ugljikovodika (HFC, PFC) i sumporovog heksafluorida (SF ₆)	- MINGOR
	Podaci o potrošnji i sastavu prirodnog plina u proizvodnji amonijaka Podaci o proizvodnji cementa i vapna	- Izvješće proizvođača amonijaka - Izvješće proizvođača cementa i vapna - MINGOR
Upotreba otapala i drugih proizvoda	Podaci o proizvodnji za određene izvore aktivnosti i broj stanovnika	- "Informativno izvješće o inventaru emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske (za razdoblje 1990.-2020.)"; Prema Konvenciji o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka (CLRTAP)
Poljoprivreda	Broj stoke	- DZS - Ministarstvo poljoprivrede
	Proizvodnja N-fiksirajućih usjeva i ne N-fiksirajućih usjeva	- DZS
	Područje histosola	- MINGOR
	Podaci o mineralnim gnojivima primijenjenim u Hrvatskoj	- DZS, - Izvješće tvornice za proizvodnju mineralnih gnojiva

CRF sektor/pod-sektor	Vrsta podatka	Izvor podataka
	Podaci o primijenjenom kanalizacijskom mulju	- MINGOR
LULUCF	Podaci o područjima različitih kategorija namjene zemljišta, godišnjem prirastu i realiziranom etatu i nekontroliranim požarima Podaci o proizvodnosti usjeva i nasada	- Ministarstvo poljoprivrede uz pomoć tvrtke Hrvatske šume d.o.o - MINGOR - DZS
Otpad	Podaci o odlaganju otpada	- MINGOR
	Podaci o biološkoj obradi otpada - kompostiranje	- Kompostane
	Podaci o biološkoj obradi otpada - anaerobna razgradnja u bioplinskim postrojenjima	- Bioplinska postrojenja
	Podaci o spaljivanju otpada na otvorenom	- Ministarstvo poljoprivrede - DZS
	Podaci o obradi i odvodnji otpadnih voda	- Hrvatske vode - DZS - FAOSTAT

1.3.1. Korištenje podataka iz sustava trgovanja emisijama stakleničkih plinova Europske unije (EU ETS)

Dva glavna instrumenta europske politike za ostvarivanje ciljeva smanjenja emisija stakleničkih plinova su sustav trgovanje emisijama – EU ETS i nacionalni ciljevi smanjenja emisija u sektorima koji nisu obuhvaćeni EU ETS-om. Europski ciljevi smanjenja emisija stakleničkih plinova su formulirani putem dva skupa obvezujućih propisa. Klimatsko energetske paketom do 2020. godine kao cilj je zadano smanjenje emisija stakleničkih plinova za 20% u odnosu na razinu iz 1990. godine. Klimatsko energetske okvirom do 2030. godine postavljen je cilj smanjenja emisija stakleničkih plinova za 40% u usporedbi s razinom emisija 1990. godine. U usporedbi s razinom emisija iz 2005. godine, sektori EU ETS-a bi trebali smanjiti emisije za 43%, a sektori izvan EU ETS-a za 30% do 2030. godine. Dok se cilj za EU ETS treba ispuniti zajednički na razini Europske unije, cilj za sektore izvan EU ETS-a se prevodi u pojedinačne obvezujuće ciljeve za svaku državu članicu.

Hrvatska sudjeluje u EU ETS-u od 2013. godine – godine njenog pristupanja Europskoj uniji. To je ujedno i početna godina Faze III (2013. – 2020.) EU ETS-a. Zbog toga se rezultati utvrđivanja konzistentnosti između emisija u izvješću i podataka iz EU ETS-a u Prilogu 5-6 mogu prikazati samo od 2013. godine nadalje. Provjere konzistentnosti se provode kako bi se izveli zaključci s obzirom na potpunost i konzistentnost inventara.

Od 2013. godine predstavnici energetske i prerađivačke industrije te zrakoplovstva u Hrvatskoj koji su obuhvaćeni EU ETS-om imaju obvezu pratiti emisije stakleničkih plinova iz postrojenja i zrakoplova te nadležnom tijelu dostaviti godišnje izvješće o emisijama. Akreditirani neovisni verifikatori provode verifikaciju godišnjih izvješća o emisijama. Operateri nepokretnih postrojenja trebaju prije praćenja emisija uputiti zahtjev za izdavanje dozvole za emisije stakleničkih plinova kojom se osigurava da je primijenjena metodologija praćenja usklađena s pravilima za praćenje emisija i izvješćivanje o emisijama.

U Hrvatskoj su zastupljene sljedeće djelatnosti EU ETS-a: izgaranje goriva, rafiniranje mineralnog ulja, proizvodnja sirovog željeza ili čelika, proizvodnja cementnog klinkera, proizvodnja vapna, proizvodnja stakla, proizvodnja keramičkih proizvoda, proizvodnja izolacijskih materijala od mineralne vune, proizvodnja papira i kartona, proizvodnja čađe, proizvodnja dušične kiseline, proizvodnja amonijaka i zrakoplovna djelatnost. Skoro polovica broja postrojenja uključena je u sustav na temelju djelatnosti izgaranja goriva. Ostala postrojenja su uključena prvenstveno na temelju njihove proizvodne djelatnosti, međutim i ona koriste gorivo za izgaranje. Staklenički plinovi obuhvaćeni EU ETS-om koji su zastupljeni u Hrvatskoj su CO₂ i N₂O, od kojih ovaj drugi nastaje samo kao rezultat proizvodnje dušične kiseline. U Hrvatskoj je 2019. godine u radu bilo oko 55 postrojenja i jedan operator zrakoplova, koji su odgovorni za približno 35% ukupne emisije stakleničkih plinova Hrvatske.

Metodologije praćenja emisija propisane pravilima za praćenje emisija i izvješćivanje o emisijama u EU ETS-u se temelje na razinama točnosti, što ukazuje na to da su definirane različite razine zahtijevane točnosti podataka. Niske razine točnosti su povezane sa standardnim (unaprijed zadanim) vrijednostima koje se mogu odabrati iz popisa zadanih vrijednosti, uglavnom za emisijske faktore i donje ogrjevne vrijednosti. Za razliku od pristupa za niske razine točnosti, primjena visokih razina točnosti zahtijeva određivanje jedinstvenih vrijednosti za određeno gorivo, materijal ili proizvod. Ako se zahtijeva visoka razina točnosti, operateri su dužni prikupiti fizičke uzorke i primijeniti analitičke metode za određivanje proračunskih faktora – emisijskog faktora, donje ogrjevne vrijednosti, oksidacijskog faktora, pretvorbenog faktora, udjela biomase i sadržaja ugljika. Općenito se više razine točnosti uvijek zahtijevaju u slučaju postrojenja s većim emisijama, dok je postrojenjima s niskim emisijama dopušteno koristiti niže razine točnosti.

Prilog 5-3 ovom izvješću sadrži parametre za goriva korištena u Hrvatskoj pripremljena posebno za operatere postrojenja uključene u EU ETS. Prema pravilima za praćenje emisija i izvješćivanje o emisijama, operateri su dužni u određenim uvjetima za donju ogrjevnju vrijednost, emisijski faktor i oksidacijski faktor primijeniti standardne faktore koje države članice koriste za dostavljanje nacionalnog inventara. Ova razina točnosti je zapravo viša od razine sa standardnim faktorima, ali niža razina od one koja podrazumijeva provođenje laboratorijskih analiza. Tablica u Prilogu 5-3 je uvedena kako bi se operaterima omogućio cjelovit popis tih faktora. Operateri za određivanje emisija u svojim godišnjim izvješćima o emisijama koriste vrijednosti faktora iz tablice objavljene u posljednjem nacionalnom inventaru.

1.4. Kratak opis ključnih izvora emisije

Prema smjernicama *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*, ključne kategorije su one koje predstavljaju 95% (Pristup 1) ili 90% (Pristup 2) ukupnih godišnjih emisija u zadnjoj izvještajnoj godini ili pripadaju ukupnom trendu, kad se poredaju od najvećeg prema najmanjem udjelu u ukupnim godišnjim emisijama ili trendu.

Sažeta tablica ključnih izvora emisija utvrđenih za ovogodišnje izvješće (po razini i trendu) na osnovu tablice 4.4 svezak 1 u smjernicama 2006 IPCC Guidelines nalazi se u tablici 1.5-1.

Tablica 1.5-1: Kratak opis ključnih izvora emisija za 2021. godinu

Analiza Pristupa 1 i 2 - Sažeti prikaz ključnih izvora (NIR2023, 2021. godina)							
A	B	C	D				E
IPCC Kategorije	GHG	Ključni izvor	Kriterij identifikacije				Kom.
1. Energetika							
1.A.1 Izgaranje goriva - Energetske transformacije - Plinovita goriva	CO ₂	Da	L1e L2e	T1e T2e	L1i L2i	T1i T2i	
1.A.1 Izgaranje goriva - Energetske transformacije - Tekuća goriva	CO ₂	Da	L1e	T1e T2e	L1i	T1i T2i	
1.A.1 Izgaranje goriva - Energetske transformacije - Kruta goriva	CO ₂	Da	L1e L2e	T1e T2e	L1i	T1i	
1.A.2 Izgaranje goriva - Industrija i graditeljstvo - Plinovita goriva	CO ₂	Da	L1e	T1e	L1i	T1i	
1.A.2 Izgaranje goriva - Industrija i graditeljstvo - Tekuća goriva	CO ₂	Da	L1e	T1e T2e	L1i	T1i T2i	
1.A.2 Izgaranje goriva - Industrija i graditeljstvo - Ostala fosilna goriva	CO ₂	Da	L1e	T1e	L1i	T1i	
1.A.2 Izgaranje goriva - Industrija i graditeljstvo - Kruta goriva	CO ₂	Da	L1e	T1e T2e	L1i	T1i T2i	
1.A.3.b Cestovni promet	CO ₂	Da	L1e L2e	T1e T2e	L1i L2i	T1i T2i	
1.A.3.b Cestovni promet	N ₂ O	Da	L2e	T2e			
1.A.4 Sektor opće potrošnje - Biomasa	CH ₄	Da	L1e L2e	T2e	L1i L2i		
1.A.4 Sektor opće potrošnje - Biomasa	N ₂ O	Da	L2e	T2e			
1.A.4 Sektor opće potrošnje - Plinovita goriva	CO ₂	Da	L1e L2e	T1e T2e	L1i	T1i T2i	
1.A.4 Sektor opće potrošnje - Tekuća goriva	CO ₂	Da	L1e L2e	T1e T2e	L1i	T1i T2i	
1.A.4 Sektor opće potrošnje - Tekuća goriva	N ₂ O	Da	L2e				
1.A.4 Sektor opće potrošnje - Kruta goriva	CO ₂	Da		T1e		T1i	
1.B.2.a Fugitivne emisije iz goriva - Nafta i prirodni plin - Nafta	CO ₂	Da		T2e		T1i T2i	
1.B.2.a Fugitivne emisije iz goriva - Nafta i prirodni plin - Nafta	CH ₄	Da		T1e T2e		T1i T2i	
1.B.2.b Fugitivne emisije iz goriva - Nafta i prirodni plin - Prirodni plin	CH ₄	Da	L2e				
1.B.2.b Fugitivne emisije iz goriva - Nafta i prirodni plin - Prirodni plin	CO ₂	Da	L1e L2e	T2e	L1i L2i	T1i T2i	
2. Industrijski procesi							
2.A.1 Proizvodnja cementa	CO ₂	Da	L1e	T1e	L1i	T1i	
2.B.1 Proizvodnja amonijaka	CO ₂	Da	L1e	T1e	L1i		
2.B.2 Proizvodnja dušične kiseline	N ₂ O	Da		T1e		T1i	
2.B.8 Proizvodnja petrokemijskih proizvoda i čađe	CO ₂	Da		T1e		T1i	
2.C.2 Proizvodnja ferolegura	CO ₂	Da		T1e		T1i	
2.C.3 Proizvodnja aluminija	CO ₂	Da				T1i	
2.C.3 Proizvodnja aluminija	PFCs	Da		T1e		T1i	
2.F.1 Sustavi za hlađenje i klimatizaciju	F-gases	Da	L1e L2e	T1e T2e	L1i L2i	T1i T2i	
3. Poljoprivreda							
3.A Crijevna fermentacija	CH ₄	Da	L1e L2e	T1e T2e	L1i	T1i T2i	
3.B Gospodarenje stajskim gnojem	CH ₄	Da	L1e		L1i		
3.B Gospodarenje stajskim gnojem	N ₂ O	Da	L1e	T1e T2e		T1i	
3.D.1 Izravne emisije N2O iz poljoprivrednih tala	N ₂ O	Da	L1e L2e	T2e	L1i L2i	T2i	
3.D.2 Neizravne emisije N2O iz poljoprivrednih tala	N ₂ O	Da	L1e L2e		L1i L2i	T2i	
4. Korištenje zemljišta, promjene u korištenju zemljišta i šumarstvo							
4(III). Izravne emisije N2O od gnojidbe/stabilizacije tla dušikom	N ₂ O	Da				T2i	
4.A.1 Šumsko zemljište koje ostaje šumsko zemljište	CO ₂	Da			L1i L2i	T1i T2i	
4.A.2 Zemljište pretvoreno u šumsko zemljište	CO ₂	Da			L1i L2i		
4.B.1 Zemljište pod usjevima koje ostaje zemljište pod usjevima	CO ₂	Da			L1i L2i	T1i T2i	
4.B.2 Zemljište pretvoreno u zemljište pod usjevima	CO ₂	Da			L1i L2i	T1i T2i	
4.C.2 Zemljište pretvoreno u travnjake	CO ₂	Da			L2i	T1i T2i	
4.D.2 Zemljište pretvoreno u močvarna područja	CO ₂	Da			L1i L2i	T1i T2i	

Analiza Pristupa 1 i 2 - Sažeti prikaz ključnih izvora (NIR2023, 2021. godina)							
A	B	C	D				E
IPCC Kategorije	GHG	Ključni izvor	Kriterij identifikacije				Kom.
4.E.2 Zemljišta pretvorena u naseljena područja	CO ₂	Da				T2i	
4.G Drvni proizvodi	CO ₂	Da			L1i L2i	T1i T2i	
5. Odpad							
5.A Odlaganje krutog otpada	CH ₄	Da	L1e L2e	T1e T2e	L1i L2i	T1i T2i	
5.D Upravljanje otpadnim vodama	CH ₄	Da	L1e L2e		L2i		
5.D Upravljanje otpadnim vodama	N ₂ O	Da	L2e	T2e			

L1e - Level excluding LULUCF - Tier1

T1e - Trend excluding LULUCF - Tier1

L2e - Level excluding LULUCF - Tier2

T2e - Trend excluding LULUCF - Tier2

L1i - Level including LULUCF - Tier1

T1i - Trend including LULUCF - Tier1

L2i - Level including LULUCF - Tier2

T2i - Trend including LULUCF - Tier2

CRF aplikacija također pruža analizu ključnih kategorija. Iako postoje razlike između dviju analiza, veliki ključni izvori identificirani su u obje analize. Neke kategorije u CRF analizi razlikovale su se od kategorija koje su navedene u 2006 IPCC Smjernicama za analizu ključnih kategorija pa nije bilo moguće napraviti njihovu detaljnu usporedbu.

1.5. Kratak opći opis QA/QC plana i provedbe

QA/QC PLAN

Sukladno članku 7. Uredbe o praćenju emisija stakleničkih plinova, politike i mjera za njihovo smanjenje u Republici Hrvatskoj, u nadležnosti MINGOR je izrada plana osiguranja i kontrole kvalitete inventara stakleničkih plinova (u daljnjem tekstu QA/QC plan), provedba procedura osiguranja kvalitete inventara stakleničkih plinova u skladu s QA/QC planom te arhiviranje podataka o djelatnostima za izračun emisija, faktora emisija i dokumenata korištenih za planiranje, izradu, kontrolu i osiguranje kvalitete inventara. QA/QC planom definiraju se postupci osiguranja kvalitete inventara stakleničkih plinova, prema Odluci 19/CMP.1 (Decision 19/CMP.1 Guidelines for national systems under Article 5, paragraph 1, of the Kyoto Protocol), a uključuje: Godišnji program prikupljanja podataka, QA/QC plan, QC kontrolnu listu i Plan poboljšanja.

Godišnji program prikupljanja podataka (eng. Annual data Collection Plan, ADCP) je osnovni dokument za prikupljanje podataka za koji je zaduženo Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja (MINGOR). Program sadrži kategorije izvora, podatke o aktivnostima, izvore podataka i nadležnu instituciju, te se izrađuje za svaki sektor. Ovaj dokument se izrađuje jednom godišnje u suradnji MINGOR-a i Povjerenstvom za Nacionalni sustav.

QA/QC Plan definira uloge i odgovornosti pojedinih institucija uključenih u planiranje, izradu i rukovođenje inventarom, izradu tablica za prikupljanje podataka o aktivnostima i izradu Izvješća o inventaru emisija, dostavu inventara Konvenciji, godišnju reviziju inventara, izvješćivanje o Nacionalnom registru te općenitim i specifičnim QA/QC procedurama.

Plan poboljšanja je dokument koji definira ciljeve vezane za poboljšanje Nacionalnog inventara. Ovaj dokument uzima u obzir analizu ključnih izvora emisija i preporuke navedene u Godišnjim revizijama inventara. Dokument se izrađuje jednom godišnje.

QA/QC planom propisane su sljedeće aktivnosti i odgovornosti:

Aktivnost	Odgovornost
Izrada QA/QC plana - Revizija i dopuna dokumentacije	QA/QC Koordinator (MINGOR)
Odobrenje QA/QC plana	MINGOR
Provedba QC postupaka - Provedba internih audita - Provođenje popravnih i preventivnih radnji - Izvješćivanje o provedenom internom auditu	QA/QC koordinator (MINGOR) Sektorski eksperti (MINGOR), Voditelj projekta izrade NIR-a (MINGOR) Koordinator projekta (Ovlaštenik) Sektorski eksperti (Ovlaštenik) QA/QC koordinator (Ovlaštenik)
Izvješćivanje o QC postupcima	Ovlaštenik
Provedba QA postupaka	MINGOR, Povjerenstvo za Nacionalni sustav

Aktivnosti kontrole kvalitete usredotočene su na sljedeće elemente procesa izrade inventara:

- Prikupljanje, unos, obrada i arhiviranje podataka o aktivnostima;
- Izrada Izvješća o inventaru stakleničkih plinova;
- Dostava Izvješća Konvenciji;
- Aktivnosti tijekom revizije inventara;

- Izvješćivanje o Nacionalnom registru.

U svrhu transparentnosti proračuna emisija, tim za izradu inventara nastavio je s dobrom praksom pripreme dokumentacije za arhiviranje podataka (*eng. Inventory Data Record Sheets*), koja je uključena u izvješću iz 2001., a koja sadrži detalje o osobi i/ili organizaciji odgovornoj za procjenu emisija, primarnim ili sekundarnim izvorima podataka o aktivnostima i korištenim faktorima emisija, primijenjenoj metodologiji, nedostupnim podacima, načinima za provjeru proračuna (*eng. cross-check*), prijedlog za buduća poboljšanja u procjenama te važne bibliografske reference. Informacije iz *Inventory Data Record Sheet* dostupne su za svaku kategoriju izvora te za cijelo vremensko razdoblje proračuna. Primjer *Inventory Data Record Sheet* za 2020. u sektoru Energetike prikazan je u Prilogu 5, Tablica A5-1. Svi podaci u obliku '*Inventory Data Record Sheet*' također se arhiviraju u MINGOR.

Za vrijeme pripreme Izvješća o inventaru stakleničkih plinova, sektorski stručnjaci provode niz provjera vezanih uz kompletnost, konzistentnost, usporedivost podataka, rekalkulacije kao i procjenu nesigurnosti podataka o aktivnostima, faktora emisija i proračuna emisija. Detaljnije informacije o aktivnostima kontrole kvalitete nalaze se u Izvješću o inventaru stakleničkih plinova po pojedinim sektorima, podsektorima i pripadajućim CRF tablicama.

Konačno, prije dostavljanja Izvješća od strane Ovlaštenika u MINGOR, QA/QC koordinator provodi audit koji obuhvaća sve IPCC sektore sa ciljem provjere koji elementi kontrole kvalitete (opći i specifični, definirani u smjernicama IPCC Good Practice Guidance) su primijenjeni tijekom izrade inventara te koja poboljšanja i korektivne aktivnosti treba poduzeti u narednim inventarima. CRF tablice iz svakog pojedinog sektora pregledavaju se sukladno primijenjenim sustavima upravljanja kvalitetom i okolišem (ISO 9001 i ISO 14001) u MINGOR i kod Ovlaštenika. Nalazi audita se registriraju u kontrolnim listama gdje se također prati i izvršenje popravnih radnji.

Povjerenstvo za nacionalni sustav uključen je u postupak odobravanja; njeni članovi daju mišljenje o određenim dijelovima Inventara u okviru svoje nadležnosti. Koordinator QA/QC dokumentira sve rezultate / nalaze Povjerenstva za nacionalni sustav.

Na kraju, MINGOR odobrava i dostavlja Inventar u UNFCCC.

VERIFIKACIJA I POVJERLJIVOST

Postupak provjere izračuna ima za cilj poboljšati kvalitetu ulaznih podataka i identificirati pouzdanost izračuna. Preporuka smjernica (IPCC Guidelines) je da provjera inventara bude izvršena kroz set jednostavnih provjera kompletnosti i točnosti, kao na primjer provjera aritmetičkih pogreški, provjera i usporedba nacionalnih procjena s neovisno objavljenim procjenama, provjera nacionalnih podataka o aktivnostima s međunarodnom statistikom te provjera emisija CO₂ iz izgaranja goriva izračunatih putem sektorskih metoda s IPCC Reference pristupom. Daljnje provjere mogu biti provedene kroz usporedbu s podacima drugih nacionalnih inventara.

Tijekom izrade hrvatskog Inventara, provedeni su određeni koraci i provjere:

- Usporedba s podacima nacionalnih inventara drugih zemalja provedena je uspoređivanjem CRF tablica ili direktnom komunikacijom;
- Podaci o aktivnostima uspoređeni su koristeći različite izvore kao npr. Državni zavod za statistiku, pojedinačni izvori emisija;
- U okviru IPCC metodologije, CO₂ emisije iz izgaranja goriva procijenjene su na temelju dva pristupa: (1) Referentni pristup i (2) Sektorski pristup (Razina 1).

POSTUPANJE S PITANJIMA POVJERLJIVOSTI

U Inventaru stakleničkih plinova povjerljivi su samo podaci koji se odnose na jedno društvo. U izvješću o inventaru, za te aktivnosti se prikupljaju podaci o aktivnostima i emisijama na podsektorskoj razini.

1.6. Procjena nesigurnosti uključujući podatke o ukupnoj nesigurnosti za inventar

Nesigurnosti vezane uz godišnje procjene emisija, kao i trendove emisija tijekom vremena, izvještene su prema smjernicama *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Nesigurnosti su procijenjene upotrebom Razine 1 i Razine 2 metode (Monte Carlo) definiranih IPCC metodologijom koja osigurava izračun nesigurnosti za svaku onečišćujuću tvar. Nesigurnosti su procijenjene uključujući i isključujući LULUCF prema smjernicama *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*.

Nesigurnost emisija/uklanjanja pomoću ponora isključujući LULUCF

Emisija CO₂-eq u 2021. procijenjena je na 24,446.4 kt CO₂-eq Emisija CO₂-eq u 1990. procijenjena je na 31,454.2 kt CO₂-eq.

Monte Carlo analiza pokazuje da se sa sigurnošću od 95% može tvrditi da ukupna emisija svih kategorija za 2021. (24,439.88 kt CO₂-eq) prema simulaciji varira između 23,600.0 kt CO₂-eq (2.5 percentila) i 25,366.0 kt CO₂-eq (97.5 percentila).

Monte Carlo analiza pokazuje da se sa sigurnošću od 95% može tvrditi da ukupna emisija svih kategorija bez LULUCF-a za 1990. (31,416.28 kt CO₂-eq) varira između 32,925.0 kt CO₂-eq (2.5 percentila) i 24,327.0 kt CO₂-eq (97.5 percentila).

Nesigurnost trenda isključujući LULUCF

Trend inventara isključujući LULUCF je -24,52%, simulirani trend je -28,45 %, a 95% raspon vjerojatnosti trenda je -28,83% (2,5 percentila) do -18,33% (97,5 percentila).

Trend bez LULUCF-a iznosi -24,52%, dok je simulirani trend -28,45 %. S 95%-tnom vjerojatnošću (pouzdanost) može se tvrditi da se trend neće kretati ispod donje granice -28,83% (2,5 percentila) do -18,33% (97,5 percentila).

Nesigurnost trenda isključujući LULUCF

Trend bez LULUCF-a iznosi -24,52%, dok je simulirani trend -28,45 %. S 95%-tnom vjerojatnošću (pouzdanost) može se tvrditi da se trend neće kretati ispod donje granice -28,83% (2,5 percentila) do -18,33% (97,5 percentila).

Monte Carlo analiza pokazuje da se sa sigurnošću od 95% može tvrditi da ukupna emisija svih kategorija za 2021. (21,858.72 kt CO₂-eq) prema simulaciji varira između 16,466.54 kt CO₂-eq (2.5 percentila) i 27,797.59 kt CO₂-eq (97.5 percentila).

Monte Carlo analiza pokazuje da se sa sigurnošću od 95% može tvrditi da ukupna emisija svih kategorija za 1990. (25,141.95 kt CO₂-eq) varira između 24,327.0 kt CO₂-eq (2.5 percentila) i 32,925.0 kt CO₂-eq (97.5 percentila).

Nesigurnost trenda uključujući LULUCF

Trend emisija s uključenim LULUCF sektorom iznosi -27.71%, dok simulirani trend iznosi -16.21% s 95%-tnom vjerojatnošću (pouzdanošću) može se tvrditi da se trend neće kretati ispod donje granice -- 41.0% (2,5 percentila) ili iznad gornje granice -0.1% (97.5 percentil). Nesigurnost uključena u trend nalazi se u rasponu od -16.21% do 32.06% u odnosu na emisije bazne godine.

Rezultati Razine 1 analize kao i Razine 2 analize prikazani su u tablici A2.2-1 (Prilog 2).

Rezultati analize nesigurnosti koriste se za poboljšanje inventara. Najviše napora uloženo je u prikupljanje detaljnih informacija o AD-u i EF-ovima kako bi se poboljšala točnost proračuna emisije.

1.7. Opća procjena cjelovitosti inventara

1.7.1. Podaci o kompletnosti

Hrvatski inventar sastoji se od procjena emisija za razdoblje od 1990.-2021.

Cjelovitost inventara procijenjena je temeljem IPCC metodologije i prikladnom uporabom sljedećih znakovnih oznaka: NO (ne nastaje, eng. not occurred); NE (nije izračunato, eng. not estimated); NA (nije primjenjivo, eng. not applicable); IE (uključeno drugdje, eng. included elsewhere); C (povjerljivo, eng. confidential). Detaljan opis stanja izračuna emisija po aktivnostima i plinovima prikazan je u odgovarajućim CRF tablicama.

Općenito, cjelovitost inventara postignuta je u skladu s mogućnostima Republike Hrvatske u prikupljanju prikladnih i prihvatljivih podataka. Pitanja vezana uz nedostatak podataka o aktivnostima opisana su u sektorskim poglavljima, gdje je to bilo potrebno. Cilj poboljšanja inventara je ubuduće uključiti sve antropogene izvore stakleničkih plinova u inventar.

1.7.2. Opis beznačajnih kategorija

Hrvatska nema beznačajnih kategorija. Izračunate su emisije iz svih obveznih kategorija.

1.7.3. Ukupne agregatne emisije koje se smatraju beznačajnima

Hrvatska nema emisija koje se smatraju beznačajnima.

1.8. Metrika

Rezultati su prikazani kao ukupne emisije svih stakleničkih plinova u ekvivalentima CO₂ po sektorima, a zatim kao emisije za pojedinačne stakleničke plinove po sektorima. Budući da pojedini staklenički plinovi imaju različita svojstva zračenja i posljedično različit doprinos učinku staklenika, potrebno je pomnožiti emisiju svakog plina s odgovarajućim potencijalom globalnog zagrijavanja (GWP). Potencijal globalnog zagrijavanja mjera je utjecaja određenog plina na učinak staklenika u usporedbi s utjecajem CO₂ koji se sukladno tome definira kao referentna vrijednost. U tom slučaju, emisija stakleničkih plinova prikazuje se kao ekvivalentna emisija ugljičnog dioksida (CO₂-eq). Ukoliko dođe do uklanjanja stakleničkih plinova (npr. apsorpcija CO₂ pri povećanju drvene zalihe u šumama) onda se to odnosi na ponore stakleničkih plinova i količina se prikazuje kao negativna vrijednost. Potencijali globalnog zagrijavanja koji se koriste za izračun emisija ekvivalenta CO₂ definirani su u IPCC Fifth Assessment Report, 2014 (AR5).

Poglavlje 2: Trendovi emisija stakleničkih plinova

2.1 Opis i objašnjenje trendova emisija stakleničkih plinova

Ukupna emisija stakleničkih plinova, isključujući uklanjanja pomoću ponora, u 2021. godini iznosi 24,446.4 mil. t CO₂-eq (ekvivalent CO₂ emisije), što predstavlja smanjenje emisija za 22.2 % u odnosu na emisiju stakleničkih plinova u 1990. godini.

Opći pad ekonomskih aktivnosti i potrošnje energije u razdoblju od 1991.-1994., najviše prouzročeno ratom u Hrvatskoj, direktno je uzrokovalo pad ukupnih emisija stakleničkih plinova u tom razdoblju. Budući je čitava nacionalna ekonomija u procesu tranzicije, neke energetske intenzivne industrije smanjile su svoje aktivnosti ili su čak prekinule s proizvodnjom (npr. visoka peć u Sisku, primarna proizvodnja aluminija u Šibeniku, koksara u Bakru), što se značajno odrazilo na smanjenje emisija stakleničkih plinova. Emisije su počele rasti 1995. s prosječnom stopom od 3% godišnje, do 2008. Zbog smanjenja gospodarske aktivnosti u razdoblju 2008.-2016. emisije su se konstantno smanjivale do 2014. godine kada su počele sporo rasti.

Najveći razlog porastu emisija u razdoblju 1995.-2008. je sektor Energetika (Proizvodnja električne energije i topline; Promet), Industrijski procesi (Proizvodnja cementa; Proizvodnja vapna; Proizvodnja amonijaka; Proizvodnja dušične kiseline; Potrošnja halogeniranih ugljikovodika) te Gospodarenje otpadom. Porast u podsektoru Proizvodnja električne energije i topline većinom je uzrokovana većom potrošnjom tekućih goriva. U posljednje vrijeme, proizvođači cementa, vapna, amonijaka i dušične kiseline dosegli su svoj najveći proizvodni kapacitet, što se održava i na razine emisija. Odlaganje krutog komunalnog otpada i obrada i odvodnja otpadnih voda imaju najveći utjecaj na porast emisije u sektoru Gospodarenje otpadom.

Osnovni razlozi smanjenja emisija stakleničkih plinova u period od 2008. do 2016. godini su ekonomska kriza kao i početak implementacije mjera za smanjenje emisije CO₂ prema Nacionalnom akcijskom planu energetske efikasnosti za period od 2014. do 2016. godine te period od 2017. do 2019. godine. Naime, zbog ekonomske krize došlo je do smanjenja industrijske proizvodnje i posljedično, smanjenja potrošnje goriva (najveće smanjenje potrošnje goriva bilo je u podsektoru Industrija i graditeljstvo te u Prometu), što je dovelo do smanjenja emisija stakleničkih plinova.

Smanjenje gospodarskih aktivnosti nakon 2008. godine utjecalo je na pad proizvodnje cementa, vapna i čelika.

Rezultati izračuna emisija stakleničkih plinova prikazani su za razdoblje od 1990. do 2021. godine. Ukupne emisije/uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova, te njihov trend u sektorima prikazani su u tablicama 2.1-1, 2.1-2 te na slici 2.1-1, dok je doprinos pojedinih plinova prikazan u tablicama 2.1-3, 2.1-4 te na slici 2.1-2.

Tablica 2.1-1: Emisije/uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova po sektorima svakih pet godina za razdoblje od 1990. do 2013. godine (kt CO₂-eq)

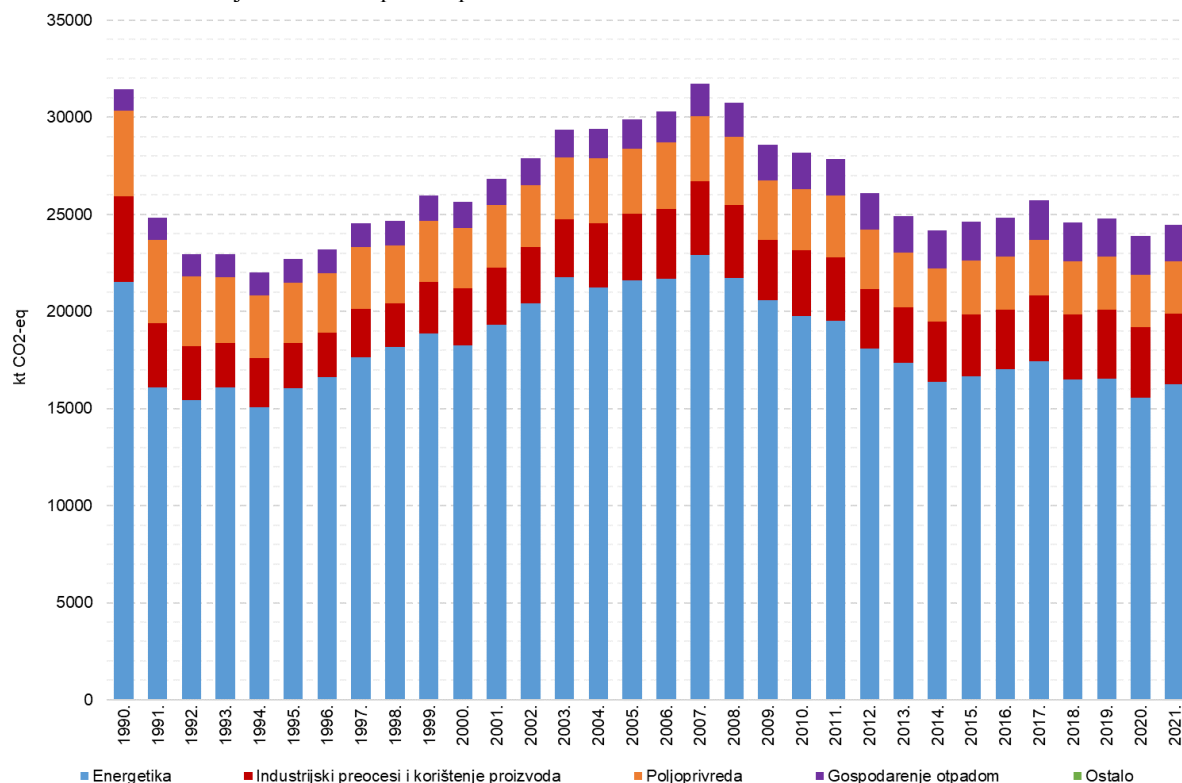
Izvori i uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova	1990.	1995.	2000.	2005.	2010.	2011.	2012.	2013.
1. Energetika	21,512.6	16,033.2	18,257.1	21,619.5	19,764.7	19,506.4	18,085.8	17,336.0
2. Industrijski procesi i uporaba	4,403.4	2,323.5	2,953.3	3,400.2	3,408.5	3,286.1	3,071.6	2,875.0
3. Poljoprivreda	4,424.3	3,132.0	3,093.2	3,361.8	3,135.0	3,177.0	3,061.4	2,800.9
4. LULUCF	-6,312.2	-8,504.7	-6,695.4	-7,968.7	-6,887.6	-5,618.1	-5,180.9	-6,147.7
5. Otpad	1,113.8	1,197.7	1,350.0	1,494.8	1,862.8	1,899.2	1,894.3	1,878.2
6. Ostalo	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Ukupno (uključujući LULUCF)	25,142.0	14,181.7	18,958.2	21,907.8	21,283.4	22,250.5	20,932.2	18,742.4

Izvori i uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova	1990.	1995.	2000.	2005.	2010.	2011.	2012.	2013.
Ukupno (ne uključujući LULUCF)	31,454.2	22,686.4	25,653.6	29,876.4	28,171.1	27,868.7	26,113.1	24,890.1

Tablica 2.1-2: Emisije/uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova po sektorima u razdoblju 2014.-2021. godine (kt CO₂-eq)

Izvori i uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
1. Energetika	16,387.5	16,640.7	17,046.5	17,426.7	16,480.2	16,536.0	15,555.0	16,272.3
2. Industrijski procesi i uporaba	3,107.9	3,205.3	3,029.1	3,406.6	3,383.9	3,556.6	3,646.3	3,595.9
3. Poljoprivreda	2,736.2	2,787.2	2,745.0	2,844.0	2,730.7	2,721.2	2,700.7	2,700.9
4. LULUCF	-6,006.1	-5,698.4	-5,708.5	-4,895.7	-5,503.8	-5,735.8	-5,666.8	-5,802.4
5. Otpad	1,925.6	1,977.8	2,013.3	2,032.1	2,006.1	1,985.6	2,004.8	1,877.2
6. Ostalo	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Ukupno (uključujući LULUCF)	18,151.1	18,912.6	19,125.5	20,813.6	19,097.2	19,063.5	18,240.0	18,644.1
Ukupno (ne uključujući LULUCF)	24,157.2	24,611.0	24,833.9	25,709.3	24,601.0	24,799.4	23,906.8	24,446.4

Slika 2.1-1: Trend emisija stakleničkih plinova po sektorima



Tablice 2.1-1, 2.1-2 i slika 2.1-1 prikazuju doprinos pojedinih sektora ukupnoj emisiji i uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova. Najveći doprinos emisiji stakleničkih plinova u 2021. godini, ne uključujući LULUCF, imao je sektor Energetika sa 66.6%, slijede Industrijski procesi i uporaba proizvoda sa 14.7%, Poljoprivreda sa 11.0% i Gospodarenje otpadom sa 7.7%. Ova struktura je, uz neznatne promjene, zadržana tijekom cijelog razdoblja 1990.-2021. U 2021. godini ukupna emisija stakleničkih plinova u Hrvatskoj je iznosila 24,446.4 kt CO₂-e

q ne uključujući LULUCF sektor, dok je ukupna emisija iznosila 18,643 kt CO₂-eq uključujući LULUCF sektor, što predstavlja uklanjanje pomoću ponora od 23.7%.

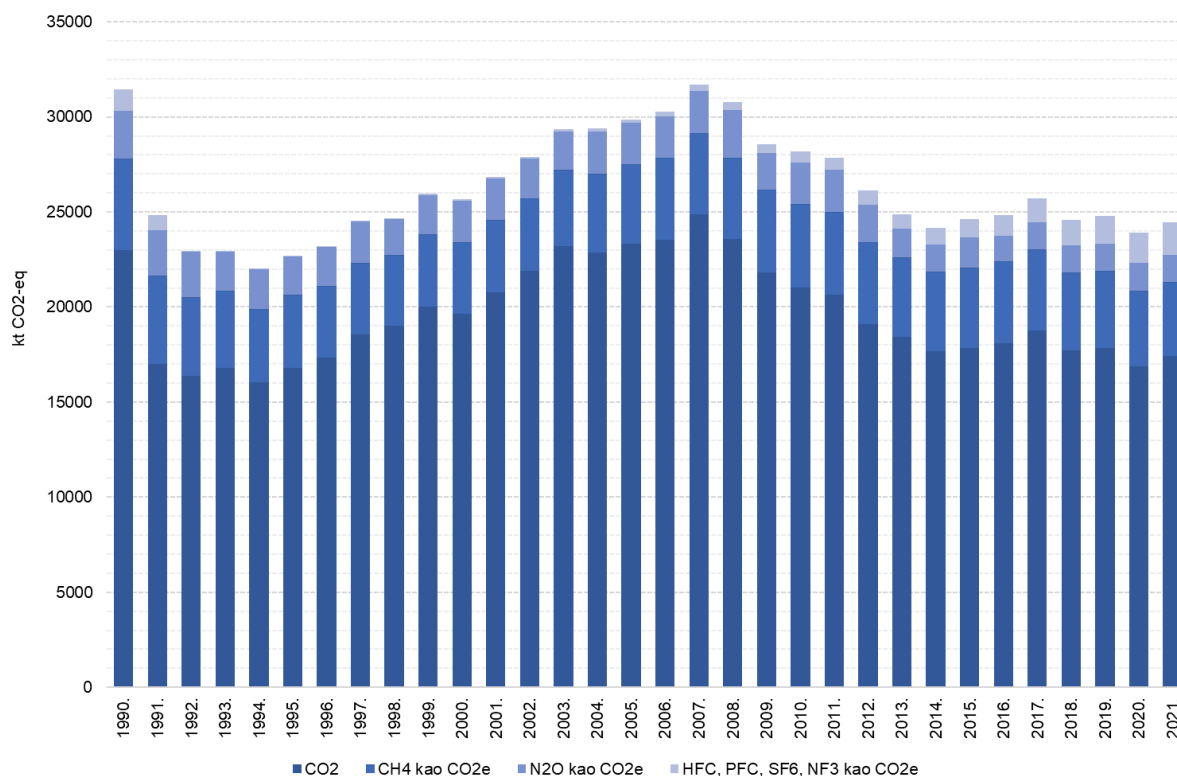
Tablica 2.1-3: Emisije/uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova po plinovima svakih pet godina za razdoblje od 1990. do 2013. godine (kt CO₂-eq)

Emisije stakleničkih plinova	1990.	1995.	2000.	2005.	2010.	2011.	2012.	2013.
Emisije CO ₂ bez neto CO ₂ iz LULUCF	22,974.7	16,815.7	19,660.0	23,340.0	21,018.2	20,650.2	19,081.2	18,432.2
Emisije CO ₂ s neto CO ₂ iz LULUCF	16,617.9	8,260.2	12,762.6	15,307.3	14,032.5	14,895.1	13,720.3	12,167.3
Emisije CH ₄ bez CH ₄ iz LULUCF	4,821.4	3,814.8	3,734.9	4,155.7	4,420.0	4,373.0	4,317.0	4,203.1
Emisije CH ₄ s CH ₄ iz LULUCF	4,822.8	3,823.3	3,843.5	4,158.8	4,422.0	4,393.8	4,360.5	4,205.3
Emisije N ₂ O bez N ₂ O iz LULUCF	2,529.8	2,021.8	2,195.2	2,176.9	2,155.0	2,205.2	2,000.5	1,478.7
Emisije N ₂ O s N ₂ O iz LULUCF	2,573.0	2,064.1	2,288.7	2,237.9	2,251.1	2,321.3	2,137.0	1,593.7
HFC-i	NO	21.7	50.8	189.1	567.7	629.7	703.1	768.7
PFC-i	1,117.3	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Nespecificirana mješavina HFC-ova i	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
SF ₆	11.1	12.4	12.7	14.7	10.1	10.6	11.3	7.4
NF ₃	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Ukupno (ne uključujući LULUCF)	31,454.2	22,686.4	25,653.6	29,876.4	28,171.1	27,868.7	26,113.1	24,890.1
Ukupno (uključujući LULUCF)	25,142.0	14,181.7	18,958.2	21,907.8	21,283.4	22,250.5	20,932.2	18,742.4
Ukupno (bez LULUCF, sa indirektnim)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Ukupno (sa LULUCF, sa indirektnim)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Tablica 2.1-4: Emisije/uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova po plinovima za razdoblje 2014.-2021. godine (kt CO₂-eq)

Emisije stakleničkih plinova	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
Emisije CO ₂ bez neto CO ₂ iz LULUCF	17,681.6	17,824.7	18,109.0	18,744.0	17,724.2	17,857.4	16,870.5	17,410.6
Emisije CO ₂ s neto CO ₂ iz LULUCF	11,560.0	11,986.0	12,268.7	13,610.6	12,101.1	11,999.8	11,030.0	11,486.9
Emisije CH ₄ bez CH ₄ iz LULUCF	4,167.2	4,265.9	4,284.3	4,272.8	4,103.6	4,049.5	4,001.9	3,887.2
Emisije CH ₄ s CH ₄ iz LULUCF	4,167.6	4,281.5	4,294.3	4,350.4	4,105.1	4,052.6	4,038.4	3,893.7
Emisije N ₂ O bez N ₂ O iz LULUCF	1,446.3	1,566.6	1,350.2	1,456.2	1,410.7	1,414.1	1,450.4	1,439.7
Emisije N ₂ O s N ₂ O iz LULUCF	1,561.4	1,691.3	1,472.1	1,616.3	1,528.5	1,532.8	1,587.7	1,554.6
HFC-i	854.2	948.1	1,083.6	1,229.0	1,356.0	1,470.2	1,574.6	1,699.3
PFC-i	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Nespecificirana mješavina HFC-ova i PFC-	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
SF ₆	7.9	5.7	6.8	7.2	6.5	8.1	9.4	9.6
NF ₃	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Ukupno (ne uključujući LULUCF)	24,157.2	24,611.0	24,833.9	25,709.3	24,601.0	24,799.4	23,906.8	24,446.4
Ukupno (uključujući LULUCF)	18,151.1	18,912.6	19,125.5	20,813.6	19,097.2	19,063.5	18,240.0	18,644.1
Ukupno (bez LULUCF, sa indirektnim)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Ukupno (sa LULUCF, sa indirektnim)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Slika 2.1-2: Trend emisija stakleničkih plinova po plinovima



Tablice 2.1-3, 2.1-4 i slika 2.1-2 prikazuju doprinos pojedinih plinova ukupnoj emisiji i uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova. Najveći doprinos emisiji stakleničkih plinova u 2021. godini, ne uključujući LULUCF, imala je emisija CO₂ sa 71.2 %, slijedi CH₄ sa 15.9 %, N₂O sa 6.0 % i HFCs, PFCs i SF₆ sa 6.9 %.

2.2 Opis i objašnjenja trendova emisija po sektorima

ENERGETIKA

Sektor Energetika ima najveći doprinos emisijama stakleničkih plinova, koje su u 2021. godini, bile niže za 4.6% u usporedbi sa 2020. godinom i za 24.4% manje u usporedbi sa 1990. godinom. Energetski sektor pokriva sve aktivnosti koje uključuju izgaranje goriva iz stacionarnih i pokretnih izvora te fugitivne emisije iz goriva. Energetika je glavni izvor antropogene emisije stakleničkih plinova, s doprinosom od otprilike 66% u ukupnoj emisiji stakleničkih plinova na teritoriju Republike Hrvatske.

Promatrajući udio u ukupnoj emisiji ugljikovog dioksida (CO₂), energetika sudjeluje s 63.3% (u 2021.). Doprinos energetike u emisiji metana (CH₄) je bitno manji (2.4 % u 2021.) uspoređujući s ukupnom emisijom CO₂ ekvivalenta, dok je udio dušikovog oksida (N₂O) sasvim mali (0.8% u 2021.) uspoređujući s ukupnom emisijom CO₂ ekvivalenta. Emisije koje nastaju izgaranjem fosilnih goriva čine više od 95% ukupne emisije energetskog sektora. Doprinos svakog pojedinog podsektora emisijama sektora energetike prikazan je u tablici 2.2-1.

Tablica 2.2-1: Emisija sektora energetike po podsektorima za period 1990.-2021. (kt CO₂-eq)

Kategorije stakleničkih plinova	1990.	2000.	2005.	2010.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
1. Energetika	21,512.6	18,257.1	21,619.5	19,764.7	16,640.7	17,046.5	17,426.7	16,480.2	16,536.0	15,555.0	16,272.3
A. Aktivnosti izgaranja goriva	20,460.0	17,287.5	20,584.0	18,935.0	16,174.3	16,591.2	16,898.2	15,996.6	16,062.5	15,094.6	15,823.4
1. Energetske	7,087.3	5,831.8	6,835.5	5,901.5	4,740.9	4,873.4	4,491.7	3,936.4	3,914.2	3,694.2	3,756.7
2. Industrija	5,233.8	3,073.9	3,738.9	3,029.7	2,231.8	2,236.6	2,439.1	2,421.1	2,431.8	2,393.7	2,430.4
3. Promet	3,893.6	4,494.8	5,558.1	5,948.3	5,951.3	6,174.7	6,642.1	6,406.8	6,584.9	5,798.3	6,261.9
4. Sektor opće	4,245.2	3,887.0	4,451.4	4,055.4	3,250.3	3,306.6	3,325.3	3,232.3	3,131.6	3,208.4	3,374.4
5. Ostalo	NO,IE	NO,IE	NO,IE	NO,IE	NO,IE	NO,IE	NO,IE	NO,IE	NO,IE	NO,IE	NO,IE
B. Fugitivne emisije	1,052.5	969.6	1,035.6	829.7	466.5	455.3	528.4	483.7	473.4	460.4	449.0
1. Kruta goriva	66.8	NO,NA	NO,NA	NO,NA	NO,NA	NO,NA	NO,NA	NO,NA	NO,NA	NO,NA	NO,NA
2. Tekuća goriva, p.plin	985.7	969.6	1,035.6	829.7	466.5	455.3	528.4	483.7	473.4	460.4	449.0
C. Promet i skladištenje CO ₂	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Najveći dio emisije nastaje kao posljedica izgaranja goriva u prometu (38.5% u 2021.), zatim u podsektoru energetske postrojenja (23.1% u 2021.) te u malim stacionarnim ložištima koja se koriste u uslužnom sektoru, kućanstvima te podsektoru poljoprivreda/šumarstvo/ribarenje (20.7% u 2021.). Podsektor industrija i graditeljstvo doprinose ukupnoj emisiji sektora Energetika sa 14.9%, dok fugitivne emisije doprinose sa oko 2.8%.

INDUSTRIJSKI PROCESI I UPORABA PROIZVODA

U sektoru Industrijski procesi i uporaba proizvoda, ključni izvori emisije pripadaju podsektorima Proizvodnja ostalih nemetalnih mineralnih proizvoda, Proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda, te Uporaba zamjenskih tvari za tvari koje oštećuju ozonski sloj, koji su u 2021. godini zajedno činili 96.6% emisije iz ovog sektora. Proizvodnja željeza u visokim pećima i primarna proizvodnja aluminija prestale su s radom 1992., a proizvodnja ferolegura 2003. godine. Općenito, emisije stakleničkih plinova smanjivale su se u razdoblju od 1990. - 1995. godine uslijed smanjenja gospodarskih aktivnosti tijekom rata, dok je u razdoblju od 1996. – 2008. godine došlo do laganog porasta emisija uslijed revitalizacije gospodarstva. Uslijed smanjenja gospodarskih aktivnosti nakon 2008. godine, emisije iz industrijskih procesa su kontinuirano padale, a od 2013. godine uslijedio je umjeren oporavak gospodarstva što je uvjetovalo i porast emisija. Smanjenje emisije stakleničkih plinova iz kemijske industrije od 2013. godine nadalje nastupilo je uslijed velikog smanjenja emisije N₂O iz proizvodnje dušične kiseline zbog primjene tehnologije smanjenja emisija. U 2021. godini došlo je do povećanja emisija iz industrijskih procesa za 1.4% u odnosu na 2020. godinu te smanjenja od 18.3% u odnosu na 1990. godinu. Sektor Industrijski procesi i uporaba proizvoda doprinosi ukupnoj nacionalnoj emisiji stakleničkih plinova u 2021. godini sa 14.7%. Doprinos svakog pojedinog podsektora emisijama sektora Industrijski procesi i uporaba proizvoda prikazan je u tablici 2.2-2.

Tablica 2.2-2: Emisija sektora industrijskih procesa po podsektorima za period 1990.-2021. (kt CO₂-eq)

Kategorije stakleničkih plinova	1990.	2000.	2005.	2010.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
2. Industrijski procesi i uporaba proizvoda	4,403.4	2,953.3	3,400.2	3,408.5	3,205.3	3,029.1	3,406.6	3,383.9	3,556.6	3,646.3	3,595.9
A. Proizvodnja ostalih nemetalnih mineralnih proizvoda	1,297.6	1,426.4	1,809.9	1,403.7	1,306.4	1,201.3	1,425.6	1,358.4	1,324.9	1,359.3	1,372.3
B. Proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda	1,427.9	1,324.8	1,234.1	1,298.7	849.1	645.1	654.5	557.6	639.2	593.2	401.8
C. Industrija metala	1,458.1	30.2	12.7	14.7	9.3	1.1	1.9	9.0	4.9	4.9	14.3
D. Ne-energetska uporaba	176.2	75.7	111.5	89.7	68.7	73.9	70.8	80.1	93.1	87.2	81.9
E. Proizvodnja elektroničkih komponenata	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
F. Uporaba zamjenskih tvari za tvari koje oštećuju ozonski sloj	NO	50.8	189.1	567.7	948.1	1,083.6	1,229.0	1,356.0	1,470.2	1,574.6	1,699.3
G. Proizvodnja i uporaba ostalih proizvoda	43.7	45.4	43.0	34.0	23.6	24.1	24.8	22.8	24.3	27.1	26.5
H. Ostalo	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

POLJOPRIVREDA

U sektoru Poljoprivreda, emisije CH₄ i N₂O uvjetovane su različitim poljoprivrednim aktivnostima. Za emisiju CH₄ najznačajniji izvor je uzgoj životinja (crijevna fermentacija) koji čini oko 40.0% ukupne emisije sektora prikazane kao CO₂-eq. Broj goveda pokazuje kontinuirano smanjenje u razdoblju 1990.-2000. To je kao posljedicu imalo smanjenje emisije CH₄. U 2000. broj goveda počeo se povećavati te se takav trend većinom zadržao do 2006. Između 2007. i 2010. broj goveda se smanjio i na toj razini se zadržao do 2013. i 2014. godine. U usporedbi s 2020., emisija CH₄ iz crijevne fermentacije pale su za 1.1% u 2021. godini. U pogledu emisija iz Gospodarenja stajskim gnojem, emisija CO₂-eq se smanjila za 1.1% u 2021. godini u usporedbi s 2020. Emisije iz Poljoprivrednih tala smanjile su se nakon 1990. i tijekom rata zbog specifičnih nacionalnih okolnosti i ograničene poljoprivredne prakse u to vrijeme. Nakon toga, trend emisije uglavnom je pod utjecajem promjena u direktnim emisijama iz tla; stoga se povećanje emisije može uočiti 1997., 2001. i 2002. zbog porasta potrošnje mineralnih gnojiva te biljne proizvodnje, a kasnije i zbog porasta broja životinja. Emisija CO₂-eq iz Poljoprivrednih tala se povećala u 2021. u odnosu na 2020. za 1.0%. Općenito, u 2021. emisija iz sektora Poljoprivreda se smanjila za 0.3% u usporedbi s 2020. godinom. Doprinos svakog pojedinog podsektora emisijama sektora Poljoprivreda prikazan je u tablici 2.2-3

Tablica 2.2-3: Emisije sektora Poljoprivrede po podsektorima za razdoblje 1990.-2021. (kt CO₂-eq)

Kategorije stakleničkih plinova	1990.	2000.	2005.	2010.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
3. Poljoprivreda	4,424.3	3,093.2	3,361.8	3,135.0	2,787.2	2,745.0	2,844.0	2,730.7	2,721.2	2,700.7	2,700.9
A. Crijevna fermentacija	2,336.0	1,349.7	1,458.8	1,303.8	1,193.8	1,196.8	1,193.6	1,119.7	1,120.4	1,091.1	1,079.3
B. Gospod. stajskim gnojem	776.3	618.0	681.6	721.8	641.7	635.1	617.0	574.9	564.8	534.8	529.7
C. Uzgoj riže	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
D. Poljoprivredna tla	1,262.0	1,064.6	1,135.9	1,021.4	882.3	837.0	952.2	963.9	960.4	979.6	989.1
E. Spaljivanja savana	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
F. Spaljivanje polj.	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Kategorije stakleničkih plinova	1990.	2000.	2005.	2010.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2000.	2021.
G. Primjena sredstava za kalcifikaciju	NO	NO	14.5	21.5	12.1	11.2	10.9	4.6	2.1	6.9	18.7
H. Uporaba uree	50.0	60.9	71.0	66.6	57.2	65.0	70.2	67.6	73.6	88.3	84.2
I. Ostala gnojiva	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
J. Ostalo	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

LULUCF

Zakon o šumama (NN 68/18, 115/18, 98/19, 32/20, 145/20) uređuje uzgoj, zaštitu, korištenje i raspolaganje šumom i šumskim zemljištima kao prirodnim bogatstvom, a s ciljem održavanja biološke raznolikosti te osiguranja gospodarenja na načelima gospodarske održivosti, socijalne odgovornosti i ekološke prihvatljivosti. Nadalje, u kontekstu klimatskih promjena, jedna od njegovih najvažnijih stavki je da šumama treba gospodariti sukladno kriterijima održivog gospodarenja, što uključuje održavanje i poboljšanje šumskih ekosustava i njihovog doprinosa globalnom kruženju ugljika. Aktivnosti planiranja u sektoru šumarstva u Hrvatskoj također su uređene Zakonom o šumama (NN 68/18, 115/18, 98/19, 32/20, 145/20). Šumskogospodarski planovi utvrđuju uvjete za skladno korištenje šuma i šumskoga zemljišta i zahvate u tom prostoru, potreban opseg uzgoja i zaštite šuma, mogući stupanj iskorištenja te uvjete za gospodarenje životinjskim svijetom. Šumskogospodarska osnova područja Republike Hrvatske (ŠGOP) utvrđuje ekološku, gospodarsku i socijalnu podlogu za biološko poboljšavanje šuma i povećanje šumske proizvodnje.

Prema Šumskogospodarskoj osnovi Republike Hrvatske (2006.-2018.), šume i šumsko zemljište prekrivaju 47.5% ukupne površine Hrvatske. Porijeklom, približno 95% šuma nastalo je prirodnim pomlađivanjem (u skladu s nacionalnim definicijama koje se primjenjuju u sektoru), dok ostatak od 5% čine umjetno podignute šumske kulture i plantaže. Osnovom je, za 2006. godinu, utvrđena drvena zaliha od oko 398 mil. m³ dok je godišnji prirast oko 10,5 mil. m³. Najčešće vrste su bukva (*Fagus sylvatica*), hrast lužnjak (*Quercus robur*), hrast kitnjak (*Quercus petraea*), obični grab (*Carpinus betulus*), obična jela (*Abies alba*), poljski jasen (*Fraxinus angustifolia*), smreka (*Picea abies*), crna joha (*Alnus glutinosa*), crni bagrem (*Robinia pseudoacacia*), hrast cer (*Quercus cerris*) i ostale.

Metodologija korištena za proračun uklanjanja pomoću ponora CO₂ provedena je prema IPCC metodologiji, a temelji se na podacima o prirastu i sječi. Problem krčenja šuma ne postoji u Hrvatskoj. Prema postojećim podacima, ukupna površina šuma nije se smanjivala u zadnjih 100 godina.

Tablica 2.2-4 prikazuje trend uklanjanja pomoću ponora CO₂ u sektoru šumarstva. Emisije iz LULUCF sektora su u 2021. godini doprinijele ukupnoj emisiji CO₂-eq sa 31.3%.

Tablica 2.2-4: Trendovi emisije u LULUCF sektoru za razdoblje 1990.-2021. (kt CO₂-eq)

Kategorija izvora	1990.	2000.	2005.	2010.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
LULUCF uklanjanja pomoću ponora	-6,312.2	-6,695.4	-7,968.7	-6,887.6	-5,698.4	-5,708.5	-4,895.7	-5,503.8	-5,735.8	-5,666.8	-5,802.4

GOSPODARENJE OTPADOM

Sektor Gospodarenje otpadom uključuje sljedeće kategorije: odlaganje otpada, biološku obradu otpada, spaljivanje otpada i upravljanje otpadnim vodama. Odlaganje otpada na odlagališta najviše doprinosi emisiji CH₄ iz ovog sektora.

Emisije iz odlaganja otpada čine 67.4% sektorskih emisija u 2021. godini, u usporedbi s 33.3% u 1990. godini. Tijekom izvještajnog razdoblja dolazi do povećanja proizvedenog i odloženog otpada.

Posljednjih godina trend porasta proizvedenog otpada je sporiji dok se odloženi otpad smanjuje, u usporedbi s prethodnim razdobljem, uslijed primjene mjera izbjegavanja/smanjenja i recikliranja otpada koje se još uvijek nedovoljno primjenjuju.

Emisije iz upravljanja otpadnim vodama čine 30.7% sektorskih emisija u 2021. godini, u usporedbi sa 64.6% u 1990. godini. Smanjenje emisije tijekom izvještajnog razdoblja najvećim je dijelom uzrokovano smanjenjem broja stanovnika (otpadne vode kućanstava) kao i smanjenjem gospodarskih aktivnosti od 2008. godine nadalje te promjenjivim trendom u industrijskoj proizvodnji (otpadne vode industrije).

Biološka obrada otpada i spaljivanje otpada i spaljivanje otpada na otvorenom znatno manje doprinose sektorskoj emisiji tijekom cijelog izvještajnog razdoblja.

Sektor Gospodarenje otpadom doprinosi ukupnoj nacionalnoj emisiji stakleničkih plinova u 2021. godini sa 7.7%. Doprinos svake kategorije emisijama ovog sektora prikazan je u tablici 2.2-5.

Tablica 2.2-5: Emisije sektora Otpad po kategorijama za razdoblje 1990. -2021. godine (kt CO₂-eq)

Kategorija izvora	1990.	2000.	2005.	2010.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
5. Otpad	1,113.8	1,350.0	1,494.8	1,862.8	1,977.	2,013.	2,032.	2,006.1	1,985.6	2,004.8	1,877.2
A. Odlaganje krutog	370.9	631.9	805.0	1,172.3	1,337.	1,365.	1,414.	1,405.4	1,377.8	1,393.1	1,265.6
B. Biološka obrada krutog otpada	NO,IE	1.2	2.0	6.4	8.3	11.7	11.3	13.5	16.7	22.9	26.7
C. Spaljivanje otpada	23.9	17.8	10.8	11.8	10.1	9.3	8.4	8.7	8.0	8.0	8.2
D. Upravljanje otpadnim	719.0	699.2	677.0	672.3	622.2	627.0	598.2	578.6	583.1	580.9	576.7
E. Ostalo	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Poglavlje 3: Energetika (CRF sektor 1)

3.1 Pregled sektora

Za izračun emisija sektora Energetike za cijelo povijesno razdoblje od 1990. do 2021. godine koristile su se Nacionalne energetske bilance.

Institucionalni okvir za izradu nacionalne energetske bilance definiran je Pravilnikom o energetskej bilanci (NN 33/2003). Ovaj pravilnik određuje sadržaj i način dostave podataka koje su tijela državne vlasti, tijela jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave i energetski subjekti dužna dostaviti.

Sljedeći subjekti dužni su dostaviti podatke za izradu bilance:

- Podaci Državnog zavoda za statistiku o proizvodnji, potrošnji sirovina i potrošnji energije u svim industrijskim postrojenjima u Hrvatskoj,
- Podaci Državnog zavoda za statistiku o svim pravnim osobama u Hrvatskoj,
- Podaci iz Mjesečnog istraživanja potrošnje prirodnog plina u pojedinim sektorima potrošnje za sva poduzeća za distribuciju prirodnog plina u Hrvatskoj,
- Podaci iz godišnjeg istraživanja potrošnje ugljena u pojedinim sektorima potrošnje za količine prodanog ugljena kroz sva trgovačka društva za ugljen u Hrvatskoj,
- Podaci Carinske uprave o godišnjem uvozu i izvozu svih vrsta goriva po tarifnim stavkama za sve uvoznike / izvoznike.
- Osim podataka navedenih u relacijskim bazama podataka, koriste se i dodatni podaci iz Hrvatske elektroprivrede, INA-e i drugih izvora.

Godišnja energetska bilanca poseban je oblik statistike koji prati protok energije od pojave u energetskej sustavu do njihove isporuke neposrednim korisnicima, odnosno do njihove transformacije u neke od korisnih oblika energije.

Nacionalna energetska bilanca procjenjuje se istom metodologijom i pristupom za cijelo razdoblje od 1988. do 2021. godine.

U 2014. godini izrađen je projekt pod nazivom "Tehnička pomoć u razvoju poslovnih statistika, izradi dokumentacije o kvaliteti podataka i poboljšanje sustava prikupljanja podataka" od strane Energetskog instituta Hrvoje Požar. Ovaj projekt je pokrenut u okviru programa IPA 2009 i pokriva područje energetske statistike i unapređenje metodologije prikupljanja podataka u sektorima neposredne potrošnje energije: kućanstva, usluge i prijevoz. Cilj projekta je utvrđivanje pokazatelja potrošnje energije temeljen na istraživanju potrošnje energije te prema EUROSTAT-ovu popisu varijabli i modela za izračun energetske učinkovitosti. Jedan od rezultata bio je utvrditi stvarnu potrošnju goriva na domaćim i međunarodnim rutama te potrošnju čvrste biomase u sektoru usluga i kućanstava. Rezultati ovog projekta dostupni su za cijelo razdoblje od 1990. do 2014. godine.

3.1.1. Povezivanje energetske bilance i industrijskih procesa s potrošnjom goriva

Određivanje ukupnih emisija (emisija goriva + emisija materijala reda) u kategorijama 2.A.1, 2.A.C. i 2.B.8. je složen zadatak, budući da se energetska bilanca, izvješćivanje o emisijama, trgovanje emisijama i statistički podaci uvelike razlikuju u smislu temeljnih metoda određivanja i izvješćavanja. U Hrvatskoj ne postoje točni podaci kojima bi se razvrstale emisije između energije i procesa, pa su emisije CO₂ iz potrošnje koksa, ugljena ili drugih redukcijskih sredstava koje se koriste u proizvodnji cementa i u industriji željeza i čelika prijavljene u sektoru energetike (1.A.2).

Primjerice, u industriji željeza koks u visokoj peći ima nekoliko uloga:

- izgaranje koksa proizvodi ugljični monoksid koji je odgovoran za redukciju željeznih ruda;
- izgaranje koksa stvara toplinu potrebnu za taljenje željezne rude;
- koks mehanički podržava punjenje dopuštajući križanje reducirajućeg plina;
- koks dopušta proces karburacije tekućeg željeza snižavanjem njegove točke taljenja.

Koks pri gorenju istodobno proizvodi energiju u obliku topline i CO kao reduksijsko sredstvo i ta dva procesa se ne mogu odvojiti jedan od drugog. Razvrstavanje ne bi odražavalo stvarnu situaciju pa je emisija goriva iz uporabe koksa u industriji željeza i čelika prijavljena u energetsom sektoru. Na taj način se emisije ne računaju dvostruko.

3.1.2. Pregled energetske situacije

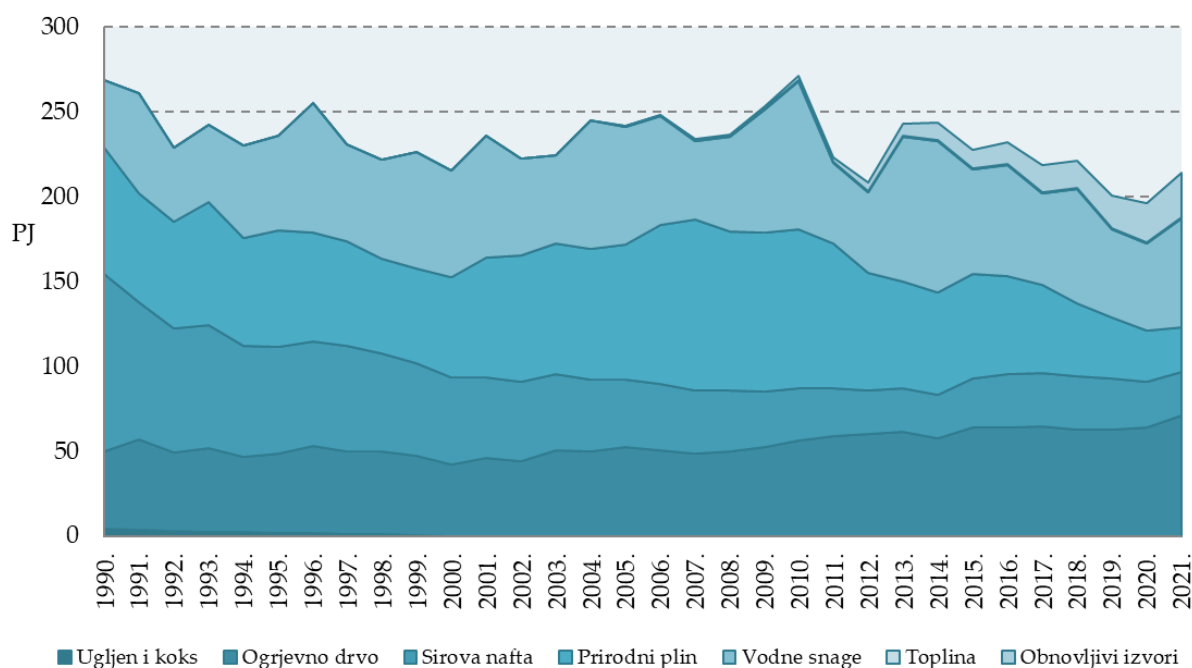
Primarni oblici energije koji se proizvode u Hrvatskoj su ogrjevno drvo, sirova nafta, prirodni plin, obnovljivi izvori i vodne snage. Proizvodnja ugljena je stala 2000. godine. U tablici 3.1-1 prikazana je potrošnja primarne energije u 1990., 2000., 2005., 2010. godini te u razdoblju od 2015. do 2021. godine.

Tablica 3.1-1: Proizvodnja primarne energije

PJ	1990.	2000.	2005.	2010.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
Ugljen i koks	4.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ogrjevno drvo	45.77	41.97	52.27	56.20	64.19	64.15	64.67	63.06	62.79	64.34	71.20
Sirova nafta	104.54	51.35	40.11	30.69	28.62	31.47	31.79	31.26	30.13	26.98	25.81
Prirodni plin	74.27	59.40	79.76	93.88	61.61	57.52	51.76	43.07	36.13	29.89	26.39
Vodne snage	40.08	62.53	69.20	87.24	61.63	65.63	53.81	66.98	51.54	51.62	63.93
Toplina			0.22	0.63	0.62	0.66	0.67	0.63	0.61	0.61	0.67
Obnovljivi izvori			0.20	2.63	10.79	12.68	16.10	16.21	19.51	22.64	26.53
Ukupno	268.88	215.25	241.77	271.26	227.46	232.11	218.79	221.21	200.71	196.08	214.53

Slika 3.1-1 prikazuje trend primarne proizvodnje energije od 1990. do 2021. godine.

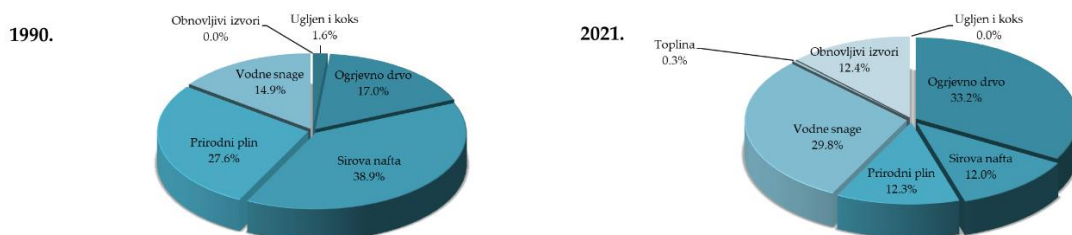
Slika 3.1-1: Trend ukupne proizvodnje primarne energije od 1990. do 2021. godine



Ukupna proizvodnja primarne energije u 1990. iznosila je 268.9 PJ, što je 20.2% više nego u 2021. godini. Proizvodnja primarne energije u 2021. godini je povećana za 9.4% u odnosu na proizvodnju u 2020. godini. Proizvodnja iz obnovljivih izvora u 2021. godini je porasla za 17.2% u usporedbi sa 2020. godinom. Proizvodnja prirodnog plina je pala za 11.7% kao i proizvodnja sirove nafte (4.3%). Proizvodnja vodnih snaga porasla je za 23.8% kao i ogrjevno drvo (10.7%)

U 1990. godini udio sirove nafte u ukupnoj proizvodnji primarne energije iznosio je 38.9%, dok je u 2021. godini taj udio iznosio samo 12.0%. S najvećim udjelom u proizvedenoj primarnoj energiji u 2021. sudjelovalo je ogrjevno drvo (33.2%) te vodne snage sa 29.8%. Usporedba udjela u ukupnoj primarnoj proizvodnji energije za 1990. i 2021. godinu prikazana je na slici 3.1-2.

Slika 3.1-2: Udjeli pojedinih oblika energije u ukupnoj proizvodnji za 1990. i 2021. godinu



Ukupna potrošnja energije

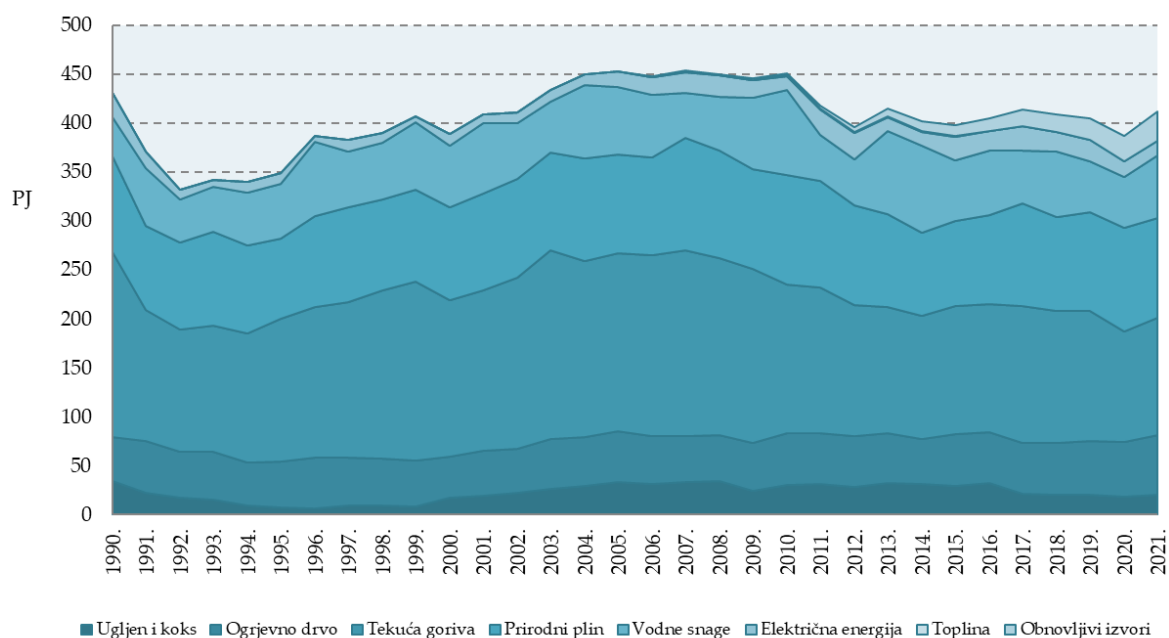
Ukupna potrošnja energije se određuje tako da se proizvedenoj primarnoj energiji pribroji uvoz svih primarnih i svih transformiranih oblika energije, a oduzme ukupan izvoz svih oblika energije. Ukupna potrošnja energije u 1990., 2000., 2005. i 2010. te periodu od 2015. do 2020. godine prikazana je u tablici 3.1-2.

Tablica 3.1-2: Primarna potrošnja energije

PJ	1990.	1995.	2005.	2010.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
Ugljen i koks	34.07	17.15	32.95	30.92	29.86	32.14	21.65	20.36	20.77	18.25	20.16
Ogrjevno drvo	45.77	41.97	52.27	52.29	52.69	52.47	52.09	53.20	54.18	55.98	61.43
Tekuća goriva	188.57	160.52	181.88	152.54	130.92	130.78	139.83	134.52	133.21	112.85	120.18
Prirodni plin	98.22	94.98	101.06	111.37	87.16	91.08	104.67	96.43	101.22	106.10	101.99
Vodne snage	40.08	62.53	69.20	87.24	61.63	65.63	53.81	66.98	51.54	51.62	63.93
Električna energija	24.09	12.32	15.88	14.28	24.44	19.91	25.03	19.40	22.08	16.70	14.26
Toplina	0.00	0.00	0.22	0.63	0.62	0.66	0.67	0.63	0.61	0.61	0.67
Obnovljivi izvori	0.00	0.00	0.20	2.24	11.16	12.68	16.11	17.32	22.12	25.33	30.33
Ukupno	430.81	389.46	453.66	451.50	398.48	405.34	413.86	408.84	405.73	387.44	412.95

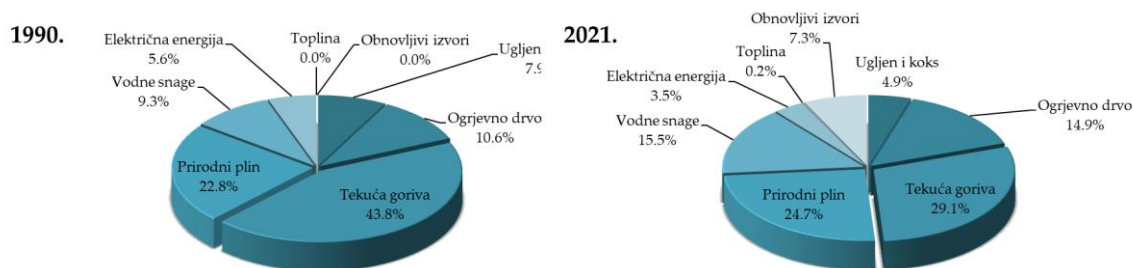
Na slici 3.1-3 prikazan je trend ukupne potrošnje energije od 1990. do 2021. godine.

Slika 3.1-3: Trend ukupne potrošnje energije za razdoblje od 1990. do 2021. godine



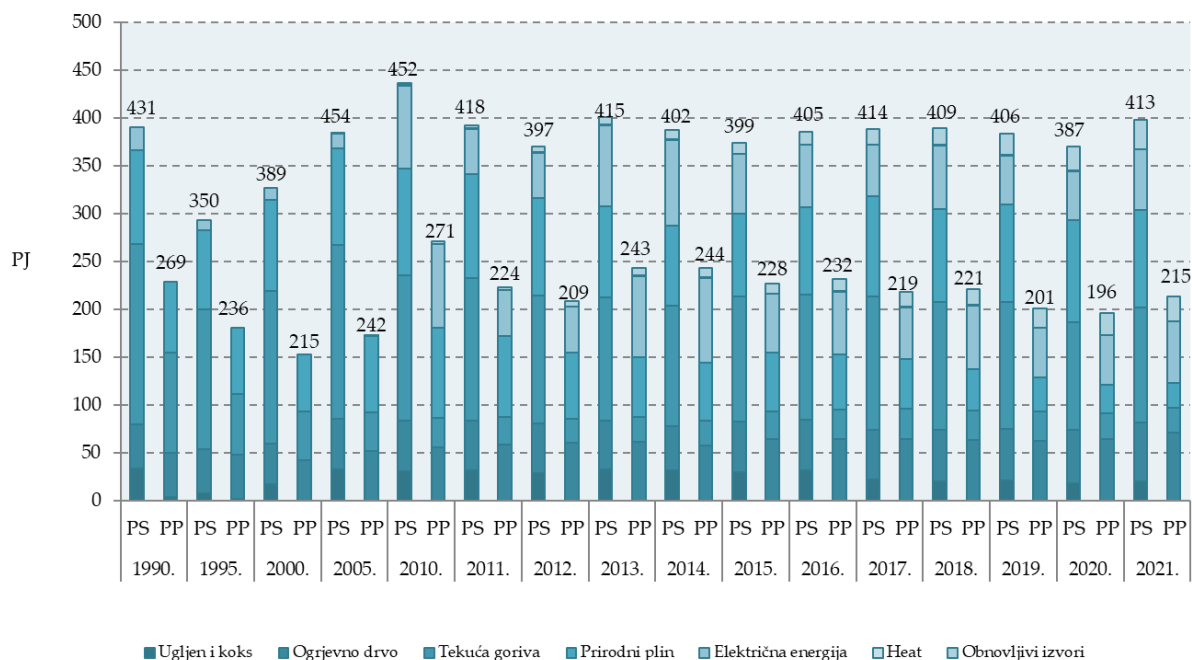
U 1990. godini ukupna potrošnja energije iznosila je oko 430.8 PJ što je za 4.1% više od potrošnje u 2021. godini. Ukupna potrošnja energije u 2021. godini smanjila se za 6.6% u odnosu na 2020. godinu. Porasla je potrošnja obnovljivih izvora energije, ogrjevnog drveta i prirodnog plina i vodnih snaga dok se potrošnja ugljena i tekućih goriva smanjila. Potrošnja energije iz vodnih snaga u 2021. godini se povećala za 0.2% u usporedbi s 2020. godinom. Na slici 3.1-4 prikazan je udio potrošnje pojedinih oblika energije za 1990. i 2021. godinu.

Slika 3.1-4: Usporedba udjela potrošnje pojedinih oblika energije za 1990. i 2021. godinu



Tekuća goriva u 1990. kao i u 2021. godini imaju najveći udio (43.8% u 1990. te 29.1% u 2021.). Slijedi prirodni plin koji je u ukupnoj potrošnji u 2021. zastupljen s 24.7%. Na slici 3.1-5 prikazana je razlika između ukupne proizvodnje primarne energije (PP) prikazane u Tablici 3.1-1 i ukupne potrošnje energije (PS) prikazane u tablici 3.1-2.

Slika 3.1-5: Ukupna potrošnja (PS) i proizvodnja (PP) primarne energije



Razlika ukupno utrošene energije i ukupno proizvedene primarne energije predstavlja saldo uvoza i izvoza energije u Hrvatskoj. Odnos tih dviju veličina predstavlja vlastitu opskrbljenost energijom koja je u 2021. godini iznosila 52.0%. Ukupna energija vodnih snaga kao i potrošnja ogrjevnog drva su potpuno pokrivene iz vlastitih izvora. Proizvodnja ugljena je prestala 2000. godine pa se otada sve potrebe zadovoljavaju uvozom.

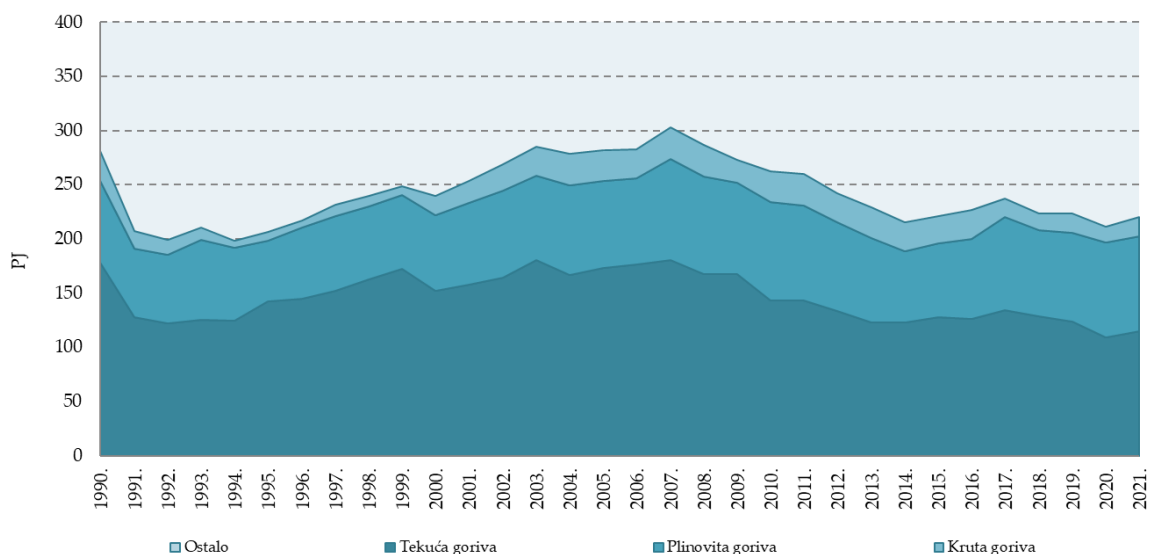
Osnova za proračun emisija stakleničkih plinova iz sektora Energetika je nacionalna energetska bilanca. Podaci o proizvodnji, uvozu, izvozu, saldu skladišta i potrošnji svakog pojedinog goriva su prikazani u naturalnim (kg ili m³) i energetske jedinice (PJ). Nacionalna energetska bilanca za 2021. godinu dana je u Prilogu 4. Radi lakšeg uspoređivanja podataka iz energetske bilance, naturalne jedinice se preko adekvatnih ogrjevnih vrijednosti prevode u energetske jedinice (tablica 3.1-3).

Tablica 3.1-3: Nacionalne donje ogrjevne vrijednosti, CO₂ emisijski faktori i oksidacijski faktori za 2021. godinu

Gorivo / Fuel		DOV (GJ/t(10 ³ m ³)) 2021		CO ₂ Emisijski faktor (t CO ₂ /TJ)	Oksidacijski faktor (OF)
Motori benzin	Motor Gasoline	GJ/t	44.5900	69.30	1
Aviobenzin	Aviation Gasoline	GJ/t	44.5900	70.00	1
Kerozin (Mlazno gorivo)	Jet Kerosene	GJ/t	43.9600	71.50	1
Dizel i ekstra lako loživo ulje (plinsko ulje)	Gas/Diesel Oil	GJ/t	42.7100	74.10	1
Loživo ulje i srednje loživo ulje	Residual Fuel Oil	GJ/t	40.1900	77.40	1
Ukapljeni naftni plin	Liquefied Petroleum Gases	GJ/t	46.8900	63.10	1
Maziva	Lubricants	GJ/t	33.5000	73.30	1
Naftni koks	Petroleum Coke	GJ/t	31.0000	97.50	1
Petrolej	Petroleum	GJ/t	43.9600	73.30	1
Antracit	Anthracite	GJ/t	29.3100	98.30	1
Kameni ugljen- Industrija	Other bituminous coal Industry	GJ/t	26.4800	94.60	1
Kameni ugljen- Termoelektrane	Other bituminous coal Thermal power plant	GJ/t	24.7610	93.104	1
Ugljen za proizvodnju koksa (koksni ugljen)	Coking coal	GJ/t	28.2000	94.60	1
Mrki ugljen (smeđi ugljen) Industrija	Sub bituminous coal Industry	GJ/t	18.5000	96.10	1
Lignit	Lignite	GJ/t	11.5000	101.00	1
Briketi kamenog ugljena	Brown coal briquettes	GJ/t	20.7000	97.50	1
Koks	Coke oven coke	GJ/t	29.3100	107.00	1
Prirodni plin	Natural Gas	GJ/10 ³ m ³	35.0000	56.10	1
Gradski plin	Gas Works Gas	GJ/t	38.7000	44.40	1
Koksni plin	Coke Oven Gas	GJ/t	38.7000	44.40	1
Rafinerijski plin	Refinery Gas	GJ/t	42.6000	57.60	1

Struktura potrošnje fosilnih goriva od 1990. do 2021. godine prikazana je na slici 3.1-6.

Figure 3.1-6: Structure of energy consumption



Tekuća fosilna goriva su najviše zastupljena sa udjelom od 50-65%, a prirodni plin s otprilike 30%, dok je udio krutih goriva između 3 i 11%. Ogrjevno drvo i biogoriva su neutralni s obzirom na emisiju CO₂, te stoga nisu prikazani na slici 3.1-6.

3.1.3. Pregled emisija

Sektor Energetika pokriva sve aktivnosti koje se odnose na izgaranje goriva u nepokretnim i pokretnim izvorima te fugitivne emisije iz goriva.

Energetika je glavni izvor antropogene emisije stakleničkih plinova, s doprinosom od otprilike 65% u ukupnoj emisiji stakleničkih plinova na teritoriju Republike Hrvatske. Promatrajući udio u ukupnoj emisiji ugljikovog dioksida (CO₂), energetika sudjeluje s oko 95% u 2020. godini. Doprinos energetike u emisiji metana (CH₄) je bitno manji (oko 3%), dok je udio energetike u emisijama didušikovog oksida (N₂O) u 2020. godini sasvim mali (oko 1%).

Prilikom potpunog izgaranja ugljik (C) sadržan u gorivu oksidira i prelazi u CO₂, dok prilikom nepotpunog izgaranja osim CO₂ nastaju i male količine CH₄, CO i NMHOS. CO₂ je najvažniji staklenički plin koji nastaje prilikom izgaranja goriva. Emisija CO₂ ovisi o kvaliteti i tipu goriva koje izgara. Specifična emisija je najveća prilikom izgaranja ugljena, nešto manja prilikom izgaranja tekućih derivata nafte, a najmanja prilikom izgaranja prirodnog plina. Omjer specifičnih emisija prilikom izgaranja fosilnih goriva iznosi 1:0.75:0.55 (ugljen : tekuća goriva : plin).

Izgaranjem goriva dolazi i do emisija drugih stakleničkih plinova kao što su metan (CH₄) i didušikov oksid (N₂O) te do emisija indirektnih stakleničkih plinova kao što su dušikovi oksidi (NO_x), ugljikov monoksid (CO) te nemetanski hlapiviorganskih spojevi (NMHOS). Indirektni staklenički plinovi utječu na proces stvaranja i razgradnje ozona, koji je također jedan od stakleničkih plinova. U okviru IPCC metodologije predviđeno je i bilanciranje sumporovog dioksida (SO₂), za koji se vjeruje, da kao prethodnik sulfata i aerosola negativno utječe na staklenički efekt jer se stvaranjem aerosola oduzima toplina atmosferi.

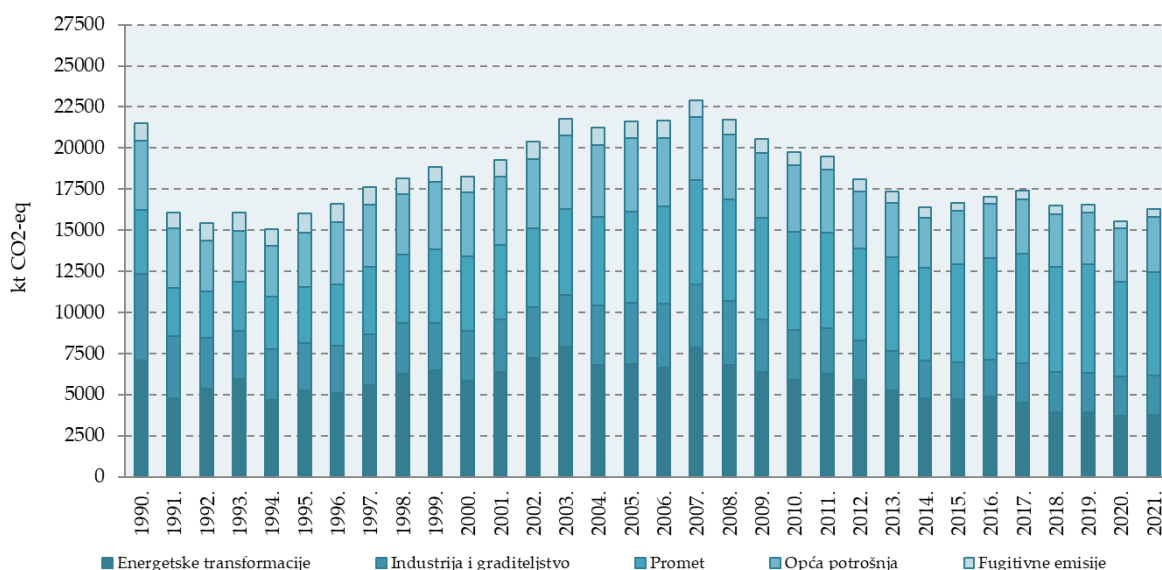
Osim izgaranja goriva u proračun emisija uključene su i fugitivne emisije koje nastaju prilikom proizvodnje, transporta, prerade, skladištenja i distribucije fosilnih goriva. Pri takvim aktivnostima dolazi prvenstveno do emisije CH₄, a u manjim iznosima do emisija CO₂ i N₂O te NMHOS, CO i NO_x.

Emisije koje nastaju izgaranjem fosilnih goriva čine više od 97% ukupne emisije energetskog sektora. Doprinos svakog pojedinog podsektora emisijama sektora energetike za 2020. godinu prikazan je u tablici 3.1-4, dok je doprinos za cijelo razdoblje od 1990. do 2021. godine prikazan na slici 3.1-7.

Tablica 3.1-4: Doprinos pojedinih podsektora ukupnoj emisiji CO₂-eq sektora Energetika za 2021. godinu

GHG kategorija	kt			Ukupno	
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ -eq (kt)	%
ENERGETIKA	15,473.90	21.26	0.77	16,272.30	100.00
A. Aktivnosti izgaranja goriva	15,189.98	15.37	0.77	15,823.35	97.24
1. Energetske transformacije	3,718.35	0.47	0.10	3,756.69	23.09
a) Proizvodnja ele. energije i topline	2,736.00	0.45	0.09	2,772.99	17.04
b) Rafinerije	745.35	0.01	0.00	746.46	4.59
c) Proizvodnja krutih goriva i ostala energetska postrojenja	236.99	0.00	0.00	237.23	1.46
2. Industrija i graditeljstvo	2,418.06	0.19	0.03	2,430.36	14.94
3. Promet	6,194.98	0.35	0.22	6,261.90	38.48
a) Zračni promet	22.31	0.00	0.00	22.48	0.14
b) Cestovni promet	5,978.83	0.33	0.19	6,039.44	37.11
c) Željeznički promet	45.26	0.00	0.02	49.94	0.31
d) Pomorski i riječni promet	148.59	0.01	0.00	150.04	0.92
4. Sektor opće potrošnje	2,858.59	14.37	0.43	3,374.41	20.74
5. Ostalo	NO	NO	NO	NO	NO
B. Fugitivne emisije	283.92	5.89	0.00	448.95	2.76
1. Kruta goriva	NO	NO	NO	NO	NO
2. Tekuća goriva i prirodni plin	283.92	5.89	0.00	448.95	2.76
C. Transport i pohrana CO ₂	NO	NO	NO	NO	NO

Slika 3.1-7: Emisija CO₂-eq energetskeg sektora po podsektorima u razdoblju od 1990. do 2021. godine



Najveći dio emisije nastaje kao posljedica izgaranja goriva u prometu (38.5% u 2021.), zatim u podsektoru energetske transformacije (23.1% u 2021.) te u malim stacionarnim ložištima koja se koriste u uslužnom sektoru, kućanstvima te podsektoru poljoprivrede/šumarstvo/ribarenje (20.7% u 2021.).

Podsektor industrija i graditeljstvo doprinose ukupnoj emisiji sektora Energetika sa 14.9%, dok fugalivne emisije doprinose sa 2.8%. Najveći udio u ukupnoj emisiji CO₂-eq ima CO₂ s udjelom od 91 do 95%, zatim slijedi CH₄ s udjelom od 3 do 9%, dok udio N₂O iznosi manje od 1%.

Do emisije stakleničkih plinova dolazi i izgaranjem biomase i goriva proizvedenog od biomase (ogreivno drvo i drvni otpadci, biodizel, bioplin). Emisije CO₂ iz biomase, prema preporukama IPCC smjernica, ne ulaze u ukupnu nacionalnu emisiju jer je emitirani CO₂ prethodno apsorbiran za rast i razvoj biomase. Ponori ili emisije CO₂ uslijed promjene u biomasi šume izračunavaju se u sektoru prenamjene zemljišta i šumarstva (poglavlje 6).

Emisija nastala kao posljedica izgaranja goriva za potrebe međunarodnog zračnog i vodenog prometa prikazana je izdvojeno, odnosno nije uključena u ukupnu nacionalnu emisiju.

3.1.3.1. Ključni izvori sektora energetike

U sektoru Energetika, petnaest kategorija izvora predstavlja ključne izvore emisije, uključujući/isključujući LULUCF (prikazano u Tablici 3.1-5).

Tablica 3.1-5: Kategorije ključnih izvora emisije u sektoru Energetika – procjena prema trendu i prema razini 2021. godini

Analiza Pristupa 1 i 2 - Sažeti prikaz ključnih izvora (2021. godina)									
A	B		C	D					
IPCC Izvor	GHG	ključ	Kriterij identifikacije						
1. Energetika									
1.A.1 Izgaranje goriva - Energetske transformacije - Plinovita goriva	CO ₂	Yes	L1e L2e	T1e T2e	L1i L2i	T1i T2i			
1.A.1 Izgaranje goriva - Energetske transformacije - Tekuća goriva	CO ₂	Yes	L1e	T1e T2e	L1i	T1i T2i			
1.A.1 Izgaranje goriva - Energetske transformacije - Kruta goriva	CO ₂	Yes	L1e L2e	T1e T2e	L1i	T1i			
1.A.2 Izgaranje goriva - Industrija i graditeljstvo - Plinovita goriva	CO ₂	Yes	L1e	T1e	L1i	T1i			
1.A.2 Izgaranje goriva - Industrija i graditeljstvo - Tekuća goriva	CO ₂	Yes	L1e	T1e T2e	L1i	T1i T2i			
1.A.2 Izgaranje goriva - Industrija i graditeljstvo - Ostala fosilna goriva	CO ₂	Yes	L1e	T1e	L1i	T1i			
1.A.2 Izgaranje goriva - Industrija i graditeljstvo - Kruta goriva	CO ₂	Yes	L1e	T1e T2e	L1i	T1i T2i			
1.A.3.b Cestovni promet	CO ₂	Yes	L1e L2e	T1e T2e	L1i L2i	T1i T2i			
1.A.3.b Cestovni promet	N ₂ O	Yes	L2e	T2e					
1.A.3.d Domaća plovidba - Tekuća goriva	CH ₄	Yes	L1e L2e	T2e	L1i L2i				
1.A.4 Sektor opće potrošnje - Biomasa	N ₂ O	Yes	L2e	T2e					
1.A.4 Sektor opće potrošnje - Biomasa	CO ₂	Yes	L1e L2e	T1e T2e	L1i	T1i T2i			
1.A.4 Sektor opće potrošnje - Plinovita goriva	CO ₂	Yes	L1e L2e	T1e T2e	L1i	T1i T2i			
1.A.4 Sektor opće potrošnje - Tekuća goriva	N ₂ O	Yes	L2e						
1.A.4 Sektor opće potrošnje - Tekuća goriva	CO ₂	Yes		T1e		T1i			
1.A.4 Sektor opće potrošnje - Kruta goriva	CO ₂	Yes		T2e		T1i T2i			
1.B.2.a Fugitivne emisije iz goriva - Nafta i prirodni plin - Nafta	CH ₄	Yes		T1e T2e		T1i T2i			
1.B.2.a Fugitivne emisije iz goriva - Nafta i prirodni plin - Nafta	CH ₄	Yes	L2e						
1.B.2.b Fugitivne emisije iz goriva - Nafta i prirodni plin - Prirodni plin	CO ₂	Yes	L1e L2e	T2e	L1i L2i	T1i T2i			

L1e - Procjena razine, isključujući LULUCF, Pristup 1

L2e - Procjena razine, isključujući LULUCF, Pristup 2

L1i - Procjena razine, uključujući LULUCF, Pristup 1

L2i - Procjena razine, uključujući LULUCF, Pristup 2

T1e - Procjena trenda, isključujući LULUCF, Pristup 1

T2e - Procjena trenda, isključujući LULUCF, Pristup 2

T1i - Procjena trenda, uključujući LULUCF, Pristup 1

T2i - Procjena trenda, uključujući LULUCF, Pristup 2

3.1.3.2. Emisije prethodnika ozona i SO₂

U ovom poglavlju opisane su emisije indirektnih stakleničkih plinova (NO_x, CO, NMHOS) i SO₂. Indirektni staklenički plinovi su prethodnici stakleničkog plina - troposferskog ozona, dok je SO₂ priključen popisu onečišćujućih tvari (*Revised 1996 IPCC Guidelines*) zbog utjecaja na zakiseljavanje i eutrofikaciju. Emisije indirektnih stakleničkih plinova za cijelo razdoblje (1990.-2020. godine) izračunate su prema EMEP/EEA¹ metodologiji. Emisije su preuzete iz dokumenta "Informativno izvješće o inventaru emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske (za razdoblje

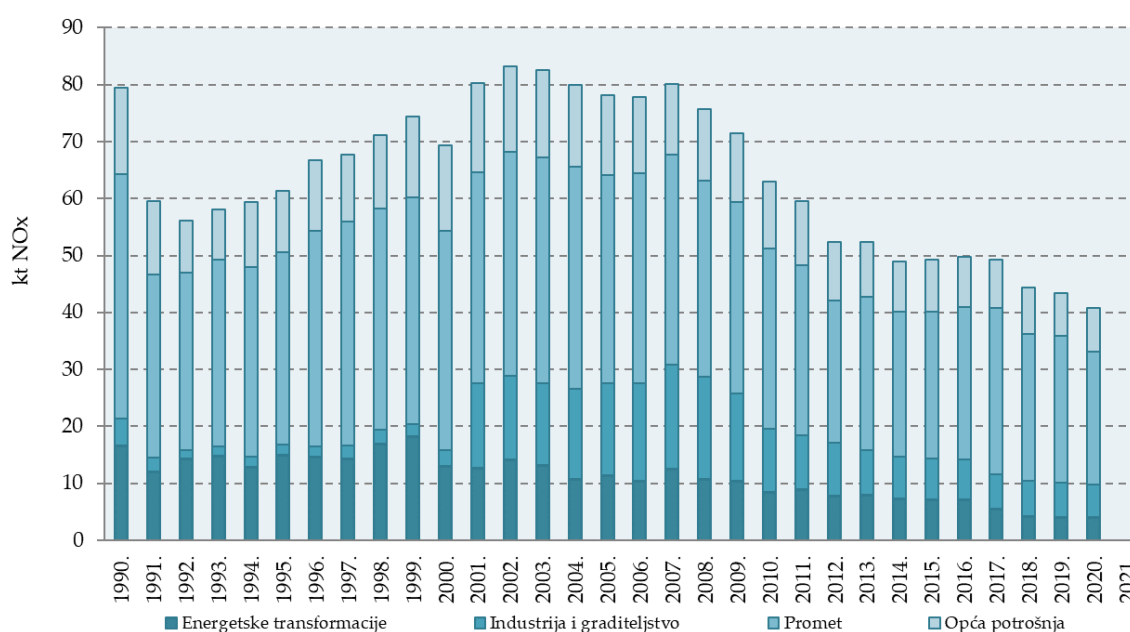
¹ <https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-pollution-sources-1/emep-eea-air-pollutant-emission-inventory-guidebook/emep>

1990.-2020.)²⁾", koje je Hrvatska obavezna izrađivati u okviru Konvencije o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka a prema Zakonu o zaštiti zraka (NN 127/19, 57/22). Informativno izvješće o inventaru za 2021. nije bilo dostupno u vrijeme izrade ovog izvješća, stoga je za izvješćivanje za 2021. godinu korištena oznaka NE.

Emisije dušikovih oksida (NO_x)

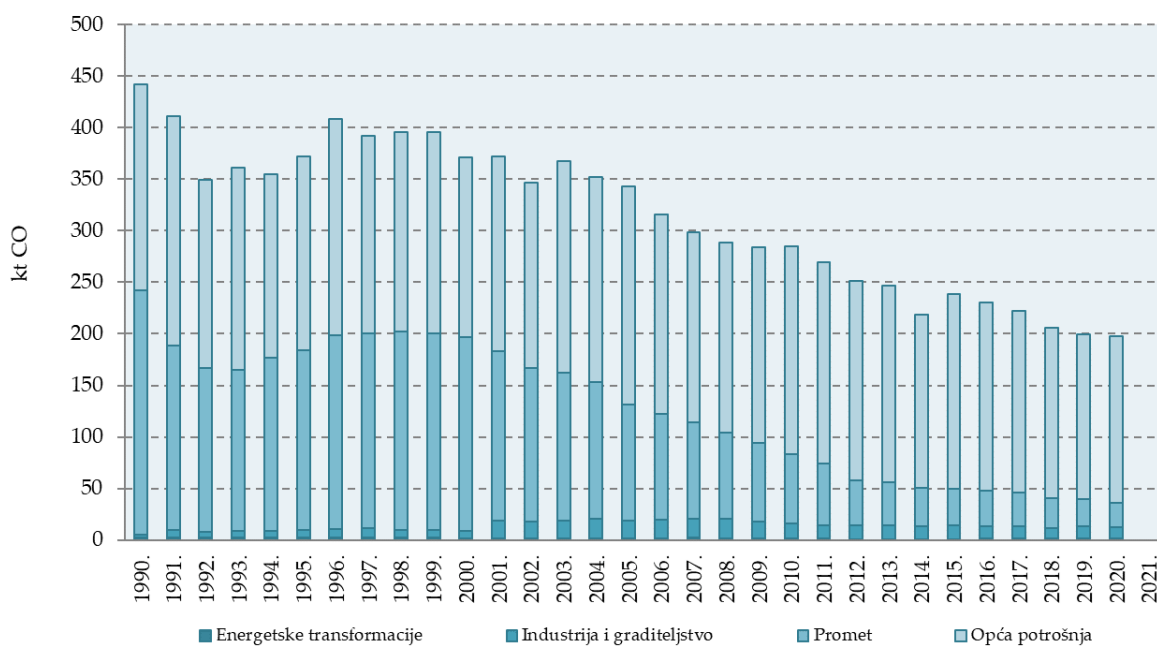
Emisija NO_x objedinjuje emisije dušikovih oksida (NO) i dušikovih dioksida (NO₂), a iskazuje se težinski kao NO₂. Osim što emisija NO_x utječe na zakiseljavanje i eutrofikaciju, u atmosferi s hlapivim organskim spojevima i ostalim reaktivnim plinovima, uz prisutnost sunčevog zračenja sudjeluje u stvaranju prizemnog ozona.

Slika 3.1-8: Emisija NO_x iz sektora Energetike za razdoblje 1990.-2021. godine



Emisija ugljikovog monoksida (CO)

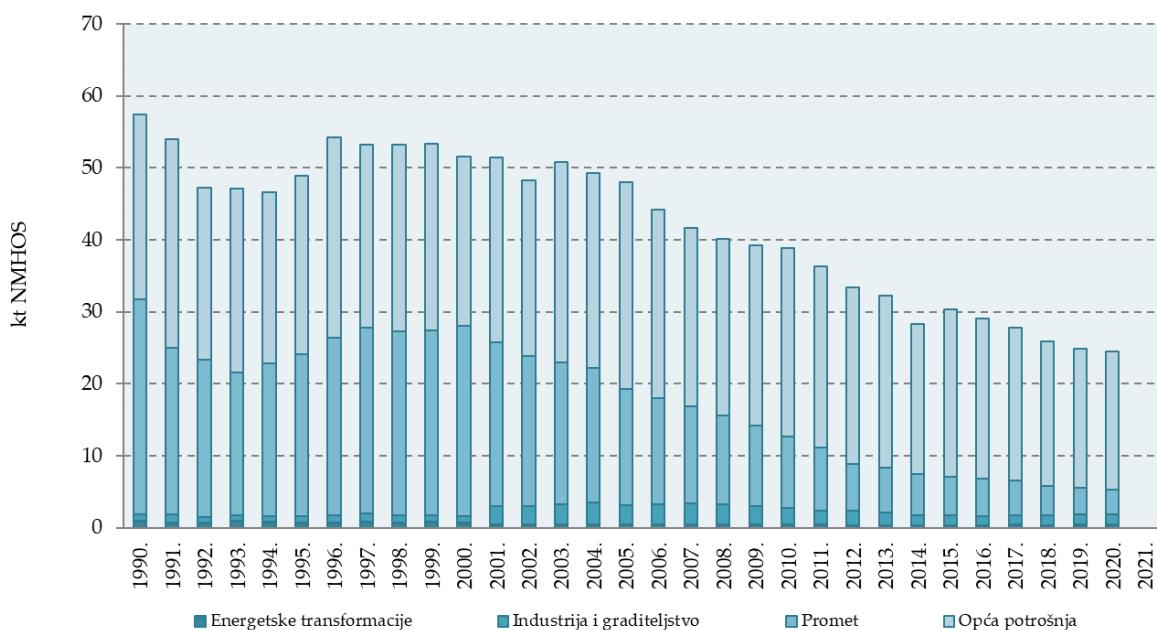
Slika 3.1-9: Emisija CO iz sektora Energetike za razdoblje 1990.-2021. godine



Emisija nemetanskih hlapivih organskih spojeva (NMHOS)

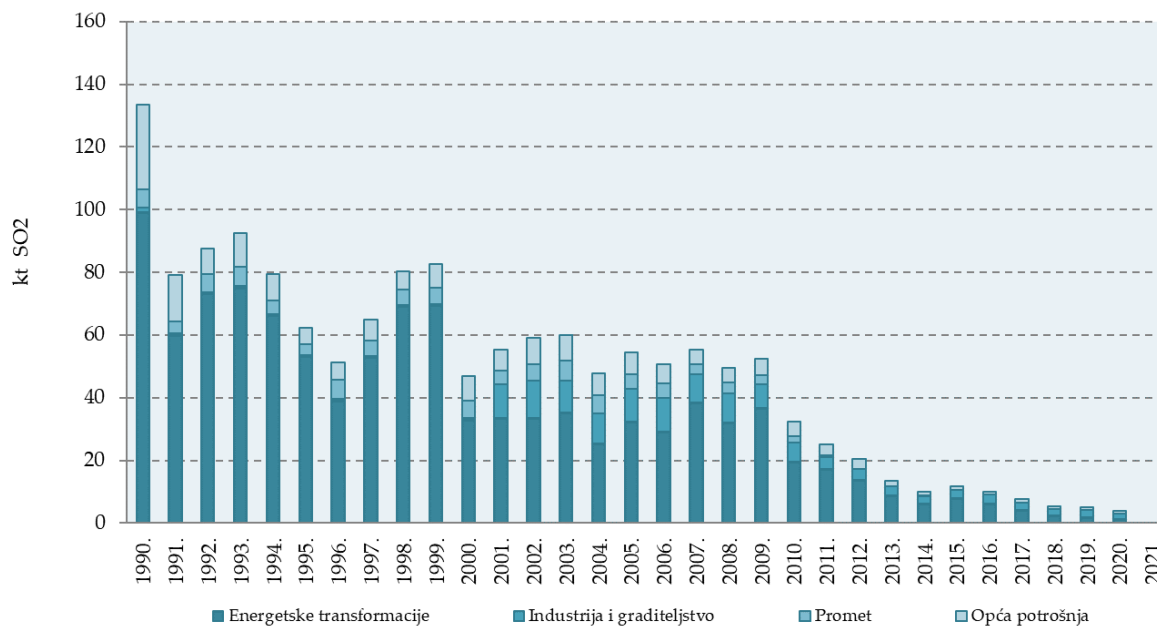
Nemetanski hlapivi organski spojevi značajni su s gledišta stvaranja troposferskog ozona. Neke od NMHOS tvari, npr. benzen i ksilen, vrlo su otrovne. Struktura emisija NMHOS nije se bitno mijenjala u promatranom razdoblju (Slika 3.1-10). Dominantan izvor je stacionarna energetika i to najviše sektor usluge i kućanstava.

Slika 3.1-10: Emisija NMHOS-a iz sektora Energetike za razdoblje 1990.-2021. godine



Emisija sumporovog dioksida (SO₂)

Slika 3.1-11: Emisija SO₂ iz sektora Energetike za razdoblje 1990.-2021. godine



3.2 Aktivnosti pri kojima dolazi do izgaranja goriva (CRF 1.A)

3.2.1. Usporedba sektorskog i referentnog pristupa

Za proračun emisije CO₂ korišten je 2006 IPCC Guidance. Emisija CO₂ izračunata je korištenjem dva različita pristupa: referentnog i sektorskog. Sektorske emisije izračunate su na osnovi potrošnje goriva iz nacionalne energetske bilance, gdje su potrošnja i nabava goriva dane na dovoljno detaljnoj razini da je moguće proračunavanje emisija po sektorima i podsektorima. U referentnom pristupu ulazni podaci su proizvodnja, uvoz, izvoz, međunarodni bunker i saldo skladišta za primarna i sekundarna goriva. Usporedba ta dva pristupa prikazana je u Prilogu 3. Ukupna razlika u potrošnji goriva i emisijama CO₂ za izabrane godine prikazana je u tablici 3.2-1.

Tablica 3.2-1: Potrošnja goriva i emisije CO₂ pri izgaranju goriva (referentni i sektorski pristup)

	1990.	2000.	2005.	2010.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
Potrošnja goriva (PJ)											
RP	280.9 2	239.8 6	281.7 8	262.8 2	221.6 7	227.3 8	237.4 8	224.2 9	224.7 4	213.2 4	221.7 7
SP	286.8 7	235.4 5	280.1 3	262.6 1	220.0 6	227.9 6	236.8 2	223.9 6	224.4 8	212.7 2	221.7 7
raz.(%)	2.12	-1.84	-0.58	-0.08	-0.72	0.26	-0.28	-0.15	-0.12	-0.24	0.00
CO ₂ emisija (kt)											
RP	20164 .7	16689 .6	19977 .3	18439 .4	15749 .4	16432 .9	16703 .2	15705 .0	15835 .0	14556 .3	15380 .3
SP	19780 .4	16645 .3	19899 .9	18265 .1	15549 .1	15971 .9	16286 .2	15406 .7	15477 .3	14500 .4	15189 .9
raz.(%)	1.9	0.3	0.4	1.0	1.3	2.9	2.6	1.9	2.3	0.4	1.25

Uspoređujući emisiju CO₂ sektorskog i referentnog pristupa može se vidjeti da je emisija izračunata referentnim neznatno veća (manje od 2%). Osnovna razlika između ta dva pristupa je u potrošnji tekućih goriva (tablica 3.2-2.).

Tablica 3.2-2: Potrošnja tekućeg goriva te emisija CO₂ (referentni i sektorski pristup)

	1990.	2000.	2005.	2010.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
Potrošnja goriva (PJ)											
RP	178.04	152.33	173.22	142.97	127.4 3	126.1 2	134.67	128.3 7	123.9 6	108.8 5	114.60
SP	181.52	147.92	172.01	142.94	125.8 4	126.7 0	134.01	128.0 4	123.6 9	108.3 6	114.60
raz.(%)	1.95	-2.90	-0.70	-0.02	-1.25	0.46	-0.49	-0.26	-0.21	-0.47	0.00

CO ₂ emisija (kt)											
RP	13080.7	11077.1	12840.7	10626.7	9497.3	9697.2	10289.6	9686.7	9424.5	8008.7	8559.93
SP	12903.5	11049.3	12743.3	10444.1	9291.0	9231.8	9872.5	9384.2	9056.9	7942.4	8357.45
raz.(%)	1.4	0.3	0.8	1.7	2.2	5.0	4.2	3.2	4.1	0.8	2.42

Sektorski pristup se temelji na podacima sektorske potrošnje energije dok se referentni pristup temelji na neto količina goriva uvezenog i proizvedenog u Hrvatskoj. Potrošnja (u tonama) je izvedena iz uvoza i izvoza primarnih goriva (nafte, prirodnog plina, ugljena), sekundarnih goriva (benzin, ulje dizel itd.) i promjene zaliha. Za sirovu naftu, primijenjena je jedna vrijednost za sadržaj ugljika i donja ogrjevna vrijednost, iako ta svojstva mogu varirati ovisno o porijeklu. Za krute tvari, plin, sekundarne tekućine i druga goriva, iste vrijednosti sadržaja ugljika i ogrjevnosti primjenjuju se u sektorskom pristupu.

Kako bi se adekvatno usporedio referentni i sektorski pristup, pojavljuju se nekonzistentnosti s IPPU sektorom. Detaljna razrada usporedne metodologije dana je za 2015. Ukupna količina prirodnog plina koja se koristi za izračun emisija Sektorskog pristupa izračunava se s gornjim pristupom pri potrošnji energije ($87.16 - 17.15 - 1.1 = 68.92$ PJ). Od te količine prirodni plin korišten u sektoru transformacije u NGL postrojenju (0.42 PJ) i plinarama (0.01 PJ) trebao bi oduzeti jer se ti iznosi koriste kao sirovine. Količina CO₂ iz prirodnog plina u postrojenju degazolnaže ugrađena je u benzin i količina CO₂ iz prirodnog plina u plinarama ugrađuje se u gradski plin. Dakle, ukupna količina prirodnog plina korištena u Sektorskom pristupu iznosi 68.49 PJ što je identično CRF vrijednosti. Kako bi se uskladio referentni sa sektorskim pristupom u količini prirodnog plina koja se gubi, i količini prirodnog plina koja se koristi u sektoru transformacije u degazolnaži (0.42 PJ) i plinari (0.01 PJ) je dodana neenergetska potrošnja. Ukupna količina prirodnog plina koja nije dio sektorskih procesa sagorijevanja za 2015. iznosi 18,68 PJ ($17.15 + 1.1 + 0.42 + 0.001$). U tablici 1A (b) količina ugljika koja se ne emitira izračunava se kao množenje 18.68 PJ i FE za C (15.3 kg / GJ). U tablici 1.A (d) iskazuje se samo količina prirodnog plina navedenog u hrvatskoj energetske bilanci kao neenergetsku upotreba - unosi se petrokemijska industrija. Emisija CO₂ izračunava se korištenjem zadanog sadržaja ugljika. Ova emisija CO₂ niža je od CO₂ navedenog u Tablici 2 (I) s1, jer je prema IPCC smjernicama oporavljeni CO₂ oduzima iz ukupne sume. Glavni uzrok razlika između referentnog i sektorskog pristupa je zbog činjenice da energija i sadržaj ugljika u sirovoj nafti može varirati tijekom vremena. Međutim, ne postoje podaci koji bi mogli kvantificirati taj učinak.

U 2017. godini potrošnja krutog goriva i emisija CO₂ su ista za oba pristupa kao i za plinovita goriva.

Mala razlika pojavljuje se u potrošnji ostalih goriva jer je u sektorskom pristupu dodan fosilni dio biodizela, koji u referentnom pristupu nedostaje (tablica 3.2-3.).

Tablica 3.2-3: Potrošnja goriva i emisija CO₂ za potrošnju ostalih goriva (referentni i sektorski pristup)

	1990.	2000.	2005.	2010.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
Potrošnja ostalih goriva (PJ)											
RP	NO	NO	NO	0.32	0.39	0.41	0.48	0.82	1.13	1.63	1.88
SP	NO	NO	NO	0.32	0.39	0.41	0.48	0.82	1.13	1.63	1.88

raz.(%)	NO	NO	NO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO2 emisija (kt)											
RP	NO	NO	NO	45.63	55.77	59.12	69.03	116.93	161.43	233.13	270.48
SP	NO	NO	NO	46.07	59.67	63.70	69.11	121.25	171.46	243.63	282.72
raz.(%)	NO	NO	NO	-0.95	-6.54	-7.20	-0.13	-3.56	-5.85	-4.31	-4.33

Usporedba Nacionalne energetske bilance sa IEA bilancom

U "Izvyješću o pojedinačnom pregledu Hrvatskog inventara u 2013. godini" revizorski tim je istaknuo probleme koji se tiču razlika između podataka dostavljenih u IEA te podataka u Nacionalnoj energetskej bilanci. Razlozi za te razlike su:

Proizvodnja tekućih goriva u Nacionalnoj bilanci je sustavno manja za 4 do 20 posto jer postoje metodološke razlike u prikazivanju ukupne potrošnje sirove nafte prema IEA i Nacionalnoj energetskej bilanci. Prema IEA samo proizvodnja UNP-a, etana i pentana (UPP) su prijavljene kao produkti degazolinaže. U Nacionalnoj bilanci osim izlaznih produkata degazolineže, prikazan je i ulaz prirodnog plina i plinskog kondenzata.

Uvoz mrkog ugljena i lignita prikazani u Nacionalnoj bilanci su u IEA bilanci klasificirani kao lignit. U Nacionalnoj energetskej bilanci svako čvrsto gorivo se bilancira zasebno, pa tako postoji bilanca kamenog ugljena, bilanca mrkog ugljena te bilanca lignita. Danas su sve količine iz uvoza, dok su se u prijašnjim godinama manje količine krutog goriva proizvodile u Hrvatskoj. U IEA metodologiji, bilanca mrkog ugljena i bilanca lignita su prikazane zajedno kao lignit.

3.2.2. Bunkeri brodova i aviona u međunarodnom prometu

Emisija CO₂ koja nastaje potrošnjom fosilnih goriva u međunarodnom zračnom i pomorskom prometu, prema IPCC metodologiji, prikazana je odvojeno i nije uključena u ukupnu emisiju stakleničkih plinova Republike Hrvatske. Potrošnja goriva (PJ) i emisije CO₂-eq za međunarodni zračni i pomorski promet za promatrano razdoblje prikazane su u Tablici 3.2-4.

Tablica 3.2-4: Potrošnja goriva i emisija CO₂-eq međunarodnog zračnog prometa i bunkera brodova

	1990.	2000.	2005.	2010.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
Potrošnja tekućih goriva (TJ)											
Bunkeri aviona	6945.7	2813.4	3604.7	4132.2	4884.0	5182.9	6194.0	7719.4	8356.9	2259.5	4114.7
Bunkeri brodova	1936.8	757.4	1047.8	255.0	144.4	175.6	266.8	872.8	1042.8	852.7	996.87
Ukupno bunkeri	8882.5	3570.8	4652.5	4387.2	5028.5	5358.6	6460.8	8592.2	9399.7	3112.2	5111.5
CO ₂ -eq emisija (kt)											
Bunkeri aviona	500.39	202.69	259.70	297.70	356.74	378.57	452.43	563.85	610.41	165.05	300.55

Bunker brodova	148.64	58.17	80.58	19.82	11.07	13.34	20.31	65.90	78.67	64.33	75.18
Ukupno bunker	649.03	260.86	340.27	317.52	367.81	391.91	472.73	629.75	689.08	229.38	375.73

Ukupna emisija CO₂-ekv iz bunkera u 2021. godini iznosila je 375.7kt što je za 38.9% niža nego 2020. godini, kao rezultat smanjenja potrošnje goriva u međunarodnom zračnom prometu.

Bunker brodova

Bunker brodova su uključeni kao zasebni podaci u Nacionalne energetske bilance za razdoblje od 1990. do 2019. godine, dok su za razdoblje od 1990. do 1994. godine podaci temeljeni na ekspertnoj procjeni. Distribuciju goriva u sektoru bunkera brodova obavlja INA – Industrija nafte d.d. iz segmenta djelatnosti Trgovina na malo. Anketa o potrošnji goriva u domaćem i međunarodnom pomorskom prometu koju dostavlja INA koristi se u statističke svrhe. Za 2012., 2013. te 2014. godinu INA je prijavila da nije prodala gorivo međunarodnim brodovima jer više ne posjeduje adekvatnu infrastrukturu za punjenje spremnika istih. U pregledu Inventara za 2013. godinu, revizorski tim je primijetio neke razlike između podataka o potrošnji goriva u IEA bilanci i CRF tablicama za bunkere brodova. Usporedba tih podataka je dana u tablici 3.2-5.

Tablica 3.2-5: Usporedba potrošnje goriva inventara i IEA bilance za period 1990. do 2012. godine

Gas-Diesel Oil															
Data Type	Product	Item1	Flow	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
BALANCE	GASDIES	BUNKERS	International marine bunkers	19				14	14	12	7	12	14	7	
HR balance				0	0	0	0	13.6	13.7	13.2	6.9	12.2	13.6	7.1	
difference				-19.0	0.0	0.0	0.0	-0.4	-0.3	1.2	-0.1	0.2	-0.4	0.1	
Residual Fuel Oil															
Data Type	Product	Item1	Flow	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
BALANCE	RESFUEL	BUNKERS	International marine bunkers	28				31	19	17	17	14	8	11	
HR balance				0	0	0	0	31.1	19.2	23.9	16.9	13.9	7.5	11.3	
difference				-28.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	6.9	-0.1	-0.1	-0.5	0.3	

Gas-Diesel Oil															
Data Type	Product	Item1	Flow	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
BALANCE	GASDIES	BUNKERS	International marine bunkers	13	11	6	8	9	7	4		1	1	1	
HR balance				13.3	11	6.2	7.8	9.1	6.4	4.4	0	1.4	0.7	1.3	0
difference				0.3	0.0	0.2	-0.2	0.1	-0.6	0.4	0.0	0.4	-0.3	0.3	0.0
Residual Fuel Oil															
Data Type	Product	Item1	Flow	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
BALANCE	RESFUEL	BUNKERS	International marine bunkers	16	13	16	16	16	13	20	22	6	6	23	
HR balance				15.5	12.6	16	15.8	16.4	13.3	20.1	21.7	5.6	5.6	23.1	0
difference				-0.5	-0.4	0.0	-0.2	0.4	0.3	0.1	-0.3	-0.4	-0.4	0.1	0.0

Svi podaci koji se šalju u IEA moraju biti zaokruženi kao cijeli brojevi, dok podaci u nacionalnoj bilanci to nisu. To je glavni uzrok razlike u potrošnjama goriva. Potrošnja goriva u 1996. godini u IEA bilanci je drugačija od one u nacionalnoj bilanci. Podaci u IEA bilanci za 1990. do 1994. te za 1996. su ispravljani.

Međunarodni zračni promet

U 2014. godini Energetski institut Hrvoje Požar proveo je projekt pod nazivom "Tehnička pomoć u razvoju poslovnih statistika, izradi dokumentacije o kvaliteti podataka i poboljšanje sustava prikupljanja podataka". Ovaj projekt je pokrenut u okviru programa IPA 2009 i pokriva područje energetske statistike i unapređenje metodologije prikupljanja podataka u sektorima neposredne potrošnje energije: kućanstva, usluge i prijevoz. Cilj projekta je utvrđivanje pokazatelja potrošnje energije temeljen na istraživanju potrošnje energije te prema EUROSTAT-ovu popisu varijabli i modela za izračun energetske učinkovitosti. Jedan od rezultata bio je utvrditi stvarnu potrošnju goriva na domaćim i međunarodnim rutama te potrošnju krute biomase u sektoru usluga i kućanstava. Rezultati projekta dostupni su za cijelo razdoblje od 1990. do 2014. godine te su korišteni u proračunu emisija iz međunarodnog zračnog prometa.

3.2.3. Gorivo kao ulazna sirovina – neenergetska potrošnja goriva

U ovom poglavlju opisana je neenergetska potrošnja goriva (gorivo korišteno kao ulazna sirovina) i pripadajuće emisije kod kojih je dio ugljika zadržan u proizvodu, a drugi dio oksidira u CO₂ te odlazi u atmosferu ili je pak sav ugljik sadržan u proizvodu. Gorivo kao ulazna sirovina koristi se u kemijskoj industriji (prirodni plin za proizvodnju amonijaka, proizvodnja primarnog benzina, etana, parafina i voskova), građevinskoj industriji (proizvodnja bitumena) te proizvodnji ostalih proizvoda kao što su motorno i industrijsko ulje te razna maziva. Prilikom primjene bitumena u građevinskoj industriji sav ugljik ostaje vezan za proizvod te ne dolazi do emisije CO₂.

3.2.4. Energetske transformacije (CRF 1.A.1.)

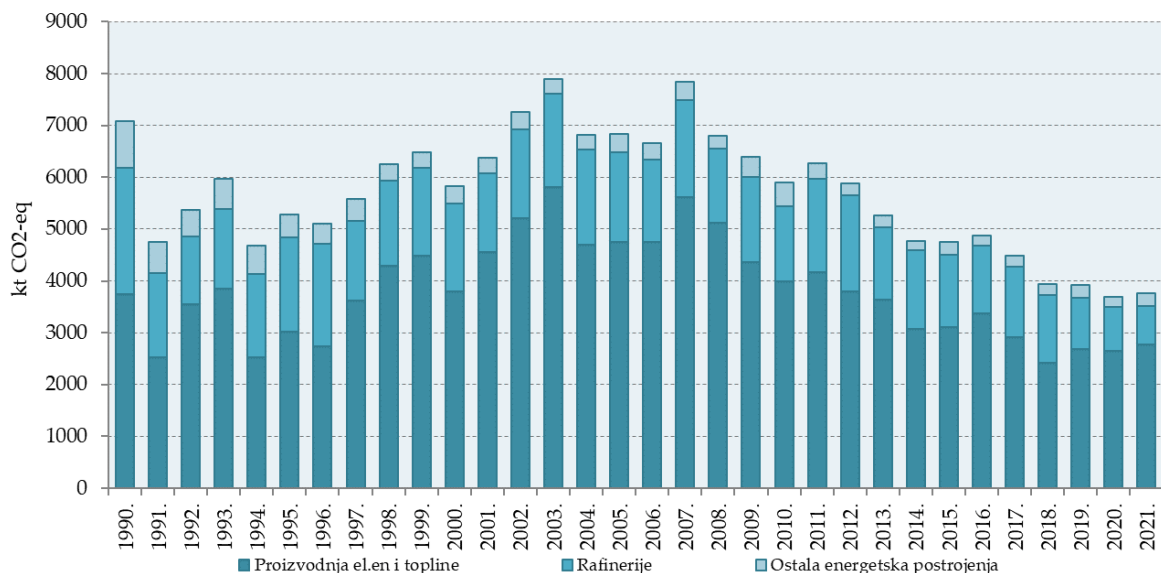
3.2.4.1. Opis izvora emisije

Ovaj podsektor uključuje emisije nastale izgaranjem goriva u termoelektranama, rafinerijama, ekstrakcijom nafte i plina te vađenjem ruda. Ukupna emisija stakleničkih plinova iz podsektora Energetske transformacije dana je u tablici 3.2-6 i na slici 3.2-1.

Tablica 3.2-6: Ukupna emisija CO₂-eq (kt) podsektora Energetskih transformacija

Emisija CO ₂ -eq (kt)	1990.	2000.	2005.	2010.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
Proizvodnja el.en i topline	3,745.3	3,806.5	4,751.1	3,989.3	3,116.8	3,373.0	2,921.4	2,412.9	2,678.5	2,656.8	2,774.7
Rafinerije	2,430.2	1,687.3	1,733.8	1,452.7	1,390.1	1,301.2	1,353.2	1,319.6	992.4	836.7	746.5
Ostala energetska postrojenja	913.1	339.6	352.5	461.5	235.7	201.1	218.6	205.4	244.9	202.3	237.2
Ukupno	7,088.6	5,833.4	6,837.5	5,903.4	4,742.6	4,875.3	4,493.2	3,937.9	3,915.8	3,695.8	3,758.4

Slika 3.2-1: Emisija CO₂-eq podsektora Energetskih transformacija



Treba napomenuti da se oko 46-53% električne energije proizvodi u hidroelektranama; te su stoga emisije toga podsektora relativno male, 29-36% ukupne emisije podsektora Energetska postrojenja. Najveći dio emisije (51-75%) je posljedica izgaranja goriva u termoelektranama, zatim u rafinerijama (21-40%). Ostali dio emisije od oko 3-12% pripada izgaranju na naftnim i plinskim poljima, rudnicima i koksarama.

Proizvodnja električne energije i topline (CRF 1.A.1.a)

Do kraja 2021. proizvodni kapaciteti električne energije u Hrvatskoj obuhvatili su 17 hidroelektrana, 7 termoelektrana, polovicu instaliranih kapaciteta nuklearne elektrane Krško (smještene na području Slovenije) i velik broj OIE elektrana. Termoelektrane kao gorivo koriste ugljen, plin te loživa ulja. Većinski vlasnik nad proizvodnim kapacitetima u Republici Hrvatskoj je HEP grupa (društvo u državnom vlasništvu), dok privatni proizvođači posjeduju kapacitete proizvodnje OIE.

Ukupna raspoloživa snaga elektrana do kraja 2021. godine iznosila je 4872.9 MW (uključujući TE Plomin i bez nuklearne elektrane Krško). Od ukupne raspoložive snage, 1547.2 MW je u termoelektranama, 2200.5 MW u hidroelektranama, 986.93 MW u vjetroelektranama, 138.3MW u solarima te 348 MW (50% ukupne raspoložive snage) u NE Krško. Proizvodni kapaciteti za potrebe Republike Hrvatske prikazani su u tablici 3.2-7.

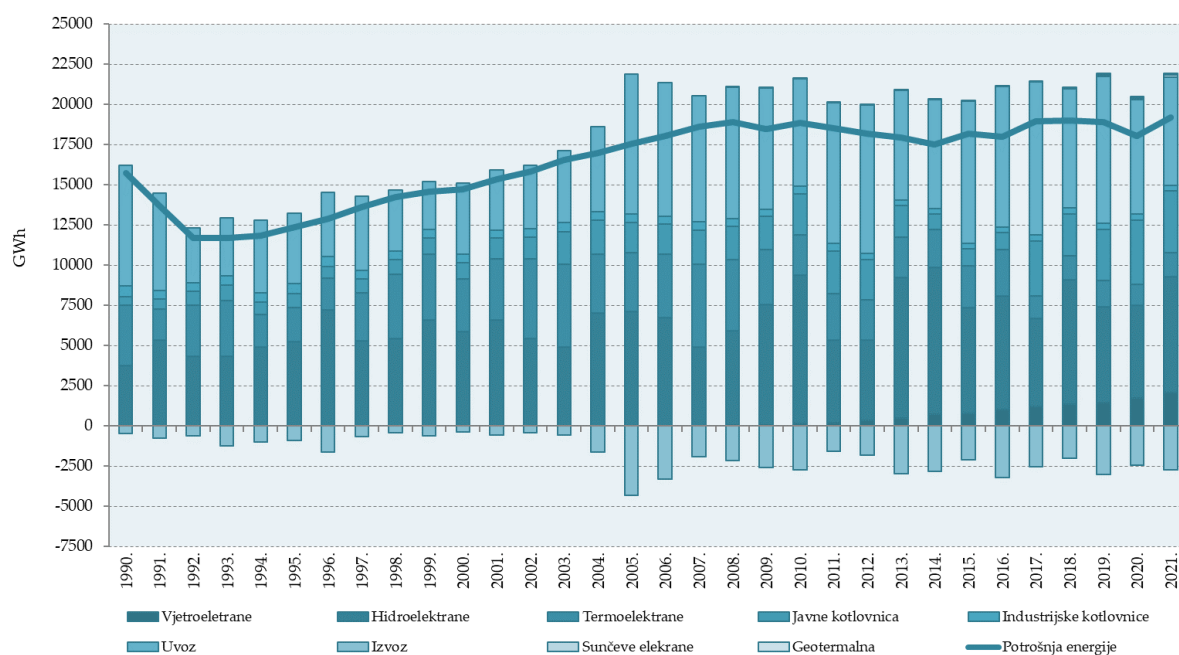
Tablica 3.2-7: Termoelektrane i javne toplane u Republici Hrvatskoj³

Elektrana	Nazivna snaga (MW)	Gorivo
Hidroelektrane	2200.5	-
NE Krško*	348	UO ₂
TE Plomin 1	-	ugljen
TE Plomin 2**	199	ugljen
TE Rijeka	303	loživo ulje
TE-TO Sisak	228.7	loživo ulje / prirodni plin
TE-TO Zagreb (istok)	300	loživo ulje / prirodni plin / ekstra lako loživo ulje
TE-TO Zagreb (zapad)	50	loživo ulje / prirodni plin / ekstra lako loživo ulje
TE-TO Osijek	89	loživo ulje / prirodni plin / ekstra lako loživo ulje
KTE Jertovec	76	prirodni plin / ekstra lako loživo ulje
Ostala bioplinska postrojenja	59.1	bioplin
Ostala postrojenja na biomasu	95.2	biomasa
Geotermalna postrojenja	10.0	
Elektrane u Industriji	132.8	ugljen / prirodni plin / loživo ulje / drvo
Ostale male elektrane	4.3	prirodni plin
Ukupno	4095.6	
** TE Plomin 2 (mješovito vlasništvo HEP i RWE – udio 50% : 50%)		

U promatranom razdoblju od 1990. do 2020. godine u Hrvatskoj je samo 14 do 32% potreba za električnom energijom pokriveno iz termoelektrana. Najviše električne energije, 36-69%, dobiva se iz hidroelektrana. Nuklearna elektrana Krško isporučuje 50% proizvedene električne energije u elektroenergetski sustav Hrvatske. Isporuka iz Nuklearne elektrane Krško prekinuta je od 1998. do 2003. godine. Manjak električne energije se nadomještavao uvozom pa je zato u 2000. godini uvoz bio veći od proizvodnje u svim termoelektranama zajedno. U Hrvatskoj u 2020. godini uvoz električne energije čini oko 39% ukupne potrošnje energije. Potrošnja električne energije za razdoblje od 1990. do 2019. godine prikazana je na slici 3.2-2.

³ Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja: Energija u Hrvatskoj 2021 Godišnji energetske pregled

Slika 3.2-2: Potrošnja električne energije za razdoblje od 1990. do 2021. godine

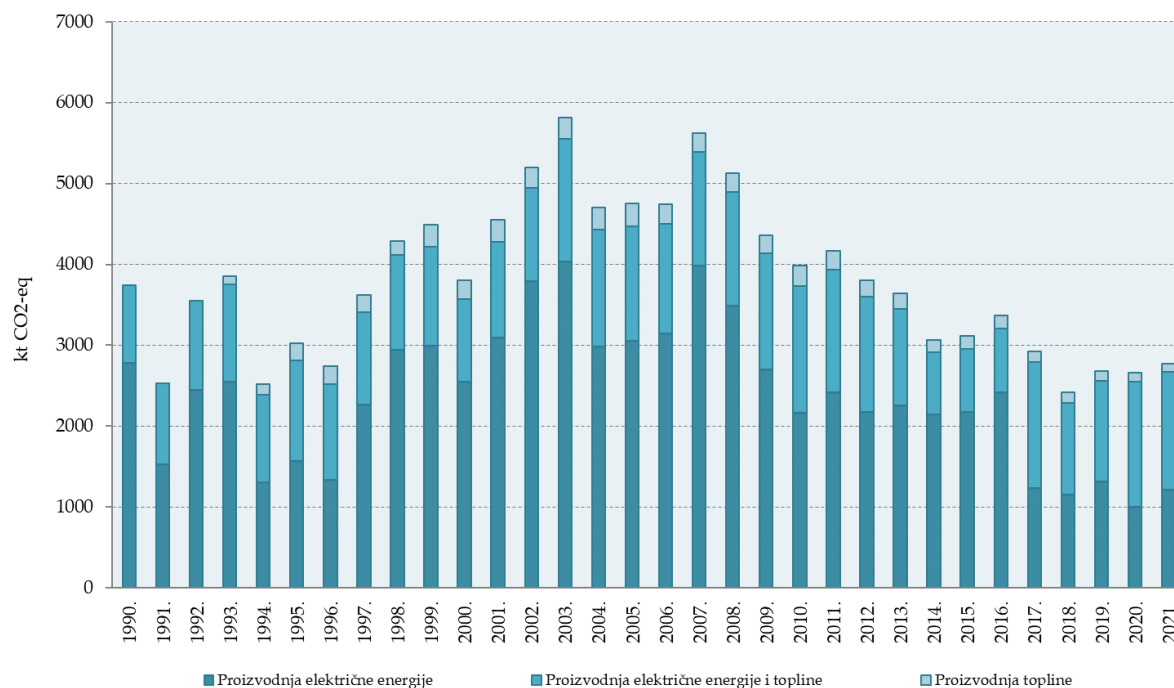


Emisije koje se izračunavaju u ovom podsektoru nastaju izgaranjem goriva u:

- Termoelektranama (TE) - proizvode samo električnu energiju
- Termoelektrana-toplanama (TE-TO) - proizvode električnu energiju i toplinu
- Javnim toplanama - proizvode samo toplinu.

Termoelektrana Plomin 2, koja je počela s proizvodnjom 2000. godine, ima postrojenje za čišćenje dimnih plinova od SO_2 . Nusprodukt procesa pročišćavanja dimnih plinova je CO_2 . Emitirani CO_2 se izračunava iz količine CaCO_3 upotrijebljenog za čišćenje. Količine proizvedenog CaCO_3 kao i emitiranog CO_2 prikazane su u sektoru Industrijski procesi (Upotreba vapnenca i dolomita).

Emisija CO_2 -eq iz proizvodnje električne energije i topline za čitavo razdoblje od 1990. do 2021. godine prikazana je na slici 3.2-3.

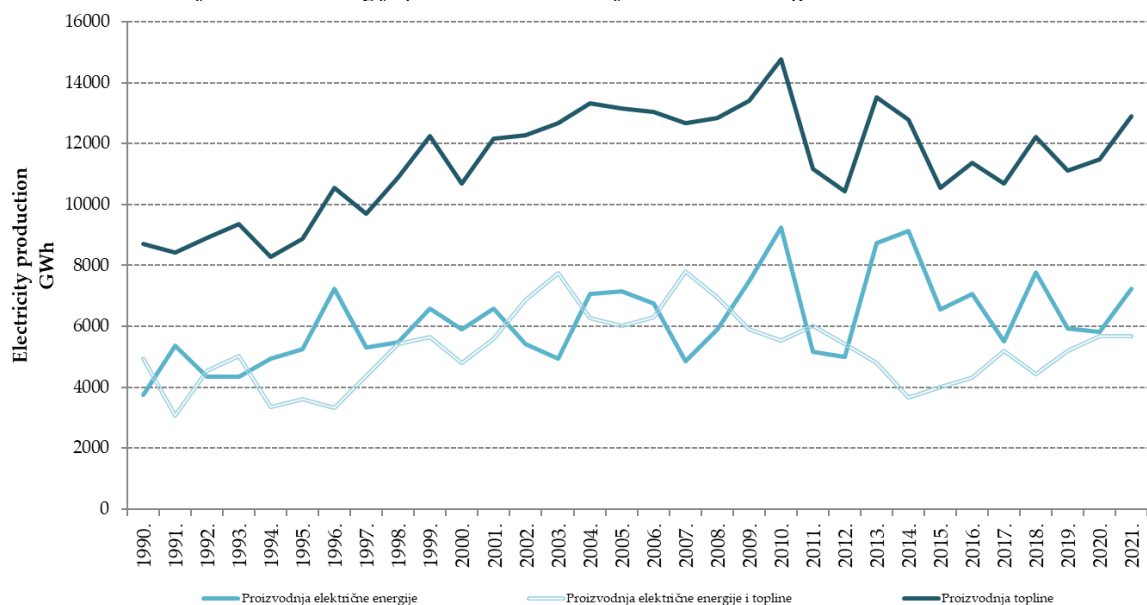
Slika 3.2-3: Emisija CO₂-eq iz podsektora proizvodnje električne energije i topline

Proizvodnja električne energije tijekom godina pokazuje trend porasta, od 8 TWh (1990.) do 15 TWh (2010.), no emisije CO₂ ne slijede ovaj trend. Oko 51% električne energije proizvedeno je u hidroelektranama (HE), no ovaj udio ovisan je o hidrološkim prilikama tijekom godine. Ukoliko su hidrološke prilike nepovoljne, manjak električne energije potrebno je nadomjestiti povećanom proizvodnjom u termoelektranama, što u konačnici dovodi do veće emisije stakleničkih plinova. Proizvodnja električne energije za razdoblje od 1990. do 2021. godine prikazana je na slici 3.2-4. Ukupna proizvodnja energije je u 2021. godini bila je za 12.0% viša nego 2020. godine (tablica 3.2-8).

Tablica 3.2-8: Razlike u proizvodnji električne energije u 2020. i 2021.

ENERGETSKA BILANCA	El.energija, GWh		Razlika 2021-2020	Razlika %
	2020.	2021.		
Proizvodnja	13,385.3	15,210.4	1,825.1	13.6
Hidroelektrane	5,810.4	7,228.7	1,418.3	24.4
Vjetroelektrane	1,720.7	2,061.8	341.1	19.8
Sunčeve elektrane	95.5	148.9	53.4	55.9
Termoelektrane	1,270.8	1,510.9	240.1	18.9
Javne kotlovnice	3,995.0	3,830.4	-164.6	-4.1
Industrijske toplane	399.2	340.0	-59.2	-14.8
Uvoz	7,090.6	6,700.0	-390.6	-5.5
Izvoz	-2,451.3	-2,739.0	-287.7	11.7
Ukupna potrošnja	18,024.6	19,171.4	1,146.8	6.4

Slika 3.2-4: Proizvodnja električne energije po izvorima u razdoblju 1990. do 2021. godine



Potrošnja goriva i emisije stakleničkih plinova prikazani su u tablicama A3-1 i A3-3 Priloga 3.

Rafinerije (CRF 1.A.1.b)

U Hrvatskoj postoje dvije rafinerije nafte, u Rijeci i u Sisku, dok se maziva proizvode u Rijeci i Zagrebu. Sirova nafta proizvodi se iz 38 naftna polja, a plinski kondenzat iz 9 plinsko-kondenzatnih polja, što pokriva oko 35% ukupnih domaćih potreba. Proizvodni kapaciteti Hrvatskih rafinerija, koje pripadaju INA-i – industriji nafte i plina, prikazani su u tablici 3.2-9.

Tablica 3.2-9: Proizvodni kapaciteti industrije nafte i maziva

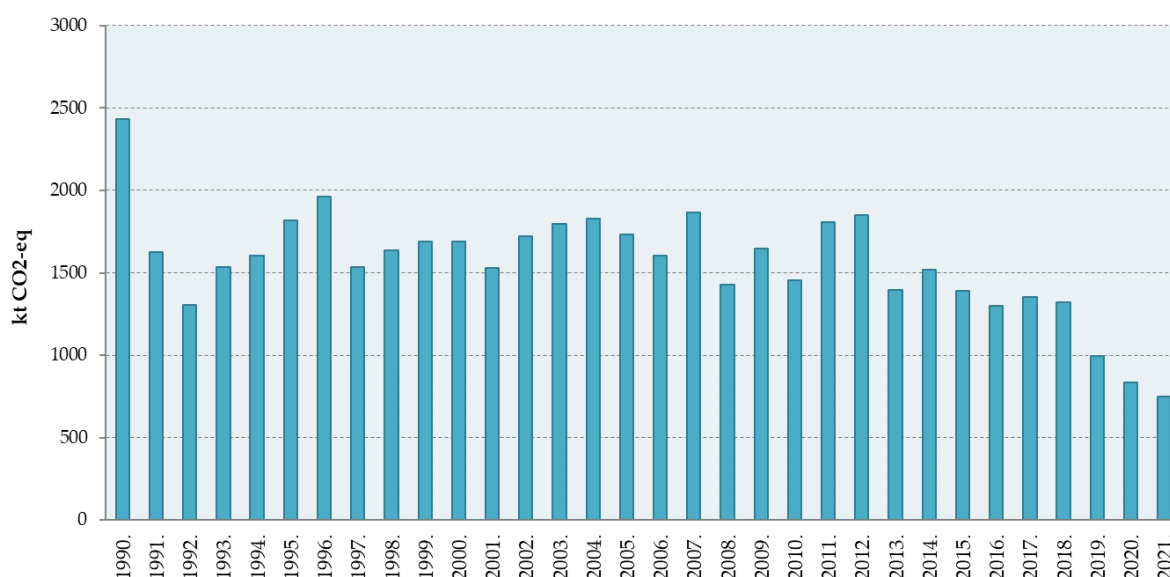
Proizvodni kapaciteti	Instalirano (1000 t/godišnje)
Rafinerija nafte Rijeka (Urinj)	
atmosferska destilacija	4500
reformiranje	563
katalitičko kreiranje u fluidiziranom sloju (FCC)	689
visbreaking	600
izomerizacija	235
hidrodesulfurizacija (HDS)	1204
blago hidrokreiranje (MHC)	622
hidrokreiranje	2600
Rafinerija nafte Sisak	
atmosferska destilacija	3800
reformiranje	670
katalitičko kreiranje u fluidiziranom sloju (FCC)	490
koking	280

Proizvodni kapaciteti	Instalirano (1000 t/godišnje)
vakuum destilacija	895
bitumen	200
Maziva Zagreb	
maziva	60

U rafinerijama postoje dva načina izgaranja goriva – za potrebe grijanja i/ili kogeneracije te za vlastitu potrošnju za proizvodni proces. Emisije iz rafinerija za oba tipa izgaranja goriva prikazane su na slici 3.2-5.

Potrošnja goriva i emisije stakleničkih plinova iz sektora Rafinerija su prikazane u Tablici A3-4 Priloga 3.

Slika 3.2-5: Emisija CO₂-eq podsektora Rafinerija za razdoblje od 1990. do 2021. godini



Proizvodnja krutih goriva i ostala energetska postrojenja (CRF 1.A.1.c)

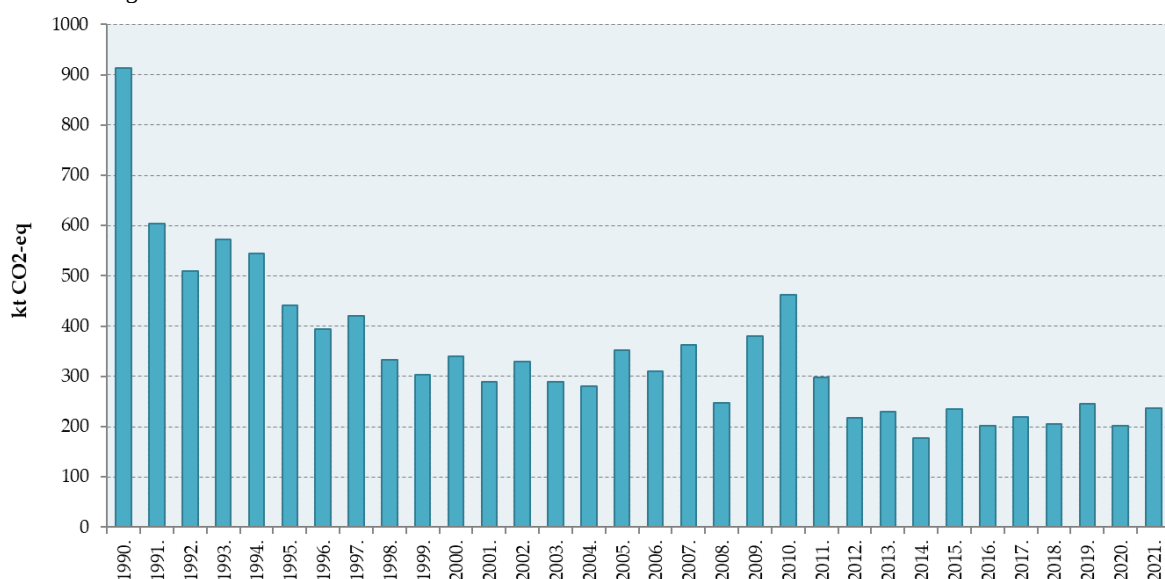
Proizvodnja ugljena u Hrvatskoj u razdoblju od 1990. do 1998. bila je vrlo niska. Posljednji rudnik ugljena u Istri zatvoren je 1999. godine. Tvornica koksa u Bakru u blizini Rijeke, zatvorena je 1994. godine.

Prirodni plin proizvodi se iz 17 plinskih polja Panona i 3 plinska polja Jadrana čime je podmireno oko 44.4% domaće potrošnje u 2021. godini. Najveći dio plina dolazi iz ležišta Molve i Kalinovac uz koja su izgrađena postrojenja za preradu i pripremu plina za transport – Centralne plinske stanice Molve I, II i III. Njihovi kapaciteti su:

- 1 mil. m³/dan za Molve I
- 3 mil. m³/dan za Molve II
- 5 mil. m³/dan za Molve III

Projektirani radni obujam podzemnog skladišta plina Okoli iznosi 553 milijuna m³. Maksimalni kapacitet utiskivanja iznosi 3.8 milijuna m³/danu, a maksimalni kapacitet crpljenja 5.8 milijuna m³/danu. Emisija CO₂-eq ovog podsektora prikazana je na slici 3.2-6 za cijelo razdoblje od 1990. do 2020. godine.

Slika 3.2-6: Emisija CO₂-eq podesektora Proizvodnja krutih goriva i ostale energetske transformacije za razdoblje od 1990.-2021. godine



Potrošnja goriva i emisije stakleničkih plinova iz podsektora Proizvodnja krutih goriva i ostala energetska postrojenja prikazana je u Tablici A3-5 do A3-7 Priloga 3.

3.2.4.2. Metodologija proračuna emisija

Metodologija

- T1, T2 (1990-2021) -1A1a
- T1 (1990-2021) -1A1b
- T1 (1990-2021) -1A1c

Prva razina proračuna

Prva razina proračuna temelji se na podacima o potrošnji goriva za pojedine grupe izvora (podsektore). Izvor podataka o količini goriva je nacionalna energetska bilanca. Podaci iz nacionalne energetske bilance su preračunati iz naturalnih jedinica u energetske jedinice preko ogrjevnih vrijednosti za svako pojedino gorivo. Ogrjevne vrijednosti su također preuzete iz nacionalne energetske bilance. Emisijski faktori korišteni za proračun emisija preuzeti su iz IPCC Vodiča (2006 IPCC Guidelines for National GHG Inventories). Pretpostavljeno je da je proces izgaranja goriva potpun te je oksidacijski faktor jednak 1.

Za kategoriju 1A1b Rafinerije, za emisiju CO₂, za 2019. godinu, TERT je naveo da je omjer ETS/inventar veći od 100% (102,7%, tj. 26,2 kt CO₂). Razlika nastaje zbog razlika u metodologiji ETS-a i EUROSTAT-a za izračun potrošnje goriva. Količina utrošenog naftnog koksa prikazana u energetske bilanci za 2019. odnosi se na količinu koksa proizvedenog kao nusproizvoda u procesu fluidnog katalitičkog kreiranja (FCC) u Rafineriji nafte Rijeka, dok u Rafineriji nafte Sisak nije bilo koksa - FCC obustavljen 2017.

Koks se taloži na fluidnom katalizatoru i u procesu regeneracije fluidnog katalizatora te izgara, što dovodi do emisije CO₂. Međutim, emisije CO₂ za EU ETS iz ovog FCC procesa ne izračunavaju se iz koksa, već iz metodologije ravnoteže mase usisnog zraka i dimnih plinova, koja je dio posebnih pravila praćenja i odobrena od nadležnog tijela. Sukladno tome, Godišnje izvješće ETS-a o emisijama

stakleničkih plinova za 2019. ne prikazuje potrošnju koksa kako bi se izbjeglo dvostruko računanje emisija CO₂. Materijalna bilanca u svom izvješću prikazuje iskazanu potrošnju koksa u FCC regeneratorskom katalizatoru kao vlastitu potrošnju u skladu s praksom u svjetskoj naftnoj industriji.

Emisije CH₄ i N₂O izračunate su prvom razinom proračuna tako da je količina potrošenog goriva pomnožena s faktorima emisije predloženim u 2006 IPCC Guidanceu. Osnovu proračuna čini potrošeno gorivo za svaki pojedini podsektor. Potrošeno gorivo je podijeljeno na ugljen, prirodni plin, naftu te gorivo iz biomase. Podaci o količinama potrošenog goriva preuzeti su iz nacionalne energetske bilance.

Druga razina proračuna

Emisija CO₂ za podsektore 1.A.1.ai i 1.A.1.a.ii je proračunata korištenjem zemlji specifičnih faktora emisija za prirodni plin i ugljen koji su preuzeti za svaku elektranu/toplanu zasebno iz verificiranih izvješća o emisijama stakleničkih plinova za period od 2013.-2020. godine. Za razdoblje od 1990. do 2012. godine napravljen je proračun emisija CO₂ za koji se koristio prosječni emisijski faktor dobiven iz podataka verificiranih izvješća iz perioda od 2013.—2017. godine.

3.2.4.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna

Nesigurnost proračuna emisije CO₂

Emisija CO₂ iz procesa izgaranja goriva ovisi o količini potrošenog goriva i ogrjevnoj vrijednosti (iz energetske bilance), o faktoru emisije (IPCC), udjelu uskladištenog ugljika (IPCC) i udjelu oksidiranog ugljika (IPCC).

Energetska bilanca Hrvatske temelji se na podacima iz svih relevantnih izvora. Korišteni su podaci iz Državnog zavoda za statistiku o proizvodnji, upotrebi sirovina i potrošnji goriva u svim industrijskim postrojenjima. Nadalje, korišteni su i podaci iz upitnika o mjesečnoj potrošnji prirodnog plina u određenim sektorima iz svih distribucijskih poduzeća u Hrvatskoj, o godišnjoj potrošnji ugljena u određenim sektorima, kao i podaci dobiveni od Carine o izvozu i uvozu fosilnih goriva. Podaci iz ovih i drugih izvora pohranjeni su u relacijsku bazu podataka. Procijenjena nesigurnost podataka iz energetske bilance je ispod 5%.

Točnost u proračunu korištenih ogrjevnih vrijednosti goriva, također preuzetih iz energetske bilance, je vrlo visoka.

Ostali podaci potrebni za proračun emisija, kao što su faktori emisije, udio uskladištenog ugljika i udjeli oksidiranog ugljika preuzeti su iz 2006 IPCC Guidancea.

Stručnjaci smatraju da su faktori emisije za CO₂ za pojedine vrste goriva vrlo dobro procijenjeni (unutar 5%), jer oni prvenstveno ovise o sadržaju ugljika u gorivu.

Nesigurnost proračuna emisija CH₄ i N₂O

Proračun emisija CH₄ i N₂O temelji se na podacima o gorivu (ugljen, prirodni plin, rafinirana naftna goriva i bio-goriva) i agregiranim faktorima emisije za svaki pojedini podsektor. Procijenjena nesigurnost odnosi se na činjenicu da su emisije određene na osnovi faktora emisije koji su proizašli samo iz određenih uvjeta izgaranja. Korištenjem agregiranih faktora emisije za pojedine podsektore, razlike između različitih vrsta ugljena, a posebno tekućih goriva, nisu uključene. Razlike u tehnologiji i doprinos opreme za smanjenje emisija također nisu u potpunosti uključeni. Zbog navedenog, nesigurnost povezana s proračunom emisija za ove plinove je veća nego prilikom proračuna emisije CO₂ iz fosilnih goriva.

Nesigurnost proračuna emisije CH₄ uslijed izgaranja goriva procjenjuje se na $\pm 40\%$, dok se nesigurnost emisije N₂O procjenjuje na faktor 2 (tj. emisija može biti 2 puta veća ili manja od procijenjene). Najveći dio nesigurnosti odnosi se na primijenjeni faktor emisije, dok su nesigurnosti podataka o potrošnji goriva u pojedinim podsektorima (nacionalna energetska bilanca) manji od 5%.

Konzistentnost proračuna

Ulazni podaci, faktori emisije i primijenjena metodologija za proračun emisija stakleničkih plinova iz izgaranja goriva konzistentna je za cijelo promatrano razdoblje.

3.2.4.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije (QA/QC)

Tijekom pripreme inventara aktivnosti kontrole kvalitete uglavnom su usmjerene na kompletnost, konzistentnost, usporedivost, preračunavanje i procjenu nesigurnosti ulaznih podataka i izračuna emisija po zadanim sektorima. Provedeno je nekoliko provjera s ciljem osiguranja ispravnog agregiranja sa nižeg na viši nivo izvješćivanja te ispravnog korištenja faktora konverzije.

Prema QC aktivnostima druge razine, provjereni su podaci o aktivnostima za ključne izvore emisija. U podsektoru Proizvodnja električne energije i topline, zbog mogućnosti za primjenu detaljnijih podataka o potrošnji goriva u postrojenjima, primijenjena je detaljnija druga razina proračuna. Podaci o aktivnostima iz energetske bilance uspoređeni su sa podacima koji su dobiveni direktnim upitom iz postrojenja koja su obuhvaćena ovim podsektorom. Usporedba je pokazala da nema bitne razlike između ta dva seta podataka.

Za ostale podsektore podaci na razini postrojenja još uvijek nisu dostupni, pa je stoga za proračun korištena prva razina.

Također, za proračun emisija korištene su ogrjevnje vrijednosti specifične za Hrvatsku. Ogrjevnje vrijednosti iz energetske bilance uspoređene su sa vrijednostima iz IPCC priručnika. Usporedba je pokazala da nema bitne razlike između ta dva seta podataka.

3.2.4.5. Rekalkulacija emisija

U ovom podnesku nije bilo rekalkulacija.

3.2.4.6. Planirana poboljšanja proračuna emisija

Za kategoriju 1A1b planirana je usporedba podataka o potrošnji goriva ETS-a i EUROSTAT-a za razdoblje od 2013. do 2020. godine i utvrđivanje specifičnih faktora emisije CO₂ za goriva s najvećom potrošnjom.

3.2.5. Industrija i graditeljstvo (1.A.2)

3.2.5.1. Opis izvora emisije

Podsektor Industrija i graditeljstvo obuhvaća emisije iz izgaranja goriva u različitim industrijskim granama, kao što su industrija željeza i čelika, obojenih metala, kemijska industrija, industrija papira, prehrambena industrija, industrija građevinskog materijala, petrokemijska industrija i graditeljstvo. Ovaj podsektor također uključuje emisije uslijed izgaranja goriva za proizvodnju električne energije i topline u industrijskim energanama (industrijske toplane i kotlovnice). U nacionalnoj energetske bilanci gorivo utrošeno u industrijskim toplanama i kotlovnicama nije podijeljeno po pojedinim granama industrije,

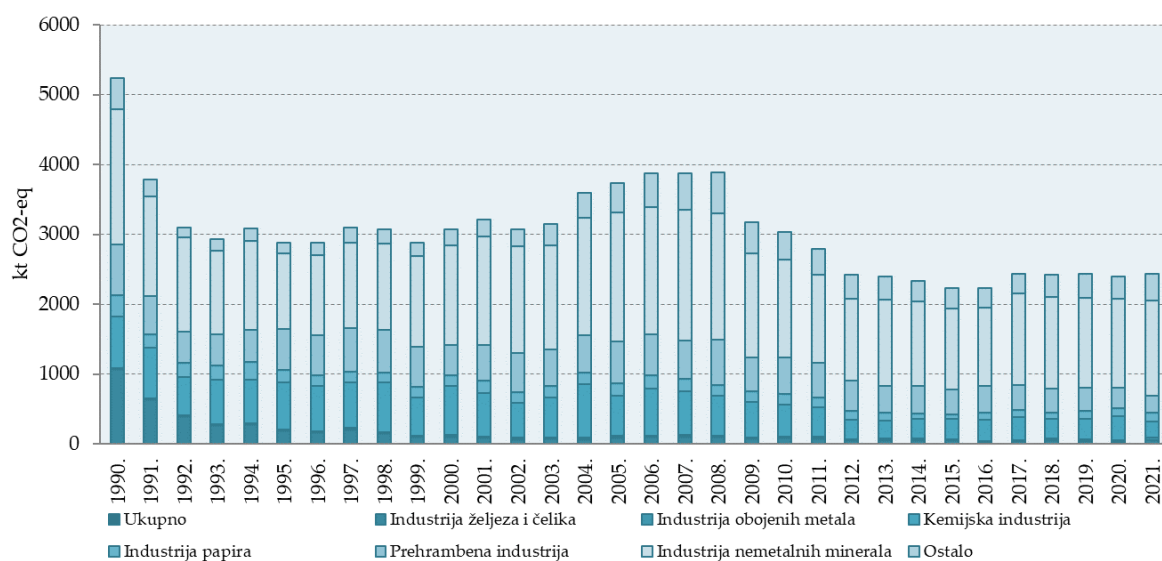
stoga je za cijelo promatrano razdoblje od 1990. do 2021. godine uz nacionalnu energetska bilancu, izrađena i "bilanca analize industrije".

Ukupne emisije stakleničkih plinova iz podsektora Industrija i graditeljstvo prikazane su tablici 3.2-10 i na slici 3.2-7.

Tablica 3.2-10: Emisija CO₂-eq (kt) podsektora Industrija i graditeljstvo

	1990.	2000.	2005.	2010.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
Industrija željeza i čelika	1067.3	109.0	89.1	93.1	84.3	51.2	58.5	55.9	51.7	34.0	37.0
Industrija obojenih metala	17.2	16.9	21.5	14.0	18.6	19.8	20.0	18.7	10.9	10.7	20.7
Kemijska industrija	739.8	706.4	581.7	450.2	418.2	280.0	253.5	288.4	294.6	296.7	332.8
Industrija papira	304.3	153.5	175.0	162.1	148.8	127.1	113.8	71.5	70.2	105.6	96.8
Prehrambena industrija	732.1	432.5	594.2	515.3	497.1	430.8	389.0	400.7	351.8	377.8	359.7
Industrija nemetalnih minerala	1937.2	1422.1	1856.9	1409.2	1255.4	1175.7	1233.0	1200.3	1153.4	1121.8	1301.8
Ostalo	435.9	233.4	420.5	385.7	369.6	336.9	329.3	299.1	299.1	289.9	290.2
Ukupno	5233.8	3073.9	3738.9	3029.7	2791.8	2421.5	2397.0	2334.7	2231.8	2236.6	2439.1

Slika 3.2-7: Emisija CO₂-eq podsektora Industrija i graditeljstvo



Emisije iz podsektora Industrija i graditeljstvo doprinosi ukupnoj emisiji energetskega sektora s oko 16-27%. Ukupnoj emisiji podsektora najviše doprinosi industrija građevinskog materijala i petrokemijska

industrija (na slici 3.2-7 označeno kao "Industrija nemetalnih minerala"), nakon njega najveći udio ima prehrambena industrija, kemijska industrija, zatim, industrija papira, pa industrija željeza i čelika te na kraju industrija obojenih metala.

3.2.5.2. Metodologija proračuna emisija

Metodologija

- T1 (1990-2021)

Emisije stakleničkih plinova iz ovog podsektora izračunate su korištenjem prve razine pristupa proračuna (engl. Tier 1).

U nacionalnoj energetske bilanci gorivo utrošeno u industrijskim toplanama i kotlovnica nije podijeljeno po pojedinim granama industrije, stoga je za razdoblje od 1990. do 2021. godine, uz nacionalnu energetske bilancu, izrađena i "bilanca analize industrije".

Podaci iz nacionalne energetske bilance su preračunati iz naturalnih jedinica u energetske jedinice preko ogrjevnih vrijednosti za svako pojedino gorivo. Ogrjevne vrijednosti su također preuzete iz nacionalne energetske bilance. Emisijski faktori korišteni za proračun emisija preuzeti su iz 2006 IPCC Guidancea.

Potrošnje goriva, emisijski faktori i donje ogrjevne vrijednosti te emisije stakleničkih plinova iz podsektora Industrija i graditeljstvo po gorivima prikazane su u Tablicama A3-8, A3-9 Priloga 3.

3.2.5.3. Sigurnost procjene i konzistentnost proračuna

Nesigurnost proračuna emisije CO₂

Emisija CO₂ iz procesa izgaranja goriva ovisi o količini potrošenog goriva i ogrjevnoj vrijednosti (iz energetske bilance), faktoru emisije (IPCC), udjelu uskladištenog ugljika (IPCC) i udjelu oksidiranog ugljika (IPCC).

Energetska bilanca Hrvatske temelji se na podacima iz svih relevantnih izvora. Korišteni su podaci iz Državnog zavoda za statistiku o proizvodnji, upotrebi sirovina i potrošnji goriva u svim industrijskim postrojenjima. Nadalje, korišteni su i podaci iz upitnika o mjesečnoj potrošnji prirodnog plina u određenim sektorima iz svih distribucijskih poduzeća u Hrvatskoj, o godišnjoj potrošnji ugljena u određenim sektorima, kao i podaci dobiveni od Carine o izvozu i uvozu fosilnih goriva. Podaci iz ovih i drugih izvora pohranjeni su u relacijsku bazu podataka. Procijenjena nesigurnost podataka iz energetske bilance je ispod 5%.

Točnost u proračunu korištenih ogrjevnih vrijednosti goriva, također preuzetih iz energetske bilance, je vrlo visoka.

Ostali podaci potrebni za proračun emisija, kao što su faktori emisije, udio uskladištenog ugljika i udjeli oksidiranog ugljika preuzeti su iz 2006 IPCC Guidancea. Stručnjaci smatraju da su faktori emisije za CO₂ za pojedine vrste goriva vrlo dobro procijenjeni (unutar 5%), jer oni prvenstveno ovise o sadržaju ugljika u gorivu.

Primjera radi, za isti tip primarnog goriva (npr. ugljen), količina sadržaja ugljika po jedinici korištene energije može varirati. Neenergetska upotreba goriva može također stvoriti situacije u kojima se ugljik ne emitira u atmosferu (npr. plastika, asfalt, itd.) ili se emitira sa zakašnjenjem. Također, pretpostavljene su i neefikasnosti u procesu izgaranja što može rezultirati pepelom ili čađom koja duže vrijeme ostaje neoksidirana. Svi ovi faktori doprinose nesigurnosti proračuna emisije CO₂. Unatoč tome, ove nesigurnosti su relativno male. Ukupna nesigurnost emisija CO₂ iz fosilnih goriva procijenjena je na 5%.

Nesigurnost proračuna emisija CH₄ i N₂O

Proračun emisija CH₄ i N₂O temelji se na podacima o gorivu (ugljen, prirodni plin, rafinirana naftna goriva i bio-goriva) i agregiranim faktorima emisije za svaki pojedini podsektor. Procijenjena nesigurnost odnosi se na činjenicu da su emisije određene na osnovi faktora emisije koji su proizašli samo iz određenih uvjeta izgaranja. Korištenjem agregiranih faktora emisije za pojedine podsektore, razlike između različitih vrsta ugljena, a posebno tekućih goriva, nisu uključene. Razlike u tehnologiji i doprinos opreme za smanjenje emisija također nisu u potpunosti uključeni. Zbog navedenog, nesigurnost povezana s proračunom emisija za ove plinove je veća nego prilikom proračuna emisije CO₂ iz fosilnih goriva.

Nesigurnost proračuna emisije CH₄ uslijed izgaranja goriva procjenjuje se na $\pm 40\%$, dok se nesigurnost emisije N₂O procjenjuje na faktor 2 (tj. emisija može biti 2 puta veća ili manja od procijenjene). Najveći dio nesigurnosti odnosi se na primijenjeni faktor emisije, dok su nesigurnosti podataka o potrošnji goriva u pojedinim podsektorima (nacionalna energetska bilanca) manji od 5%.

Konzistentnost proračuna

Ulazni podaci, faktori emisije i primijenjena metodologija za proračun emisija stakleničkih plinova iz izgaranja goriva konzistentna je za cijelo promatrano razdoblje.

3.2.5.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije (QA/QC)

Tijekom pripreme inventara aktivnosti kontrole kvalitete uglavnom su usmjerene na kompletnost, konzistentnost, usporedivost, preračunavanje i nesigurnost ulaznih podataka i izračunatih emisija te na odgovarajuću upotrebu notacijskih oznaka (eng. notation keys) u CRF tablicama. Također, provedeno je nekoliko provjera s ciljem osiguranja ispravnog agregiranja sa nižeg na viši nivo izvješćivanja te ispravnog korištenja faktora konverzije.

3.2.5.5. Rekalkulacije emisije

U ovom podnesku nije bilo rekalkulacija.

3.2.5.6. Planirana poboljšanja proračuna

Na dugoročnoj osnovi, tim za izradu inventara planira koristiti detaljniju, drugu razinu proračuna za određivanje emisija CO₂ iz podsektora Industrija i graditeljstvo. Budući su postrojenja iz industrije željeza i čelika, obojenih metala, kemijske industrije, industrije papira, prehrambene industrije, industrije građevinskog materijala i petrokemijske industrije uključena u ETS, dostupna su verificirana godišnja izvješća o emisijama stakleničkih plinova svakog pojedinog postrojenja. Druga razina proračuna temelji se na podacima o potrošnji goriva svakog pojedinog postrojenja (pristup "odozdo prema gore" - eng. bottom up). U verificiranim godišnjim izvješćima postoje podaci o godišnjoj potrošnji goriva i detaljne karakteristike goriva (donja ogrjevna vrijednost) te emisijski faktor, specifičan za pojedino postrojenje.

Također, na dugoročnoj osnovi, tim za izradu inventara planira koristiti vrijednosti udjela ugljika u gorivu i oksidacijskog faktora specifične za Hrvatsku, za glavne vrste goriva.

3.2.6. Promet (1.A.3)

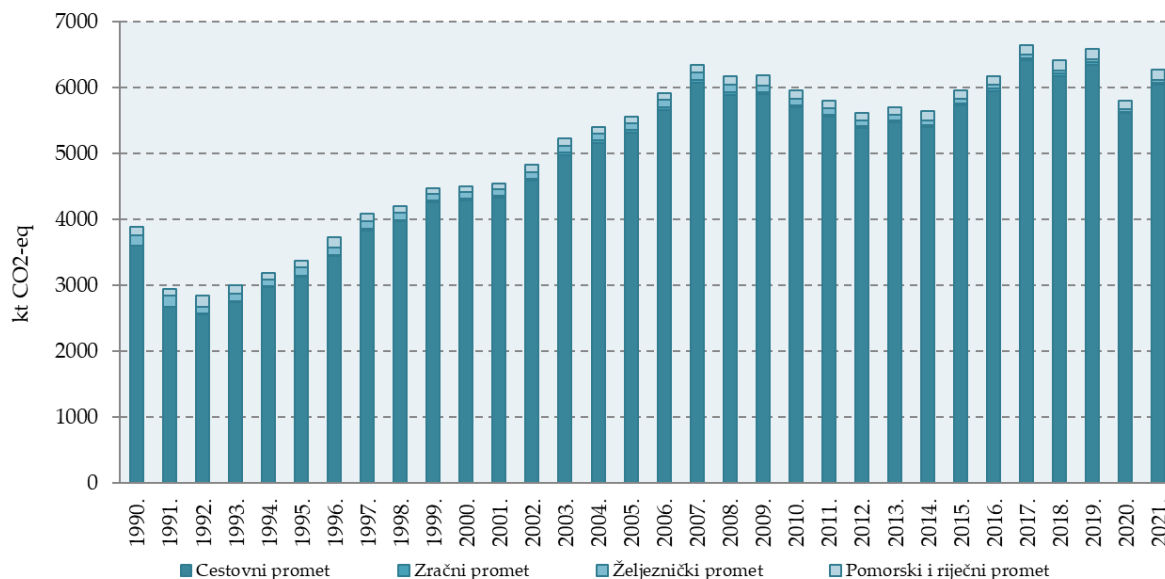
3.2.6.1. Opis izvora emisije

Ovaj podsektor obuhvaća izgaranje i ishlapljivanje goriva u prometu. Uz cestovni promet uključena je i emisija iz zračnog, željezničkog i vodenog prometa. Ukupna emisija stakleničkih plinova iz podsektora Promet prikazana je u tablici 3.2-11 i na slici 3.2-8.

Tablica 3.2-11: Emisija CO₂-eq (kt) podsektora Prometa

	1990.	2000.	2005.	2010.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2000.
Domaće zrakoplovstvo	6.7	25.7	38.0	31.7	31.1	31.4	31.7	32.0	32.3	16.8	22.5
Cestovni promet	3,599.1	4,293.1	5,315.2	5,703.8	5,731.3	5,950.3	6,412.4	6,177.3	6,350.9	5,611.7	6,044.8
Željeznički	152.1	96.4	107.7	100.7	61.8	64.6	62.2	51.9	50.5	47.0	50.5
Riječni i pomorski	135.8	87.6	101.8	117.6	131.8	133.7	141.7	151.0	157.0	128.6	150.0
Total	3,893.	4,502.	5,562.	5,953.	5,956.	6,180.	6,647.	6,412.	6,590.	5,804.	6,267.

Slika 3.2-8: Emisija CO₂-eq podsektora Prometa



Podsektor Promet doprinosi s 38.7% ukupnim emisijama CO₂-eq iz sektora Energetike u 2021. godini. Emisija CO₂-eq iz podsektora Promet u 2021. godini iznosila je 6,267.9 kt što je za 7.4% više nego u 2020. godini, što je rezultat nešto manje potrošnje goriva u cestovnom prometu. Naime, emisija CO₂-eq iz cestovnog prometa (CRF 1.A.3.b) je dominantna u podsektoru Promet (CRF 1.A.3) i u 2021. doprinosila je emisiji CO₂-eq iz podsektora Promet s 96.4%. Pomorski i riječni promet u 2021. godini doprinosio je emisiji CO₂-eq s 2.4%, željeznički promet s 0.8% a domaći zračni promet s 0.4% ukupnim emisijama podsektora Prometa (slika 2.3-8). U odnosu na 1990. godinu emisija CO₂-eq iz podsektora Promet povećana je za 61.0%, kao rezultat povećanja broja vozila i broja ostvarenih kilometara u cestovnom prometu.

Domaći zračni promet (CRF 1.A.3.a)

Emisija CO₂-eq iz podsektora Zračni promet u 2021. godini iznosila je 22.5 kt što je za 25.5% niže nego u 2020. godini kao rezultat manje potrošnje mlaznog goriva. U odnosu na 1990. godinu emisija CO₂-eq je povećana za 3.4 puta uslijed povećanja potrošnje goriva.

Cestovni promet (CRF 1.A.3.b)

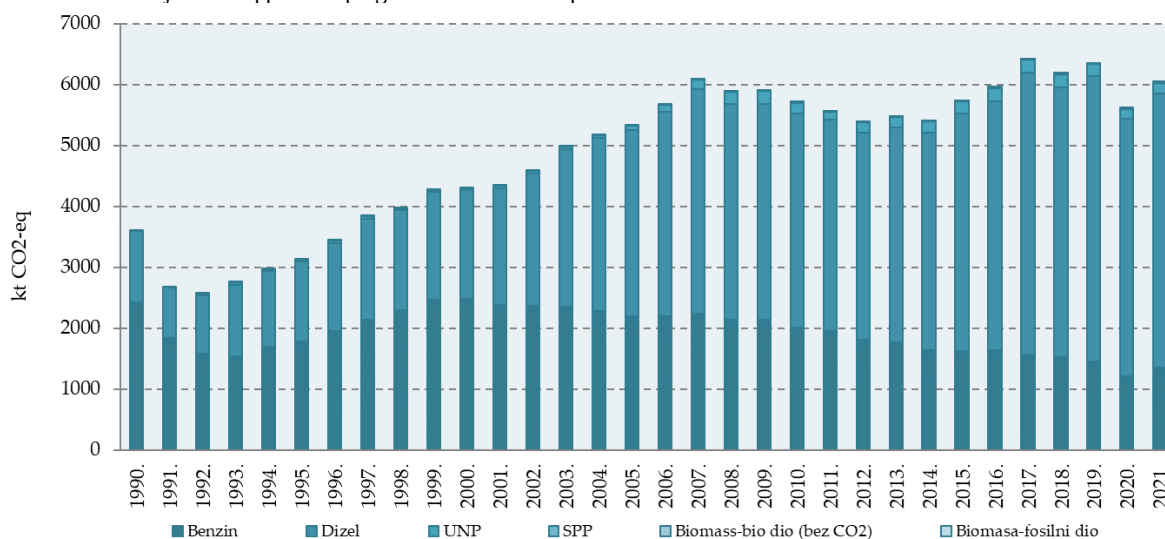
Cestovni promet uključuje sve vrste osobnih vozila, lakih teretnih vozila, teških teretnih vozila, autobusa, mopeda i motocikala. Ovi mobilni izvori koriste različite vrste tekućih i plinovitih goriva, uglavnom benzin i dizel i emitiraju značajne količine stakleničkih plinova i onečišćujućih tvari u zrak. Doprinos cestovnog prometa ukupnim emisijama stakleničkih plinova je 24.7% u 2021. godini, dok je u 1990. godini bio 11.4%. U periodu od 1990. do 2021. godine emisije iz cestovnog prometa porasle su za 68.0% i to najviše zbog porasta broja vozila (osobnih vozila u najvećoj mjeri) te povećane potrošnje dizela u svim tipovima vozila.

Od 2008. godine emisije iz cestovnog prometa bile su nešto manje zbog manje potrošnje goriva uslijed ekonomske krize u Hrvatskoj te implementacije mjera za smanjenje emisija CO₂ prema Nacionalnom akcijskom planu energetske efikasnosti za period od 2017. do 2019. godine.

Emisija CO₂-eq u podsektoru cestovnog prometa iznosila je 6,267.9 kt u 2021. godini što je za 7.2% više nego u 2020. godini a što je rezultat povećanja potrošnje goriva. U usporedbi sa 1990. emisija iz cestovnog prometa porasla je 68.0% uglavnom zbog povećanog potrošnje dizelskog goriva (za 3.8 puta u odnosu na 1990.). U istom razdoblju potrošnja benzina se smanjila za 44.4% zbog smanjenja broja benzinskih vozila (prvenstveno osobnih) i povećane potrošnje dizelskog goriva u svim vrstama vozila.

Trend emisije CO₂-eq prema tipu goriva u cestovnom prometu za period od 1990. do 2021. godine prikazan je na slici 3.2-9.

Slika 3.2-9: Emisije CO₂-eq prema tipu goriva u cestovnom prometu



Željeznički promet (CRF 1.A.3.c)

Emisija CO₂-eq iz podsektora Željeznički promet u 2021. godini iznosila je 40.5 kt, što je za 7.0% više nego u 2020. godini kao rezultat povećanja potrošnje dizelskog goriva. U odnosu na 1990. godinu emisija CO₂-eq je smanjena za 66.8% kao rezultat smanjenja prometa željeznicom i posljedično manje potrošnje goriva.

Pomorski i riječni promet (CRF 1.A.3.d)

Emisija CO₂-eq iz podsektora Pomorski i riječni promet u 2021. godini iznosila je 150.0 kt što je za 14.3% više nego 2020. godine kao rezultat povećane potrošnje goriva. U odnosu na 1990. godinu emisija CO₂-eq je smanjena za 10.5% kao rezultat smanjenja prometa morem i unutarnjim vodama i posljedično smanjene potrošnje goriva

3.2.6.2. Metodologija proračuna emisija

Metodologija

- T1 (1990-2021) – 1A3a
- T1, T2 (1990-2021) – 1A3b
- T1 (1990-2021) – 1A3c
- T1 (1990-2021) – 1A3d

Domaći zračni promet

Emisije stakleničkih plinova iz podsektora Zračni promet izračunate su korištenjem prve razine proračuna (Tier 1) na osnovi potrošnje avionskog benzina i mlaznog goriva (iz nacionalne energetske bilance) i emisijskih faktora preuzetih iz IPCC Vodiča.

U prijašnjim Nacionalnim izvješćima Hrvatska je koristila metodologiju koju je revizorski tim propisao tijekom revizije 2008. godine. Hrvatskoj je predloženo da se emisije revidiraju preko omjera prevezenih putnika na domaćim odnosno međunarodnim zračnim linijama, uzimajući u obzir broj ostvarenih kilometara po putniku na domaćim/međunarodnim rutama. Hrvatska je prihvatila predloženu metodologiju te je ukupna količina mlaznog goriva (preuzeta iz energetske bilance) raspodijeljena na domaću i međunarodnu potrošnju prema prosječnom broju ostvarenih kilometara po putniku na domaćim/međunarodnim rutama.

Tijekom 2013. i 2014. godine revizorski tim preporučio je da bi Hrvatska trebala poboljšati preciznost i transparentnost izvještavanja usvajanjem pristupa iz IPCC Vodiča, preko korištenja podataka o statistici goriva, prodajne statistike te podataka o ciklusima polijetanja i slijetanja (LTO ciklusi) da bi se dobile stvarne brojke o potrošnji goriva za domaće i međunarodne zrakoplovstva. U 2014. godini Hrvatska je provela projekt "Razvoj metodologije za procjenu podataka o emisijama iz prometa s integralnim sektoru procjene utjecaja na okoliš - faza 1. podatke o aktivnostima za zrakoplovstvo i željeznice". Kroz ovaj projekt su se prikupili podaci o broju LTO ciklusa u domaćem i međunarodnom prometu za razdoblje od 1990. do 2013. godine. U suradnji s domaćim zrakoplovnim tvrtkama i hrvatskim dobavljačem goriva došlo se do rezultata projekta prema kojima nisu bili dostupni podaci o gorivu za sve zrakoplovne tvrtke i njihove dobavljače goriva. Samo jedna zrakoplovna tvrtka koja je u sustavu ETS mogla je izvijestiti o stvarnoj potrošnji goriva na domaćim i međunarodnim rutama. Hrvatski dobavljač goriva ima samo podatke o prodanom gorivu domaćim i međunarodnim prijevoznicima a ne o potrošenom gorivu na domaćim letovima. Iz tih razloga odlučeno je da trenutni pristup prve razine proračuna, za sada, predstavlja jedini konzistentan i adekvatan način za podjelu goriva potrošenu na domaćim i međunarodnim rutama.

U 2014. godini Energetski institut Hrvoje Požar je proveo projekt naziva "Tehnička pomoć u razvoju poslovnih statistika, izradi dokumentacije o kvaliteti podataka i poboljšanje sustava prikupljanja podataka". Ovaj projekt je pokrenut u okviru programa IPA 2009 i pokriva područje energetske statistike i unapređenje metodologije prikupljanja podataka u sektorima neposredne potrošnje energije: kućanstva, usluge i prijevoz. Cilj projekta je utvrđivanje pokazatelja potrošnje energije temeljen na istraživanju potrošnje energije te prema EUROSTAT-ovu popisu varijabli i modela za izračun energetske

učinkovitosti. Jedan od rezultata je bio utvrditi stvarnu potrošnju na domaćim i međunarodnim rutama. Rezultati ovog projekta, za razdoblje od 1990. do 2014. godine bili su dostupni krajem 2015. godine te su korišteni za proračun emisija sektora. Za period od 2004. do 2017. godine podaci o potrošenom gorivu u domaćem prometu su preuzeti iz Državnog zavoda za statistiku iz Godišnjeg izvješća o zračnom prijevozu. Obveza podnošenja izvještaja temelji se na članku 38. Zakona o službenoj statistici (NN, br. 103/03., 75/09. i 59/12.). Ovaj izvještaj ispunjavaju sve pravne osobe ili njihovi dijelovi koji su registrirani u djelatnosti zračnog prijevoza i pravne osobe registrirane u drugim djelatnostima koje, među ostalim, prevoze putnike i teret zrakoplovima. Između ostalog u izvještaju je potrebno navesti količinu nabavljenog te količinu potrošenog goriva u četiri kategorije:

- Potrošeno u javnom domaćem prijevozu
- Potrošeno u javnome međunarodnom prijevozu
- Potrošeno za školovanje i vježbanje
- Potrošeno u ostalim aktivnostima ako postoje

Za period od 1990. do 2003. godine, odvojeni podaci o potrošenom gorivu u domaćem i međunarodnom prometu nisu bili dostupni stoga su se koristili različiti faktori kako bi se odredila potrošnja goriva. Četiri faktora su razvijena za domaći promet: gorivo po broju prevezenih putnika, gorivo po broju prijeđenih kilometara, gorivo po broju letova te gorivo po broju avionskih kilometara. Konačan faktor koji je poslužio za raspodjelu goriva odredio se grafički kao prosječna vrijednost prethodno spomenutih faktora.

Količine potrošenih fosilnih goriva, njihove ogrjevne vrijednosti te faktori emisije i emisije stakleničkih plinova za podsektor Zračni promet prikazane su u tablici A3-11 Priloga 3.

Cestovni promet

Proračun emisija CO₂ iz tekućih i plinskih goriva u ovom izvješću napravljen je na osnovi količine i vrste goriva koristeći prvu razinu proračuna (eng. Tier 1) u skladu s IPCC 2006 Vodičem. Potrošnja svih vrsta tekućih i plinovitih goriva preuzeta je iz nacionalne energetske bilance. Emisijski faktori korišteni u proračunu emisija preuzeti su iz 2006 IPCC Guidancea (strana 3.16, tablica 3.2.1.).

Emisije CH₄ i N₂O su izračunate programskim paketom COPERT 5 jer emisijski faktori ovise o tehnologiji vozila, gorivu i radnim karakteristikama (broj kilometara, prosječna brzina vožnje, udio vožnje na autocestama, državnim i županijskim cestama, itd.). Da bi se programski paket COPERT 5 (Razina 2/3) mogao koristiti potreban je vrlo detaljan set podataka:

- vrsta vozila (osobni automobil, lako i teško teretno vozilo, autobus, moped i motocikl)
- vrsta motora (benzinski četverotaktni, benzinski dvotaktni, dizel, rotacijski i elektromotor)
- obujam (<0.8, 0.8-1.4l, 1.4-2.0l, >2.0l)
- nosivost (kruti <7.5 t, 7.5-12 t, 12-14 t, 14-20 t, 20-26 t, 26-28t, 28-32 t, >32t, zglobovi 14-20 t, 20-28 t, 28-34 t, 34-40 t, 40-50 t, 50-60 t)
- godina proizvodnje vozila (zbog raspodjele vozila prema ECE kategorijama prema EC direktivi)

Ministarstvo unutarnjih poslova RH odgovorno je za bazu vozila s detaljnim informacijama o svakom registriranom vozilu u Hrvatskoj. Podaci o potrošnji goriva preuzeti su iz nacionalne energetske bilance, dok su podaci o srednjim mjesečnim temperaturama za velike gradove RH preuzeti iz Statističkog ljetopisa. Ostali podaci kao što su, godišnji ostvareni kilometri na autocestama, državnim i županijskim cestama, prosječna brzina za različite vrste vozila, prosječna dnevna pređena udaljenost, beta veličina (frakcija mjesečno ostvarenih kilometara prije nego motor i ispušne komponente dosegnu radnu temperaturu) su ili procijenjeni ili su korišteni predloženi COPERT podaci.

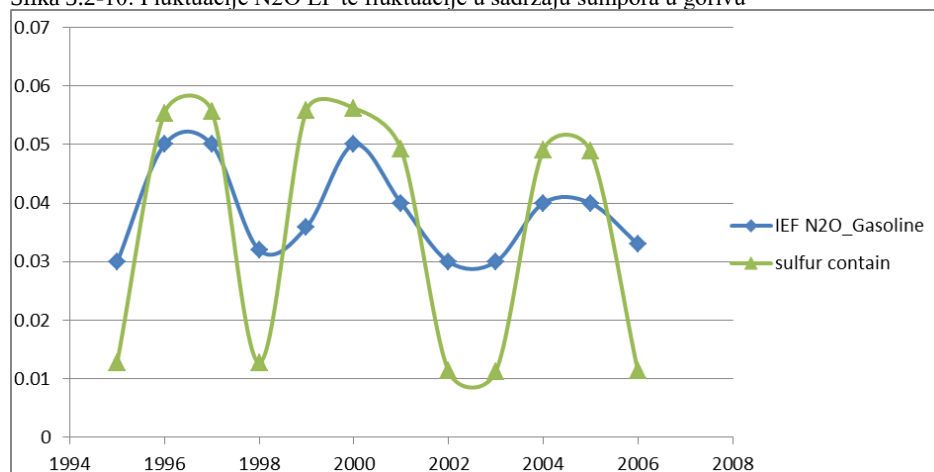
Programski paket COPERT uzima u obzir dvije pretpostavke:

- Količina goriva natočenog (u spremnik vozila) u inozemstvu i potrošenog u Hrvatskoj jednaka je količini goriva natočenog u Hrvatskoj i potrošenog u inozemstvu
- Potrošnja goriva izračunata COPERT-om množenjem broja vozila i prosječno godišnje ostvarenih kilometara bi trebala biti jednaka potrošnji fosilnih goriva iz energetske bilance (razlika ne bi smjela biti veća od 1%)

Uspoređujući ukupan broj vozila u 2021. godini sa brojem vozila iz 1990. godine može se primijetiti porast za 42.5%. Porast je u najvećoj mjeri rezultat porasta broja osobnih vozila za 39.4%, koji čine 83.0% u ukupnom broju vozila u cestovnom prometu u 2021. godini. Broj ostalih klasa vozila također se povećao u promatranom razdoblju: broj lakih teretnih vozila porastao je za 57.8%, teških teretnih vozila za 8.7%, te mopeda i motocikala 71.0 puta u odnosu na 1990. godinu. Važno je naglasiti da se broj registriranih vozila postepeno smanjivao u razdoblju od 2008. – 2014. godine zbog ekonomske krize.

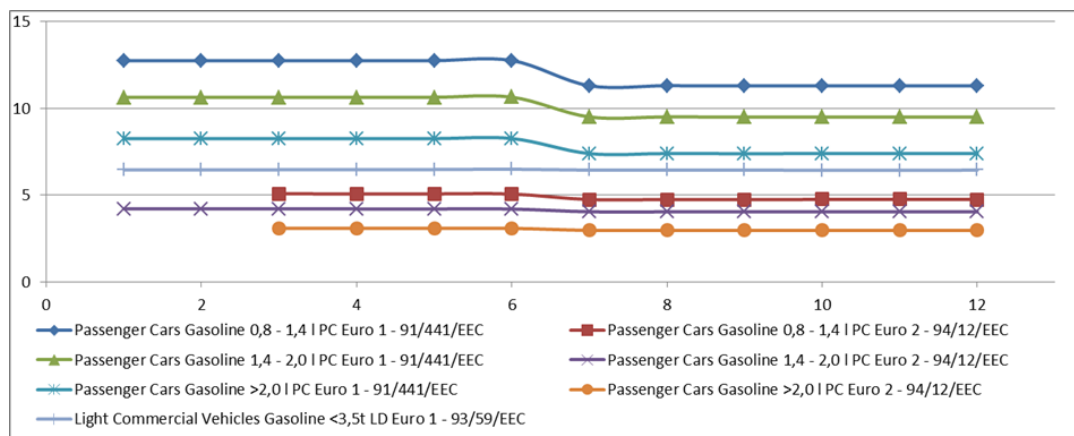
Tijekom pregleda Inventara za 2014. godinu revizorski tim je primijetio fluktuacije u emisijskim faktorima N_2O za razdoblje 1995.-2006. godine. Fluktuacije se pojavljuju u sektoru za osobna benzinska vozila sa obujmom motora od 0,8-1,4 l, 1,4-2,0 l i $> 2,0$ l za tehnologiju PC Euro 1. Ove fluktuacije su povezane s fluktuacijama sadržaja sumpora u benzinskom gorivu (vidi sliku 3.2-9). Podaci o sadržaju sumpora u gorivima dobivaju se direktno od INA-e.

Slika 3.2-10: Fluktuacije N_2O EF te fluktuacije u sadržaju sumpora u gorivu



Da bi se potvrdila gore navedena tvrdnja, emisija N_2O izračunata je i sa konstantnim sadržajem sumpora u gorivu za benzinska osobna vozila Euro I norme. Dobiveni emisijski faktor za N_2O nije imao fluktuacije (vidi sliku 3.1-10).

Slika 3.2-11: Emisijski faktor uz konstantan udio sumpora u gorivu



Količine potrošenih goriva, njihove neto kalorične vrijednosti i odgovarajući faktori emisije stakleničkih plinova i emisije stakleničkih plinova u pod-sektoru Cestovni prijevoz prikazani su u tablici A3-12 Priloga.

Željeznički promet

Emisije stakleničkih plinova iz podsektora Željeznički promet izračunate su korištenjem prve razine proračuna (eng. Tier 1) na osnovi podataka o potrošnji goriva (iz nacionalne energetske bilance) i emisijskim faktorima preuzetim iz 2006 IPCC Guidancea.

U 2014. Hrvatska je pokrenula projekt "Razvoj metodologije za procjenu podataka o emisijama iz prometa s integralnim sektorom procjene utjecaja na okoliš - faza 1. podatke o aktivnostima za zrakoplovstvo i željeznice". Kroz ovaj projekt su se sakupili podaci o vrsti motora za lokomotive za razdoblje od 1999. do 2021. godine. Zadani emisijski faktori za CH₄ i N₂O su izmijenjeni ovisno o dizajnu motora.

Količine potrošenog goriva, njihove donje ogrjevnice vrijednosti i odgovarajući emisijski faktori te emisije iz podsektora Željeznički promet prikazane su u Tablici A3-13 Priloga 3.

Pomorski i riječni promet

Emisije stakleničkih plinova iz podsektora Pomorski i riječni promet izračunate su korištenjem prve razine proračuna (eng. Tier 1) na osnovi podataka o potrošnji goriva (iz nacionalne energetske bilance) i emisijskim faktorima preuzetim iz IPCC Vodiča.

Količine potrošenog goriva, njihove donje ogrjevnice vrijednosti i odgovarajući emisijski faktori te emisije iz podsektora Pomorski i riječni promet su prikazane u Tablici A2-14 Priloga 3.

Cjevovodni transport

U Hrvatskoj sve kompresorske stanice koriste samo električnu energiju stoga nema direktnih emisija iz istih u cijelom promatranom razdoblju od 1990. do 2020. godine. U IEA i EUROSTAT bilancama može se pronaći količina energije potrošene za cjevovodni transport za cijelo promatrano razdoblje. U 2015. godini prijavljena je potrošnja od 0 TJ plina i tekućih goriva te 3 ktoe potrošene električne energije.

U sklopu postrojenja za degazolinsku koriste se kompresori koji koriste tekuća i plinska goriva za pogon, no prema IEA metodologiji ta potrošnja goriva pripada postrojenju. Prema IEA metodologiji samo potrošnja goriva u kompresorima koji se koriste u cjevovodnom transportu je dio tog podsektora.

Podaci u ulaznim i izlaznim tokovima dobivaju se direktno iz postrojenja preko godišnjeg upitnika. Iako se prema IEA metodologiji bilježi samo ulaz i izlaz goriva, u nacionalnoj energetske bilanci je

zabilježena i potrošnja za vlastite potrebe. Ukupna količina goriva za vlastitu potrošnju nalazi se u bilanci u kategoriji vlastita potrošnja-degazolinaža (tablice A4-1 i A4-2 Priloga 2). U 2017. godini za vlastite potrebe koristilo se samo prirodni plin ($3.3 \cdot 10^6 \text{ m}^3$). Ta količina goriva sa svim ostalim procesima ekstrakcije nafte i plina sumirana je u sektoru 1.A.1.c.ii.

3.2.6.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna

Nesigurnost proračuna emisije CO₂

Emisija CO₂ iz procesa izgaranja goriva ovisi o količini potrošenog goriva i ogrjevnoj vrijednosti (iz energetske bilance), zatim o faktoru emisije, udjelu uskladištenog ugljika i udjelu oksidiranog ugljika (IPCC). Procijenjena nesigurnost podataka iz energetske bilance je ispod 5%.

Točnost u proračunu korištenih ogrjevnih vrijednosti goriva, također preuzetih iz energetske bilance, je vrlo visoka.

Mnogo veću nesigurnost imaju podaci o potrošnji goriva u međunarodnom zračnom prometu te bunkerima brodova. Unatoč tome, moguće pogreške procjene tih potrošnji ne utječu bitno na točnost nacionalne emisije, jer zračni i pomorski promet imaju relativno mali udio u ukupnoj emisiji. Procijenjene emisije CO₂ za međunarodni morski i zračni promet nisu uključene u ukupnu nacionalnu emisiju.

Ostali podaci potrebni za proračun emisija, kao što su faktori emisije, udio uskladištenog ugljika i udjeli oksidiranog ugljika preuzeti su iz 2006 IPCC Guidancea.

Stručnjaci smatraju da su faktori emisije za CO₂ za pojedine vrste goriva vrlo dobro procijenjeni (unutar 5%), jer oni prvenstveno ovise o sadržaju ugljika u gorivu.

Nesigurnost proračuna emisija CH₄ i N₂O

Proračun emisija CH₄ i N₂O temelji se na podacima o gorivu (ugljen, prirodni plin, nafta i bio-goriva) i agregiranim faktorima emisije za svaki pojedini sektor. Procijenjena nesigurnost odnosi se na činjenicu da su emisije određene na osnovi faktora emisije koji su proizašli samo iz određenih uvjeta izgaranja.

Nesigurnost proračuna emisije CH₄ uslijed izgaranja goriva procjenjuje se na $\pm 40\%$, dok se nesigurnost emisije N₂O procjenjuje na faktor 2 (tj. emisija može biti 2 puta veća ili manja od procijenjene). Najveći dio nesigurnosti odnosi se na primijenjeni faktor emisije, dok su podaci o potrošnji goriva u pojedinim podsektorima (nacionalna energetska bilanca) prilično dobri.

Primjena 2/3 razine proračuna emisija CH₄ i N₂O iz podsektora Cestovni promet (CRF 1.A.3.b) vodi k smanjenju nesigurnosti proračuna.

Konzistentnost proračuna

Ulazni podaci, faktori emisije i primijenjena metodologija za proračun emisija stakleničkih plinova iz izgaranja goriva konzistentna je za cijelo promatrano razdoblje.

3.2.6.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije (QA/QC)

Tijekom pripreme inventara aktivnosti kontrole kvalitete uglavnom su usmjerene na kompletnost, konzistentnost, usporedivost, preračunavanje i nesigurnost ulaznih podataka, emisijskih faktora i izračunatih emisija.

Također, za proračun emisija korištene su ogrjevne vrijednosti specifične za Hrvatsku. Ogrjevne vrijednosti iz energetske bilance uspoređene su sa vrijednostima iz IPCC Vodiča. Usporedba je pokazala da nema bitne razlike između ta dva seta podataka.

Kontrola kvalitete u cestovnom prometu uključuje usporedbu rezultata proračuna emisije CO₂ iz tekućih goriva dobivene primjenom prve razine proračuna (odozgo prema dolje) i druge i treće razine proračuna (programski paket COPERT), što je u skladu s preporukama IPCC smjernica. Razlika između ta dva pristupa je 0.57% za prosječnu emisiju iz benzina i dizela u 2013. godini, s pozitivnom razlikom za benzin i negativnom za dizel te manje od 1% razlike u bilanci goriva. Za čitavo razdoblje (od 1990. do 2013. godine) prosječna razlika između prve i druge/treće razine proračuna je 1.15% (1.91% za benzin i 0.59% za dizel). Može se zaključiti da razlika nije značajna i da prva razina proračuna daje nešto veće emisije nego proračun drugom/trećom razinom proračuna. Nadalje, možemo zaključiti da je programski paket COPERT općenito pouzdan i točan, pa je i procjena ostalih stakleničkih plinova (CH₄ i N₂O) pouzdana i točna.

3.2.6.5. Rekalkulacija emisija

U ovom podnesku nije bilo rekalkulacija.

3.2.6.6. Planirana poboljšanja proračuna

Domaći zračni promet

U 2014. godini Hrvatska je provela projekt "Razvoj metodologije za procjenu podataka o emisijama iz prometa s integralnim sektorom procjene utjecaja na okoliš - faza 1. podatke o aktivnostima za zrakoplovstvo i željeznice". Kroz ovaj projekt su se prikupili podaci o broju LTO ciklusa u domaćem i međunarodnom prometu za razdoblje od 1990. do 2013. godine. Planirano je uključiti te podatke prilikom kalkulacije emisija stakleničkih plinova.

Dugoročni planovi

Tim za izradu inventara planira dodatno istražiti razlike između prve i druge razine proračuna s posebnim naglaskom na emisijske faktore za benzin i dizel koji se koriste za proračun emisije CO₂ u modelu COPERT te razloge visoke nesigurnosti emisijskih faktora za CH₄ i N₂O.

3.2.7. Sektor opće potrošnje (CRF 1.A.4)

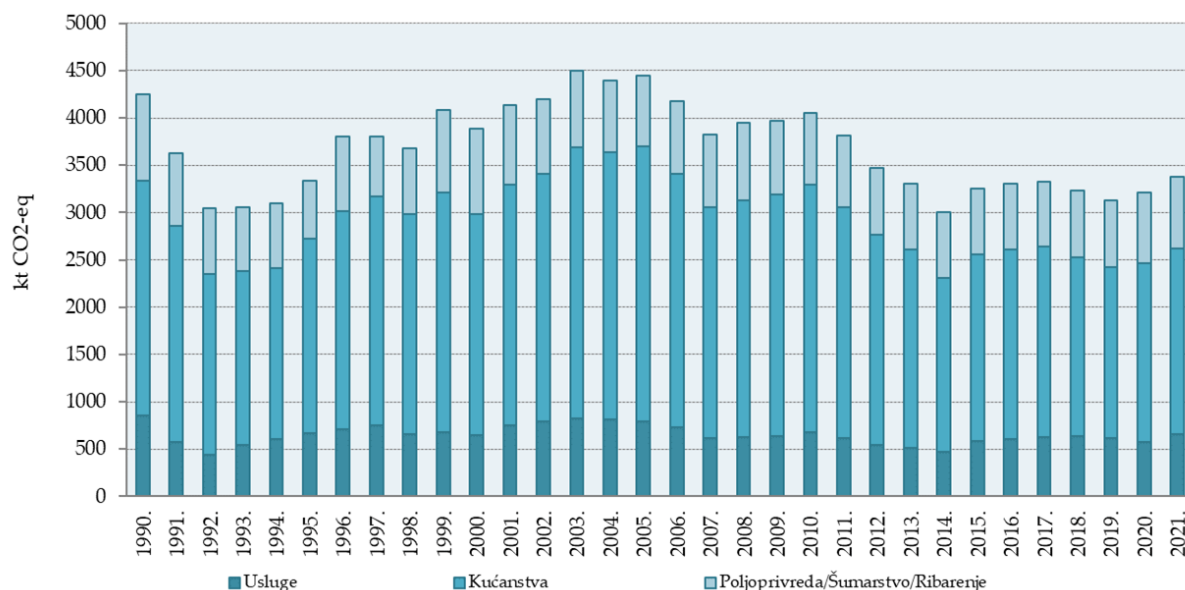
3.2.7.1. Opis izvora emisije

U ovaj podsektor uključene su emisije nastale izgaranjem goriva u uslužnom sektoru, poslovnim zgradama i ustanovama, kućanstvima, poljoprivredi, šumarstvu i ribarenju. Ukupna emisija stakleničkih plinova iz podsektora opće potrošnje prikazana je u tablici 3.2-12 i na slici 3.2-12.

Tablica 3.2-13: Emisija CO₂-eq (kt) sektora opće potrošnje

	1990.	2000.	2005.	2010.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
Usluge	859.0	644.0	792.9	674.6	588.1	611.6	632.2	633.4	619.0	578.0	661.1
Kućanstva	2,473.9	2,335.4	2,901.8	2,617.4	1,968.6	1,997.3	2,004.3	1,895.8	1,805.5	1,887.5	1,963.0
Polj/šum/rib.	912.3	912.3	912.3	912.3	912.3	912.3	912.3	912.3	912.3	912.3	912.3
Ukupno	4,245.2	3,891.8	4,607.0	4,204.4	3,469.0	3,521.3	3,548.8	3,441.6	3,336.8	3,377.7	3,536.4

Slika 3.2-12: Emisija CO₂-eq (kt) podsektora Opće potrošnje



Emisija CO₂-eq iz podsektora Opće potrošnje je u promatranom razdoblju iznosila između 16 i 20% od ukupne emisije CO₂-eq iz sektora Energetika. Najveći dio emisije u ovom podsektoru uzrokuju mala kućna ložišta (54-62%), izgaranje goriva u uslužnom sektoru doprinosi sa 17-22%, dok izgaranje goriva u poljoprivredi, šumarstvu i ribarstvu doprinosi emisiji sa 18-25% za cijelo promatrano razdoblje od 1990. do 2021. godine.

3.2.7.2. Metodologija proračuna

Emisije stakleničkih plinova iz ovog podsektora izračunate su korištenjem prve razine proračuna (eng. Tier 1), na osnovi podataka o potrošnji goriva za pojedine grupe izvora (iz nacionalne energetske bilance) i emisijskim faktorima preuzetim iz IPCC Vodiča. Podaci iz nacionalne energetske bilance su preračunati iz naturalnih jedinica u energetske jedinice preko ogrjevnih vrijednosti za svako pojedino gorivo. Ogrjevne vrijednosti su također preuzete iz nacionalne energetske bilance.

U 2014. godini Energetski institut Hrvoje Požar proveo je projekt naziva "Tehnička pomoć u razvoju poslovnih statistika, izradi dokumentacije o kvaliteti podataka i poboljšanje sustava prikupljanja podataka". Ovaj projekt je pokrenut u okviru programa IPA 2009 i pokriva područje energetske statistike i unapređenje metodologije prikupljanja podataka u sektorima neposredne potrošnje energije: kućanstva, usluge i prijevoz. Cilj projekta je utvrđivanje pokazatelja potrošnje energije temeljen na istraživanju potrošnje energije te prema EUROSTAT-ovu popisu varijabli i modela za izračun energetske učinkovitosti. Jedan od rezultata je bio utvrditi stvarnu potrošnju biomase u kućanstvima i uslugama. Kako je bilo i očekivano potrošnja biomase u kućanstvima je porasla za cijeli niz od 1990. do 2013. godine za oko 30 PJ. Rezultati ovog projekta, za razdoblje od 1990. do 2014. godine su korišteni za proračun emisija sektora.

3.2.7.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna

Nesigurnost proračuna emisije CO₂

Emisija CO₂-eq iz procesa izgaranja goriva ovisi o količini potrošenog goriva i ogrjevnoj vrijednosti (iz energetske bilance), zatim o faktoru emisije, udjelu uskladištenog ugljika i udjelu oksidiranog ugljika (IPCC). Procijenjena nesigurnost podataka iz energetske bilance je ispod 5%. Točnost u proračunu korištenih ogrjevnih vrijednosti goriva, također preuzetih iz energetske bilance, je vrlo visoka.

Ostali podaci potrebni za proračun emisija, kao što su faktori emisije, udio uskladištenog ugljika i udjeli oksidiranog ugljika preuzeti su iz 2006 IPCC Guidancea.

Stručnjaci smatraju da su faktori emisije za CO₂ za pojedine vrste goriva vrlo dobro procijenjeni (unutar 5%), jer oni prvenstveno ovise o sadržaju ugljika u gorivu.

Nesigurnost proračuna emisija CH₄ i N₂O

Proračun emisija CH₄ i N₂O temelji se na podacima o gorivu (ugljen, prirodni plin, nafta i bio-goriva) i agregiranim faktorima emisije za svaki pojedini sektor. Procijenjena nesigurnost odnosi se na činjenicu da su emisije određene na osnovi faktora emisije koji su proizašli samo iz određenih uvjeta izgaranja.

Nesigurnost proračuna emisije CH₄ uslijed izgaranja goriva procjenjuje se na $\pm 40\%$, dok se nesigurnost emisije N₂O procjenjuje na faktor 2 (tj. emisija može biti 2 puta veća ili manja od procijenjene).

Konzistentnost proračuna

Ulazni podaci, faktori emisije i primijenjena metodologija za proračun emisija stakleničkih plinova iz izgaranja goriva konzistentna je za cijelo promatrano razdoblje.

3.2.7.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije (QA/QC)

Tijekom pripreme inventara aktivnosti kontrole kvalitete uglavnom su usmjerene na kompletnost, konzistentnost i usporedivost ulaznih podataka, emisijskih faktora i izračunatih emisija.

Također, za proračun emisija korištene su ogrjevne vrijednosti specifične za Hrvatsku. Ogrjevne vrijednosti iz energetske bilance uspoređene su sa vrijednostima iz IPCC vodiča. Usporedba je pokazala da nema bitne razlike između ta dva seta podataka.

3.2.7.5. Rekalkulacije emisija

U sektoru Opće potrošnje nije bilo rekalkulacija u ovom podnesku.

3.2.7.6. Planirana poboljšanja proračuna

Dugoročna poboljšanja

Na dugoročnoj osnovi, tim za izradu inventara planira koristiti vrijednosti udjela ugljika u gorivu i oksidacijskog faktora specifične za Hrvatsku, za glavne vrste goriva.

3.2.8. Ostalo (CRF 1.A.5)

3.2.8.1. Opis izvora emisije

Metodologija

- T1 (1990-2021)

Tijekom centraliziranog pregleda NIR-a 2016 tim za pregled inventara uočio je da gorivo potrošeno u vojne svrhe nije specificirano u NIR-u. Preporučeno je da se ta informacija treba uključiti u izvještaj radi poboljšanja transparentnosti izvještavanja ali bez utjecaja na povjerljivost informacija.

U nacionalnoj energetske bilanci gorivo potrošeno u vojne svrhe uključeno je u civilno zrakoplovstvo te u nacionalnu navigaciju. Podaci o prodanom gorivu u svim zračnim lukama/marinama dostavlja se

Državnom zavodu za statistiku preko godišnjeg upitnika. Gorivo prijavljeno na taj način obuhvaća i gorivo potrošeno u vojne svrhe.

Odvajanje goriva korištenog u vojne svrhe nije moguće jer podaci samo za vojne svrhe nisu dostupni a niti je ekonomski opravdano jer su količine goriva potrošene u vojne svrhe zanemarivo male za cijelo promatrano razdoblje. Domaći zračni promet doprinosi sa svega 0.13% (u 2017.) ukupnim emisijama Hrvatske dok emisije nacionalne navigacije pridonose sa 0.56% (u 2017.). Vrlo je vjerojatno da je doprinos vojnog zrakoplovstva i navigacije ispod praga značajnosti. Emisije iz vojnih operacija su uključene u sektor 1.A.3.a i 1.A.3.d. Zbog bolje transparentnosti inventara u sektoru 1.A.5.b su kreirana dva podsektore:

- 1.A.5.b-zračna komponenta vojnih operacija
- 1.A.5.b-pomorska i riječna komponenta vojnih operacija

Obje kategorije su popunjene sa IE oznakom.

3.3. Fugitivne emisije iz čvrstih goriva, sirove nafte i prirodnog plina te ostale emisije iz proizvodnje energije (CRF 1.B)

Ovo poglavlje obuhvaća fugitivne emisije stakleničkih plinova iz ugljena, tekućih fosilnih goriva i prirodnog plina. U ovu kategoriju su uključene sve emisije koje nastaju vađenjem, obradom, transportom i upotrebom fosilnih goriva. Tijekom svih faza od ekstrakcije fosilnih goriva do njihove konačne upotrebe moguće je istjecanje ili ishlapljivanje fosilnih goriva (fugitivna emisija).

3.3.1. Kruta goriva (CRF 1.B.1)

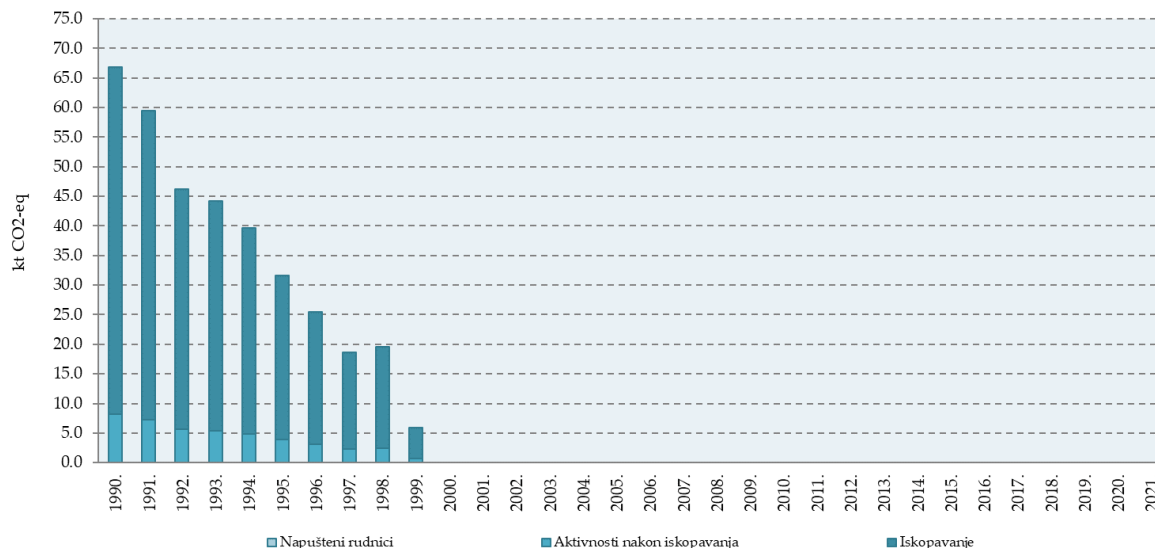
3.3.1.1. Opis izvora emisije

Kod svih podzemnih i površinskih ugljenokopa dolazi do fugitivne emisije metana tijekom rada. Količina metana nastala tijekom iskopavanja ugljena primarno je funkcija vrste ugljena i dubine ugljenokopa, ali i nekih drugih faktora, kao što je vlaga. Nakon što je ugljen iskopan, male količine metana zaostale u ugljenu oslobađaju se tijekom aktivnosti kao što su obrada ugljena, transport i upotreba.

U razdoblju od 1990. do 1999. godine proizvodnja ugljena u Hrvatskoj bila je u stalnom opadanju. Do 1999. godine radili su samo istarski podzemni ugljenokopi (Tupljak, Ripenda i Koromačno), a vađeno je od 0.015 do 0.174 mil. tona ugljena. Nakon 2000. godine više nema aktivnih ugljenokopa u Republici Hrvatskoj.

Emisije metana iz vađenja ugljena i aktivnosti vezanih za obradu ugljena prikazane su na slici 3.3-1.

Slika 3.3-1: Emisije metana iz vađenja ugljena i aktivnosti vezanih za obradu ugljena



3.3.1.2. Metodologija proračuna

Za proračun fugitivne emisije iz vađenja ugljena i aktivnosti vezanih za obradu ugljena primijenjena je prva razina proračuna (eng. Tier 1), baziran na podacima o proizvodnji goriva, prosječnom emisijskom faktoru i faktoru konverzije. Podaci o količinama izvađenog ugljena preuzeti su iz nacionalne energetske bilance, dok su emisijski faktori i faktori konverzije preuzeti iz 2006 IPCC Guidancea. Korišteni faktori su prosječne vrijednosti predloženih faktora. Za podzemne ugljenokope, faktor za aktivnosti iskopavanja

iznosi 18.0 m³CH₄/t a za aktivnosti nakon iskopavanja 2.5 m³CH₄/t. Konverzijski faktor iznosi 0.67 kt CH₄ /milijon m³.

U 2006 IPCC Guidanceu opisana je nova aktivnost za napuštene podzemne rudnike ugljena. U programu prikupljanja podataka prikupili su se podaci o broju napuštenih rudnika i tehnologijama zatvaranja rudnika, za razdoblje od 1951. do 2019. godine, za razdoblje od 1901. do 1950. ti podaci nisu bili dostupni. Prema 2006 IPCC Guidanceu dobra praksa je da se broj ugljenokopa koji su u potpunosti potopljivi čuvaju u bazama podataka i drugim evidencijama koje se koriste za razvoj inventara, ali im se emisija ne proračunava tj. jednaka je nuli (2006 IPCC, stranica 4.23). S obzirom na tu činjenicu podaci o napuštenim rudnicima dani su u tablici 3.3-1.

Tablica 3.3-1: Broj napuštenih rudnika sa tehnologijom zatvaranja u razdoblju od 1901.- 2021. godine

Period	Broj napuštenih podzemnih ugljenokopa	Tehnologija zatvaranja		Emisija CH ₄
		Tehnologija zatvaranja	Broj rudnika	
1901-1925	-	Potpuno potopljen	-	-
		Djelomično potopljen	-	-
		Nepotopljen	-	-
1926-1950	-	Potpuno potopljen	-	-
		Djelomično potopljen	-	-
		Nepotopljen	-	-
1951-1975	35	Potpuno potopljen	35	0
		Djelomično potopljen	-	-
		Nepotopljen	-	-
1976-1999	8	Potpuno potopljen	8	0
		Djelomično potopljen	-	-
		Nepotopljen	-	-
2000-2021	1	Potpuno potopljen	1	0
		Djelomično potopljen	-	-
		Nepotopljen	-	-

Podaci o proizvedenom gorivu i emisijama metana iz vađenja ugljena i aktivnosti vezanih za obradu ugljena prikazani su u Tablici A3-18 Priloga 3.

3.3.1.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna

Fugitivna emisija metana iz vađenja ugljena i aktivnosti vezanih za obradu ugljena određena je korištenjem prve razine proračuna koja se temelji na množenju proizvedenog ugljena s faktorom emisije. Količina proizvedenog ugljena preuzeta je iz nacionalne energetske bilance i ta vrijednost je prilično točna. Glavna nesigurnost u proračunu ovisi o točnosti korištenog faktora emisije. U proračunu je korištena aritmetička srednja vrijednost faktora emisije iz IPCC vodiča za regiju kojoj pripada Hrvatska. Nesigurnost emisije metana za vađenje ugljena iz podzemnih ugljenokopa procjenjuje se unutar faktora 2, a za aktivnosti vezane za preradu ugljena unutar faktora 3.

Konzistentnost proračuna

Ulazni podaci, faktori emisije te korištena metodologija za proračun fugitivnih emisija iz goriva konzistentni su za cijelo promatrano razdoblje.

3.3.1.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije (QA/QC)

U ovom podsektoru primijenjene su opće metode (prva razina) kontrole kvalitete, budući je proizvodnja ugljena prestala 1999. godine.

3.3.1.5. Rekalkulacije emisije

U sektoru 1.B.1 nije bilo rekalkulacija.

3.3.1.6. Planirana poboljšanja

Za procjenu fugitivnih emisija iz rudnika ugljena primijenjena je prva razina proračuna. Za procjenu emisije korištene su količine proizvedenog ugljena iz nacionalne energetske bilance. Dugoročno, planira se utvrditi količinu proizvodnje ugljena koji se ispire.

3.3.2. Sirova nafta i prirodni plin (CRF 1.B.2)

3.3.2.1. Opis izvora emisije

U ovu kategoriju uključene su fugitivne emisije iz istraživanja i proizvodnje, procesiranja, transporta, prerade i distribucije nafte i naftnih derivata i plina. Fugitivna emisija uključuje i emisije uslijed spaljivanja plina na baklji, te emisije uslijed otplinjavanja pri proizvodnji nafte i plina.

Također, u ovaj podsektor je uključena i emisija CO₂ iz procesa pročišćavanja prirodnog plina u Centralnoj plinskoj stanici (CPS Molve).

1.B.2.a. Nafta

Pridobivanje (vađenje), proizvodnja i transport nafte u RH se provodi u vlasništvu pravne osobe INA – Industrija nafte d.d. u segmentu djelatnosti SD Istraživanje i proizvodnja nafte i plina (nekadašnji INA Naftaplin). U Republici Hrvatskoj aktivno je 38 naftnih polja, a najveća količina nafte potječe s 9 najznačajnijih polja, koja sadrže 83% od ukupno otkrivenih zaliha u RH. Tijekom rata (1991. – 1995.) od 34 naftna polja radilo je njih 22.

Rafiniranje/skladištenje u RH se provodi u rafineriji nafte u vlasništvu pravne osobe INA – Industrija nafte d.d. na dvije lokacije, u Rijeci i Sisku. Proizvodni kapaciteti hrvatskih rafinerija prikazani su u Tablici 3.2-9.

1.B.2.b. Prirodni plin

U Republici Hrvatskoj pridobivanje (vađenje) i distribucija prirodnog plina odvija se u zasebnim objektima. Pridobivanje i proizvodnju prirodnog plina u Hrvatskoj provodi INA – Industrija nafte d.d. u segmentu djelatnosti SD Istraživanje i proizvodnja nafte i plina (nekadašnji INA Naftaplin). Glavna plinska ležišta sa 70% od ukupnih rezervi nalaze se u tri najveća plinska i plinsko-kondenzatna polja, a to su Molve, Kalinovac i Stari Gradac u zapadnom dijelu Dravske depresije, uz granicu s Mađarskom. Radilište “Molve” daje od 70% do 75% plina i kondenzata godišnje u Hrvatskoj, zadovoljavajući oko

50% potreba. Jedno od starih plinskih polja, Okoli u Savskoj depresiji, pretvoreno je u podzemno skladište plina kapaciteta 500 mil. m³.

Objekti prerade plina Molve obuhvaća postrojenje za obradu i pripremu plina za transport. Prirodni plin iz plinsko kondenzatnih ležišta “duboke Podravine” osim ugljikovodika sadrži i niz štetnih primjesa (CO₂, H₂S, RSH, Hg, slojna voda). Radi zadovoljenja kvalitete izlaznog proizvoda i sigurnosti rada samih procesnih postrojenja, štetne primjese potrebno je izdvojiti i na kraju zbrinuti bez štetnog utjecaja na okoliš.

Plin se iz proizvodnih bušotina preko 6 plinskih stanica sabirno – transportnim sustavom doprema na obradu na Objekti prerade plina Molve .

Proces obrade plina možemo podijeliti u nekoliko faza:

- separacija - odvajanje plinske faze od kapljevine (slana voda i plinski kondenzat) - slana voda se pumpama utiskuje u negativne bušotine, a kondenzat se otprema prema rafineriji
- uklanjanje žive iz plina adsorpcijom aktivnim ugljenom impregniranim sumporom
- izdvajanje CO₂ i H₂S iz plina apsorpcijom 40% otopinom metildietanolamina. Procesna otopina prolazi proces čišćenja (regeneracija) u stripper- koloni te se očišćena i oslobođena od CO₂ vraća u sustav, a kiseli plinovi se otpremaju na Lo- Cat jedinicu
- dehidracijom plina molekularnim sitima (CPS III) ili trietilenglikolom (CPS II i I) uklanja se preostala vlaga
- NGL sekcija-pothlađivanjem plina ukapljuju se teži ugljikovodici od etana prema višim ugljikovodicima C3+ frakcija se šalje prema objektu frakcionacije Ivanić Grad na daljnju preradu, a preostali plin ide u distributivni sustav i za potrebe vlastite interne potrošnje
- Lo Cat postrojenje-obrađuje struju CO₂ i H₂S oslobođenu iz metildietanolaminske otopine dio H₂S oksidacijom prelazi u elementarni sumpor
- EOR kompresori – dio struje CO₂ sa preostalim H₂S se šalje na komprimiranje gdje se tlak sa 150 mbar diže na 30 bar, dehidrira i šalje prema postrojenju OFIG gdje se tlak komprimiranjem podiže na 90 bar pa na 180 bar i šalje cjevovodima prema naftnim poljima Ivanića i Žutice gdje se koristi kao potisni plin za podizanje proizvodnje nafte
- RTO jedinica –dio struje CO₂ sa preostalim H₂S koji oksidira na 800-900°C u SO₂ i ispušta u atmosferu (ispust visine 60 m). Regenerativno termički oksidator (RTO) je vrsta toplinskog oksidatora čiji se rad odvija na autotermičkom principu (bez primjene plamenika). RTO koristi slojeve keramičkog medija za postizanje termičke učinkovitosti. Keramički materijal upija toplinu iz ispušnog plina i koristiti zarobljenu toplinu za zagrijavanje dolazne hladne struje. U reguliranom ciklusu koriste se dva ili više slojeva, a djeluju naizmjenično na zagrijavanju ulazne ili hlađenju izlazne struje.

Bilanca CO₂ za period od 2010. do 2015. godine je dana u tablici 3.3-2.

Tablica 3.3-2: CO₂ materijalna bilanca za period 2010.-2015.

God	Prosječni godišnji sadržaj CO ₂ u ulaznom plinu, vol%	Prosječni godišnji sadržaj CO ₂ u izlaznom plinu, ppm	Količina plina na ulazu, m ³ /god	Količina plina na izlazu, m ³ /god	kaptažni plin dobiven kod stripiranja MDEA otopine m ³ /god	CO ₂ dobiven bilancom,	Prosječni godišnji sadržaj CO ₂ u izlaznom plinu	Prosječni godišnji sadržaj CO ₂ u ulaznom plinu, vol%	Prosječni godišnji sadržaj CO ₂ u izlaznom plinu, ppm	Količina plina na ulazu, m ³ /god	Količina plina na izlazu, m ³ /god	kaptažni plin dobiven kod stripiranja MDEA otopine m ³ /god
2010	25.55	9	1,041,050,600	785,655,500	8,543,900	246,851,200	461,611,744	260,567,592	487,261,397	265,988,428	0	5
2011	26.88	8	1,010,863,066	653,903,801	7,621,100	349,338,165	653,262,369	275,200,410	514,624,767	271,719,992	0	-27
2012	24.96	7	932,917,400	576,545,600	6,339,400	350,032,400	654,560,588	229,515,426	429,193,847	232,856,183	0	-53
2013	25.06	7	962,809,200	696,967,200	6,295,400	259,546,600	485,352,142	218,919,822	409,380,067	241,279,986	0	-19
2014	26.78	7	817,973,320	585,844,400	4,894,900	227,234,020	424,927,617	239,663,586	397,082,883	219,053,255	27,319,798	5
2015	28.46	9	786,636,100	561,619,600	4,896,347	220,120,153	411,624,686	223,559,815	192,349,451	223,876,634	120,699,146	2

Gustoća CO₂ na 15°C iznosi 1.87 kg/m³

Emisija CO₂ izračunata materijalnom bilancom prikazana je u tablici 3.3-3.

Table 3.3-3: The CO₂ emissions (kt) from natural gas scrubbing in CGS Molve

CO ₂ emisija (kt)	1990.	1991.	1992.	1993.	1994.	1995.	1996.	1997.	1998.	1999.	2000.
Centralna plinska stanica Molve	415.95	455.83	477.33	676.12	604.87	739.27	716.40	667.17	589.17	579.32	633.02
Ivanić Grad postrojenje frakcinacije	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ukupno CO ₂ kt	415.95	455.83	477.33	676.12	604.87	739.27	716.40	667.17	589.17	579.32	633.02

CO ₂ emisija (kt)	2001.	2002.	2003.	2004.	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.
Centralna plinska stanica Molve	687.64	702.08	657.51	709.58	691.25	700.25	663.33	575.82	516.44	487.26	509.04
Ivanić Grad postrojenje frakcinacije	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ukupno CO ₂ kt	687.64	702.08	657.51	709.58	691.25	700.25	663.33	575.82	516.44	487.26	509.04

CO ₂ emisija (kt)	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
Centralna plinska stanica Molve	429.19	409.38	397.08	192.35	157.07	232.16	207.05	157.76	173.72	163.76
Ivanić Grad postrojenje frakcinacije	0.00	0.02	1.61	10.05	29.19	29.26	29.26	83.28	73.69	81.44
Ukupno CO ₂ kt	429.19	409.40	398.69	202.40	186.26	261.42	236.30	241.04	247.40	245.19

Transport i distribuciju u Hrvatskoj obavlja operator transportnog sustava (OTS) tvrtka Plinacro d.o.o. i operatori distribucijskog sustava (ODS) (ukupno 34 tvrtke). Transportni sustav kojim upravlja operator transportnog sustava Plinacro d.o.o., sastoji se od međunarodnih, magistralnih, regionalnih i odvojenih plinovoda i objekata na plinovodu, mjernih redukcijских stanica (MRS) različitih kapaciteta te ostalim objektima i sustavima koji omogućavaju pouzdan i siguran rad transportnog sustava. Osnovni podaci o transportnom sustavu Republike Hrvatske prikazani su u Tablici 3.3-4.

Tablica 3.3-4: Osnovni podaci o transportnom sustavu prirodnog plina Republike Hrvatske

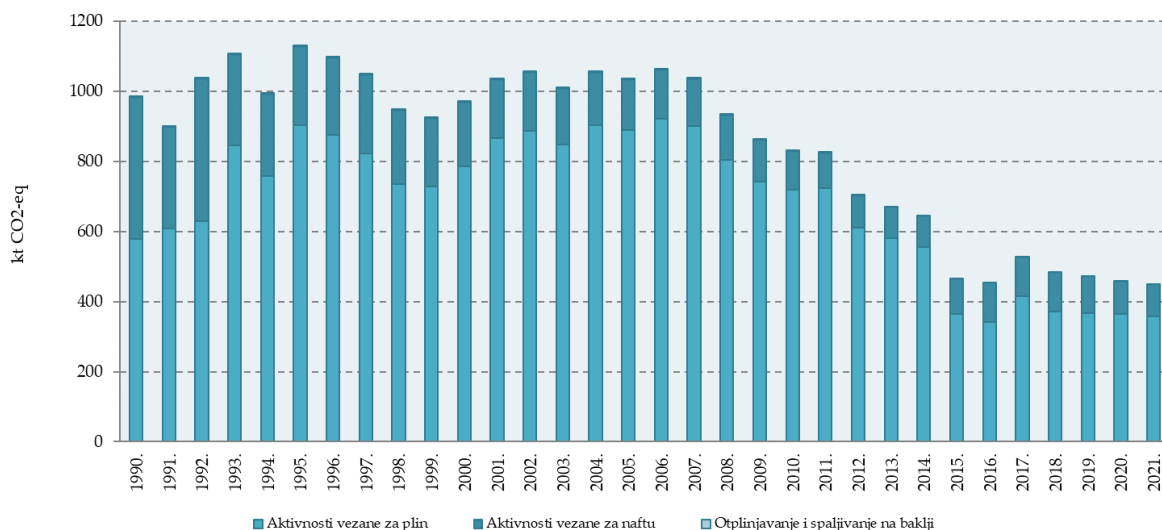
Transportni sustav Republike Hrvatske	
Broj operatora transportnog sustava	1
Ukupna duljina cjevovoda plinskog transportnog sustava	2 693 km
Interkonekcije / operator transportnog sustava:	Rogatec / Plinovodi d.o.o. (SLO) Drávaszerdahely / FGSZ Ltd. (HU)
Podzemno skladište plina / operator sustava skladišta plina:	Okoli / Podzemno skladište plina d.o.o.
Ulazi iz domaće proizvodnje / proizvođač plina	UMS CPS Molve / INA - d.d. UMS Etan, Ivanić Grad / INA - d.d. UMS PS Ferdinandovac / INA - d.d. UMS PS Gola / INA - d.d. UMS PS Hampovica / INA - d.d. UMS Terminal Pula / INAGIP Ltd
Broj priključaka za krajnje kupce priključene na transportni sustav:	34
Broj priključaka za distribucijske sustave i broj operatora distribucijskih sustava:	Broj priključaka: 153 Broj operatora DS: 37
Broj zona uravnoteženja:	1

Ukupne fugitivne emisije iz aktivnosti vezanih za tekuća goriva i prirodni plin prikazane su u tablici 3.3-4 i na slici 3.3-2.

Tablica 3.3-5: Emisija CO₂-eq (kt) iz nafte i prirodnog plina

	1990.	2000.	2005.	2010.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
Oil activities	404.7	183.9	144.6	109.9	102.1	112.4	113.8	112.2	107.2	96.0	91.8
Gas activities	579.8	785.3	890.6	719.6	364.1	342.7	414.4	371.2	366.1	364.2	357.0
Venting and Flaring	1.2	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1
Total	985.7	969.6	1,035.6	829.7	466.5	455.3	528.4	483.7	473.4	460.4	449.0

Slika 3.3-2: Fugitivne emisije iz sirove nafte i prirodnog plina



Fugitivna emisija CO₂-eq iz ovog podsektora čini 2.7% ukupnih emisija iz sektora Energetika u 2021. godini. Od 2006. godine proizvodnja plina i nafte kontinuirano pada pa se posljedično smanjuje i emisija CO₂-eq. Najveći dio emisije u 1990. godini je bio iz aktivnosti vezanih uz naftu (39%) dok je u 2020. godini samo 13.6% emisije vezano za naftu.

Ulazni podaci kao i emisijski faktori korišteni u proračunu emisija dani su u tablicama A3-19 i A3-20, priloga 3.

Fugitivne emisije prekursora ozona i SO₂

Emisije indirektnih stakleničkih plinova za cijelo razdoblje (od 1990. do 2020. godine) izračunate su prema EMEP/EEA metodologiji⁴. Emisije su preuzete iz dokumenta "Informativno izvješće o inventaru emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske (za razdoblje 1990.-2020.)", koje je Hrvatska obavezna izrađivati u okviru Konvencije o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka, a prema Zakonu o zaštiti zraka (NN 127/19, 57/22).

Informativno izvješće o inventaru za 2021. nije bilo dostupno u vrijeme izrade ovog izvješća, stoga je za 2021. godinu korištena oznaka NE.

Sažeti prikaz rezultata proračuna fugitivnih emisija CO, NO_x, NMHOS i SO₂ prikazani su u tablici 3.3-5 i na slici 3.3-3.

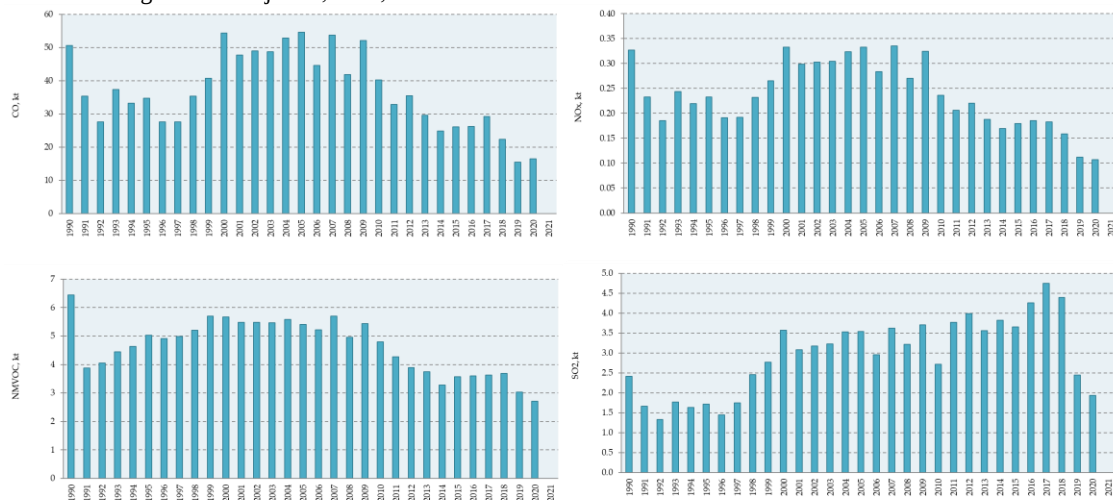
Tablica 3.3-6: Fugitivne emisije prekursora ozona i SO₂

Emisija (kt)	1990.	2000.	2005.	2010.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
CO	50.62	54.33	54.66	40.26	26.16	26.22	29.22	22.37	15.47	16.47	NE
NO _x	0.33	0.33	0.33	0.24	0.18	0.19	0.18	0.16	0.11	0.11	NE
NMHOS	6.44	5.67	5.41	4.79	3.57	3.60	3.63	3.70	3.03	2.71	NE

⁴ <https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-pollution-sources-1/emep-eea-air-pollutant-emission-inventory-guidebook/emep>

Emisija (kt)	1990.	2000.	2005.	2010.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
SO ₂	2.42	3.57	3.54	2.72	3.66	4.26	4.75	4.39	2.44	1.93	NE

Slika 3.3-3: Fugitivne emisije CO, NO_x, NMHOS i SO₂



3.3.2.2. Metodologija proračuna emisija

Fugitivna emisija CH₄

Za proračun fugitivne emisije metana primijenjen je najjednostavniji postupak (prva razina proračuna), baziran na proizvodnji, pretovaru, preradi i potrošnji tekućih fosilnih goriva i prirodnog plina. Prema IPCC, sve zemlje su podijeljene u regije s relativno homogenim značajkama naftnog i plinskog sustava. Hrvatska je prilikom proračuna emisija koristila faktore preporučene za razvijene zemlje (2006 IPCC Guidance, stranica 4.48-4.53, tablica 4.2.4.)

Podaci o količini proizvedene nafte i plina, pretovaru, obradi, skladištenju i potrošnji preuzeti su iz nacionalne energetske bilance. Podaci o količinama transportirane nafte dobiveni su od DZS-a. Podaci o transportiranoj nafti pomoću tankera dobiveni su od INA d.d. (Industrija nafte).

Fugitivne emisije CO₂ i N₂O

Za proračun fugitivne emisije CO₂ i N₂O primijenjen je najjednostavniji postupak (prva razina proračuna), baziran na proizvodnji, pretovaru, preradi i potrošnji tekućih fosilnih goriva i prirodnog plina. Prema IPCC, sve zemlje su podijeljene u regije s relativno homogenim značajkama naftnog i plinskog sustava. Hrvatska je prilikom proračuna emisija koristila faktore preporučene za razvijene zemlje (2006 IPCC Guidance, stranica 4.48-4.53, tablica 4.2.4.)

Podaci o količini proizvedene nafte i plina, pretovaru, obradi, skladištenju i potrošnji preuzeti su iz nacionalne energetske bilance. Podaci o količinama transportirane nafte preuzeti su iz statističkog ljetopisa. Podaci o transportiranoj nafti pomoću tankera dobivena je od INA d.d. (Industrija nafte). Fugitivne emisije od transporta nafte tankerima su proračunate za cijeli niz od 1990. do 2019. godine.

Emisija N₂O iz proizvodnje nafte prijavljena je u kategoriji jer CRF ne daje mogućnost upisa emisije N₂O u kategoriji 1.B.2.a.

Sve fugitivne N₂O emisije iz prirodnog plina prijavljene su u kategoriji 1.B.2.c.2.ii jer CRF ne daje mogućnost prijave tih emisija u kategoriji 1.B.2.b.

Emisija CO₂ nastala prilikom pročišćavanja prirodnog plina

U IPCC vodiču nije dana metoda proračuna emisije CO₂ do koje dolazi prilikom pročišćavanja plina. Emisija CO₂ određena je na temelju razlika u udjelu CO₂ prije i poslije pročišćavanja te količini očišćenog prirodnog plina.

Fugitivne emisije iz aktivnosti vezanih za tekuća goriva i prirodni plin prikazane su u Tablici A3-19 Priloga 3.

'IE' oznaka za CO₂ emisiju u 1.B.2.c.2 (Spaljivanje na baklji)

U CRF aplikaciji u komentarima na CRF aplikaciji unose se svi potrebni komentari. Zbog greške u CRF aplikaciji komentari se ne prenose na CRF tablice ispravno. Podaci u kategoriji 1.B.2.c.2 raspoređeni su u kategoriju 1.B.2.b.

3.3.2.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije

Za određivanje fugitivne emisije iz aktivnosti vezanih za tekuća fosilna goriva i prirodni plin korišten je pristup koji se bazira na proizvodnji, transportu, rafiniranju te skladištenju tekućih fosilnih goriva i prosječnim faktorima emisija. Zbog složenosti naftne i plinske industrije teško je kvantitativno odrediti neto nesigurnosti. Nesigurnost proračuna vezana je najvećim dijelom za faktore emisija kao i kod određivanja fugitivnih emisija metana iz ugljena. Stručnjaci procjenjuju da je točnost proračuna fugitivne emisije iz nafte veća nego kod fugitivne emisije iz plina, međutim nesigurnost je u oba slučaja prilično velika.

Emisija CO₂ do koje dolazi prilikom pročišćavanja prirodnog plina također je prikazana u okviru ovog podsektora. Proračun se bazira na materijalnoj bilanci i emisija je procijenjena s većom točnošću ($\pm 5\%$).

Konzistentnost proračuna

Ulazni podaci, faktori emisije te korištena metodologija za proračun fugitivnih emisija iz goriva konzistentni su za cijelo promatrano razdoblje.

3.3.2.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije (QA/QC)

Za proračun fugitivnih emisija iz aktivnosti povezanih sa naftom, naftnim derivatima i prirodnim plinom korištena je prva razina proračuna. Korišteni faktor emisije je preporučena vrijednost iz IPCC Vodiča. Emisija CO₂ iz procesa čišćenja prirodnog plina na Centralnoj plinskoj stanici Molve određena je korištenjem specifične (nacionalne) metodologije, pošto IPCC vodič ne daje metodologiju za taj izvor emisije.

Tijekom pripreme inventara aktivnosti kontrole kvalitete uglavnom su usmjerene na kompletnost, konzistentnost, usporedivost, preračunavanje i nesigurnost ulaznih podataka, emisijskih faktora i izračunatih emisija.

3.3.2.5. Rekalkulacije emisija

Za 2020. procijenjeni podaci za otpremu nafte zamijenjeni su podacima iz statistike.

3.3.2.6. Planirana poboljšanja proračuna

Za proračun fugitivnih emisija iz aktivnosti vezanih za naftu, naftne derivate i prirodni plin primijenjena je prva razina proračuna. Korišteni faktori emisije su srednje vrijednosti raspona predloženih IPCC faktora. Fugitivna emisija iz prirodnog plina je ključni izvor emisije te bi za proračun trebala biti korištena druga razina proračuna, koja koristi točan izvoru specifičan način proračuna.

Na dugoročnoj osnovi, tim za izradu inventara planira primijeniti drugu razinu proračuna fugitivnih emisija iz aktivnosti vezanih za naftu, naftne derivate i prirodni plin.

3.4. Transport i skladištenje CO₂ (CRF 1.C)

Aktivnosti CO₂ transporta i CO₂ skladištenja ne postoje u Republici Hrvatskoj.

Poglavlje 4: Industrijski procesi i uporaba proizvoda (CRF sektor 2)

4.1. Sektorski pregled

GHG Emisije stakleničkih plinova o kojima se izvješćuje u sklopu sektora 2 CRF-a odnose se na emisije koje nastaju uslijed 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 sektor 2 uključene su sljedeće potkategorije: Proizvodnja ostalih nemetalnih mineralnih proizvoda, Proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda, Proizvodnja metala, Ne-energetska uporaba goriva i otapala, Proizvodnja elektroničkih komponenata, Uporaba zamjenskih tvari za tvari koje oštećuju ozonski sloj, Proizvodnja i uporaba ostalih proizvoda i Ostalo.

Općenito, u ovaj sektor su uključene samo procesne emisije. Emisije uslijed izgaranja goriva u različitim industrijskim granama najvećim su dijelom uključene u sektor Energetika (IPCC kategorija 1.A.2 Izgaranje goriva - Industrija i graditeljstvo). Osim toga, emisije uslijed korištenja nekih goriva (npr. koks ili ugljen) kao sirovina u različitim proizvodnim procesima također su alocirane u sektor Energetika u slučaju kad su ta goriva uključena u energetske bilancu (za detaljnije objašnjenje vidjeti poglavlje 3.1.1).

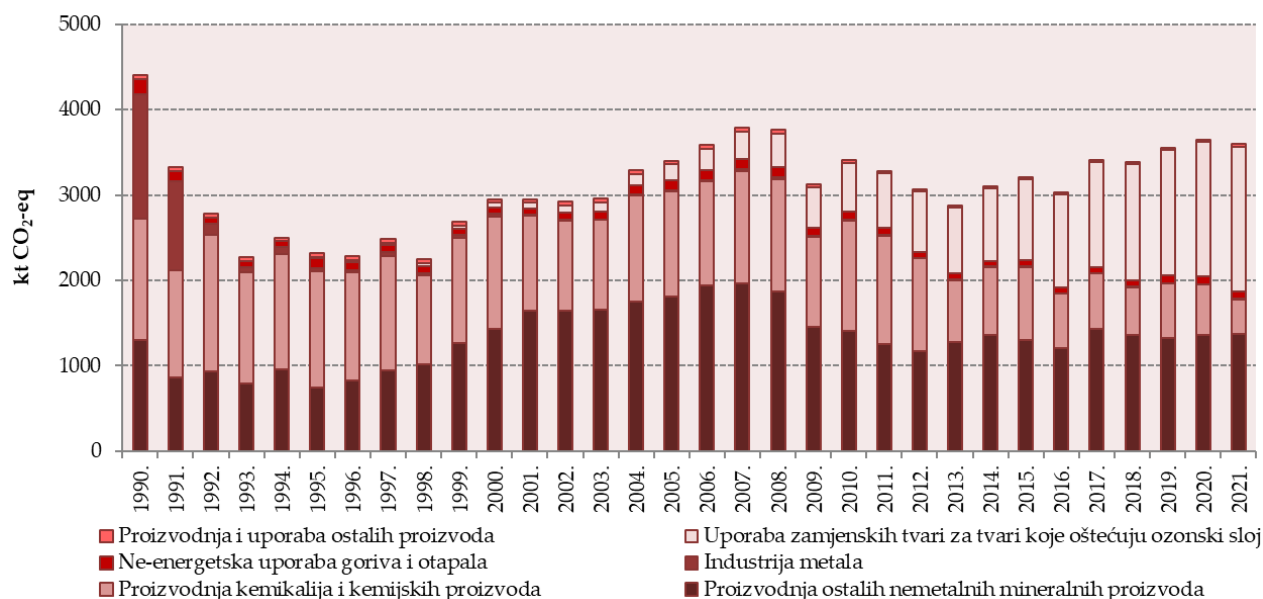
Za postrojenja koja podliježu obvezi izvješćivanja u okviru sustava EU ETS, emisije su preuzete iz verificiranih izvješća o emisijama stakleničkih plinova (dostupno za razdoblje od 2013. godine). Kategorije koje uključuju verificirane emisije u sklopu ovog sektora su sljedeće: 2.A.1 Proizvodnja cementa, 2.A.2 Proizvodnja vapna, 2.A.3 Proizvodnja stakla, 2.A.4 Ostala uporaba karbonata, 2.B.2 Proizvodnja dušične kiseline te 2.C.1 Proizvodnja željeza i čelika (za detalje o razlozima ne preuzimanja verificiranih podataka o emisijama proizvođača amonijaka u sklopu ovog sektora vidjeti poglavlje 4.3.1.2).

Za ostale aktivnosti, podaci su općenito preuzimani iz statističkih izvješća ili direktno od proizvođača. Svi podaci dobiveni od proizvođača u ovom su izvješću prikazani u mjeri u kojoj to dopušta povjerljivost podataka.

4.1.1. Trendovi emisija

Godišnje emisije stakleničkih plinova iz ovog sektora, izražene u kt CO₂-eq, za razdoblje 1990. - 2021., prikazane su na Slici 4.1-1.

Slika 4.1-1: Emisije stakleničkih plinova iz Industrijskih procesa i uporabe proizvoda



U vezi trendova emisija iz ovog sektora, načelno je potrebno istaknuti nekoliko činjenica. Republika Hrvatska bila je federalna jedinica SFR Jugoslavije do 1991. godine. Poslije raspada Jugoslavije i osamostaljenja Hrvatske, prijelaz iz socijalističkog gospodarstva u sustav temeljen na privatnom vlasništvu i otvorenoj tržišnoj ekonomiji usporen je uslijed ratne agresije na Hrvatsku (1991.-1995.). Uz prilagodbu gospodarske politike obrambenim potrebama tijekom ratnog razdoblja, gospodarski razvoj i nakon rata opterećivale su velike ratne štete.

Po prevladavanju izravnih ratnih teškoća, u Hrvatskoj dolazi do rasta BDP-a, s najvišom godišnjom stopom rasta zabilježenom 2002., da bi u 2003. BDP dosegao predratnu razinu. Trend rasta BDP-a nastavio se do 2008., kada dolazi do pada i potom stagnacije, uzrokovanih ponajprije svjetskom gospodarskom krizom, nakon koje nastupa spori oporavak u posljednjih nekoliko godina. Sve navedeno odrazilo se na trendove industrijske proizvodnje u Hrvatskoj, odnosno posljedično i na trendove emisija iz ovog sektora.

Potrebno je također napomenuti i kako su tijekom rata neke od tvornica bile direktno zahvaćene ratnim zbivanjima te je proizvodnja u njima tada bila obustavljena ili značajno smanjena i s učestalim prekidima. Ovi pogoni nerijetko su bili devastirani, zajedno s arhivama podataka koji su potrebni za izračun emisija. S obzirom na to da se radi o netipičnom razdoblju proizvodnje, procjene podataka koji nedostaju otežane su zbog neusporedivosti s ostalim, neratnim godinama, kao i neusporedivosti s pogonima koji su tada bili u funkciji na područjima koja nisu u toj mjeri bila zahvaćena ratnim zbivanjima.

Usto, neki od statističkih podataka koji su bili dostupni u baznoj godini više se ne prikupljaju u istom obliku, odnosno, izmjenom statističkih standarda tijekom razdoblja proračuna određeni podaci obuhvaćeni su različitim klasifikacijama i razinama agregacije. Stoga je bilo nužno primijeniti neke od metoda procjene podataka sukladno smjernicama (*2006 IPCC Guidelines, Volume 1: General Guidance and Reporting*), što je detaljno opisano u narednim poglavljima po kategorijama izvora.

U sektoru Industrijski procesi i uporaba proizvoda, sljedeće kategorije izvora predstavljaju ključne izvore emisije (prikazano u Tablici 4.1-1).

Tablica 4.1-1: Kategorije ključnih izvora emisije u sektoru Industrijski procesi i uporaba proizvoda, temeljene na procjeni prema razini i trendu u 2022. godini⁵

Tablica							
Analiza Tier 1 i Tier 2 – Sažetak analize izvora (Inventar stakleničkih plinova RH, 2023)							
Kategorija izvora prema IPCC-u	Stakl. plin	Ključn i izvor	Ako je stupac C DA, tada je kriterij za identifikaciju sljedeći				Kom.
2.A.1 Proizvodnja cementa	CO ₂	Da	L1e	T1e	L1i	T1i	
2.B.1 Proizvodnja amonijaka	CO ₂	Da	L1e	T1e	L1i	T1i	
2.B.2 Proizvodnja dušične kiseline	N ₂ O	Da		T1e		T1i	
2.B.8 Proizvodnja petrokemijskih proizvoda i čađe	CO ₂	Da		T1e		T1i	
2.C.2 Proizvodnja ferolegura	CO ₂	Da		T1e		T1i	
2.C.3 Proizvodnja aluminijske	CO ₂	Da				T1i	
2.C.3 Proizvodnja aluminijske	PFCs	Da		T1e		T1i	
2.F.1 Sustavi za hlađenje i klimatizaciju	CO ₂	Da	L1e, L2e	T1e, T2e	L1i, L2i	T1i, T2i	

L1e - Procjena razine isključujući LULUCF Tier 1

L1i - Procjena razine uključujući LULUCF Tier 1

T1e - Procjena trenda isključujući LULUCF Tier 1

T1i - Procjena trenda uključujući LULUCF Tier 1

L2e - Procjena razine isključujući LULUCF Tier 2

L2i - Procjena razine uključujući LULUCF Tier 2

T2e - Procjena trenda isključujući LULUCF Tier 2

T2i - Procjena trenda uključujući LULUCF Tier 2

⁵ Podaci o ključnim izvorima emisije preuzeti su iz Priloga 1 Ključni izvori emisija (Tier 1 i Tier 2)

4.2. Proizvodnja ostalih nemetalnih mineralnih proizvoda (CRF 2.A)

4.2.1. Proizvodnja cementa (2.A.1)

4.2.1.1. Opis izvora emisije

U proizvodnji cementa, procesne emisije potječu od kalcijevog karbonata (i manjim dijelom magnezijevog karbonata) iz sirovine, čijim se zagrijavanjem oslobađa CO₂. Dobiveni kalcijev oksid zagrijava se kako bi se formirao klinker, koji se potom usitnjava, te uz dodavanje gipsa i drugih aditiva nastaje cement kao konačni proizvod.

Tijekom izvještajnog razdoblja, u Hrvatskoj je u pogonu bilo sedam tvornica. Četiri tvornice bile su aktivne tijekom čitavog razdoblja (1990.-2021.). Jedna od njih proizvodi aluminatni cement, dok su ostale tvornice (uključujući i danas neaktivne) proizvodile portland cement. U tvornici koja proizvodi aluminatni cement, do 1997. u drugoj proizvodnoj liniji također se proizvodio i portland cement.

Jedna tvornica zatvorena je u srpnju 1994., a dvije su radile s povremenim prekidima (jedna je bila aktivna u razdoblju 1990.-1995. i 1998.-2021., a druga u razdoblju 1990.-2009. te tijekom 2014.).

Proizvodnja je varirala ovisno o gospodarskoj situaciji i potražnji na tržištu, te je tako ukupna proizvodnja na nacionalnoj razini smanjena u razdoblju 1991.-1995. uslijed rata, da bi u narednom razdoblju 1996.-2007. proizvodnja ponovo porasla s porastom aktivnosti u građevinskom sektoru. Trend nakon 2008. godine posljedica je gospodarske krize koju slijedi spori oporavak nakon 2012. godine.

Od 2013. godine, sve aktivne cementare obuhvaćene su EU ETS-om (pet tvornica u razdoblju 2013.-2021. i jedna tvornica tijekom 2014., budući da ostale godine nije bila u funkciji).

Za kategoriju izvora 2.A.1 proveden je projekt unaprjeđenja proračuna emisija koji je obuhvaćao prikupljanje i obradu podataka o nekarbonatnim izvorima CaO i MgO korištenima kao sirovina u proizvodnji cementa. Na ovaj način, svi izvori CaO i MgO uključeni su u procjenu emisija u skladu s IPCC smjernicama i preporukama ERT-a za poboljšanje dosadašnjeg proračuna emisija.

4.2.1.2. Metodologija proračuna emisije

Metodologija

- T2 (1990.-2012.)
- T2, T3 (2013.- nadalje)

Emisija CO₂ za razdoblje 1990.-2012. (prije uključivanja u EU ETS) izračunava se korištenjem druge razine proračuna (eng. *Tier 2 metodologije 2006 IPCC Guidelines*), tj. množenjem faktora emisije (izraženog u tonama CO₂ emitiranog po toni proizvedenog klinkera) i ukupne godišnje proizvodnje klinkera, korigirane za udio klinkera koji se „izgubi” kao klinker prašina (eng. *cement kiln dust, CKD*). Na ovaj način, emisija je izračunata za svaku tvornicu zasebno.

$$\text{Emisija CO}_2 [\text{t}] = \text{proizvodnja klinkera} [\text{t}] \times \text{faktor emisije} [\text{t CO}_2/\text{t klinkera}] \times \text{korekcijski faktor klinker prašine}$$

Za ovaj podnesak, proveden je projekt unaprjeđenja proračuna u sklopu kojeg su prikupljeni i analizirani svi dostupni podaci o nekarbonatnim izvorima CaO i MgO. Podaci su prikupljeni putem upitnika upućenog operaterima – proizvođačima cementa. Za podatke koji nisu bili dostupni, izvršena je procjena temeljem poznatih podataka, u skladu s IPCC metodologijom.

Od 2013., podatke o emisijama i korištenim metodologijama proračuna koji su verificirani od strane neovisnih akreditiranih verifikatora operateri dostavljaju u MINGOR u sklopu godišnjih Izvješća o emisijama sustava trgovanja emisijskim jedinicama stakleničkih plinova. MINGOR navedene podatke potom dostavlja na uvid sektorskim ekspertima, te se ove emisije preuzimaju u dostavljenom obliku. Dvije tvornice obuhvaćene EU ETS-om za proračun emisija koriste metodologiju temeljenu na ulazu sirovine u peć⁶, koja je usporediva s *Tier 3* metodologijom iz smjernica *2006 IPCC Guidelines*, dok ostale tvornice koriste metodologiju temeljenu na proizvodnji klinkera⁷, koja je usporediva s *Tier 2* metodologijom iz istih smjernica.

Faktori emisije

- PS (1990.-2021.– šest tvornica)
- D (1990.-1994. – jedna tvornica)

Za razdoblje 1990.-2012., faktor emisije za svaku tvornicu zasebno (eng. *plant-specific EF*) određen je temeljem sadržaja CaO i MgO iz karbonata u proizvedenom klinkeru.

Sadržaj CaO i MgO iz karbonata u proizvedenom klinkeru izračunat je oduzimanjem udjela CaO i MgO iz nekarbonatnih izvora od ukupnog udjela CaO i MgO u klinkeru. Sadržaj CaO i MgO iz karbonata potom je pomnožen s omjerom molekulskih masa CO₂ i CaO ili MgO, kako slijedi:

$$EF = EF_{CaO} + EF_{MgO} = (CaO_{cl} - CaO_{ns}) \times 0.785 + (MgO_{cl} - MgO_{ns}) \times 1.092$$

gdje su:

- EF_{CaO} i EF_{MgO} - faktori emisije za CaO i MgO iz karbonata [t CO₂/t klinkera]
 CaO_{cl} i MgO_{cl} - ukupni sadržaj CaO i MgO u klinkeru [t/t klinkera]
 CaO_{ns} i MgO_{ns} - sadržaj CaO i MgO u klinkeru iz nekarbonatnih izvora [t/t klinkera]
 0.785 - omjer molekulskih masa CO₂/CaO
 1.092 - omjer molekulskih masa CO₂/MgO

Ukupni sadržaj CaO i MgO u klinkeru sve tvornice mjere u vlastitim laboratorijima na dnevnoj bazi, osim jedne tvornice koja je po uključivanju u EU ETS prestala s mjerenjem ovog parametra budući da za izračun emisija koristi metodologiju temeljenu na ulazu sirovine u peć.

Za jednu tvornicu (koja je prestala s radom 1994.), podaci o sadržaju CaO i MgO u klinkeru nisu dostupni te je za izračun korišten preporučeni faktor emisije (*2006 IPCC Guidelines*). Također, u sklopu jedne tvornice postojale su dvije proizvodne linije, od kojih je jedna obustavljena 1997. godine i za nju nisu dostupni podaci o nekarbonatnim izvorima, te stoga nije uzeta u obzir pri unaprjeđenju izračuna emisija, odnosno, u gore navedenu formulu uvršten je samo ukupni sadržaj CaO i MgO u klinkeru, te se pretpostavlja da ta tvornica nije koristila nekarbonatne izvore u proizvodnji klinkera u razdoblju 1990.-2012.

⁶ Metoda A prema Uredbi Komisije (EU) br. 601/2012 od 21. lipnja 2012. o praćenju i izvješćivanju o emisijama stakleničkih plinova u skladu s Direktivom 2003/87/EZ Europskog parlamenta i Vijeća, Prilog IV

⁷ Metoda B prema Uredbi Komisije (EU) br. 601/2012 od 21. lipnja 2012. o praćenju i izvješćivanju o emisijama stakleničkih plinova u skladu s Direktivom 2003/87/EZ Europskog parlamenta i Vijeća, Prilog IV

Aluminatni cement, odnosno klinker, proizvodi se taljenjem mješavine vapnenca i boksita, te je faktor emisije CO₂ znatno manji nego kod portland cementa (oko 0.3 t CO₂/t klinkera), no njegova proizvodnja u Hrvatskoj čini u prosjeku manje od 4% ukupno proizvedenog klinkera.

Korekcijski faktor klinker prašine (CF_{ckd}) ovisi o tehnologiji proizvodnje. Za tri tvornice, zbog nedostatnih podataka korišten je preporučeni CF_{ckd} (2% ukupne emisije CO₂ iz proizvodnje klinkera, 2006 IPCC Guidelines), za cijelo razdoblje proračuna prije uključivanja u ETS. U jednoj tvornici tijekom razdoblja 1990.-1995. te od 2008. nadalje, sav CKD je recikliran, te je CF_{ckd}=1, dok je za razdoblje 1996.-2008. korišten preporučeni CF_{ckd}. U preostale tri tvornice, iz tehničko-tehnoloških razloga ne dolazi do napuštanja prašine iz peći, te je CF_{ckd}=1 za cijelo razdoblje proračuna⁸.

Od 2013., u proračun verificiranih emisija CO₂ za sve su tvornice uključeni svi podaci u skladu sa zahtjevima EU ETS-a i Tier 2, odnosno Tier 3 metodologije iz smjernica 2006 IPCC Guidelines⁹.

Podaci o aktivnosti

Za vremenski niz 1990.-2006., podaci o proizvodnji klinkera, sadržaju CaO i MgO u klinkeru te CKD-u prikupljeni su u sklopu dva projekta provedena 2007. i 2008. godine – studije „Hrvatska industrija cementa i klimatske promjene“¹⁰ (obuhvaća šest tvornica) i „Programa smanjenja emisije CO₂ iz tvornice cementa Istra cement“¹¹ (obuhvaća jednu tvornicu). Ovi podaci prikupljeni su direktno od proizvođača cementa putem popunjenih upitnika.

Za razdoblje nakon 2007., tvornice ove podatke, također u formi popunjenih upitnika, dostavljaju u Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja (dalje: MINGOR) koje ih potom proslijeđuje sektorskim ekspertima.

Za ovaj podnesak, u sklopu projekta unaprjeđenja, od operatera su zatraženi podaci o nekarbonatnim izvorima. Ovisno o dostupnosti navedenih podataka, operateri su dostavili popunjene upitnike koji su sadržavali djelomične vremenske nizove, te je stoga bilo potrebno izvršiti procjenu svih nedostajućih podataka. Općenito, u komunikaciji s operaterima, utvrđena je nedostupnost starijih povijesnih podataka u njihovim arhivama. Dostupnost se razlikuje po tvornicama, no podaci za razdoblje do 1998. godine nisu dostupni ni za jedno postrojenje u Hrvatskoj. Za pojedina postrojenja postoje podaci o utrošku nekarbonatne sirovine no nisu provedene analize sastava sirovine, odnosno sadržaja CaO i MgO u pojedinim materijalima.

Procjena podataka koji nedostaju izvršena je u skladu s metodologijom iz smjernica 2006 IPCC GL (Volume 1: General Guidance and Reporting, Chapter 2: Approaches to Data Collection), u ovisnosti o razini dostupnosti podataka za svaku godinu i svako pojedinačno postrojenje.

U procjeni nedostajućih podataka, korištena je metoda prosječnih podataka za najbliže vremensko razdoblje s poznatim podacima, odnosno uglavnom su korišteni podaci 10 najbližih godina s dostupnim podacima.

Iz dostavljenih podataka, može se zaključiti da se u Hrvatskoj od nekarbonatnih izvora CaO i MgO najčešće koriste boksit, troska i pirit. Od karbonatne sirovine u proizvodnji klinkera najčešće se koriste vapnenci i lapori.

⁸ Podaci potrebni za izračun faktora CF_{ckd} zatraženi su od tvornica no budući da je nesigurnost ovih dobivenih procijenjenih podataka iznimno visoka, korišten je preporučeni faktor. Za sve pogone za koje je korišten CF_{ckd}=1, podaci su prikupljeni direktnim kontaktiranjem tvornica. U sklopu verifikacije izvješća o emisijama (EU ETS), obilaskom ovih pogona potvrđeno je da u njima ne dolazi do „gubitka“ CKD-a iz procesa.

⁹ Za razdoblje nakon uključivanja u EU ETS, podaci o nekarbonatnim izvorima su dostupni no kako se radi o podacima koji se znatno razlikuju po godinama (vrsta i količina sirovine), nije moguće temeljem ovih podataka napraviti procjenu nedostajućih podataka za ostale godine.

¹⁰ Studija je izrađena na inicijativu udruženja Croatia Cement g.i.u., a izrađivač je EKONERG d.o.o.

¹¹ Naručitelj Programa je tvornica Istra cement d.d., a izrađivač je EKONERG d.o.o.

Od 2013., uz podatke o emisijama iz verificiranih izvješća, MINGOR sektorskim ekspertima također dostavlja i popunjene upitnike iz tvornica te se iz njih preuzimaju podaci o proizvedenom klinkeru.

Tvornice proizvedenu količinu klinkera izračunavaju iz utroška sirovine, osim jedne koja ovaj podatak računa korištenjem kombinacije metoda, između ostalog računanjem zapremine klinkera dopremljenog u silos.

Zbirni podaci o proizvodnji klinkera i izračunatoj emisiji prikazani su u Tablici 4.2-1. Budući da se aluminatni cement proizvodi u samo jednoj tvornici, zbog povjerljivosti podataka ne prikazuju se zasebno podaci o proizvodnji po vrstama klinkera.

Tablica 4.2-1: Ukupna proizvodnja klinkera i procesna emisija CO₂

Godina	Ukupna proizvodnja klinkera (kt)	Ukupna procesna emisija CO ₂ (kt)
1990.	2062.4	1086.2
1991.	1337.1	704.2
1992.	1566.3	826.6
1993.	1305.1	682.4
1994.	1583.7	834.0
1995.	1197.6	622.6
1996.	1306.3	682.6
1997.	1533.8	801.9
1998.	1649.1	861.1
1999.	2151.0	1128.6
2000.	2382.1	1257.0
2001.	2739.2	1443.3
2002.	2698.6	1423.5
2003.	2692.1	1426.9
2004.	2852.2	1510.0
2005.	2926.6	1541.9
2006.	3104.4	1635.1
2007.	3160.5	1661.5
2008.	2995.1	1567.8
2009.	2439.1	1247.0
2010.	2320.5	1210.2
2011.	2071.7	1081.9
2012.	1996.5	1034.7
2013.	2198.3	1141.0
2014.	2318.5	1225.1
2015.	2155.8	1169.2
2016.	2055.2	1076.5
2017.	2411.1	1287.3
2018.	2325.8	1210.7
2019.	2272.4	1184.1
2020.	2350.7	1212.9
2021.	2406.0	1204.8

4.2.1.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije

Nesigurnost procjene podataka o aktivnostima i faktora emisije iznosi 2% prema preporučenim vrijednostima (2006 IPCC Guidelines).

Emisije iz Proizvodnje cementa za svaku tvornicu izračunate su korištenjem iste metodologije i istog temeljnog izvora podataka (tvornice) za razdoblje proračuna 1990.-2012. Pritom se za tvornice za koje nisu dostupni podaci o nekarbonatnim izvorima CaO i MgO uzima pretpostavka da nije bilo korištenja nekarbonatnih izvora u proizvodnji klinkera. Za jednu tvornicu, koja je bila u funkciji do 1994., dostupni su samo podaci o proizvodnji klinkera te je korišten preporučeni faktor emisije.

Verificirane emisije CO₂ prijavljene nakon 2013. definirane su u skladu sa zahtjevima EU ETS-a, te se za izračun ovih emisija za svaku pojedinačnu tvornicu koristila ista metodologija za čitavo navedeno razdoblje. Samo dvije tvornice koriste Tier 3 metodologiju, te se premda su za razdoblje nakon uključivanja u EU ETS za ove tvornice dostupni podaci potrebni za izračun prema Tier 3 metodologiji, budući da se radi o razdoblju od samo pet godina, nije izvršena procjena podataka za prelazak na višu razinu proračuna za godine 1990.-2012., već je za ovo razdoblje zadržana Tier 2 razina proračuna.

4.2.1.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije (QA/QC)

Tijekom pripreme inventara, aktivnosti kontrole kvalitete su uglavnom fokusirane na cjelovitost i konzistentnost ulaznih podataka i izračunatih emisija sukladno smjernicama 2006 IPCC Guidelines. Također, osigurava se i dokumentiranje i pohranjivanje svih ulaznih podataka i informacija relevantnih za proračun emisija.

Od 2013., premda više nisu potrebni za izračun emisija, i dalje se prikupljaju upitnici iz tvornica kako bi se identificirale i dokumentirale eventualne promjene u radu pojedinih pogona. Potrebno je napomenuti kako neke od tvornica koje za izračun emisija koriste metodologiju temeljenu na ulazu sirovine u peć više ne analiziraju sastav klinkera, te nije moguće napraviti usporedbu emisija prema Tier 2 metodologiji.

4.2.1.5. Rekalkulacija emisije

Za kategoriju izvora 2.A.1 proveden je projekt unaprjeđenja proračuna emisija koji je obuhvaćao prikupljanje i obradu podataka o nekarbonatnim izvorima CaO i MgO korištenima kao sirovina u proizvodnji cementa. Na ovaj način, svi izvori CaO i MgO uključeni su u procjenu emisija u skladu s IPCC smjernicama i preporukama ERT-a za poboljšanje dosadašnjeg proračuna emisija, te su izvršene rekalkulacije emisija za razdoblje 1990.-2012. god.

4.2.1.6. Planirana poboljšanja proračuna emisije

Nisu planirana dodatna poboljšanja proračuna u ovoj kategoriji izvora.

4.2.2. Proizvodnja vapna (2.A.2)

4.2.2.1. Opis izvora emisije

Pri proizvodnji vapna CO₂ nastaje tijekom postupka kalcinacije, u kojem se vapnenac (CaCO₃) ili dolomit (CaCO₃*MgCO₃) zagrijevaju u peći do visokih temperatura (900-1200°C), pri čemu nastaje kalcitno vapno (CaO) ili dolomitno vapno (CaO*MgO).

U Hrvatskoj je tijekom izvještajnog razdoblja u pogonu bilo pet tvornica vapna, od kojih su dvije proizvodile i kalcitno i dolomitno vapno, dok ostale proizvode samo kalcitno vapno. Proizvodnja u ovim

tvornicama varirala je tijekom godina. Jedna tvornica obustavila je proizvodnju 2009. godine, te jedna 2011. godine. Također, u tvornicama koje su danas u pogonu, proizvodnja je varirala u obujmu ili čak bila obustavljena tijekom godina (jedna tvornica nije proizvodila vapno od 1992. do 1997. uslijed značajnih ratnih šteta, dok je druga zaustavila proizvodnju tijekom 2009. zbog tehničkih razloga, kao i jedna koja je obustavila proizvodnju 2010. da bi je ponovo pokrenula 2019. godine). Cjelokupna proizvodnja dolomitnog vapna bila je obustavljena od 1991. do 1995. godine.

Od 2013., sve aktivne tvornice vapna (danas tri tvornice) uključene su u EU ETS.

Tijekom 1990. i 1991., određena količina nekomercijalnog kalcitnog vapna proizvedena je za potrebe proizvodnje sirovog željeza, u sklopu tog pogona.

Kalcitno vapno također se proizvodi za potrebe rafiniranja šećera u tri šećerane no utvrđeno je kako se sav nastali CO₂ vraća u proces te ne dolazi do emisije iz ove aktivnosti. Stoga je proizvodnja vapna u šećerana isključena iz proračuna emisija u ovom podnesku.

Osim prethodno navedenog, u Hrvatskoj nije bilo druge proizvodnje nekomercijalnog vapna.

Trend proizvodnje sličan je trendovima u cementnoj industriji zbog iste ovisnosti o gospodarskoj situaciji i potražnji na tržištu.

4.2.2.2. Metodologija proračuna emisije

Metodologija

Tvornice vapna

- T2 (1990.-2012.)
- T3 (2013.- nadalje)

Emisija CO₂ za razdoblje 1990.-2012. (prije uključivanja u EU ETS) za sve tvornice izračunava se korištenjem *Tier 2* metodologije (2006 IPCC Guidelines), tj. množenjem faktora emisije (izraženog u tonama CO₂ emitiranog po toni proizvedenog vapna) i ukupne godišnje proizvodnje vapna. Budući da se svi podaci o proizvodnji odnose na negašeno vapno, primjena korekcijskog faktora za gašeno vapno nije potrebna.

Na ovaj način, emisija je izračunata za svaku tvornicu zasebno, s iznimkom dvije tvornice čiji podaci za razdoblje 1990.-2004. nisu mogli biti prikupljeni odvojeno (tvornice su bile u vlasništvu istog proizvođača) te su stoga njihove emisije izračunate zbirno.

Samo se u jednoj tvornici (uključujući i proizvođača sirovog željeza) koristi rotacijska peć, ali se sva vapnena prašina (eng. *lime kiln dust* – LKD) vraća u peć. Ostale tvornice koriste vertikalne šahtne peći koje stvaraju zanemarive količine LKD-a. Stoga se korekcijski faktor za LKD nije koristio za izračun emisija.

Od 2013., podaci o emisijama i korištenim metodologijama proračuna koji su verificirani od strane neovisnih akreditiranih verifikatora preuzeti su iz godišnjih Izvješća o emisijama sustava trgovanja emisijskim jedinicama stakleničkih plinova. Tvornice obuhvaćene EU ETS-om za proračun emisija koriste metodologiju temeljenu na ulazu sirovine u peć¹², koja je usporediva s *Tier 3* metodologijom iz smjernica 2006 IPCC Guidelines.

Postrojenje za proizvodnju sirovog željeza

- T1 (1990.-1991.)

¹² Metoda A prema Uredbi Komisije (EU) br. 601/2012 od 21. lipnja 2012. o praćenju i izvješćivanju o emisijama stakleničkih plinova u skladu s Direktivom 2003/87/EZ Europskog parlamenta i Vijeća, Prilog IV

Emisije iz proizvodnje kalcitnog vapna za potrebe proizvodnje sirovog željeza u jednoj tvornici tijekom 1990. i 1991. izračunate su korištenjem *Tier 1* metodologije (2006 IPCC Guidelines), tj. množenjem preporučenog faktora emisije i godišnje proizvodnje vapna, zbog nedostupnosti podataka potrebnih za višu razinu proračuna.

Faktori emisije

- PS (1990.-2021. – tvornice vapna)
- D (1990.-1991. – proizvođač sirovog željeza)

Za razdoblje 1990.-2012., faktori emisije određeni su za svaku tvornicu zasebno (eng. *plant-specific* EF), temeljem sadržaja CaO u proizvedenom kalcitnom i sadržaja CaO*MgO u dolomitnom vapnu. Nekarbonatna sirovina nije uzeta u obzir jer se, prema podacima od tvornica, koriste zanemarive količine ovih sirovina. Sadržaj CaO/CaO*MgO u vapnu potom je pomnožen s omjerom molekulskih masa CO₂ i CaO ili CaO*MgO, kako slijedi:

$$EF_{ql} = CaO_{ql} \times 0.785$$

$$EF_{dl} = CaO*MgO_{dl} \times 0.913$$

Gdje je:

EF _{ql} i EF _{dl}	- faktori emisije za kalcitno i dolomitno vapno [t CO ₂ /t vapna]
CaO _{ql}	- sadržaj CaO u kalcitnom vapnu [t CaO/t kalcitnog vapna]
CaO*MgO _{dl}	- sadržaj CaO*MgO u dolomitnom vapnu [t CaO*MgO/t dolomitnog vapna]
0.785	- omjer molekulskih masa CO ₂ /CaO
0.913	- omjer molekulskih masa CO ₂ / CaO*MgO

Što se tiče proizvodnje kalcitnog vapna za potrebe proizvodnje sirovog željeza, korišten je preporučeni faktor emisije od 0.75 t CO₂ po t vapna (2006 IPCC Guidelines).

Od 2013., u proračun verificiranih emisija CO₂ za sve su tvornice uključeni svi podaci u skladu sa zahtjevima EU ETS-a i *Tier 3* metodologije iz smjernica 2006 IPCC Guidelines.

Podaci o aktivnosti

Za vremenski niz 1990.-2007., podaci o proizvodnji negašenog vapna u vapnarama, te o sadržaju CaO i CaO*MgO u vapnu prikupljeni su u sklopu projekta provedenog 2008. godine – studije „Hrvatska industrija vapna i klimatske promjene“¹³ (obuhvaća sve tvornice vapna). Ovi podaci prikupljeni su direktno od proizvođača vapna putem popunjenih upitnika. Tvornice vapna za razdoblje nakon 2007., sve ulazne podatke dostavljaju u MINGOR u formi popunjenih upitnika, te se oni potom prosljeđuju sektorskim ekspertima. Osim navedenog, podaci o proizvodnji vapna u 1990. i 1991. prikupljeni su direktno od proizvođača sirovog željeza.

Za ovaj podnesak, zatražena je dodatna provjera svih povijesnih podataka od strane proizvođača te su izvršene manje korekcije (za tri tvornice) za razdoblje 2005.-2010.

Sadržaj CaO/CaO*MgO u vapnu mjeri se u internim laboratorijima u sklopu tvornica ili u vanjskim laboratorijima. Za jednu tvornicu vapna, u razdoblju od 1990. do 2007. godine bila je dostupna samo procjena proizvođača o sadržaju CaO u vapnu (tj. ovaj parametar nije mjereno), dok su podaci iz ove

¹³ Naručitelj Studije je PROMINS g.i.u., a izrađivač je EKONERG d.o.o.

tvornice za godine nakon 2007. dobiveni analizom akreditiranog laboratorija. Zbog nekonzistentnosti ovih procjena s podacima za ostatak vremenskog niza (i s rasponom kojeg daje *Guidelines*), za proračun emisija korištena je prosječna vrijednost sadržaja CaO za godine za koje su dostavljeni izmjereni podaci. Od 2013., uz podatke o emisijama iz verificiranih izvješća, MINGOR sektorskim ekspertima također dostavlja i popunjene upitnike iz tvornica.

Zbirni podaci o proizvodnji vapna, faktorima emisije i izračunatoj emisiji prikazani su u Tablicama 4.2-2 i 4.2-3.

Emisije su se nakon 1990. godine smanjile zbog rata, nakon čega je zabilježen brz rast uglavnom zbog povećanja aktivnosti u građevinskom sektoru, koje je usporila gospodarska kriza nakon 2008. godine. Prestanak proizvodnje sirovog željeza 1991. godine pridonio je padu emisije u 1992. godini.

Tablica 4.2-2: Proizvodnja vapna

Godina	Proizvodnja kalcitnog vapna u vapnarama (kt)	Proizvodnja dolomitnog vapna u vapnarama (kt)	Proizvodnja kalcitnog vapna za sirovo željezo (kt)	Ukupna proizvodnja vapna (kt)
1990.	193.2	7.5	18.6	219.3
1991.	143.6	NO	11.7	155.3
1992.	106.4	NO	NO	106.4
1993.	116.9	NO	NO	116.9
1994.	117.2	NO	NO	117.2
1995.	113.5	NO	NO	113.5
1996.	109.2	38.1	NO	147.3
1997.	100.9	55.2	NO	156.0
1998.	105.3	53.4	NO	158.6
1999.	90.8	52.7	NO	143.5
2000.	105.4	68.6	NO	173.9
2001.	118.2	84.8	NO	203.0
2002.	129.1	94.4	NO	223.5
2003.	124.6	96.2	NO	220.8
2004.	181.3	56.7	NO	238.0
2005.	169.9	78.7	NO	248.6
2006.	199.1	98.2	NO	297.3
2007.	194.2	110.3	NO	304.5
2008.	167.9	118.4	NO	286.2
2009.	111.0	84.9	NO	195.9
2010.	72.3	87.4	NO	159.7
2011.	62.9	71.8	NO	134.7
2012.	43.5	59.3	NO	102.8
2013.	44.9	52.9	NO	97.8
2014.	40.0	53.4	NO	93.4
2015.	52.0	46.2	NO	98.2
2016.	44.2	42.2	NO	86.4
2017.	39.9	67.0	NO	106.9
2018.	40.1	75.1	NO	115.2
2019.	82.5	38.5	NO	121.0
2020.	39.8	89.2	NO	129.0
2021.	35.7	117.5	NO	153.2

Tablica 4.2-3: Faktori emisije i procesna emisija CO₂ iz proizvodnje vapna

Godina	Prosječni EF za kalcitno vapno – sve tvornice vapna (t/t)	Prosječni EF za dolomitno vapno – sve tvornice vapna (t/t)	EF za kalcitno vapno – sirovo željezo (t/t)	IEF – ukupna proizvodnja vapna (t/t)	Ukupna emisija iz proizvodnje vapna (kt)
1990.	0.71	0.87	0.75	0.72	156.8
1991.	0.71	*	0.75	0.72	111.2
1992.	0.72	*	*	0.72	76.7
1993.	0.73	*	*	0.72	84.8
1994.	0.73	*	*	0.73	85.2
1995.	0.74	*	*	0.73	83.4
1996.	0.72	0.86	*	0.74	111.7
1997.	0.72	0.85	*	0.76	119.6
1998.	0.71	0.87	*	0.77	121.7
1999.	0.71	0.87	*	0.77	110.6
2000.	0.71	0.89	*	0.77	135.7
2001.	0.71	0.89	*	0.78	159.7
2002.	0.72	0.89	*	0.79	176.8
2003.	0.71	0.88	*	0.79	173.6
2004.	0.72	0.89	*	0.79	181.5
2005.	0.73	0.88	*	0.76	192.3
2006.	0.72	0.90	*	0.77	231.9
2007.	0.73	0.90	*	0.78	240.2
2008.	0.75	0.90	*	0.79	232.6
2009.	0.71	0.86	*	0.81	152.0
2010.	0.72	0.90	*	0.78	130.8
2011.	0.69	0.89	*	0.82	107.6
2012.	0.69	0.88	*	0.80	82.1
2013.	0.65	0.85	*	0.80	74.3
2014.	0.64	0.86	*	0.76	71.5
2015.	0.64	0.86	*	0.77	73.4
2016.	0.62	0.86	*	0.75	63.8
2017.	0.63	0.85	*	0.74	82.1
2018.	0.64	0.84	*	0.77	88.9
2019.	0.73	0.84	*	0.77	92.7
2020.	0.70	0.85	*	0.80	103.7
2021.	0.70	0.83	*	0.80	123.0

* u navedenim godinama nije bilo proizvodnje

Prosječni godišnji faktor emisije za vapno proizvedeno u tvornicama vapna (i kalcitno i dolomitno vapno) općenito se smanjio od 2013. zbog primjene više proračuna razine nakon uključivanja u EU ETS. U 2011. i 2012. godini, prosječni faktor emisije za kalcitno vapno je također bio donekle nizak jer su u 2011. godini radile samo dvije tvornice, te samo jedna u 2012., a ta tvornica općenito ima vrlo nizak sadržaj CaO u vapnu (u prosjeku oko 88%).

4.2.2.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije

Nesigurnost procjene podataka o aktivnostima i faktora emisije iznosi 2% prema preporučenim vrijednostima (2006 IPCC Guidelines).

Emisije iz Proizvodnje vapna za svaku tvornicu izračunate su korištenjem iste metodologije i istog temeljnog izvora podataka (tvornice) za razdoblje proračuna 1990.-2012. Za jednu tvornicu, koja je bila u funkciji do 1991., dostupni su samo podaci o proizvodnji vapna te je korišten preporučeni faktor emisije.

Verificirane emisije CO₂ prijavljene nakon 2013. definirane su u skladu sa zahtjevima EU ETS-a, te se za izračun ovih emisija za svaku pojedinačnu tvornicu koristila ista metodologija za čitavo navedeno razdoblje. Tvornice uključene u ETS koriste treću razinu proračuna, te su za razdoblje nakon uključivanja u EU ETS za ove tvornice dostupni podaci potrebni za izračun prema *Tier 3* metodologiji. Međutim, budući da se radi o razdoblju od samo pet godina, nije izvršena procjena podataka za prelazak na višu razinu proračuna za godine 1990.-2012., već je za ovo razdoblje zadržana *Tier 2* razina proračuna.

4.2.2.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna

Tijekom pripreme inventara, aktivnosti kontrole kvalitete su uglavnom fokusirane na cjelovitost i konzistentnost ulaznih podataka i izračunatih emisija sukladno smjernicama *2006 IPCC Guidelines*. Također, osigurava se i dokumentiranje i pohranjivanje svih ulaznih podataka i informacija relevantnih za proračun emisija.

Od 2013., premda više nisu potrebni za izračun emisija, i dalje se prikupljaju upitnici iz tvornica kako bi se identificirale i dokumentirale eventualne promjene u radu pojedinih pogona.

4.2.2.5. Rekalkulacija emisije

Nije bilo rekalkulacija za ovu kategoriju izvora.

4.2.2.6. Planirana poboljšanja proračuna emisije

Nisu planirana dodatna poboljšanja proračuna u ovoj kategoriji izvora.

4.2.3. Proizvodnja stakla (2.A.3)

4.2.3.1. Opis izvora emisije

U proizvodnji stakla, karbonatne sirovine (najčešće vapnenac, dolomit i dehidratizirana soda) oslobađaju emisije CO₂ tijekom procesa taljenja u peći. Ostale, manje zastupljene karbonatne sirovine, kao i određene količine recikliranog stakla, također se koriste u procesu proizvodnje.

Tijekom izvještajnog razdoblja, u Hrvatskoj su bile u pogonu dvije tvornice stakla; jedna od njih proizvodila je ambalažno staklo, a druga ravno staklo. Tijekom 2009. godine, druga je tvornica obustavila svoje proizvodne aktivnosti te se od tada, zajedno s još nekoliko tvornica u Hrvatskoj, bavi preradom uvezenog stakla (koristeći procese kao što su rezanje, brušenje, nanošenje boje, laminiranje i sl.), što ne rezultira emisijama stakleničkih plinova. Tijekom kratkog razdoblja 2010. godine, ova tvornica pokrenula je svoju kadnu peć u pokusni rad, što je također uključeno u izračun emisija iz ove kategorije.

Od 2013., tvornica koja je još uvijek u pogonu (proizvođač ambalažnog stakla) uključena je u EU ETS¹⁴.

¹⁴ Nazivi sektora koje operateri koriste u njihovim ETS izvješćima ne podudaraju se u potpunosti s kategorijama prema IPCC-u. ETS izvješća za 2013. i 2014. godinu u kategoriji 2.A.3 uključuju jednog proizvođača stakla te dva proizvođača kamene vune. Navedeno je razlog znatno manjih emisija iz ove kategorije u NIR-u u usporedbi s emisijama prijavljenima u EU ETS.

4.2.3.2. Metodologija proračuna emisije

Metodologija

- T3 (1990.-2021.)

Emisija CO₂ za čitavo razdoblje proračuna (uključujući i razdoblje EU ETS-a) za obje tvornice izračunava se korištenjem *Tier 3* metodologije (2006 IPCC Guidelines), tj. množenjem faktora emisije za svaku pojedinu vrstu karbonata (izraženo u tonama CO₂ emitiranog po toni karbonata) i godišnje količine svakog utrošenog karbonata. Budući da nije poznat stupanj kalcinacije korištenih karbonata, pretpostavlja se da je njegov iznos 1.00. Na ovaj način emisija je izračunata za svaku tvornicu zasebno, zbrajanjem emisija iz svih karbonata korištenih u procesu proizvodnje stakla.

Od 2013., podaci o emisijama i korištenim metodologijama proračuna koji su verificirani od strane neovisnih akreditiranih verifikatora preuzeti su iz godišnjih Izvješća o emisijama sustava trgovanja emisijskim jedinicama stakleničkih plinova. Svi su podaci preuzeti bez preinaka. Tvornica obuhvaćena EU ETS-om za proračun emisija koristi metodologiju temeljenu na ulazu sirovine u peć, koja je usporediva s *Tier 3* metodologijom iz smjernica 2006 IPCC Guidelines.

Faktori emisije

- PS (1990.-2021.)

Faktori emisije treće razine proračuna temelje se na stvarnoj količini karbonatnih sirovina korištenih u kadnim pećima u svakoj od tvornica. Budući da tvornice koriste različite karbonatne sirovine, faktori emisije smatraju se tzv. *plant-specific* faktorima (odnosno faktorima na nivou tvornica), premda se koriste preporučene vrijednosti sadržaja ugljičnog dioksida za pojedine vrste karbonata.

Jedna tvornica koristila je vapnenac, dolomit i dehidratiziranu sodu tijekom čitavog razdoblja proračuna. Druga tvornica, koja je obustavila proizvodnju 2009. godine koristila je dolomit i dehidratiziranu sodu tijekom razdoblja 1990.-2009. Tijekom kratkog razdoblja 2010. godine, ova je tvornica pokrenula svoju kadnu peć te je kao sirovinu koristila litijev karbonat.

Za izračun emisija CO₂ za razdoblje 1990.-2012. korišteni su preporučeni faktori emisije: 0.41492 t CO₂/t dehidratizirane sode, 0.43971 t CO₂/t vapnenca i 0.47732 t CO₂/t dolomita. Za litijev karbonat korišten je faktor emisije u iznosu od 0.596, preuzet iz dokumenta Odluka 2007/589/EZ kojom se donose upute za praćenje i izvješćivanje o emisijama stakleničkih plinova sukladno Direktivi 2003/87/EZ od 18. srpnja 2007. (prilog IX, tabl. 1).

Od 2013., u proračun verificiranih emisija CO₂ za sve su tvornice uključeni svi podaci u skladu sa zahtjevima EU ETS-a i *Tier 3* metodologije iz smjernica 2006 IPCC Guidelines. Ulazni podaci za ovo razdoblje pružaju detaljnije informacije o sadržaju ugljika korištenih karbonatnih sirovina. Stoga se faktori emisije od 2013. naovamo donekle razlikuju od preporučenih IPCC vrijednosti.

Podaci o aktivnosti

Kao podatak o aktivnosti korištena je uporaba karbonata.

Za jednu tvornicu, podaci o utrošenim karbonatima u razdoblju 1990.-2012. prikupljeni su izravnim anketiranjem proizvođača. Te podatke tvornica je u MINGOR dostavila u obliku popunjenih upitnika, te su oni potom proslijeđeni sektorskim ekspertima.

Za drugu tvornicu, koja je prestala s proizvodnjom 2010. godine, podaci su dostupni tek od 1997. godine. Prije te godine, postrojenje je radilo diskontinuirano zbog rata i sva dokumentacija, koja je tada bila vođena ručno, uništena je u ratu. Budući da je ova tvornica podatke o uporabi karbonata dostavljala Državnom zavodu za statistiku, podaci od prve tvornice oduzeti su od agregiranih nacionalnih statističkih podataka kako bi se napravila procjena za drugu tvornicu.

Od 2013. godine, zajedno s podacima iz verificiranih izvješća o emisijama, MINGOR i dalje dostavlja popunjene upitnike iz tvornice koja je još uvijek u pogonu.

Budući da u se ovoj kategoriji nalaze samo dvije tvornice koje kao sirovine koriste različite karbonate, zbog povjerljivosti podataka, potrošnja svakog pojedinog karbonata ne može biti prikazana u ovom izvješću.

Najznačajniji pad emisije dogodio se nakon 1990. kao posljedica rata (vidjeti Tablicu 4.2-4). Ostale fluktuacije trenda emisija bile su u osnovi ovisne o fluktuacijama proizvodnje jedne tvornice, budući da je druga tvornica imala vrlo nisku potrošnju karbonata, a time i niske emisije kroz cijelo razdoblje obuhvaćeno ovim izvješćem (u prosjeku ova tvornica činila je 6.5% ukupnih emisija iz proizvodnje stakla).

Tablica 4.2-4: Potrošnja karbonata i emisije iz Proizvodnje stakla

Godina	Ukupna potrošnja karbonata (kt)	Ukupna emisija iz Proizvodnje stakla (kt)
1990.	98.9	43.2
1991.	88.2	38.5
1992.	48.3	21.1
1993.	48.5	21.2
1994.	65.2	28.4
1995.	63.1	27.6
1996.	60.5	26.5
1997.	50.6	22.2
1998.	61.2	26.9
1999.	55.6	24.5
2000.	54.1	23.8
2001.	60.5	26.6
2002.	62.3	27.3
2003.	73.0	32.1
2004.	84.0	36.9
2005.	88.1	38.7
2006.	77.5	34.0
2007.	68.9	30.2
2008.	70.9	31.1
2009.	74.3	32.6
2010.	82.4	36.1
2011.	74.2	32.5
2012.	67.6	29.6
2013.	68.2	29.5
2014.	70.7	30.5
2015.	70.8	30.7
2016.	75.7	32.6
2017.	73.7	31.9
2018.	71.4	30.5
2019.	68.3	29.4
2020.	59.2	25.6
2021.	66.6	28.9

4.2.3.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije

Nesigurnost procjene podataka o aktivnostima i faktora emisije iznosi 2% prema preporučenim vrijednostima (*2006 IPCC Guidelines*).

Vezano uz konzistentnost proračuna emisije, korišteni su različiti setovi ulaznih podataka. Za jednu tvornicu, podaci o potrošnji karbonata u razdoblju 1990.-2012. prikupljeni su izravnim anketiranjem proizvođača, dok su podaci o aktivnosti i emisije od 2013. godine preuzeti iz verificiranih izvješća o emisijama. Za drugu tvornicu, koja je prestala s radom 2010. godine, podaci od tvornice dostupni su tek od 1997. godine. Za ranije godine, korišteni su statistički podaci.

4.2.3.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije (QA/QC)

Tijekom pripreme inventara, aktivnosti kontrole kvalitete su uglavnom fokusirane na cjelovitost i konzistentnost ulaznih podataka i izračunatih emisija sukladno smjernicama *2006 IPCC Guidelines*. Također, osigurava se i dokumentiranje i pohranjivanje svih ulaznih podataka i informacija relevantnih za proračun emisija.

Od 2013., premda više nisu potrebni za izračun emisija, i dalje se prikupljaju upitnici od proizvođača kako bi se identificirale i dokumentirale eventualne promjene u radu.

4.2.3.5. Rekalkulacija emisije

Nije bilo rekalkulacija za ovu kategoriju.

4.2.3.6. Planirana poboljšanja proračuna emisije

Za ovu kategoriju nisu planirana poboljšanja proračuna emisije.

4.2.4. Ostala uporaba karbonata (2.A.4)

4.2.4.1. Opis izvora emisije

Ova kategorija obuhvaća emisije CO₂ iz sljedećih izvora:

- Keramika (2.A.4.a),
- Ostala uporaba dehidratizirane sode (2.A.4.b),
- Nemetalurška proizvodnja magnezija (2.A.4.c) – nije prisutna u Hrvatskoj, te
- Ostalo (2.A.4.d)

Keramika (2.A.4.a)

U Hrvatskoj ovaj izvor obuhvaća proizvodnju opeke i crijepa, vatrostalnih proizvoda, zidnih i podnih pločica, kao i kućne, sanitarne i tehničke keramike. Procesne emisije CO₂ iz proizvodnje keramike nastaju kao rezultat kalcinacije karbonata (osobito CaCO₃ i CaMg(CO₃)₂) iz sirovine – gline te određenih aditiva koji se u peći zagrijavaju do visokih temperatura.

Tijekom izvještajnog razdoblja, u Hrvatskoj je u pogonu bilo 17 proizvođača keramike koji su u proizvodnji koristili karbonatnu sirovinu. Još nekoliko proizvođača prijavilo je korištenje isključivo nekarbonatne gline kao sirovine.

Trendovi proizvodnje i emisije varirali su tijekom godina kako su pojedine nove tvornice započinjale svoju proizvodnju, odnosno, postojeće tvornice prestajale s uporabom karbonatnih sirovina ili u potpunosti obustavljale proizvodnju.

Od 2013. godine, ETS-om je obuhvaćeno 12 tvornica (sa značajnijom proizvodnjom), dok su manje tvornice isključene iz ETS-a, no također su obuhvaćene ovim izvješćem.

Ostala uporaba dehidratizirane sode (2.A.4.b)

Dehidratizirana soda je primarno natrijev karbonat, a njezina uporaba u proizvodnim procesima rezultira ispuštanjem CO₂. Identificirane aktivnosti u kojima se Na₂CO₃ koristi u Hrvatskoj u sklopu industrijskih procesa su proizvodnja stakla, porculana i keramike te proizvodnja sapuna i deterdženata.

Opsežno istraživanje podataka o ostalim namjenama dehidratizirane sode provedeno je nakon zadnjeg podneska. Nije utvrđeno korištenje u kemijskoj industriji niti u aktivnostima koje su obuhvaćene kategorijom 2.A.4.d Ostalo (za potrebe termoelektrane koristi se samo vapnenac). Također, u proizvodnji papira nisu utvrđene procesne emisije CO₂. Svi ulazni podaci vezani za aktivnost proizvodnje sapuna i deterdženata dodatno su istraženi te su zatražena detaljna objašnjenja od tvornica, uključujući opis korištenih tehnologija i procesa. Kao rezultat navedenog, utvrđeno je kako u svim pogonima proizvođača sapuna i deterdženata ne dolazi do emisije CO₂ u zrak iz proizvodnih procesa, te su one isključene iz proračuna emisija. Informacije dobivene od proizvođača pokazuju da se cjelokupna količina dehidratizirane sode u njihovim pogonima koristi u zatvorenom sustavu uz suho miješanje pri čemu ne nastaju emisije stakleničkih plinova. Budući da u Hrvatskoj ne postoje druga postrojenja identificirana u sklopu ove kategorije, emisije za kategoriju 2.A.4.b prijavljuju se oznakom „NO“.

Ostalo (2.A.4.d)

Emisije iz uporabe karbonata mogu biti posljedica niza drugih aktivnosti koje nisu uključene u gore navedene izvore. U Hrvatskoj se to odnosi na potrošnju vapnenca od 2000. godine u procesu odsumporavanja za potrebe jedne termoelektrane, te potrošnju dolomita u proizvodnji izolacijskih materijala (kamena vuna) u dva postrojenja (jedno je u pogonu od 2008. godine, a drugo je radilo tijekom čitavog razdoblja proračuna). Za drugo postrojenje izvršena je rekalkulacija emisija budući da su do sada emisije za ovo postrojenje bile uključene u inventar samo od 2012. nadalje. Utvrđeno je kako je navedeno postrojenje bilo u funkciji i prije 2012. godine.

Od 2013. godine, sva tri navedena postrojenja pokrivena su EU ETS-om.

4.2.4.2. Metodologija proračuna emisije

Metodologija

Keramika (2.A.4.a)

- T3 (1990.-2021.)

Emisija CO₂ za čitavo razdoblje proračuna (uključujući i razdoblje EU ETS-a) za sve tvornice izračunava se korištenjem Tier 3 metodologije (2006 IPCC Guidelines), tj. množenjem faktora emisije za svaku pojedinu vrstu karbonata (izraženo u tonama CO₂ emitiranog po toni karbonata) i godišnje količine svakog utrošenog karbonata. Budući da nije poznat stupanj kalcinacije korištenih karbonata, pretpostavlja se da je njegov iznos 1.00.

Na ovaj način, emisija je izračunata za svaku tvornicu zasebno, zbrajanjem emisija iz svih karbonata korištenih u procesu proizvodnje.

Od 2013., podaci o emisijama i korištenim metodologijama proračuna koji su verificirani od strane neovisnih akreditiranih verifikatora preuzeti su iz godišnjih Izvješća o emisijama sustava trgovanja emisijskim jedinicama stakleničkih plinova. Svi su podaci preuzeti bez preinaka. Tvornice obuhvaćene

EU ETS-om za proračun emisija koriste metodologiju temeljenu na ulazu sirovine u peć, koja je usporediva s *Tier 3* metodologijom iz smjernica *2006 IPCC Guidelines*.

Ostalo (2.A.4.d)

- T3 (1990.-2021.)

Emisija CO₂ za čitavo razdoblje proračuna (uključujući i razdoblje EU ETS-a) za sva postrojenja izračunava se korištenjem *Tier 3* metodologije (*2006 IPCC Guidelines*), tj. množenjem faktora emisije za svaku pojedinu vrstu karbonata (izraženo u tonama CO₂ emitiranog po toni karbonata) i godišnje količine svakog utrošenog karbonata. Budući da nije poznat stupanj kalcinacije korištenih karbonata, pretpostavlja se da je njegov iznos 1.00.

Na ovaj način, emisija je izračunata za svako postrojenje zasebno, za razdoblja tijekom kojih su postrojenja bila u pogonu, do 2012. godine. Od 2013., podaci o emisijama i korištenim metodologijama proračuna koji su verificirani od strane neovisnih akreditiranih verifikatora preuzeti su iz godišnjih Izvješća o emisijama sustava trgovanja emisijskim jedinicama stakleničkih plinova. Svi su podaci preuzeti bez preinaka. Za proračun emisija postrojenja koriste metodologiju temeljenu na ulazu sirovine u peć, koja je usporediva s *Tier 3* metodologijom iz smjernica *2006 IPCC Guidelines*.

Faktori emisije

Keramika (2.A.4.a)

- PS (1990.-2021.)

Faktori emisije treće razine proračuna temelje se na stvarnim količinama utrošenih karbonatnih sirovina u svakoj od tvornica, te se faktori emisije smatraju tzv. *plant-specific*¹⁵ faktorima, odnosno faktorima na nivou tvornica.

Tijekom razdoblja proračuna, glina i ostale sirovine koje su se koristile u proizvodnji keramike sadržavale su CaCO₃, MgCO₃, CaMg(CO₃)₂, te Na₂CO₃. Za izračun emisije CO₂ od 1990. do 2012. korištene su preporučene vrijednosti sadržaja ugljičnog dioksida za pojedine vrste karbonata (0.43971 t CO₂/t CaCO₃, 0.52197 t CO₂/t MgCO₃, 0.47732 t CO₂/t CaMg(CO₃)₂, te 0.41492 t CO₂/t Na₂CO₃).

Od 2013., u proračun verificiranih emisija CO₂ za sve su tvornice uključeni svi podaci u skladu sa zahtjevima EU ETS-a i *Tier 3* metodologije iz smjernica *2006 IPCC Guidelines*. Za tvornice koje nisu uključene u ETS, izračun emisija isti je kao za razdoblje do 2013. godine.

Ostalo (2.A.4.d)

- D (1990.-2021.)

Za potrebe termoelektrane korišten je vapnenac (u razdoblju od 2000. nadalje), dok su tvornice kamene vune koristile dolomit.

Za izračun emisije CO₂ za razdoblje 1990.-2012. korišteni su preporučeni faktori emisije u iznosu od 0.43971 t CO₂/t vapnenca te 0.47732 t CO₂/t dolomita.

Od 2013., u proračun verificiranih emisija CO₂ uključeni su svi podaci u skladu sa zahtjevima EU ETS-a i *Tier 3* metodologije iz smjernica *2006 IPCC Guidelines*. Ulazni podaci za ovo razdoblje pružaju detaljnije informacije o sadržaju ugljika korištenih karbonatnih sirovina. Stoga se faktori emisije od 2013. naovamo donekle razlikuju.

¹⁵ Slično emisijama iz proizvodnje stakla, budući da tvornice koriste različite karbonatne sirovine, faktori emisija smatraju se faktorima na nivou tvornica, premda se koriste preporučene (*default*) vrijednosti sadržaja ugljičnog dioksida za pojedine vrste karbonata.

Podaci o aktivnosti

Keramika (2.A.4.a)

Podaci o godišnjoj potrošnji svih vrsta karbonata sadržanih u glini i drugim karbonatnim sirovinama za svaku tvornicu prikupljeni su anketom proizvođača. Te podatke tvornice su dostavile u obliku popunjenih upitnika u MINGOR, te su oni potom dostavljeni sektorskim ekspertima. Tvornice su dostavile sve podatke dostupne u njihovim arhivama, no manji dio podataka nije bio dostupan te je izvršena njihova procjena (linearnom interpolacijom ili primjenom srednjih vrijednosti poznatih podataka, gdje je bilo primjenjivo).

U pojedinim tvornicama sastav gline nije se utvrđivao prije 2010. godine, te su ove tvornice procijenile utrošak karbonata u njihovim pogonima temeljem novijih podataka iz godina u kojima se provodila analiza sirovine, budući da se uglavnom radilo o glini iz istih ležišta.

Od 2013., korišteni su podaci iz verificiranih izvješća o emisijama za tvornice uključene u EU ETS, zajedno s podacima iz popunjenih upitnika za tvornice koje nisu uključene u EU ETS.

Većina postrojenja u ovoj kategoriji proizvodi opeku, keramičke pločice i crijepove. Karbonat sadržan u glini koja se koristi u proizvodnji opeke je CaCO_3 . U proizvodnji keramičkih pločica identificirani su CaCO_3 i MgCO_3 iz gline te također iz dolomitnog mulja, granita i dolomita. U proizvodnji crijepa identificiran je CaCO_3 iz gline, a također i iz ostalog zemljanog materijala i pijeska/gline koji sadrže ugljik. Upotreba sirovina koje sadrže $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ i Na_2CO_3 prisutna je samo u jednom pogonu koji proizvodi keramičke pločice, kućansku, sanitarnu i tehničku keramiku.

Ostalo (2.A.4.d)

Za razdoblje od 1990. do 2012. godine, podaci o godišnjoj potrošnji karbonata prikupljeni su anketiranjem operatera. Navedene podatke operateri su dostavili u obliku popunjenih upitnika u MINGOR, te su oni potom dostavljeni sektorskim ekspertima.

Kako je prethodno navedeno, za jedno postrojenje za proizvodnju kamene vune emisije su do sada bile uključene samo od 2012. nadalje. Utvrđeno je kako je navedeno postrojenje bilo u funkciji i prije 2012. godine no nisu bili dostupni podaci o utrošenoj sirovini. U skladu s navedenim, izvršena je procjena podataka o sirovini temeljem omjera količine utrošene sirovine i proizvedene kamene vune za 10 najbližih godina s poznatim podacima (2012.-2021.), odnosno srednja vrijednost navedenog omjera pomnožena je s proizvodnjom za razdoblje 1990.-2011.

Od 2013. godine koriste se podaci iz godišnjih Izvješća o emisijama sustava trgovanja emisijskim jedinicama stakleničkih plinova.

U Tablicama 4.2-5 i 4.2-6 prikazani su sažeti podaci o potrošnji karbonata i izračunatim emisijama iz proizvodnje keramike te ostale uporabe karbonata.

Valja napomenuti da je proizvodnja u keramičkoj industriji (kao i trendovi emisija) varirala ovisno o gospodarskoj situaciji i potražnji na tržištu, te su se tako emisije na nacionalnoj razini smanjile od 1990. kao posljedica rata, da bi se potom povećale uslijed rasta građevinskog sektora. Trend nakon 2008. godine posljedica je gospodarske krize i prestanka proizvodnje u nekoliko pogona.

Tablica 4.2-5: Podaci o potrošnji karbonata i emisije CO₂ iz proizvodnje keramike

Godina	Ukupna potrošnja karbonata (kt)	Ukupne emisije iz proizvodnje keramike (kt)
1990.	20.5	9.1
1991.	10.7	4.9
1992.	9.2	4.2
1993.	9.5	4.3
1994.	8.7	3.9
1995.	8.7	3.9
1996.	8.6	3.8
1997.	7.1	3.1
1998.	5.4	2.4
1999.	4.4	1.9
2000.	9.0	4.0
2001.	18.2	8.0
2002.	20.6	9.1
2003.	22.1	9.8
2004.	23.7	10.5
2005.	63.1	28.1
2006.	64.0	28.6
2007.	58.0	25.9
2008.	55.2	24.5
2009.	30.3	13.6
2010.	30.6	13.6
2011.	34.4	15.2
2012.	20.8	9.3
2013.	13.5	6.1
2014.	24.7	11.0
2015.	30.9	13.7
2016.	23.7	10.5
2017.	17.9	8.0
2018.	25.9	11.5
2019.	9.6	4.2
2020.	10.5	4.6
2021.	6.2	2.7

Tablica 4.2-6: Potrošnja karbonata i emisija CO₂ iz ostale uporabe karbonata

Godina	Ukupna potrošnja karbonata (kt)	Ukupne emisije iz ostale uporabe karbonata (kt)
1990.	4.6	2.2
1991.	4.1	2.0
1992.	4.2	2.0
1993.	4.2	2.0
1994.	4.6	2.2
1995.	4.7	2.2
1996.	4.8	2.3
1997.	4.0	1.9
1998.	4.7	2.2

Godina	Ukupna potrošnja karbonata (kt)	Ukupne emisije iz ostale uporabe karbonata (kt)
1999.	6.1	2.9
2000.	13.0	6.0
2001.	15.4	7.0
2002.	19.0	8.6
2003.	21.5	9.7
2004.	20.5	9.3
2005.	19.5	8.9
2006.	20.1	9.1
2007.	19.3	8.8
2008.	26.8	12.2
2009.	22.1	10.3
2010.	27.9	13.0
2011.	40.0	18.4
2012.	37.8	17.5
2013.	43.6	20.4
2014.	34.0	16.1
2015.	40.8	19.3
2016.	38.1	17.8
2017.	34.8	16.4
2018.	32.4	16.8
2019.	31.0	14.5
2020.	26.7	12.5
2021.	27.3	12.9

4.2.4.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije

Nesigurnost procjene podataka o aktivnostima iznosi 2 %, a faktora emisije iznosi 3 % prema preporučenim vrijednostima (*2006 IPCC Guidelines*).

Emisije iz proizvodnje keramike do 2012. godine izračunate su korištenjem podataka o aktivnosti koji moguće nisu potpuni budući da nije poznato koliko je tvornica bilo aktivno tijekom ovog razdoblja te su stoga upitnici poslani samo pogonima koji su još uvijek aktivni ili su nedavno ugašeni. Od 2013. godine koriste se podaci verificiranih izvješća o emisijama za tvornice obuhvaćene EU ETS-om i podaci iz popunjenih upitnika iz aktivnih tvornica koje nisu obuhvaćene EU ETS-om.

Emisije iz ostale uporabe karbonata izračunate su primjenom iste metodologije za cijelo razdoblje.

4.2.4.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije (QA/QC)

Tijekom pripreme inventara, aktivnosti kontrole kvalitete su uglavnom fokusirane na cjelovitost i konzistentnost ulaznih podataka i izračunatih emisija sukladno smjernicama *2006 IPCC Guidelines*. Također, osigurava se i dokumentiranje i pohranjivanje svih ulaznih podataka i informacija relevantnih za proračun emisija.

4.2.4.5. Rekalkulacija emisije

Za jedno postrojenje za proizvodnju kamene vune emisije su do sada bile uključene samo od 2012. nadalje. Utvrđeno je kako je navedeno postrojenje bilo u funkciji i prije 2012. godine no nisu bili

dostupni podaci o utrošenoj sirovini. U skladu s navedenim, izvršena je procjena podataka o sirovini te izračun emisija za razdoblje 1990.-2011. god.

4.2.4.6. Planirana poboljšanja proračuna emisije

Nema planiranih poboljšanja proračuna za ovu kategoriju izvora.

4.3. Proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda (CRF 2.B)

4.3.1. Proizvodnja amonijaka (2.B.1)

4.3.1.1. Opis izvora emisije

U Republici Hrvatskoj prisutan je jedan proizvođač amonijaka. Amonijak (NH_3) se proizvodi katalitičkim postupkom obrade prirodnog plina, pomoću vodene pare i zraka primarnim i sekundarnim reforming procesima. Konverzija CO provodi se pomoću vodene pare u dva stupnja, uz odgovarajuće katalizatore. Nastali CO_2 apsorpcijom se uklanja iz sinteznog plina, a apsorbirani CO_2 izdvaja se iz otopine stripiranjem. Sintezom elementarnog vodika i dušika pri visokim temperaturama i tlakovima nastaje amonijak. CO_2 se oslobađa u atmosferu ili koristi kao sirovina u ostalim proizvodnim procesima (proizvodnja uree i NPK gnojiva).

4.3.1.2. Metodologija proračuna emisije

Metodologija

- T3 (1990.-2021.)

U proizvodnji amonijaka u Hrvatskoj prirodni plin se koristi kao sirovina i kao gorivo te su stoga emisije stakleničkih plinova iz obiju namjena izračunate za ovu kategoriju izvora. Budući da je prirodni plin koji se koristi za proizvodnju amonijaka uključen u energetske bilancu u kategoriji „neenergetska potrošnja“ (vidjeti Prilog 4), ne dolazi do dvostrukog računanja emisija u odnosu na sektor Energetika.

Emisije CO_2 su izračunate korištenjem treće razine proračuna, *Tier 3 (2006 IPCC Guidelines)*. Osnova za proračun je ukupna potrošnja goriva. Količina oporabljene CO_2 koji se koristi za ponovnu uporabu (za ureu i NPK gnojiva) oduzima se od ukupno nastalog CO_2 kako bi se dobio iznos emitiranog CO_2 .

Uzevši u obzir gore navedeno, emisije su izračunate korištenjem sljedeće jednadžbe:

$$E_{\text{CO}_2} = (\text{TRF}_{\text{NG}} \times \text{CCF}_{\text{NG}} \times \text{COF}_{\text{NG}} \times 44/12) - R_{\text{CO}_2}$$

Gdje je:

E_{CO_2} - emisija CO_2 [kg]

TRF_{NG} - ukupna potrošnja prirodnog plina [GJ]

CCF_{NG} - faktor sadržaja ugljika u prirodnom plinu [kg C/GJ]

COF_{NG} - faktor oksidacije ugljika za prirodni plin [frakcija]

44/12 - omjer molekulskih masa CO_2/C

R_{CO_2} - CO_2 oporabljeno za ponovnu uporabu (proizvodnja uree i NPK gnojiva) [kg]

Faktori emisije i podaci o aktivnosti

- PS (1990.-2021.)

Podaci o godišnjoj potrošnji, prosječnom godišnjem sastavu, donjoj ogrjevnoj vrijednosti i faktoru oksidacije ugljika za prirodni plin prikupljeni su anketom proizvođača amonijaka, koji je dostavio tražene podatke u MINGOR, a koji su potom proslijeđeni sektorskim ekspertima.

Potrošnja prirodnog plina za proizvodnju amonijaka u tvornici se mjeri pomoću mjernog zaslona čija je izlazna vrijednost kompenzirana s obzirom na tlak i temperaturu u DCS sustavu (eng. *Distributed Control System*). Podaci o potrošnji prirodnog plina, zajedno s podacima o proizvodnji amonijaka, koji se mjere mjerачem protoka mase, sakupljaju se u DCS sustavu tijekom 24-satnog radnog režima i pohranjuju na godišnjoj razini.

Sastav prirodnog plina određuje se akreditiranom kromatografskom „in house“ metodom (u internom akreditiranom laboratoriju). Izračuni donje ogrjevnje vrijednosti, gustoće i molekulske mase provode se u skladu s normativnim dokumentima prihvaćenima od strane Hrvatskog zavoda za norme. Udio ugljika u prirodnom plinu potom se izračunava na temelju izmjerenih volumnih udjela različitih plinova u prirodnom plinu (godišnji prosjek) i gore navedenih parametara. Budući da se dnevna mjerenja provode pri standardnim uvjetima (1 atm, 15°C), molarni volumen plina korišten u izračunima iznosi 23.64 dm³/mol¹⁶.

Na ovaj način, operater je procijenio sadržaj ugljika za godine od 2010., a prije te godine sadržaj ugljika procjenjivali su sektorski eksperti na temelju podataka koje je dostavio operater. Faktor oksidacije ugljika, dostavljen od strane operatera, za sve godine jednak je 1.

Promjene u sastavu prirodnog plina odražavaju se u promjenama faktora emisije CO₂.

Količina CO₂ prenesena na daljnju uporabu u proizvodnji uree i NPK gnojiva redovito se mjeri mjerачima protoka diferencijalnog tlaka¹⁷. Podaci se prikupljaju u DCS-u tijekom 24-satnog režima rada, te se pohranjuju na godišnjoj razini.

Ukupna godišnja potrošnja i prosječni godišnji sastav prirodnog plina te emisije iz proizvodnje amonijaka prikazani su u Tablici 4.3-1.

Tablica 4.3-1: Potrošnja i sastav prirodnog plina te emisije CO₂ iz Proizvodnje amonijaka

Godina	Ukupna potrošnja prirodnog plina (TJ)	Sadržaj ugljika u prirodnom plinu (kg C/GJ)	Ukupna emisija CO ₂ iz Proizvodnje amonijaka (kt)
1990.	13,879.5	15.2	558.7
1991.	13,701.3	15.2	510.9
1992.	17,272.7	15.2	687.9
1993.	14,238.9	14.8	559.5
1994.	14,179.2	15.1	567.3
1995.	14,759.5	15.1	573.7
1996.	14,459.2	15.1	529.4
1997.	15,815.6	15.0	587.7
1998.	11,991.2	15.0	441.7
1999.	15,383.1	15.1	564.2
2000.	15,873.6	15.1	600.1
2001.	12,733.9	15.1	492.7
2002.	11,221.3	15.1	440.2
2003.	12,934.8	15.1	461.3

¹⁶ Izračunat temeljem opće plinske jednadžbe $V=n \cdot R \cdot T/p$; gdje je n broj mola, R je plinska konstanta 8.314 J K⁻¹mol⁻¹, T je temperatura i p je tlak.

¹⁷ Dall cijev, točnost mjerenja: ± 3%

Godina	Ukupna potrošnja prirodnog plina (TJ)	Sadržaj ugljika u prirodnom plinu (kg C/GJ)	Ukupna emisija CO ₂ iz Proizvodnje amonijaka (kt)
2004.	15,394.1	15.0	541.3
2005.	15,126.6	15.0	542.3
2006.	14,738.2	15.0	521.8
2007.	16,036.6	15.0	569.3
2008.	16,255.5	15.0	570.4
2009.	13,854.6	15.0	455.4
2010.	16,013.6	15.1	552.6
2011.	16,148.3	15.0	552.8
2012.	14,948.7	15.1	502.0
2013.	15,199.8	15.1	509.3
2014.	16,461.2	15.1	559.8
2015.	16,417.3	15.1	572.3
2016.	15,321.5	15.1	547.9
2017.	16,585.2	15.2	566.8
2018.	14,293.7	15.1	513.1
2019.	16,989.5	15.1	594.6
2020.	16,175.9	15.1	535.3
2021.	10,818.1	15.1	365.5

Treba napomenuti da je od 2013. postrojenje za proizvodnju amonijaka pokriveno EU ETS-om. Međutim, metodologija izvješćivanja o emisijama ETS-a razlikuje se od one koja je navedena u smjernicama *2006 IPCC Guidelines* za potrebe inventara. Prema ETS metodologiji, dio CO₂ iz prirodnog plina koji se koristi za proizvodnju amonijaka bez energetskeg dijela pokriven je CRF oznakom 2.B.1., a dio CO₂ iz prirodnog plina koji se koristi za proizvodnju amonijaka s energetskeim dijelom CRF oznakom 1.A.2.f., zajedno s prirodnim plinom koji se koristi u kotlovima.

Prema IPCC metodologiji, sav prirodni plin koji se koristi u proizvodnji amonijaka trebao bi biti uključen u sektor 2.B.1, s količinom oporabljene CO₂ oduzetoj od ukupne količine (što nije slučaj u EST metodologiji). Preostali dio emisije CO₂ (emisije iz kotlova) uključen je u sektor Energetika (1.A.2.f).¹⁸

Emisija CH₄ nije potvrđena direktnim mjerenjima te zasad nije moguće izračunati ovu emisiju. Također, dokument *2006 IPCC Guidelines* ne navodi preporučeni faktor emisije za ovu onečišćujuću tvar. Emisija CH₄ stoga nije izračunata.

Emisije CO, NO_x i NMHOS za razdoblje do 2020. godine preuzete su iz dokumenta „Informativno izvješće o inventaru emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske (za razdoblje 1990.-2020.)“; podnesak prema Konvenciji o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka (CLRTAP) i Direktivi o nacionalnim gornjim granicama emisije za određene onečišćujuće tvari (NECD). Emisije za 2021. godinu nisu bile dostupne u trenutku izrade ovog izvješća te je korištena oznaka NE.

¹⁸ Npr., u 2016., dio CO₂ iz procesne uporabe prirodnog plina iznosi 510.22 kt CO₂-eq, a dio CO₂ iz energetske uporabe iznosi 340.6 kt CO₂-eq (izuzevši prirodni plin koji se koristi u kotlovima). Količina CO₂ za proizvodnju uree iznosi 302.9 kt CO₂-eq. Dakle, u CRF kategoriji 2.B.1., emisija za 2016. izračunata je kako slijedi:

$$\text{CO}_2 (\text{ukupno u NIR-u, IPPU sektor}) = \text{CO}_2 (\text{ETS 2.B.1}) + \text{CO}_2 (\text{ETS 1.A.2.f}) - \text{CO}_2 (\text{za ureu})$$

$$= 510.2 + 340.6 - 302.9 = 547.9 \text{ kt CO}_2\text{-eq}$$

Preostali dio emisije CO₂ (emisija iz kotlova, 287 kt) uključen je u sektor Energetika, 1.A.2.f.

U ovu kategoriju uključene su samo procesne emisije. Emisije iz prirodnog plina korištenog kao gorivo uključene su u sektor Energetika. Proračun emisija izvršen je u skladu s metodologijom EMEP/EEA (*EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook*, 2019). Za emisije CO i NMHOS korišten je EF druge razine proračuna iz *Guidebook*-a. Za emisiju NO_x-a nakon 1998. godine korišten je EF na razini tvornice (eng. *plant-specific*), dok je za razdoblje prije 1998. prosječan EF izračunat temeljem direktnih mjerenja emisija.

4.3.1.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije

Nesigurnost emisije CO₂ povezana s podacima o aktivnosti iznosi 2%, temeljem informacija dostavljenih od operatera. Zajedno s upitom o podacima o aktivnostima, izvorima podataka, nadležnim tijelima, metodologiji prikupljanja podataka te drugim važnim informacijama, godišnji Plan prikupljanja podataka također sadrži i pitanja o nesigurnosti dostavljenih podataka. Za svaki izmjereni podatak koji je uključen u proračun emisije, proizvođač amonijaka dostavio je nesigurnost mjerne opreme, prema kojoj je potom procijenjena nesigurnost podataka o aktivnosti.

Nesigurnost procjene faktora emisije CO₂ iznosi 2%, prema predloženim vrijednostima (*2006 IPCC Guidelines*).

Emisije iz Proizvodnje amonijaka izračunate su koristeći istu metodologiju i isti izvor podataka za cijelo razdoblje proračuna, te se smatra da su ove emisije procijenjene konzistentno.

4.3.1.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije (QA/QC)

Tijekom pripreme inventara, aktivnosti kontrole kvalitete su uglavnom fokusirane na cjelovitost i konzistentnost ulaznih podataka i izračunatih emisija sukladno smjernicama *2006 IPCC Guidelines*. Također, osigurava se i dokumentiranje i pohranjivanje svih ulaznih podataka i informacija relevantnih za proračun emisija.

4.3.1.5. Rekalkulacija emisije

U ovom podnesku nisu povedene rekalkulacije emisije.

4.3.1.6. Planirana poboljšanja proračuna emisije

Osim oporabljenog CO₂ koji se koristi kao sirovina u proizvodnji uree i NPK gnojiva, također postoje određene informacije o njegovoj uporabi u proizvodnji suhog leda. Međutim, nema dostupnih informacija o samom procesu proizvodnje suhog leda, a Hrvatska također trenutno nema točne informacije o tome gdje se suhi led primjenjuje (u zemlji ili inozemstvu). Budući da prema smjernicama *2006 IPCC Guidelines*, količina oporabljenog CO₂ iz proizvodnje amonijaka koja se koristi za proizvodnju suhog leda nije posebno izdvojena, te budući da se pretpostavlja da će sav CO₂ biti ispušten u zemlji u kojoj se proizvodnja odvija, oporabljeni CO₂ za ovu namjenu trenutno nije uključen u proračun. Ukoliko dodatna sredstva budu raspoloživa, ovo pitanje bit će dodatno istraženo, te se ono zasad smatra dugoročnim planom za poboljšanje proračuna.

4.3.2. Proizvodnja dušične kiseline (2.B.2)

4.3.2.1. Opis izvora emisije

U Hrvatskoj je prisutan jedan proizvođač dušične kiseline, koji koristi dva postrojenja – proizvodne jedinice, od kojih jedno ima dvije proizvodne linije. U procesu proizvodnje, amonijak koji se koristi kao

sirovina isparava, miješa se sa zrakom i spaljuje na katalizatorima (platina/rodij). Oksidacija NO u NO₂ odvija se pri srednjim tlakovima. Apsorpcijom NO₂ u vodi pri visokim tlakovima nastaje dušična kiselina, HNO₃. Tijekom oksidacijske faze, dolazi do oslobađanja didušikovog oksida (N₂O), kao nusprodukta u atmosferu.

Oba postrojenja koriste procese s dvostrukim tlakom, odnosno apsorpcijska faza odvija pri tlaku većem od oksidacijske faze.

Tehnologija smanjenja emisija (selektivna katalitička redukcija – SCR) instalirana je 2013. godine u Postrojenju 1 (obje proizvodne linije), a krajem 2012. i u Postrojenju 2, što je rezultiralo smanjenjem emisije N₂O.

Od 2013. godine, oba postrojenja uključena su u EU ETS.

4.3.2.2. Metodologija proračuna emisije

Metodologija

- T3 (1990.-2021.)

Emisije N₂O iz proizvodnje dušične kiseline za razdoblje 1990.-2012. Izračunate su korištenjem *Tier 3* metode sukladno smjernicama *2006 IPCC Guidelines*, tj. množenjem godišnje proizvodnje dušične kiseline sa specifičnim faktorima emisije postrojenja (eng. *plant-specific*) koji se temelje na stvarnim izmjerenim podacima. Tehnologije za smanjenje emisija nisu se koristile u tom razdoblju, pa se faktor uništenja i faktor iskorištenja sustava tehnologije smanjenja ne uzimaju u obzir. Na ovaj su način emisije izračunate za svako postrojenje zasebno.

Od 2013. godine provode se izravna mjerenja emisija N₂O na oba postrojenja, uz primjenu tehnologija za smanjenje emisija. U obzir se uzima zbroj izmjerenih emisija dobivenih iz koncentracije N₂O u nadziranim emisijama za svaki zabilježeni interval praćenja. Podatke o emisijama i korištenim metodologijama koji su verificirani od strane neovisnih akreditiranih verifikatora, operater dostavlja u MINGOR u sklopu godišnjih Izvješća o emisijama sustava trgovanja emisijskim jedinicama stakleničkih plinova. MINGOR navedene podatke potom dostavlja na uvid sektorskim ekspertima koji ih uključuju u inventar.

U ovom podnesku koristile su se vrijednosti potencijala globalnog zagrijavanja iz Petog izvješća o procjeni IPCC-a (AR5).

Faktori emisije

- PS (1990.-2021.)

Za razdoblje 1990.-2012., podaci o faktorima emisije za oba postrojenja dobiveni su od operatera (7.5 kg N₂O/t dušične kiseline za Postrojenje 1 i 7.8 kg N₂O/t dušične kiseline za Postrojenje 2). Ovi faktori emisije izračunati su temeljem niza mjerenja provedenih 1999. godine, te su isti potvrđeni od strane ERT-a tijekom *in-country* revizije provedene 2008. godine, po uvidu u tehnologiju i relevantne parametre dostavljene od strane operatera.

Podaci o novijim mjerenjima (koja se provode od 2013. godine) ne mogu se primijeniti na ranije godine zbog korištenja tehnologije smanjenja emisija tijekom ovog razdoblja.

Od 2013. godine, operater koristi sustav kontinuiranog mjerenja emisija u oba postrojenja¹⁹. Primjenjuje se NDIR metoda mjerenja N₂O (nedisperzivna infracrvena spektrometrija).

¹⁹ Sva mjerenja izvršena su primjenom metoda temeljenih na sljedećim standardima: EN 14181 Emisije iz stacionarnih izvora – Osiguranje kvalitete automatskih mjernih sustava i EN 15259 Kvaliteta zraka – Mjerenje emisija iz stacionarnih izvora – Zahtjevi za mjerna mjesta, mjerni cilj, plan i izvještaj te drugim odgovarajućim EN standardima.

Podaci o aktivnosti

Podaci o aktivnosti temelje se na 100%-tnoj HNO₃. Podaci o proizvodnji dušične kiseline prikupljeni su anketom proizvođača, koji je dostavio tražene podatke u MINGOR, a koji su potom proslijeđeni sektorskim ekspertima. Proizvedene količine utvrđuju se mjeračem protoka mase za Postrojenje 2 te izračunom iz projektiranog kapaciteta proizvodnje i izmjerenih ulaznih količina amonijaka za Postrojenje 1. Od 2013. godine, zajedno s podacima iz verificiranih izvješća o emisijama, MINGOR i dalje dostavlja popunjene upitnike iz postrojenja.

Smanjenje emisija N₂O od 2013. godine rezultat je korištenja tehnologije smanjenja emisija (vidjeti Tablicu 4.3-2). Uzroci fluktuacije emisija bili su tehnički problemi povezani s radom instaliranog SCR-a (gubitak katalizatora i rekonstrukcija sustava, kao i česta isključivanja i puštanje u rad postrojenja).

Tablica 4.3-2: Proizvodnja dušične kiseline i povezane emisije

Godina	Proizvodnja dušične kiseline– - UKUPNO (kt)	Emisija N ₂ O– UKUPNO (kt)
1990.	332.5	2.5
1991.	292.0	2.2
1992.	381.8	2.9
1993.	287.8	2.2
1994.	311.2	2.4
1995.	299.3	2.3
1996.	278.7	2.1
1997.	292.9	2.2
1998.	220.5	1.7
1999.	260.2	2.0
2000.	306.2	2.3
2001.	257.5	2.0
2002.	250.0	1.9
2003.	235.6	1.8
2004.	287.6	2.2
2005.	280.7	2.1
2006.	277.6	2.1
2007.	306.6	2.3
2008.	312.9	2.4
2009.	261.5	2.0
2010.	336.8	2.6
2011.	332.7	2.5
2012.	288.2	2.2
2013.	297.5	0.8
2014.	307.3	0.9
2015.	344.6	1.0
2016.	293.3	0.4
2017.	322.2	0.3
2018.	289.5	0.2
2019.	302.1	0.2
2020.	293.8	0.2
2021.	160.1	0.1

Osim navedenog, emisije NO_x preuzete su iz dokumenta "Informativno izvješće o inventaru emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske (za razdoblje 1990.-2020.)"; podnesak prema Konvenciji o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka (CLRTAP) i Direktivi o nacionalnim gornjim granicama emisije za određene onečišćujuće tvari (NECD)'. Od 1998. godine, specifični faktori emisije se izračunavaju iz direktnih mjerenih emisija NO_x (povremeno mjerenje) i godišnjeg kapaciteta proizvodnje. Za godine u razdoblju od 1990. do 1997. godine, izračunavao se i koristio prosječan faktor emisije NO_x na temelju dostupnih direktnih emisija NO_x. Emisije za 2021. godinu nisu bile dostupne u trenutku izrade ovog izvješća te je korištena oznaka NE.

4.3.2.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije

Nesigurnost procjene podataka o aktivnostima iznosi 2% bazirajući se na podacima dobivenim od proizvođača. Nesigurnost procjene faktora emisije iznosi 20% za 1990. i 2% za 2021. godinu, bazirajući se na procjenama stručnjaka i podacima dobivenim od proizvođača (detaljnije u Prilogu 1).

Emisije iz Proizvodnje dušične kiseline izračunate su korištenjem iste metodologije i istog izvora podataka za razdoblje proračuna 1990.-2012. te direktnih mjerenja nakon 2013. godine.

4.3.2.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna (QA/QC)

Tijekom pripreme inventara, aktivnosti kontrole kvalitete su uglavnom fokusirane na cjelovitost i konzistentnost ulaznih podataka i izračunatih emisija sukladno smjernicama *2006 IPCC Guidelines*. Također, osigurava se i dokumentiranje i pohranjivanje svih ulaznih podataka i informacija relevantnih za proračun emisija.

4.3.2.5. Rekalkulacija emisije

Nije bilo rekalkulacije emisija za ovu kategoriju.

4.3.2.6. Planirana poboljšanja proračuna emisije

Nisu planirana poboljšanja proračuna za ovu kategoriju.

4.3.3. Proizvodnja adipinske kiseline (2.B.3)

Ova kategorija ne postoji u Hrvatskoj.

4.3.4. Proizvodnja kaprolaktama, glioksala i glioksilne kiseline (2.B.4)

Ova kategorija ne postoji u Hrvatskoj.

4.3.5. Proizvodnja kalcijevog karbida (2.B.5)

Ova kategorija ne postoji u Hrvatskoj.

4.3.6. Proizvodnja titanijevog dioksida (2.B.6)

Ova kategorija ne postoji u Hrvatskoj.

4.3.7. Proizvodnja dehidratizirane sode (2.B.7)

Ova kategorija ne postoji u Hrvatskoj.

4.3.8. Proizvodnja petrokemijskih proizvoda i čađe (2.B.8)

4.3.8.1. Opis izvora emisije

Petrokemijski proizvodi su proizvodi koji se uglavnom dobivaju iz primarnih fosilnih goriva ili proizvoda rafinerije nafte. Iako čađa ne pripada ovoj skupini proizvoda, petrokemijski se proizvodi koriste kao sirovina u njenoj proizvodnji. Veći dio ugljika koji se nalazi u sirovinama koje se koriste u proizvodnji pohranjuje se u proizvodima, no tijekom procesa konverzije dio ugljika emitira se u obliku CO₂ ili CH₄.

Tijekom izvještajnog razdoblja, u Hrvatskoj je bila prisutna proizvodnja petrokemijskih proizvoda – metanola, etilena i dikloretilena (koji se koristio u proizvodnji vinil klorid monomera), te proizvodnja čađe.

Metanol, koji je uključen u potkategoriju 2.B.8.a, proizvodio se tijekom čitavog vremenskog niza. Etilen (2.B.8.b) se proizvodio tijekom razdoblja od 1990. do 2011., dikloretilen (2.B.8.c) od 1990. do 2001., a čađa od 1990. do 2009. godine.

Proizvodnja čađe u Hrvatskoj odvijala se u jednom postrojenju, uljno-pećnim postupkom. Za ostale petrokemijske proizvode dostupni su samo agregirani nacionalni statistički podaci.

4.3.8.2. Metodologija proračuna emisije

Metodologija

Metanol (2.B.8.a)

Podaci o vrsti sirovine i procesima korištenima za proizvodnju metanola u Hrvatskoj trenutno nisu dostupni. Iz statističkih izvora dostupni su samo agregirani podaci o proizvedenim količinama metanola u Hrvatskoj.

Budući da se kao najčešća sirovina za proizvodnju metanola u IPCC smjernicama navodi prirodni plin, te budući da proizvodnja metanola nije uključena u energetske bilancu u kategoriji „neenergetska potrošnja“ (vidjeti Prilog 4), kako bi se izbjeglo dvostruko zbrajanje emisija, u ovom su podnesku emisije iz ove kategorije prijavljene oznakom „IE“ te se smatra kako su one uključene u sektor Energetika.

Etilen (2.B.8.b)

- CO₂, CH₄: T1 (1990.-2011.)

Kao i kod proizvodnje metanola, podaci o sirovinama i procesima proizvodnje trenutno nisu dostupni. Dostupni su samo agregirani podaci o proizvedenim količinama etilena u Hrvatskoj.

Stoga je za izračun emisija CO₂ i CH₄ korištena Tier 1 metodologija (2006 IPCC Guidelines), tj. množenje godišnje proizvodnje s predloženim faktorima emisije.

Istraživanjem nacionalne energetske statistike utvrđeno je da goriva koja se najvjerojatnije koriste u proizvodnji etilena, kako je opisano u smjernicama 2006 IPCC Guidelines (u kojima se kao tipična sirovina navodi primarni benzin, a kao tipični proizvodni proces parno krekiranje), nisu uključena u energetske bilancu, odnosno utvrđeno je da emisije iz ovog procesa nisu uključene u sektor Energetika, te je time izbjegnuto dvostruko računanje emisija.

Dikloretilen (2.B.8.c)

- CO₂: T1 (1990.-2001.)

Kao i kod proizvodnje gore navedenih kemikalija, podaci o sirovinama i procesima proizvodnje trenutno nisu dostupni. Dostupni su samo agregirani nacionalni podaci o proizvedenim količinama dikloretilena u Hrvatskoj.

Stoga je za izračun emisija CO₂ korištena *Tier 1* metodologija (2006 IPCC Guidelines), množenjem godišnje proizvodnje s predloženim faktorima emisije bez izgaranja.

Prema smjernicama 2006 IPCC Guidelines, emisije CH₄ iz proizvodnje dikloretilena koje nisu povezane s izgaranjem, smatraju se zanemarivima.

Pretpostavlja se da su sve emisije iz ovog izvora povezane s izgaranjem uključene u sektor Energetika.

Čađa (2.B.8.f)

- CO₂: T2 (1990.-2009.)

Emisija CO₂ iz proizvodnje čađe izračunata je korištenjem *Tier 2* metodologije (2006 IPCC Guidelines), temeljem bilance mase. U izračun emisije uključena je samo primarna sirovina (ugljikovodična sirovina). Prirodni plin korišten je kao sekundarna sirovina, no budući da je njegova potrošnja uključena u energetske bilancu, emisija CO₂ iz njegove uporabe pribrojena je u sektoru Energetika. Također, u procesu proizvodnje nisu nastajali sekundarni proizvodi. Uzimajući u obzir sve navedeno, emisije iz ove potkategorije izračunate su kako slijedi:

$$E_{CO_2} = [(FA \times FC) - (PP \times PC)] \times 44/12$$

Gdje je:

E _{CO₂}	- emisija CO ₂ [t]
FA	- godišnja potrošnja sirovine za proizvodnju čađe [t]
FC	- sadržaj ugljika u sirovini [t C/t sirovine]
PP	- godišnja proizvodnja čađe [t]
PC	- sadržaj ugljika u čađi [t C/t proizvoda]
44/12	- omjer molekulskih masa CO ₂ /C

Faktori emisije

Etilen (2.B.8.b)

- CO₂, CH₄: D (1990.-2011.)

Za izračun emisije korišteni su preporučeni faktori emisije (2006 IPCC Guidelines).

Za CO₂, korišten je preporučeni faktor za procesnu uporabu sirovine (za proces parnog kreiranja) u iznosu od 1.73 t CO₂/t proizvedenog etilena. Korišten je faktor prilagodbe za Zapadnu Europu (100%).

Za CH₄, korišten je preporučeni faktor u iznosu od 3 kg CH₄/t proizvedenog etilena.

Dikloretilen (2.B.8.c)

- CO₂: D (1990.-2001.)

Za izračun emisije korišten je preporučeni faktori emisije (2006 IPCC Guidelines) u iznosu od 0.0057 t CO₂/t proizvedenog dikloretilena (za uravnoteženi proces; emisije iz odzračivanja u procesima bez izgaranja).

Čađa (2.B.8.f)

- CO₂: PS (1990.-2009.)

Tier 2 metodologija temelji se na izračunu bilance mase te stoga nema faktora emisije povezanih s ovom metodologijom.

Podaci o aktivnostima

Podaci o aktivnostima (proizvedene količine) za petrokemijske proizvode preuzeti su iz nacionalne statistike.

Svi ulazni podaci za čađu, uključujući i godišnju potrošnju ugljikovodične sirovine i proizvodnju čađe, kao i podaci o sadržaju ugljika u sirovini i proizvodu dostavljeni su od strane proizvođača u MINGOR, te su potom proslijeđeni sektorskim ekspertima. Korištena ugljikovodična sirovina sastojala se od visokoaromatskih ulja dobivenima sekundarnim procesima prerade nafte i katrana kamenog ugljena.

Godišnja proizvodnja kemikalija (Tablica 4.3-3) i emisije CO₂ i CH₄ iz Proizvodnje petrokemijskih proizvoda i čađe (Tablica 4.3-4) dani su u nastavku.

Tablica 4.3-3: Godišnja proizvodnja kemikalija

Godina	Čađa (kt)	Etilen (kt)	Dikloretilen (kt)	Metanol (kt)
1990.	30.6	72.6	72.7	0.016
1991.	18.8	66.9	68.3	0.016
1992.	13.5	68.3	92.1	0.016
1993.	17.1	68.6	79.6	0.016
1994.	16.9	65.3	97.5	0.016
1995.	27.2	67.5	84.4	0.012
1996.	26.7	64.8	48.6	0.009
1997.	24.2	63.6	26.3	0.013
1998.	22.2	60.1	31.3	0.013
1999.	17.6	60.3	47.7	0.013
2000.	20.3	38.9	71.4	0.008
2001.	21.4	46.6	64.4	0.006
2002.	19.4	43.6	NO	0.008
2003.	21.4	41.3	NO	0.004
2004.	20.3	49.9	NO	0.004
2005.	18.4	50.3	NO	0.003
2006.	26.3	48.8	NO	0.003
2007.	23.7	45.4	NO	0.002
2008.	16.9	43.0	NO	0.002
2009.	4.0	38.8	NO	0.001
2010.	NO	36.3	NO	0.001
2011.	NO	23.3	NO	0.002
2012.	NO	NO	NO	0.003

Godina	Čađa (kt)	Etilen (kt)	Dikloretilen (kt)	Metanol (kt)
2013.	NO	NO	NO	0.001
2014.	NO	NO	NO	0.001
2015.	NO	NO	NO	0.001
2016.	NO	NO	NO	0.001
2017.	NO	NO	NO	0.001
2018.	NO	NO	NO	0.002
2019.	NO	NO	NO	0.001
2020.	NO	NO	NO	0.0001
2021.	NO	NO	NO	0.0003

Tablica 4.3-4: Emisije CO₂ i CH₄ iz Proizvodnje petrokemijskih proizvoda i čađe

Godina	Čađa		Etilen		Dikloretilen	
	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)
1990.	66.4	NA	125.7	0.2	0.4	NA
1991.	39.0	NA	115.7	0.2	0.4	NA
1992.	26.1	NA	118.2	0.2	0.5	NA
1993.	37.2	NA	118.7	0.2	0.5	NA
1994.	34.8	NA	112.9	0.2	0.6	NA
1995.	65.0	NA	116.9	0.2	0.5	NA
1996.	59.9	NA	112.1	0.2	0.3	NA
1997.	45.3	NA	109.9	0.2	0.1	NA
1998.	46.8	NA	104.1	0.2	0.2	NA
1999.	32.6	NA	104.3	0.2	0.3	NA
2000.	33.2	NA	67.3	0.1	0.4	NA
2001.	22.0	NA	80.7	0.1	0.4	NA
2002.	35.3	NA	75.3	0.1	NO	NA
2003.	41.8	NA	71.4	0.1	NO	NA
2004.	38.0	NA	86.3	0.1	NO	NA
2005.	34.4	NA	87.0	0.2	NO	NA
2006.	51.6	NA	84.5	0.1	NO	NA
2007.	48.4	NA	78.6	0.1	NO	NA
2008.	31.7	NA	74.5	0.1	NO	NA
2009.	6.8	NA	67.1	0.1	NO	NA
2010.	NO	NO	62.7	0.1	NO	NA
2011.	NO	NO	40.3	0.1	NO	NA
2012.	NO	NO	NO	NO	NO	NA
2013.	NO	NO	NO	NO	NO	NA
2014.	NO	NO	NO	NO	NO	NA
2015.	NO	NO	NO	NO	NO	NA
2016.	NO	NO	NO	NO	NO	NA
2017.	NO	NO	NO	NO	NO	NA
2018.	NO	NO	NO	NO	NO	NA
2019.	NO	NO	NO	NO	NO	NA
2020.	NO	NO	NO	NO	NO	NA
2021.	NO	NO	NO	NO	NO	NA

Emisije SO₂, CO, NO_x i NMHOS preuzete su iz dokumenta „Informativno izvješće o inventaru emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske (za razdoblje 1990.-2020.)“; podnesak prema Konvenciji o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka (CLRTAP) i Direktivi o nacionalnim gornjim granicama emisije za određene onečišćujuće tvari (NECD)’. Korištena je *Tier 2* metodologija i *Tier 2* faktori emisije.

4.3.8.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije

Nesigurnost procjene podataka o aktivnostima za proračun emisije CO₂ i CH₄ za sve kemikalije iznosi 7.5% bazirajući se na preporučenim vrijednostima iz smjernica *2006 IPCC Guidelines*.

Nesigurnost procjene faktora emisije CO₂ i CH₄ za etilen iznosi 10% (preporučena vrijednost). Nesigurnost procjene faktora emisije CO₂ za dikloretilen iznosi od -20% do +10% (preporučena vrijednost).

Nesigurnost procjene faktora emisije CO₂ za čađu iznosi 15%, bazirajući se na preporučenim vrijednostima.

Emisije iz Proizvodnje petrokemijskih proizvoda i čađe izračunate su koristeći istu metodologiju i isti izvor podataka za cijelo razdoblje proračuna.

4.3.8.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije (QA/QC)

Tijekom pripreme inventara, aktivnosti kontrole kvalitete su uglavnom fokusirane na cjelovitost i konzistentnost ulaznih podataka i izračunatih emisija sukladno smjernicama *2006 IPCC Guidelines*. Također, osigurava se i dokumentiranje i pohranjivanje svih ulaznih podataka i informacija relevantnih za proračun emisija.

Budući da nije poznat niti jedan od specifičnih parametara proizvodnje, postoji mogućnost precjenjivanja emisija CO₂ za etilen proizveden iz procesa rafiniranja nafte ili iz drugih petrokemijskih procesa osim parnog kreiranja, a koji bi mogli biti uključeni u nacionalnu statistiku proizvodnje. U tome bi slučaju emisije iz proizvodnje etilena parnim kreiranjem bile precijenjene.

4.3.8.5. Rekalkulacija emisije

Nije bilo rekalkulacije emisija iz ove kategorije.

4.3.8.6. Planirana poboljšanja proračuna emisije

Ovaj potsektor identificiran je kao ključna kategorija, no *Tier 2* ili viša razina proračuna nije korištena za sve procjene emisija unutar ovog podsektora. Podaci za korištenje više razine za petrokemijske proizvode trenutno nisu dostupni. Najveći dio proizvodnje zaustavljen je prije nekoliko godina, što je posljedično smanjilo mogućnost prikupljanja podataka potrebnih za višu razinu proračuna. Hrvatska je nedavno revidirala ovaj podsektor i uključila dodatne izvore koristeći ono što se smatra najboljim trenutno dostupnim podacima. Ovo je pitanje uključeno u Plan prikupljanja podataka, a ovisno o raspoloživim resursima, izvršit će se daljnja istraživanja. Trenutno se ovo pitanje kategorizira kao dugoročni plan za poboljšanje.

4.3.9. Proizvodnja fluorokemijskih proizvoda (2.B.9)

Ova kategorija ne postoji u Hrvatskoj.

4.4. Industrija metala (CRF 2.C)

4.4.1. Proizvodnja željeza i čelika (2.C.1)

4.4.1.1. Opis izvora emisije

Tijekom razdoblja proračuna, proizvodnja željeza i čelika u Hrvatskoj obuhvaćala je:

- proizvodnju u tzv. integriranom postrojenju, koje je uključivalo proizvodnju sirovog željeza u visokim pećima i proizvodnju čelika Siemens-Martinovim postupkom – tijekom 1990. i 1991.;
- proizvodnju čelika u elektrolučnim pećima u dva tzv. sekundarna postrojenja koja kao osnovnu sirovinu koriste otpadni čelik/željezo – tijekom čitavog razdoblja proračuna, uz prekide u radu detaljnije opisane u nastavku;
- proizvodnju lijevanog željeza u tri ljevaonice u kupolnim i indukcijskim električnim pećima – od 1997. godine.

Proizvodnja željeza i čelika u integriranom postrojenju

Proizvodnja sirovog željeza provodila se u visokim pećima do kraja 1991. kada je obustavljena uslijed nemogućnosti dopreme željezne rude tijekom rata, te smanjenja, a zatim i prekida proizvodnje čelika u Siemens-Martinovim pećima iste godine, kao posljedice opće gospodarske stagnacije, ali i sve težeg plasiranja proizvoda dobivenih zastarjelim Siemens-Martinovim postupkom na tržište.

Emisije iz proizvodnje vapna za potrebe proizvodnje u visokim pećima uključene su u potsektor 2.A.2. Potrebno je napomenuti da su se potrebne količine sintera i peleta za proizvodnju željeza uvozile iz inozemstva, te njihova proizvodnja nije bila prisutna u Hrvatskoj. Također, u Hrvatskoj nije bilo proizvodnje direktno reduciranog željeza.

Proizvodnja čelika u sekundarnim postrojenjima

Jedno postrojenje proizvodilo je čelik tijekom čitavog razdoblja proračuna, s izuzetkom 2016. godine. Drugo postrojenje bilo je aktivno u razdoblju 1990.-2008. te tijekom 2013. i 2014. godine. Oba postrojenja tijekom čitavog razdoblja koriste elektrolučne peći u kojima se proizvodi tekući čelik koji se potom lijevanjem i valjanjem prerađuje do gotovih proizvoda.

Od 2013. godine, tijekom navedenih razdoblja kad su bila u funkciji, oba postrojenja bila su obuhvaćena EU ETS-om.

Proizvodnja u oba postrojenja bila je zaustavljena tijekom 2016. godine. Proizvodnja čelika u posljednjem aktivnom pogonu prekinuta je u prosincu 2015. zbog krize na europskom tržištu čelika, odnosno nedostatka narudžbi. Proizvodnja je ponovno pokrenuta 2017. godine, no pogon je radio u znatno smanjenom obujmu. Nakon početne faze ponovnog puštanja u pogon i postizanja ciljane razine kvalitete proizvoda, došlo je do povećanja proizvodnje. U 2018. godini, zbog povoljnih tržišnih uvjeta i rastućih cijena čelika, proizvodnja se počinje oporavljati, što se odražava u trendovima emisije.

Proizvodnja lijevanog željeza

Tri ljevaonice koje proizvode sivi i nodularni lijev obuhvaćene su EU ETS-om od 2013. godine. Do određene mjere, podaci od ovih ljevaonica dostupni su i za razdoblje 1997.-2012. (vidjeti poglavlje niže za detaljnije objašnjenje).

U 2021. godini nije bilo proizvodnje lijevanog željeza.

4.4.1.2. Metodologija proračuna emisije

Metodologija

Čelik (2.C.1.a)

- T2 (1990.-2012.)
- T3 (2013.- nadalje)

U ovu potkategoriju uključene su samo emisije CO₂ iz elektrolučnih peći.

Za Siemens-Martinov postupak, koji je obustavljen prije gotovo tri desetljeća, osim količina proizvedenog čelika, nisu dostupni drugi podaci iz tvornice. Ove se peći tipično pune rastaljenim željezom, a kisik se ubrizgava u peć, no do redukcije ugljika u željezu i taljenja sirovine također dolazi uslijed paljenja fosilnih goriva preko površine smjese sirovine. Budući da se prema smjernicama 2006 IPCC Guidelines, ugljik u željezu može zanemariti jer se uzima u obzir kao izvor ugljika za proizvodnju željeza, te budući da su sva goriva koja su korištena u Siemens-Martinov postupku uzeta u obzir u nacionalnoj energetske bilanci (tj. u sektoru Energetika), emisije nisu uključene u ovom sektoru. Međutim, podaci o aktivnosti, tj. količina čelika proizvedenog ovim postupkom, uključeni su ovdje, budući da ne postoji opcija njihovog pribrojavanja sektoru Energetika.

U proizvodnji u elektrolučnim pećima, emisija CO₂ potječe od uporabe goriva i sirovina, uključujući i reducirajuća sredstva. Kod lijevanja, valjanja i daljnje prerade čelika, emisija CO₂ potječe od goriva korištenog u različitim koracima proizvodnje. Sve emisije iz uporabe goriva u ovoj kategoriji uključene su u sektor Energetika. Dodatno, budući da su sve količine koksa i antracita također obuhvaćene nacionalnom energetske bilancom, one su također već uključene u sektor Energetika, te su stoga izuzete iz ove kategorije.

Emisije CO₂ iz elektrolučnih peći za razdoblje 1990.-2012. izračunate su korištenjem Tier 2 metodologije (2006 IPCC Guidelines), odnosno korištenjem masene bilance ugljika i specifičnog sadržaja ugljika za sve ulazne i izlazne materijale.

Stoga je:

$$E_{CO_2} = \left[\sum_a (MI_a \times C_a) - \sum_b (MO_b \times C_b) \right] \times 44/12$$

Gdje je:

E_{CO_2} - emisija CO₂ prijavljena u sektoru Industrijski procesi i uporaba proizvoda [t]

MI_a - količina ulaznog materijala a u peć [t]

C_a - sadržaj ugljika svakog pojedinog ulaznog materijala u peć [t C/t]

MO_b - količina izlaznog materijala b iz peći [t]

C_b - sadržaj ugljika svakog pojedinog izlaznog materijala iz peći [t C/t]

44/12 - omjer molekulskih masa CO₂/C

Emisije su na ovaj način izračunate za svako postrojenje zasebno.

Od 2013., podaci o emisijama i korištenim metodologijama proračuna koji su verificirani od strane neovisnih akreditiranih verifikatora preuzeti su iz godišnjih Izvješća o emisijama sustava trgovanja emisijskim jedinicama stakleničkih plinova. Operateri za proračun emisija koriste metodologiju usporedivu s Tier 3 metodologijom iz smjernica 2006 IPCC Guidelines. Za potrebe izvješćivanja u

sklopu ovog sektora, verificirane emisije bilo je potrebno modificirati s obzirom na ulazne materijale kao što su koks i antracit, koji su već pribrojeni u energetske bilanci, odnosno u sektoru Energetika. Navedene izmjene rezultirale su razlikom procesnih emisija koje su prijavljene u sklopu ovog sektora u NIR-u i u sklopu EU ETS-a.

Sirovo željezo (2.C.1.b)

- OTH (1990.-1991.)

Nisu dostupni potpuni podaci o svim ulaznim i izlaznim materijalima u proizvodnji sirovog željeza. Dostupni su samo djelomični podaci o sirovinama iz statističkih izvješća (podaci o utrošenoj količini koksa i ugljena), zajedno s podacima o potrošnji vapnenca i dolomita prikupljenima od bivšeg proizvođača. Budući da su sve količine koksa i ugljena već uključene u sektor Energetika, u ovu su kategoriju u sklopu ovog sektora uključene samo emisije iz uporabe vapnenaca i dolomita.

Emisija CO₂ izračunata je korištenjem metodologije za izračun emisije iz procesne uporabe karbonata (2006 IPCC Guidelines, Svezak 3, Pog.2; Tier 3 metodologija), koja uključuje množenje faktora emisije za svaku vrstu karbonata (izraženo u tonama CO₂ emitiranog po toni karbonata) i godišnje količine svakog utrošenog karbonata. Budući da nije poznat stupanj kalcinacije korištenih karbonata, pretpostavlja se da je njegov iznos 1.00.

Lijevano željezo (2.C.1.f)

- OTH (1997.-nadalje)

Od 2013. godine, lijevaonice željeza uključene su u EU ETS. Podaci o emisijama i korištenim metodologijama proračuna koji su verificirani od strane neovisnih akreditiranih verifikatora preuzeti su iz godišnjih Izvješća o emisijama sustava trgovanja emisijskim jedinicama stakleničkih plinova. Operateri za proračun emisija koriste istu metodologiju koja je korištena za izračun emisija iz elektrolučnih peći (masena bilanca ugljika), usporedivu s Tier 3 metodologijom iz smjernica 2006 IPCC Guidelines. Budući da 2006 IPCC Guidelines ne navodi metodologiju za izračun emisija iz lijevaonica željeza, ona je za ovaj izvor kategorizirana kao „ostalo“, odnosno notacijskom oznakom „OTH“.

Za razdoblje prije uključivanja u EU ETS, dostupni su samo djelomični podaci iz postrojenja. Emisije za razdoblje 1997.-2012. izračunate su korištenjem godišnje proizvodnje lijevanog željeza kao nadomjesnog podatka, koja je pomnožena sa srednjom vrijednosti omjera emisija i proizvodnje iz razdoblja 2013.-2019.

Faktori emisije

Čelik (2.C.1.a)

- PS,D (1990.-2012.)
- PS (2013.-nadalje)

U proizvodnji čelika u elektrolučnim pećima, emisija CO₂ potječe od uporabe čeličnog i željeznog otpada, goriva, reducirajućih sredstava kao što su koks, karburit, antracit itd. te grafitne elektrode, odnosno ulaznog materijala, kako je navedeno u gornjoj jednadžbi. Izlazni materijal sastoji se od proizvedenog čelika, tehnološkog otpada, šljake, prašine iz peći te ogorine.

Za razdoblje 1990.-2012., svi podaci o potrošnji ulaznih materijala i količinama izlaznih materijala prikupljeni su od proizvođača koji su popunjene upitnike dostavili u MINGOR, te su oni potom proslijeđeni sektorskim ekspertima.

Za jednog proizvođača nisu bili dostupni podaci o sadržaju ugljika u ulaznim i izlaznim materijalima te su stoga korištene preporučene vrijednosti iz smjernica *2006 IPCC Guidelines*. Za drugog proizvođača ovi su podaci na razini postrojenja bili djelomično dostupni. Posljedično, nije se mogla koristiti *Tier 3* metodologija.

Budući da podaci o aktivnosti za 1990. i 1991. godinu uključuju i čelik proizveden Siemens-Martinovim postupkom, isto se odražava i na faktore emisije za ove dvije godine.

Sirovo željezo (2.C.1.b)

- D (1990.-1991.)

Za izračun emisije CO₂ korištene su preporučene vrijednosti (*2006 IPCC Guidelines*, Svezak 3, Pog.2) sadržaja CO₂ u karbonatima (0.43971 t CO₂/t CaCO₃ i 0.47732 t CO₂/t CaMg(CO₃)₂).

Lijevano željezo (2.C.1.f)

- PS (1997.- nadalje)

Od 2013. godine, faktori emisije dobiveni su temeljem detaljnih informacija o sadržaju ugljika u ulaznim i izlaznim materijalima u procesu lijevanja željeza. Izračun verificiranih emisija iz svih ljevaonica uključuje sve podatke u skladu sa zahtjevima EU ETS-a.

Do 2013. godine, faktori emisije procijenjeni su temeljem podataka za razdoblje 2013.-2019., kao što je prethodno opisano u potpoglavlju Metodologija.

Podaci o aktivnostima

Čelik (2.C.1.a)

Godišnja proizvodnja čelika Siemens-Martinovim postupkom dobivena je anketiranjem bivšeg proizvođača te su ovi podaci uspoređeni sa statističkim podacima.

Za razdoblje prije uključivanja u EU ETS, svi podaci koji su korišteni u izračunu emisija iz elektrolučnih peći dobiveni su od proizvođača, osim sadržaja ugljika za neke od sirovina, proizvoda i otpadnih materijala, za koje su korištene preporučene vrijednosti.

Za jedno postrojenje podaci o sadržaju ugljika nisu bili dostupni.

Za drugo postrojenje, za ulazne materijale: grafitne elektrode, karburit, staro željezo, koks i antracit korištene su preporučene vrijednosti. Za ulazne materijale: čelični otpad, C žica i sirovo željezo, kao i za izlazne materijale: čelik, tehnološki otpad, šljaka, prašina i ogorina, korištene su vrijednosti dobivene laboratorijskom analizom sadržaja ugljika (za sve godine). Za ostale korištene sirovine (npr. dodaci za legiranje: Fe-Si-Mn, Fe-V, Fe-Cr, Fe-Mo itd., te drugi dodaci kao primjerice fluorit), sadržaj ugljika preuzet je sa certifikata dobivenog od proizvođača sirovine (bez informacije o tome kako je taj sadržaj procijenjen).

Od 2013., izračun verificiranih emisija za oba postrojenja uključuje sve podatke u skladu sa zahtjevima EU ETS-a i *Tier 3* metodologije iz smjernica *2006 IPCC Guidelines*.

Sirovo željezo (2.C.1.b)

Podaci o proizvodnji sirovog željeza te podaci o potrošnji karbonata prikupljeni su od proizvođača sirovog željeza. Proizvodnja je obustavljena prije gotovo tri desetljeća čime je umanjena vjerojatnost prikupljanja detaljnijih podataka. Hrvatska je nedavno revidirala ovaj potsektor i uključila dodatne izvore koristeći ono što se smatra najboljim trenutno dostupnim podacima.

Lijevano željezo (2.C.1.f)

Od 2013. godine dostupni su detaljniji podaci o količinama i sadržaju ugljika u ulaznim i izlaznim materijalima iz procesa lijevanja željeza.

Za razdoblje 1997.-2012., u potpunosti su prikupljeni samo podaci o proizvedenim količinama lijevanog željeza. Ovo pitanje se trenutno istražuje te će po prikupljanju detaljnijih podataka oni biti uključeni u proračun, što se očekuje za jedan od sljedećih podnesaka.

U 2021. godini nije bilo proizvodnje lijevanog željeza.

Podaci o aktivnostima i zbirne emisije iz proizvodnje željeza i čelika prikazani su u Tablici 4.4-1.

Tablica 4.4-1: Podaci o aktivnostima i emisija CO₂ iz proizvodnje željeza i čelika

Godina	Proizvodnja čelika – elektrolučne peći (kt)	Proizvodnja čelika – Siemens-Martinove peći (kt)	Proizvodnja sirovog željeza (kt)	Proizvodnja lijevanog željeza (kt)	Ukupna emisija iz proizvodnje željeza i čelika (kt)
1990.	171.1	253.2	209.3	NO	43.8
1991.	119.7	94.2	68.8	NO	23.2
1992.	101.9	NO	NO	NO	12.4
1993.	74.1	NO	NO	NO	9.0
1994.	63.4	NO	NO	NO	8.3
1995.	45.4	NO	NO	NO	6.4
1996.	45.8	NO	NO	NO	5.4
1997.	69.9	NO	NO	2.7	8.7
1998.	103.2	NO	NO	3.6	13.2
1999.	75.9	NO	NO	3.5	9.3
2000.	69.6	NO	NO	1.1	8.7
2001.	56.2	NO	NO	3.6	6.2
2002.	32.8	NO	NO	5.4	4.4
2003.	40.9	NO	NO	5.4	5.6
2004.	86.1	NO	NO	5.6	13.7
2005.	73.6	NO	NO	5.2	12.7
2006.	80.5	NO	NO	5.9	13.3
2007.	76.3	NO	NO	7.1	13.7
2008.	138.9	NO	NO	7.6	23.4
2009.	46.3	NO	NO	9.7	4.8
2010.	103.4	NO	NO	11.1	14.7
2011.	95.9	NO	NO	13.8	16.6
2012.	1.0	NO	NO	26.0	1.4
2013.	111.0	NO	NO	27.7	13.9
2014.	146.5	NO	NO	28.2	10.1
2015.	121.5	NO	NO	27.1	9.3
2016.	NO	NO	NO	23.6	1.1
2017.	3.9	NO	NO	29.6	1.9
2018.	135.8	NO	NO	29.5	9.0
2019.	69.1	NO	NO	26.3	4.9
2020.	45.3	NO	NO	24.8	4.9
2021.	185.1	NO	NO	NO	14.3

Emisije NO_x, CO, NMHOS i SO₂ za razdoblje do 2020. godine preuzete su iz dokumenta "Informativno izvješće o inventaru emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske (za razdoblje 1990.-2020.)"; podnesak prema Konvenciji o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka (CLRTAP) i Direktivi o nacionalnim gornjim granicama emisije za određene onečišćujuće tvari (NECD). U ovu kategoriju uključene su samo procesne emisije. Emisije za 2021. godinu nisu bile dostupne u trenutku izrade ovog izvješća te je korištena oznaka NE.

4.4.1.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije

Nesigurnost procjene podataka o aktivnostima za proizvodnju čelika iznosi 10% za 1990. i 5% za 2021. godinu. Nesigurnost procjene faktora emisije iznosi 10% za 1990. i 5% za 2021. godinu, prema vrijednostima iz smjernica *2006 IPCC Guidelines*.

Za proizvodnju sirovog željeza, nesigurnost procjene podataka o aktivnostima iznosi 2% (za 1990.), dok nesigurnost procjene faktora emisije iznosi 5%.

Emisije su izračunate koristeći istu metodologiju i isti izvor podataka za razdoblje proračuna 1990 - 2012. i verificirane emisije CO₂ od 2013. godine. Fluktuacije faktora emisije u proizvodnji čelika prisutne su zbog korištenja različitih količina ulaznih materijala tijekom godina (npr. porast u 2014. uzrokovan je novim materijalima poput Fe-Mn i C žice koji su korišteni kao donori ugljika).

4.4.1.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije (QA/QC)

Tijekom pripreme inventara, aktivnosti kontrole kvalitete su uglavnom fokusirane na cjelovitost i konzistentnost ulaznih podataka i izračunatih emisija sukladno smjernicama *2006 IPCC Guidelines*. Također, osigurava se i dokumentiranje i pohranjivanje svih ulaznih podataka i informacija relevantnih za proračun emisija.

4.4.1.5. Rekalkulacija emisije

Nije bilo rekalkulacije emisija iz ove kategorije.

4.4.1.6. Planirana poboljšanja proračuna emisije

Nema planiranih poboljšanja za ovu kategoriju.

4.4.2. Proizvodnja ferolegura (2.C.2)

4.4.2.1. Opis izvora emisije

Ferolegure su legure željeza i metala kao što su silicij, mangan i krom. Slično kao i kod proizvodnje željeza i čelika, do emisije CO₂ dolazi uslijed oksidacije metalurškog koksa zbog visoke temperature, pri čemu dolazi do reakcije željeza i legirajućih elemenata.

U Hrvatskoj su u pogonu bile dvije tvornice ferolegura. Jedna tvornica prestala je s radom 1994., dok je druga radila do 2003. godine.

Dostupni su samo agregirani nacionalni podaci o proizvedenim količinama ferolegura.

4.4.2.2. Metodologija proračuna emisije

Metodologija

- T1 (1990.-2003.)

Emisije CO₂ i CH₄ iz proizvodnje ferolegura izračunate su korištenjem prve razine proračuna *Tier 1*, množenjem godišnje proizvodnje svake pojedine vrste ferolegure (feromangan, silikonmangan i ferokrom) s odgovarajućim faktorom predloženim u smjernicama *2006 IPCC Guidelines*.

Dostupni podaci potrebni za višu razinu proračuna nisu potpuni. Stoga je *Tier 1* metodologija korištena za čitavo razdoblje proračuna.

Hrvatska je svjesna vjerojatnosti dvostrukog računanja emisija iz ove kategorije budući da je potrošnja nekih od reducirajućih sredstava uključena u energetske bilancu, odnosno emisije iz njihove uporabe već su uključene u sektor Energetika. Međutim, budući da nisu poznati podaci o količinama ovih tvari uporabljenih u proizvodnji ferolegura, ove emisije nije bilo moguće oduzeti od emisija iz sektora Industrijski procesi i uporaba proizvoda (za detaljnije pojašnjenje vidjeti poglavlja 3.1.1. i 4.4.2.6).

Faktori emisije

- D (1990.-2003.)

Korišteni su preporučeni faktori (*2006 IPCC Guidelines*) koji iznose 1.3 t CO₂/t feromangana, 1.4 t CO₂/t silikonmangana, 1.3 t CO₂/t ferokroma i 1.2 t CH₄/t ferolegure.

Podaci o aktivnosti

Podaci o godišnjim količinama proizvedenih ferolegura (Tablica 4.4-2) preuzeti su iz Godišnjih industrijskih izvješća Državnog zavoda za statistiku. Proizvodnja ferolegura varirala je tijekom godina uglavnom kao posljedica nekonzistentnog rada uzrokovanog ratom u Hrvatskoj.

Osim podataka o proizvodnji, iz nacionalne statistike dostupni su samo podaci o potrošnji koksa iz kamenog ugljena i ugljenih elektroda u proizvodnji ferolegura za razdoblje 1990-1996. Nakon ovog razdoblja, nacionalna klasifikacija aktivnosti ne razlikuje uporabu ovih tvari u proizvodnji ferolegura.

Potrebno je napomenuti da je proizvodnja ferolegura obustavljena 2003. godine čime je smanjena mogućnost daljnjeg istraživanja ove kategorije i korištenja više razine proračuna.

Tablica 4.4-2: Proizvodnja ferolegura

Godina	Proizvodnja ferolegura (t)		
	Feromangan	Silikonmangan	Ferokrom
1990.	20,535	48,561	60,859
1991.	13,053	38,365	72,845
1992.	0	25,572	56,058
1993.	0	8,577	28,028
1994.	562	22,071	31,704
1995.	0	0	26,081
1996.	0	0	10,559
1997.	47	416	24,231
1998.	57	697	11,861
1999.	64	271	13,807
2000.	29	330	15,753
2001.	43	297	361
2002.	28	190	2
2003.	62	660	2

Emisije CO₂ i CH₄ iz Proizvodnje ferolegura prikazane su u Tablici 4.4-3.

Tablica 4.4-3: Emisije CO₂ i CH₄ iz Proizvodnje ferolegura

Godina	Emisije CO ₂ (kt)			Emisije CH ₄ (kt)
	Feromangan	Silikomangan	Ferokrom	Ferolegure (ukupno)
1990.	26.70	67.99	79.12	0.156
1991.	16.97	53.71	94.70	0.149
1992.	0.00	35.80	72.88	0.098
1993.	0.00	12.01	36.44	0.044
1994.	0.73	30.90	41.22	0.065
1995.	0.00	0.00	33.91	0.031
1996.	0.00	0.00	13.73	0.013
1997.	0.06	0.58	31.50	0.030
1998.	0.07	0.98	15.42	0.015
1999.	0.08	0.38	17.95	0.017
2000.	0.04	0.46	20.48	0.019
2001.	0.06	0.42	0.47	0.001
2002.	0.04	0.27	0.003	0.0003
2003.	0.08	0.92	0.003	0.001

4.4.2.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije

Nesigurnost procjene podataka o aktivnostima iznosi 10%, a nesigurnost procjene faktora emisije iznosi 25% prema vrijednostima iz smjernica *2006 IPCC Guidelines*.

Emisije iz Proizvodnje ferolegura izračunate su koristeći istu metodologiju i isti izvor podataka za cijelo razdoblje proračuna.

4.4.2.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije (QA/QC)

Tijekom pripreme inventara, aktivnosti kontrole kvalitete su uglavnom fokusirane na cjelovitost i konzistentnost ulaznih podataka i izračunatih emisija sukladno smjernicama *2006 IPCC Guidelines*. Također, osigurava se i dokumentiranje i pohranjivanje svih ulaznih podataka i informacija relevantnih za proračun emisija.

4.4.2.5. Rekalkulacija emisije

Nema rekalkulacija za ovu kategoriju u ovom izvješću.

4.4.2.6. Planirana poboljšanja proračuna emisije

Svi ulazni podaci u ovoj kategoriji istraženi su u mjeri u kojoj je to trenutno moguće. Proizvodnja ferolegura u Hrvatskoj zaustavljena je prije više od 15 godina, zbog čega je malo vjerojatno da će biti moguće prikupiti detaljnije podatke o aktivnostima potrebne za višu razinu proračuna. Stoga je zaključeno da u sadašnjim okolnostima ne postoji realna mogućnost za poboljšanja u ovoj kategoriji.

Međutim, godišnji plan prikupljanja podataka i dalje će sadržavati ove informacije, kao što je do sada bio slučaj, te ako bi u budućnosti postali dostupni dodatni podaci, provelo bi se daljnje istraživanje ove kategorije.

4.4.3. Proizvodnja aluminijske (2.C.3)

4.4.3.1. Opis izvora emisije

Primarni aluminij se proizvodi u dva koraka. Boksitna ruda se melje, pročišćava i kalcinira, uslijed čega nastaje aluminij oksid (Al_2O_3). Nakon toga se Al_2O_3 reducira do aluminijske taljenjem, što rezultira emisijom nekoliko stakleničkih plinova, uključujući CO_2 , i dva perfluorogljikovodika (PFC-a): CF_4 i C_2F_6 .

Proizvodnja primarnog aluminijske zaustavljena je 1991. godine.

Korištene su dvije vrste tehnologije: predpećne anode s bočnim posluživanjem i predpećne anode s centralnim točkastim posluživanjem.

Korišteno je ukupno 208 otvorenih peći s predpećnim anodama ('Alusuisse' tehnologija) s bočnim posluživanjem samohodnim strojevima, bez kompjutorskog upravljanja procesom. U rujnu 1990. godine u pogon je pušteno 10 novih peći s predpećnim anodama ('Pechiney' tehnologija), s centralnim točkastim doziranjem glinice, kompjutorskim vođenjem procesa te maksimalnom mehanizacijom i automatizacijom.

Osim navedene proizvodnje primarnog aluminijske, jedno postrojenje u Hrvatskoj proizvodi odljeve u aluminij procesom ubrizgavanja. Ono se ne bavi primarnom niti sekundarnom proizvodnjom aluminijske, te stoga ne nastaju emisije F-plinova (PFC i HFC) ni sumporovog heksafluorida (SF_6).

4.4.3.2. Metodologija proračuna emisije

Metodologija

- T1 (1990.-1991.)

Količina emitiranog CO_2 izračunava se korištenjem *Tier 1* metodologije (2006 IPCC Guidelines), koja uključuje množenje godišnje proizvodnje primarnog aluminijske i preporučenog faktora emisije.

Emisije PFC-a iz Proizvodnje aluminijske predstavljaju značajan izvor emisije, zbog visokog stakleničkog potencijala. Budući da su poznati jedino podaci o proizvodnji aluminijske, emisije CF_4 (PFC-14) i C_2F_6 (PFC-116) izračunate su množenjem godišnjih proizvedenih količina aluminijske s preporučenim faktorima emisije (2006 IPCC Guidelines). Bez obzira na dvije različite vrste tehnologija koje su se primjenjivale u Hrvatskoj: predpećene anode s bočnim i s centralnim posluživanjem, emisije nisu procijenjene zasebno za različite tehnologije, budući da su podaci o aktivnosti dostupni u agregiranom obliku. Stoga su uzeti u obzir samo faktori emisije za predpećene anode s bočnim posluživanjem.

Emisije NO_x , CO, NMHOS i SO_2 preuzete su iz dokumenta "Informativno izvješće o inventaru emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske (za razdoblje 1990.-2020.)"; podnesak prema Konvenciji o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka (CLRTAP) i Direktivi o nacionalnim gornjim granicama emisije za određene onečišćujuće tvari (NECD)'. Korištena je *Tier 2* EMEP/EEA metodologija i *Tier 2* faktori emisije.

Faktori emisije

- D (1990.-1991.)

Korišten je preporučeni faktor emisije koji iznosi 1.6 tona CO_2 po toni aluminijske, za predpećene anode (2006 IPCC Guidelines).

Uz to, korišteni su faktori emisije koji iznose 1.6 kg/t Al za CF_4 i 0.4 kg/t Al za C_2F_6 (2006 IPCC Guidelines).

Podaci o aktivnosti

Podaci o proizvedenim količinama primarnog aluminija prikupljeni su direktnim anketiranjem proizvođača. Proizvodnja primarnog aluminija zaustavljena je 1991. godine, što značajno smanjuje mogućnost za prikupljanje podataka potrebnih za korištenje više razine proračuna.

Podaci o proizvodnim procesima i korištenoj tehnologiji naknadno su službeno zatraženi preko Hrvatske gospodarske komore i dobiveni direktnom komunikacijom s predstavnikom tvornice.

Podaci o aktivnosti i emisije iz ovog izvora dani su u Tablici 4.4.-4.

Tablica 4.4-4: Proizvodnja primarnog aluminija i pripadajuće emisije

Godina	Proizvodnja primarnog aluminija (kt)	Emisija CO ₂ (kt)	Emisija CF ₄ (t)	Emisija C ₂ F ₆ (t)
1990.	74.2	118.8	118.8	29.7
1991.	50.9	81.5	81.5	20.4

4.4.3.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije

Nesigurnost procjene emisije CO₂ u najvećoj mjeri odnosi se na korištenje preporučenog (*default*) faktora emisije. Točnija metodologija za izračunavanje emisije CO₂ temelji se na količini reducirajućih sredstava, odnosno količini predpećnih anoda korištenih u procesu. Međutim, ti podaci nisu dostupni. Korištenjem faktora emisije ovisnih o primijenjenoj tehnologiji (*2006 IPCC Guidelines*), uz točne podatke o proizvodnji aluminija, postiže se zadovoljavajuća točnost proračuna.

Nesigurnost procjene podataka o aktivnostima za emisiju CO₂ iznosi 2%, a nesigurnost procjene faktora emisije iznosi 10% prema vrijednostima iz smjernica *2006 IPCC Guidelines*.

Veće nesigurnosti procjene odnose se na izračunavanje emisije PFC-a, budući da nisu provedena kontinuirana mjerenja emisije, a nisu dostupni niti parametri procesa potrebni za proračun. Preporučeni (*default*) faktori emisije primijenjeni su u proračunu.

Nesigurnost procjene podataka o aktivnostima za emisiju PFC iznosi 2%, dok se nesigurnost procjene faktora emisije kreće u rasponu -40% do +150%, prema vrijednostima iz smjernica *2006 IPCC Guidelines*.

Emisije iz Proizvodnje aluminija izračunate su korištenjem iste metodologije i istog izvora podataka za cijelo razdoblje proračuna.

4.4.3.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije (QA/QC)

Tijekom pripreme inventara, aktivnosti kontrole kvalitete su uglavnom fokusirane na cjelovitost i konzistentnost ulaznih podataka i izračunatih emisija sukladno smjernicama *2006 IPCC Guidelines*. Također, osigurava se i dokumentiranje i pohranjivanje svih ulaznih podataka i informacija relevantnih za proračun emisija.

4.4.3.5. Rekalkulacija emisije

Nema rekalkulacija za ovu kategoriju u ovom izvješću.

4.4.3.6. Planirana poboljšanja proračuna emisije

Proizvodnja primarnog aluminija (elektrolizom) obustavljena je prije gotovo tri desetljeća, uglavnom zbog ratnih aktivnosti, zbog čega je malo vjerojatna mogućnost prikupljanja detaljnijih podataka o aktivnostima potrebnih za višu razinu proračuna. Stoga je zaključeno da ne postoji realna mogućnost za poboljšanja u ovoj kategoriji u danim okolnostima.

Međutim, godišnji plan prikupljanja podataka i dalje će sadržavati ove informacije, kao što je do sada bio slučaj, te ako bi u budućnosti postali dostupni dodatni podaci, provelo bi se daljnje istraživanje ove kategorije.

4.4.4. Proizvodnja magnezija (2.C.4)

Ova kategorija ne postoji u Hrvatskoj.

4.4.5. Proizvodnja olova (2.C.5)

Ova kategorija ne postoji u Hrvatskoj.

4.4.6. Proizvodnja cinka (2.C.6)

Ova kategorija ne postoji u Hrvatskoj.

4.5. Ne-energetska uporaba goriva i otapala (CRF 2.D)

4.5.1. Uporaba maziva (2.D.1)

4.5.1.1. Opis izvora emisije

Emisije CO₂ koje proizlaze iz uporabe maziva (ulja i masti) u motorima smatraju se emisijama bez izgaranja te se o njima izvještava u sklopu sektora Industrijski procesi i uporaba proizvoda.

Količina potrošnje maziva u Hrvatskoj preuzeta je iz nacionalne energetske bilance. Od ukupne uporabe maziva koja je u energetske bilanci iskazana u dijelu neenergetske potrošnje oduzeta je uporaba za dvotaktne motore.

4.5.1.2. Metodologija proračuna emisije

Metodologija

- T1 (1990.-2021.)

Emisije CO₂ iz Uporabe maziva izračunavaju se korištenjem prve razine proračuna *Tier 1*, množenjem godišnje potrošnje maziva s odgovarajućim (*default*) faktorom emisije (*2006 IPCC Guidelines*).

Nisu dostupni podaci o potrošnji pojedinih vrsta maziva. Uz to, ne postoje nacionalni faktori emisije za ovu kategoriju. Stoga nije bilo moguće primijeniti višu razinu proračuna emisije.

Faktori emisije

- D (1990.-2021.)

Faktor emisije sastoji se od specifičnog faktora za sadržaj ugljika (CC) pomnoženog s faktorom oksidacije tijekom uporabe (ODU). Daljnjim množenjem s omjerom molekulskih masa CO₂/C (44/12) dolazi se do faktora emisije (izraženog u tonama CO₂/TJ).

Budući da su poznati samo podaci o ukupnoj potrošnji za sva maziva, korišten je ukupni (preporučeni) ODU faktor u iznosu 0.2, zajedno s preporučenim CC faktorom (20.0 t C/TJ, za donju ogrjevnu vrijednost).

Uz navedeno, za proračun je korištena i nacionalna neto kalorična vrijednost u iznosu od 33.5 TJ/Gg maziva, određena od strane Energetskog instituta Hrvoje Požar²⁰.

Podaci o aktivnosti

Godišnja potrošnja maziva preuzeta je iz nacionalne energetske bilance od koje je oduzeta potrošnja u dvotaktnim motorima.

Godišnja potrošnja maziva u sklopu kategorije 2.D.1 i pripadajuće emisije prikazani su u Tablici 4.5-1.

Tablica 4.5-1: Potrošnja maziva i emisije CO₂

Godina	Potrošnja maziva (kt)	Emisija CO ₂ (kt)
1990.	63.53	31.22
1991.	51.83	25.47
1992.	30.73	15.10
1993.	30.23	14.85
1994.	30.83	15.15
1995.	31.43	15.44
1996.	32.03	15.74
1997.	32.73	16.08
1998.	33.53	16.47
1999.	33.32	16.37
2000.	29.82	14.65
2001.	30.92	15.19
2002.	33.42	16.42
2003.	28.82	14.16
2004.	39.21	19.27
2005.	35.21	17.30
2006.	37.90	18.62
2007.	44.88	22.05
2008.	38.66	18.99
2009.	37.06	18.21
2010.	32.96	16.19
2011.	33.02	16.23
2012.	29.32	14.41
2013.	28.32	13.92
2014.	29.43	14.46

²⁰ Energetski Institut zadužen je za nacionalnu energetska statistiku, analizu tokova energije, prikupljanje podataka i izradu nacionalne energetske bilance. U sklopu projekta za poboljšanje proračuna provedenom 2020. godine, analizom rada rafinerija zaključeno je da nije moguće povećati ogrjevnu vrijednost za maziva jer bi takva korekcija dovela do poremećenog odnosa ulazne i izlazne energije u rafinerijama u pojedinim godinama.

Godina	Potrošnja maziva (kt)	Emisija CO ₂ (kt)
2015.	31.83	15.64
2016.	34.14	16.77
2017.	33.54	16.48
2018.	33.94	16.68
2019.	35.15	17.27
2020.	34.55	16.98
2021.	35.05	17.22

4.5.1.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije

Nesigurnost procjene podataka o aktivnostima za emisiju CO₂ iz potrošnje svih vrsta maziva iznosi 5%, uzimajući u obzir pretpostavljenu vrlo malu potrošnju maziva za dvotaktne motore. Nesigurnost procjene faktora emisije za emisiju CO₂ iz potrošnje svih vrsta maziva iznosi 50%. Nesigurnosti su procijenjene temeljem preporučenih vrijednosti iz smjernica *2006 IPCC Guidelines*.

4.5.1.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije (QA/QC)

Tijekom pripreme inventara, aktivnosti kontrole kvalitete su uglavnom fokusirane na cjelovitost i konzistentnost ulaznih podataka i izračunatih emisija sukladno smjernicama *2006 IPCC Guidelines*. Također, osigurava se i dokumentiranje i pohranjivanje svih ulaznih podataka i informacija relevantnih za proračun emisija.

4.5.1.5. Rekalkulacija emisije

Nije bilo rekalkulacija emisije za ovu kategoriju izvora.

4.5.1.6. Planirana poboljšanja proračuna emisije

Nema planiranih poboljšanja proračuna za ovu kategoriju.

4.5.2. Uporaba parafinskog voska (2.D.2)

4.5.2.1. Opis izvora emisije

Parafinski voskovi proizvode se iz sirove nafte i koriste u brojnim primjenama kao što su: proizvodnja svijeća, premazivanje papira, proizvodnja hrane, itd. Emisije CO₂ u ovoj kategoriji prvenstveno nastaju kada voskovi ili derivati parafina izgaraju tijekom njihove uporabe.

Podaci o potrošnji parafinskih voskova preuzeti su iz nacionalne energetske bilance.

4.5.2.2. Metodologija proračuna emisije

Metodologija

- T1 (1990.-2021.)

Emisije CO₂ iz Uporabe parafinskog voska izračunavaju se korištenjem prve razine proračuna *Tier 1*, množenjem godišnje potrošnje voska s odgovarajućim (*default*) faktorom emisije i faktorom oksidacije tijekom uporabe (ODU), predloženima u smjernicama *2006 IPCC Guidelines*.

Faktori emisije

- D (1990.-2021.)

Za proračun emisije CO₂ za cijelo razdoblje proračuna korišteni su predloženi (*default*) faktor za sadržaj ugljika (CC) u iznosu od 20.0 t C/TJ za donju ogrjevnu vrijednost, ODU faktor u iznosu od 0.2 te omjer molekulskih masa CO₂/C (44/12).

Uz navedeno, za proračun je korištena i nacionalna neto kalorična vrijednost u iznosu od 40.2 TJ/Gg, određena od strane Energetskog instituta Hrvoje Požar.

Podaci o aktivnosti

Godišnja potrošnja parafinskog voska preuzeta je iz nacionalne energetske bilance. Podaci o aktivnostima i pripadajuće emisije prikazani su u Tablici 4.5-2.

Tablica 4.5-2: Potrošnja parafinskog voska

Godina	Potrošnja parafinskog voska (kt)	Emisija CO ₂ (kt)
1990.	17.60	10.37
1991.	14.40	8.49
1992.	8.50	5.01
1993.	8.30	4.89
1994.	8.60	5.07
1995.	8.70	5.13
1996.	8.90	5.25
1997.	9.10	5.36
1998.	9.20	5.42
1999.	9.80	5.78
2000.	10.50	6.19
2001.	10.00	5.89
2002.	9.80	5.78
2003.	11.30	6.66
2004.	10.80	6.37
2005.	11.00	6.48
2006.	11.10	6.54
2007.	10.90	6.43
2008.	9.50	5.60
2009.	9.10	5.36
2010.	7.90	4.66
2011.	7.70	4.54
2012.	6.20	3.65
2013.	5.80	3.42
2014.	7.00	4.13
2015.	7.70	4.54
2016.	7.90	4.66
2017.	7.70	4.54
2018.	6.40	3.77
2019.	6.00	3.54
2020.	5.60	2.75

Godina	Potrošnja parafinskog voska (kt)	Emisija CO ₂ (kt)
2021.	5.50	2.70

4.5.2.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije

Procjena nesigurnosti za CRF kategoriju 2.D.2 u skladu je sa smjernicama *2006 IPCC Guidelines*. Ukupna nesigurnost faktora emisije iznosi 50%, dok nesigurnost podataka o aktivnosti iznosi 5%.

4.5.2.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije (QA/QC)

Tijekom pripreme inventara, aktivnosti kontrole kvalitete su uglavnom fokusirane na cjelovitost i konzistentnost ulaznih podataka i izračunatih emisija sukladno smjernicama *2006 IPCC Guidelines*. Također, osigurava se i dokumentiranje i pohranjivanje svih ulaznih podataka i informacija relevantnih za proračun emisija.

4.5.2.5. Rekalkulacija emisije

Nije bilo rekalkulacija emisije za ovu kategoriju izvora.

4.5.2.6. Planirana poboljšanja proračuna emisije

Nema planiranih poboljšanja proračuna za ovu kategoriju.

4.5.3. Ostalo (2.D.3)

4.5.3.1. Opis izvora emisije

Ova kategorija sadrži sljedeće potkategorije:

- Uporaba otapala
- Asfaltiranje prometnica
- Pokrivanje krovova asfaltom
- Katalitički pretvarači na bazi uree

4.5.3.2. Metodologija proračuna emisije

Metodologija

Uporaba otapala

- OTH (1990.-2021.)

Emisija NMHOS za razdoblje do 2020. godine preuzeta je iz dokumenta "Informativno izvješće o inventaru emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske (za razdoblje 1990.-2020.)"; podnesak prema Konvenciji o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka (CLRTAP) i Direktivi o nacionalnim gornjim granicama emisije za određene onečišćujuće tvari (NECD)'.

U izračun emisija NMHOS uključeni su sljedeći izvori:

- Uporaba otapala u kućanstvima uključujući fungicide (NFR 2.D.3.a)²¹
- Uporaba premaza (NFR 2.D.3.d)²²
- Odmašćivanje (NFR 2.D.3.e)²³
- Kemijsko čišćenje (NFR 2.D.3.f)
- Kemijski proizvodi (NFR 2.D.3.g)²⁴
- Tiskanje (NFR 2.D.3.h)
- Ostala uporaba otapala (NFR 2.D.3.i)²⁵

Emisije NMHOS u sklopu navedenog podneska prema CLRTAP izračunate su korištenjem *Tier 1* (za uporabu premaza i tiskanje, te za preradu poliestera i PVC-a unutar kategorije Kemijski proizvodi), odnosno *Tier 2* metodologije (za ostale aktivnosti), prema EMEP/EEA metodologiji (*EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook, 2019*).

Emisije CO₂ iz Uporabe otapala izračunate su korištenjem faktora konverzije koji sadrži omjer C/NMHOS = 0.6 (*2006 IPCC Guidelines*, Svezak 3, str. 5.17, maseni udio fosilnog ugljika u NMHOS-u iznosi 60%) i omjera molekulskih masa CO₂ i C, koji iznosi 44/12. Cjelokupni faktor konverzije stoga iznosi 2.2 i koristi se za cijelo razdoblje proračuna.

Emisije za 2021. godinu izračunate su istom metodologijom kao i emisije do 2020. godine, sukladno EMEP/EEA metodologiji i navedenom dokumentu *Guidebook, 2019*.

Asfaltiranje prometnica i Prekrivanje krovova asfaltom

- OTH (1990.-2021.)

Emisije NMHOS za razdoblje do 2020. godine preuzete su iz dokumenta "Informativno izvješće o inventaru emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske (za razdoblje 1990.-2020.)"; podnesak prema Konvenciji o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka (CLRTAP) i Direktivi o nacionalnim gornjim granicama emisije za određene onečišćujuće tvari (NECD)'. Emisije za 2021. godinu izračunate su istom metodologijom kao i emisije do 2020. godine, sukladno EMEP/EEA metodologiji i navedenom dokumentu *Guidebook, 2019*.

Emisije su u sklopu navedenog podneska izračunate korištenjem *Tier 1* EMEP/EEA (2019) metodologije za Prekrivanje krovova asfaltom, te *Tier 2* metodologije za kategoriju Asfaltiranje prometnica.

Za izračun emisije CO₂ korišteni su preporučeni (*default*) faktori za sadržaj ugljika u NMHOS-u. Za Asfaltiranje prometnica ovaj faktor varira između 40% i 50% masenog udjela (korištena je prosječna

²¹ Proračun emisija određuje sljedeće proizvode koji sadrže otapala: kozmetički proizvodi, proizvodi za kućanstvo, proizvodi za konzerviranje vozila, materijali za DIY, razrjeđivači boja/lakova i otapala, brtvila, proizvodi za punjenje, pesticidi i uporaba farmaceutskih proizvoda u kućanstvu.

²² Odnosi se na boje koje se koriste u industriji i kućanstvu.

²³ Odmašćivanje je proces čišćenja proizvoda od u vodi netopljivih tvari kao što su mast, ulja, voskovi, katran i slično. U većini slučajeva, postupak se primjenjuje na metalnim proizvodima no manjim dijelom i na proizvodima od plastike, staklenih vlakana i dr.

²⁴ Ova kategorija izvora uključuje aktivnosti: prerada poliestera, PVC-a, poliuretana, polistirena i gume, proizvodnja farmaceutskih proizvoda, boja, tinte, ljepila, magnetskih traka i filmova, te propuhivanje bitumena. Gotovo sve aktivnosti još uvijek postoje u Hrvatskoj, osim proizvodnje gume koja je zaustavljena tijekom 2006., prerade polistirenske pjene koja je zaustavljena tijekom 2011., te propuhivanja bitumena koje je obustavljeno 2014.

²⁵ U Hrvatskoj su prisutne sljedeće aktivnosti: ekstrakcija masti i ulja, primjena ljepila i adheziva, zaštita drva, zaštita vozila i uporaba aditiva za beton. Aktivnosti Endukcija staklene i kamene vune te Tretman vozila i konzerviranje vozila, prema dostupnim podacima, ne postoje u Hrvatskoj.

vrijednost 45%), dok za Prekrivanje krovova asfaltom on iznosi oko 80% posto, sukladno preporukama iz smjernica 2006 IPCC Guidelines, te prema izračunatim vrijednostima emisije NMHOS temeljem EMEP/EEA metodologije. Navedene preporučene vrijednosti, zajedno s omjerom molekulskih masa CO₂ i C (44/12), korišteni su za izračun emisije CO₂. U skladu s navedenim, za Asfaltiranje prometnica korišten je faktor konverzije u iznosu od 1.65 (0.45*44/12), dok je za Prekrivanje krovova asfaltom korišten faktor konverzije 2.93 (0.8*44/12).

Katalitički pretvarači na bazi uree

- T1 (2000.-2021.)

Ovaj izvor sadrži emisije CO₂ iz uporabe uree sadržane u dizel motorima sa SCR katalizatorom u cestovnom prometu (Euro V/VI).

Emisije CO₂ iz Katalitičkih pretvarača na bazi uree izračunavaju se množenjem godišnje potrošnje aditiva na bazi uree za katalitičke pretvarače s masom uree u aditivu (2006 IPCC Guidelines, Svezak 2, jednačba br. 3.2.2). Budući da se navedeno temelji na svojstvima korištenih materijala, za ovaj izvor emisije ne postoje razine proračuna, no za potrebe izvješćivanja korištena metodologija kategorizirana je kao „Tier 1“.

Emisije za razdoblje 1990. - 1999. ne postoje jer su katalitički pretvarači na bazi uree uvedeni tek nakon 2000. godine.

Detaljne informacije o trendovima emisija za svaku pojedinu kategoriju dostupne su u dokumentu "Informativno izvješće o inventaru emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske (za razdoblje 1990.-2020.)"; podnesak prema Konvenciji o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka (CLRTAP) i Direktivi o nacionalnim gornjim granicama emisije za određene onečišćujuće tvari (NECD)‘.

Faktori emisije

Uporaba otpala

- D (1990.-2021.)

Za izračun emisija NMHOS korišteni su preporučeni faktori emisije (EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook, 2019), uzimajući u obzir primjenu tehnologija smanjenja emisija gdje je primjenjivo.

Emisije CO₂ iz Uporabe otpala izračunate su korištenjem faktora konverzije, kako je prethodno opisano u potpoglavlju Metodologija.

Asfaltiranje prometnica i Prekrivanje krovova asfaltom

- D (1990.-2021.)

Za izračun emisija NMHOS korišteni su preporučeni faktori emisije prve/druga razine proračuna (EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook, 2019), uzimajući u obzir primjenu tehnologija smanjenja emisija gdje je primjenjivo.

Emisije CO₂ izračunate su korištenjem faktora konverzije, kako je prethodno opisano u potpoglavlju Metodologija.

Katalitički pretvarači na bazi uree

- D (2000.-2021.)

Sukladno smjernicama 2006 IPCC Guidelines, Svezak 2, Pog. 3, korišten je faktor u iznosu 12/60 koji predstavlja stehiometrijski omjer ugljika i uree ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$), te faktor u iznosu 44/12, odnosno stehiometrijski omjer CO_2 i ugljika.

Također, u proračun emisije CO_2 uključena je preporučena (*default*) vrijednost za čistoću (32.5%).

Podaci o aktivnostima

Za neke od kategorija (uporaba farmaceutskih proizvoda) izračun emisije NMHOS temelji se na podacima o broju stanovnika. Podaci o aktivnostima za ostale izvore preuzeti su iz statističkih izvješća ili su prikupljeni od proizvođača.

Budući da se kategorija Uporaba otapala ne može ujednačiti u smislu kvantificiranja podataka o aktivnostima korištenjem iste jedinice, u tablicama je za ovu kategoriju korištena notacijska oznaka 'NE'.

Za izračun emisija iz Katalitičkih pretvarača na bazi uree korišteni su podaci o ukupnoj potrošnji dizelskog goriva u cestovnom prijevozu, preuzeti iz nacionalne energetske bilance.

Godišnje emisije CO_2 iz ove kategorije izvora prikazane su u Tablici 4.5-3.

Tablica 4.5-3: Emisije CO_2 iz kategorije izvora Ostalo

Godina	Emisija CO_2 iz Uporabe otapala (kt)	Emisija CO_2 iz Asfaltiranja prometnica (kt)	Emisija CO_2 iz Prekrivanja krovova asfaltom (kt)	Emisija CO_2 iz Katalitičkih pretvarača na bazi uree (kt)
1990.	134.6	0.015	0.009	NO
1991.	85.1	0.011	0.006	NO
1992.	51.7	0.003	0.005	NO
1993.	48.8	0.002	0.005	NO
1994.	51.1	0.019	0.005	NO
1995.	90.7	0.020	0.006	NO
1996.	82.1	0.025	0.007	NO
1997.	57.9	0.038	0.002	NO
1998.	56.5	0.037	0.004	NO
1999.	51.2	0.040	0.005	NO
2000.	52.2	0.036	0.009	2.7
2001.	53.2	0.028	0.004	2.9
2002.	64.8	0.054	0.004	3.3
2003.	66.4	0.084	0.009	3.9
2004.	79.0	0.099	0.009	4.2
2005.	83.1	0.089	0.017	4.6
2006.	93.0	0.082	0.028	5.0
2007.	93.7	0.081	0.018	5.5
2008.	96.6	0.106	0.010	5.3
2009.	67.6	0.080	0.009	5.3
2010.	63.5	0.054	0.007	5.2
2011.	58.4	0.063	0.006	5.2
2012.	55.7	0.062	0.004	5.1
2013.	48.4	0.068	0.006	5.3
2014.	43.3	0.057	0.005	5.3
2015.	42.7	0.053	0.015	5.8
2016.	46.3	0.054	0.007	6.1

Godina	Emisija CO ₂ iz Uporabe otapala (kt)	Emisija CO ₂ iz Asfaltiranja prometnica (kt)	Emisija CO ₂ iz Prekrivanja krovova asfaltom (kt)	Emisija CO ₂ iz Katalitičkih pretvarača na bazi uree (kt)
2017.	42.9	0.053	0.011	6.9
2018.	53.0	0.063	0.006	6.6
2019.	65.2	0.065	0.007	7.0
2020.	61.1	0.058	0.007	6.3
2021.	55.2	0.067	0.008	6.7

4.5.3.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije

Uporaba otapala

Nesigurnost procjene faktora emisije za CO₂ iznosi 50% (preporučena vrijednost iz smjernica 2006 IPCC Guidelines).

Asfaltiranje prometnica i prekrivanje krovova asfaltom

Nesigurnost procjene podataka o aktivnostima (statistički podaci) za emisiju NMHOS iznosi 10%, a nesigurnost procjene faktora emisije za emisiju CO₂ iznosi 50%, bazirajući se na preporučenim vrijednostima iz smjernica 2006 IPCC Guidelines.

Katalitički pretvarači na bazi uree

Nesigurnost procjene podataka o aktivnostima za emisiju CO₂ iznosi 5%, bazirajući se na preporučenim vrijednostima iz smjernica 2006 IPCC Guidelines. Nesigurnost procjene faktora emisije za emisiju CO₂ iznosi 5%, bazirajući se na procjenama stručnjaka.

4.5.3.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije (QA/QC)

Tijekom pripreme inventara, aktivnosti kontrole kvalitete su uglavnom fokusirane na cjelovitost i konzistentnost ulaznih podataka i izračunatih emisija sukladno smjernicama 2006 IPCC Guidelines. Također, osigurava se i dokumentiranje i pohranjivanje svih ulaznih podataka i informacija relevantnih za proračun emisija.

4.5.3.5. Rekalkulacija emisije

Nije bilo rekalkulacija emisije.

4.5.3.6. Planirana poboljšanja proračuna emisije

Nema planiranih poboljšanja za ovu kategoriju.

4.6. Proizvodnja elektroničkih komponenata (CRF 2.E)

Prema dosadašnjim saznanjima, ova kategorija ne postoji u Hrvatskoj. U tijeku su dodatna istraživanja te će sve nove informacije o ovom sektoru biti uključene u sljedeće izvješće.

4.7. Uporaba zamjenskih tvari za tvari koje oštećuju ozonski sloj (2.F)

U ovom podnesku korištene su vrijednosti potencijala globalnog zagrijavanja iz Petog izvješća o procjeni IPCC-a (AR5).

4.7.1. Sustavi za hlađenje i klimatiziranje (2.F.1)

4.7.1.1. Opis izvora emisije

Korištenje HFC radnih tvari u sustavima za hlađenje i klimatizaciju počinje početkom 1990. godine ubrzo nakon usvajanja Montrealskog protokola. Sustavi hlađenja i klimatizacije mogu se svrstati u šest područja primjene:

- komercijalno hlađenje,
- hlađenje u kućanstvu,
- industrijsko hlađenje i dizalice topline,
- hlađenje u transportu,
- klimatizacija u mobilnim sustavima,
- nepokretni sustavi za klimatizaciju uključivo s dizalicama topline.

PFC-i nikad nisu bili korišteni u sustavima za hlađenje i klimatizaciju u Republici Hrvatskoj.

Radne tvari koje se koriste u **komercijalnom hlađenju** su HFC-134a i HFC-404A u manjim samostalnim hladnjacima i zamrzivačima u dućanima i supermarketima (eng. *stand alone units*) te HFC-404A u instalacijama većih kapaciteta.

Europskom Uredbom o fluoriranim stakleničkim plinovima 517/2014 (prilog III) propisana je zabrana stavljanja na tržište proizvoda za **hlađenje u kućanstvu** punjenih radnom tvari GWP > 150 od 2015. godine. Prije 2015. godine u kućanskim hladnjacima većim dijelom je korištena radna tvar HFC-134a, dok se danas isključivo koristi ugljikovodik R-600a. Prodaja kućanskih hladnjaka s radnom tvari R-600a započela je 2000. godine. Prva primjena zabilježena je 1995. godine. U Republici Hrvatskoj postojao je jedan proizvođač kućanskih hladnjaka i zamrzivača, no već trideset godina uređaje ne proizvode u Republici Hrvatskoj već ih uvoze, dorađuju, no ne i pune te prodaju u zemlji ili izvoze. Iz tog razloga smatra se da se svi hladnjaci uvoze.

Industrijsko hlađenje u prehrambenoj, petrokemijskoj, farmaceutskoj i drugim industrijama uključuje radne tvari HFC-404A, HFC-407F, HFC-417A, HFC-422D, HFC-507A, te R-23.

Za **transport** hlađene robe, kombi vozila do 3.5 t nosivosti u većini slučajeva koriste radnu tvar HFC-134a, a nešto manje HFC-404A. Kamioni nosivosti preko 3.5 t većinom koriste radnu tvar HFC-404A, a u manjem broju HFC-134a, dok se u rashladnim uređajima poluprikolica nosivosti preko 10 t koristi isključivo radna tvar HFC-404A. U Republici Hrvatskoj ne postoji proizvodnja navedenih gospodarskih vozila već se ona isključivo uvoze.

Hlađenje u mobilnim sustavima, odnosno putničkim kabinama u vozilima vrši se klimatizacijskim sustavima punjenim HFC-134a. U Republici Hrvatskoj ne postoji proizvodnja automobila već se oni isključivo uvoze.

Nepokretni sustavi za klimatizaciju uključuju rashladne uređaje manje split, multisplit i VRF (eng. *variable refrigerant flow*) sustave, rashladnike vode (s volumetričkim i turbo kompresorima) te dizalice

topline. Radne tvari koje se koriste u tim uređajima su HFC-410A, HFC-407C, R-134a i unazad par godina HFC-32 samo za tzv. *single split* sustave te ugljikovodik R-290 u manjim dizalicama topline.

4.7.1.2. Metodologija proračuna emisije

Metodologija

Komercijalno hlađenje (2.F.1.a)

- T2a (1995.-2021.)

Primijenjena je Tier 2a metodologija. Životni vijek rashladnih uređaja za komercijalno hlađenje pretpostavljen je na 15 godina sukladno tablici 7.9, Volume 3, Chapter 7, 2006 IPCC GL. Prva primjena obje radne tvari za ovu namjenu zabilježena je 1995. godine.

Hlađenje u kućanstvu (2.F.1.b)

- T2a (1995.-2021.)

Primijenjena je Tier 2a metodologija. Životni vijek kućanskog hladnjaka iznosi 15 godina sukladno tablici 7.9, Volume 3, Chapter 7, 2006 IPCC GL.

Industrijsko hlađenje (2.F.1.c)

- T2a (1995.-2021.)

Primijenjena je Tier 2a metodologija. Životni vijek rashladnih uređaja za industrijsko hlađenje pretpostavljen je na 25 godina sukladno tablici 7.9, Volume 3, Chapter 7, 2006 IPCC GL. Prva primjena HFC-404A i HFC-417A, radne tvari za ovu namjenu zabilježena je 1995. godine, HFC-422D 1998. godine, HFC-407F 2003. godine, HFC-507A 2007. godine, a R-23 2015. godine.

Hlađenje u transportu (2.F.1.d)

- T2a (1995.-2021.)

Primijenjena je Tier 2a metodologija. Prosječni životni vijek sustava za hlađenje pretpostavljen je na 10 godina (duže razdoblje korištenja nego prema tablici 7.9, Volume 3, Chapter 7, 2006 IPCC GL). Prva primjena radnih tvari za ovu namjenu zabilježena je 1995. godine.

Klimatizacija u mobilnim sustavima (2.F.1.e)

- T2a (1995.-2021.)

Primijenjena je Tier 2a metodologija. Prosječni životni vijek sustava za klimatizaciju pretpostavljen je na 12 godina (podaci o prosječnoj starosti vozila Centra za vozila Hrvatske (CVH)). Prva primjena radnih tvari za ovu namjenu zabilježena je 1996. godine.

Nepokretni sustavi za klimatizaciju (2.F.1.f)

- T2a (1995.-2021.)

Primijenjena je Tier 2a metodologija. Prosječni životni vijek sustava za klimatizaciju pretpostavljen je na 15 godina sukladno tablici 7.9, Volume 3, Chapter 7, 2006 IPCC GL. Prva primjena HFC-407C radne

tvari za ovu namjenu zabilježena je 1995. godine, HFC-410A 1999. godine, HFC-134a u rashladnicima vode s turbokompresorima 2001. godine, a R-32 2018. godine.

Faktori emisije

Komercijalno hlađenje (2.F.1.a)

Faktor emisije prilikom proizvodnje manjih samostalnih jedinica preuzet je od proizvođača, a iznosi 0,5%. Faktor emisije prilikom prvog punjenja stabilnih instalacija iznosi 2% sukladno tablici 7.9, Volume 3, Chapter 7, 2006 IPCC GL.

Faktor emisije tijekom životnog vijeka uređaja određen je na osnovu obrazaca o servisiranju koje su serviseri dužni prijavljivati Ministarstvu gospodarstva i održivog razvoja na godišnjoj razini. Prosječna emisija tijekom životnog vijeka samostalnih rashladnih jedinica iznosi 10%, a stabilnih sustava 25%.

Emisija radnih tvari prilikom zbrinjavanja uređaja prilično je velika, jer unatoč činjenici da sustav prikupljanja, oporabe, obnove i zbrinjavanja radne tvari postoji još od 2005. godine, njegova učinkovitost je mala (izvor „Učinkovitost i održivost sustava za prikupljanje, obnavljanje i oporabu tvari koje oštećuju ozonski sloj i fluoriranih stakleničkih plinova te analiza utjecaja Uredbe (EU) 517/2014 o fluoriranim stakleničkim plinovima na gospodarstvo u Republici Hrvatskoj“, FSB, 2016.). Tek se nakon donošenja Europske Uredbe o fluoriranim stakleničkim plinovima 517/2014 i nestašici te porastu cijene HFC radnih tvari situacija popravila. Stoga su pretpostavljeni prosječni faktori emisije kako slijedi:

- samostalni uređaji – 100% prije 2015. te 50% nakon 2015. godine,
- stabilne instalacije – 100% prije 2005. godine (prije Uredbe o tvarima koje oštećuju ozonski sloj i fluoriranim stakleničkim plinovima (NN 120/2005) koja propisuje prikupljanje fluoriranih stakleničkih plinova prilikom konačnog isključivanja iz uporabe), 50% između 2005. i 2015. godine te 30% nakon 2015. godine.

Hlađenje u kućanstvu (2.F.1.b)

Faktor emisije tijekom životnog vijeka iznosi 0.2% sukladno tablici 7.9, Volume 3, Chapter 7, 2006 IPCC GL. Sve do 2005. godine može se smatrati da nije bilo prikupljanja radnih tvari prilikom zbrinjavanja. Tek nakon donošenja Uredbe o tvarima koje oštećuju ozonski sloj i fluoriranim stakleničkim plinovima (NN 120/2005) propisuje se prikupljanje fluoriranih stakleničkih plinova prilikom konačnog isključivanja iz uporabe. Do uspostave sustava odvoza i zbrinjavanja kućanskih hladnjaka (2012. godina) radna tvar najčešće nije bila prikupljana. Iz tog razloga do 2012. godine procjenjuje se da je emisija kod zbrinjavanja jednaka 100%, a nakon toga 50%, odnosno efikasnost prikupljanja iznosi 0% i 50%.

Industrijsko hlađenje (2.F.1.c)

Faktor emisije prilikom prvog punjenja stabilnih instalacija iznosi 2% sukladno tablici 7.9, Volume 3, Chapter 7, 2006 IPCC GL. Faktor emisije tijekom životnog vijeka uređaja je određen na osnovu obrazaca o servisiranju koje su serviseri dužni prijavljivati Ministarstvu gospodarstva i održivog razvoja na godišnjoj razini. Prosječna emisija tijekom životnog vijeka stabilnih sustava iznosi 25%.

Emisija radnih tvari prilikom zbrinjavanja u ovoj kategoriji iznosi 100% prije 2005. godine (prije Uredbe NN 120/05), 50% između 2005. i 2015. godine, te 30% nakon 2015. godine.

Hlađenje u transportu (2.F.1.d)

Kako se sva vozila uvoze, faktor emisije prvog punjenja ne postoji. Faktor emisije prilikom životnog vijeka iznosi oko 25%, no u razgovoru sa serviserima radi sigurnosti pretpostavlja se vrijednost godišnjeg gubitka od 30% punjenja.

Klimatizacija u mobilnim sustavima (2.F.1.e)

Kako se sva vozila uvoze faktor emisije prvog punjenja ne postoji. Faktor emisije prilikom životnog vijeka iznosi oko 25%, no u razgovoru sa serviserima radi sigurnosti pretpostavlja se vrijednost godišnjeg gubitka od 10% punjenja. Također, pretpostavlja se da prilikom zbrinjavanja vozila učinkovitost prikupljanja za razdoblje 2006-2010. godine iznosi 50% do 90%, a od 2011. do 2020. 90%.

Nepokretni sustavi za klimatizaciju (2.F.1.f)

Faktor emisije prilikom prvog punjenja instalacija iznosi 2% sukladno tablici 7.9, Volume 3, Chapter 7, 2006 IPCC GL. Faktor emisije tijekom životnog vijeka split, multisplit te dizalice topline iznosi 15%. Podatak je dobiven pregledom i analizom obrazaca o servisiranju.

Prosječna emisija tijekom životnog vijeka VRF uređaja i rashladnika iznosi 25%. Prosječni faktori emisije prilikom zbrinjavanja uređaja iznosi kako slijedi:

- split, multi split i dizalice topline – 100% prije 2015. te 50% nakon 2015. godine,
- VRF i rashladnici vode – 100% prije 2005. godine (prije Uredbe NN 120/05) 50% između 2005. i 2015. godine te 30% nakon 2015. godine.

Podaci o aktivnostima

Komercijalno hlađenje (2.F.1.a)

Broj uvezenih i izvezenih samostalnih hladnjaka procijenjen je na osnovu podataka iz statistike (PRODCOM statistics). Navedeni podaci sadrže uvoz i izvoz za dvije kategorije uređaja:

- 28251333 - *Rashladne vitrine i pultovi s rashladnom jedinicom ili isparivačem za skladištenje smrznute hrane i*
- 28251335 - *Rashladne vitrine i pultovi s rashladnom jedinicom ili isparivačem (osim za skladištenje smrznute hrane)*

Podaci o uvozu i izvozu sadržani su za godine 2003. do 2020., a izraženi su u komadima. Za godine prije 2003. godine podaci o aktivnosti generirani su linearnom ekstrapolacijom podataka za razdoblje 2003.-2008. godine. Podaci za 2021. godinu dobiveni su linearnom ekstrapolacijom trenda 2016.-2020. god.

Masa radne tvari u samostalnim jedinicama procijenjena je na osnovu prosječnog punjenja od 1.5 kg.

U Republici Hrvatskoj postoji i proizvodnja manjih samostalnih rashladnih jedinica. Podaci o potrošenoj radnoj tvari HFC-134a i HFC-404A za potrebe proizvodnje samostalne opreme koja je proizvedena i koja je ostala u Hrvatskoj prikupljena je od proizvođača.

Podaci o stabilnim instalacijama većih kapaciteta prikupljeni su na osnovu podataka Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja, koje sukladno Uredbi o tvarima koje oštećuju ozonski sloj i fluoriranim stakleničkim plinovima vodi registar (PNOS) nepokretne opreme i uređaja punjenim s 3 kg ili više radnih tvari.

Hlađenje u kućanstvu (2.F.1.b)

Broj kućnih hladnjaka procijenjen je na osnovu podataka iz statistike (PRODCOM statistics). Navedeni podaci sadrže uvoz i izvoz za četiri kategorije uređaja:

- 27511110 - *Kombinirani hladnjaci-zamrzivači, s odvojenim vanjskim vratima,*
- 27511135 - *Kompresijski ugradbeni hladnjaci,*
- 27511150 - *Zamrzivači škrinje kapaciteta ≤ 800 litara,*
- 27511170 - *Uspravni zamrzivači kapaciteta ≤ 900 litara.*

Podaci o uvozu i izvozu sadržani su za godine 2003. do 2020., a izraženi su u komadima. Podaci za 2021. godinu dobiveni su linearnom ekstrapolacijom trenda 2016.-2020. god. Za godine prije 2003. godine podaci o aktivnosti generirani su na osnovu podataka o broju kućanstava Državnog zavoda za statistiku. Pritom je pretpostavljeno da svako kućanstvo raspolaže jednim hladnjakom.

Masa radne tvari HFC-134a u kućanskim hladnjacima procijenjena je na osnovu prosječnog punjenja od 50 grama. Praksa pokazuje da se kućanski hladnjaci u pravilu ne nadopunjuju. Kada im učinkovitost hlađenja padne ispod zadovoljavajuće vrijednosti, postojeći hladnjak se zamjenjuje novim. Udio novih hladnjaka s radnom tvari R-600a raste 2% godišnje od 2000. do 2015. godine kad je procijenjen udio na tržištu od 30%, odnosno 70% s HFC-134a.

Industrijsko hlađenje (2.F.1.c)

Podaci o aktivnosti za ovu podkategoriju prikupljeni su kao i u slučaju podkategorije komercijalnog hlađenja na osnovu obrazaca PNOS o nepokretnoj opremi i uređajima punjenim s 3 kg ili više tvari. Podaci za 2021. godinu dobiveni su linearnom ekstrapolacijom trenda 2016.-2020. god.

Hlađenje u transportu (2.F.1.d)

Ukupan broj vozila koja sudjeluju u prometu za hlađenje robe, dobiven je na osnovu podataka Centra za vozila Hrvatske (CVH). Podaci su dobiveni za razdoblje 2007.-2020. god. Podaci za 2021. godinu dobiveni su linearnom ekstrapolacijom trenda 2016.-2020. god. Podaci za razdoblje prije 2007. godine dobiveni su linearnom ekstrapolacijom podataka za razdoblje 2007.-2019. godine.

Omjer radne tvari HFC-134a naspram HFC-404a dan je kako slijedi:

- 70/30% za kategoriju vozila za prijevoz robe do 3.5 t nosivosti,
- 20/80% za kategoriju kamioni preko 3.5 t nosivosti,
- 0/100 % za kategoriju poluprikolice preko 3.5 t nosivosti.

Klimatizacija u mobilnim sustavima (2.F.1.e)

Ukupan broj vozila (osobna, teretna, autobusi) preuzet je iz podataka Hrvatskog državnog ureda za statistiku za razdoblje 1996.-2020. Podatak za 2021. godinu dobiven je linearnom ekstrapolacijom trenda 2016.-2020. god.

Navedena masa punjenja jednog sustava iznosi 0.7 kg i u skladu je s podacima iz tablice 7.9, Volume 3, Chapter 7, 2006 IPCC GL.

Nepokretni sustavi za klimatizaciju (2.F.1.f)

U Republici Hrvatskoj nema proizvodnje ovih uređaja već se oni isključivo uvoze. Manji split, multisplit klimatizacijski uređaji te dizalice topline dolaze prednapunjeni radnom tvari, dok se VRF sustavi kao i rashladnici vode pune nakon instalacije.

Podaci o aktivnosti za ovu podkategoriju prikupljeni su na osnovu obrazaca PNOS o nepokretnoj opremi i uređajima punjenim s 3 kg ili više tvari. Podaci za 2021. godinu dobiveni su linearnom ekstrapolacijom trenda 2016.-2020. god. Za uređaje manje od 3 kg, u što spadaju split, multisplit i manje dizalice topline ne postoje podaci o instalaciji. Podaci o stanju tih uređaja u Republici Hrvatskoj procijenjeni su na bazi informacija iz izvora „Učinkovitost i održivost sustava za prikupljanje, obnavljanje i oporabu tvari koje oštećuju ozonski sloj i fluoriranih stakleničkih plinova te analiza utjecaja uredbe (EU) 517/2014 o fluoriranim stakleničkim plinovima na gospodarstvo u Republici Hrvatskoj“, FSB, 2016., za 2015. godinu. Za razdoblje 1995. do 2008. godine korišteni su podaci o uvozi i izvozu split klimatizacijskih uređaja iz dokumenta HCFC Phase-out Management Plan (HPMP), Ministarstva zaštite okoliša i prostornog uređenja iz 2009. godine. Iz podataka je moguće zaključiti da za razdoblje prije 2000. godine nije bilo uvoza manjih klimatizacijskih sustava i dizalica topline s HFC radnim tvarima već s radnom tvari HCFC-22. Tek nakon 2005. godine radi Uredbe o tvarima koje oštećuju ozonski sloj i fluoriranim stakleničkim plinovima, kojim se zabranjuje uvoz proizvoda na bazi HCFC-a, započinje uvoz uređaja s HFC radnim tvarima. Podaci između tog razdoblja su interpolirani, a nakon toga ekstrapolirani koristeći BDP Republike Hrvatske.

Povećanje emisija uslijed odlaganja za razdoblje nakon 2019. godine proizlazi iz činjenice da su uređaji s R407C koji su instalirani 2005. godine stavljeni izvan pogona 2020. godine. U 2005. godini zabilježen je značajan porast puštanja u pogon uređaja s R407C.

Zbirna emisija CO₂ ekvivalenta iz korištenja Sustava za hlađenje i klimatiziranje prikazana je u Tablici 4.7-1.

Tablica 4.7-1: Emisija iz Sustava za hlađenje i klimatiziranje (t)

Godina	CO ₂ eq (t)					
	2.F.1.a	2.F.1.b	2.F.1.c	2.F.1.d	2.F.1.e	2.F.1.f
1995	1734	258	278	18644	NO	549
1996	3719	516	460	18442	456	1059
1997	6184	774	587	18240	1453	1635
1998	9325	1031	927	18038	3080	2289
1999	13166	1287	1221	17837	5393	3034
2000	17753	1510	1573	17635	8310	3870
2001	23540	1729	2102	17433	12034	4958
2002	34949	1942	4808	17727	17228	5762
2003	43848	2253	6273	18871	24002	6952
2004	51002	2548	6816	20015	32426	8555
2005	60513	2857	7865	34210	42596	30480
2006	70525	3186	8931	35213	54639	58862
2007	85252	3462	12319	35642	69237	98488
2008	96895	3663	13718	37492	85190	136662
2009	115207	3893	14988	37569	100176	178632
2010	134878	16638	16464	40526	113929	214502
2011	148195	16584	18694	40861	127614	250157
2012	170562	10254	25260	41442	138611	286571
2013	180449	10208	26466	43363	151514	323170
2014	198629	10175	33013	44772	169065	363278
2015	211390	9125	43956	47076	187201	410871
2016	257295	8787	54379	49461	211176	465117
2017	288586	8454	66906	50720	233393	544646
2018	292553	10635	70423	53867	267493	625722

Godina	CO ₂ eq (t)					
	2.F.1.a	2.F.1.b	2.F.1.c	2.F.1.d	2.F.1.e	2.F.1.f
2019	298079	9933	73730	54798	302958	696007
2020	303584	9993	74370	57320	335412	760778
2021	315105	10727	82302	59172	365267	834301

4.7.1.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije

Nesigurnost podataka o aktivnostima i faktora emisije izračunate su detaljnom analizom. Za komercijalno i industrijsko hlađenje te nepokretne sustave za klimatizaciju nesigurnost procjene podataka o aktivnostima iznosi 50% i nesigurnost procjene faktora emisije iznosi 50%, bazirajući se na procjenama stručnjaka. Za hlađenje u kućanstvu nesigurnost podataka o aktivnostima procijenjena je na 30%, dok je nesigurnost emisijskih faktora procijenjena je na 25%. Za hlađenje u transportu i klimatizaciju u mobilnim sustavima nesigurnost procjene podataka o aktivnostima i faktora emisije iznosi 25%.

4.7.1.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije (QA/QC)

Tijekom pripreme inventara aktivnosti kontrole kvalitete su uglavnom fokusirane na cjelovitost i konzistentnost ulaznih podataka i izračunatih emisija te na odgovarajuću upotrebu notacijskih oznaka (eng. *notation keys*) u CRF tablicama sukladno QA/QC planu.

4.7.1.5. Rekalkulacija emisije

Za kategoriju Hlađenje u transportu (2.F.1.d) uočene su i korigirane greške u izračunu emisija iz proizvodnje za razdoblje 2005.-2020. za HFC-134a, te emisija iz zaliha za razdoblje 2005.-2019., za sve tvari.

4.7.1.6. Planirana poboljšanja proračuna emisije

Nisu planirana dodatna poboljšanja u ovoj kategoriji izvora.

4.7.2. Dodaci za potiskivanje pjene (2.F.2); Sustavi za gašenje požara (2.F.3); Aerosoli (2.F.4); Otapala (2.F.5)

4.7.2.1. Opis izvora emisije

Dodaci za potiskivanje pjena (2.F.2)

Fluorirani ugljikovodici koristili su se u industriji proizvodnje pjenastih materijala kao dodaci za potiskivanje pjena uglavnom kao zamjena za CFC i HCFC plinove. U Republici Hrvatskoj tek je nekoliko tvrtki proizvodilo tvrde pjene korištenjem plinova HCFC-141b (od 1997. do 2008.) i HCFC-142b (1991. do 1999.) no zbog zakonske regulative Uredba o tvarima koje oštećuju ozonski sloj (120/2005) te harmonizaciji s pravnim okvirom Europske unije od 2008. (završetkom HCFC *phase out* Management plana) mijenjaju tehnologiju korištenjem prirodnog plina na bazi pentana.

Postoje dvije grupe pjena, otvorenih ćelija ili meke pjene i zatvorenih ćelija ili tvrde pjene. Kod mekih pjena emisija se javlja trenutačno i/ili kratko nakon proizvodnje dok se kod tvrdih pjena dešava tijekom cijelog životnog vijeka pjene. Najčešća podkategorija mekih pjena je poliuretanska jednokomponentna pjena (eng. *PU One Component Foam*) koja se najčešće koristi za proizvodnju madraca i pokućstva, a najčešće tvrde pjene su poliuretanske i ekstrudirane polistirenske pjene (XPS) koje se koriste u sustavima toplinske izolacije.

Sustavi za gašenje požara (2.F.3)

Općenito postoje dvije vrste opreme za gašenje požara: stabilne, nepokretne instalacije i prijenosni aparati za gašenje požara. Sve do početka 1990. godine sustavi s halonom bili su druge najprimjenjenije tvari za gašenje požara nakon sustava i aparata s prahom. Umjesto halona (1301 i 1211) koji su se prestali koristiti sukladno odredbama Montrealskog protokola danas se gašenje požara odvija aparatima i sustavima punjenih s HFC. U Republici Hrvatskoj zabilježena je potrošnja:

- HFC-125 i HFC-227ea u stabilnim sustavima te
- HFC-236fa u prijenosnim sustavima za gašenje požara.

Aerosoli (2.F.4)

Medicinski inhalatori korišteni u Republici Hrvatskoj kao potisni plin većinom koriste HFC-134a, no unazad par godina na tržištu se pojavila i manja količina HFC-227ea.

Otapala (2.F.5)

Ova kategorija ne postoji u Republici Hrvatskoj.

4.7.2.2. Metodologija proračuna emisije

Metodologija

Dodaci za potiskivanje pjena (2.F.2)

- OTH (2003.-2021. - zatvorene ćelije)
- T1a (2006.-2010. - otvorene ćelije)

U svrhu izrade podataka o aktivnosti korištena je specifična metoda (eng. *country specific method*) pregledom baze podataka i statistike PRODCOM i emisijskih faktora sukladno 2006 IPCC GL, sukladno kojoj se potiče prikazivanje emisija od zbrinjavanja i prikupljanja HFC tvari na kraju njihovog životnog vijeka.

Emisije pri zbrinjavanju i uništavanju nisu prikazane jer promatrani proizvodi trenutno još nisu došli do kraja životnog ciklusa.

Za razdoblje 2006.-2010. godina prijavljena je masa plina HFC-152a pod kategoriju mekih pjena otvorenih ćelija bazirana na metodologiji Tier 1a, odnosno na podacima o uvozi i izvozu HFC-152a.

Sustavi za gašenje požara (2.F.3)

- T1 (1995.-2021. – stabilni sustavi)
- T2 (2003.-2021. – prijenosni sustavi)

Primijenjene su Tier 1 (stabilni sustavi) i Tier 2 (prijenosni sustavi) metodologija sukladno izrazu 7.17 iz dokumenta 2006 IPCC GL, Volume 3, Chapter 7, str. 61.

Aerosoli (2.F.4)

- T1a (2003.-2021.)

Primijenjena je metodologija sukladno izrazu 7.6, 2006 IPCC GL, Volume 3, Chapter 7, str. 28.

Faktori emisije

Dodaci za potiskivanje pjena (2.F.2)

Korišteni su preporučeni faktori emisije sukladno tablici 7.6 iz dokumenta 2006 IPCC GL, Volume 3, Chapter 7, za XPS pjene. Iz razloga što nije poznat omjer različitih tipova PUR pjena za tu kategoriju korišten je općeniti faktor emisije sukladno tablici 7.5.

Vrijednosti korištenih emisijskih faktora za tvrde pjene su sljedeće:

- životni vijek: 50 godina XPS i 20 godina PUR
- prva godina: 40 % XPS i 10 % PUR
- godišnji gubitak: 3 % XPS i 4.5 % PUR

U slučaju mekih pjena korišten je faktor emisije 100 % prilikom proizvodnje.

Sustavi za gašenje požara (2.F.3)

Faktor emisije prvog punjenja stabilne opreme procijenjen je na 2%, dok su faktor emisije zaliha i zbrinjavanja procijenjeni na 4 i 2% sukladno preporukama iz dokumenta 2006 IPCC GL i stručnjaka tvrtki za punjenje, prikupljanje i servis stabilnih postrojenja (Vatroservis d.o.o., Varaždin).

Faktor emisije proizvodnje prijenosnih aparata za gašenje požara dobiven je od tvrtke PASTOR TVA d.d., a iznosi 1%. Faktor emisije prijenosnih aparata za životnog vijeka također je procijenjen na 4%. Kako prijenosni aparati za gašenje požara imaju vijek trajanja 10 godina, nakon životnog vijeka tvar se iz nje prikuplja, spremnik se mijenja te se ponovno puni prikupljenom i dodanom novom tvari. Proizvođač procjenjuje da se prilikom obnavljanja uređaja (radi pretakanja u privremeni spremnik) izgubi između 5 i 15% zatežene tvari u spremniku. Iz tog je razloga korišten faktor emisije od 15% pri obnovi/zbrinjavanju.

Aerosoli (2.F.4)

Kako je vrijeme između prodaje i korištenja izrazito kratko, a udahnuti plin emitiran je u atmosferu bez ikakvih kemijskih promjena, prilikom proračuna emisija, emisijski faktor se pretpostavlja kao 1, odnosno razina emisija korespondira 100% korištenju/kupnji inhalatora.

Podaci o aktivnostima

Dodaci za potiskivanje pjena (2.F.2)

Podaci o aktivnosti generirani su pregledom baze podataka i statistike (PRODCOM statistics). Navedeni podaci sadrže uvoz, izvoz i proizvodnju za dvije kategorije pjena:

- ☐ 22214120 - Ploče, listovi, filmovi, folije i trake od ćelijskih polimera stirena (sadrže XPS) i
- ☐ 22214150 - ploče, listovi, filmovi, folije i trake od ćelijskih poliuretana (PUR).

Podaci za 2021. godinu dobiveni su linearnom ekstrapolacijom trenda 2016.-2020. god.

Podaci o uvozu, izvozu i proizvodnji sadržani su za godine 2003. do 2021., a izraženi su u kilogramima. Kako bi izračunali masu HFC korištenog za potiskivanje pjena, potrebno je poznavati udio HFC plina unutar pjenastog proizvoda, udio HFC plina unutar mješavine za potiskivanje pjena i sami tip HFC plina, sukladno izrazu 7.7 iz dokumenta 2006 IPCC GL, Volume 3, Chapter 7. Ukupna emisija za danu godinu izračunata je korištenjem zadanih faktora iz tablica 7.5 i 7.6.

Sljedećom tablicom prikazane su pretpostavljene vrijednosti i reference korištene u proračunu.

Tablica 4.7-2: Sažetak korištenih vrijednosti i referenci u proračunu za kategoriju 2.F.2

Podatak	XPS	PUR	Referenca
Domaća proizvodnja pjene u danoj godini [tona]	PRODCOM statistika		https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/data/database
Uvoz – izvoz pjene u danoj godini [tona]			
Mješavina za potiskivanje pjena/tip pjene [%]	6 %	8 %	Revizija IPCC1996, stranica 2.59 (6-15 %) i studija IPCC/TEAP
HFC mješavina za potiskivanje pjena	40 % te se smanjuje do 20 %	20 % te se smanjuje do 10 %	DG Climate F-gases Reg.Review Study i studija IPCC/TEAP

Unutar kategorije PRODCOM 22214120 polistirenske pjene samo XPS se proizvodi potiskivanjem HFC-a kao dodatka. Procjena udjela XPS pjena unutar kategorije polistirenskih pjena na tržištu Republike Hrvatske procijenjen je na 10%, od strane udruge Hrvatski savjet za zelenu gradnju - HSZG (Croatia Green Building Council – CGBC). Korištenja HFC plinova za potiskivanje pjena počinje uglavnom nakon 2003. godine kao zamjena za tvari koje oštećuju ozonski sloj. Danas se također HFC plinovi mijenjaju tehnologijama s prirodnim tvarima s niskim GWP-om kao npr. CO₂, ugljikovodici itd. Sukladno studiji F-gases Regulation Review of DG Climate odnos HFC-a među ostalim plinovima za potiskivanje pjena iznosi 40 % za XPS pjene i 20 % za PUR pjene za razdoblje 2003. – 2011. Također, sukladno istoj studiji prva značajna potrošnja HFC-a za proizvodnju pjena počinje 2003. godine (tvrtka BASF), a završava 2011. godine dok se studijom IPCC/TEAP završetak potrošnje sugerira 2015. godina. Udio korištenja različitih HFC plinova za proizvodnju pjena bazira se na povijesnim podacima objavljenim od strane tvrtke BASF:

- 90% HFC-134a i
- 10% HFC-227ea.

Potrebno je istaknuti činjenicu da se pod plinom HFC-227ea smatra zeotropna mješavina plinova HFC-365mfc kojem se HFC-227ea dodaje neutralizacije zapaljivosti u udjelima:

- HFC-365mfc/HFC-227ea – 93/7% - za direktno ubrizgavanje pjena i
- HFC-365mfc/HFC-227ea – 87/13% - za potpuno formulirane PU sustave.

Udio mekih i tvrdih pjena unutar kategorije PUR pjena također se temelji na povijesnim podacima tvrtke BASF:

- 90% tvrde pjene i
- 10% meke pjene.

Proračun emisija mekih pjena napravljen je sukladno izrazu 7.8 Volume 3, Chapter 7, 2006 IPCC GL.

Također, kao dodatak gore navedenoj metodi za razdoblje 2006-2010. godina prijavljena je masa plina HFC-152a pod kategoriju mekih pjena otvorenih ćelija bazirana na metodologiji Tier 1a, odnosno na podacima o uvozi i izvozu tvari HFC-152a korištena za proizvodnju mekih pjena.

Sustavi za gašenje požara (2.F.3)

Vrijeme prve pojave radnih tvari u stabilnim i prijenosnim sustavima i njihov životni vijek je sljedeći:

- HFC-125: uvođenje na tržište 2003., životni vijek 20 godina
- HFC-227ea: uvođenje na tržište 1995. životni vijek 20 godina

- HFC-236fa: uvođenje na tržište 2003. životni vijek 10 godina

Podaci o aktivnosti za tvari koje se koriste u stabilnim sustavima za gašenje požara (HFC-125 i HFC-227ea) prikupljeni su djelomično od Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja, a djelomično od uvoznika tih tvari za razdoblje 2003.-2020. godine.

Podaci o aktivnosti vezano za prijenosne aparate za gašenje požara (HFC-236fa) prikupljeni su od tvrtke koja ih proizvodi za razdoblje 2003.-2020. godinu. Pored podataka o masi tvari HFC-236fa koje su uvezli u predmetnom razdoblju, prikupljeni su i podaci o prodanim količinama aparata na domaćem i inozemnom tržištu. Tvrtka proizvodi dvije vrste aparata za gašenje požara: Fe36 – 2 kg i Fe36 – 3 kg. Podaci za 2021. godinu dobiveni su linearnom ekstrapolacijom trenda 2016.-2020. god.

Aerosoli (2.F.4)

Medicinski inhalatori se ne proizvode u Republici Hrvatskoj već se samo uvoze. Kako se radi o medicinskom proizvodu stavljanje na tržište medicinskih inhalatora strogo je regulirano. U Republici Hrvatskoj medicinski inhalatori punjeni s HFC-134a prvi put se pojavljuju na tržištu 2003. godine, dok se punjeni s HFC-227ea pojavljuju 2016. godine.

Podaci o aktivnosti prikupljeni su od 2007. do 2020. godine od Hrvatske agencije za lijekove i medicinske proizvode (HALMED) za medicinske inhalatore punjene tvarima HFC-134a i HFC-227ea.

Podaci za 2021. godinu dobiveni su linearnom ekstrapolacijom trenda 2016.-2020. god.

Za godine prije 2007. podaci o aktivnostima (potrošnja) je procijenjena ekstrapolacijom koristeći BDP Republike Hrvatske.

Emisije HFC-a korištenih u kategorijama 2.F.2, 2.F.3 i 2.F.4 prikazane su u Tablici 4.7-3.

Tablica 4.7-3: Emisije HFC-a korištenih u kategorijama 2.F.2, 2.F.3 i 2.F.4

Godina	CO ₂ eq (t)		
	2.F.2	2.F.3	2.F.4
1995	1484	201	NO
1996	3129	129	NO
1997	4279	123	NO
1998	6102	119	NO
1999	8323	114	NO
2000	10951	109	NO
2001	12868	205	NO
2002	18893	165	NO
2003	15431	425	4740
2004	17180	546	5115
2005	18866	761	5503
2006	20337	1263	6000
2007	22458	2125	6569
2008	21483	2269	5335
2009	20551	2722	7611
2010	19659	3118	8781
2011	18807	3772	8424
2012	17992	4758	8419
2013	17097	5636	9028
2014	1484	5577	9349
2015	3129	6143	9897

Godina	CO ₂ eq (t)		
	2.F.2	2.F.3	2.F.4
2016	4279	5987	9906
2017	6102	5972	9791
2018	8323	5823	9858
2019	10951	5844	10075
2020	12868	5719	9464
2021	18893	5675	9638

4.7.2.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije

Za kategoriju 2.F.2 nesigurnost procjene podataka o aktivnostima iznosi 50%, dok nesigurnost procjene faktora emisije iznosi 25%, bazirajući se na procjenama stručnjaka.

Za kategoriju 2.F.3 nesigurnost podataka o aktivnostima procijenjena je na 25% dok je nesigurnost emisijskih faktora procijenjena je na 10 % iz razloga što su prilikom proračuna korištene gornje, najviše vrijednosti preporučenog raspona.

Za kategoriju 2.F.4, s obzirom na to da je segment lijekova izrazito reguliran isključivo radi procjene potrošnje za razdoblje 2003. do 2007., nesigurnost podataka o aktivnostima procijenjena je na 10%. Nesigurnost emisijskih faktora procijenjena je na 0%.

4.7.2.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije (QA/QC)

Tijekom pripreme inventara aktivnosti kontrole kvalitete su uglavnom fokusirane na cjelovitost i konzistentnost ulaznih podataka i izračunatih emisija te na odgovarajuću upotrebu notacijskih oznaka (eng. *notation keys*) u CRF tablicama sukladno QA/QC planu.

4.7.2.5. Rekalkulacija emisije

Za kategoriju 2.F.3, rekalkulirane su emisije iz zaliha za plin HFC-125 zbog uočene greške u proračunu, odnosno korištenja pogrešnog faktora emisije za razdoblje 2003-2020. godina.

4.7.2.6. Planirana poboljšanja proračuna emisije

Nisu planirana dodatna poboljšanja za ovu kategoriju izvora.

4.8. Proizvodnja i uporaba ostalih proizvoda (CRF 2.G)

U ovom podnesku korištene su vrijednosti potencijala globalnog zagrijavanja iz Petog izvješća o procjeni IPCC-a (AR5).

4.8.1. Elektrooprema (2.G.1)

4.8.1.1. Opis izvora emisije

Staklenički plin SF₆ koristi se za sprječavanje iskrenja i izolaciju u visokonaponskim (110-380 kV) i srednje naponskim (1-36 kV) prekidačima (eng. *gas circuit breakers – GBC*) i rasklopnim postrojenjima

i stanicama (eng. *gas insulated switchgear and substations – GIS*). Navedena oprema prvi put je korištena u Republici Hrvatskoj 1982. godine. Oprema se proizvodi u Republici Hrvatskoj u više tvrtki kćeri društva KONČAR – ELEKTROINDUSTRIJA d.d., izvozi se, a djelomično se i uvozi. Vijek trajanja opreme iznosi između 30 i 40 godina.

4.8.1.2. Metodologija proračuna emisije

Metodologija

- T2 (1990.-2021.)

U Republici Hrvatskoj plin SF₆ se ne proizvodi već se za potrebe proizvodnje opreme te nadopune sustava prilikom servisa i održavanja u potpunosti uvozi.

Praćenje uvoza, unosa, izvoza i iznosa te stavljanja na tržište plina SF₆ kao i nepokretne opreme koja ga sadrži (uključivanje u pogon, isključivanje iz pogona) propisano je Uredbom o tvarima koje oštećuju ozonski sloj i fluoriranim stakleničkim plinovima (NN 92/2012) prvi put 2012 godine. Dostupni podaci dobiveni su od strane Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja.

Primijenjena je metodologija Tier 2 sukladno 2006 IPCC GL:

$$\text{Ukupna emisija} = \text{Emisija u proizvodnji} + \text{Emisija prilikom instalacije} + \text{Emisija tijekom uporabe} + \text{Emisija prilikom zbrinjavanja}$$

Faktori emisije

Sukladno podacima proizvođača i operatera faktor emisije prilikom punjenja u proizvodnji i prvog punjenja na terenu prilikom instalacije kreće se od 1 do 2 % te je stoga procijenjen na 1.5 %.

Faktor emisije radi servisiranja i održavanja iznosi 0.01 za visokonaponske prekidače, a 0.005 za visokonaponske aparate.

U Republici Hrvatskoj plin SF₆ se ne uništava nego se prilikom zbrinjavanja opreme prikuplja. Podaci o uređajima i nazivnim masama plina prilikom zbrinjavanja dokumentiraju se sukladno gore navedenoj uredbi. Sukladno podacima operatera emisijski faktor zbrinjavanja procijenjen je na 2%.

Podaci o aktivnostima

Podaci o aktivnostima prikupljeni su od korisnika, operatera opreme punjene plinom SF₆. Prikupljeni su podaci za čitav vremenski niz o ukupnoj količini plina kojim je punjena elektrooprema, podaci o istjecanju plina tijekom uporabe, podaci o proizvedenoj opremi za potrebe Republike Hrvatske i izvozu, te procjene o emisijama prilikom proizvodnje i gubicima tijekom zbrinjavanja.

Podaci za 2021. godinu dobiveni su linearnom ekstrapolacijom trenda 2016.-2020. god.

Podaci o uvozu i izvozu opreme prikupljeni su iz baza podataka Carinske uprave Republike Hrvatske.

Emisije SF₆ korištenog u Elektroopremi prikazane su u Tablici 4.8-1.

Tablica 4.8-1: Emisije SF₆ (kt CO₂-eq)

Godina	SF ₆ (kt CO ₂ -eq)
1990	11055
1991	10934
1992	11021

Godina	SF ₆ (kt CO ₂ -eq)
1993	11138
1994	11955
1995	12447
1996	12895
1997	12523
1998	13403
1999	13348
2000	12717
2001	12806
2002	13147
2003	13496
2004	13954
2005	14701
2006	14569
2007	14587
2008	13390
2009	9628
2010	10133
2011	10574
2012	11299
2013	7399
2014	7910
2015	5747
2016	6801
2017	7233
2018	6463
2019	8093
2020	9353
2021	9629

4.8.1.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije

Kako su podaci dobiveni od industrije nesigurnost podataka o aktivnostima procijenjena je na 25%. Nesigurnost emisijskih faktora procijenjena je na 30%.

4.8.1.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije (QA/QC)

Tijekom pripreme inventara aktivnosti kontrole kvalitete su uglavnom fokusirane na cjelovitost i konzistentnost ulaznih podataka i izračunatih emisija te na odgovarajuću upotrebu notacijskih oznaka (eng. *notation keys*) u CRF tablicama sukladno QA/QC planu.

4.8.1.5. Rekalkulacija emisije

Za kategoriju izvora 2.G.1 uočena je greška u proračunu za 2020. godinu te je izvršena rekalkulacija emisija SF₆ iz proizvodnje opreme.

4.8.1.6. Planirana poboljšanja proračuna emisije

Nisu planirana dodatna poboljšanja proračuna emisije.

4.8.2. SF₆ i PFC-ovi iz uporabe ostalih proizvoda (2.G.2)

Ova kategorija ne postoji u Hrvatskoj.

4.8.3. N₂O iz uporabe proizvoda (2.G.3)

4.8.3.1. Opis izvora emisije

Emisija dušikovog oksida može proizaći iz niza proizvoda, no dominantan je utjecaj u dva podsektora: u medicini za potrebe anestezije i u prehrambenoj industriji kao potisni plin.

4.8.3.2. Metodologija proračuna emisije

Metodologija

Za potrebe izračuna emisija primijenjena je metodologija sukladno izrazu 8.24, 2006 IPCC GL, Volume 3, Chapter 8, str. 36.

Faktori emisije

Za proračun emisija pretpostavljena je potpuna emisija dušikovog oksida u godini izvješćivanja, odnosno u oba slučaja primjene pretpostavljaju se faktori emisije 1.

Podaci o aktivnosti

Podaci o aktivnostima povijesnog niza prikupljeni su od lokalnog distributera dušikovog oksida i to zasebno za medicinske potrebe i za potrebe prehrambene industrije za razdoblje 2009.-2020. god., te od Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja.

Podaci o aktivnostima potrošnje dušikovog oksida u medicinske svrhe

Za razdoblje 2000.-2009. godina podaci o aktivnostima se procjenjuju linearnom ekstrapolacijom koristeći podatke poznatih godina 2009.-2020., dok se za razdoblje 1990.-2000. potrošnja fiksira na vrijednost iz 2000. godine. Također, s ciljem usporedbe podataka dobavljača podaci o potrošenoj masi dušičnog oksida prikupljeni su i od nekoliko najvećih bolnica u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2017.-2020. Potrošnja se poklapa unutar $\pm 10\%$. U razgovoru s ljekarnama bolnica moguće je zaključiti da je potrošnja dušikovog oksida kroz godine sve manja s intencijom da se ta metoda anestezije u potpunosti napusti. Podaci za 2021. godinu dobiveni su linearnom ekstrapolacijom trenda 2016.-2020. god.

Podaci o aktivnostima potrošnje dušikovog oksida u prehrambene svrhe

Iz razgovora s čelnicima odjela za nabavu većih prehrambenih tvrtki u Republici Hrvatskoj moguće je zaključiti da se dušikov oksid ne koristi za proizvodnju hrane zadnjih desetak godina, dok se prije toga isključivo nabavljao od jednog proizvođača, no ti podaci za razdoblje prije 2009. godine ne postoje. Iz tog se razloga procjena potrošnje dušikovog oksida za potrebe prehrambene industrije procjenjuje samo na osnovu podataka dostavljenih Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja za razdoblje 2009.-2017., dok se potrošnja za razdoblje 2018.-2021. god. procjenjuje linearnom ekstrapolacijom.

Ukupne emisije N₂O iz uporabe proizvoda prikazane su u Tablici 4.8-2.

Tablica 4.8-2: Emisije N₂O iz uporabe proizvoda

Godina	Emisije N ₂ O (kt)
1990.	0.123
1991.	0.123
1992.	0.123
1993.	0.123
1994.	0.123
1995.	0.123
1996.	0.123
1997.	0.123
1998.	0.123
1999.	0.123
2000.	0.123
2001.	0.120
2002.	0.117
2003.	0.113
2004.	0.110
2005.	0.107
2006.	0.103
2007.	0.100
2008.	0.097
2009.	0.091
2010.	0.090
2011.	0.089
2012.	0.081
2013.	0.074
2014.	0.067
2015.	0.068
2016.	0.065
2017.	0.066
2018.	0.062
2019.	0.061
2020.	0.067
2021.	0.064

4.8.3.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije

Za proračun emisije N₂O iz potrošnje za potrebe anestezije, nesigurnost procjene podataka o aktivnostima iznosi 20%, a nesigurnost procjene faktora emisije iznosi 10%, bazirajući se na procjenama stručnjaka.

Za emisije iz potrošnje za prehrambenu industriju, nesigurnost procjene podataka o aktivnostima iznosi 50%, a nesigurnost procjene faktora emisije iznosi 10%, bazirajući se na procjenama stručnjaka.

4.8.3.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije (QA/QC)

Tijekom pripreme inventara aktivnosti kontrole kvalitete su uglavnom fokusirane na cjelovitost i konzistentnost ulaznih podataka i izračunatih emisija te na odgovarajuću upotrebu notacijskih oznaka (eng. *notation keys*) u CRF tablicama sukladno QA/QC planu.

4.8.3.5. Rekalkulacija emisije

Nije bilo rekalkulacija emisije.

4.8.3.6. Planirana poboljšanja proračuna emisije

Nisu planirana dodatna poboljšanja proračuna emisije.

4.9. Ostalo (2.H)

Ova kategorija uključuje sljedeće potkategorije:

- Proizvodnja celuloze i papira
- Proizvodnja hrane i pića

4.9.1. Proizvodnja celuloze i papira (2.H.1)

U Hrvatskoj su tijekom izvještajnog razdoblja korištene tri vrste postupaka za proizvodnju celuloze i papira koji su postojali ili još uvijek postoje u Hrvatskoj: Kraft (sulfatni), kiseli sulfitni i neutralni sulfitni polukemijski proces. Sulfatni postupak je korišten sve do 1990. godine, a kiseli sulfitni do 1994., dok se neutralnim sulfitnim polu-kemijskim procesom i dalje proizvodi celuloza.

Emisije SO₂, CO, NO_x, NMHOS i NH₃ preuzete su iz dokumenta "Informativno izvješće o inventaru emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske (za razdoblje 1990.-2020.)"; podnesak prema Konvenciji o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka (CLRTAP) i Direktivi o nacionalnim gornjim granicama emisije za određene onečišćujuće tvari (NECD)'. Emisije za 2021. godinu nisu bile dostupne u trenutku izrade ovog izvješća te je korištena oznaka NE.

Metodologija izračuna emisija temelji se na drugoj razini proračuna sukladno EMEP/EEA metodologiji (iz 2019. godine), odnosno uključuje množenje godišnje količine proizvoda i odgovarajućeg faktora emisije. Za sve aktivnosti u sklopu ove kategorije izvora koriste se preporučeni *Tier 2* faktori emisije prema vodiču *EMEP/EEA 2019 Guidebook*.

Detaljne informacije o trendovima emisija za svaku kategoriju izvora dostupne su u gore spomenutom izvješću o proračunu emisija onečišćujućih tvari.

4.9.2. Proizvodnja hrane i pića (2.H.2)

Sljedeće aktivnosti razmatrane su u okviru ove kategorije: proizvodnja vina (bijelog vina i vina nespecifične boje), alkoholna pića, pivo, kruh, prženje kave, prženje/sušenje mesa/ribe, proizvodnja šećera, stočne hrane, margarina i krutih masnoća te kolača, keksa i zobenih pahuljica.

Emisije NMHOS preuzete su iz dokumenta "Informativno izvješće o inventaru emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske (za razdoblje 1990.-2020.)"; podnesak prema Konvenciji o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka (CLRTAP) i Direktivi o nacionalnim gornjim granicama emisije za određene onečišćujuće tvari (NECD)'. Emisije za 2021. godinu nisu bile dostupne u trenutku izrade ovog izvješća te je korištena oznaka NE.

Metodologija izračuna emisija temelji se na drugoj razini proračuna sukladno EMEP/EEA metodologiji (iz 2019. godine), odnosno uključuje množenje godišnje količine proizvoda i odgovarajućeg faktora emisije. Za sve aktivnosti u sklopu ove kategorije izvora koriste se preporučeni faktori emisije prema vodiču *EMEP/EEA 2019 Guidebook*.

Detaljne informacije o trendovima emisija za svaku kategoriju izvora dostupne su u gore spomenutom izvješću o proračunu emisija onečišćujućih tvari.

Poglavlje 5: Poljoprivreda (CRF sektor 3)

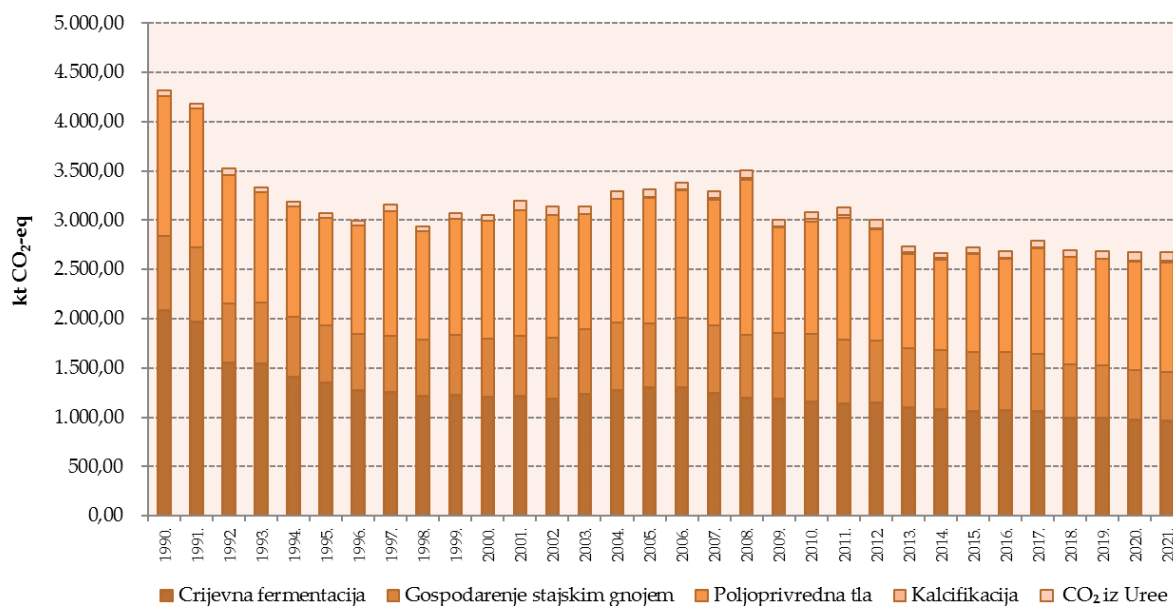
5.1. Pregled sektora

Aktivnosti u poljoprivredi kroz različite procese izravno doprinose emisiji stakleničkih plinova. Radi bolje organizacije proračuna izdvojeni su sljedeći izvori emisija:

- Stoka: crijevna fermentacija (CH_4) i gospodarenje stajskim gnojem (CH_4 , N_2O)
- Poljoprivredna tla (N_2O)
- Kalcifikacija i primjena uree (CO_2)

Ukupne emisije iz poljoprivrede u 2021. godini iznosile su 2,671.01 kt CO_2 -eq, što predstavlja 11.05% ukupne nacionalne emisije. Metan (CH_4) i dušikov oksid (N_2O) su primarni staklenički plinovi koji nastaju kao posljedica aktivnosti u poljoprivredi (Slika 5.1-1). Od svih preživača, muzne krave predstavljaju najveći izvor emisije metana (CH_4). Rezultati gospodarenja poljoprivrednim zemljištem, stajskim gnojem te poljoprivredno inženjerstvo predstavljaju izvore znatnih emisija dušikovog oksida (N_2O). Emisije uzrokovane spaljivanjem poljoprivrednih ostataka nisu uključene u proračun jer je ova aktivnost zabranjena zakonima Republike Hrvatske. Nadalje, u Hrvatskoj ne postoje ekosustavi koji bi se smatrali savanama ili rižinim poljima te stoga emisije iz ovih podsektora nisu izračunate.

Slika 5.1-1: Trend emisija iz poljoprivrede



Emisija stakleničkih plinova smanjila se između 1990. - 1996. godine zbog rata koji je značajno utjecao na populaciju životinja, biljnu proizvodnju, potrošnju mineralnih gnojiva te općenito na poljoprivrednu praksu u Hrvatskoj. Nakon ratnog razdoblja, sektor se počeo oporavljati i emisije su se stabilizirale uslijed boljih nacionalnih okolnosti za poljoprivrednu proizvodnju. Tablica 5.1-1 i Tablica 5.1-2 pokazuju ukupne emisije iz Poljoprivrede prema plinovima i izvorima emisije za razdoblje 1990. - 2021. godine.

Tablica 5.1-1: Emisije stakleničkih plinova iz poljoprivrede

Godina	Emisija metana kt CH ₄			Emisija dušikovog oksida kt N ₂ O			Emisija ugljikovog dioksida kt CO ₂		
	Crijeva fermentacija	Gospodarenje stajskim gnojem	Ukupno	Gospodarenje stajskim gnojem	Poljoprivredn a tla	Ukupno	Kalcifikacija	Urea	Ukupno
1990.	83.43	17.57	101.00	1.073	4.76	5.84	NO	50.02	50.02
1991.	78.84	17.90	96.74	1.03	4.73	5.76	NO	50.95	50.95
1992.	62.24	14.32	76.56	0.81	4.39	5.20	NO	65.51	65.51
1993.	61.90	15.13	77.03	0.80	3.74	4.55	NO	52.14	52.14
1994.	56.31	15.31	71.62	0.77	3.76	4.53	NO	47.57	47.57
1995.	54.17	14.66	68.83	0.72	3.65	4.37	NO	46.29	46.29
1996.	51.01	14.66	65.68	0.68	3.69	4.37	NO	52.44	52.44
1997.	50.09	14.83	64.92	0.67	4.25	4.92	NO	68.39	68.39
1998.	48.86	14.97	63.84	0.64	3.71	4.35	NO	44.25	44.25
1999.	49.14	16.44	65.58	0.67	3.95	4.62	NO	50.49	50.49
2000.	48.20	16.01	64.22	0.64	4.02	4.66	NO	60.87	60.87
2001.	48.68	16.63	65.31	0.64	4.29	4.93	NO	92.09	92.09
2002.	47.58	17.12	64.71	0.63	4.20	4.83	NO	80.76	80.76
2003.	49.65	18.41	68.06	0.65	3.93	4.58	NO	71.79	71.79
2004.	51.12	19.60	70.71	0.66	4.21	4.87	NO	75.94	75.94
2005.	52.10	18.62	70.72	0.61	4.29	4.90	0.00	70.97	70.97
2006.	52.02	20.94	72.96	0.63	4.33	4.95	17.48	63.19	80.67
2007.	50.03	20.25	70.28	0.59	4.29	4.87	16.60	72.72	89.32
2008.	48.13	18.68	66.81	0.54	5.30	5.84	20.78	75.83	96.60
2009.	47.63	20.11	67.74	0.55	3.57	4.13	11.92	65.04	76.96
2010.	46.56	20.73	67.29	0.53	3.85	4.39	21.46	66.58	88.04
2011.	45.63	20.01	65.64	0.50	4.16	4.66	21.32	83.86	105.18
2012.	45.84	19.54	65.38	0.49	3.77	4.26	14.38	86.85	101.23
2013.	43.96	18.49	62.45	0.46	3.23	3.69	14.23	60.39	74.61
2014.	43.33	18.52	61.85	0.47	3.06	3.53	19.99	49.47	69.47
2015.	42.64	18.59	61.23	0.46	3.33	3.79	12.09	57.25	69.34
2016.	42.74	18.28	61.02	0.47	3.16	3.62	11.20	64.96	76.17
2017.	42.63	17.68	60.31	0.46	3.59	4.05	10.92	70.21	81.13
2018.	39.99	16.47	56.46	0.43	3.64	4.07	4.62	67.62	72.24
2019.	40.01	16.07	56.09	0.43	3.62	4.06	2.07	73.59	75.66
2020.	38.97	15.13	54.09	0.42	3.70	4.12	6.89	88.29	95.18
2021.	38.55	15.06	53.61	0.41	3.73	4.14	18.70	84.15	102.85

Tablica 5.1-2: Emisije stakleničkih plinova iz poljoprivrede u CO₂-eq

Godina	Emisija metana kt CO ₂ -eq			Emisija dušikovog oksida kt CO ₂ -eq			Emisija ugljikovog dioksida kt CO ₂ -eq			kt CO ₂ -eq
	Crijevena fermentacija	Gospodarenje stajskim gnojem	Ukupno	Gospodarenje stajskim gnojem	Poljoprivredna tla	Ukupno	Kalcifikacija	Urea	Ukupno	UKUPNA EMISIJA
1990.	2336.03	491.91	2827.94	284.43	1261.96	1546.38	0.00	50.02	50.02	4424.34
1991.	2207.56	501.14	2708.70	273.86	1253.04	1526.91	0.00	50.95	50.95	4286.56
1992.	1742.71	400.88	2143.60	214.32	1163.31	1377.63	0.00	65.51	65.51	3586.74
1993.	1733.21	423.71	2156.92	212.46	992.16	1204.62	0.00	52.14	52.14	3413.68
1994.	1576.63	428.79	2005.42	204.08	996.08	1200.16	0.00	47.57	47.57	3253.16
1995.	1516.84	410.38	1927.22	190.45	968.07	1158.53	0.00	46.29	46.29	3132.04
1996.	1428.37	410.61	1838.98	180.35	977.51	1157.86	0.00	52.44	52.44	3049.29
1997.	1402.54	415.34	1817.88	176.66	1125.92	1302.59	0.00	68.39	68.39	3188.85
1998.	1368.17	419.28	1787.45	170.83	981.88	1152.71	0.00	44.25	44.25	2984.41
1999.	1375.91	460.40	1836.31	178.69	1046.34	1225.03	0.00	50.49	50.49	3111.83
2000.	1349.71	448.41	1798.12	169.57	1064.64	1234.21	0.00	60.87	60.87	3093.20
2001.	1363.14	465.58	1828.72	169.36	1136.56	1305.92	0.00	92.09	92.09	3226.74
2002.	1332.32	479.44	1811.77	167.79	1112.11	1279.90	0.00	80.76	80.76	3172.42
2003.	1390.19	515.53	1905.72	171.77	1041.63	1213.41	0.00	71.79	71.79	3190.91
2004.	1431.35	548.67	1980.02	173.65	1115.07	1288.72	0.00	75.94	75.94	3344.68
2005.	1458.81	521.42	1980.23	160.19	1135.95	1296.14	0.00	70.97	70.97	3347.34
2006.	1456.68	586.27	2042.96	165.86	1146.28	1312.15	17.48	63.19	80.67	3435.77
2007.	1400.89	566.87	1967.76	155.48	1136.12	1291.60	16.60	72.72	89.32	3348.68
2008.	1347.72	523.05	1870.77	143.47	1405.12	1548.59	20.78	75.83	96.60	3515.96
2009.	1333.59	563.17	1896.76	146.82	946.85	1093.67	11.92	65.04	76.96	3067.39
2010.	1303.76	580.40	1884.16	141.44	1021.41	1162.85	21.46	66.58	88.04	3135.04
2011.	1277.73	560.25	1837.98	132.32	1101.49	1233.81	21.32	83.86	105.18	3176.97
2012.	1283.43	547.14	1830.57	129.65	999.96	1129.60	14.38	86.85	101.23	3061.41
2013.	1230.76	517.77	1748.53	121.34	856.40	977.74	14.23	60.39	74.61	2800.88
2014.	1213.29	518.59	1731.88	123.46	811.37	934.83	19.99	49.47	69.47	2736.18
2015.	1193.79	520.64	1714.43	121.10	882.33	1003.43	12.09	57.25	69.34	2787.20
2016.	1196.83	511.77	1708.60	123.32	836.95	960.27	11.20	64.96	76.17	2745.03
2017.	1193.63	494.94	1688.58	122.04	952.24	1074.29	10.92	70.21	81.13	2843.99
2018.	1119.66	461.20	1580.87	113.68	963.95	1077.62	4.62	67.62	72.24	2730.74
2019.	1120.39	450.00	1570.39	114.80	960.38	1075.18	2.07	73.59	75.66	2721.24
2020.	1091.14	423.50	1514.65	111.26	979.63	1090.89	6.89	88.29	95.18	2700.72
2021.	1079.31	421.70	1501.01	107.99	989.09	1097.08	18.70	84.15	102.85	2700.94

U sektoru Poljoprivrede, pet izvora emisija predstavlja ključne izvore isključujući LULUCF (detaljnije u tablici 5.1-3):

Tablica 5.1-3: Ključne kategorije u sektoru poljoprivrede temeljene na procjeni prema razini i trendu u 2021. godini²⁶

IPCC Kategorije izvora	Direkt GHG	Kriteriji za identifikaciju			
		Ako je stupac C – Da, kriteriji za identifikaciju:			
SEKTOR POLJOPRIVREDE		Isključujući LULUCF		Uključujući LULUCF	
3.A Crijevna fermentacija	CH ₄	Da	L1e L2e	T1e T2e	L1i
3.B Gospodarenje stajskim gnojem	CH ₄	Da	L1e		L1i
3.B Gospodarenje stajskim gnojem	N ₂ O	Da	L1e	T1e	
3.D.1 Direktna emisija N ₂ O iz poljoprivrednih tala	N ₂ O	Da	L1e L2e	T2e	L1i L2i
3.D.2 Indirektna emisija N ₂ O iz poljoprivrednih tala	N ₂ O	Da	L1e L2e	T2e	L1i L2i

L1e Procjena razine isključujući LULUCF Tier1
 L1i - Procjena razine uključujući LULUCF Tier1
 T1e - Procjena trenda isključujući LULUCF Tier1
 T1i - Procjena trenda uključujući LULUCF Tier1

L2e - Procjena razine isključujući LULUCF Tier 2
 L2i - Procjena razine uključujući LULUCF Tier 2
 T2e - Procjena trenda isključujući LULUCF Tier2
 T2i - Procjena trenda uključujući LULUCF Tier2

5.2. Emisije CH₄ iz crijevne fermentacije (CRF 3.A.)

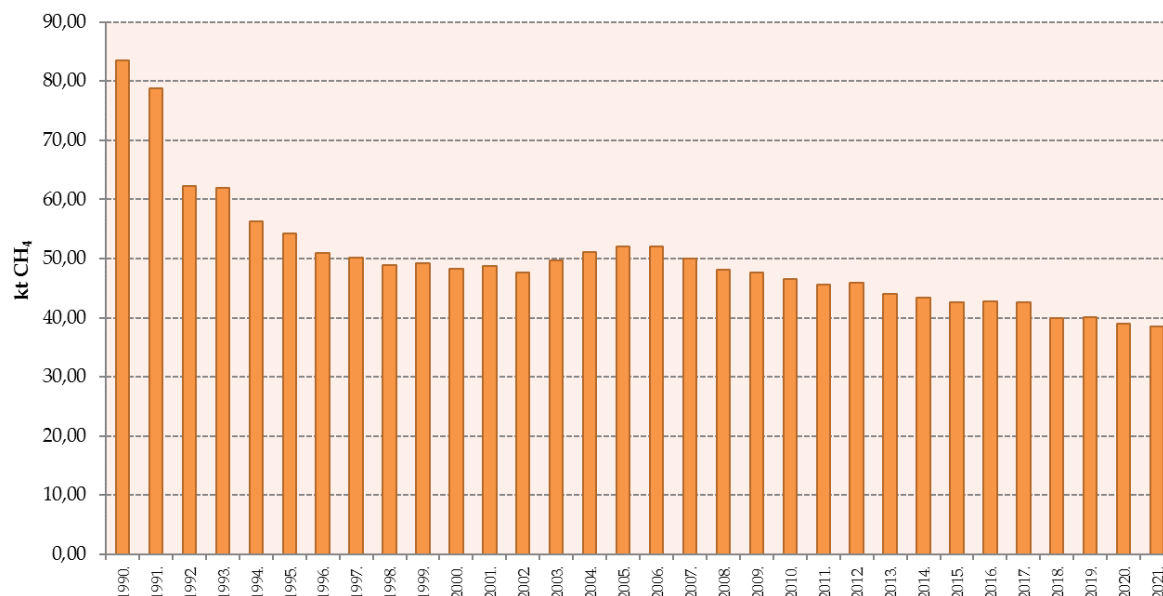
5.2.1. Opis izvora emisije

Metan je izravni proizvod životinjskog metabolizma koji nastaje tijekom procesa probave. Najveći proizvođači metana su preživači (krave, ostala goveda i ovce). Količina proizvedenog i emitiranog metana ovisi o probavnom sustavu životinje te o količini i tipu prehrane. Procjene u inventaru uključuju samo emisije od životinja s farmi. Bizoni, deve i lame ne uzgajaju se u Hrvatskoj. Divlje životinje i pripitomljena divljač također nisu uključeni u proračun emisija, kao niti emisije čovjeka ili kućnih ljubimaca. U 2021. godini mlada goveda najveći su izvor emisija čineći 36% ukupne emisije CH₄ uzrokovane crijevnom fermentacijom, a prate ih muzne krave koje čine 34% iste emisije. Ukupno, goveda su odgovorna za 80% ukupne emisije CH₄ iz crijevne fermentacije.

Slika 5.2-1 prikazuje emisiju metana iz Crijevne fermentacije za razdoblje od 1990. do 2021. godine. Trend emisije prati trend populacije životinja koja se značajno smanjila tijekom ratnog razdoblja u prvoj polovici 1990 - ih godina (do 1996. godine). Smanjenje je zabilježeno za svaku kategoriju životinja (vidi Tablicu 5.2-2).

²⁶ Podaci o ključnim kategorijama su uzeti iz Priloga 1. Ključne kategorije.

Slika 5.2-1: Emisija CH₄ iz Crijevne fermentacije



5.2.2. Metodologija proračuna emisije

Goveda

Počevši od ovogodišnjeg inventara, uz pomoć stručnjaka s Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu razvijen je novi pristup specifičan za svaku zemlju za procjenu emisije iz kategorije goveda. Nacionalno specifične vrijednosti razvijene su za ključne godine, a zatim interpolirane za vremenska razdoblja između ključnih godina. Za odrasle mliječne krave, nacionalno specifični Tier 2/3 pristup je korišten, prema modelu dinamičke simulacije koji opisuje mehanizam procesa fermentacije u gastrointestinalni trakt. Taj model predviđa posljedice hranidbe na mikrobnu fermentaciju i prateću proizvodnju CH₄ u buragu i debelom crijevu. Simulacijski model predviđa GE_i i proizvodnju CH₄ u buragu i debelom crijevu iz konzumacije pojedenog obroka i njegovih hranidbenih karakteristika (konzumacija suhe tvari, kemijski sastav, karakteristika probave u buragu). Naknadno, modelom se izračunava Y_m iz predviđene emisije CH₄ i GE_i. Osim toga, modelom se predviđa Y_m umjesto dosadašnjeg pristupa u kojem smo pretpostavljali konstantnu Y_m vrijednost, kao što je slučaj kod isključivog Tier 2 pristupa.

Za ostale kategorije goveda Tier 2 pristup je primijenjen, te je unos bruto energije pojedene hrane proračunat prema faktorima emisije (EF) za Hrvatsku. Za ovaj izračun, EF je proračunat korištenjem Y_m i bruto energije (GE; MJ/kg suha stvar) unosa iz hrane (GE_i; MJ/životinja/dan). Zadana IPCC vrijednost od 0,065 je korištena kao Y_m, osim za hranidbu teladi za bijelo meso koja je uglavnom nahranjena mlijekom i/ili mliječnom zamjenicom i stoga još nema potpuno razvijeni burag.

Budući da se metodologija za kategorizaciju goveda u statističkim podacima mijenjala tijekom godina – od 8 kategorija u razdoblju 1990. – 1999., do 11 kategorija za razdoblje od 2000. do 2021. godine. S vremenom se očekuje ujednačavanje DZS kategorija kroz cijeli niz podataka.

Za proračun emisija, goveda su podijeljena prema sljedećim kategorijama: Zrela muzna goveda – zrele muzne krave; Zrela ne-muzna goveda – zrele ženke i mužjaci (ostale krave, junice, bikovi i volovi); Mlada goveda – telad. U tablici 5.2-3 prikazano je kako su DZS kategorije preraspoređene u odgovarajuće IPCC kategorije. Posebna kategorija za “mesna goveda” nije postojala u razdoblju 1990. – 1999. te je u tom razdoblju bila svrstana u kategoriju “Krave”. Međutim, “Goveda starija od 2 godine, ostale krave” smatra se ispravnom kategorijom za “mesna goveda” za razdoblje 2000. – 2019., a iznosi prosječno ~ 0.85% od ukupnog broja goveda. Taj postotak je korišten u ekstrapolaciji i procjeni broja

mesnih goveda za razdoblje 1990. – 1999. Izračunati broj goveda tada je oduzet od podataka o aktivnosti za „krave”, što je rezultiralo konačnim brojem mliječnih krava za razdoblje 2000.-2021.

Tablica 5.2-3: Klasifikacija goveda u odgovarajuće IPCC kategorije

IPPC kategorije	DZS kategorije	
	1990.-1999.	2000.-2021.
Muzne krave	▪ Krave*	▪ Muzne krave
Zrela ne-muzna goveda	▪ Goveda starija od 2 godine ▪ Junice	▪ Goveda starija od 2 godine, junice ▪ Goveda starija od 2 godine, junice za klanje ▪ Goveda starija od 2 godine, muzne krave
	▪ [Mesna goveda]**	▪ Goveda starija od 2 godine, ostale krave
	▪ Rasplodni bikovi	▪ Goveda starija od 2 godine, muška
	▪ Volovi	
Mlada goveda	▪ Telad do 3 mjeseca ▪ Goveda od 3 mjeseca do 1 godine	▪ Mlada goveda do 1 godine, telad za klanje ▪ Mlada goveda do 1 godine, ženska ▪ Mlada goveda do 1 godine, muška
	▪ Goveda od 1 do 2 godine	▪ Goveda od 1 do 2 godine, junice ▪ Goveda od 1 do 2 godine, junice za klanje ▪ Goveda od 1 do 2 godine, muška

* ispravljeno korištenjem izračunate kategorije “mesnih goveda” kako bi se dobio broj muznih krava

** Ova kategorija je napravljena primjenom odgovarajućeg trenda podataka o aktivnostima za razdoblje 2000. – 2021.

Table 5.2-4. Koeficijenti održavanja korišteni za proračun emisija CH₄ iz crijevne fermentacije goveda.

IPCC Kategorije	DZS kategorije životinja animal	C _f (MJ d ⁻¹ kg ⁻¹)
Muzne krave	▪ Muzne krave	0.386
Ostala ne-muzna goveda	▪ Goveda starija od 2 godine, junice	0.322
	▪ Goveda starija od 2 godine, junice za klanje	0.322
	▪ Goveda starija od 2 godine, ostale krave	0.322
	▪ Goveda starija od 2 godine, muška	0.322
Mlada goveda	▪ Mlada goveda do 1 godine, za klanje	0.322
	▪ Mlada goveda do 1 godine, ženska	0.322
	▪ Mlada goveda do 1 godine, muška	0.322
	▪ Goveda od 1 do 2 godine, junice	0.322
	▪ Goveda od 1 do 2 godine, junice za klanje	0.322
	▪ Goveda od 1 do 2 godine, muška	0.370

Unos hrane i obroci za goveda, isključujući odrasle mliječne krave

Unos suhe tvari (STi; kg suhe tvari/životinja/dan) izveden je koristeći nizozemski model WUM. Konzumacija različitih komponenti u obroku (mlijeko/nusproizvodi mlijeka, trava, travna silaža, kukuruzna silaža, standardni koncentrati, koncentrati bogati proteinima i vlažni nusproizvodi) izračunava se godišnje po kategoriji goveda na temelju nacionalne statistike o količinama ovih krmiva koja su bila predmet trgovine ili proizvedena. Ove statistike o komponentama hrane pokrivaju dio

ukupnih energetske potrebe koje se godišnje izračunavaju prema metodi specifičnoj za zemlju za različite kategorije goveda. Naknadno se pretpostavlja da je ostatak energetske potrebe za zabilježenu razinu proizvodnje pokriven unosom trave s paše.

Unos hrane za odrasle muzne krave

Za odrasle muzne krave primjenjuje se kombinacija pristupa Tier 2/3 za izračun nacionalno specifičnih faktora emisije, podijeljenih u regije sjever-zapad i jug-istok Republike Hrvatske. Budući da obje regije imaju različite sastave obroka, emisije su također različite. Najvažnija razlika u odnosu na pristup Tier 2 jest ta da simulacijski model predviđa faktor emisije iz unosa hrane i hranidbenih karakteristika kao ulazne podatke modela, bez korištenja vrijednosti BEi ili Ym. Još jedna važna razlika u odnosu na Tier 2 pristup je da simulacijski model uzima u obzir nekoliko hranidbenih karakteristika za predviđanje procesa fermentacije u buragu i debelom crijevu, umjesto da koristi samo neto energetska vrijednost za proizvodnju i održavanje mlijeka kao hranidbenu karakteristiku. Konačna razlika u odnosu na Tier 2 pristup jest ta da simulacijski model izračunava BEi iz unosa suhe tvari i sastava obroka umjesto usvajanja vrijednosti BE za ST hrane. EF, BEi i Ym odraslih mliječnih krava izračunavaju se godišnje. Pristup Tier 3 ne uzima u obzir učinke dodatka hrani za životinje koji bi trebali smanjiti emisiju CH₄.

Važni ulazni podaci za simulacijski model su:

- Razina unosa/konzumacije hrane, ST, proračunati su prema WUM modelu za regije sjever-zapad i jug-istok, prema istoj metodi kao je opisano iznad za goveda, isključujući odrasle mliječne krave.
- Kemijski sastav ST u različitim komponentama hrane (trave, travna silaža, kukuruzna silaža, niskoproteinski koncentracije, koncentracije bogate proteinima i sočni nusproizvodi). Razlikuju se u sadržaju topljivih ugljikohidrata (uključujući šećere), škrob, stanične stijenke (hemiceluloza, celuloza, lignin), sirove bjelancevine (uključujući razlikovanje frakcije amonijaka), sirove masti i sirovi pepeo. Podaci o sastavu potječu iz informacija iz laboratorija Zavoda za hranidbu životinja, Sveučilišta u Zagrebu Agronomski fakultet, te prilagođenih literaturnih podataka, ukoliko vlastitih podataka nije bilo, u kojem je analizirana voluminozna krmna, koncentracije, te komercijalne krmne smjese.
- Karakteristike buražne razgradljivosti škroba, sirovih proteina i vlakana.

Navedeni podaci variraju s godišnjim promjenama u udjelu pojedinih sastojaka hrane (trave, travna silaža, kukuruzna silaža, niskoproteinski koncentracije, koncentracije bogate proteinima, vlažni nusproizvodi) te s promjenama u kemijskom sastavu i intrinzičnim karakteristikama razgradnje ovih tvari. Brzina pasáže hranjivih tvari koje mogu fermentirati i kiselost sadržaja u buragu i debelom crijevu također su važni parametri modela koji imaju značajan utjecaj na predviđenu proizvodnju CH₄. Međutim, to se odnosi na unutarnje parametre modela koji se ne moraju dati kao ulaz u model. Unutar trenutne metode, simulacijski model predviđa frakcijsku brzinu prolaza kao funkciju ST i kiselost kao funkciju predviđene koncentracije hlapljivih masnih kiselina.

Faktor konverzije metana (Ym)

Na temelju procijenjenih vrijednosti faktora emisije i BEi simulacijski model izračunava vrijednost Ym. Ym stoga nije dio pretpostavki napravljenih u prikazu modela, već je predviđeni ishod modela u istoj jedinici koja se koristi za Ym s drugim kategorijama. Iz predviđenih vrijednosti faktora emisije i BE po godini, Ym se izračunava kako slijedi:

$$Ym = EF \times 55,65 / (GE \times 365) \quad (2.4)$$

U kojoj je:

- Ym - Faktor konverzije metana (frakcija unešene BE pretvorene u CH₄)
- EF - Emisijski faktor (kg CH₄ /životinja/godina) procijenjeni simulacijskim modelom
- BE - Unos BE (MJ/životinja/dan) procijenjeni simulacijskim modelom

Pretpostavlja se da 1 kg CH₄ ima standardnu energetska vrijednost od 55,65 MJ (IPCC, 2006.), a za izračun BEi na godišnjoj razini korišten je faktor 365.

Ako rezultati simulacijskog modela nisu dostupni u određenoj godini, koristi se sekundarni (pojednostavljeni) pristup za izračun faktora emisije, gdje će se koristiti Ym i BE/DM iz tri prethodne godine (kao rezerva opcija). Zatim se koristi sljedeća jednačba za izračun faktora emisije:

$$EF = ST \times 365 \times BE/ST \text{ (bruto energije u ST; prosjek od godina n-1 do godina n-3)} \times Ym \text{ (prosječno godina n-1 do godine n-3)} / 55,65 \quad (2.5)$$

U kojoj je:

- EF - Faktor emisije (kg CH₄ /životinja/godina)
- DM - Unešena suha tvar unos (kg ST/životinja/dan)
- BE - Vrijednost unešene bruto energije (MJ/životinja/dan)
- Ym - Faktor pretvorbe metana (frakcija od unesene BE pretvorene u CH₄)

Pretpostavlja se da 1 kg CH₄ ima standardni energetska sadržaj od 55,65 MJ (IPCC, 2006), a faktor 365 se koristi za izračun ST na godišnjoj razini.

Emisijski faktor izračunat je točnije pomoću jednačbe 2.5 jer se procjene temelje na karakteristikama hranidbe tri uzastopne prethodne godine umjesto korištenja karakteristika samo jedne godine. Ym ovisi o svim ulaznim podacima u simulacijskom modelu: 1) razini unosa hrane, 2) kemijskom sastavu unesene hrane i 3) karakteristikama razgradnje u buragu.

Detaljnije informacije o nacionalnim specifičnim vrijednostima goveda predstavljene su kasnije u ovom poglavlju o poboljšanjima koja se mogu pronaći u elaboratu „*Stručne podloge za poboljšanje izračuna emisija stakleničkih plinova iz sektora 3. Poljoprivreda za potrebe izrade nacionalnog inventara emisija stakleničkih plinova*“.

Ostale kategorije životinja

Metodologija IPCC Tier 1 korištena je za izračun emisije metana iz crijevne fermentacije za sve kategorije životinja, osim za perad. Zadani faktori emisije za razvijene zemlje korišteni su za cijelu seriju podataka (tablice 10.10 i 10.11, 2006 IPCC Guidance). Emisije CH₄ iz crijevne fermentacije peradi nisu izračunate budući da metoda procjene za ovu kategoriju životinja nije razvijena, a IPCC Vodič iz 2006. ne daju zadani EF.

Za zečeve, emisije su procijenjene primjenom faktora emisije koji se koriste u slovenskim i talijanskim inventarima stakleničkih plinova, tj. 0,08 kg po životinji godišnje (za sve godine u vremenskom nizu).).

Cjelokupno poljoprivredno zemljište u Hrvatskoj nalazi se u “hladnom” klimatskom pojasu, sa srednjom temperaturom od 10-11°C prema literaturi. (Zaninović, M. et al).

Podaci o aktivnosti

Tri glavna izvora podataka o populaciji životinja su Državni zavod za statistiku (DZS), Hrvatska poljoprivredna agencija (HPA) i FAO baza podataka. Za detaljne informacije vidi tablicu 5.2-5. Nacionalni podaci (podaci koje su dali DZS i HPA) smatraju se najtočnijima. Za kategorije životinja za koje nacionalni podaci nisu dostupni, korišteni su FAO podaci koji se smatraju odgovarajućim zamjenskim izvorom. Izvor podataka o aktivnostima za konje i mule/magarce za razdoblje 2010.-2020. ažuriran je vrijednostima Ministarstva poljoprivrede (MP) radi veće točnosti podataka. Podaci koje je dostavila Hrvatska poljoprivredna agencija (HPA) korišteni su za populacijski broj konja i mula/magaraca za godine koje nedostaju (1995.-1999.).

Podaci o aktivnosti za kuniće i zečeve dostupni su od DZS-a za godine: 2003., 2007., 2010., 2013. i 2016 i 2020. godinu. Za godine koje nedostaju, između godina za koje postoje podaci, podaci su interpolirani. Za razdoblje od 1990. do 2002., korišten je podatak s najvišom vrijednosti (podatak za 2003.), a za godine od 2017. do 2019. korišten je podatak za 2016. godinu. Za 2021. godinu korišten je podatak o aktivnosti za 2020. godinu. Daljnje istraživanje dostupnosti i točnosti izvornih podataka za neke od ključnih povijesnih godina - posebno razdoblje 1990.-2002.. Stoga je donesena odluka da se ide s konzervativnim pristupom korištenja "posljednjeg dobrog broja" i ponovno se pregleda ekstrapolacija AD kad više poznatih točaka podataka postane dostupno.

Izvor podataka o aktivnostima za konje i mazge i magarce za razdoblje 2010.-2020. ažuriran je vrijednostima Ministarstva poljoprivrede (MP) radi veće točnosti podataka.

Podkategorizacija goveda, svinja i peradi osigurao je DZS.

Tablica 5.2-5: Izvori podataka o aktivnostima vezanim uz populaciju životinja

Kategorija životinja	DZS	FAO	Hrvatska poljoprivredna agencija (HPA)	Ministarstvo poljoprivrede	Ekstrapolacija / interpolacija
Goveda	1990.-2021.				
Ovce	1990.-2021.				
Koze	1990.-1991.; 1999.-2021.	1992.-1998.			
Konji	1990.-1994.		1995.-1999.	2010.-2021.	
Mule/magarci	1990.-1991.	1992.-1994.	1995.-1999.	2010.-2021.	
Svinje	1990.-2021.				
Perad	1990.-2021.				
Zečevi	2003., 2007., 2010., 2013., 2016., 2020.				1990.-2002. ¹ , 2004.- 2006., 2008.-2009., 2014.-2015., 2017.- 2019. ² , 2021. ³

¹ korišten AD iz 2003. .

² korišten AD iz 2016. .

³ korišten AD iz 2020.

Tablica 5.2-6: Populacija životinja u razdoblju od 1990. do 2021.

Godina	Broj životinja / 1000 grla								Zečevi
	Muzne krave	Ne-muzna goveda	Ovce	Koze	Konji	Mule/magarci	Svinje	Perad ukupno	
1990.	463	361	751	172	39	17	1573	17102	463
1991.	444	313	753	133	36	13	1621	16512	463

Godina	Broj životinja / 1000 grla								Zečevi
	Muzne krave	Ne-muzna goveda	Ovce	Koze	Konji	Mule/magarci	Svinje	Perad ukupno	
1992.	360	230	539	114	26	13	1182	13142	463
1993.	347	242	525	105	22	12	1262	12697	463
1994.	326	193	444	108	21	7	1347	12503	463
1995.	317	176	453	107	5	2	1175	12024	463
1996.	294	168	427	105	5	2	1197	10993	463
1997.	284	168	453	100	6	2	1176	10945	463
1998.	274	169	427	84	7	2	1166	9959	463
1999.	268	170	488	78	7	2	1362	10871	463
2000.	262	164	529	79	10	3	1234	11256	463
2001.	254	184	539	93	11	3	1234	11747	463
2002.	247	170	580	97	14	3	1286	11665	463
2003.	252	192	587	86	15	3	1347	11778	463
2004.	226	240	722	126	17	3	1489	11185	395
2005.	235	236	796	134	18	3	1205	10641	326
2006.	233	250	680	103	19	3	1488	10088	257
2007.	225	242	646	92	18	3	1348	10053	189
2008.	213	241	643	84	20	4	1104	10015	200
2009.	212	235	619	76	20	4	1250	10787	211
2010.	207	238	629	75	19	2	1231	9469	222
2011.	185	262	639	70	20	3	1233	9523	177
2012.	181	271	679	72	20	3	1182	10160	132
2013.	168	274	620	69	21	3	1111	9280	86
2014.	159	281	605	61	21	2	1156	10268	86
2015.	152	289	608	62	22	2	1167	10168	85
2016.	147	298	619	76	23	3	1163	9835	84
2017.	139	311	637	77	23	3	1121	10399	74
2018.	136	278	636	80	24	4	1049	11413	65
2019.	130	290	657	82	25	4	1022	12747	55
2020.	110	313	662	86	26	5	1033	13057	45
2021.	102	325	654	86	29	5	971	12096	45

Cjelokupna populacija domaćih životinja značajno se smanjila u ratnom razdoblju (1991. – 1995.) u usporedbi s 1990. godinom. Muzna goveda zadržala su padajući trend tijekom čitavog razdoblja od 1990. – 2021.

5.2.3. Procjena nesigurnosti i konzistentnost proračuna emisije

Procjena nesigurnosti vezana uz podatke o aktivnosti iznosi od $\pm 10\%$ do $\pm 30\%$, na temelju stručne procjene. Stručna procjena nesigurnosti ulaznih podataka temelji se na mjerodavnosti izvora (10% za visoko mjerodavni DZS, 30% za FAO i ostale izvore), promatranju godišnjih varijacija i periodičkih revizija ulaznih podataka. Procjena nesigurnosti vezana uz faktore emisije iznosi do 20%.

CH₄ emisije iz Crijevne fermentacije računate su primjenom iste metode i seta podataka za svaku godinu u vremenskom slijedu. Potrebna su dodatna istraživanja i naponi kako bi se uklonila nekonzistentnost podataka o broju životinja, posebice mula/magaraca i konja u ratnom razdoblju (1990. - 1995.) te podataka o broju zečeva (posebice u razdoblju 1990. – 2021.). DZS je glavni izvor podataka za sve ostale životinje, s iznimkom kod koza, gdje je glavni izvor podataka FAO. Provedena analiza trenda broja koza ukazala je da su FAO podaci konzistentni s DZS podacima.

5.2.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije QA/QC

Tijekom pripreme Inventara, podaci o aktivnosti vezani uz populaciju životinja provjeravani su i po potrebi ispravljeni za čitav vremenski slijed. Stoga su aktivnosti vezane uz kontrolu kvalitete bile fokusirane na cjelovitost i dosljednost procjene emisija te također na ispravno korištenje znakovnih oznaka u CRF tablicama. Nakon što je pripremljena konačna inačica ovog poglavlja, pristupilo se provjeri odabranih aktivnosti sukladno Tier 1 General inventory level QC proceduri koja je pokazala da je većina aktivnosti, tijekom pripreme Inventara, provedena na odgovarajući način unatoč činjenici da formalna kontrola kvalitete nije provedena.

5.2.5. Rekalkulacije emisija

Emisije su rekalkulirane za razdoblje 1990. – 2020. zbog implementacije nacionalnih specifičnih faktora emisije i poboljšanja proračuna na Tier 2 metodologiju za kategorije goveda i svinja.

Emisije su rekalkulirane za razdoblje 2017.-2020. zbog korekcije AD za zečeve.

Utjecaj rekalkulacija na ukupne emisije iz izvora 3.A u usporedbi sa zadnjim podneskom prikazan je u tablici 5.2-7.

Tablica 5.2-7: Razlika u emisiji CRF 3.A izvora zbog provedenih rekalkulacija

(CRF 3.A)	1990.	1991.	1992.	1993.	1994.	1995.	1996.	1997.	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.	2005.
kt CO ₂ eq.	-39.66	-23.70	-7.80	7.87	16.83	27.21	33.00	36.45	40.43	42.23	40.46	43.56	45.39	47.76	55.34	35.19
%	-1.70%	-1.07%	-0.45%	0.45%	1.07%	1.79%	2.31%	2.60%	2.95%	3.07%	3.00%	3.20%	3.41%	3.44%	3.87%	2.41%

2006.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.
54.44	52.06	53.04	50.04	33.520	38.708	36.167	35.328	38.249	29.968	-25.132	15.189	12.217	6.305	-1.368
3.74%	3.72%	3.94%	3.75%	2.57%	3.03%	2.82%	2.87%	3.15%	2.51%	-2.10%	1.27%	1.09%	0.56%	-0.13%

5.2.6. Planirana poboljšanja proračuna emisija

Planirana poboljšanja za koja se pretpostavlja da su kratkoročna (unutar 1 godine):

- Izvještavati o hranidbenoj situaciji goveda u CRF tablici 3.A umjesto izvještavanja o koeficijentima aktivnosti

Planirana poboljšanja za koja se pretpostavlja da su srednjoročna ili dugoročna (preko 1 godine) su:

- Kontinuirana poboljšanja i provjere podataka o aktivnosti te dodatna podkategorizacija godišnje populacije za životinjske vrste koje predstavljaju značajan udio u emisijama. To se posebice odnosi na poboljšanje podkategorizacije svinja kako bi se spriječilo precjenjivanje emisija.
- Kontinuirano istraživanje podataka o aktivnostima (populacija životinja) s ciljem prikupljanja detaljnijih podataka, uključujući populaciju zečeva za povijesne godine te podkategorizaciju populacije ovaca.
- Revidiranje DZS podataka o aktivnosti za NAPA u kategorijama svinja i peradi pomoću detaljnijeg modela za unakrsnu analizu dostupnih podataka s ciljem dobivanja točnije AAP vrijednosti. Dok se ne provede takva analiza i ne razvije model, Hrvatska će koristiti NAPA podatke DZS-a za podkategorije svinja i peradi bez pretvorbe u AAP.

5.3. Gospodarenje stajskim gnojem (CRF 3.B.)

Gospodarenje stajskim gnojem uzrokuje emisiju metana (CH_4) i dušikovog oksida (N_2O). Procjenjuje se emisija metana tijekom skladištenja, obrade stajskog gnoja i gnoja odloženog na pašnjaku, a glavni čimbenici koji utječu na emisije CH_4 su količina proizvedenog gnoja i dio gnoja koji se razgrađuje anaerobno. To se najčešće događa kada se velik broj životinja nalazi u ograničenom prostoru i gdje se gnoj odlaže u tekućim sustavima.

N_2O nastaje tijekom skladištenja i obrade stajskog gnoja prije nego se primjenjuje na polju ili se na neki drugi način koristi kao gnojivo, gorivo ili u građevinske svrhe. Emisija N_2O iz gnoja tijekom skladištenja i obrade ovisi o sadržaju dušika i ugljika u gnojivu, kao i o trajanju skladištenja i vrsti obrade. Do direktnih emisija N_2O dolazi uslijed kombinirane nitrifikacije i denitrifikacije dušika u gnojivu. Indirektne emisije proizlaze iz hlapljenja dušika u obliku amonijaka i NO_x .

5.3.1. Gospodarenje stajskim gnojem – CH_4 emisije (CRF 3.B.1.)

5.3.1.1. Opis izvora emisije

Metan nastaje u uvjetima anaerobne razgradnje gnoja. Sustavi skladištenja gnoja, u kojima prevladavaju anaerobni uvjeti (tekući stajski gnoj u septičkim jamama), pogoduju anaerobnoj razgradnji organske tvari i nastajanju metana. Emisija metana iz Gospodarenja stajskim gnojem za razdoblje 1990. - 2021. godine prikazana je na Slici 5.3-1. Trend emisije ovisi o trendu populacije životinja.

Slika 5.3-1: Emisija CH₄ iz Gospodarenja stajskim gnojem



5.3.1.2. Metodologija proračuna emisija

Nacionalno specifičan pristup razvijen je uz pomoć stručnjaka s Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu za ključne godine, a zatim interpoliran za vremenska razdoblja između ključnih godina. Detaljnije informacije o ovom poboljšanju možete pronaći u elaboratu „*Stručne podloge za poboljšanje izračuna emisija stakleničkih plinova iz sektora 3. Poljoprivreda za potrebe izrade nacionalnog inventara stakleničkih plinova*“.

Za proračun emisija metana u Gospodarenju stajskim gnojem korištena je IPCC 2006 metodologija, Tier 2 za sve kategorije životinja osim za zečeve. Za proračun emisije korišteni su isti podaci o aktivnostima kao i za Crijevnu fermentaciju (vidi poglavlje 5.2.2. i Tablicu 5.2-2 za dodatne informacije). Procjene su izračunate koristeći zadane vrijednosti VS i B₀ za zapadnu Europu iz IPCC 2006 Vodiča (tablice 10A-1 do 10A-9), u kombinaciji s nacionalnim podacima o tipičnoj masi životinja (TAM) za kategorije goveda te zadanim TAM vrijednostima iz 2006. IPCC Vodiča za sve ostale kategorije životinja; te u kombinaciji s nacionalnim podacima o omjerima sustava gospodarenja stajskim gnojivom (MMS) za sve životinje osim za zečeve (vidi Poglavlje 5.3.2.2 za detaljnije informacije o MMS – u).

Za zečeve je primijenjen Tier 1 zadani faktor emisije (IPCC 2006 Vodič) koji iznosi 0,08 kg/po grlu/godišnje. Pretpostavlja se da zečevi nisu na ispaši te se drže samo u sustavima s krutim stajskim gnojem.

Tablica 5.3-1: Faktori emisije za Gospodarenje stajskim gnojem za svaku kategoriju životinja za 2021. godinu

	Tipična masa životinja (TAM), kg	VS	B ₀	CH ₄ emisija, po grlu (FE)		MMS Distribucija						
						Anaerobna laguna	Tekući sustavi	Dnevna stelja	Kruto skladištenje i „dry lot“	Pašnjaci	Digestori	Ostalo
					MCF	22	22	0	2	1	2	1,5
Zrela muzna goveda	554.22 (CS)	5.14	0.24	37.69		528.1 CS	5.14 CS	0.24 CS	39.76		5.50%	51.00%

						MMS Distribucija						
	Tipična masa životinja (TAM), kg	VS	B0	CH ₄ emisija, po grlu (FE)		Anaerobna laguna	Tekućí sustavi	Dnevna stelja	Kruto skladišteje i „dry lot“	Pasnjaci	Digestori	Ostalo
Ostala zrela goveda	528,10 (CS)	2.68	0.17	10.33		179.28 CS	2.68 CS	0.17 CS	11.79		2.50%	40.00%
Mlada goveda	179,28 (CS)	2.71	0.18	10.33		554.22 CS	2.71 CS	0.18 CS	12.42		2.50%	40.00%
Ovce	48,50	0.4	0.19	0.22		48.5	0.40	0.19	0.22		0.00%	0.00%
Svinje za tov	64,50	0.3	0.45	6.16		64.5 CS	0.30 CS	0.45 CS	6.24		2.50%	80.51%
Krmače	194,50	0.46	0.45	8.48		194.5 CS	0.46 CS	0.45 CS	8.67		2.33%	72.88%
Koze	38,50	0.30	0.18	0.14		38.5	0.30	0.18	0.14		0.00%	0.00%
Konji	377,00	2.13	0.3	2.03		377	2.13	0.30	2.02		0.00%	0.00%
Mule i magarcu	130,00	0.94	0.33	0.83		130	0.94	0.33	0.83		0.00%	0.00%
Kokoši nesilice	1,80	0.02	0.39	0.07		1.8	0.02	0.39	0.07		0.00%	7.50%
Brojleri	1,80	0.01	0.36	0.02		1.8	0.01	0.36	0.02		0.00%	0.83%
Pure	6,80	0.07	0.36	0.12		6.8	0.07	0.36	0.12		0.00%	0.00%
Patke	2,70	0.02	0.36	0.04		2.7	0.02	0.36	0.04		0.00%	0.83%
Ostalo	2,70	0.02	0.36	0.07		2.7	0.02	0.36	0.07		0.00%	10.00%
Zččevi	1,60	-	-	0.08		1.6	0.10	0.32	0.08		0.00%	0.00%

CS - Nacionalno specifično

5.3.1.3. Procjena nesigurnosti i konzistentnost proračuna emisije

Procjena nesigurnosti vezana uz podatke o aktivnosti iznosi od $\pm 10\%$ do $\pm 30\%$, na temelju stručne procjene i zadanih emisijskih faktora (EF) iz 2006 IPCC Guidancea. Stručna procjena nesigurnosti ulaznih podataka temelji se na mjerodavnosti izvora podataka (10% za visoko mjerodavni DZS, 30% za FAO i ostale izvore), promatranju godišnjih varijacija u podacima i periodičkih revizija ulaznih podataka. Procjena nesigurnosti na temelju stručne procjene vezana uz faktore emisije iznosi 30%.

5.3.1.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije (QA/QC)

Tijekom pripreme Inventara, podaci o aktivnosti vezani uz populaciju životinja provjeravani su i po potrebi ispravljani za čitav vremenski niz. Dakle, aktivnosti vezane uz kontrolu kvalitete bile su fokusirane na cjelovitost i dosljednost procjene emisija te također na ispravno korištenje znakovnih oznaka u CRF tablicama. Nakon što je pripremljena konačna inačica ovog poglavlja, pristupilo se provjeri odabranih aktivnosti sukladno Tier 1 General inventory level QC procedures koja je pokazala da je većina aktivnosti, tijekom pripreme Inventara, provedena na odgovarajući način unatoč činjenici da formalna kontrola kvalitete nije provedena.

5.3.1.5. Rekalkulacija emisija

Emisije su rekalkulirane:

- za razdoblje 1990. – 2020. zbog implementacije nacionalnih specifičnih faktora emisije i poboljšanja proračuna na Tier 2 metodologiju za kategorije goveda i svinja.
- za razdoblje 2017.-2020. zbog korekcije AD za zečeve.

Tablica 5.3-2: Razlika u emisiji CRF 3.B.1 izvora zbog provedenih rekalkulacija

(CRF 3.B.1)	1990.	1991.	1992.	1993.	1994.	1995.	1996.	1997.	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.
kt CO ₂ eq.	13.55	12.96	8.46	8.07	7.64	5.58	4.68	3.47	2.33	1.41	-0.03	2.79	4.59	6.62	9.37
%	2.75 %	2.59 %	2.11 %	1.91 %	1.78 %	1.36 %	1.14 %	0.84 %	0.56 %	0.31 %	- 0.01 %	0.60 %	0.96 %	1.28 %	1.71 %

2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.
17.86	13.81	14.59	13.64	17.56	34.58	35.31	33.82	31.59	33.08	33.83	34.97	27.31	21.58	17.46	13.49
3.42 %	2.36 %	2.57 %	2.61 %	3.12 %	5.96 %	6.30 %	6.18 %	6.10 %	6.38 %	6.50 %	6.83 %	5.52 %	4.68 %	3.88 %	3.18 %

5.3.1.6. Planirana poboljšanja proračuna emisija

Planirana poboljšanja za koja se pretpostavlja da su kratkoročna (do 1 godine) su:

- Analiza i potvrda MCF vrijednosti korištenih za emisije CH₄ iz MMS sustava.

Planirana poboljšanja za koje se pretpostavlja da su srednjoročna ili dugoročna (iznad 1 godine) su:

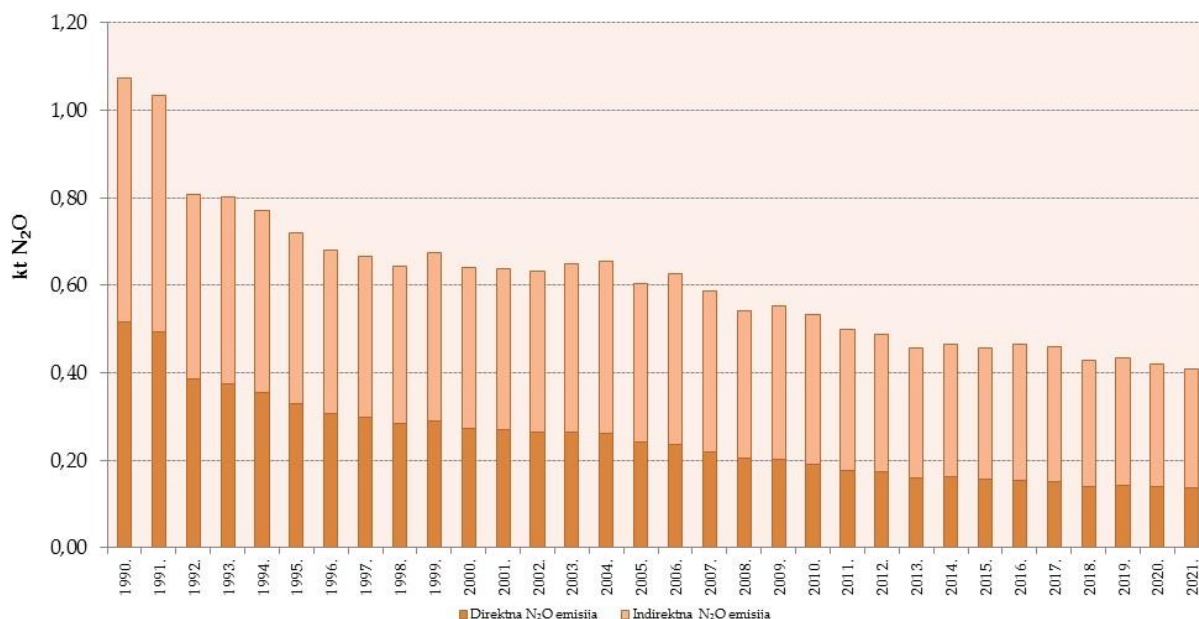
- Planirana poboljšanja za Crijevnu fermentaciju (u vezi podataka o aktivnosti), također će poboljšati izračun emisija iz kategorije Gospodarenja stajskim gnojem (Vidi poglavlje 5.2.6 za planirana poboljšanja za Crijevnu fermentaciju).

5.3.2. Gospodarenje stajskim gnojem – N₂O emisije (CRF 3.B.2.)

5.3.2.1. Opis izvora emisija

Dva su pravca emisije dušikovog oksida (N₂O) prilikom Gospodarenja stajskim gnojem. Do direktnih emisija N₂O dolazi putem kombinirane nitrifikacije i denitrifikacije dušika sadržanog u gnojivu, ovisno o načinu skladištenja te načinima i vrsti obrade. Emisije dušikovog oksida se procjenjuju iz svih sustava gospodarenja otpadom. Značajna količina dušikovog oksida razvija se tijekom skladištenja životinjskog otpada, a pripisuje se stočarstvu. To uključuje emisije iz anaerobnih laguna, tekućih sustava, skladištenja krutog i suhog stajskog gnoja te drugih sustava. Drugi pravac je indirektna emisija uslijed isparavanja dušika u obliku amonijaka i NO_x – a, kao i gubitaka putem ispiranja i otjecanja u tlo. Emisije N₂O iz Gospodarenja stajskim gnojem za razdoblje od 1990. do 2021. godine prikazane su na Slici 5.3-2.

Slika 5.3-2: Emisije N₂O iz Gospodarenja stajskim gnojem



5.3.2.2. Metodologija proračuna

Direktne emisije N₂O iz Gospodarenja stajskim gnojem

Podaci o aktivnosti vezani za broj životinja isti su kao i za proračun emisije CH₄ iz Crijevne fermentacije i Gospodarenja stajskim gnojivom. Korištena je 2006 IPCC metodologija (Tier 2) s nacionalno specifičnim podacima (prikazano u Tablici 5.3-1). Emisije su izračunate koristeći jednadžbu 10.25 (2006 IPCC Guidance). Korištene su zadane vrijednosti stope izlučivanja dušika (Nex) za sve kategorije životinja (Tablica 10.19 iz 2006 IPCC Guidancea). Zadane TAM (tipična masa životinje) vrijednosti su korištene za sve kategorije životinja osim za goveda. Nacionalno specifični podaci korišteni su za tipičnu masu životinja za kategorije goveda i svinja, te za postotak svih kategorija životinja kojima se gospodari u svakom sustavu gospodarenja stajskim gnojivom (Tablica 5.3-1 za posljednju godinu inventara) izuzev zečeva za koje je pretpostavljeno da su 100% na krutom skladištenju gnoja.

Nacionalno specifičan pristup razvijen je uz pomoć stručnjaka s Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu za ključne godine, a zatim interpoliran za vremenska razdoblja između ključnih godina. Detaljnije informacije o ovom poboljšanju možete pronaći u elaboratu „*Stručne podloge za poboljšanje izračuna emisija stakleničkih plinova iz sektora 3. Poljoprivreda za potrebe izrade nacionalnog inventara stakleničkih plinova*“.

Indirektne emisije N₂O iz Gospodarenja stajskim gnojem

Korištena je Tier 1 metodologija (Jednadžba 10.26, 2006 IPCC Guidance). Ispareni N u NH₃ i NO_x obliku izračunat je za svaki sustav upravljanja gnojivom, za sve kategorije stoke, sumirajući sve gubitke dušika. Konačne N₂O emisije su procijenjene korištenjem Jednadžbe 10.27 (2006 IPCC Guidance) koristeći zadane emisijske faktore (Tablica 11.3, 2006 IPCC Guidance).

Za proračun indirektnih emisija N₂O koje se emitiraju ispiranjem i otjecanjem korištena je Tier 2 metodologija (Jednadžba 10.28, 2006 IPCC Guidance, vol. 4, poglavlje 10). Korišteni parametri: ukupni N izlučen od životinja (kg/po grlu/godišnje), udio ukupnog godišnje izlučenog N za svaku kategoriju životinja u svakom sustavu gospodarenja stajskim gnojivom, $Frac_{leach,MS}$ emisijski faktor koji je postotak gubitaka N iz gospodarenja stajskim gnojem uslijed ispiranja i otjecanja tijekom skladištenja tekućeg i krutog stajskog gnoja (vidi tablicu 5.27), te emisijski faktor 0,0075 kg N₂O-N/kgN iz otjecanja/ispiranja (IPCC, 2006.). Zahtjevi u vezi rukovanja i primjene organskog stajskog gnojiva, veličine i vodonepropusnosti skladišta stajskog gnojiva s ciljem smanjenja utjecaja na vodna tijela na osjetljivim područjima objavljeni su 1992. godine, a kasnije su višestruko nadograđivani raznim

zakonima, smjernicama i politikama dobre prakse, sve do trenutne Uredbe o zaštiti voda od onečišćenja izazvanog nitratima iz poljoprivrednih izvora. Iz tog razloga, odabrana vrijednost za $Frac_{leach}$ koja se koristi za proračun emisija iznosi 1% (donja granica raspona 1 – 20%, kako je preporučeno IPCC 2006. Vodičem).

5.3.2.3. Procjena nesigurnosti i konzistentnost proračuna emisije

Stručna procjena nesigurnosti ulaznih podataka temelji se na mjerodavnosti izvora ($\pm 10\%$ za visoko mjerodavni DZS, $\pm 30\%$ za FAO i ostale izvore), promatranju godišnjih varijacija i periodičkih revizija ulaznih podataka. Procjena nesigurnosti vezana uz izlučivanje dušika procijenjena je na oko 25%. Nesigurnost emisijskih faktora je unutar raspona od -50% do +100%.

5.3.2.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije (QA/QC)

Tijekom pripreme Inventara, podaci o aktivnosti vezani uz populaciju životinja provjeravani su i po potrebi ispravljani za čitav vremenski slijed. Dakle, aktivnosti vezane uz kontrolu kvalitete bile su fokusirane na cjelovitost i dosljednost procjene emisija te također na ispravno korištenje znakovnih oznaka u CRF tablicama. Nakon što je pripremljena konačna inačica ovog poglavlja, pristupilo se provjeri odabranih aktivnosti sukladno Tier 1 General inventory level QC proceduri koja je pokazala da je većina aktivnosti, tijekom pripreme Inventara, provedena na odgovarajući način.

5.3.2.5. Rekalkulacije emisija

Emisije su rekalkulirane:

- za razdoblje 1990. – 2020. zbog implementacije nacionalnih specifičnih faktora emisije i poboljšanja proračuna na Tier 2 metodologiju za kategorije goveda i svinja,
- Za razdoblje 1990. – 2020. zbog uklanjanja kategorije Pašnjaka iz proračuna neizravnih emisija N_2O povezanih s ispiranjem i otjecanjem,
- za razdoblje 2017.-2020. zbog korekcije AD za zečeve.

Utjecaj rekalkulacija na ukupne emisije iz izvora 3.B.2 u usporedbi sa zadnjim podneskom prikazan je u Tablici 5.3-3.

Tablica 5.3-3: Razlika u emisiji CRF 3.B.2 izvora zbog provedenih rekalkulacija

(CRF 3.B.2)	1990.	1991.	1992.	1993.	1994.	1995.	1996.	1997.	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.
kt CO ₂ eq.	-8.19	-5.15	-3.96	-4.28	-1.03	-1.54	-1.02	-1.11	-1.11	0.03	-1.05	-2.05	-0.69	-1.26	-4.46
%	-2.88%	-1.88%	-1.85%	-2.02%	-0.50%	-0.81%	-0.56%	-0.63%	-0.65%	0.02%	-0.62%	-1.21%	-0.41%	-0.73%	-2.57%

2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.
-8.06	-7.45	-9.29	-10.21	-8.63	-8.38	-9.92	-10.70	-11.89	-10.55	-11.99	-16.04	-16.11	-16.26	-16.06	-15.02
-5.03%	-4.49%	-5.97%	-7.12%	-5.88%	-5.93%	-7.50%	-8.26%	-9.80%	-8.54%	-9.90%	-13.01%	-13.20%	-14.30%	-13.99%	-13.50%

5.3.2.6. Planirana poboljšanja proračuna emisije

Planirana poboljšanja za koja se pretpostavlja da su srednjoročna ili dugoročna (preko 1 godine) su:

- Planirana poboljšanja za izvor crijevne fermentacije (u vezi s AD) također će poboljšati izračun emisija iz sektora gospodarenja gnojem. Molimo pogledati poglavlje 5.2.6 za planirana poboljšanja za crijevnu fermentaciju.

5.4. Uzgoj riže (CRF 3.C.)

5.4.1. Opis izvora emisije

Anaerobno raspadanje organskog materijala u poplavljenim rižinim poljima proizvodi metan (CH_4) koji se oslobađa u atmosferu transportom kroz biljku tijekom vegetacijske sezone. Budući da se riža ne uzgaja u Republici Hrvatskoj, ne postoje emisije iz ove kategorije.

5.5. Poljoprivredna tla (CRF 3.D.)

U nizu poljoprivrednih djelatnosti u tlo se dodaje dušik, što povećava količine dostupnog dušika za nitrifikaciju i denitrifikaciju, kao i emitiranu količinu N_2O .

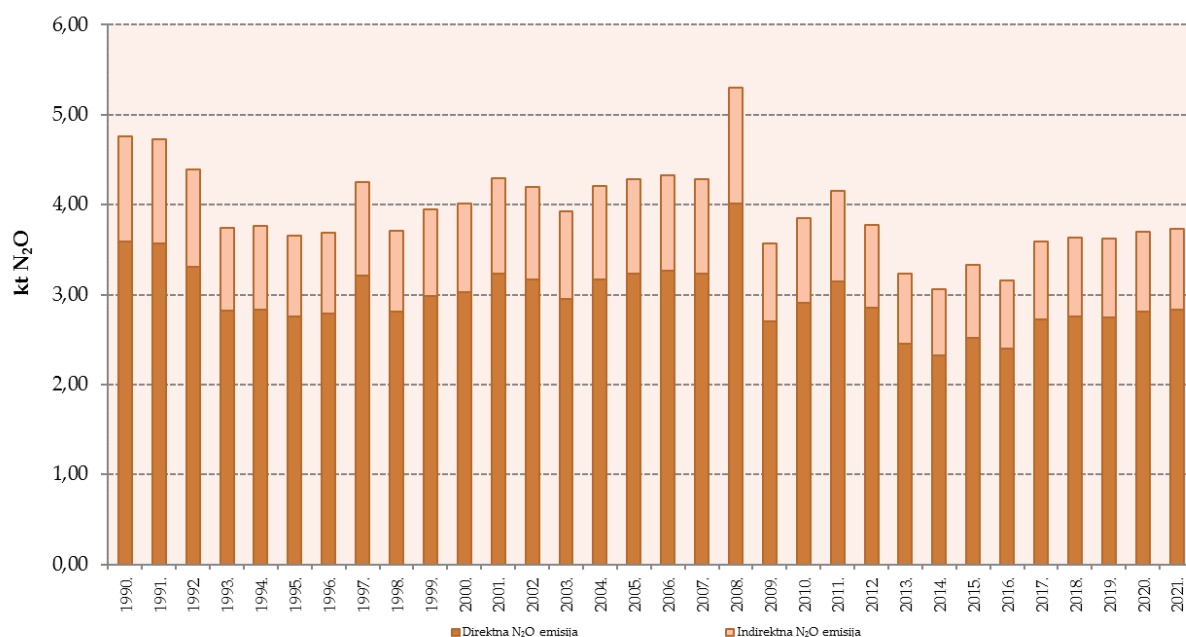
CH_4 emisije iz 3.D izvora nisu proračunate jer metoda procjene za ovu kategoriju izvora nije razvijena te ne postoji predviđeni emisijski faktor za Tier metodu u IPCC Vodiču 2006.

Upotreba mineralnih i organskih gnojiva, primijenjenog stajskog gnoja, biljnih ostataka, kanalizacijskog mulja, mineralizacije dušika u organske tvari u tlu zbog upravljanja organskim tlima, itd. Razlikuju se dva izvora emisije dušikovog oksida:

- Direktna emisija N_2O iz Poljoprivrednih tala (CRF 3.D.1.)
- Indirektna emisija N_2O iz Poljoprivrednih tala (CRF 3.D.2.)

Direktne emisije N_2O procjenjuju se odvojeno od indirektnih emisija, iako se koristi isti set ulaznih podataka. Emisije dušikovog oksida (N_2O) iz poljoprivrednih tala za razdoblje od 1990. do 2019. godine prikazani su na Slici 5.5-1. Emisije se nakon 1990. godine smanjuju, kao i tijekom rata zbog specifičnih nacionalnih okolnosti i ograničene poljoprivredne prakse u to vrijeme. Nakon toga, trend emisije je uglavnom pod utjecajem promjena u direktnim emisijama iz tla. Godine 1997., 2001. i 2008. direktna emisija iz tla povećana je zbog povećanja potrošnje mineralnih gnojiva, kao i zbog povećanja proizvodnje usjeva. U razdoblju od 2004. do 2008., emisija se u odnosu na 2003. godinu povećava zbog povećanja potrošnje mineralnih gnojiva, povećanja broja životinja i povećanje proizvodnje usjeva. Emisija za godine 2009. i 2010. nastavlja trend smanjenja, uglavnom zbog ekonomske krize, dok 2011. godine pokazuje blagi porast zbog ponovnog porasta potrošnje mineralnih gnojiva. Podaci za razdoblje 2012. – 2014. opet pokazuju pad potrošnje, s najnižom potrošnjom u 2014. godini. Za razdoblje 2017.-2021., potrošnja mineralnih gnojiva je u skladu s blagim uzlaznim trendom.

Slika 5.5-1: Ukupne emisije N₂O iz Poljoprivrednih tala



5.5.1. Direktna emisija N₂O iz Poljoprivrednih tala (CRF 3.D.1.)

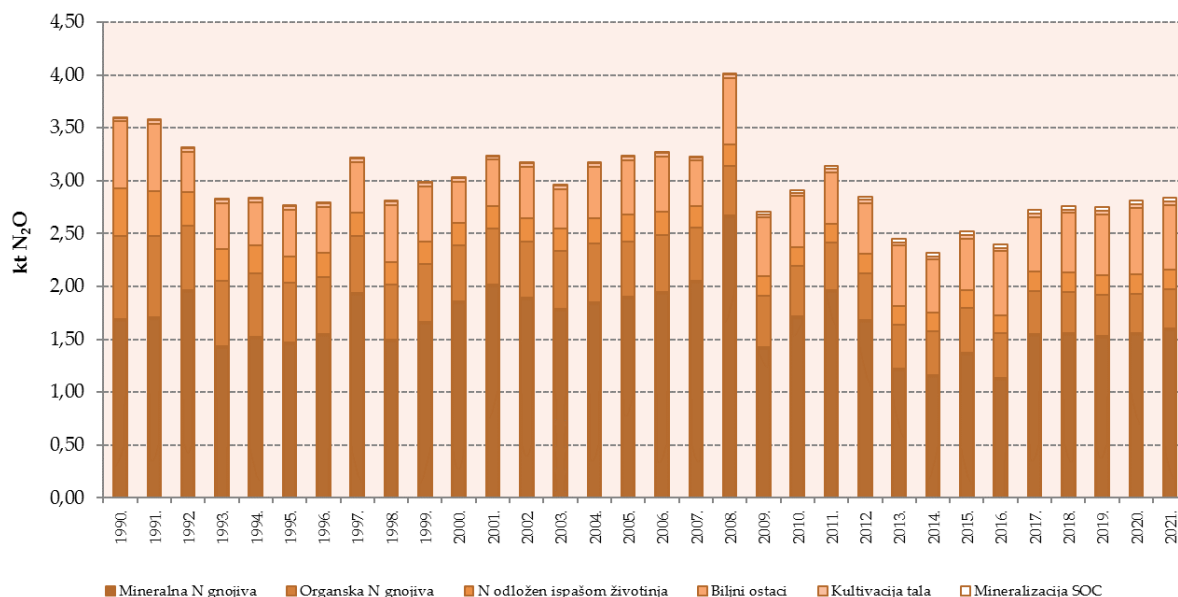
5.5.1.1. Opis izvora emisija

Direktna emisija N₂O iz poljoprivrednih tala obuhvaća ukupnu količinu dušika primijenjenog na tlu kroz antropogeni utjecaj, gnojidbu dušikom i/ili promjenu prakse. Specifični N izvori procijenjeni su kako slijedi:

- Mineralna N gnojiva (3.D.1.1)
- Organska N gnojiva (3.D.1.2)
- Gnojidba stajskim gnojem (3.D.1.2.a.)
- Primjena kanalizacijskog mulja (3.D.1.2.b.)
- N₂O emisije s pašnjaka (3.D.1.3)
- Biljni ostaci (3.D.1.4)
- Mineralizacija/imobilizacija povezana s gubitkom/akumulacijom organske tvari tla (3.D.1.5)
- Kultivacija tala (3.D.1.6)

Direktne emisije N₂O iz Poljoprivrednih tala za razdoblje od 1990. do 2021. prikazane su na Slici 5.5-2.

Slika 5.5-2: Direktne emisije N₂O iz poljoprivrednih tala



5.5.1.2. Metodologija proračuna emisija

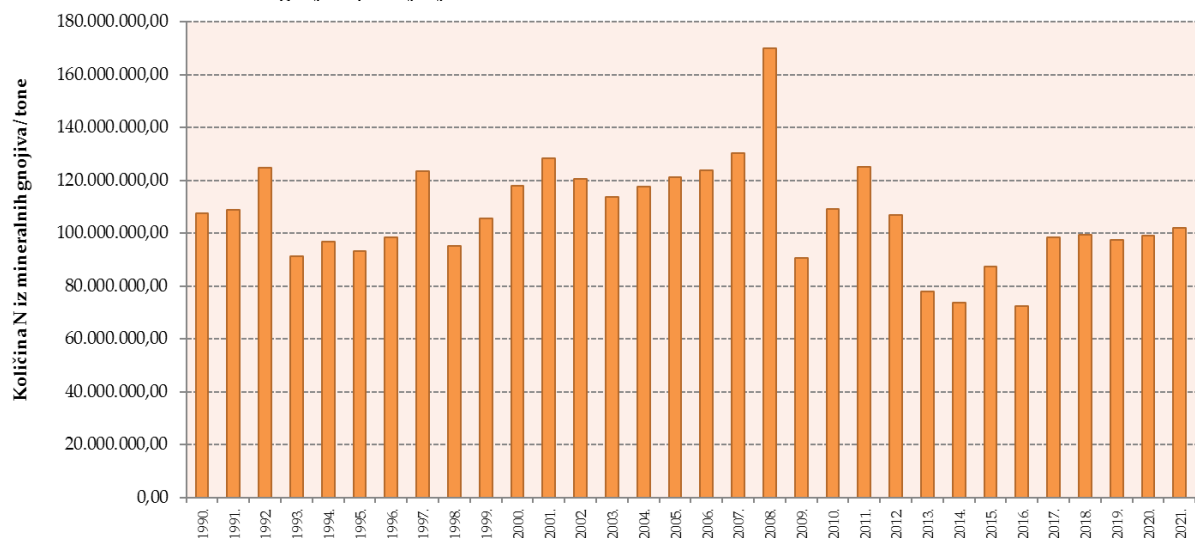
Za proračun emisija iz poljoprivrednih tala korištena je IPCC metodologija (Tier 1). Faktori emisije preuzeti su iz IPCC Vodiča iz 2006.

Mineralna N gnojiva (3.D.1.1)

Procjena se temelji na količini N u mineralnim gnojivima koja se godišnje potroše u Hrvatskoj te o “Potrošnji mineralnih gnojiva u tonama dušika”, dobivenih od DZS – a.

- Podaci o potrošnji mineralnih gnojiva proizvedenih i primijenjenih u Hrvatskoj dobiveni su od tvrtki koje proizvode mineralna gnojiva u razdoblju od 1992. do 1999. godine, budući da DZS nema podatke o količini N primijenjenog iz mineralnih gnojiva prije godine 2000. (Tablica 5.5-1.) Podaci o mineralnim gnojivima proizvedenim i primijenjenim u Hrvatskoj 1990. i 1991. godine procijenjeni su metodom ekstrapolacije koristeći razdoblje od 1992. do 1999. godine.
- Podaci DZS-a o “Potrošnji mineralnih gnojiva (NUTS 0) u tonama aktivne tvari” dostupni su od 2000. godine na dalje (Tablica 5.5-2), s vrhuncem potrošnje u 2008. godini.
- Utvrđena su manja odstupanja u usporedbi AD 2006.-2016. o potrošnji mineralnih gnojiva i DZS podataka, što je pridonijelo malim razlikama u metodološkom pristupu. Podaci DZS-a smatraju se nacionalnim službenim podacima (dostavljeni Eurostatu).

Slika 5.5-3: N iz mineralnih gnojiva primijenjenih na tlo



Tablica 5.5-1: Dušik iz primijenjenih mineralnih gnojiva u razdoblju od 1990. do 1999.

Godina	Primijenjeni dušik / tone					
	Urea	Kalcij amonij nitrat	NPK	Amonij nitrat	Urea amonij nitrat	UKUPNO
1990.	31376.02	39030.12	36285.99	721.27	NO	107413.40
1991.	31957.26	38643.46	37441.72	672.22	NO	108714.66
1992.	41093.64	43521.03	39921.42	282.41	NO	124818.50
1993.	32705.54	27743.58	29856.30	1053.58	NO	91358.99
1994.	29839.28	36707.85	29814.55	549.07	NO	96910.74
1995.	29038.88	35701.02	28395.91	279.73	NO	93415.53
1996.	32894.14	34644.78	30768.66	81.74	NO	98389.32
1997.	42897.76	43609.05	35924.21	920.92	NO	123351.94
1998.	27755.94	38790.63	28358.87	341.03	NO	95246.47
1999.	31669.16	34221.42	39495.69	235.17	NO	105621.44

Tablica 5.5-2: Dušik iz primijenjenih mineralnih gnojiva u razdoblju od 2000. do 2021.

Godina	Primijenjeni dušik / tone
2000.	118,005
2001.	128,343
2002.	120,469
2003.	113,621
2004.	117,579
2005.	121,309
2006.	123,874
2007.	130,448
2008.	170,152
2009.	90,793
2010.	109,345
2011.	125,015
2012.	106,884
2013.	77,920
2014.	73,680
2015.	87,428

Godina	Primijenjeni dušik / tone
2016.	72,320
2017.	98,412
2018.	99,420
2019.	97,520
2020.	98,964
2021.	102,190

Tijekom godina, potrošnja mineralnih gnojiva varira ovisno o cijenama poljoprivrednih proizvoda. Potrošnja se odnosi na proizvedene i prodane količine unutar države te uvezene količine. Vezano uz domaću proizvodnju za domaću potrošnju, 1993. godine zabilježena je mala potrošnja zbog rata koji je ograničavao poljoprivrednu praksu diljem zemlje, dok je 2009. godine uzrok bio drastičan pad cijena poljoprivrednih proizvoda. Samo je kalcij amonijev nitrat (KAN) ostao na istoj razini (kao najjeftinije gnojivo). Trend potrošnje ove vrste mineralnog gnojiva je padajući u razdoblju od 1992. do 2009. godine, iako je nakon 2000. gotovo stalan. Što se tiče uree, njena potrošnja je rasla od 1998. do 2008. godine, a poslije je počela varirati, ali pretežno na višoj razini. NPK je imao najveći padajući trend u razdoblju od 2000. do 2004. što je bio odraz ekonomske pozicije poljoprivrednih proizvođača. Nedavni pad korištenja NPK gnojiva povezan je sa stanjem ekonomske recesije. Potrošnja mineralnih gnojiva bila je najviša u 2008. godini (što je povezano s visokom proizvodnjom kukuruza te godine) te je obilježena visokim cijenama poljoprivrednih proizvoda. Najviše uvezenih količina bilo je 2004. godine, jer su se u to vrijeme smanjile cijene umjetnih gnojiva u regiji, dok su najmanje uvezene količine zabilježene 2008. godine.

Organska N gnojiva (3.D.1.2)

Procijenjena količina organskog N primijenjena na tlima, osim prilikom ispaše životinja, izračunata je koristeći jednadžbu 11.3 iz 2006 IPCC Guidancea. Uračunati su i primijenjeni kanalizacijski mulj te stajski gnoj.

Stajski gnoj primijenjen na tlo (3.D.1.2.a.)

Procjena se temelji na količini N u krutom i tekućem gnojivu koji se godišnje primjenjuje za gnojidbu usjeva, izračunatu koristeći jednadžbu 11.4 iz 2006 IPCC Guidancea. U Republici Hrvatskoj, stajski gnoj se ne koristi kao gorivo, hrana za životinje ili za gradnju, pa podešavanje godišnjeg iznosa stajskog gnoja u pogledu tih frakcija nije bilo potrebno.

Kanalizacijski mulj primijenjen na tlo (3.D.1.2.b.)

Prikupljeno je dovoljno podataka za razdoblje od 2005. do 2021. godine, dok za razdoblje 1990. - 2004. podaci nisu dostupni i nije ih moguće procijeniti. Trenutačni set podataka je ograničen na podatke privatnih tvrtki koji su iste dostavile Ministarstvu zaštite okoliša i energetike. Izvor podataka je godišnje izvješće "Gospodarenje muljem iz uređaja za pročišćavanje otpadnih voda kada se mulj koristi u poljoprivredi" koje sadrži podatke o aktivnosti (primjena u tonama) i prosječni sastav mulja te napomenu da je izvješće o korištenju mulja obaveza za sve proizvođače/korisnike prema "Pravilniku o gospodarenju muljem iz uređaja za pročišćavanje otpadnih voda kada se mulj koristi u poljoprivredi" koji se nalazi u Službenom glasilu Republike Hrvatske. Proizvedeni mulj posljedica je proizvodnog procesa tih tvrtki, te ne postoji mogućnost procjene podataka prije prve godine rada. Primjena kanalizacijskog mulja na poljoprivredno tlo nije praksa u Hrvatskoj. Ispuštanje septičkih jama je kontrolirano zakonskim propisima („Zakon o otpadu“, NN 26/03, 82/04, 178/04, 38/09, 79/09, 49/11, 144/12). Ovlaštene tvrtke za odvoženje komunalnog otpada prikupljaju i objavljuju sadržaj iz septičkih jama koje ulaze u sustav javne odvodnje na dozvoljenim lokacijama.

Tablica 5.5-3: Količina primijenjenog mulja i postotak dušika

Godina	Količina primijenjenog mulja (tona suhe tvari)	Prosječni postotak dušika (N % u suhoj tvari)
2005.	3	3.89%
2006.	6	3.89%
2007.	7	3.89%
2008.	16	3.89%
2009.	459	3.89%
2010.	434	3.89%
2011.	683	3.89%
2012.	956	3.89%
2013.	1567	3.89%
2014.	920	3.89%
2015.	1321	3.89%
2016.	1555	3.89%
2017.	1290	3.89%
2018.	1711	3.89%
2019.	624	3.89%
2020.	629	3.89%
2021.	698	3.89%

Primjena ostalih organskih gnojiva na tlo (3.D.1.2.c.)

Podaci o aktivnosti za ovu kategoriju za sada nisu dostupni. Pretpostavlja se da je emisija iz ovog podsektora zanemariva. Ukupna emisija N₂O iz cjelokupnog sektora Otpada doprinosi ukupnoj emisiji s 0,4%, a na tlo se može primijeniti samo mali postotak. Stoga se zaključuje da su emisije ispod nacionalnog praga značaja.

Tijekom inicijalne ESD revizije 2021. zatraženo je da se u NIR-u pruži primjer proračuna emisija za jednu godinu koristeći IPCC zadane emisijske faktore uz pretpostavku (s procjenjivanjem) da je ukupna količina kompostiranog otpada primijenjena na tla. Primjer za 2019. godinu:

Sektorsko poglavlje za kategoriju otpada 5.B.1 (kompostiranje) objašnjava da su podaci o aktivnosti i EF (CH₄ i N₂O), izraženi na osnovi suhe mase, uključeni u CRF tablicu i NIR izvješće. Podaci o različitim vrstama kompostiranog otpada dobiveni su u mokroj masi. Zbog nedostatka podataka o količini vlage u kompostiranom otpadu, proračun suhog otpada izvršen je prema preporukama iz IPCC Vodiča 2006., tablica 4.1: “*Faktori emisije za suhi otpad procjenjuju se od onih za mokri otpad pretpostavljajući sadržaj vlage od 60% u mokrom otpadu.*” U tablici 7.3-1, ukupno kompostirani otpad za 2019. je dan kao suha tvar te iznosi 19.844 tona. Pretvoren ponovo u mokru tvar (mokri otpad), iznosi ukupno 49.610 tona otpada (dobiveni podatak).

$$WetWaste_{COMP} = 19,844 \text{ (tonnes dry waste)} \div 40\% = 49,610 \text{ tonnes}$$

Koristeći zadanu vrijednost od 0.0068 za sadržaj N u svježoj tvari (mokri otpad) u komunalnom otpadu (tablica 3.4 iz EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019.), zadani EF₁ (tablica 11.1 iz IPCC Vodiča, 2006.) te prilagođeno na N₂O od N₂O-N, iznosi 0,005 kt N₂O (vidi jednadžbe ispod), što je ispod praga značajnosti:

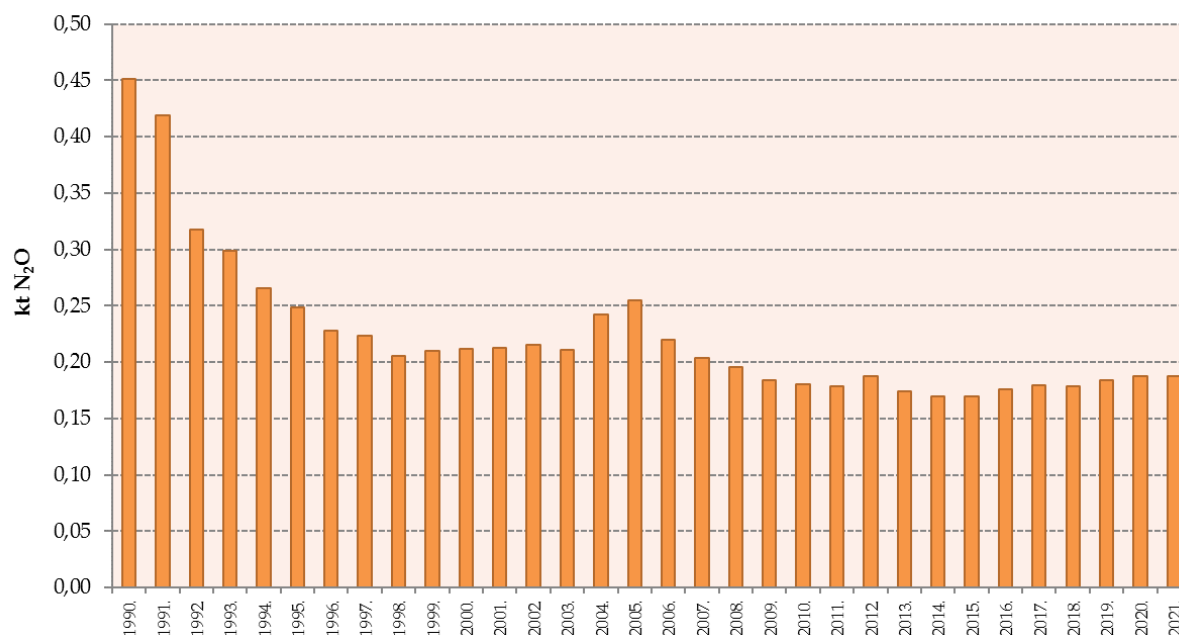
$$N_{COMP} = WetWaste_{COMP}(t) \times 0.0068 \times 10^3 = 337,348 \text{ kg N}$$

$$N2O_{COMP} = N_{COMP} (kg) \times EF_1 \times 10^{-6} \times 44 \div 28 = 0.0053 \text{ kt N}_2\text{O}$$

Emisije N₂O s pašnjaka (3.D.1.3)

Godišnja količina N iz urina i fecesa životinjskog porijekla koje životinje odlažu na tla pašnjaka. Za izračun je korištena jednačba 11.5 iz 2006 IPCC Guidancea. Podaci o dušiku pohranjenom na pašnjacima dobiveni su iz direktne emisije N₂O iz Gospodarenja stajskim gnojem (vidi Poglavlje 5.3.2.2.) koristeći nacionalno specifične podatke za stope izlučivanje dušika za svaku vrstu stoke. Emisija N₂O prati trend broja stoke, što je prikazano na Slici 5.5-4.

Slika 5.5-4: Direktne emisije N₂O iz aktivnosti s pašnjaka



Biljni ostaci (3.D.1.4)

Za izračun emisije dušikovog oksida u biljnim ostacima korištena je Tier 1 metoda, jednačba 11.6 iz 2006 IPCC Guidancea. Procjena se temelji na količini biljnih ostataka, uključujući N-fiksirajuće usjeve vraćene u tlo godišnje. Podaci o biljnoj proizvodnji dobiveni su od DZS-a, FAO baze podataka te za određene godine ekstrapolacijom (vidi Tablicu 5.5-4). Nacionalni (DZS) podaci smatrani su najtočnijim izvorom te su uvijek korišteni kada su bili dostupni. Za usjeve gdje nacionalni podaci nisu dostupni, kao najbolja zamjena koristi se FAO baza podataka. U slučaju kada je u nacionalnom podatkovnom nizu nedostajao podatak, a trend FAO podataka je bio u skladu s nacionalnim podacima, FAO podaci su korišteni umjesto interpolacije. Ekstrapolacija je korištena samo kada za predmetne godine nije bilo podataka niti u jednoj bazi. U pogledu dodatne uporabe biljnih ostataka, u Hrvatskoj se djetelina i lucerna koriste kao stočna hrana. Spaljivanje biljnih ostataka zabranjeno je zakonom; stoga je udio spaljenih biljnih ostataka definiran kao NO. Podaci o aktivnosti vezani za proizvodnju i žetvu usjeva prikazani su u Tablici 5.5-5.

Tablica 5.5-4: Izvori podataka o proizvodnji usjeva

Kultura	Prinos usjeva			Površina usjeva		
	DZS	FAO	Ekstrapolacija*	DZS	FAO	Ekstrapolacija*
Soja	1990.-2021.			1990.-2021.		
Grah	1990.-2021.			1990.-2021.		
Mahune	2008.-2021.	1992.-2007.	1990.-1991.	1998.-1999. 2008.-2021.	1992.-1997. 2000.-2007.	1990.-1991.
Leća	1990.-1991., 2021.	1992.-2019.		1990.-1998., 2021.	1999.-2019.	
Grašak	1990.-2021.			1990.-2021.		
Grahorice	1990.-1997., 2021.	1998.-2019.		1990.-1997., 2021.	1998.-2019.	
Djetelina	1990.-2021.			1990.-2021.		
Lucerna	1990.-2021.			1990.-2021.		
Pšenica	1990.-2021.			1990.-2021.		
Kukuruz	1990.-2021.			1990.-2021.		
Krumpir	1990.-2021.			1990.-2021.		
Šećerna repa	1990.-2021.			1990.-2021.		
Duhan	1990.-2021.			1990.-2021.		
Suncokret	1990.-2021.			1990.-2021.		
Uljana repica	1990.-2021.			1990.-2021.		
Rajčica	1990.-2021.			1990.-2021.		
Ječam	1990.-2021.			1990.-2021.		
Zob	1990.-2021.			1990.-2021.		
Kupus i ostale kupusnjače	1990.-2021.			1990.-2021.		
Češnjak**	1990.-2021.			1990.-2021.		
Luk**	1990.-2021.			1990.-2021.		
Raž	2014.-2021.	1992.-2013.	1990.-1991.	2014.-2021.	1992.-2013.	1990.-1991.
Sirak***	1990.-1997., 2021.	1998.-2019.		1990.-1997., 2021.	1998.-2019.	
Lubenice	1990.-2021.			1990.-2021.		

* Ekstrapolacija je bazirana na podacima za razdoblje od 5 uzastopnih godina.

** DZS daje skupne podatke za luk i češnjak.

FAO podaci se koriste za izračun godišnjih omjera luka i češnjaka u ukupnom, skupnom broju.

*** DZS nije vodio podatke o proizvodnji sirka od 1997. do 2012

Tablica 5.5-5: Podaci o proizvodnji i žetvi usjeva za razdoblje 1990. – 2021

Godina	Proizvodnja usjeva / tone/ ha															
	Pšenica		Kukuruz		Krumpir		Šećerna repa		Duhan		Suncokret		Uljana repica		Rajčice	
	tone	ha	tone	ha	tone	ha	tone	ha	tone	ha	tone	ha	tone	ha	tone	ha
1990.	1.602.435	318.955	1.951.066	503.342	610.236	77.016	1.205.928	29.872	12.394	10.105	52.995	20.971	33.200	12.647	54.742	5.801
1991.	1.495.625	324.460	2.388.555	488.178	658.687	78.510	1.244.439	28.568	10.460	9.300	46.455	18.773	22.816	9.004	48.601	5.703
1992.	658.019	168.865	1.358.084	370.205	480.079	60.758	525.105	16.537	11.651	8.377	40.414	18.153	24.183	11.743	35.262	4.318
1993.	886.921	211.845	1.672.593	373.166	507.898	64.754	537.196	14.717	9.585	7.635	42.724	17.564	28.665	13.010	39.771	4.784
1994.	750.330	198.381	1.686.992	370.517	563.285	66.356	591.819	16.043	8.613	6.659	26.547	17.871	28.341	13.889	46.276	4.959
1995.	876.507	227.044	1.735.854	354.059	692.216	66.458	690.707	18.804	8.548	6.798	37.066	19.385	24.472	10.982	46.958	4.778
1996.	741.235	200.852	1.885.515	360.824	666.020	65.537	906.246	20.896	11.272	7.735	28.526	18.849	11.661	7.651	49.019	4.901
1997.	833.508	208.377	2.183.144	370.986	620.032	63.189	931.186	22.919	11.339	7.274	36.138	16.946	11.181	5.356	48.085	5.141
1998.	1.020.045	241.734	1.982.545	377.536	664.753	64.931	1.233.322	29.287	12.133	7.445	62.206	28.642	21.967	8.949	62.003	5.765
1999.	558.217	169.280	2.135.452	383.925	728.646	66.374	1.113.969	27.847	10.051	6.490	72.374	41.996	32.581	16.234	70.816	6.408
2000.	865.260	182.333	1.190.238	292.431	198.243	17.237	482.211	20.985	9.714	5.678	53.956	25.715	29.436	12.886	15.530	477
2001.	811.674	184.274	1.733.003	305.867	242.709	17.435	964.880	23.757	10.502	5.500	42.985	25.336	22.456	10.319	16.721	499
2002.	822.650	179.153	1.956.418	306.805	266.055	17.222	1.183.445	25.149	10.905	5.489	62.965	26.835	25.585	13.041	15.437	472
2003.	506.212	157.175	1.279.617	304.722	164.051	16.919	677.569	27.327	9.680	5.748	69.253	28.211	28.596	15.524	12.320	481
2004.	801.424	162.634	1.931.627	306.347	247.057	16.043	1.260.444	26.503	10.293	5.394	68.973	28.328	31.392	14.282	15.191	461
2005.	601.748	146.253	2.206.729	318.973	273.409	18.903	1.337.750	29.370	9.579	5.131	78.006	49.769	41.275	20.149	18.731	659
2006.	804.601	175.551	1.934.517	296.195	274.529	16.759	1.559.737	31.881	10.851	4.940	81.614	35.308	19.996	8.413	16.507	461
2007.	812.347	175.045	1.424.599	288.549	296.302	17.355	1.582.606	34.316	12.639	6.005	54.303	20.615	39.330	13.069	30.779	920
2008.	858.333	156.536	2.504.940	314.062	255.554	15.000	1.269.536	22.000	12.866	5.897	119.872	38.631	62.942	22.372	17.327	689
2009.	936.076	180.376	2.182.521	296.910	270.251	14.000	1.217.041	23.066	13.348	6.062	82.098	27.366	80.424	28.723	22.082	690
2010.	681.017	168.507	2.067.815	296.768	178.611	10.950	1.249.151	23.832	8.491	4.119	61.789	26.412	33.047	16.339	22.279	499
2011.	782.499	149.797	1.733.664	305.130	167.524	10.881	1.168.015	21.723	10.643	5.905	84.960	30.041	49.483	17.536	23.585	595
2012.	999.681	186.949	1.297.590	299.161	151.278	10.232	919.230	23.502	11.787	5.958	90.019	33.534	26.406	9.893	18.438	448
2013.	998.940	204.506	1.874.372	288.365	162.501	10.234	1.050.715	20.245	9.834	5.172	130.576	40.805	47.827	17.972	26.026	583
2014.	648.917	156.139	2.046.966	252.567	160.847	10.310	1.392.000	21.900	9.164	5.196	99.489	34.869	71.228	23.122	19.374	319
2015.	758.638	140.986	1.709.152	263.970	171.179	10.047	756.509	13.883	10.132	4.752	94.075	34.494	56.783	21.977	36.273	423
2016.	960.081	168.029	2.154.470	252.072	193.962	9.866	1.169.622	15.493	8.977	4.413	110.566	40.254	112.990	36.778	24.571	370
2017.	682.322	116.151	1.559.638	247.119	156.089	9.833	1.295.459	19.533	9.413	4.563	115.880	37.152	135.810	48.616	32.456	451
2018.	738.363	135.708	2.147.275	235.352	182.261	9.272	776.491	14.066	7.561	3.834	110.790	37.128	155.842	55.032	22.642	491
2019.	789.950	141.602	2.298.316	255.887	173.149	9.387	708.575	11.583	7.878	3.940	106.555	35.982	103.900	41.361	22.018	321
2020.	849.656	145.053	2.430.598	288.398	174.279	9.325	774.331	10.458	7.084	3.420	120.016	39.001	119.667	41.661	33.369	404
2021.	961.940	143.535	2.242.119	287.976	127.826	8.786	707.000	10.066	7.384	3.488	124.363	40.969	73.423	30.281	18.785	292

Tablica 5.5-5: Podaci o proizvodnji i žetvi usjeva za razdoblje 1990. – 2021. (nastavak)

Godina	Proizvodnja usjeva / tone / ha															
	Ječam		Zob		Kupus i druge		Češnjak		Luk		Raž		Sirak		Lubenice	
	tone	ha	tone	ha	tone	ha	tone	ha	tone	ha	tone	ha	tone	ha	tone	ha
1990.	196.554	51.565	62.287	25.495	122.045	10.174	12.214	3.647	39.925	7.000	15.840	3.053	17	176	20.938	1.898
1991.	185.695	51.643	53.851	23.425	116.540	10.445	11.095	3.546	37.864	7.100	14.069	2.974	1.401	146	17.941	2.119
1992.	106.811	32.873	45.262	17.582	68.422	7.745	6.744	2.304	28.717	5.082	6.069	2.252	17	140	8.062	682
1993.	125.671	36.605	41.074	17.204	79.828	8.559	7.345	2.439	31.081	5.417	6.273	2.453	31	147	8.014	767
1994.	107.810	36.225	42.425	18.493	95.791	8.788	9.346	2.543	40.896	5.955	7.146	2.963	23	136	16.045	1.141
1995.	103.281	32.518	38.237	15.763	116.879	8.858	9.384	2.419	43.010	5.842	5.051	1.930	18	133	21.384	1.382
1996.	88.091	31.034	39.529	16.290	122.635	8.767	8.820	2.474	39.421	5.852	5.517	2.043	18	12	26.901	1.867
1997.	108.496	33.759	46.796	18.142	134.323	9.011	9.002	2.460	43.776	6.033	5.009	1.959	12	128	25.450	1.847
1998.	143.510	42.737	56.110	21.669	129.674	9.247	10.624	2.651	51.662	6.565	5.530	2.146	546	130	60.243	2.599
1999.	124.890	44.517	56.823	24.124	144.018	9.701	10.277	2.670	55.633	6.797	6.246	2.446	569	139	53.437	2.890
2000.	179.652	55.511	61.604	26.042	27.351	1.390	1.468	187	8.145	656	7.236	2.738	565	141	24.044	929
2001.	192.067	61.267	71.632	26.103	25.777	1.230	2.034	210	11.929	764	10.796	2.981	572	153	24.044	971
2002.	206.478	61.165	74.187	24.484	29.770	1.397	1.889	193	11.298	699	9.207	3.244	554	150	26.417	1.038
2003.	160.203	65.001	53.025	25.300	27.368	1.281	1.572	193	9.276	690	5.967	2.960	697	180	15.183	933
2004.	237.603	67.538	73.462	23.457	26.310	1.225	1.864	360	11.309	448	8.994	2.869	624	189	22.411	865
2005.	162.530	50.341	49.470	21.185	40.525	1.826	2.379	596	14.033	484	4.737	1.848	600	200	27.191	923
2006.	215.262	59.159	66.630	24.914	42.193	1.628	2.770	619	16.392	432	5.487	2.008	800	300	25.593	966
2007.	225.265	59.000	56.150	27.967	32.477	1.856	3.390	786	20.084	391	4.364	1.731	1.200	400	26.017	1.171
2008.	279.106	65.536	65.328	19.873	43.492	3.084	3.725	958	22.349	477	4.079	1.367	760	217	33.643	1.393
2009.	243.609	59.584	62.297	20.901	59.208	3.123	3.680	708	21.879	352	2.860	998	1.130	455	42.280	1.556
2010.	172.359	52.524	48.190	19.280	33.839	1.571	3.198	600	19.594	239	2.507	1.035	1.000	390	21.679	849
2011.	193.961	48.318	77.223	25.344	34.963	1.806	2.728	687	19.569	562	2.949	871	1.280	400	19.902	727
2012.	235.778	56.905	94.542	28.514	21.106	1.187	3.287	543	19.646	301	2.426	846	1.372	384	20.226	685
2013.	201.339	53.796	60.178	21.656	35.033	1.723	3.621	768	20.478	612	2.955	1.019	989	197	30.327	818
2014.	175.592	46.160	56.555	21.146	24.703	850	4.272	548	24.160	436	2.800	1.373	NO	NO	25.598	791
2015.	193.451	43.700	71.743	23.462	38.413	1.484	4.634	234	26.204	940	3.356	1.093	136	34	15.771	608
2016.	263.165	56.483	80.414	26.572	37.315	1.492	1.297	245	25.093	906	4.646	1.285	206	58	19.908	682
2017.	260.426	53.950	68.333	23.139	34.872	1.994	1.172	235	15.048	800	2.566	774	114	36	19.707	683
2018.	227.520	50.988	44.827	15.885	38.766	1.816	1.733	405	21.098	800	4.100	1.292	152	46	27.737	968
2019.	275.397	53.662	57.585	18.499	34.280	1.668	2.883	412	18.266	789	4.100	1.292	152	46	20.297	665
2020.	321.776	66.329	321.776	19.397	38.533	1.565	1.972	266	16.351	607	4.367	1.058	244	80	15.594	530
2021.	306.209	56.478	306.209	17.063	31.380	1.347	2.870	265	16.174	649	2.082	511	121	42	21.476	720

Tablica 5.5-5: Podaci o proizvodnji i žetvi usjeva za razdoblje 1990. – 2021. (nastavak)

Godina	Proizvodnja usjeva / tone / ha															
	Soja		Grah		Mahune		Leća		Grašak		Grahorice		Djetelina		Lucerna	
	tone	ha	tone	ha	tone	ha	tone	ha	tone	ha	tone	ha	tone	ha	tone	ha
1990.	55.461	27.260	18.437	8.132	1.790	153	202	115	1.000	3.402	3.457	1.148	225.466	54.785	252.563	56.801
1991.	56.365	22.840	21.949	8.921	1.521	149	164	114	987	3.174	3.190	1.052	226.546	52.902	251.486	57.323
1992.	46.129	26.220	15.961	5.980	895	186	205	92	812	2.597	2.125	871	129.747	35.665	142.613	36.769
1993.	49.456	21.424	17.588	6.514	1.651	270	155	78	339	2.738	2.160	706	136.012	36.733	137.225	36.554
1994.	44.127	20.435	20.596	6.958	441	120	167	86	400	2.899	2.509	741	155.087	36.595	162.457	37.519
1995.	34.319	15.018	21.844	6.733	400	100	92	78	853	2.915	2.210	674	143.910	35.047	158.557	37.350
1996.	35.896	16.423	20.221	6.975	669	166	123	89	611	2.787	2.386	690	165.973	36.632	188.462	40.464
1997.	39.469	16.030	20.527	7.521	683	171	135	89	577	3.041	1.921	637	157.559	35.640	179.669	39.428
1998.	77.458	34.015	21.003	5.946	670	234	143	90	746	562	2.396	757	158.516	36.396	201.778	41.759
1999.	115.853	46.336	22.291	6.581	400	501	129	81	824	660	2.400	720	167.266	36.424	223.387	42.939
2000.	65.299	47.484	2.657	7.470	591	153	124	78	913	555	2.400	720	100.179	21.198	85.575	17.238
2001.	91.841	41.621	4.421	7.149	400	100	130	83	1.930	778	2.300	700	115.709	20.621	98.305	18.162
2002.	129.470	47.897	5.163	7.104	400	100	117	75	2.082	872	2.268	716	131.103	20.470	107.815	17.279
2003.	82.591	49.860	4.967	6.826	400	100	113	72	1.155	889	2.295	725	51.890	20.604	72.056	17.186
2004.	97.923	36.979	4.459	6.137	400	100	110	71	1.859	813	2.299	728	124.813	19.921	103.555	16.712
2005.	119.602	48.211	6.041	6.477	647	174	113	72	893	447	2.340	744	125.460	19.779	147.272	25.411
2006.	174.214	62.810	4.058	6.367	400	100	140	100	715	326	2.400	750	121.411	19.134	162.694	26.282
2007.	90.637	46.506	2.503	4.451	400	100	100	64	670	374	2.300	700	111.675	20.948	137.291	23.959
2008.	107.558	35.789	3.263	2.147	1.149	371	41	41	870	351	2.071	672	176.089	24.683	196.244	25.265
2009.	115.159	44.292	2.460	1.947	1.468	656	74	41	955	372	2.000	658	147.763	23.347	174.274	26.544
2010.	153.580	56.456	1.641	1.276	1.197	577	29	16	340	221	2.098	700	119.969	20.472	177.652	27.207
2011.	147.271	58.896	1.059	1.232	1.939	614	82	56	696	252	1.700	700	105.075	21.176	153.240	25.126
2012.	96.718	54.109	472	788	1.863	798	22	11	404	139	NO	NO	83.817	20.270	124.055	24.803
2013.	111.316	47.156	1.480	1.097	1.378	721	80	44	189	154	NO	NO	82.844	16.783	177.857	25.694
2014.	131.424	47.104	1.329	1.483	1.413	678	83	29	579	219	NO	NO	70.873	10.497	128.702	22.116
2015.	196.431	88.867	1.156	1.475	1.346	600	60	27	194	94	NO	NO	82.992	9.549	112.876	18.386
2016.	244.075	78.614	1.461	1.574	3.985	1543	50	25	246	71	NO	NO	67.853	9.920	191.540	23.559
2017.	207.765	85.133	1.340	1.539	2.347	938	46	22	142	71	NO	NO	24.861	5.326	187.917	26.057
2018.	245.188	77.087	1.737	1.403	2.223	915	52	25	314	147	NO	NO	67.946	10.223	186.490	24.248
2019.	244.279	78.334	1.381	1.113	2.870	1181	52	25	499	143	NO	NO	50.833	8.437	193.318	29.006
2020.	266.014	86.185	1.325	984	1.629	602	0	0	170	130	NO	NO	60.049	9.332	201.460	26.337
2021.	227.872	86.259	1.061	1.195	2.331	792	0	0	319	68	0	0	46.986	8.425	179.680	28.128

Usporedbom svih trendova, najveće odstupanje se može primijetiti kod mahuna, graška i soje. Proizvodnja mahuna i graška dobiva se iz nekoliko različitih izvora što rezultira navedenim odstupanjima. Godine 2000. i 2003. bile su vrlo vruće i suhe što je zajedno s promjenama na tržištu sjemena imalo negativan utjecaj na proizvodnju soje. Razlog odstupanja između 2006. i 2007. godine su promjene u žetvenoj površini i prinosu po hektaru. Proizvodnja soje povećala se od 2014. godine na dalje, a najveća je bila 2016. godine. Veće odstupanje trenda se može primijetiti kod suncokreta, rajčice i uljane repice. Uzrok tome su promjene u žetvenoj površini, a u nekim slučajevima promjene u prinosu po hektaru. Godina s najvećom proizvodnjom kukuruza bila je 2008., što je povezano s trendom potrošnje mineralnih gnojiva.

Zadani faktori za izračun emisije specifični za pojedini usjev nalaze se u tablici 11.2, 2006 IPCC Guidancea. Iznimka su udjeli suhe tvari kod kojih su se koristili kombinirani izvori podataka, a nalaze se u tablici 5.5-6. Slovenski, Portugalski i Mađarski NIR odabrani su kao izvori za vrijednosti frakcija suhe tvari zbog sličnosti i usporedivosti uvjeta uzgoja za odabrane usjeve za koje nisu dostupni nacionalni podaci o udjelu suhe tvari. Udio suhe tvari se morao uzeti u obzir, kako bi se napravile prilagodbe za sadržaj vlage.

Tablica 5.5-6: Udio suhe tvari po usjevima

Kultura	Udio suhe tvari	
Soja	0.86	
Grah	0.895	
Mahune	0.85	
Leća	0.85	
Grašak	0.87	
Grahorice	0.85	
Djetelina	0.85	
Lucerna	0.85	
Pšenica	0.86	
Kukuruz	0.86	
Krumpir	0.30	
Šećerna repa	0.25	
Duhan	0.89	
Suncokret	0.92	
Uljana repica	0.90	
Rajčica	0.063	
Ječam	0.86	
Zob	0.92	
Kupus i ostale kupusnjače	0.135	
Češnjak	0.354	
Luk	0.142	
Raž	0.900	
Sirak	0.910	
Lubenice i dinje	0.850	

 GPG zadane vrijednosti

 Stručna procjena (Agronomski fakultet)

 Vrijednosti iz Slovenskog NIR-a

 Vrijednosti iz Portugalskog NIR-a

 Vrijednosti iz Mađarskog NIR-a

Mineralizacija/imobilizacija povezana sa gubitkom/akumulacijom organske tvari (3.D.1.5)

Za procjenu direktne N₂O emisije iz Poljoprivrednih tala, imajući u vidu gubitke organske tvari u tlu uslijed promjene korištenja zemljišta i upravljanja mineralnim tlima, korištena je jednadžba 11.8 iz 2006 IPCC Guidancea:

$$F_{SOM} = \sum_{LU} \left[\left(\Delta C_{Mineral, LU} * \frac{1}{R} \right) * 1000 \right]$$

Gdje je:

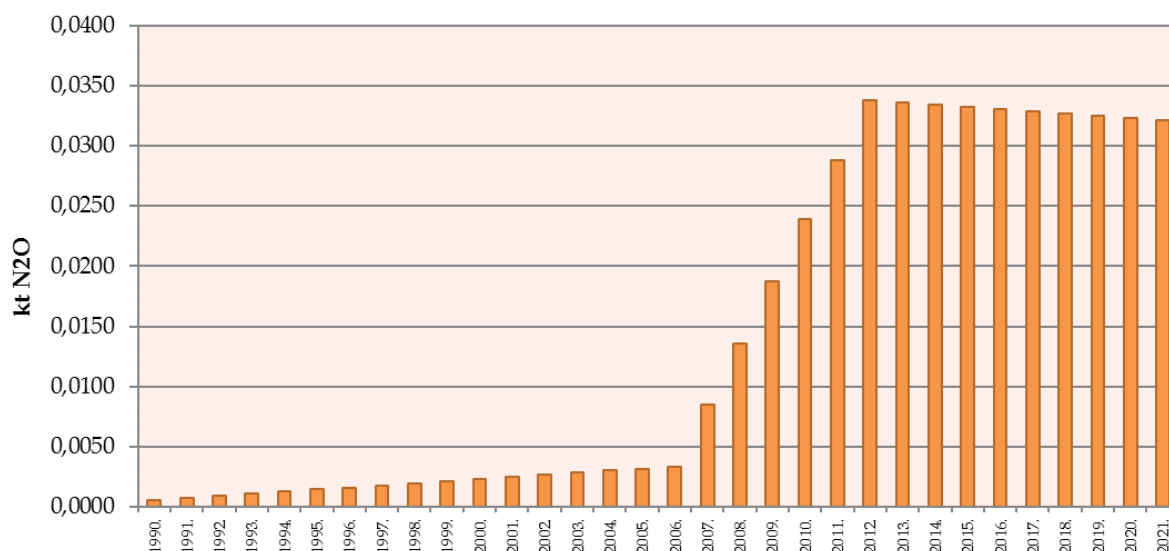
F_{SOM} = neto godišnja količina N mineralizirana u mineralnim tlima kao rezultat gubitka ugljika u tlu, zbog promjena u korištenju zemljišta ili gospodarenja zemljištem, [kg, N]

$\Delta C_{Mineral, LU}$ = prosječni godišnji gubitak ugljika iz tla za svaku vrstu uporabe zemljišta (LU), [tone C]

R = odnos mase C i N u organskoj tvari tla

Formula je korištena prilikom promjena načina upravljanja zemljištima i to u kategorijama Zemljišta pod usjevima koje ostaju zemljišta pod usjevima te prilikom promjene iz trajnih nasada u jednogodišnje usjeve. O svim ostalim direktnim emisijama N_2O nastalih kao posljedice promjena načina korištenja zemljišta te gubitaka/akumulacije organske tvari u tlu, izviješteno je u poglavlju LULUCF tj. CRF tablici 4 (III).

Slika 5.5-5: N_2O emisija uslijed promjena u zalihama ugljika



Kultivacija organskih tala (3.D.1.6)

Kultivacija tala s visokim sadržajem organskog materijala uzrokuje otpuštanje dugoročno vezanog N. Podaci vezani uz površine histosola u Republici Hrvatskoj dobiveni su od Ministarstva zaštite okoliša i energetike na temelju ARKOD sustava. Ukupan iznos površina histosola iznosi 2685,49 ha. Prema stručnom mišljenju Ministarstva zaštite okoliša i energetike, ova vrijednost je točna na nacionalnoj razini i može se koristiti za svaku godinu niza 1990. – 2021.

5.5.1.3. Procjena nesigurnosti i konzistentnost proračuna emisija

Procjena nesigurnosti temeljena je na stručnoj procjeni i zadanim emisijskim faktorima iz IPCC-a. Nesigurnost podatka o aktivnosti iznosi $\pm 30\%$ za mineralna gnojiva, $\pm 10\%$ za stajski gnoj, usjeve koji fiksiraju dušik i ostatke usjeva te $\pm 20\%$ za histosole. Stručna procjena nesigurnosti ulaznih podataka temelji se na mjerodavnosti izvora (manja nesigurnost za visoko mjerodavni DZS, a veća za FAO i druge izvore), promatranju godišnjih varijacija i periodičkih revizija ulaznih podataka. Nesigurnost emisijskih faktora iznosi od -70% do $+200\%$ za mineralna gnojiva, usjeve koji fiksiraju dušik i biljne ostatke, stajski gnoj, dok za histosole iznosi do $\pm 500\%$ (koristeći zadane emisijske faktore). Izravne

emisije N₂O iz poljoprivrednih tala izračunate su korištenjem iste metode i istih skupova podataka za svaku godinu u vremenskom nizu.

Podaci o proizvodnji usjeva dobiveni su od Državnog zavoda za statistiku i FAO baze podataka. DZS se smatra najtočnijim izvorom podataka i njihovi podaci o aktivnosti koriste se primarno, ukoliko su dostupni. Za usjeve gdje nacionalni podaci nisu dostupni, adekvatnom zamjenom smatra se FAO baza podataka. Gdje samo dio nacionalnog skupa podataka nedostaje za određeni usjev, trend FAO podataka je u istoj razini s nacionalnim trendovima podataka, bez odstupanja.

Podaci o potrošnji mineralnih gnojiva koja se proizvode i primjenjuju u Hrvatskoj dobiveni su za razdoblje od 1992. do 2021. od tvrtki koje proizvode mineralna gnojiva te su uspoređeni s podacima DZS – a dostupnima za razdoblje od 2000. do 2021. godine.

5.5.1.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisija (QA/QC)

Tijekom pripreme Inventara, podaci o aktivnosti provjereni su i po potrebi ispravljani za čitav vremenski slijed, uključujući i FAO podatke. Inventari stakleničkih plinova za države sličnih klimatskih i zemljišnih uvjeta su provjereni za vrijednosti udjela suhe tvari, omjer usjeva i biljnih ostataka te za udio dušika u N-fiksirajućim usjevima. Dakle, aktivnosti vezane uz kontrolu kvalitete su usmjerene na cjelovitost i dosljednost procjena emisije. Nakon što je pripremljena konačna inačica ovog poglavlja, pristupilo se provjeri odabranih aktivnosti sukladno Tier 1 General inventory level QC procedures koja je pokazala da je većina aktivnosti, tijekom pripreme Inventara, provedena na odgovarajući način unatoč činjenici da formalna kontrola kvalitete nije provedena.

5.5.1.5. Rekalkulacija emisija

Stajski gnoj primijenjen na tlo (3.D.1.2.a)

Emisije su rekalkulirane za razdoblje 2010. – 2020. zbog korekcija u procjenama u 3B izvoru emisija. Vidi poglavlje 5.3.2.5 za više detalja. Utjecaj prije spomenutih rekalkulacija na cijeli 3.D.1 izvor emisija je prikazan u tablici 5.5-7.

Tablica 5.5-7: Razlika u emisiji CRF 3.D.1 izvora zbog provedenih rekalkulacija

(CRF 3.D.1)	1990.	1991.	1992.	1993.	1994.	1995.	1996.	1997.	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.
Kt CO ₂ eq.	-4.45	-3.01	-2.18	-2.40	0.08	-0.22	0.19	0.19	0.23	1.23	0.46	-0.27	0.92	0.59	-1.02
%	-0.5%	-0.3%	-0.2%	-0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.1%	0.0%	0.1%	0.1%	-0.1%

2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.
-2.92	-1.37	-1.94	-2.94	-1.65	-1.56	-2.38	-2.48	-3.04	-1.90	-3.28	-7.55	-7.90	-8.7	-8.46	-7.73
-0.3%	-0.2%	-0.2%	-0.3%	-0.2%	-0.20%	-0.29%	-0.33%	-0.47%	-0.31%	-0.49%	-1.19%	-1.10%	-1.14%	-1.16%	-1.04%

5.5.1.6. Planirana poboljšanja proračuna emisija

Planirana poboljšanja za koja se pretpostavlja da su srednjoročna ili dugoročna (preko 1 godine) su:

- Nastavak istraživanja u cilju prikupljanja detaljnih pojašnjenja trendova podataka o aktivnostima (mineralna gnojiva, proizvodnja usjeva, kanalizacijski mulj, kompost), s ciljem detaljnijih objašnjenja trendova i provjere ulaznih podataka.
- Poboljšanje proračuna emisija iz poljoprivrednih tala zbog mineralnih gnojiva.

5.5.2. Indirektne emisije N₂O iz Poljoprivrednih tala (CRF 3.D.2.)

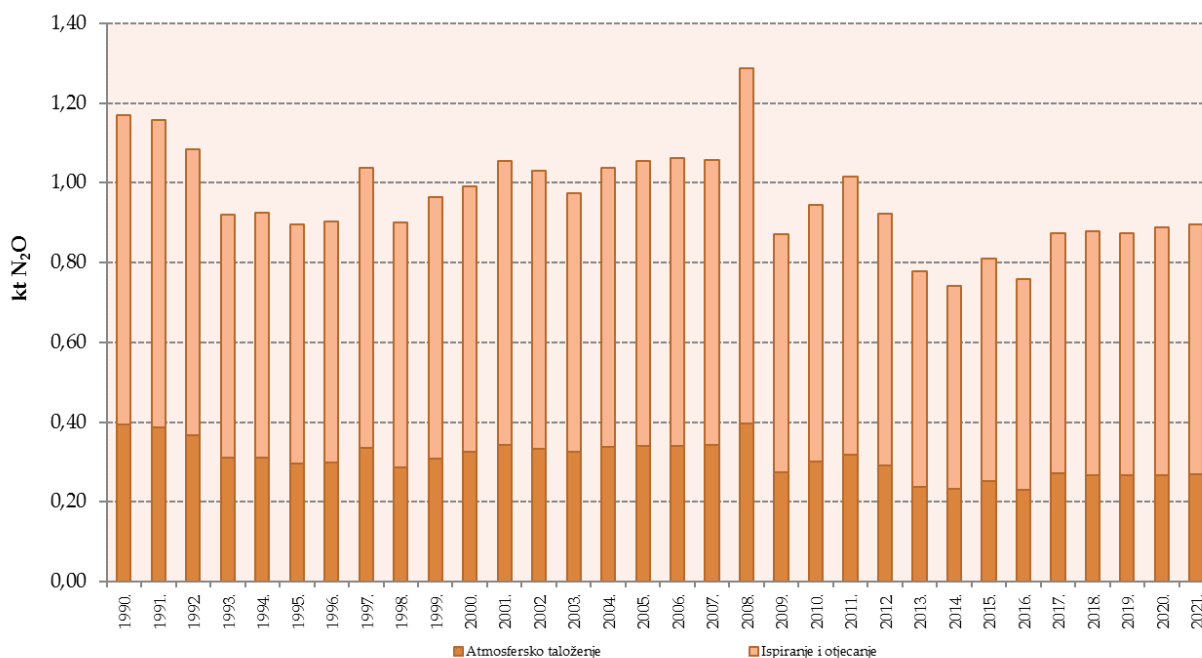
5.5.2.1. Opis izvora emisija

Izračun indirektnih emisija N₂O uslijed primjene dušika u poljoprivredi temelji se na dva izvora. Oni su:

- isparavanje i naknadno atmosfersko taloženje NH₃
- ispiranje i otjecanje dušika koji je primijenjen na tlo

Isparavanje dušika u obliku amonijaka (NH₃) i dušikovih oksida (NO_x) te taloženje tih plinova i njihovih produkata (NH₄⁺ i NO₃⁻) na poljoprivredne površine, jezera i ostale vode. Ispiranje i otjecanje dušika primijenjenog iz organskih i mineralnih gnojiva, biljnih ostataka, mineralizacijom N zbog gubitka ugljika iz tla kod dreniranih poljoprivrednih tala zbog promjene u korištenju zemljišta ili načina gospodarenja, kao i N₂O emisije s pašnjaka. Dio anorganskog N u ili na tlu, uglavnom u NO₃⁻ obliku, može zaobići mehanizme biološkog zadržavanja vode u tlu/vegetacijskom sustavu putem kopnenog protoka vode (otjecanje) i/ili protoka kroz makropore tla ili drenažnim cijevima. Indirektne emisije N₂O iz poljoprivrede za razdoblje 1990. - 2021. godine prikazane su na slici 5.6-6.

Slika 5.5-6: Indirektna emisija N₂O iz poljoprivrednih tala



5.5.2.2. Metodologija proračuna emisije

Atmosfersko taloženje uslijed isparavanja

Emisije N₂O uslijed atmosferskog taloženja iz poljoprivrednih tala procijenjene su koristeći Tier 1 metodologiju, jednadžba 11.9 iz IPCC 2006 Vodiča, uz zadane emisijske faktore.

Ispiranje i otjecanje dušika

Emisije N₂O proizašle iz dušika u gnojivima koji se izgubi zbog ispiranja i otjecanja procijenjene su Tier 1 metodologijom, koristeći jednadžbu 11.10 iz IPCC Vodiča iz 2006., uz zadane emisijske faktore.

5.5.2.3. Procjena nesigurnosti i konzistentnost proračuna emisije

Nesigurnost izračuna uvjetovana je upotrebom faktora emisije koje preporuča metodologija i nepouzdanost ulaznih podataka. Prema literaturi, nesigurnost preporučenih faktora emisije je velika. Procjena nesigurnosti vezana uz podatke o aktivnosti iznosi ± 30 posto (vidi poglavlje 5.3.2.3 i 5.5.1.3, Procjena nesigurnosti i konzistentnost proračuna emisije za N₂O iz Gospodarenja stajskim gnojem i Direktne emisije N₂O iz Poljoprivrednih tala). Procjena nesigurnosti vezana uz faktore emisije iznosi do 400%, sukladno informacijama pruženim u 2006 IPCC Guidanceu. Indirektne emisije N₂O računane su primjenom iste metode i seta podataka za svaku godinu u vremenskom nizu.

5.5.2.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije (QA/QC)

Nema specifičnih informacija za ovu kategoriju. Relevantne QA/QC procedure za ovu kategoriju opisane su u poglavljima 5.3.2.4 i 5.5.1.4. (Emisija N₂O iz gospodarenja stajskim gnojem i Direktna emisija N₂O iz poljoprivrednih tala).

5.5.2.5. Rekalkulacija emisija

Emisije su rekalkulirane za razdoblje 1990.-2020. zbog promjena AD i poboljšanja u izvoru: Gospodarenje stajskim gnojem – emisije N₂O (CRF 3.B.2). Pogledajte Poglavlje 5.3.2.5 za objašnjenja rekalkulacija. Utjecaj svih rekalkulacija na ukupne emisije iz izvora 3.D.2 u usporedbi sa zadnjim podneskom prikazan je u Tablici 5.5-8.

Tablica 5.5-8: Razlika u emisijama izvora CRF 3D2 zbog kalkualacija

(CRF 3.D.2)	1990.	1991.	1992.	1993.	1994.	1995.	1996.	1997.	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.
Kt CO ₂ eq.	-1.41	-0.85	-0.61	-0.68	0.31	0.16	0.33	0.33	0.34	0.77	0.44	0.16	0.63	0.52	-0.09
%	-0.5%	-0.3%	-0.2%	-0.3%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.3%	0.2%	0.1%	0.2%	0.2%	0.0%

2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.
-0.89	-0.22	-0.47	-0.92	-0.39	-0.36	-0.68	-0.72	-0.96	-0.51	-1.05	-2.79	-2.59	-3.15	-3.20	-2.91
-0.3%	-0.1%	-0.2%	-0.3%	-0.2%	-0.14%	-0.25%	-0.30%	-0.47%	-0.26%	-0.49%	-1.39%	-1.28%	-1.36%	-1.38%	-1.24%

5.5.2.6. Planirana poboljšanja proračuna emisije

Planirana poboljšanja zajednička su s planiranim poboljšanjima emisija iz izvora: Emisija N₂O iz gospodarenja stajskim gnojem (poglavlje 5.3.1) te Direktne emisije iz poljoprivrednih tala (Poglavlje 5.5.1).

5.6. Propisano paljenje savana (CRF 3.E.)

5.6.1. Opis izvora emisija

Pojam savana se odnosi na tropske i suptropske vegetacijske formacije s dominantnim travnjačkim pokrivačem i povremenom zakrpom drveća ili grmlja. Spaljivanje velikih površina za suhog perioda sa svrhom poticanja rasta trave za ispašu se provodi prvenstveno u vlažnim savanama, budući da suhe savane nemaju dostatni travnjački pokrivač za spaljivanje. Savane se namjerno spaljuju tijekom suhe sezone, uglavnom kako bi potaknuli novi rast trave za ispašu životinja. U Republici Hrvatskoj nema ekosustava koji se mogu smatrati savanama te ne postoji namjerno spaljivanje istih, stoga ne postoje emisije u ovoj kategoriji.

5.7. Spaljivanje poljoprivrednih ostataka (CRF 3.F.)

5.7.1. Opis izvora emisije

Spaljivanje poljoprivrednih otpadaka (npr. strništa, ostataka nakon obrade usjeva itd.) u poljima je uobičajena praksa u zemljama u razvoju, a javlja se i u nekim razvijenim zemljama.

Ova je aktivnost strogo zabranjena hrvatskom legislativom ("Pravilnik o dobrim poljoprivrednim i okolišnim uvjetima", NN 89/11); emisije uslijed spaljivanja poljoprivrednih ostataka nisu kalkilirane.

5.8. Korištenje vapna (CRF 3.G.)

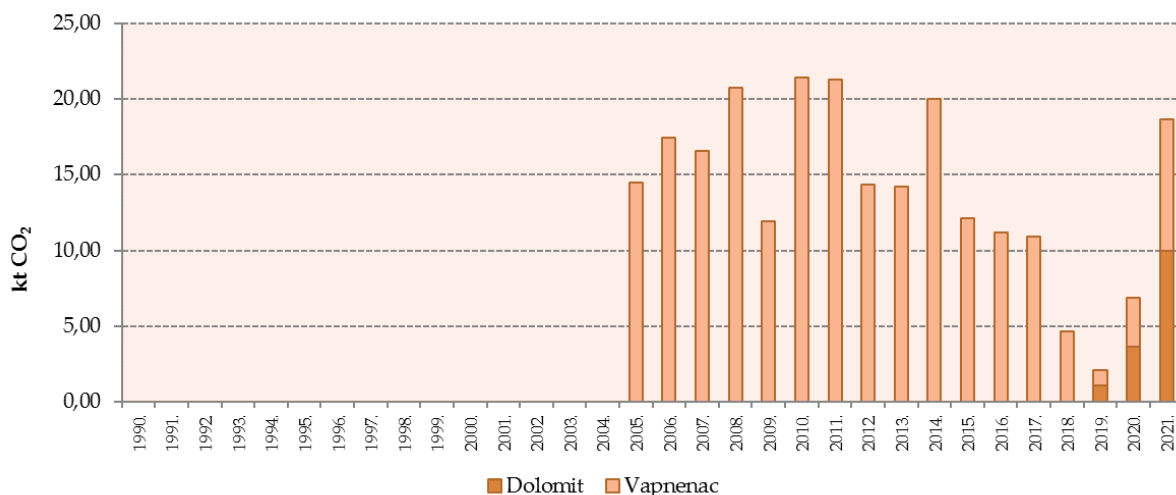
5.8.1. Opis izvora emisije

Primjena vapna za kalcifikaciju poljoprivrednih tala procijenjena je prvi puta u NIR-u 2014. Podaci su prikupljeni od šećerana u RH u kojima se karbokalk proizvodi kao nusprodukt prilikom tehnološkog procesa proizvodnje šećera. Na osnovi raspoloživih podataka, jedino se karbokalk koji dolazi iz šećerana koristi za kalcifikaciju poljoprivrednih površina. Prema terenskim informacijama, sav karbokalk koji se proizvede primijenjen je iste godine. Kako su tvornice šećera smještene u područjima kiselih tala (Osijek, Virovitica i Županja), te informacije da se sav proizvedeni karbokalk donira lokalnom stanovništvu, kompletna proizvedena količina biva iskorištena za kalcifikaciju tala. Ovo je običaj u RH od 2005. godine, u slučaju jedne šećerane, te od 2010. u slučaju druge šećerane i povezan je s unaprjeđenjem proizvodnje šećera u šećerana. Prije toga, karbokalk iz šećerana bio je ispuštan u sustav kanalizacije, što je i dalje praksa u jednoj od šećerana.

Ove su se prakse promijenile posljednjih godina od kada jedna šećerana više ne radi, a svo vapno proizvedeno u drugoj šećerani prodaje se izvan Hrvatske. Ovdje se izvješćuje samo vapno proizvedeno u trećoj šećerani i koje je primijenjeno na poljoprivrednim tlima u Hrvatskoj. Prema novim ulaznim podacima, do 2018., samo je vapnenac korišten u svrhu pročišćavanja šećera. Novi ulazni podaci za 2019. i 2020. pokazali su da se kalcij-magnezijev karbonat također koristi za potrebe pročišćavanja šećera od 2019. Za ovogodišnje izvješće procijenjene su i emisije uslijed primjene karbokalka kao i emisije uslijed primjene kalcij-magnezij karbonata u 2019. i 2020. godini i prikazane u odgovarajućim CRF tablicama. U slučaju kalcijevog magnezijevog karbonata u razdoblju 1990.-2018. navedena je oznaka NO u CRF tablicama. Osim toga, prethodno prijavljene emisije zbog primjene karbokalka na tlu u 2019. ispravljene su u skladu s novim podacima o aktivnostima za ovaj tip vapna. Nije predviđena daljnja istraga o ovom pitanju.

Emisije CO₂ prilikom kalcifikacije za razdoblje od 1990. do 2021. godine prikazani su na slici 5.8-1.

Slika 5.8-1: Direktna emisija CO₂ iz Korištenja vapna za kalcifikaciju tla



5.8.2. Metodologija proračuna emisije

Za proračun emisije zbog primjene sredstava za kalcifikaciju korištena je jednadžba 11.12 iz IPCC Vodiča iz 2006. te zadani emisijski faktori.

5.8.3. Procjena nesigurnosti i konzistentnost proračuna emisije

Nesigurnost izračuna uvjetovana je upotrebom faktora emisije preporučenih u metodologiji i nepouzdanosti ulaznih podataka. Prema literaturi, nesigurnost preporučenih faktora emisije je visoka.

5.8.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije (QA/QC)

Ne postoji specifična informacija za QA/QC kategoriju kalcifikacije. Uključeno je u ukupni QA/QC sustav hrvatskog Inventara stakleničkih plinova.

5.8.5. Rekalkulacija emisije

Zbog korekcija podataka o aktivnosti za 2019. godinu, procjene emisija su rekalkulirane za 2019. godinu. Utjecaj rekalkulacija je -1.4kt CO₂ eq. smanjenje emisija (-69%).

Emisije su rekalkulirane:

- za godine 2019., 2020. zbog korekcije AD i pogreške u proračunu emisije.

Tablica 5.8-1: Razlika u emisijama CRF 3.G izvora zbu rekalkulacija

(CRF 3.G)	2019.	2020.
Kt CO ₂ eq.	0.068	0.086
%	0.033%	0.012%

5.8.6. Planirana poboljšanja proračuna emisije

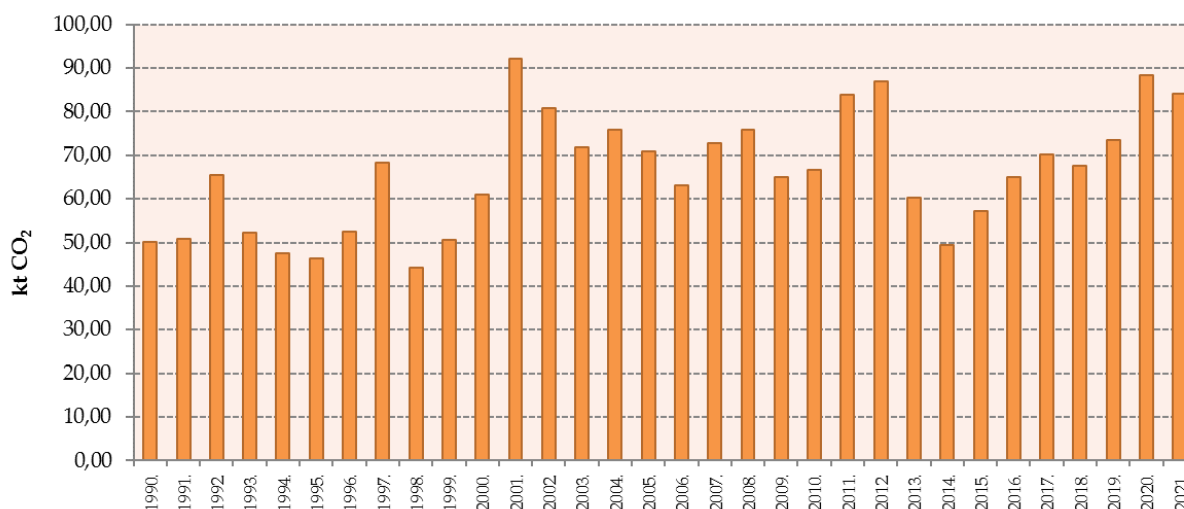
Nije predviđen plan poboljšanja za ovu kategoriju.

5.9. Primjena uree (CRF 3.H.)

5.9.1. Opis izvora emisije

Pored direktne emisije N₂O iz poljoprivrednih tala, dodavanjem uree uslijed gnojidbe dolazi do pretvorbe uree (CO(NH₂)₂) u amonijak (NH₄⁺), hidroksil ion (OH⁻), i bikarbonat (HCO₃⁻), uz prisutnost vode i enzima ureaze. Slično reakciji tla nakon dodavanja vapna, formirani bikarbonat prelazi u CO₂ i vodu. Uklanjanje CO₂ iz atmosfere kod proizvodnje uree je procijenjeno u sektoru Industrijski procesi i uporaba proizvoda (IPPU sektor). Emisije CO₂ zbog primjene uree u razdoblju 1990. – 2021. prikazane su na slici 5.9-1.

Slika 5.9-1: Direktna emisija CO₂ kod primjene uree



5.9.2. Metodologija proračuna emisije

Emisije CO₂ koje proizlaze iz dušika kod primjene mineralnih gnojiva i drugih dodataka koji je izgubljen ispiranjem i otjecanjem procjenjuju se Tier 1 metodologijom pomoću jednadžbe 11.13 iz IPCC 2006 Vodiča, koristeći zadane faktore.

Podaci o primijenjenoj urei dobiveni su od strane tvrtki koje proizvode mineralna gnojiva u obliku uree i otopina urea amonijevog nitrata. Pretpostavlja se da je cijeli udio uree i otopine urea amonijevog nitrata urea za potrebu procjene CO₂-C emisija u CO₂, u skladu s IPCC Vodičem iz 2006.

Tablica 5.9-1: Količina Uree primijenjena na tlo

Godina	Primijenjena urea / tone	Godina	Primijenjena urea / tone
1990.	68.209	2006.	81.332
1991.	69.472	2007.	96.273
1992.	89.334	2008.	100.165
1993.	71.099	2009.	84.941
1994.	64.868	2010.	78.222
1995.	63.128	2011.	100.979
1996.	71.509	2012.	107.081
1997.	93.256	2013.	75.150
1998.	60.339	2014.	66.391
1999.	68.846	2015.	65.896
2000.	82.999	2016.	78.671
2001.	93.893	2017.	84.932
2002.	85.003	2018.	90.422
2003.	82.418	2019.	93.796
2004.	94.970	2020.	112.366
2005.	90.721	2021.	87.945

5.9.3. Procjena nesigurnosti i konzistentnost proračuna emisije

Procjena nesigurnosti vezana za podatke o aktivnosti je ± 30 posto (vidjeti Poglavlje 5.3.2.3 i 5.5.1.3, Procjena nesigurnosti i konzistentnost proračuna emisije za emisiju N_2O iz Gospodarenja stajskim gnojem i Direktne emisije N_2O iz Poljoprivrednog tla). Procjena nesigurnosti vezana za emisijske faktore iznosi -50 posto, sukladno informacijama o zadanim faktorima koje daje 2006 IPCC Guidance. Emisije su izračunate koristeći istu metodologiju i set podataka za svaku godinu u vremenskom nizu.

5.9.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije (QA/QC)

Nema specifičnih informacija za ovu kategoriju, QA/QC se nalazi u Poglavlju 5.5.1.4. Direktne N_2O emisije iz Poljoprivrednih tala).

5.9.5. Rekalkulacije emisije

Nisu provedene rekalkulacije emisije.

5.9.6. Planirana poboljšanja proračuna emisije

Uz planirana poboljšanja u dijelu Direktne emisije N_2O iz poljoprivrednih tala (vidi poglavlje 5.5.1.6), planirano poboljšanje za koje se pretpostavlja da je dugoročno (iznad 1 godine) je razvoj procjene ulaznih podataka primjene uree u otopinama.

Poglavlje 6: Korištenje zemljišta, prenamjena zemljišta i šumarstvo (CRF sektor 4)

6.1. Pregled LULUCF sektora

Kategorije za izvještavanje stakleničkih plinova (GHG) su:

- Šumsko zemljište (FL),
- Zemljište pod usjevima (CL),
- Travnjaci (GL),
- Močvarno zemljište (WL),
- Naseljena područja (SL),
- Ostalo zemljište (OL).

U skladu s 2006 IPCC Guidanceem, emisije i uklanjanja pomoću ponora su prikazani u podkategorijama zemljišta koje ostaje u istoj kategoriji i zemljišta koje je pretvoreno u drugu kategoriju zemljišta. Sve promjene u korištenju pojedine kategorije zemljišta prate se i prijavljuju u sklopu prijelaznog razdoblja od 20 godina, nakon čega su prijavljene u odgovarajućim kategorijama zemljišta. Također u skladu s 2006 IPCC Guidanceem, emisije/uklanjanja pomoću ponora u kategorijama Močvarno zemljište koje ostaje močvarno, Naseljena područja koja ostaju naseljena područja i Ostalo zemljište koje ostaje ostalo nisu procijenjene.

U LULUCF sektoru kategorija Šumsko zemljište koje ostaje šumsko, Zemljište pod usjevima koje ostaje zemljište pod usjevima i Zemljište pretvoreno u Naseljena područja su ključne kategorije prema provedenoj procjeni temeljem trenda (Tier 1 i Tier 2), te prema procjeni temeljem razine (Tier 1 i Tier 2). Detaljan prikaz dan je u Tablici 6.1-1.

Tablica 6.1-1: Analiza ključnih izvora za LULUCF sektor na temelju ocjene pomoću razina i trenda za 2021. godinu

Razina 1 i Razina 2 analiza – Sažetak analize ključnih izvora (Hrvatski inventar, 2023)					
IPCC Kategorija	GHG	Izvor	ako je odgovor DA u stupcu C, KRITERIJI ZA IDENTIFIKCIJU		kom
4(III).Direktne emisije N ₂ O iz mineralizacije/imobilizacije dušika	N ₂ O	Da		T2i	
4.A.1 Šumsko zemljište koje ostaje šumsko zemljište	CO ₂	Da	L1i, L2i	T1i, T2i	
4.A.2 Zemljište pretvoreno u šumsko zemljište	CO ₂	Da	L1i, L2i		
4.B.1 Zemljište pod usjevima koje ostaje zemljište pod usjevima	CO ₂	Da	L1i, L2i	T1i, T2i	
4.B.2 Zemljište pretvoreno u zemljište pod usjevima	CO ₂	Da	L1i, L2i	T1i, T2i	
4.C.2 Zemljište pretvoreno u travnjake	CO ₂	Da	L2i	T1i, T2i	
4.D.2 Zemljište pretvoreno u močvarno zemljište	CO ₂	Da	L1i, L2i	T1i, T2i	
4.E.2 Zemljište pretvoreno u naseljena područja	CO ₂	Da		T2i	
4.G Drvni proizvodi	CO ₂	Da	L1i, L2i	T1i, T2i	

L1i - Procjena razine, uključujući LULUCF

T1i - Procjena trenda, uključujući LULUCF

L2i - Procjena razine, uključujući LULUCF T2i - Procjena trenda, uključujući LULUCF

Ocjena cjelovitosti procijenjenih uklanjanja pomoću ponora/emisija prikazana je u tablici 6.1-2.

Tablica 6.1-2: LULUCF kategorije - status procijenjenih emisija

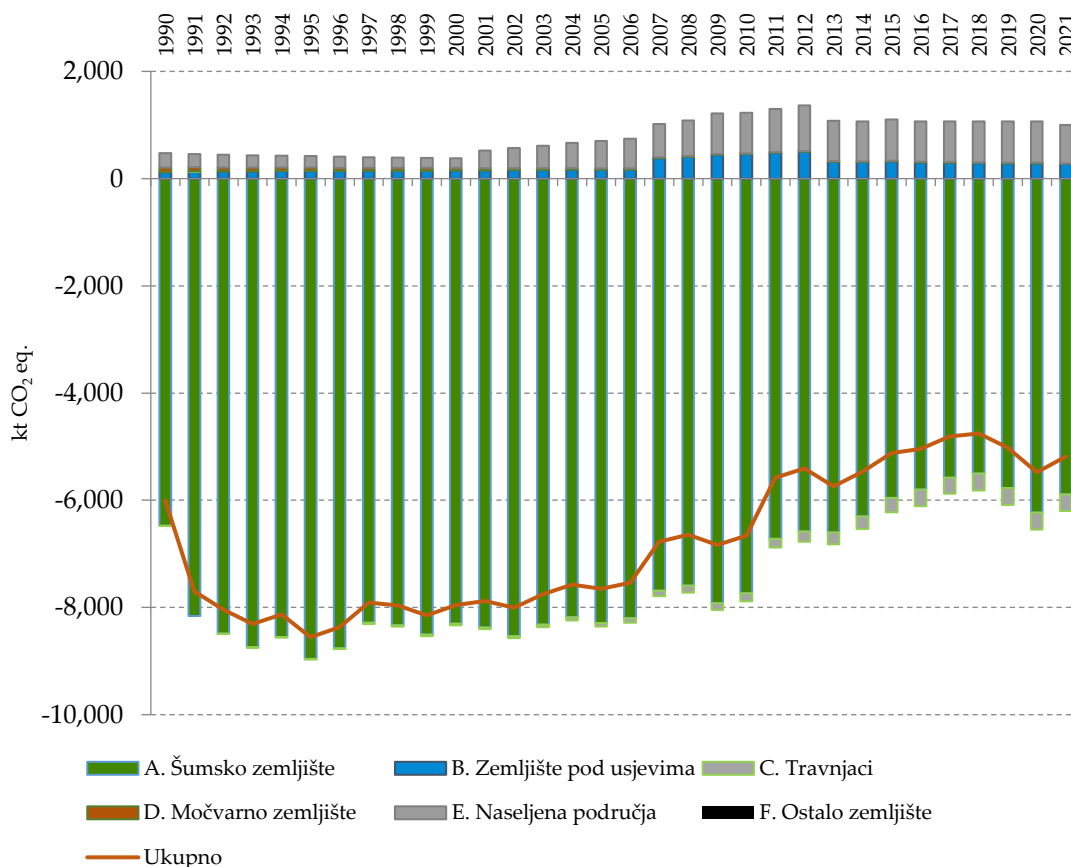
KATEGORIJA ZEMLJIŠTA	CO ₂ emisije/uklanjanja pomoću ponora	CH ₄	N ₂ O
A. Šumsko zemljište	x	x	x
1. Šumsko zemljište koje ostaje Šumsko zemljište	x	x	x
2. Zemljište pretvoreno u Šumsko zemljište	x	x	x
B. Zemljište pod usjevima	x	NO	x
1. Zemljište pod usjevima koje ostaje Zemljište pod usjevima	x	x	x
2. Zemljište pretvoreno u Zemljište pod usjevima	x	NO	x
C. Travnjaci	x	NO	NO
1. Travnjaci koji ostaju Travnjaci	x	x	x
2. Zemljište pretvoreno u Travnjake	x	NO	x
D. Močvarno zemljište	x	NO	NO
1. Močvarno zemljište koje ostaje Močvarno zemljište	NE	NO	NO
2. Zemljište pretvoreno u Močvarno zemljište	x	NO	x
E. Naselja	x	NO	NO
1. Naseljena područja koja ostaju Naseljena područja	NE	NO	NO
2. Zemljište pretvoreno u kategoriju Naseljena područja	x	NO	x
F. Ostalo zemljište	x	NO	NO
1. Ostalo zemljište koje ostaje Ostalo zemljište	NE	NO	NO
2. Zemljište pretvoreno u Ostalo zemljište	NO	NO	NO

*NO = ne pojavljuje se ; NE= nije procijenjeno

6.1.1. Trend emisija

Na temelju prijašnjih prikaza i slike 6.1-1, LULUCF sektor u Hrvatskoj predstavlja pohranište stakleničkih plinova. Dvije kategorije korištenja zemljišta, Šumsko zemljište i Travnjaci, kategorije su uklanjanja pomoću ponora CO₂, dok preostale kategorije predstavljaju izvore emisija.

Slika 6.1-1: Emisije/uklanjanja pomoću ponora LULUCF-a, trend 1990.-2021., u kt CO₂ eq.



6.1.2. Metodologija proračuna emisija

Podaci o površinama šuma za svaku godinu, kao i relativnom udjelu bjelogoričnih i crnogoričnih šuma, te makija i šikara dobiveni su od Hrvatskih šuma d.o.o, tvrtke koja je temeljem zakonodavstva zadužena za upravljanje šumama u Republici Hrvatskoj. Hrvatske šume raspolažu svim podacima iz šumarskog sektora u Hrvatskoj i to prema tipu vlasništva i s obzirom na sadašnjoj organizaciji upravljanja unutar sektora. Projekt „Poboljšanje inventara stakleničkih plinova Republike Hrvatske u sektoru korištenja zemljišta, promjena u korištenju zemljišta i šumarstva (LULUCF) u prvom obvezujućem razdoblju Kyotskoga protokola” (skraćeno: LULUCF 1) je razvijen i implementiran sa ciljem izvršavanja obveza definiranih tzv. Saturday paper-om iz 2012. godine, a koje se odnose na identifikaciju zemljišta te su predmet šumarskih aktivnosti. Posebno definiranim projektnim aktivnostima i istraživanjima identificirane su površine koje pripadaju kategorijama Šumskog zemljišta koje ostaje šumsko i površine u kojima je došlo do prenamjene u/iz Šumskih zemljišta. Detaljniji opis provedenog projekta nalazi se u poglavlju 6.4.2.2. Istraživanja unutar kategorije Šumskog zemljište izvršena su za sve vrste šuma (crnogorične, bjelogorične, šume bez prinosa (makija i šikara)) neovisno o tipu vlasništva. Projekt je pokrenulo tadašnje Ministarstvo zaštite okoliša i prirode u suradnji s nadležnim institucijama.

Informacije o površini Močvarnih zemljišta, Travnjaka i Naseljenih područja za pojedine godine (1980., 1990., 2000., 2006., 2012. i 2018.) dobivene su temeljem Corine Land Cover (CLC) baze podataka. Prilikom izvješćivanja o kategoriji Naseljena područja potrebno je definirati i primijeniti korekcijski faktor s obzirom da su te površine u Hrvatskoj mnogo manje nego u drugim zemljama.

Informacije o površinama Zemljišta pod usjevima dobivene su temeljem podataka Statističkih ljetopisa i Corine Land Cover baze podataka. Za potrebe ovog izvješća korišteni su podaci Državnog zavoda za statistiku (DZS-a) za razdoblje 1960.-2000. Odstupanja u podacima DZS-a za razdoblje 1992.-1997. su korigirana linearnom interpolacijom. Korekcija podataka DZS-a zbog promjene u načinu prikupljanja podataka koje su dovele do značajnog odstupanja u podacima nakon 2000. godine, izvršena je uporabom podataka iz CLC baze.

Temeljem stručne procjene utvrđeno je da u Hrvatskoj ne dolazi do prenamjene:

- Močvarnog zemljišta, Naseljenih područja te Ostalog zemljišta u zemljište pod usjevima ili u Travnjake
- Močvarnih zemljišta u naseljena područja.

O kategoriji Ostalog zemljišta izvješteno je u skladu s IPCC metodologijom kao razlici svih drugih kategorija i ukupne površine Republike Hrvatske. Utvrđeno je da ne postoji promjena kategorije Ostalo zemljište u Šumsko zemljište, o čemu je prethodno izvješćivano i što je dodatno potvrđeno u sklopu LULUCF 1 projekta.

Nakon što su definirane površine svake kategorije zemljišta, određene su promjene korištenja zemljišta u/iz svake kategorije. Glavni problem u iskazivanju promjena načina korištenja zemljišta je ograničen broj informacija o promjenama u specifičnim kategorijama zemljišta. Točni podaci o godišnjim promjenama u korištenju zemljišta dostupni su samo za promjenu iz/u Šumsko zemljište (prikupljeno LULUCF 1 projektom). Provedenim istraživanjem, prethodni način korištenja zemljišta na površini koja je identificirana kao nova šuma je također određen i definiran za svaki tip vlasništva.

Prikaz promjene korištenja zemljišta za ostale kategorije je napravljen prema smjernicama 2006 IPCC Guidancea i Pristupa 1, točnije, uporabom informacija iz dostupnih statistika i pretpostavki baziranih na provjerenom uzorku prenamjene zemljišta. Preostala površina je zatim izračunata kao razlika između ukupne površine različitih kategorija korištenja zemljišta i površine na kojoj je do prenamjene u svakoj kategoriji. Detaljni opis metodologije nalazi se u odgovarajućim poglavljima izvješća.

Tablica 6.1-3 predstavlja pojedine kategorije zemljišta te promjene u korištenju za baznu godinu, za posljednju izvještajnu godinu te promjenu u izvještajnom razdoblju.

Tablica 6.1-3: Korištenje zemljišta i promjene u korištenju zemljišta u razdoblju 1990.-2021.

Površine u kha	1990.	2021.	1990. – 2021.
4.A Šumsko zemljište - Ukupno	2326.19	2387.28	61.08
4.A1. Šumsko zemljište koje ostaje šumsko zemljište	2326.19	2386.93	60.74
4.A1.a Šumsko zemljište koje ostaje šumsko zemljište – crnogorica	214.72	223.09	8.37
4.A1.b Šumsko zemljište koje ostaje šumsko zemljište – bjelogorica	1609.95	1625.26	15.31
4.A1.c Šumsko zemljište koje ostaje šumsko zemljište – makije i šikare	501.52	538.80	37.06
4.A2 Zemljište pretvoreno u šumsko zemljište	0.00	0.34	0.34
4.A2.1.a Zemljište pod jednogodišnjim usjevima u šumsko zemljište	0.00	0.00	0.00
4.A2.1.b Zemljište pod višegodišnjim nasadima u šumsko zemljište	0.00	0.00	0.00
4.A2.2 Travnjaci u šumsko zemljište	0.00	0.34	0.34
4.A2.3 Močvarno zemljište u šumsko	0.00	0.00	0.00
4.A2.4 Naseljena područja u šumsko zemljište	0.00	0.00	0.00
4.A2.5 Ostalo zemljište u šumsko zemljište	0.00	0.00	0.00
4.B Zemljište pod usjevima - Ukupno	1623.77	1525.98	-97.78
Jednogodišnji usjevi	1479.23	1404.20	-75.03
Višegodišnji nasadi	144.54	121.79	-22.75

Površine u kha	1990.	2021.	1990. – 2021.
4.B1. Zemljište pod usjevima koje ostaje zemljište pod usjevima	1625.03	1525.82	-99.21
4.B1.a Zemljište pod jednogodišnjim usjevima koje ostaje zemljište pod jednogodišnjim usjevima	1480.35	1404.12	-76.23
4.B1.b Zemljište pod višegodišnjim nasadima koje ostaje zemljište pod višegodišnjim nasadima	144.61	121.61	-23.01
4.B1.c Promjena zemljišta pod višegodišnjim nasadima u zemljište pod jednogodišnjim usjevima	0.02	0.01	-0.01
4.B1.d Promjena zemljišta pod jednogodišnjim usjevima u zemljište pod višegodišnjim nasadima	0.04	0.07	0.03
4.B2 Zemljište pretvoreno u zemljište pod usjevima	0.35	0.17	-0.18
4.B2.1.a Šumsko zemljište u zemljište pod jednogodišnjim usjevima	0.00	0.00	0.00
4.B2.1.b Šumsko zemljište u zemljište pod višegodišnjim nasadima	0.00	0.00	0.00
4.B2.2.a Travnjaci u zemljište pod jednogodišnjim usjevima	0.33	0.07	-0.26
4.B2.2.b Travnjaci u zemljište pod višegodišnjim nasadima	0.02	0.10	0.08
4.B2.3.a Močvarno zemljište u zemljište pod jednogodišnjim usjevima	0.00	0.00	0.00
4.B2.3.b Močvarno zemljište u zemljište pod višegodišnjim nasadima	0.00	0.00	0.00
4.B2.4.a Naselja u zemljište pod jednogodišnjim usjevima	0.00	0.00	0.00
4.B2.4.b Naselja u zemljište pod višegodišnjim nasadima	0.00	0.00	0.00
4.B2.5.a Ostalo zemljište u zemljište pod jednogodišnjim usjevima	0.00	0.00	0.00
4.B2.5.b Ostalo zemljište u zemljište pod višegodišnjim nasadima	0.00	0.00	0.00
4.C Travnjaci - Ukupno	1561.83	1153.22	-408.60
4.C1. Travnjaci koji ostaju travnjaci	1201.06	1152.39	-48.66
4.C2. Zemljište pretvoreno u travnjake	0.00	0.83	0.83
4.C2.1 Šumsko zemljište u travnjake	0.00	0.00	0.00
4.C2.2.a Jednogodišnji usjevi u travnjake	0.00	0.75	0.75
4.C2.2.b Višegodišnji usjevi u travnjake	0.00	0.07	0.07
4.C2.3 Močvarno zemljište u travnjake	0.00	0.00	0.00
4.C2.4 Naseljena područja u travnjake	0.00	0.00	0.00
4.C2.5 Ostalo zemljište u travnjake	0.00	0.00	0.00
4.D Močvarno zemljište - Ukupno	73.86	75.28	1.42
4.D1. Močvarno zemljište koje ostaje močvarno	73.51	75.21	1.70
4.D2. Zemljište pretvoreno u močvarno	0.35	0.07	-0.28
4.D2.1 Šumsko zemljište u močvarno zemljište	0.00	0.00	0.00
4.D2.2.a Zemljište jednogodišnjih usjeva u močvarno zemljište	0.32	0.07	-0.25
4.D2.2.b Zemljište pod usjevima u močvarno zemljište	0.03	0.01	-0.02
4.D2.3 Travnjaci u močvarno zemljište	0.00	0.00	0.00
4.D2.4 Naselja u močvarno zemljište	0.00	0.00	0.00
4.D2.5 Ostalo zemljište u močvarno zemljište	0.00	0.00	0.00
4.E Naseljena područja - Ukupno	200.65	287.03	86.38
4.E1 Naseljena područja koja ostaju naseljena područja	199.33	286.11	86.78
4.E2 Zemljište pretvoreno u naseljena područja	1.32	0.92	-0.39
4.E2.1 Šumsko zemljište u naseljena područja	0.00	0.02	0.02
4.E2.2.a Zemljište pod jednogodišnjim usjevima u naseljenim područja	0.78	0.53	-0.25

Površine u kha	1990.	2021.	1990. – 2021.
4.E2.2.b Zemljište pod višegodišnjim nasadima u naseljena područja naselja	0.08	0.05	-0.02
4.E2.3 Travnjaci u naseljena područja	0.46	0.32	-0.15
4.E2.4 Močvarno zemljište u naseljena područja	0.00	0.00	0.00
4.E2.5 Ostalo zemljište u naseljena područja	0.00	0.00	0.00
4.F Ostalo zemljište - Ukupno	71.13	76.29	5.16
4.F1 Ostalo zemljište koje ostaje ostalo zemljište	71.13	76.29	5.16
4.F2 Zemljište pretvoreno u ostalo zemljište	0.00	0.00	0.00
4.F2.1 Šumsko zemljište u ostalo zemljište	0.00	0.00	0.00
4.F2.2.a Jednogodišnji usjevi u ostalo zemljište	0.00	0.00	0.00
4.F2.2.b Višegodišnji nasadi u ostalo zemljište	0.00	0.00	0.00
4.F2.3 Travnjaci u ostalo zemljište	0.00	0.00	0.00
4.F2.3 Močvarno zemljište u ostalo zemljište	0.00	0.00	0.00
4.F2.5 Naseljena područja u ostalo zemljište	0.00	0.00	0.00
Ukupno RH	5659.40	5659.40	0.00

6.2. Definicije korištenja zemljišta i primijenjeni sustavi klasifikacije te njihova usklađenost s LULUCF kategorijama

6.2.1. Šumsko zemljište (4.A)

Definicije Šumskog zemljišta primijenjene u okviru ovog inventara u skladu su s 2006 IPCC Guidanceem te zahtjevima prema UNFCCC-u.

Dakle, Šumsko zemljište čine Šumsko zemljište koje ostaje šumsko zemljište i Zemljište pretvoreno u šumsko zemljište. Šumsko zemljište koje ostaje šumsko zemljište je obraslo šumsko zemljište (nacionalni okvir). To podrazumijeva obrastanje šumom definiranom kao područjem većim od 0.1 hektara i drvećem višim od 2 metra te sklopom krošnji većim od 10 posto, ili drvećem koje može dosegnuti ove granične vrijednosti in situ (KP definicija). Temeljem ove definicije, uzgojni oblici koji se nalaze unutar ovih granica su sjemenjače, plantaže, kulture, panjače, makije i šikare. Dakle, Šumsko zemljište koje ostaje šumsko zemljište je šumsko zemljište obraslo sjemenjačama, plantažama, kulturama, panjačama, makijama i šikarama.

Prema pravilniku o uređivanju šuma²⁷ šumsko zemljište u Hrvatskoj podijeljeno je na dvije osnovne kategorije sa sljedećim podkategorijama:

- I. Obraslo šumsko zemljište
- II. Neobraslo šumsko zemljište
 - Proizvodno neobraslo šumsko zemljište (npr. čistine, travnjaci)
 - Neproizvodno neobraslo šumsko zemljište (npr. požarni prosjeci, stovarišta)
 - Neplodno neobraslo šumsko zemljište (npr. šumske prometnice šire od 3 metra)

Slijedom navedenog, unutar nacionalnih okvira, neobraslo zemljište svrstava se u šumsko zemljište. Jasno je, primjerice, da pošumljavanje, u administrativnom nacionalnom okviru Hrvatske, ne znači nužno prenamjenu zemljišta. Prema IPCC definicijama za pojedinu kategoriju zemljišta ono zemljište

²⁷ Pravilnik o uređivanju šuma (NN 97/18).

na kojem se provode radovi pošumljavanja u Hrvatskoj spada u kategoriju Travnjaka. Radi toga ovo zemljište na kojem se provode radovi pošumljavanja predstavlja zemljište koje je iz Travnjaka pretvoreno u Šumsko zemljište (u nacionalnom zakonodavnom obliku to je uvijek šumsko zemljište) prema IPCC-u i kao o takvom je ovdje izviješteno. Izvještavanje RH o kategorijama zemljišta i njihovim pretvorbama provedeno je prema definicijama 2006 IPCC Guidancea. U svrhu predstavke šumskog zemljišta koje je obuhvaćeno planovima gospodarenja šumama (neobraslo proizvodno zemljište) prije je za ovu namjenu korištena kategorija Ostalog zemljišta iz IPCC Good Practice Guidance for Land Use, Land Use Change and Forestry (nadalje: IPCC 2003 GPG). Od izvješća za 2012. godinu i nakon što je proveden LULUCF 1 projekt ovo zemljište nalazi se pod kategorijom Travnjaka.

6.2.2. Zemljište pod usjevima(4.B)

Temeljem definicije kategorije zemljišta pod usjevima prema 2006 IPCC Guidanceu, područje koje pripada sljedećoj klasifikaciji nomenklature Državnog zavoda za statistiku (DZS) uključeno je u ovo izvješće:

- Oranice i vrtovi,
- Rasadnici,
- Košaračka vrba,
- Voćnjaci,
- Maslinici,
- Vinogradi.

Nakon 2000. godine, područje pod nomenklaturom DZS-a uspoređeno je, a podaci su prilagođeni s ispod danom nomenklaturom CLC-a:

- Oranice koje se ne navodnjavaju,
- Stalno navodnjavane oranice,
- Vinogradi,
- Nasadi voćaka i bobičastog voća,
- Maslinici,
- Jednogodišnji usjevi povezani sa trajnim nasadima (složeni uzorci kultivacije).

6.2.3. Travnjaci (4.C)

Temeljem definicije kategorije Travnjaka prema IPCC metodologiji, područje koje pripada sljedećoj klasifikaciji CLC nomenklature uključeno je u ovo izvješće:

- Pašnjaci,
- Zemljište načelno korišteno za poljoprivredu, sa značajnim površinama pod prirodnom vegetacijom,
- Prirodni travnjaci,
- Pustopoljine i vrijesišta,
- Sklerofilna vegetacija.

6.2.4. Močvarno zemljište (4.D)

Razmatrane su dvije razine prve kategorije prema nomenklaturi CLC-a (Močvarna zemljišta i Vode); ispod prikazana područja uključena su u kategoriju Močvarnog zemljišta:

- Kopnene močvare,
- Slane močvare,
- Solane,
- Područja pod utjecajem plime i oseke,
- Vode tekućice,
- Vode,
- Obalne lagune.

6.2.5. Naseljena područja (4.E)

Temeljem definicije kategorije Naseljena područja prema LULUCF-u, područja koja pripadaju sljedećoj klasifikaciji nomenklature CLC baze podataka uključena su u ovo izvješće:

- Površina naselja (izgrađeno <80% ili >80%),
- Industrijski ili poslovni prostori,
- Prometnice s pripadajućim zemljištem,
- Luke s pripadajućim zemljištem,
- Zračne luke s pripadajućim zemljištem,
- Rudokopi,
- Odlagališta otpada,
- Gradilišta,
- Gradsko zelenilo,
- Sportski i rekreacijski objekti.

6.3. Informacije o pristupima za prikaz površina te bazama podataka o korištenju zemljišta korištenim prilikom pripreme inventara

6.3.1. Šumsko zemljište (4.A)

Za potrebe izrade ovoga izvješća odnosno potrebe prikaza površina pod šumama korišteni su podaci Hrvatskih šuma d.o.o. i podaci prikupljeni provedbom LULUCF 1 projekta.

Aktivnosti planiranja u sektoru šumarstva u Hrvatskoj uređene su *Zakonom o šumama* ²⁸. Šumskogospodarski planovi utvrđuju uvjete za održivo korištenje šuma i šumskoga zemljišta i zahvate u tom prostoru, potreban opseg uzgoja i zaštite šuma, mogući stupanj iskorištenja te uvjete za gospodarenje životinjskim svijetom. Šumskogospodarski planovi su kako slijedi:

- Šumskogospodarska osnova područja Republike Hrvatske (ŠGOP, Osnova područja),
- Osnove gospodarenja gospodarskim jedinicama,
- Programi za gospodarenje gospodarskim jedinicama na kršu,

²⁸ Zakon o šumama (Narodne Novine NN. 68/18, 115/18)

- Programi za gospodarenje šumama šumoposjednika,
- Programi obnove i zaštite šuma u posebno ugroženom području,
- Programi za upravljanje šumama posebne namjene,
- Godišnji planovi gospodarenja šumama,
- Operativni godišnji planovi.

Sve šumskogospodarske planove, njihovu obnovu i reviziju odobrava Ministarstvo poljoprivrede.

Šumskogospodarska osnova područja Republike Hrvatske (ŠGOP) propisuje između ostalog, aktivnosti koje će se izvršiti u narednih 10 godina, ali također i do određene razine opisuje dosadašnje gospodarenje (gospodarenje u prethodnom 10-godišnjem razdoblju) te stanje šuma na početku novog 10-godišnjeg razdoblja. Do sada su pripremljena četiri ŠGOP:

- ŠGOP koja obuhvaća razdoblje od 1986.-1995. (ŠGOP 1986.-1995.),
- ŠGOP koja obuhvaća razdoblje od 1996.-2005. (ŠGOP 1996.-2005.),
- ŠGOP koja obuhvaća razdoblje od 2006.-2015. (ŠGOP 2006.-2015.),
- ŠGOP koja obuhvaća razdoblje od 2016.-2025. (ŠGOP 2016.-2025.).

Sažeto, ukupno šumsko zemljište u Hrvatskoj čini jedno šumskogospodarsko područje koje se uspostavlja radi osiguranja jedinstvenog i održivog gospodarenja šumskim zemljištem. Prema tome, slijedom nacionalnih kriterija, i obraslim i neobraslim šumskim zemljištem održivo se gospodari neovisno o njihovom vlasništvu, namjeni, uzgojnim oblicima itd.

Prema načinu gospodarenja šumom, slijedom *Pravilnika o uređivanju šuma* sastojinama se gospodari ili kao jednodobnim ili kao prebornim. Dva su načina gospodarenja prebornim sastojinama:

- grupimično
- stablimično.

Kod grupimičnog gospodarenja u odjelu ili odsjeku pristupa se skupini stabala većoj od 0.2 ha odnosno manjoj od 2.0 ha, a gdje su stabla iste dobi i razvojnog stadija.

Jednodobne sastojine čine regularne šume koje pokrivaju oko 52% obraslog šumskog zemljišta (isključujući makiju, šikare, garige i šibljake). Preborne šume čine oko 30% obraslog šumskog zemljišta (isključujući makiju, šikare, garige i šibljake). Sastojine kojima se gospodari grupimično čine 18% obraslog šumskog zemljišta.

Državnim šumama gospodare ili „Hrvatske šume d.o.o.“ ili ostali pravni subjekti. Za privatne šume, 2006. godine osnovana je Šumska savjetodavna služba (ŠSS) (započela s radom 2007. godine). Njena funkcija je bila pomoći privatnim vlasnicima u gospodarenju i poboljšanju stanja privatnih šuma. Ova služba pripojena je 2010. godine Hrvatskim šumama d.o.o., a 2014. je njen rad ponovno pokrenut u skladu sa promjenama donesenim *Zakonom o šumama* te danas djeluje unutar Ministarstva poljoprivrede.

Nadalje, predložene su detaljne informacije o sustavu u državnim šumama kojima upravljaju Hrvatske šume d.o.o. Ovdje treba naglasiti da sustav upravljanja šumama Hrvatskih šuma d.o.o. raspolaže međunarodnim FSC certifikatom (eng. *Forest Stewardship Council A.C.*) što dokazuje da se šumama održivo gospodari.

Sustav upravljanja šumama organiziran je na način da je čitavo područje RH podijeljeno na 17 uprava šuma (slika 6.3-1). Ovakva podjela uspostavljena je 1996. godine.

Uprave šuma sastoje se od šumarija, a danas je područje Hrvatske podijeljeno na 169 šumarija. Šumarija je temeljna organizacijska jedinica za izvođenje svih stručno-tehničkih poslova u gospodarenju šumom i one su izravno pod nadzorom uprave. Gospodarenje šumama šumarije provode temeljem propisa

šumskogospodarskih planova za pojedine gospodarske jedinice koje je odobrilo Ministarstvo poljoprivrede. Primjer jedne uprave šuma podijeljene na 12 šumarija prikazan je na slici 6.3-2.

Svaka šumarija sastoji se od određenog broja gospodarskih jedinica. Podjela šumskogospodarskog područja na gospodarske jedinice provodi se radi lakše provedbe šumskogospodarskih planova. Površina gospodarske jedinice je obično između 1000 ha i 3000 ha. Područja pojedinih gospodarskih jedinica određena su Šumskogospodarskom osnovom područja i u pravilu se ne mijenjaju (sad ima oko 653 gospodarske jedinice). Broj gospodarskih jedinica kojima gospodari pojedina šumarija je promjenjiv. Slika 6.3-3 prikazuje područje šumarije „Cerna“ podijeljene na tri gospodarske jedinice.

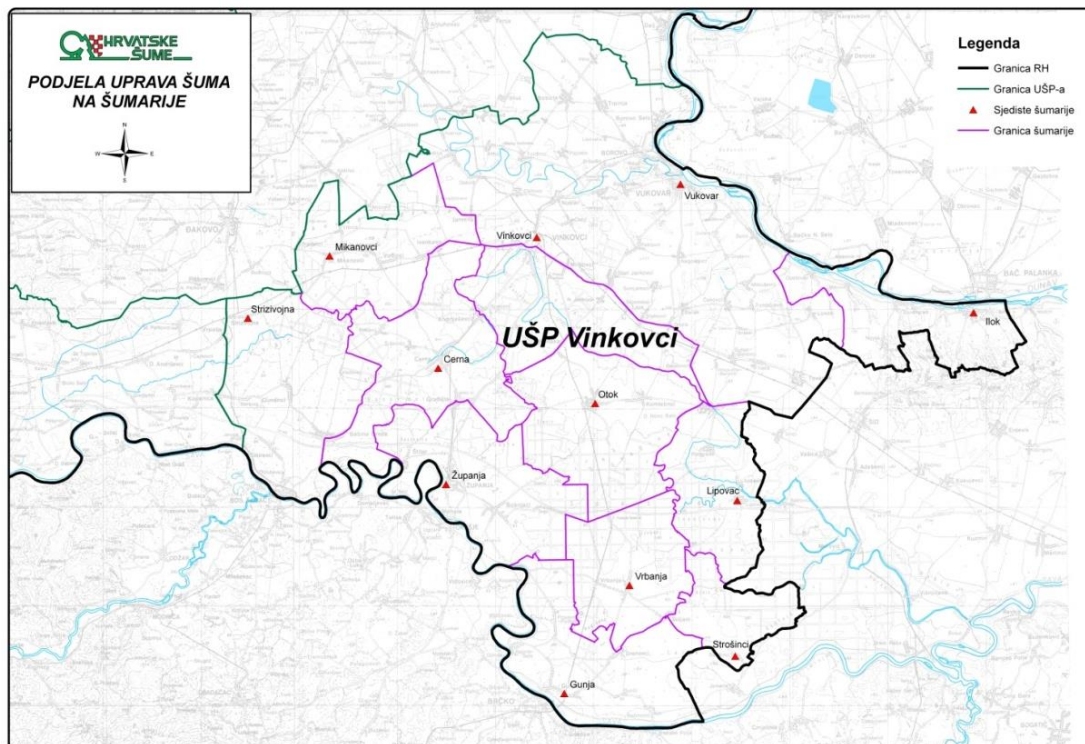
Gospodarska jedinica dijeli se na odjele i odsjeke. Odjel se smatra trajnom osnovnom jedinicom gospodarske podjele šuma. Odjeli se ustanovljuju radi lakšeg gospodarenja, nadzora i orijentacije na terenu. Površina odjela, osim za prvi dobni razred, šibljake, šikare, makije, garige i neplodno šumsko zemljište u pravilu ne može biti veća od 60 ha. Slika 6.3-4 prikazuje podjelu gospodarske jedinice „Krivsko ostrvo“ na 33 odjela.

Odjeli se dijele na manje površine (odsjeke), a odsjek je najmanja promjenjiva osnovna površina gospodarske podjele šuma kojom se posebno gospodari kao sastojinom. Sastojine se izlučuju u odsjeke prema uzgojnom obliku, sastojinskom obliku, razvojnom stadiju, vrsti drveća, starosti, cilju gospodarenja, omjeru smjese i obrastu. Najmanja površina odsjeka iznosi jedan hektar, osim u šumama šumoposjednika i odvojenim šumskim površinama, kada ona može biti i manja, a najveća površina odsjeka određena je veličinom odjela. Međutim, uzorkovanje se provodi unutar odsjeka na mreži od 0.05 ha. Slika 6.3-5 pokazuje podjelu Odjela 7 Gospodarske jedinice „Krivsko ostrvo“ na tri odsjeka.

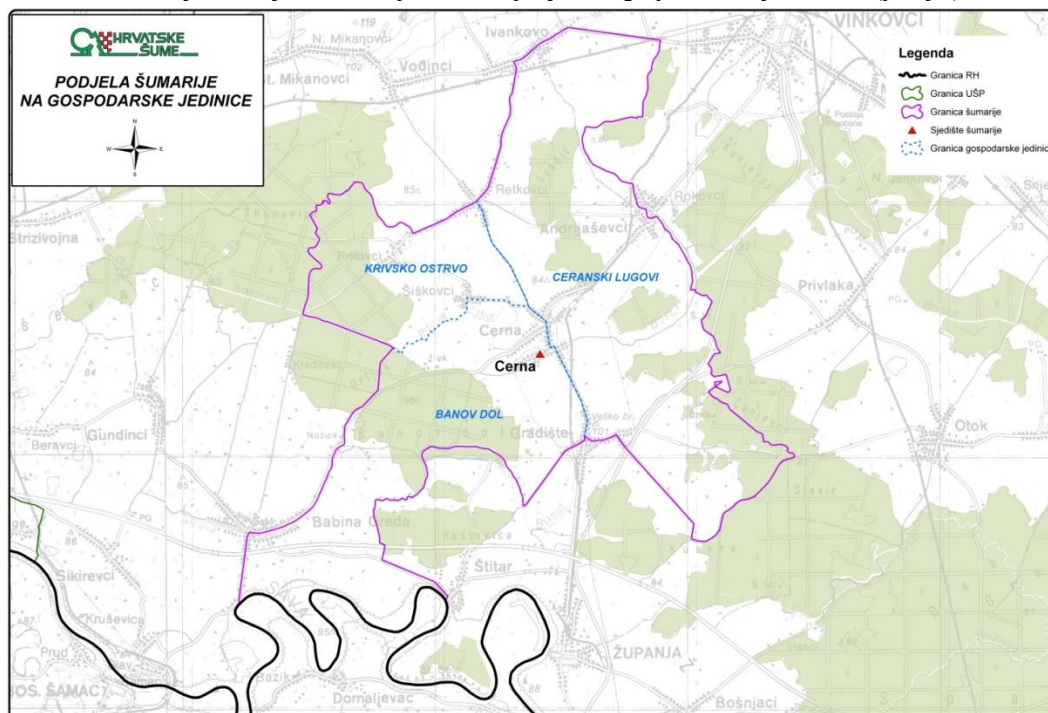
Slika 6.3-1: Prostorna podjela Republike Hrvatske na Uprave šuma Podružnice (UŠP)



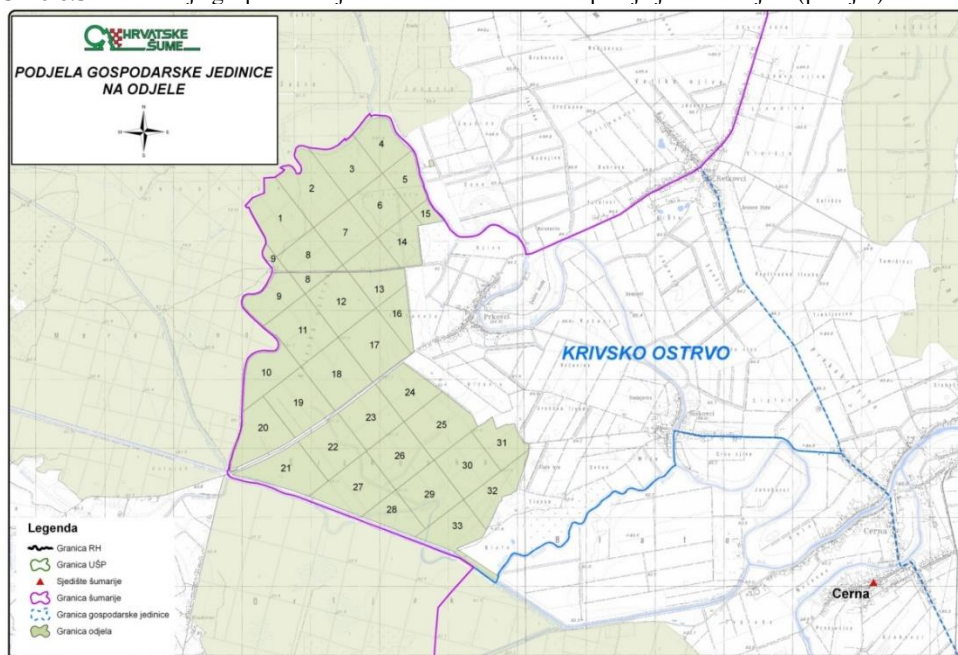
Slika 6.3-2: Podjela uprave šuma “Vinkovci” na šumarije (primjer)



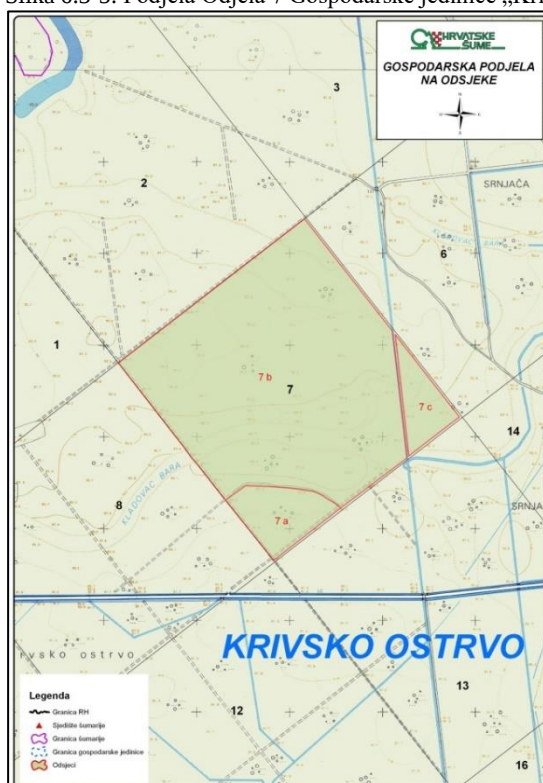
Slika 6.3-3: Područje šumarije “Cerna” s prostornom podjelom i gospodarskim jedinicama (primjer)



Slika 6.3-4: Područje gospodarske jedinice “Krivsko ostrvo” podijeljeno na odjele (primjer)



Slika 6.3-5: Podjela Odjela 7 Gospodarske jedinice „Krivsko ostrvo“ na odsjeke



Kratka shema strukture sustava prikazana je na slici 6.3-6.

Slika 6.3-6: Shema strukture nacionalnog sustava



Dakle, treba ponovo naglasiti da je osnovna jedinica gospodarenja šumama u Hrvatskoj odsjek za koji se izmjerom na terenu na mreži od 0.05 ha i obradom izmjerenih podataka utvrđuju podaci o površini, kategoriji zemljišta, drvnoj zalihi i prirastu po debljinskim stupnjevima (iznad 10 cm promjera na 130 cm iznad tla, debljinski stupnjevi po 5 cm), starosti, ekološko – gospodarskom tipu, sklopu, nadmorskoj visini, stupnju ugroženosti od požara, vrstama drveća i njihovom broju stabala itd. Isto tako, za svaki odsjek izrađuje se propis sječe i šumskouzgojnih radova koji se evidentiraju svake godine.

Zakon o šumama uređuje uzgoj, zaštitu, korištenje i gospodarenje šumom i šumskim zemljištima kao prirodnim bogatstvom, a s ciljem održavanja biološke raznolikosti te osiguranja gospodarenja na načelima gospodarske održivosti, socijalne odgovornosti i ekološke prihvatljivosti. Isti zabranjuje obnovu šuma čistom sječom; time je osnovna metoda obnove svih prirodnih šuma prirodno pomlađivanje.

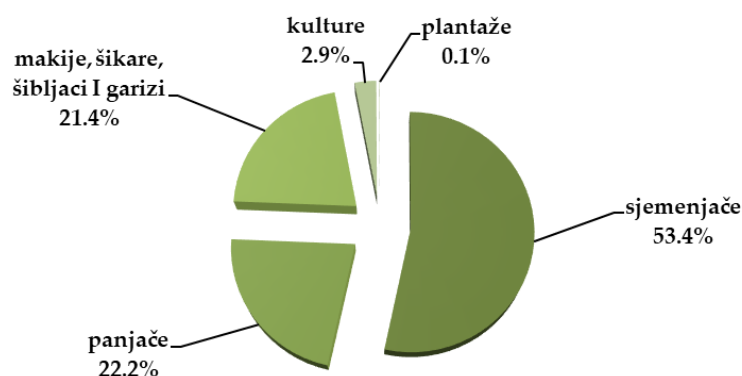
Niže prikazane vrijednosti temelje se na podacima iz 2016. godine koji su dio Šumskogospodarske osnova područja za razdoblje od 2016.–2025. (ŠGOP 2016.-2025.) i predstavljaju šumsko zemljište u Hrvatskoj, sukladno definicijama *Zakona o šumama* i *Pravilniku o uređivanju šuma*.

Na temelju uzgojnih oblika, obraslo šumsko zemljište podijeljeno je kako slijedi:

- Sjemenjače,
- Plantaže,
- Kulture šuma,
- Panjače,
- Makija, šikare, garizi, šibljaci.

Njihov udio u šumskom zemljištu prikazan je na slici 6.3-7.

Slika 6.3-7: Udio pojedinog uzgojnog oblika u (obraslom) šumskom zemljištu, ŠGOP 2016. – 2025.



Prema *Zakonu o šumama* šume se svrstavaju u tri (3) kategorije:

- gospodarske šume (činile su oko 57% ukupne površine šumskog zemljišta u 2016. g.);
- zaštitne šume (oko 25% ukupne površine šumskog zemljišta u 2016. godini);
- šume posebne namjene (oko 18% ukupne površine šumskog zemljišta u 2016. g.).

Prema tipu vlasništva, šuma u Hrvatskoj podijeljene su na:

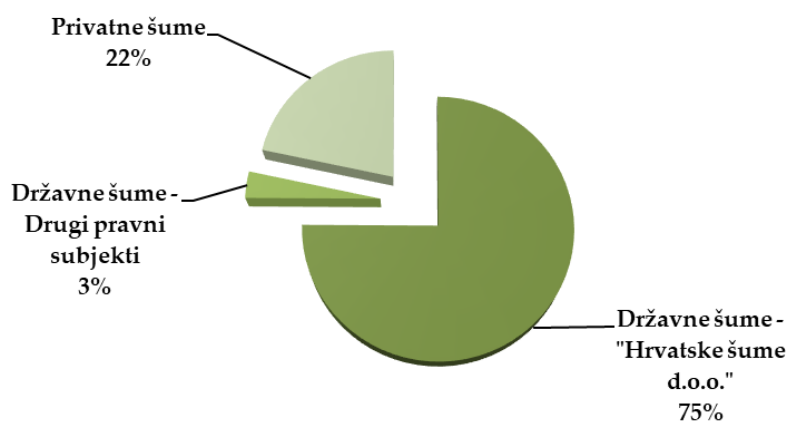
a) Državne šume u vlasništvu države kojima gospodari:

- Trgovačko društvo „Hrvatske šume d.o.o.“
- Tijela državne uprave čiji je osnivač RH (npr. nacionalni parkovi, Šumarski fakultet, Ministarstvo obrane, „Hrvatske vode“ itd.)

b) Privatne šume

Državne šume kojima gospodari javno poduzeće „Hrvatske šume“ d.o.o. čine oko 75% ukupne površine šumskog zemljišta, 3% čine državne šume kojima gospodare drugi pravni subjekti, a ostalih 22% je u privatnom vlasništvu (slika 6.3-8).

Slika 6.3-8: Struktura vlasništva šumskog zemljišta u Hrvatskoj, ŠGOP 2016. – 2025.



Površina šuma utvrđena je na temelju svih dostupnih katastarskih karti različitih mjerila. Međutim, tijekom pripreme ŠGOP-a 2016.-2025., uočeno je da katastarski podaci o površini šuma ne odgovaraju stvarnim uvjetima – privatne šume su bile veće od onih predstavljenih u katastru. Budući da su privatne šume vrlo usitnjene i rastrkane na cijelom području, najpreciznije određivanje njihove površine i prostornog položaja postignuto je primjenom metoda daljinskog istraživanja za analizu šumskog područja i terenskih radova za određivanje stanja šuma. Šumsko područje se odredilo na tri načina:

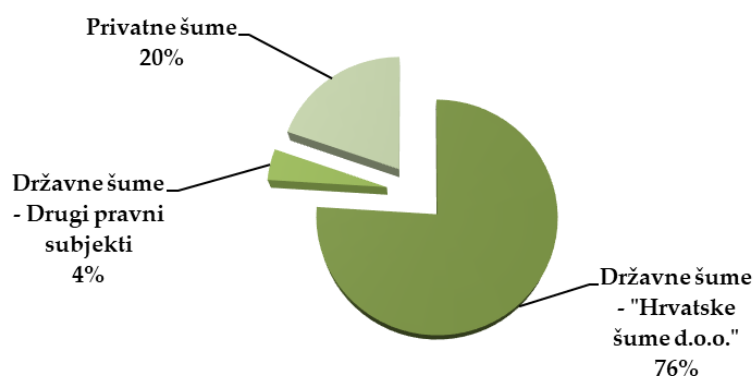
- korištenjem ortofota (mjerilo 1:5,000)
- korištenjem digitalnih katastarskih karata
- korištenjem drugih dostupnih šumskih karata

Prema ŠGOP-u 2016.-2025. ukupna određena drvena zaliha je oko 418 milijuna m³ u 2016. godini (udjeli prikazani na slikama 6.3-9 i 6.3-10) na temelju sljedećih izmjerenih podataka:

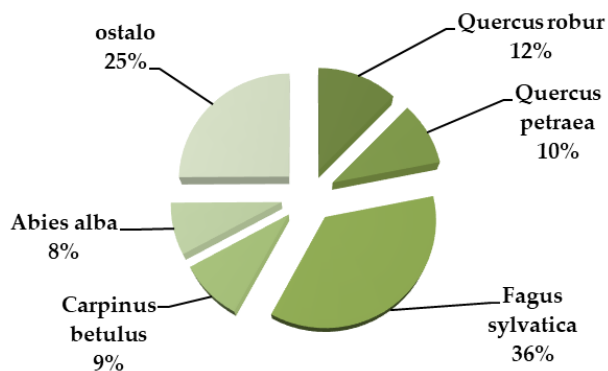
- prsni promjer
- visina živih stabala iznad taksacijske granice (10 cm iznad prsnog promjera).

Drvena zaliha se ne mjeri u prvim dobnim razredima u jednodobnim šumama te se zbog toga promjene u zaliham ugljika ne uzimaju u obzir tijekom izvještavanja. Procjena zalihe ugljika u šumama makija i šikara izvršena je pomoću stručne procjene o prirastu u tim šumama.

Slika 6.3-9: Udio drvene zalihe u državnim i privatnim šumama, ŠGOP 2016. – 2025.



Slika 6.3-10: Udio glavnih vrsta u drvenoj zalihi, 2016. godina, ŠGOP 2016. – 2025.



Mjerenje prsnih promjera stabala obavlja se na primjernim površinama uzimajući od ukupne površine odsjeka:

- najmanje 2% u jednodobnim sastojinama visokog uzgojnog oblika drugog dobnog razreda, šumama s ograničenim gospodarenjem, panjačama, zaštitnim i šumama šumoposjednika;
- najmanje 5% u jednodobnim sastojinama visokog uzgojnog oblika iznad drugog dobnog razreda, te u prebornim sastojinama

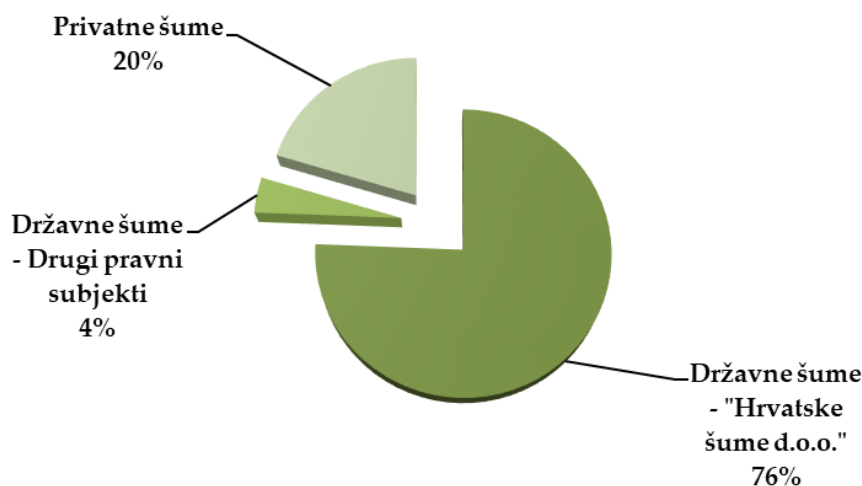
Primjerice, planskim normama za radove na uređivanju državnih šuma kojima gospodare Hrvatske šume d.o.o. za 2010. godinu predviđeno je:

- izlučivanje odsjeka na 143000 ha,
- mjerenje prsnih promjera stabala na 69000 primjernih površina 5%-og uzorka,
- mjerenje prsnih promjera stabala na 25000 primjernih površina 2%-og uzorka,
- mjerenje prsnih promjera svih stabala na 6000 ha,
- mjerenje 123000 visina stabala,
- uzimanje 43000 izvrtaka.

Temeljem legislative²⁹, prirast drvene zalihe određuje se na temelju volumnih tablica i mjerenja debljinskog prirasta. Mjerenje debljinskog prirasta se obavlja za glavne vrste drveća. U jednodobnim sastojinama uzorci za izmjeru debljinskog prirasta za pojedinu vrstu drveća se grupiraju po načinu postanka, bonitetima i starosti, a u prebornim i raznodobnim sastojinama po uređajnim razredima i bonitetima. U sastojinama niskog uzgojnog oblika određuje se samo prosječni dobni prirast drvene zalihe. Izvrtak se uzima na prsnoj visini (1.30 m) odabranog stabla Presslerovim svrdlom.

Udio prirasta u državnim i privatnim šumama prikazan je na slici 6.3-11.

Slika 6.3-11: Udio prirasta u državnim i privatnim šumama, ŠGOP 2016. – 2025.



Šumsko zemljište je u ovom izvješću predstavljeno temeljem definicija u niže navedenom poglavlju (Poglavlje 6.4). Pripadajući podaci dobiveni su iz ŠGOP-a. Šume u Hrvatskoj prikazane su prema tipu na šume bjelogorice i crnogorice, te šume izvan sustava sječe (šume makija i šikara).

6.3.2. Zemljište pod usjevima (4.B)

Za prikaz površina zemljišta pod usjevima u Hrvatskoj, razmatrani su podaci Državnog zavoda za statistiku (DZS), baze podataka CLC-a (Corine Land Cover, godine 1980., 1990., 2000., 2006., 2012. i 2018.) te baze podataka ARKOD-a. Uočene značajne promjene među podacima dobivenima iz ovih baza zahtijevaju prilagodbe podataka za pojedina vremenska razdoblja.

CLC baza podataka uspostavljena je 1985. godine kao europski program sa ciljem kompjuteriziranog inventara o pokrovu zemljišta zemalja članica i ostalih europskih zemalja u originalnom mjerilu 1:100,000. Ona koristi 44 klase trostupanjske nomenklature od kojih svaka opisuje drugi tip pokrova zemljišta. Minimalna jedinica kartiranja pokrova zemljišta je 25 ha, te 5 ha za kartiranje promjena pokrova zemljišta od 2000. godine.

²⁹ Pravilnik o uređivanju šuma (NN 97/18, 101/18)

Hrvatska se pridružila ovome programu 2002. godine kada je i razvijena prva baza za Hrvatsku. Trenutno u sklopu ove baze Hrvatska raspolaže informacijama o pokrovu zemljišta za godine: 1980., 1990., 2000., 2006., 2012. i 2018. Tijekom razvojnog procesa CLC-a 2000., 39 od ukupno 44 klase zemljišta su prepoznate u Hrvatskoj dok je tijekom CLC-a 2006. prepoznato 40 klasa. Također, nastavljajući suradnju u ovome EU programu Hrvatska je uspjela razviti slijedeće baze o promjenama u pokrovu zemljišta: CLC promjene 1980.-1990., CLC promjene 1980.-2000., CLC promjene 1990.-2000., CLC promjene 2000.-2006 i 2006.-2012. Za potrebe ovog izvješćivanja Hrvatska agencija za okoliš i prirodu razvila je zasebnu bazu CLC promjena za period 1990.-2006³⁰. Prvi puta je korištena za određivanje prenamjene zemljišta u svrhu izvješćavanja. Promjene podataka o aktivnostima (površine zemljišta) rezultiraju značajnim razlikama u emisijama/uklanjanja pomoću ponorama (poglavlje Rekalkulacije).

ARKOD predstavlja nacionalni sustav identifikacije zemljišnih parcela i korištenja poljoprivrednog zemljišta u Hrvatskoj. Temelji se na digitalnim orto-foto kartama u mjerilu 1:5,000, koje služe kao osnova za tumačenje i utvrđivanje površina poljoprivrednog zemljišta.

Ministarstvo poljoprivrede i Agencija za plaćanja u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju uspostavili su ovaj sustav 2009. godine kao dio hrvatskog usklađivanja s europskim zahtjevima. ARKOD predstavlja sastavni dio Integriranog administrativnog i kontrolnog sustava (IACS) kojim zemlje članice EU dodjeljuju, prate i nadziru izravna plaćanja EU-a poljoprivrednicima. Potpuna primjena ARKOD-a započinje s punopravnim članstvom Hrvatske u EU. Od 2011. godine ovaj se sustav koristi za praćenje isplaćenih subvencija na nacionalnoj razini.

ARKOD zasad nije potpun. On sadrži podatke za samo oko 1 milijun ha poljoprivrednog zemljišta u Hrvatskoj, te treba postupno biti dovršen. Većina podataka u ARKOD-u preuzeta je iz hrvatskog Upisnika poljoprivrednih gospodarstava osnovanog 2003. u svrhu davanja subvencija poljoprivrednicima. Ovaj se Upisnik temelji na katastarskim podacima.

Zbog činjenice da ARKOD sadrži podatke (za oko 60% svih poljoprivrednog zemljišta) samo o poljoprivrednom zemljištu u okviru sustava poticaja, on nije potpun te se ne može koristiti u svrhu ovog izvješća.

Za potrebe budućeg izvješćavanja ova bi baza podataka trebala biti uzeta u obzir, posebice nakon ulaska Hrvatske u EU, kada će ARKOD morati sadržavati podatke o svim gospodarstvima u Hrvatskoj.

Za potrebe ovog izvješća korišteni su podaci DZS-a iz razdoblja 1960.-2000. Iako su podaci DZS-a o zemljištima pod usjevima konzistentni tijekom razdoblja 1960.-2000., zabilježeno je odstupanje u periodu 1992.-1997. zbog utjecaja rata. Kako bi se ovo razdoblje prilagodilo, korištena je linearna interpolacija podataka DZS-a iz razdoblja 1991.-1998.

Navedeni podaci korišteni su u svrhu određivanja ukupne površine zemljišta pod usjevima za vremenski period 1990.-2019. U odnosu na ukupnu površine, određena je i površina zemljišta pod jednogodišnjim usjevima i višegodišnjim nasadima. Za ovu svrhu korišten je udio pojedinih podkategorija kako je to definirano od strane DZS-a. Nadalje je izvršeno razdvajanje prenamijenjenih površina u i iz zemljišta pod usjevima za pojedine godine.

Znatne razlike u podacima DZS-a u kategoriji travnjaka i usjeva u razdoblju nakon 2000. godine uvjetovane su načinom prikupljanja podataka i uporabom nove EUROSTAT metodologije, kao što slijedi: *“Državni zavod za statistiku u 2005. je prvi put prikupio podatke iz područja biljne proizvodnje za obiteljska poljoprivredna gospodarstva metodom intervjua s pomoću anketara na odabranom uzorku. Time je Zavod napustio dugogodišnju metodu dobivanja podataka preko procjena koje su obavljali poljoprivredni procjenitelji na temelju katastarskih podataka. Uzorak za poljoprivredna kućanstva izabran je iz osnovnog skupa podataka popisa poljoprivrede 2003. i sasvim je slučajna: jedini je uvjet bio da najmanje tri kućanstva budu u istom naselju. Na veličinu uzorka utjecala su sredstva odobrena u*

³⁰ Hrvatska agencija za okoliš i prirodu, Corine Land Cover baza podataka. Vidi listu izvora.

Državnom proračunu Hrvatske. U uzorak je odabrano oko 11.000 kućanstava. Uzorak je izabran na bazi analize sedam veličina: ukupne korištene poljoprivredne površine, površine oranica, površine povrtnjaka, površine livada, površine pašnjaka, površine voćnjaka i površine vinograda. Svi dobiveni podaci ekspanzirani su i uspoređeni s podacima prijašnjih godina, podacima Popisa poljoprivrede 2003. te raspoloživim administrativnim izvorima (Upisnik poljoprivrednih gospodarstava Ministarstva poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja te drugi). Na temelju svih raspoloživih podataka prema potrebi učinjene su korekcije”.

Zbog napuštanja metode procjene koje su obavljali poljoprivredni procjenitelji na temelju katastarskih podataka, pojavile su se razlike u površinama pojedinih usjeva, vinograda i voćnjaka, koje se uglavnom očituju u smanjenju površina, što bi moglo biti prouzročeno neažurnošću katastra.

Podaci o površini za godine od 2000. do 2004. preračunati su na temelju podataka iz Popisa poljoprivrede 2003. Kao najpovoljnija godina za preračunavanje podataka o površinama uzeta je 2003. zato što u toj godini postoje podaci Popisa poljoprivrede kao i procjene statističkih procjenitelja. Podaci za godine 2000. do 2004. preračunati su množenjem podataka iz 2003. s indeksima s godišnjim promjena izračunatih iz ocjena statističkih procjenitelja.

Glavna svrha preračunavanja bila je metodološki uskladiti podatke i metode ocjene podataka za navedeno razdoblje. Metodologija je potpuno usklađena s preporukama EUROSTAT-a³¹.

Primjenjujući novu EUROSTAT-ovu metodologiju i metodu intervjua na privatnim, obiteljskim gospodarstvima u statističkoj obradi podataka nakon 2005. godine, DZS je bio usmjeren na poljoprivredne površine koje su korištene za proizvodnju u godini istraživanja te stvarno obrađivane poljoprivredne površine u godini istraživanja. Sakupljajući podatke na taj način, DZS je u godini istraživanja u potpunosti izostavio evidentirati površine koje se tradicionalno manje obrađuju ili se uopće ne obrađuju u Hrvatskoj (većinom travnjačke površine kao što su pašnjaci i livade). Prije primjene nove metodologije ove površine su bile evidentirane kao neobrađene poljoprivredne površine (i bile su praćene temeljem katastarskih podataka), pod-kategorijom koja više ne postoji po novoj metodologiji. Usporedba podataka prikupljenih temeljem definicija DZS-a prije i nakon 2005. godine pokazuje razliku od više od 1,0 milijuna ha u površini travnjaka i objašnjava razliku između serije podataka DZS-a u periodu 1990.-1999. i 2000.-2010.

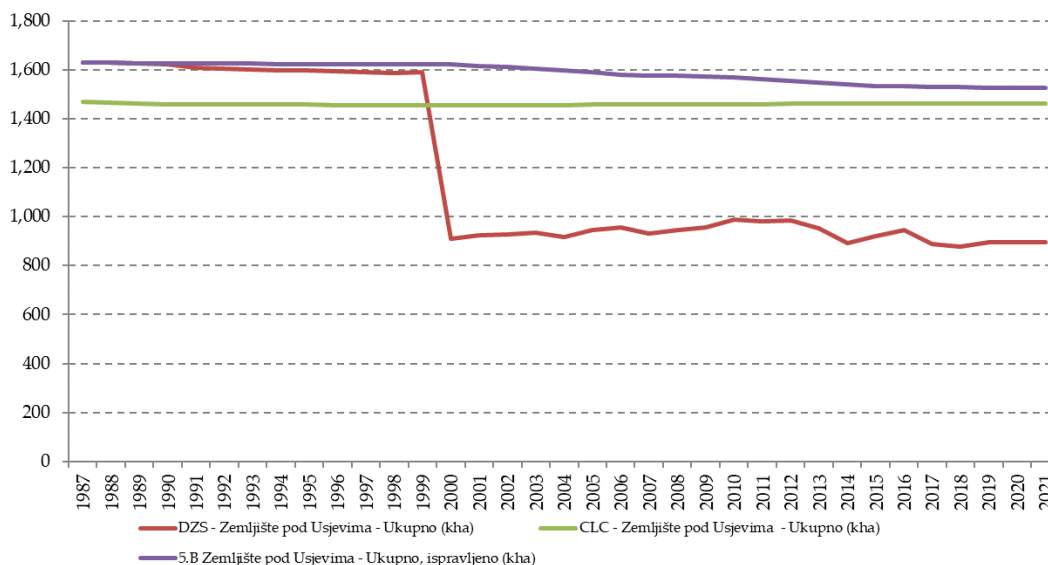
Kako bi se definirala ukupna površina Zemljišta pod usjevima u Hrvatskoj, analizirani su podaci iz svih dostupnih izvora podataka. Zaključeno je da se za ovu kategoriju zemljišta trebaju koristiti podaci dostupni u Državnom zavodu za statistiku (DZS) i Corine Land Cover (CLC) bazi podataka. Međutim, zbog promjena u metodologiji DZS-a za prikupljanje podataka koje su se dogodile 2000. i 2005. godine, potrebno je bilo izvršiti prilagodbu tih podataka. Ovdje je predstavljen opis provedenog postupka prilagođavanja podataka iz DZS-u. Nakon prilagodbe podataka DZS-u za cijeli vremenski period, korištena su ukupno korigirana područja Zemljišta pod usjevima korištenjem podataka DZS-a za ukupne površine Zemljišta pod usjevima 1987. godine (za što je skupina nacionalnih stručnjaka utvrdila da su pouzdani), dodajući preostale površine ukupne prenamijenjene zemljišta na površinama Zemljišta pod usjevima nakon oduzimanja površina prenamijenjenih iz područja Zemljišta pod usjevima u druge kategorije zemljišta. Ukupno korigirane površine Zemljišta pod usjevima u sljedećim godinama se procjenjuju pomoću ukupnih površina Zemljišta pod usjevima u prethodnoj godini gdje se dodaju površine preostale od ukupnih prenamijenjenih površina na površine Zemljišta pod usjevima nakon oduzimanja prenamijenjenih površina Zemljišta pod usjevima u druge kategorije zemljišta u odgovarajućoj godini.

Hrvatska je analizirala sve podatke dostupne iz različitih izvora podataka za razvoj zemljišne matrice. To je uključivalo i ARKOD podatke. ARKOD sadrži samo podatke o poljoprivrednom zemljištu koje je u sustavu poticaja (približno 60% ukupnog poljoprivrednog zemljišta u Hrvatskoj). Dakle, ARKOD ne

³¹ Statistički ljetopisi Republike Hrvatske 2012. Vidi Popis izvora.

sadrži sve podatke o poljoprivrednom zemljištu, pa se zbog toga podaci iz ARKOD-a ni na koji način ne koriste za svrhu matrice za ovo izvještavanje, uključujući i definiranje „korigiranih površina obradivih površina“. Međutim, novi projekt započeo je 2020. godine (skraćeno nazvan CROLIS) koji će nadopuniti ARKOD s trenutno nedostajućim podacima o poljoprivrednom zemljištu. U budućnosti (2024. godina) podaci ARKOD-a koristit će se za izvještavanje unutar sektora LULUCF-a. Novi podaci koji će biti ugrađeni u ARKOD prikupit će se pomoću satelitskih snimaka Sentinel 2 i drugih dostupnih tehnika za prikupljanje prostornih podataka o zemljištu. Tako će se Pristup 3 primijeniti za prikupljanje preostalih ARKOD podataka o poljoprivrednom zemljištu u Hrvatskoj.

Slika 6.3-12: Korigirana ukupna površina zemljišta pod usjevima, kha



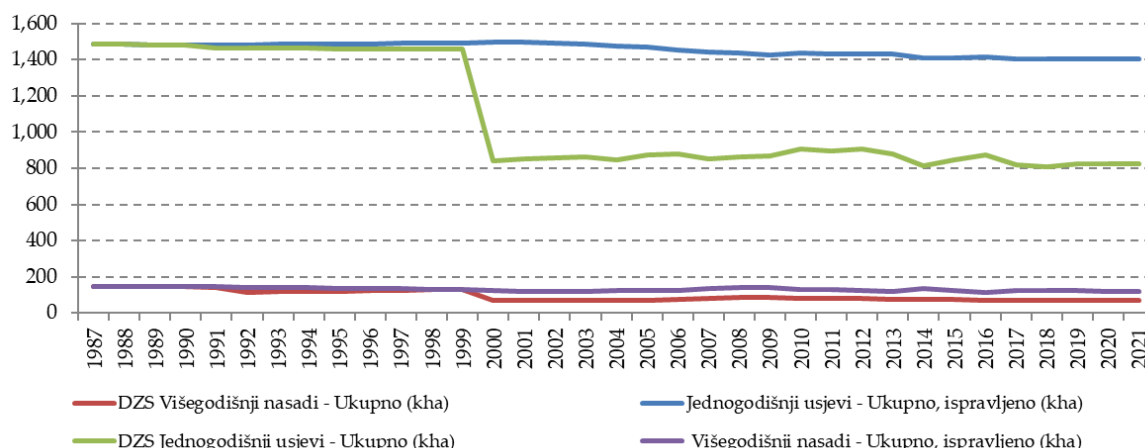
Udio zemljišta pod višegodišnjim nasadima u ukupnoj prilagođenoj površini zemljišta pod usjevima od 2000. procijenjen je na temelju relativnih udjela zemljišta pod višegodišnjim nasadima prema podacima DZS-a iz 2000-tih. Za godine prije 2000. korišteni su podaci DZS-a o zemljištima pod jednogodišnjim usjevima i višegodišnjim usjevima/nasadima. Relativni udjeli ovih zemljišta u znatnoj su mjeri dosljedni u čitavom vremenskom razdoblju (0.1 prema 0.9).

Površina jednogodišnjih usjeva i višegodišnjih nasada koja se koriste za izvještavanje unutar LULUCF ovisi o službenim podacima DZS-u o jednogodišnjim usjevima i višegodišnjim nasadima na godišnjoj razini. Do sada, Hrvatska ne raspolaže boljim izvorom podataka za navedene kategorije zemljišta.

Novi podaci o kopnenim površinama će se dobiti kroz započeti projekt CROLIS koji će se koristiti za buduća poboljšanja unutar NIR-a.

Što se tiče identifikacije površina zemljišta pretvorenih u Zemljište pod usjevima, tijekom stručnog rada zaključeno je da u Hrvatskoj postoji prenamjena iz kategorije Šumsko zemljište i Travnjaci u Zemljište pod usjevima. Površina Šumskog zemljišta koje se pretvara u Zemljište pod usjevima otkriveno je tijekom provedbe LULUCF 1 projekta (vidi Poglavlje 6.3.5), a za konverziju na godišnjoj razini iz kategorije Travnjaka u pCL i aCL korištene su CLC promjene baze podataka.

Slika 6.3-13: Površina zemljišta pod jednogodišnjim usjevima i višegodišnjim nasadima u Hrvatskoj nakon prilagodbe podataka DZS-a, kha



Za usporedbu, na ovoj slici rezultati CLC-a temelje se na linearnoj interpolaciji između pojedinačnih godina procjena CLC-a (1980.-1990., 1981.-1989., 1990.-2000., 2000.-2006., 2006.-2012. i 2012.-2018.). U godinama nakon 2018. primijenjena je ekstrapolacija trenda CLC-a.

6.3.3. Travnjaci (4.C)

Za prikaz površina pod travnjacima u Hrvatskoj, razmatrani su podaci Državnog zavoda za statistiku (DZS) i baze podataka CLC-a (godine 1980., 1990., 2000., 2006., 2012. i 2018.). Uočene značajne promjene među podacima dobivenima iz ovih baza zahtijevaju prilagodbe podataka za čitavo razdoblje proračuna.

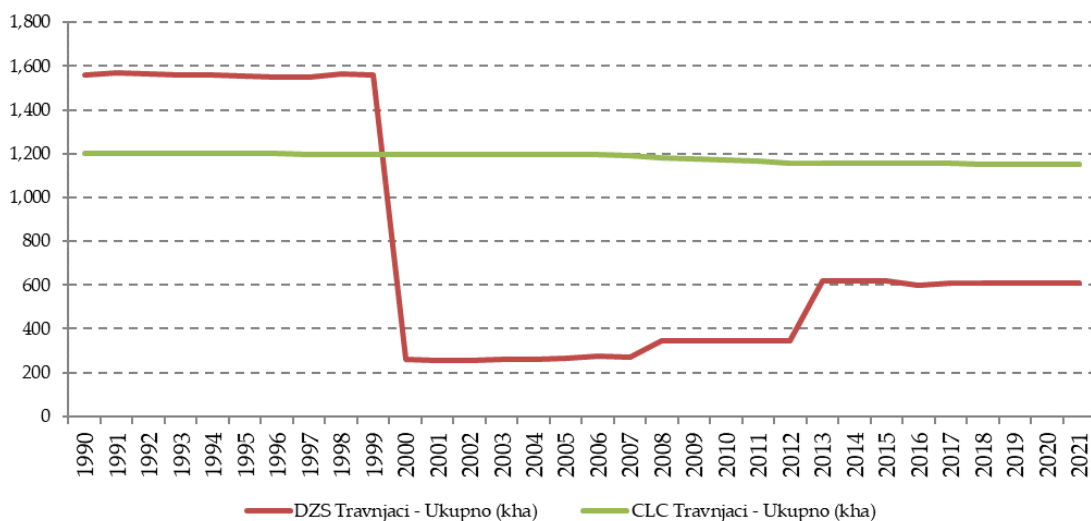
Potpuna analiza podataka DZS-a pokazala je njihovu neadekvatnost s obzirom na ukupnu površinu Hrvatske. Prilagodba podataka DZS-a podacima CLC-a za vremenske serije nakon 2000. imala je iste rezultate, što je dovelo do prekoračenja ukupne površine Republike Hrvatske. U isto vrijeme, podaci CLC-a odgovarali su površini hrvatskog prostora te su stoga korišteni u ovom izvješću.

Podaci Državnog zavoda za statistiku su rezultat hrvatskih statističkih istraživanja iz područja poljoprivrede. Od 2005. godine DZS u svojim istraživanjima primjenjuje novu metodologiju definiranu od strane EUROSTAT-a 2000. godine.

Prije 2005. godine DZS je podatke o obiteljskim gospodarstvima prikupljao odvojeno koristeći metodu stručne procjene od strane poljoprivrednih procjenitelja na temelju podataka iz katastra. Podaci prikupljeni na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima korištenjem nove metodologije pokazali su značajno smanjenje površina travnjaka u Hrvatskoj u razdoblju 1992.-1995. u odnosu na prethodne, kao i na sljedeće godine (npr. 1987. površina iznosi 1.56 milijuna ha, dok u 1995. iznosi 1.10 milijuna ha). Glavni razlog postojanja ovakve razlike jest hrvatski Domovinski rat, zbog kojeg istraživanje nije moglo biti provedeno na čitavom teritoriju Hrvatske. Zaseban i dodatni problem predstavljala su područja pod minama. Na zemljištu pod minama postupno počinje prevladavati šumska vegetacija uslijed prestanka gospodarenja travnjacima. Više informacija o trenutnoj kao i ranije korištenoj metodologiji DZS-a upotrijebljenoj za prikaz površina nalazi se u poglavlju 6.3.2.

Za analizu podataka DZS-a u svrhu ovog izvješća, korištena je linearna interpolacija trenda podataka DZS-a za razdoblje 1991.-1996. kako bi se prilagodile vrijednosti za godine s djelomičnim podacima unutar razdoblja 1992.-1995. (slika 6.3-14).

Slika 6.3-14: Ukupna površina travnjaka prema podacima DZS-a i baze podataka CLC-a, kha



U ovom izvješću, podaci CLC-a su korišteni za prikaz površina travnjaka u Hrvatskoj za godine 1980., 1990., 2000. i 2006., 2012. i 2018. Provedena je linearna interpolacija trenda CLC-a između spomenutih godina procjene. Ekstrapolacija trenda CLC-a je primijenjena za godine nakon 2018.

Trendovi CLC-a travnjaka mogu se naći u matrici zemljišta u CRF tablicama.

Promjena namjene zemljišta (LUC) u podkategorijama Zemljište pod usjevima pretvoreno u Travnjake i Travnjaci pretvoreni u zemljište pod usjevima koriste CLC bazu za određivanje podataka o aktivnostima.

6.3.4. Močvarno područje (4.D)

Kako bi se prikazala površina močvarnog zemljišta u Hrvatskoj, uspoređeni su podaci Corine Land Cover baze podataka (godine 1980., 1990., 2000., 2006., 2012. i 2018. g.) te GIS baze podataka o rasprostranjenosti stanišnih tipova u Hrvatskoj. Karta staništa izrađena je u mjerilu 1:100,000, uz minimalnu jedinicu kartiranja od 9 hektara, a također sadrži i podatke o močvarnom zemljištu u Hrvatskoj koje je zaštićeno temeljem Ramsarske konvencije. Primarna metoda kartiranja bila je analiza Landsat ETM+ satelitskih snimaka, u kombinaciji s drugim izvorima podataka (fotografije iz zraka, podaci iz literature) i terenskim radom. Kartirana su staništa diljem hrvatskog teritorija. Nisu utvrđene značajne razlike među močvarnim područjima prema spomenutim bazama podataka te je odlučeno kako će se za prikaz močvarnog zemljišta koristiti podaci CLC-a.

Provedena je linearna interpolacija trenda CLC-a unutar CLC godina procjene 1980.-1990., 1990.-2006., 2006.-2012., 2012.-2018. Za godine nakon 2018. primijenjena je ekstrapolacija CLC trenda.

Trendovi CLC-a močvarnog zemljišta mogu se naći u matrici zemljišta. LUC zemljišta pod usjevima u močvarno zemljište podijeljen je na jednogodišnja i višegodišnja zemljišta pod usjevima prema njihovom udjelu u ukupnom zemljištu pod usjevima (0.9 prema 0.1).

Procjena prenamjene zemljišta prema CLC-u sugerirala je kako do porasta promatranih močvarnih zemljišta u Hrvatskoj dolazi zbog pretvorbe Zemljišta pod usjevima u Močvarna zemljišta.

6.3.5. Naseljena područja (4.E)

Za prikaz površina naselja u Hrvatskoj utvrđeno je da su podaci Corine Land Cover baze podataka (godine 1980., 1990., 2000., 2006. i 2012. i 2018) i Registra prostornih jedinica Državne geodetske upotrebljivi za ovu namjenu.

Iako Registar sadrži podatke o državi, županiji, Gradu Zagrebu, gradu, općini, naseljima, zaštićenim područjima, katastarskim općinama, statističkom rasponu itd., ispostavilo se kako prikaz podataka nije u skladu sa zahtjevima ovog dokumenta (tj. građevna područja nisu prikazana u Registru). Iz tog razloga, temeljem stručne procjene korišteni su podaci iz baza CLC-a.

Uspoređujući podatke CLC-a u kategoriji naselja s istim podacima drugih zemalja (Austrije i Luksemburga), uočeno je kako ukupna površina CLC naselja u Hrvatskoj predstavlja samo 3.3% od ukupnog zemljišta, dok je u drugim zemljama ovaj udio znatno veći. Nadalje, uočeno je kako su ceste i pruge unutar CLC kategorije naselja u Hrvatskoj zastupljene sa samo 2.3%. Detaljni austrijski i luksemburški podaci pokazuju kako 45 do 50% površine naselja čine površine pod cestama i željezničkim prugama.

Stručna procjena jest kako su razlike između hrvatskih CLC površina naselja i austrijskih i luksemburških površina najvjerojatnije uzrokovane činjenicom kako ceste i pruge na području izvan naselja u Hrvatskoj nisu obuhvaćene u CLC bazi podataka zbog rezolucije površina CLC-a i neznatnih, uskih područja zastupljenih u ovim prometnim pravcima u CLC jedinicama procjene. Zbog ovih nepokrivenih prometnih područja van naselja hrvatski podaci za CLC naselja su trebali biti korigirani. Korekcija podataka za godine 1980., 1990., 2000., 2006., 2012. i 2018. izvršena je korištenjem faktora korekcije koji je procijenjen kao:

$$((1/(1-0.45+0.031)) - (0.033 \times 0.45 \times \text{ukupna površina Hrvatske}))$$

Ovaj je korekcijski faktor pomnožen s površinom CLC naselja u svrhu procjene korigirane površine naselja. Dio $1/(1 - 0.45 + 0.031)$ proširuje naseljena područja za prometne površine (pretpostavlja se kako 45% površine naselja čine prometne površine, od kojih je samo njih 3.1% pokriveno CLC rezultatima te trebaju biti dodani kako bi se izbjeglo precjenjivanje). U sljedećem koraku ove procjene korektivnog faktora $-(0.033 \cdot 0.45 \cdot (\text{ukupna površina Hrvatske}))$, onih 45% udjela površine prometnih linija koje spadaju u utvrđene CLC površine naselja (3.3% od ukupne površine Hrvatske), ali koje su također procijenjene kao druge kategorije naselja od prometnih površina zbog dominacije površina ostalih kategorija (npr. naseljena područja), moralo je biti oduzeto kako bi se izbjeglo dvostruko računanje prometne površine.

Nakon toga, provedena je linearna interpolacija CLC trenda preuzetog iz CLC baze promjena za periode 1980.-1990., 1990.-2000., 2000.-2006., 2006.-2012. te 2012.-2018. Za godine nakon 2018. primijenjena je ekstrapolacija CLC trenda.

Projekt LULUCF 1 korišten je za praćenje i evidentiranje prenamjene Šumskog zemljišta u naseljena područja i druge kategorije korištenja zemljišta. Prema *Zakonu o šumama*³², prenamjena iz Šumskog zemljišta u drugu kategoriju zemljišta podrazumijeva čistu sječu šume radi korištenja površine u druge nešumarske svrhe od kojih najviše pridolaze aktivnosti prenamjene u kategoriju Naseljena područja (npr. izgradnja cesta). Krčenje šuma mora se obavljati u skladu s dokumentima prostornog uređenja ili odredbama *Uredbe o postupku i mjerilima za osnivanje služnosti u šumi ili na šumskom zemljištu u vlasništvu Republike Hrvatske radi podizanja višegodišnjih nasada*³³. Dakle, da bi se neka djelatnost mogla nazvati prenamjenom zemljišta iz šuma (krčenje šuma), određeno šumsko područje mora biti izuzeto iz državnog šumskogospodarskog područja što je strogo regulirano *Zakonom o šumama* (čl. 32., 35., 51., 51a i 52.). Na temelju toga, promjene korištenja zemljišta iz šuma u druge kategorije korištenja zemljišta dopuštene su u vrlo ograničenim okolnostima (npr. za važne infrastrukturne projekte itd.).

Na temelju preporuka koje je ERT dao u ARR 2012., Hrvatska je provela posebno istraživanje kako bi se pratila i identificirala sve iskrćene površine bez obzira na vlasništvo i vrstu šuma. Radovi su izvedeni u okviru projekta LULUCF 1.

³² Ibid.

³³ NN (12/2008, čl. 1).

Svi podaci o iskrčenim površinama šuma objavljeni su u posebnom dokumentu³⁴ kao jedan od rezultata projekta LULUCF 1. Isti postupak primijenjen je za identifikaciju tih područja u godini 2013.-2021. godini.

Prema podacima dobivenim kroz navedena istraživanja, krčenje šuma nije zabilježeno u državnim šumama kojima upravljaju druge pravne osobe u Republici Hrvatskoj u vremenskom periodu 1990.-2012., osim na površinama kojima upravljaju Hrvatske šume. Ovo je očekivani ishod obzirom da su šume ovog tipa obuhvaćene strožom zakonodavnom regulativom ili određenim stupnjem zaštite u skladu s odredbama Zakona o zaštiti prirode. Prema tome, podaci o iskrčenim površinama šuma i odgovarajuće emisije stakleničkih plinova navedene u ovom izvješću se odnose na šume u državnom vlasništvu kojima gospodare Hrvatske šume d.o.o. i privatne šume.

Prilikom provođenja istraživanja u okviru LULUCF 1 projekta, primijenjen je Pristup 3 i posebno mapiranje s ciljem identifikacije i sljedivosti površina koja su bila predmet aktivnosti krčenja šuma u razdoblju 1990.-2012.

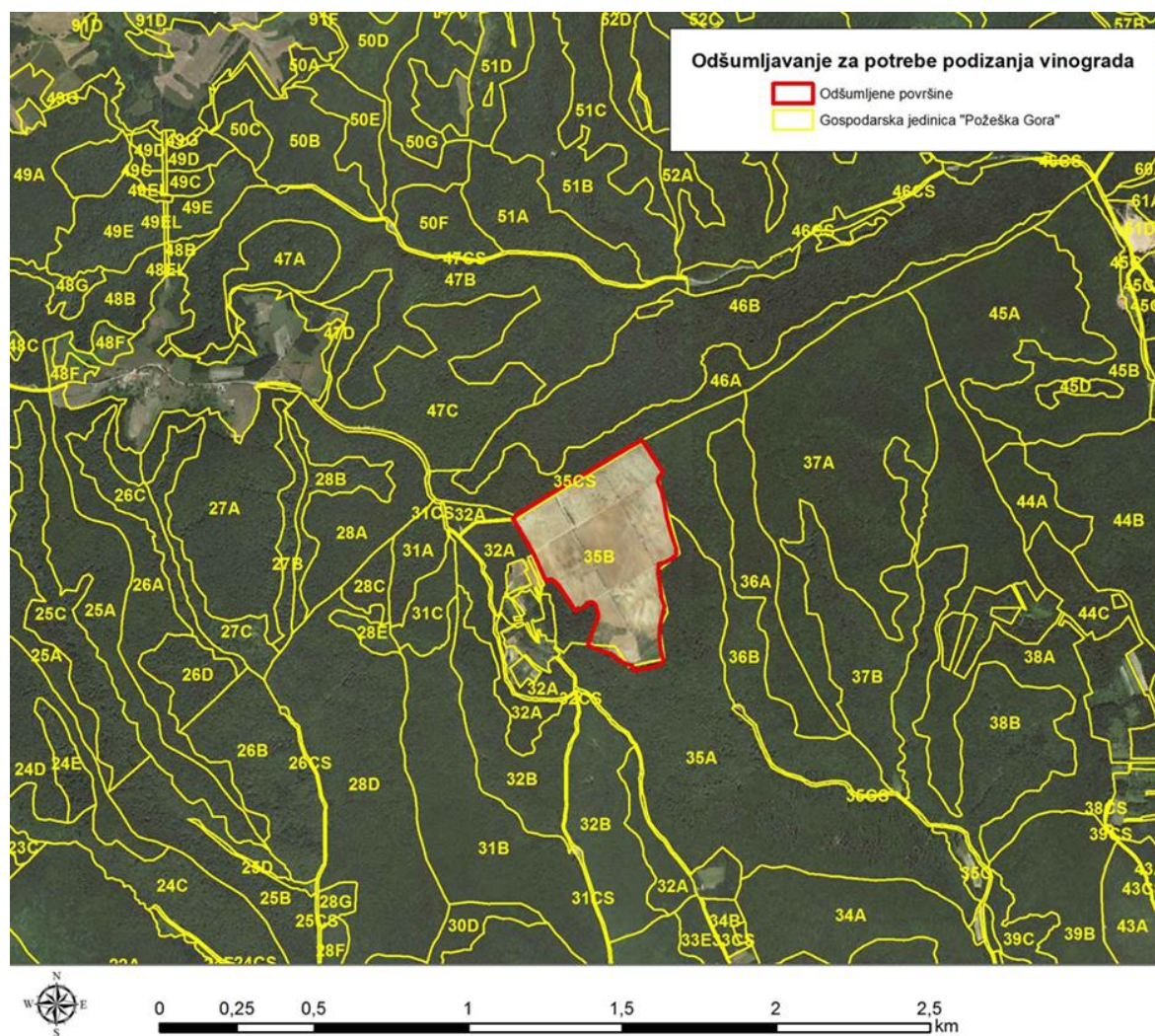
Za šume u državnom vlasništvu sakupljene su sve dozvole koje je Ministarstvo poljoprivrede službeno izdalo za potrebe krčenja šuma u područjima pod aktivnostima gospodarenja šumama u Hrvatskoj i prenamjene šumskog zemljišta u druge načine korištenja zemljišta. Zatim su te dozvole provjerene kako bi se potvrdilo da su iskrčene površine u skladu sa definicijama iskrčenih površina šuma prema UNFCCC izvješćivanju. Izdavanje dozvola za isključenje šuma iz šumsko-gospodarskih planova je regulirano odredbama Zakona o šumama. Dobivene informacije iz svake pojedine dozvole je bilo potrebno provjeriti na razini odsjeka u svakoj pojedinačnoj gospodarskoj jedinici te potvrditi da je krčenje šuma zapravo izvršeno na terenu. U ovom radu korištene su:

- stare skenirane i nedavno digitalizirane karte gospodarskih jedinica
- Hrvatska osnovna karta 1:5000
- topografske karte 1: 25000
- digitalni orto-foto
- digitalni katastarski planovi

Kako bi se izbjegla situacija da neke od iskrčenih površina nisu identificirane zbog nepostojećih dozvola (primjerice, za vrijeme Domovinskog rata), dodatna terenska provjera izvršena je na razini pojedine gospodarske jedinice. Identificirane iskrčene površine za čije aktivnosti krčenja nisu postojale dozvole morale su se službeno kartirati i registrirati za potrebe ovog izvješća. Primjer identificiranog odšumljenog područja prikazan je na slici 6.3-15.

³⁴ D. Janeš, G. Kovač, A. Durbešić (2014), Razgraničenje površina prema Članku 3.3. i Članku 3.4. Kyotskog protokola.

Slika 6.3-15: Karta gospodarske jedinice na kojoj je iskrčena površina označena crvenom bojom (Uprava šuma Požega, Šumarija „Požeška gora“, ukupna odšumljena površina: 22.47 ha)



Iskrčena područja u razdoblju 1990.-2012. u privatnim šumama su identificirana na razini odsjeka u svakoj pojedinoj šumariji pomoću karte jedinica gospodarenja šuma ili, gdje ne postoji, katastarskih planova. U slučaju da prethodno nisu bile kartirane, ove površine je bilo potrebno registrirati za potrebe ovog izvješća.

Prilikom prikupljanja podataka o iskrčenim površinama (bez obzira na tip vlasništva) uprava šuma je morala proslijediti, osim kartiranih iskrčenih površina, sve informacije tražene za potrebe KP izvještavanja kroz posebno dizajniran upitnik. Traženi podaci bili su: **a)** naziv Uprave šuma; **b)** naziv Šumarije; **c)** naziv gospodarske jedinice; **d)** broj gospodarske jedinice; **e)** podaci o vlasništvu; **f)** godina krčenja šuma; **g)** broj odjela; **h)** broj odsjeka; **i)** površina odsjeka; **j)** točna površina odšumljenog lokaliteta u odsjeku; **k)** tipa upravljanja; **l)** posječena drvena zaliha; **m)** razlog za krčenje šuma. U dijelu upitnika koji se odnosi na vrste upravljanja zatraženi su dodatni podaci o vrstama listopadnih i crnogoričnih tipova šuma te informacije o makijama i šikarama. Također, dio upitnika koji se odnosi na posječenu drvenu zalihu dodatno je podijeljen na listače i četinjače.

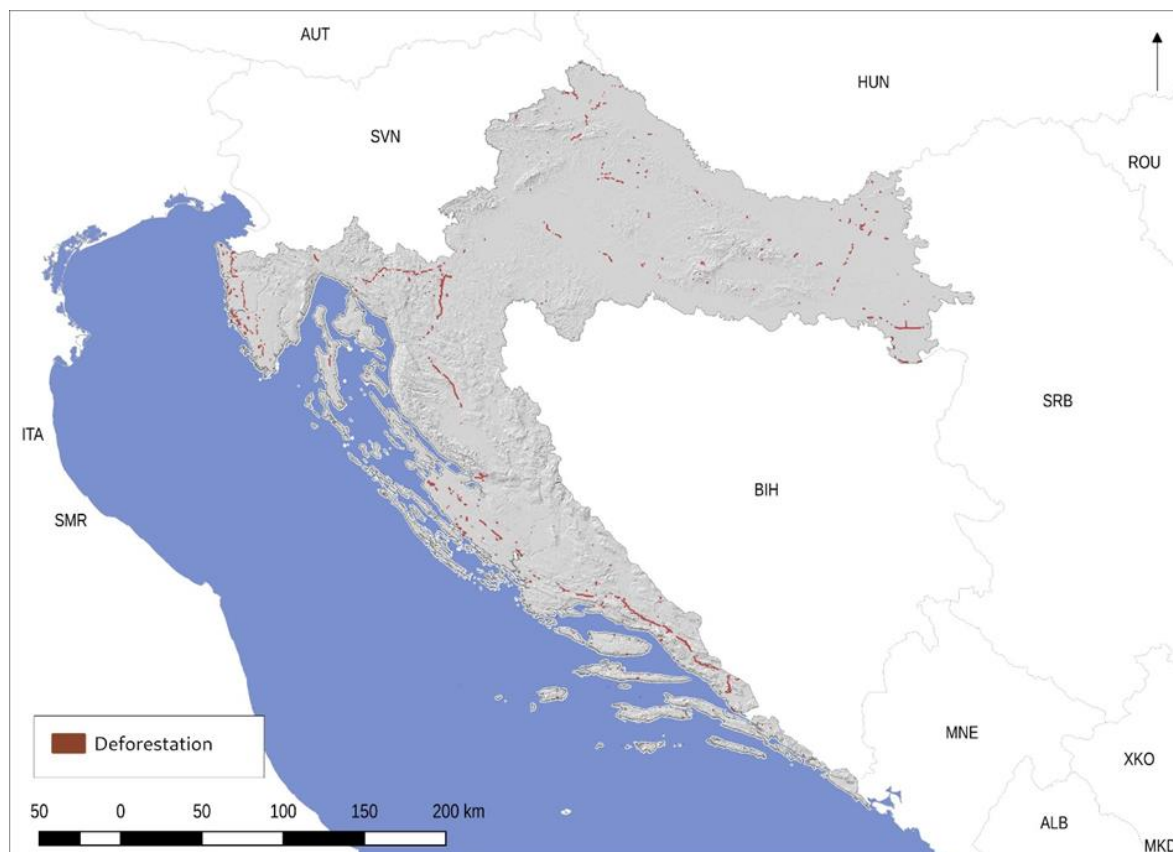
Čitav proces je proveden u nekoliko koraka na različitim razinama upravljanja unutar uprave Hrvatskih šuma d.o.o. U cilju podrške izvještavanja prema UNFCCC-u, uveden je novi sustav prikupljanja i pohrane podataka o identifikaciji i sljedivosti iskrčenih površina šuma nakon 2012. godine.

Rezultati obavljenih istraživanja na čitavim područjima pod Šumsko zemljište pretvoreno u naseljena područja u Republici Hrvatskoj prikazani su u tablici 6.3-1 dok su rezultati Šumskog zemljište pretvorenih u druge kategorije zemljišta predstavljeni na slici 6.3-16.

Tablica 6.3-1: Šumsko zemljište pretvoreno u naseljena područja u razdoblju od 1990. do 2021. (kha/godišnje)

Godina	Bjelgorica	Crnogorica	Makije i šikare	Ukupno
1990.	0.09	0.13	0.00	0.23
1991.	0.09	0.12	0.00	0.21
1992.	0.08	0.12	0.00	0.20
1993.	0.08	0.11	0.00	0.19
1994.	0.10	0.14	0.00	0.24
1995.	0.09	0.13	0.00	0.23
1996.	0.09	0.13	0.00	0.22
1997.	0.08	0.13	0.07	0.28
1998.	0.14	0.17	0.07	0.38
1999.	0.16	0.16	0.07	0.40
2000.	0.30	0.18	0.08	0.55
2001.	0.34	0.20	0.35	0.90
2002.	0.42	0.30	0.38	1.11
2003.	0.47	0.32	0.41	1.19
2004.	0.60	0.36	0.53	1.49
2005.	0.70	0.39	0.72	1.81
2006.	0.75	0.40	0.98	2.12
2007.	0.78	0.44	0.97	2.19
2008.	0.90	0.50	1.06	2.46
2009.	0.99	0.51	1.07	2.56
2010.	1.05	0.57	1.12	2.74
2011.	1.06	0.59	1.12	2.77
2012.	1.11	0.68	1.12	2.91
2013.	1.17	0.68	1.15	3.00
2014.	1.16	0.65	1.15	2.96
2015.	1.22	0.65	1.15	3.03
2016.	1.23	0.67	1.15	3.05
2017.	1.23	0.66	1.08	2.98
2018.	1.18	0.61	1.08	2.88
2019.	1.19	0.61	1.08	2.88
2020.	1.06	0.59	1.08	2.74
2021.	1.06	0.57	0.83	2.46
Ukupno	20.96	12.47	19.91	53.34

Slika 6.3-16: Iskrčene površine šuma u Republici Hrvatskoj u razdoblju 1990.-2021. (naznačeno svijetlo smeđom bojom)



Na temelju CLC podataka o prenamjeni pojedinih kategorija zemljišta i njihovim površinama te informacijama dobivenim od Hrvatskih šuma d.o.o. o iskrčenim površinama, zaključeno je kako do prenamjene u kategoriju naselja dolazi iz kategorije Šumskog zemljišta, Travnjaka i Zemljišta pod usjevima. Prema CLC 1990.-2006. baze promjena i druge CLC baze, 35% rasta površina naselja dolazi od podkategorija zemljišta pod usjevima te 65% od Travnjaka. Područja nastala od Zemljišta pod usjevima podijeljena su na Zemljišta pod jednogodišnjim usjevima i Zemljišta pod višegodišnjim nasadima prema njihovom udjelu u ukupnom zemljištu pod usjevima (0.9 prema 0.1).

Godišnji porast površine naselja koja nastaju iz šumskog zemljišta zabilježen je na temelju podataka Hrvatskih šuma.

6.3.6. Ostalo zemljište (4.F)

Kako bi se prikazala kategorija površina ostalog zemljišta u Hrvatskoj, razmatrani su podaci CLC baze podataka (godine 1980., 1990., 2000., 2006., 2012. i 2018).

Temeljem definicije kategorija prema CLC-u, sljedeća su područja uključena u ovu kategoriju korištenja zemljišta:

- Plaže, dine, pijesci,
- Gole stijene,
- Područja s oskudnom vegetacijom,
- Izgorjele površine.

Prema CLC-u, ukupna kategorija ostalih zemljišta kretala se između 53,77 i 76,43 kha u razdoblju 1990.-2021., što se ne podudara s raspoloživom ukupnom površinom Hrvatske zbog konzistentnosti površine s površinom ukupne Hrvatske i one druge podkategorije. Ukupna površina ostalog zemljišta prijavljena je prema 2006 IPCC Guidanceu kao razlika između površina svih kategorija namjene zemljišta, osim ostalog zemljišta, i ukupne površine Hrvatske.

Tablica 6.9-1 prikazuje izračun površina ostalih zemljišta. Kao što je razvidno, na godišnjoj razini dolazi do gubitaka površina ovog zemljišta.

Kategorija Ostalog zemljišta prvi je put uključena u analizu ključnih kategorija. Analiza je korištenjem metoda Tier 1 i Tier 2 razine i trenda isključila ostala zemljišta kao ključnu kategoriju. Nesigurnost ove podkategorije nije definirana.

Izračun podataka za kategoriju 4.F uključen je u ukupni QA/QC sustav hrvatskog inventara stakleničkih plinova.

Model procjene nesigurnosti korišten za Hrvatsku ne uključuje podkategoriju Ostalog zemljišta u proračun. Uključivanje ove kategorije zemljišta u procjenu nesigurnosti planirano je kao jedno od dugoročnih poboljšanja u hrvatskom izvještavanju unutar LULUCF-a.

6.4. Šumsko zemljište (CRF kategorija 4.A)

6.4.1. Opis izvora emisije

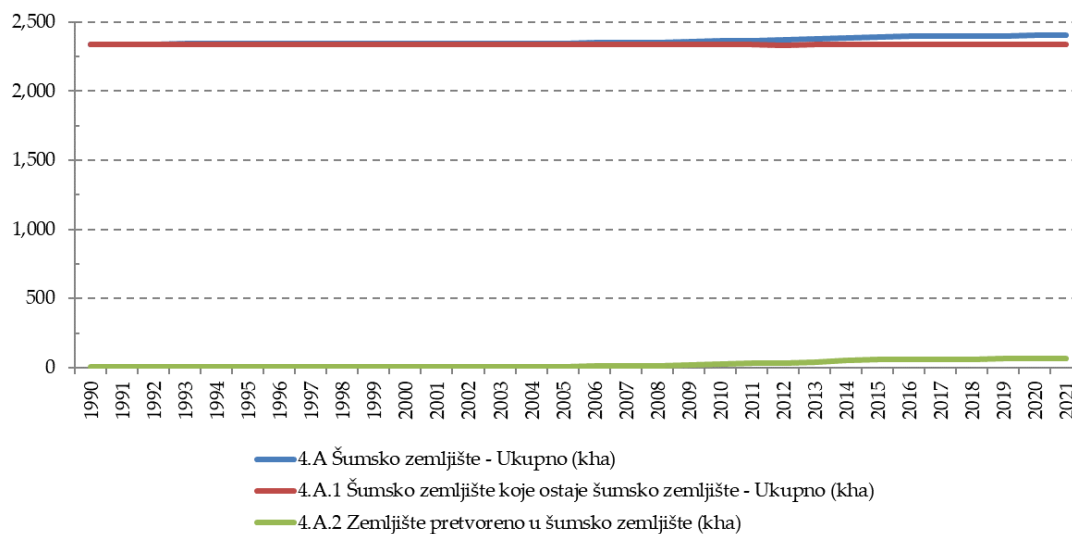
Unutar ove kategorije zemljišta izviješteno je o emisijama/uklanjanjima pomoću ponora u pohraništima živuće biomase (fitotvari)³⁵, tla, listinca, mrtvog drva (eng. deadwood, DW) te drvnih proizvoda (eng. Harvested wood products, HWP) za zemljište koje ostaje šumsko i zemljište koje je pretvoreno u šumsko. U svezi promjene zalihe ugljika u pohraništima nežive (mrtve) organske tvari i tla u kategoriji šumskog zemljišta koje ostaje šumsko korištena je prva razina metodologije (Tier 1) kojom se pretpostavlja da nema promjene zalihe ugljika u ovim pohraništima. O emisijama CO₂ i ostalih stakleničkih plinova koji se javljaju zbog požara procijenjeno je i izvješteno zasebno za kategorije Šumsko zemljište koje ostaje šumsko i kategorije zemljišta koje je pretvoreno u šumsko temeljem saznanja i informacija prikupljenih provedbom LULUCF 1 projekta. Iznos emisija pojedine kategorije zemljišta pretvorene u šumsko zemljište na godišnjoj razini prikazan je u tablici 6.4.1, a detaljni opis provedenog istraživanja nalazi se u poglavlju 6.15. Emisije nastale za vrijeme požara prikazane su u tablici 6.4.2.

Užitu drvenu masu sa opožarenih površina potrebno je zasebno prijaviti kao slučajni prihod, a koja se odnosi djelomično na izgorjeno i posječeno drvo. Stručnom prosudbom zaključeno je da 60% biomase (fitotvari) u potpunosti izgori tijekom šumskih požara dok preostalih 40% biomase je samo djelomično progoreno. Pretpostavlja se da 60% opožarene površine odgovara 60% (potpuno) izgorjele biomase. Međutim, u ovom izvješću emisije CO₂, N₂O i CH₄ proračunate su za sveukupne površine zahvaćene šumskim požarima.

Prema *Pravilniku uređivanju šuma* (NN 97/18), sve površine zahvaćene prirodnim nepogodama moraju biti sanirane te se moraju obaviti aktivnosti obnove šuma kako bi opožarena površina ostala šumska površina.

³⁵ Izveden je zajednički prikaz za nadzemnu i podzemnu biomasu (fitotvar) te je radi toga za podzemnu biomasu korištena oznaka IE.

Slika 6.4.-1: Trend Šumskog zemljišta i prenamjene u šumsko zemljište 1990.-2021. (kha)*



* Uključujući površine makija i šikara (šume izvan sustava sječe)

Uklanjanje CO₂ pomoću ponora u kategoriji Šumskog zemljišta koje ostaje šumsko iznosilo je u 2021. godini -5,623.55 kt CO₂ dok je u kategoriji Zemljišta pretvorenog u šumsko zemljište iznosilo -266.15 kt CO₂. Slijedom toga udio uklanjanja pomoću ponora iz kategorije zemljišta pretvorenog u šumsko u kategorije šumsko zemljište koje ostaje šumsko iznosilo je samo 4.84 %. Godišnji iznos emisija*/uklanjanja pomoću ponora pojedine kategorije Zemljišta pretvorene u šumsko zemljište na godišnjoj razini prikazan je u tablici 6.4-1.

Tablica 6.4.-1: Emisije/uklanjanja CO₂ pomoću ponora na Šumskom zemljištu koje ostaje šumsko, te Zemljištu pretvorenom u šumsko zemljište (kt CO₂)

Godina	4.A Šumsko zemljište - Ukupno	4.A.1 Šumsko zemljište koje ostaje šumsko zemljište	4.A.2 Zemljište pretvoreno u šumsko zemljište	4.A.2.1 Zemljište pod Usjevima pretvoreno u šumsko zemljište	4.A.2.2 Travnjaci pretvoreni u šumsko zemljište	4.A.2.3 Močvarno zemljište pretvoreno u šumsko zemljište	4.A.2.4 Naselja pretvorena u šumsko zemljište	4.A.2.5 Ostalo zemljište pretvoreno u šumsko zemljište
1990.	-6,473.65	-6,444.76	-28.89	NO	-28.89	NO	NO	NE
1991.	-8,159.10	-8,133.31	-25.79	NO	-25.79	NO	NO	NE
1992.	-8,484.89	-8,458.53	-26.36	NO	-26.36	NO	NO	NE
1993.	-8,741.89	-8,716.74	-25.15	NO	-25.15	NO	NO	NE
1994.	-8,551.16	-8,524.82	-26.34	NO	-26.34	NO	NO	NE
1995.	-8,960.18	-8,933.05	-27.12	NO	-27.12	NO	NO	NE
1996.	-8,760.14	-8,733.07	-27.07	NO	-27.07	NO	NO	NE
1997.	-8,286.32	-8,257.68	-28.64	NO	-28.64	NO	NO	NE
1998.	-8,329.60	-8,301.34	-28.26	NO	-28.26	NO	NO	NE
1999.	-8,506.99	-8,478.75	-28.23	NO	-28.23	NO	NO	NE
2000.	-8,301.81	-8,271.64	-30.17	NO	-30.17	NO	NO	NE
2001.	-8,375.46	-8,344.89	-30.57	NO	-30.57	NO	NO	NE

Godina	4.A Šumsko zemljište - Ukupno	4.A.1 Šumsko zemljište koje ostaje šumsko zemljište	4.A.2 Zemljište pretvoreno u šumsko zemljište	4.A.2.1 Zemljište pod Usjevima pretvoreno u šumsko zemljište	4.A.2.2 Travnjaci pretvoreni u šumsko zemljište	4.A.2.3 Močvarno zemljište pretvoreno u šumsko zemljište	4.A.2.4 Naselja pretvorena u šumsko zemljište	4.A.2.5 Ostalo zemljište pretvoreno u šumsko zemljište
2002.	-8,535.48	-8,504.62	-30.87	NO	-30.87	NO	NO	NE
2003.	-8,318.32	-8,286.41	-31.92	NO	-31.92	NO	NO	NE
2004.	-8,180.61	-8,149.69	-30.91	0.25	-31.16	NO	NO	NE
2005.	-8,293.38	-8,293.85	0.46	0.46	0.00	NO	NO	NE
2006.	-8,203.53	-8,195.20	-8.33	0.07	-8.40	NO	NO	NE
2007.	-7,689.33	-7,689.95	0.62	-0.06	0.68	NO	NO	NE
2008.	-7,592.07	-7,547.98	-44.09	-1.10	-43.00	NO	NO	NE
2009.	-7,918.56	-7,899.57	-18.99	-1.44	-17.56	NO	NO	NE
2010.	-7,733.79	-7,693.81	-39.98	-2.41	-37.57	NO	NO	NE
2011.	-6,721.05	-6,684.45	-36.60	-4.07	-32.53	NO	NO	NE
2012.	-6,580.76	-6,492.89	-87.87	-4.81	-83.06	NO	NO	NE
2013.	-6,600.26	-6,513.35	-86.91	-6.99	-79.92	NO	NO	NE
2014.	-6,303.34	-6,206.70	-96.63	-7.07	-89.57	NO	NO	NE
2015.	-5,953.32	-5,811.12	-142.20	-6.01	-136.19	NO	NO	NE
2016.	-5,801.89	-5,566.39	-235.50	-19.22	-216.28	NO	NO	NE
2017.	-5,580.11	-5,371.84	-208.27	-19.22	-189.05	NO	NO	NE
2018.	-5,504.50	-5,258.76	-245.73	-19.22	-226.51	NO	NO	NE
2019.	-5,767.62	-5,503.82	-263.80	-19.22	-244.58	NO	NO	NE
2020.	-6,228.81	-5,960.96	-267.86	-19.22	-248.63	NO	NO	NE
2021.	-5,889.70	-5,623.55	-266.15	-19.22	-246.93	NO	NO	NE

*bez emisija od opožarene biomase

Tablica 6.4.-2: CO₂ emisije iz požara u periodu 1990.-2021.

Godina	Opožarena površina (ha)	CO ₂ emisije (kt)	CH ₄ emisije (CO ₂ eq. (kt))	N ₂ O emisije (CO ₂ eq (kt))
1990.	482.15	14.98	0.04	0.00
1991.	1,291.45	40.12	0.12	0.01
1992.	5,863.79	182.17	0.55	0.03
1993.	14,101.90	438.09	1.31	0.07
1994.	4,591.34	142.64	0.43	0.02
1995.	3,010.79	93.53	0.28	0.02
1996.	6,493.73	201.74	0.60	0.03
1997.	6,884.57	213.88	0.64	0.04

Godina	Opožarena površina (ha)	CO ₂ emisije (kt)	CH ₄ emisije (CO ₂ eq. (kt))	N ₂ O emisije (CO ₂ eq (kt))
1998.	17,092.83	531.01	1.59	0.09
1999.	1,829.71	56.84	0.17	0.01
2000.	37,363.79	1,160.75	3.48	0.19
2001.	6,879.85	213.73	0.64	0.04
2002.	2,413.60	74.98	0.22	0.01
2003.	15,395.45	478.28	1.43	0.08
2004.	839	26.06	0.08	0.00
2005.	912.5	28.35	0.08	0.00
2006.	2,322.00	72.14	0.22	0.01
2007.	12,574.66	390.65	1.17	0.06
2008.	3,642.58	113.16	0.34	0.02
2009.	2,043.60	63.49	0.19	0.01
2010.	687.67	21.36	0.06	0.00
2011.	6,478.26	201.25	0.60	0.03
2012.	15,270.09	474.38	1.42	0.08
2013.	614.97	19.10	0.06	0.00
2014.	78.83	2.45	0.01	0.00
2015.	4,067.94	126.38	0.38	0.02
2016.	2,829.01	87.89	0.26	0.01
2017.	25,273.87	785.16	2.35	0.13
2018.	291.71	9.06	0.03	0.00
2019.	733.42	22.78	0.07	0.00
2020.	12261.23	380.91	1.14	0.06
2021.	1644.28	51.08	0.15	0.01

6.4.2. Metodologija proračuna emisije

6.4.2.1. Šumsko zemljište koje ostaje šumsko zemljište (4.A.1)

Set podataka potreban za izračun zalihe ugljika u biomasi obuhvaća čitavo izvještajno razdoblje (1990.-2021. godina) a glavni izvor podataka su Šumskogospodarske osnove područja (ŠGOP 2016.-2025.). Podaci su podijeljeni po vlasništvu i tipu šume temeljem čega je i proveden proračun emisija/uklanjanja pomoću ponora, primarno upotrebom Tier 1 razine proračuna. Međutim, u CRF bazi podataka podaci su agregirano predstavljeni kao oni o bjelogoričnim, crnogoričnim i šumama van sustava sječe (šume makija i šikara). Proračun se odnosi samo na živući biomasu (fitotvar). O promjenama zalihe ugljika u ostalim pohraništima (mrtvo drvo, listinac, tlo) izvješteno je u skladu s Tier 1 razinom proračuna kojom se pretpostavlja da nema promjene u zalihi ugljika u navedenim pohraništima. Ukratko, proračun se može prikazati kako slijedi:

$$\Delta C_{FFLB} = \Delta C_{FFGj} - \Delta C_{FFLj}$$

Gdje je:

ΔC_{FFLB} = godišnja promjena zalihe ugljika živuće biomase (uključuje nadzemnu i podzemnu fitotvar) za *Šumsko zemljište koje ostaje šumsko zemljište*, $C \text{ god}^{-1}$

ΔC_{FFL_j} = godišnji porast u zaliham ugljika zbog rasta biomase,

Gdje je:

j = 1 - bjelogorica
2 - crnogorica
3 – makije i šikare

Podaci o aktivnostima za proračun CO₂ emisija/uklanjanja pomoću ponora uključuje podatke o površini šuma, prirastu i sječi. Metodološka pitanja detaljno su niže pojašnjena.

Površina šuma

Podaci o površini šuma u skladu su sa relevantnim definicijama, te su shodno tome iz ovih površina isključene pošumljene površine

Prirast

Za potrebe ovogodišnjeg izvješća temeljem preporuka ERT-a tijekom procesa revizije u Hrvatskoj 2012. godine, Republika Hrvatska je odlučila primijeniti jedinstven pristup za potrebe izračuna povećanja zalihe ugljika zbog prirasta u svim šumama bez obzira na tip vlasništva. Za ovogodišnje izvješće, Hrvatske šume su dostavile podatke o prirastu po hektaru površine za sve šume svih tipova vlasništva. Prirast je predstavljen po listačama i četinjačama za svaki oblik vlasništva nad šumama. Podaci su predstavljeni u CRF bazi za četinjače i listače bez prijašnje pod-podjele na tip vlasništva iako su uklanjanja pomoću ponora/emisije u ovoj kategoriji zemljišta izračunati za svaku kategoriju vlasništva posebno.

Od Domovinskog rata traje u Hrvatskoj aktivan proces povrata ranije oduzetih šuma privatnim vlasnicima³⁶ što praćenje razlike u površinama po tipu vlasništva čini jako teškim što je bio jedan od razloga za procjenu emisija/uklanjanja pomoću ponora za cijelu Hrvatsku bez razdvajanja šuma na temelju vlasništva.

Sječa

Gubitak ugljika zbog sječe procijenjen je primjenom Tier 2 razinom proračuna i jednadžbe 2.12 prema 2006 IPCC Vodiču.

Za ovogodišnje izvješće Hrvatska je procijenila nacionalne vrijednosti za gustoću drva četinjača i listača temeljem dostupnih znanstvenih radova i objavljeni podataka.

Budući da sječa već uključuje volumen posječen nakon prirodnih nepogoda, gubici ugljika zbog prirodnih nepogoda alocirani su unutar gubitaka ugljika zbog sječe. Prema tome, znakovna oznaka IE korištena je u CRF tablicama (vidi poglavlje 6.4.1).

Podaci korišteni u proračunu emisije/uklanjanja pomoću ponora CO₂ prikazani su u tablici 6.4-3.

Tablica 6.4-3: Preporučene vrijednosti korištene u proračunu emisije/uklanjanja pomoću ponora CO₂

³⁶ Nacrt prijedloga strategije upravljanja i raspolaganja imovinom u vlasništvu Republike Hrvatske za razdoblje 2013.-2017. Vidi Popis literature.

Tip šume	Gustoća drva (D)	BEF ₁	R/S	BEF ₂	CF
	tona s.t./m ³	bez dimenzije	bez dimenzije	bez dimenzije	(tona s.t.) ⁻¹
Bjelogorica	0.56	1.20	0.23	1.19	0.48
Crnogorica	0.39	1.15	0.29	1.04	0.51
Makije i šikare	0.68	1.10	0.46	1.15	0.47

U razdoblju posljednjih pet izvještajnih godina od ukupne planirane posjećene drvene mase sukladno praksi gospodarenja šumama u Hrvatskoj i planiranoj sječi je 14.5% volumena ostavljeno u bjelogoričnim šumama i 20.1% u crnogoričnim šumama. Iznos ukupne količine posjećene drvene mase u ovim vrstama šuma je ispravljen s odgovarajućim postocima.

Temeljem vrijednosti za gustoću drva dostupnih kroz znanstvena istraživanja³⁷ provedenih na nacionalnoj razini i udjela pojedine vrste u ukupnoj drvnoj zalihi Republike Hrvatske³⁸, utvrđeno je da je gustoća drva listača 0.558 t s.t./ha i 0.398 t s.h/ha u slučaju četinjača. Za ovu procjenu, korištena je gustoća apsolutno suhog drva po jedinici vlažnog volumena (mo/V_{WET}) osim u slučaju graba kada je gustoća apsolutno suhog drva korigirana s faktorom utezanja od 17.1%³⁹.

U slučaju obične jele utvrđeno je da njena gustoća uvelike ovisi o geološkoj podlozi i da iznosi 0.37 t s.t./m³ ili 0.405 t s.t./m³ u ovisnosti dolazi li ona na silikatnoj ili vapnenačkoj podlozi⁴⁰. S obzirom da točni podaci o površini jele na silikatnoj i podlozi vapnenca nedostaju, srednja vrijednost od 0.387 t s.t./m³ je upotrijebljena prilikom izračuna doprinosa jele gustoći četinjača općenito.

Stručna procjena jest da bi se bijeli grab trebao koristiti kao vrsta reprezentativna za šumske zajednice makija i šikara. Da bi se izračunala vrijednost potpuno suhog drva po jedinici vlažnog volumena, korištena je vrijednost gustoće potpuno suhog drva običnog graba⁴¹ korigirana s faktorom utezanja od 19.7%. S obzirom da ne postoje nacionalna znanstvena istraživanja o iznosu faktora utezanja za bijeli grab, prilikom izračuna korištena je generalna vrijednost faktora utezanja primjenjiva na sve vrste roda *Carpinus* na nacionalnoj razini⁴².

Pohranište biomase značajno je pohranište ove podkategorije. BEF-ove na nacionalnoj razini treba dalje definirati kao dio novog projekta koji će se razvijati. To bi povećalo transparentnost i točnost izvještavanja u budućnosti. Za sada Hrvatska koristi vrijednosti BEF-a iz 2006 IPCC Guidancea.

Za procjenu promjene zalihe ugljika u pohraništu biomase (fitotvari), Republika Hrvatska koristila je tzv. *Gain-Loss* metodu odnosno jednadžbe 2.7, 2.10 i 2.12 iz 2006 IPCC Guidancea. Detaljni pregled pristupa prikazan je niže:

$$\Delta C_B = \Delta C_G - \Delta C_L$$

$$\Delta C_G = \sum_{i,j} (A_{i,j} \times I_V \times BEF_1 \times D_1 \times (1+R) \times CF)$$

$$\begin{aligned} \text{Gdje je:} & \quad \text{godišnja promjena zalihe ugljika živeće biomase (fitotvari), tona C god}^{-1} \\ \Delta C_B & = \end{aligned}$$

³⁷ Znanstveni radovi Bađun, Horvat, Sinković, Govorčin i Štajduhar. Vidi Popis literature.

³⁸ Šumskogospodarska osnova područja RH za razdoblje 2006.-2015. Vidi Popis literature.

³⁹ Znanstveni rad Sinković, Govorčin i Sedlar. Vidi Popis izvora.

⁴⁰ Znanstveni rad Horvat. Vidi Popis izvora.

⁴¹ Znanstveni rad Govorčin, Sinković, Trajković, Šefc. Vidi Popis izvora.

⁴² Mali šumarsko-tehnički priručnik. Vidi Popis izvora.

ΔC_G	=	godišnje povećanje zalihe ugljika zbog prirasta biomase (fitotvari), tona C god ⁻¹
ΔC_L	=	godišnje smanjenje zalihe ugljika zbog gubitka biomase (fitotvari), tona C god ⁻¹
ΔC_G	=	godišnje povećanje zalihe ugljika zbog prirasta biomase (fitotvari) na Šumskim zemljištima koja ostaju šumska zemljišta prema tipu vegetacije i klimatskim zonama, tona C god ⁻¹
A	=	površina zemljišta koje ostaje u istoj kategoriji zemljišta, ha
i	=	ekološka zona (i=1 do n)
j	=	klimatska zona (j=1 do n)
I _v	=	prosječni neto prirast prema tipu vegetacije, m ³ ha ⁻¹ god ⁻¹
BEF ₁	=	faktor povećanja biomase za pretvorbu godišnjeg neto prirasta (uključujući koru) u prirast nadzemne biomase stabla, bez dimenzije
D ₁	=	gustoća drva, tona s.t.·m ⁻³
R	=	omjer podzemne i nadzemne biomase (fitotvari) po tipu šume, u tonama suhe tvari podzemne biomase (tona suhe tvari nadzemne biomase) ⁻¹
CF	=	udio ugljika u suhoj tvari (tona suhe tvari) ⁻¹
ΔC_L	=	L _{sječa} +L _{ogrijev} +L _{nepogode}
L _{sječa}	=	$\Sigma H \times BEF_2 \times D_R \times (1+R) \times CF$
Gdje je:		
ΔC_L	=	godišnje smanjenje zalihe ugljika zbog gubitka biomase (fitotvari) na Šumskim zemljištima koja ostaju šumska zemljišta
A	=	Površina zemljišta koja ostaje u istoj kategoriji, ha
H	=	bruto posječeni godišnji volumen u državnim šumama kojima gospodare „Hrvatske šume“ m ³ /ha
BEF ₂	=	faktor povećanja biomase za pretvorbu trgovačkog volumena u prirast nadzemne biomase stabla, bez dimenzije
D _R	=	gustoća drva, tona s.t.·m ⁻³
R	=	omjer podzemne i nadzemne biomase (fitotvari) po tipu šume, u tonama suhe tvari podzemne biomase (tona suhe tvari nadzemne biomase) ⁻¹
L _{ogrijev}	=	godišnji gubitak biomase (fitotvari) zbog sječe za ogrijev, tona C godina ⁻¹ (formula 2.13)
L _{nepogoda}	=	godišnji gubitak biomase (fitotvari) zbog prirodnih nepogoda, tona C godina ⁻¹ (formula 2.14)

A) Promjene u zalihi ugljika u neživoj (mrtvoj) organskoj tvari – mrtvo drvo

U svezi izračuna promjene zalihe ugljika u ovom pohraništu, Hrvatska primjenjuje Tier 1 razinu IPCC metodologije kojom se pretpostavlja da nema promjene u zalihi u mrtvom drvu u gospodarenim šumama.

B) Promjene u zalihi ugljika u neživoj (mrtvoj) organskoj tvari – listinac

U svezi izračuna promjene zalihe ugljika u ovom pohraništu, Hrvatska primjenjuje Tier 1 razinu IPCC metodologije kojom se pretpostavlja da nema promjene u zalihi u listincu u gospodarenim šumama.

C) Tlo

Nije bilo promjene u načinu gospodarenja šumama u zadnjih 20 godina. Stoga se pretpostavlja da je zaliha ugljika u tlima Hrvatske stabilna, a slijedom propisane Tier 1 razine IPCC metodologije.

6.4.2.2. Zemljište pretvoreno u šumsko zemljište (4.A.2)

Emisije/uklanjanja pomoću ponora iz aktivnosti provedenih na zemljištu koje je pretvoreno u šumsko zemljište za pohraništa biomase, tlo, listinac i mrtvo drvo su procijenjeni uporabom Tier 2 razine IPCC metodologije proračuna za razdoblje 1990.-2021.

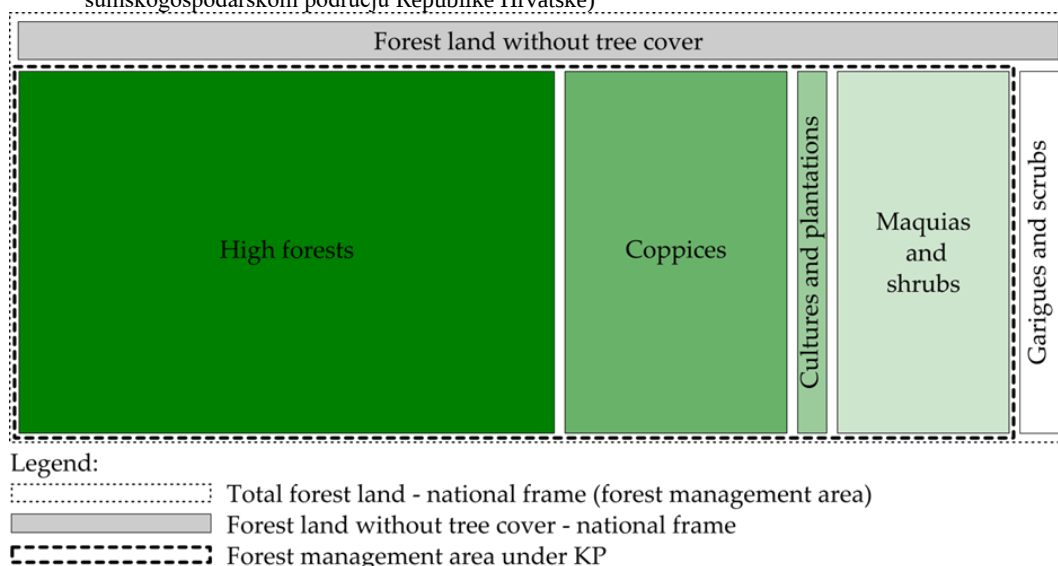
Definicija *Zemljišta pretvorenog u šumsko zemljište* dana je u poglavlju 6.2.1. Prema nacionalnom zakonodavstvu, definicija šumskog zemljišta bila je u skladu sa smjernicama IPCC Vodiča iz 2006. godine. Međutim, definicija šumskog područja u nacionalnom kontekstu ima širi okvir nego što ga definira Hrvatska unutar odabranih vrijednosti za potrebe izvješćivanja prema UNFCCC-u. Nacionalnim okvirom obraslo šumsko zemljište (obraslo drvećem) i neobraslo šumsko zemljište (bez drveća, zemljište pod gospodarenjem šumama) čini jedno šumsko gospodarsko područje kojim se održivo gospodari na temelju osnova gospodarenja bez obzira na vrstu vlasništva, namjene, šumske sastojine itd. (vidi poglavlje 6.3. za detaljno objašnjenje).

Stoga površina pod šumskim zemljištem prema kriterijima postavljenim za izvješćivanje UNFCCC-a nije identična šumskogospodarskoj površini u nacionalnom okviru (slika 6.4-2).

Područje šumskog zemljišta Republike Hrvatske za potrebe izvješćivanja UNFCCC-a se odnosi na područje visokih šuma, kultura, plantaža, panjača (niske šume), šume makija i šikara.

Svim šumama koje ispunjavaju definiciju šuma kako je definirano u tablici 6.4-1 se održivo gospodari zbog toga što je cjelokupno šumsko područje Hrvatske definirano kao šumsko zemljište kojim se gospodari.

Slika 6.4-2: Šumsko zemljište u sklopu UNFCCC i nacionalnog okvira (na temelju relativnog udjela tipova šuma u ukupnom šumskogospodarskom području Republike Hrvatske)



Osnovni ulazni podatak za procjenu emisija/uklanjanja pomoću ponora je *pošumljena površina* (L-FL). Sukladno smjernicama IPCC metodologije, dvije vrste pošumljavanja su uzete u obzir prilikom procjene ukupne pošumljene površine u Hrvatskoj, i to: pošumljavanje sjetvom i sadnjom i pošumljavanje poboljšanjem prirodnih sjemenskih izvora. Istraživanje je provedeno u sklopu projekta „*Poboljšanje izvješćivanja u sektoru Korištenja zemljišta, promjena u korištenju zemljišta i šumarstva u Prvom obvezujućem razdoblju Kyotskoga protokola*“ (LULUCF 1) s ciljem izvršavanja obveza danih u ARR 2012. Projekt je iniciralo tadašnje Ministarstvo zaštite okoliša i prirode u suradnji sa partnerskim institucijama (sada: Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja).

Svi podaci i informacije o pošumljenim područjima prikazani su u zasebnom dokumentu⁴³ kao jedan od rezultata projekta.

Istraživanje provedeno tijekom projekta LULUCF 1 bavilo se pitanjem povećanja šumskih površina na način da je:

1. Utvrđeno je povećanje šumske površine temeljem pošumljavanja do 1. siječnja 1990. godine (npr. 1993. godine propisom hrvatskog zakona Hrvatskim šumama je dana obveza preuzimanja cjelokupnog postojećeg šumskog zemljišta obuhvaćenog prijašnjim šumskogospodarskim planom, a također i od drugih poduzeća). Pozadina ovog zakona bila je da sve površine šuma u Hrvatskoj budu pod šumskogospodarskim planovima. Posljedicom ovog zakona su i zrele šume po prvi put uvrštene u šumsko zemljište u novim šumskogospodarskim planovima. Hrvatska je ta zemljišta ubrojila u podkategoriju FL-FL.
2. Utvrđeno je pošumljavanje i bivša upotreba zemljišta nakon 1. siječnja 1990. te izravni LUC izazvan ljudskim djelovanjem. Ove površine su upisane u podkategoriju Zemljište pretvoreno u šumsko zemljište s točnom vrstom prenamjene počevši od 1990. godine.
3. Ispitivano je pošumljavanje koje nije izravno uzrokovano čovjekom. U Hrvatskoj nema pošumljavanja za koje se može smatrati da nije izravno uzrokovano čovjekom. U istraživanje su uključene sve šume bez obzira na vrstu i vlasništvo. Isti postupci primijenjeni su za godine 2013.-2022.

U dijelu istraživanja koji se odnosi na identifikaciju i pronalaska površina koje su bile predmet pošumljavanja, istraživanjem su obuhvaćene obje vrste pošumljavanja definirane od strane IPCC-a: pošumljavanje sjetvom i sadnjom te pošumljavanje uzrokovano promicanjem prirodnih izvora sjemena

⁴³ Janes et al. (2014), Separation of areas under the Article 3.3 and 3.4 of the Kyoto protocol. Vidi Popis izvora.

od strane čovjeka. Istraživanje je obavljeno u svim šumskim područjima vlasništva i tipova šuma. Sukladno članku 27. *Pravilnika o uređivanju šumama*, pošumljavanje u državnim uvjetima je radnja u okviru obnove šuma, a odnosi se na podizanje šuma (pošumljavanje) na nešumskom zemljištu i podizanje nasada brzorastućih vrsta. Regeneracija šuma dio je planova/programa gospodarenja šumama i stoga je pošumljavanje koje se vrši sjetvom i sadnjom očito uzrokovano ljudima.

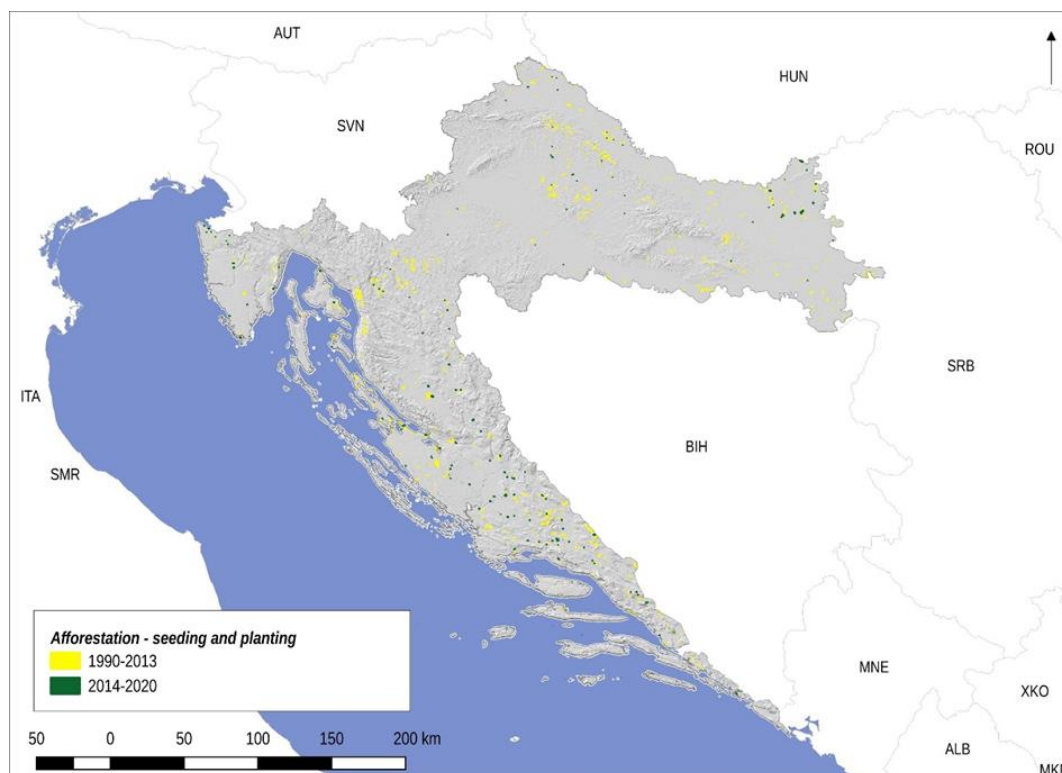
Pristup 3 i prilagođeno kartiranje su primijenjeni u istraživanju prilikom prikupljanja podataka o pošumljavanju. Za tu svrhu je dizajniran poseban upitnik, a podaci su prikupljeni na dvije razine:

1. Podaci na razini Uprava šuma Podružnica: a) naziv Uprave šuma Podružnice; b) naziv područne Šumarije; c) naziv gospodarske jedinice; d) broj gospodarske jedinice.
2. Podaci na razini gospodarske jedinice o aktivnostima pošumljavanja: e) trenutno važeći ŠGOP-a; f) godina pošumljavanja; g) broj odjela; h) broj odsjeka; i) površina odsjeka; j) površina pošumljene lokacije u odsjeku.
3. Podaci na razini gospodarske jedinice o trenutnim aktivnostima i stanju: k) trenutno važeći ŠGOP-a; l) broj odjela; m) broj odsjeka; n) površina pošumljene lokacije u odsjeku; o) podaci o pošumljenom području u GIS-u.

Upitnik je osmišljen s ciljem provjere svih postojećih podataka koje je Hrvatska dostavila u okviru UNFCCC i KP obaveza te da se razvije jedinstvena kartu svih pošumljenih područja u Hrvatskoj u razdoblju 1990.-2012. Nakon završetka LULUCF 1 projekta 2015. godine, novi sustav prikupljanja podataka je uveden u bazu podataka Hrvatskih šuma d.o.o. kako bi se unaprijedilo i podržalo KP izvješćivanje u kontekstu sljedivosti i identifikacije zemljišta koja su predmet aktivnosti pošumljavanja i krčenja šuma te osigurala primjena Pristupa 3 u izvještavanju tijekom Drugog obvezujućeg razdoblja KP-a. Područja pošumljena sjetvom i sadnjom te pošumljavanjem kroz poboljšanje prirodnih sjemenskih izvora u razdoblju 1990.-2021. prikazani su na slici 6.4-3.

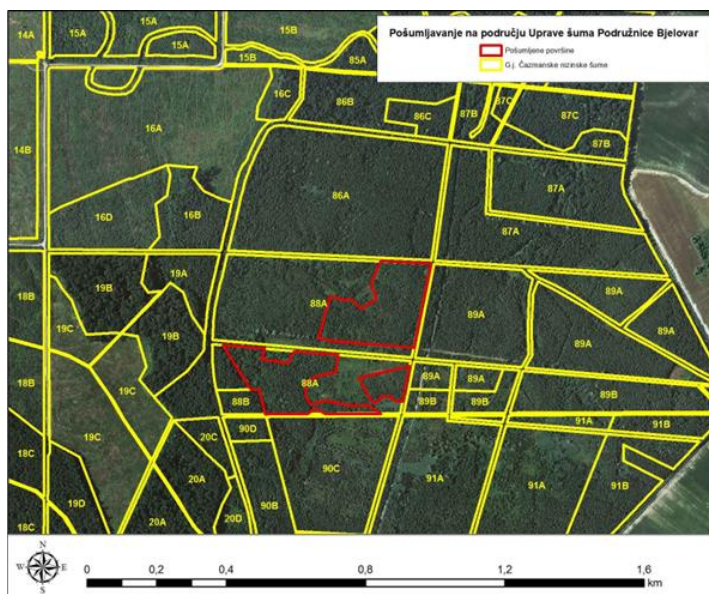
Podaci prikupljene na razini Uprava šuma i šumarija su uključeni u zajednički GIS sloj aktivnosti gospodarenja šumama kako bi se obavile završne provjere podataka korištenjem topografske karte mjerila 1: 25000 iz 1970. godine, nove topografske karte, Hrvatske osnovne karte mjerila 1: 5000 i starih karata upravljanja. Primjer provedenih provjera prikazan je na slici 6.4-4.

Slika 6.4-3: Pošumljene površine u Republici Hrvatskoj u vremenskom periodu 1990.-2020. (pošumljeno u periodu 1990.-2013.označeno žutom bujom, a periodu 2014.-2021.označeno zelenom bojom)



Prilikom izvođenja ovih radova, sva područja koja su ranije bila prikazana kao pošumljena, a za koje je utvrđeno neslaganje s IPCC definicijom pošumljavanja, isključena su kao područja koja ispunjavaju uvjete za izvještavanje prema UNFCCC-u.

Slika 6.4-4: Primjer pošumljene površine obilježene na karti gospodarske jedinice (označeno crveno) na orto-foto pozadini koja prikazuje trenutno stanje područja (UŠP Bjelovar, Gospodarska jedinica Čazmanske nizinske šume, odsjek 88 A i B, godina pošumljavanja: 1993. godine, pošumljena površina od 10.01 ha))



Hrvatska smatra da prikazano prikupljanje podataka o aktivnostima pošumljavanja na razini odsjeka predstavlja uspješnu, potpunu i detaljnu analizu pošumljavanja sjetvom i sadnjom.

Pošumljavanja poboljšanjem prirodnih sjemenskih izvora provedena su za sve vrste šuma i vlasništva. Provedene analize razlikovale su se ovisno o šumskom vlasništvu. U slučaju šuma u državnom vlasništvu kojima gospodare Hrvatske šume d.o.o. primijenjen je Pristup 3 i posebno kartiranje kao što je objašnjeno u nastavku.

Softverski paketi ESRI ArcEditor, 10QGIS Desktop 2.4 i AutoCAD Map 3D s raster dizajn modulima su korišteni za digitaliziranje podataka i iscrtavanje vektorskih slojeva podataka o pošumljavanju poboljšanjem prirodnih sjemenskih izvora u ESRI.shp formatu.

Prostorni vektorski i rasterski podatci službenog "HŠ fonda" (sadrži sve podatke o važnim parametrima za šumarski sektor) baze podataka "Hrvatskih šuma d.o.o." korišteni su kao ulazni podaci. Analizirana su područja i granice (poligoni) odjela i odsjeka svake pojedine gospodarske jedinice. Osim toga, u analizi je korišten vektorski sloj granice šuma dobiven korištenjem GIS metoda prema starim topografskim kartama u mjerilu 1:25000. Rasterski podaci korišteni u analizama su prije svega topografske karte mjerila 1:25000 koje odgovaraju prostornoj situaciji razdoblja 1971.-1980., rasterski podaci digitalnog orto-foto-a iz razdoblja 1998.-2006., a najnoviji podaci prema digitalnom orto-foto-u iz 2012. godine.

U nastavku teksta sažeto je prikazana provedena GIS analiza u devet koraka na primjeru Uprave šuma Našice. Male metodološke razlike postoje prilikom analize u jednodobnim šumama (svih devet koraka potrebnih za identifikaciju povećanja površine) ili raznodobnim šumama (koraci četiri i sedam nisu potrebni).

Korak 1: korištene su karte upravljanja gospodarskom jedinicom sa istaknutim odsjecima i karte koje prikazuju granice uprave šuma (slika 6.4-5).

Korak 2: identificirana su sva područja koja nisu usklađena s KP definicijom šume (npr. garig) kao i šumsko područje koje nije uzgojeno prirodnim putem (kultura, plantaža) kako bi se uklonile iz analize (slika 6.4-6).

Korak 3: identificirana su sva područja koja nisu obrasla šumom kako bi se izuzela sa karata i budućih analiza (slika 6.4-7).

Korak 4: sve površine pod šumom, a koje su starije od 24 godina su identificirane i izuzeta iz analize (u slučaju istodobnih sastojina, slika 6.4-8) jer su već bile šume 1990. godine.

Korak 5: šumske površine koje ostanu nakon provođenja koraka 1-4 se preklapaju slojevima topografskih karata (1:25000) iz 1980. godine na kojima je prethodno digitaliziran vektorski sloj šume pomoću GIS metoda. Rezultat preklapanja je vektorski sloj šumskih područja koja nisu bile šuma prije 1990. godine (slika 6.4-9).

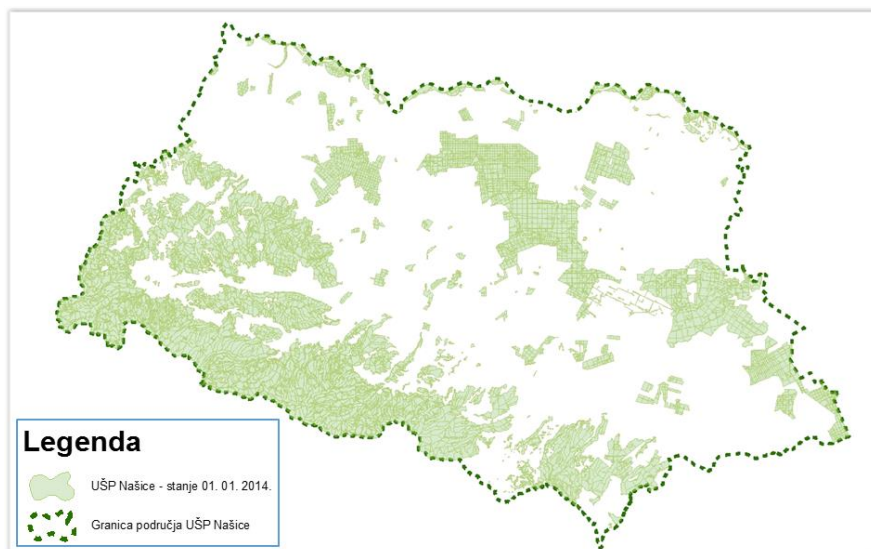
Korak 6: u ovom koraku izvršena je korekcija u područjima zbog razlike u mjerilu korištenih karata (npr. osnova sadašnje karte Gospodarske jedinice je katastar i popratne karte mjerila 1:2000 ili 1:2880 ili digitalni orto-foto u mjerilu 1:5000, dok su šumska područja iz 1980. prikazana na topografskoj karti u mjerilu 1:25000). Ispravci su napravljeni nakon preklapanja topografskih karata - sva područja koja nisu identificirane kao šume se uklonjena (slika 6.4-10).

Korak 7: u ovom koraku identificirane su sve površine šuma mlađe od 24 godine, a nalaze se na područjima koja su registrirana kao šumska područja prije 1990., kako bi se izuzela iz analize. Ovaj korak je potreban jer su neka od područja prirodno obnovljena bez rezultata prije 1990. te se na njima vršilo presađivanje koje nije identificirano na topografskim kartama (slika 6.4-12).

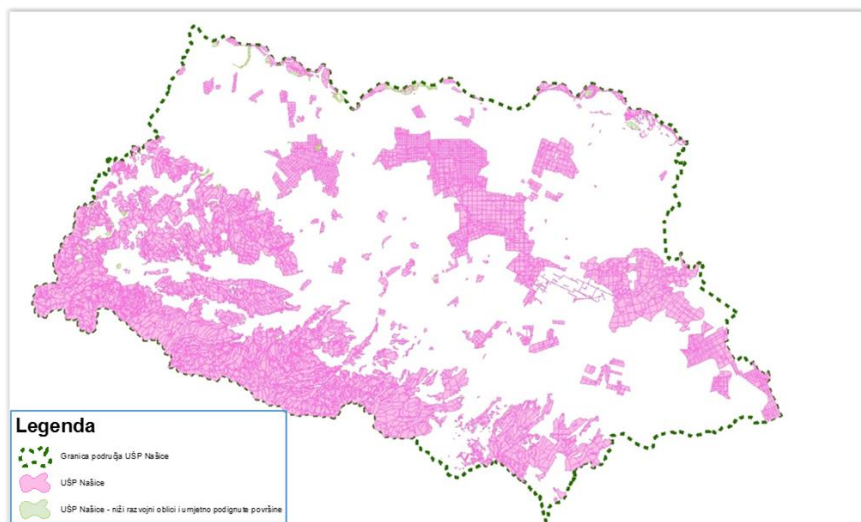
Korak 8: sva područja koja su preostala nakon eliminacije tijekom provođenja koraka 1-7 bila su predmet završne kontrole koja se obavila pomoću orto-fotografskog snimka stanja iz 2012. Obzirom na primjenu karata različitih mjerila, nije bilo moguće dobiti potpunu usklađenost katastarskih i karata gospodarenja šumama te je bilo slučajeva gdje su zapravo oranice i neplodna zemljišta izdvojena kao šume. Iz tog razloga u ovom koraku analize svi ti prostori su terenski provjereni na razini šumarija (slika 6.4-13).

Korak 9: područja identificirana kao predmet aktivnosti pošumljavanja poboljšanjem prirodnih sjemenskih izvora na razini svake od 16 uprava šuma su prikazana na jednoj karti zbog preglednije reprezentacije (slika 6.4-14).

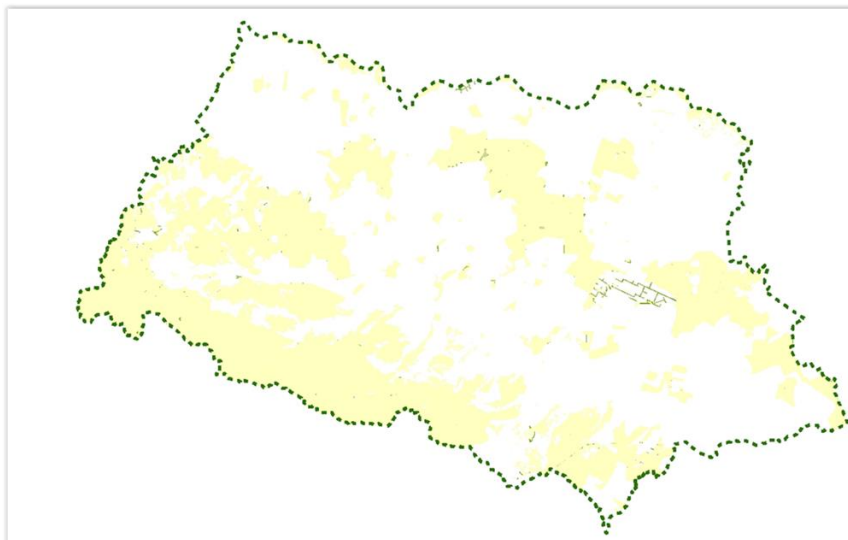
Slika 6.4-5: Uprava šuma Našice (granice iscrtane isprekidanom crtom, površine pod šumama prema nacionalnoj definiciji su označene zelenom bojom)



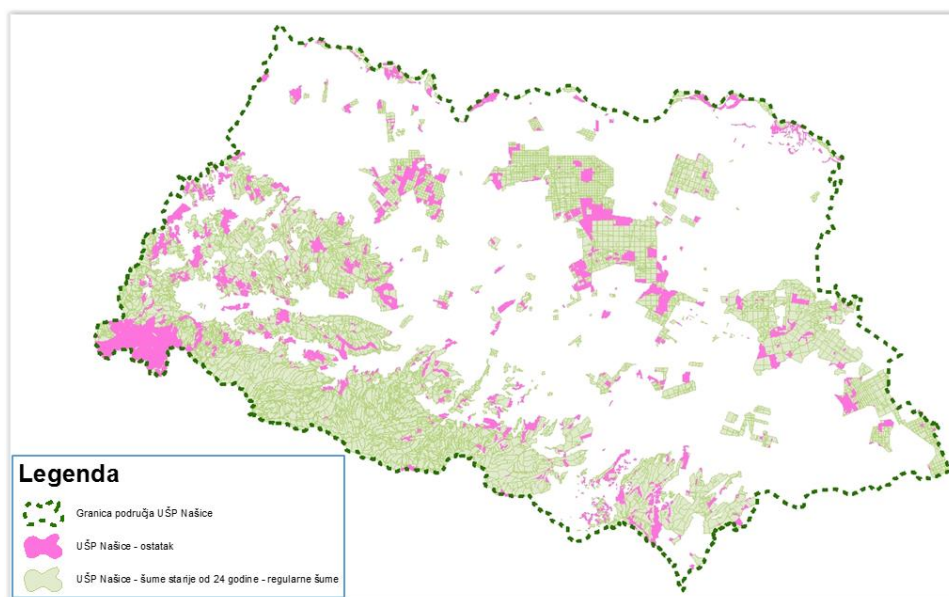
Slika 6.4-6: Uprava šuma Našice (granice iscrtane isprekidanom crtom, površine pod šumama prema KP definiciji su označene ružičastom bojom, površine koje nisu u skladu sa KP definicijom šuma su označene zeleno)



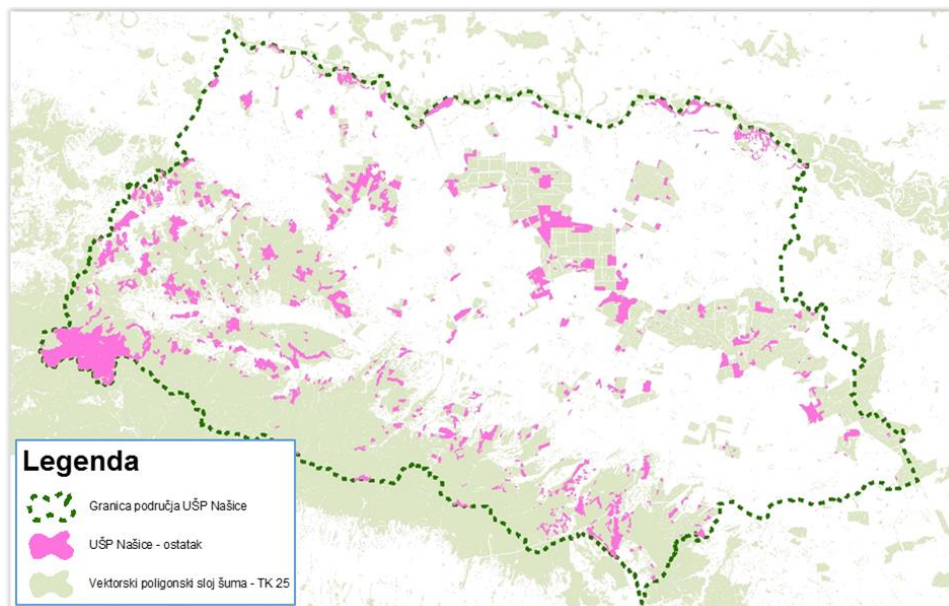
Slika 6.4-7: Uprava šuma Našice (granice iscrtane isprekidanom crtom, površine pod šumama su označene žutom bojom, površine bez prinosa (npr. šumske čistine) su označene zeleno)



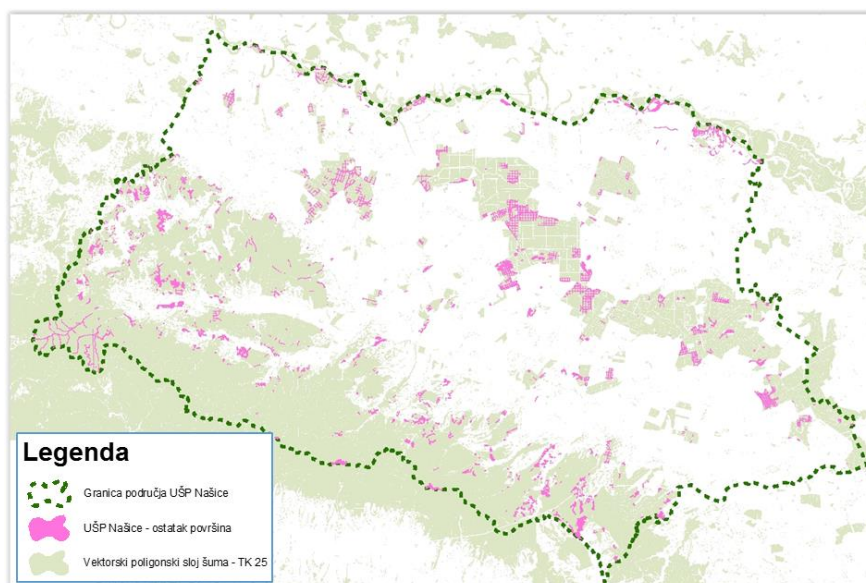
Slika 6.4-8: Uprava šuma Našice (granice iscrtane isprekidanom crtom, površine pod šumama starije od 24 godine su označene zeleno, a preostale površine šuma ružičasto)



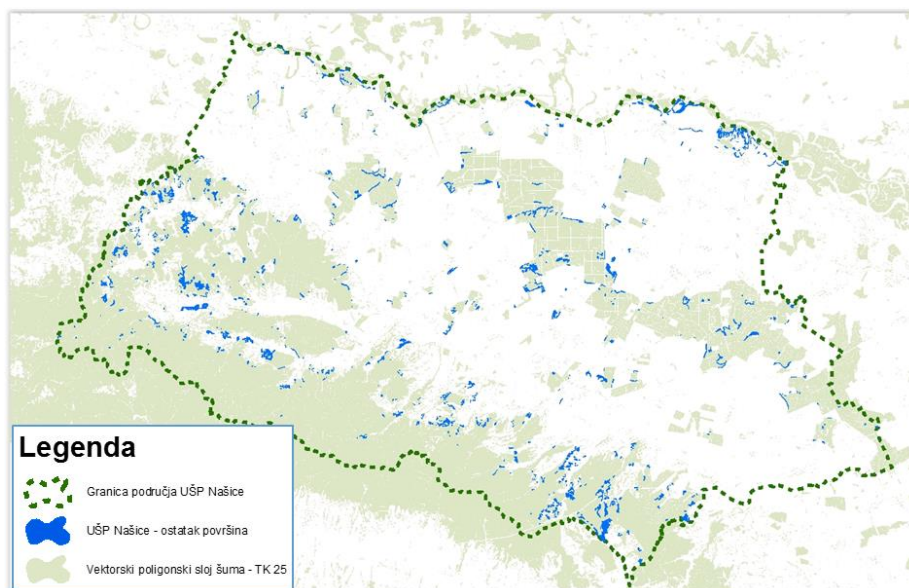
Slika 6.4-9: Uprava šuma Našice (granice iscertane isprekidanom crtom, površine pod šumama identificirane prema poligonima iz topografskih karata su označene zeleno, a ostale površine šuma ružičasto)



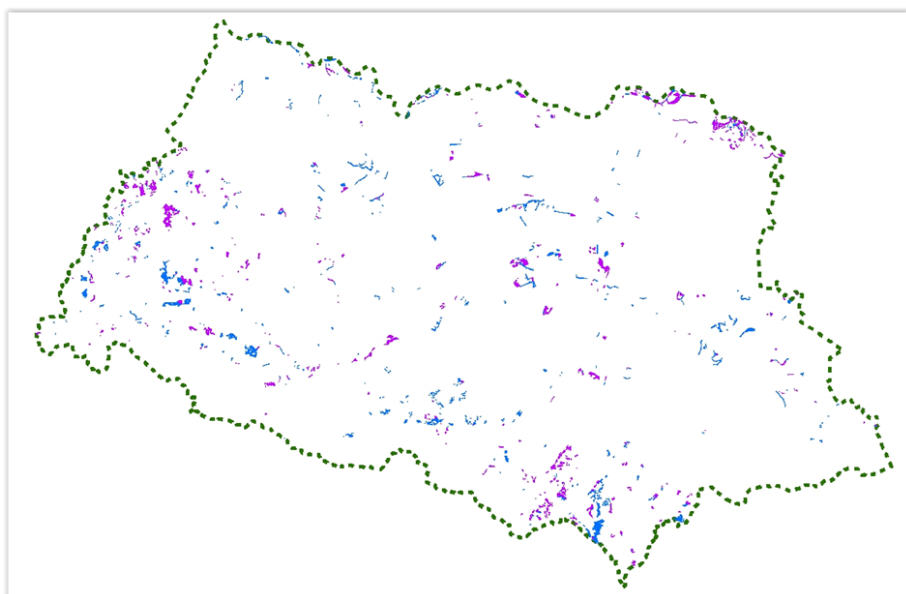
Slika 6.4-10: Uprava šuma Našice (granice iscertane isprekidanom crtom, površine pod šumama identificirane prema poligonima iz topografskih karata su označene zeleno, a preostale površine šuma koje se preklapaju sa topografskim kartama označene su ružičasto)



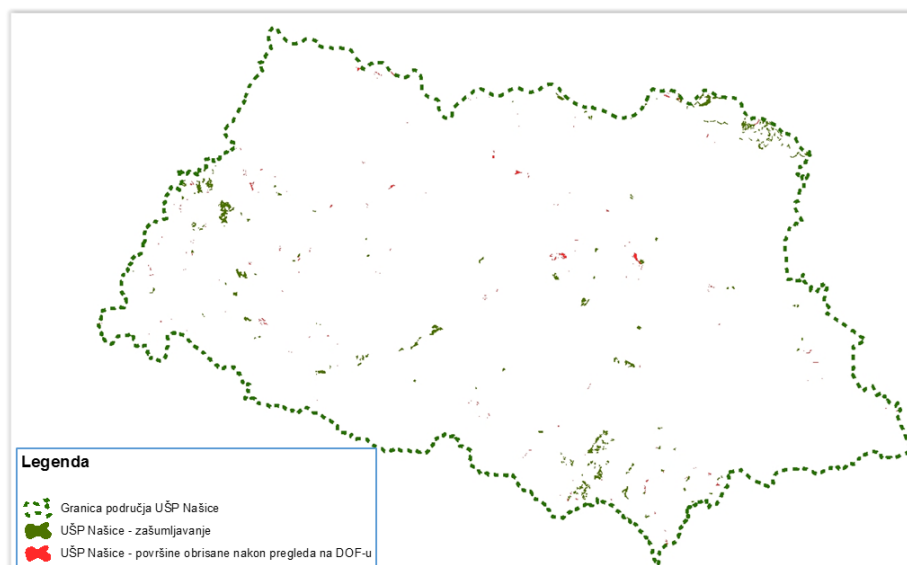
Slika 6.4-11: Uprava šuma Našice (granice iscrtane isprekidanom crtom, površine pod šumama identificirane prema poligonima iz topografskih karata su označene zeleno, a preostale površine šuma nakon poduzimanja Koraka 6 su označena plavom bojom)



Slika 6.4-12: Uprava šuma Našice (granice iscrtane isprekidanom crtom, površine pod šumama mlađe od 24 godine su označene plavo, ostale šumske površine su označene ljubičasto)

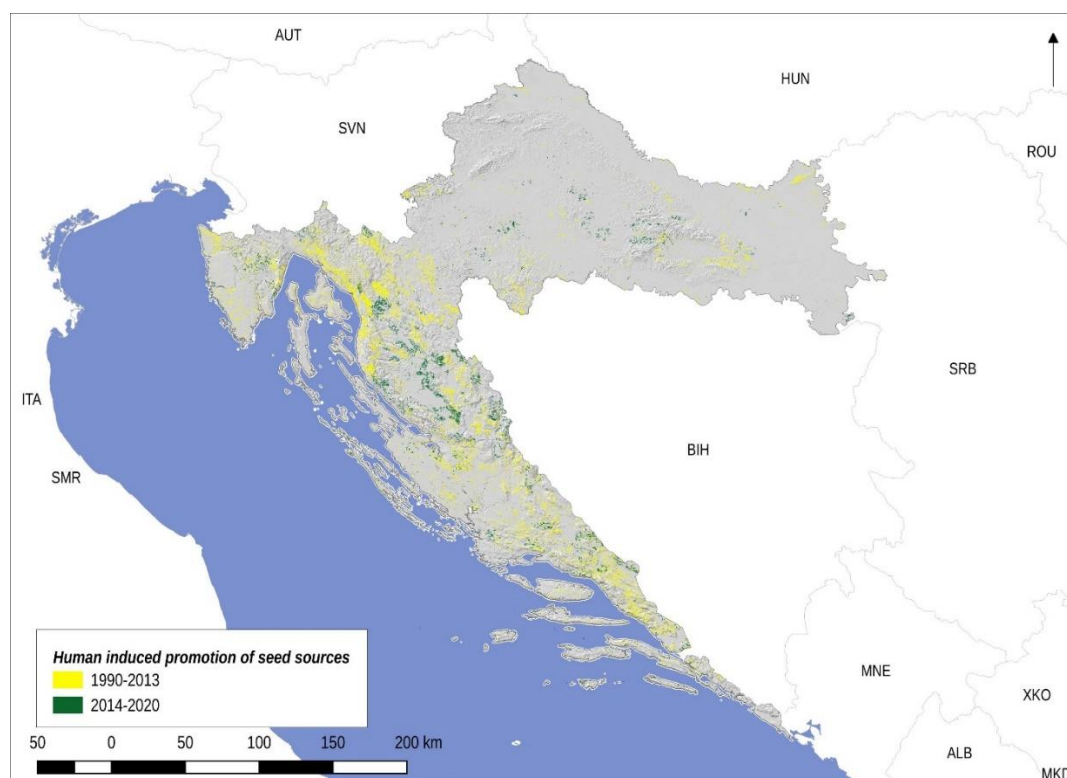


Slika 6.4-13: Uprava šuma Našice (granice iscrtane isprekidanom crtom, površine identificirane kao ne-šumske nakon Koraka 8 su označena crvenom bojom, površine identificirane kao pošumljene nakon Koraka 1-8 su označene zeleno)



Nakon obavljenih analiza, šumsko područje koje je identificirano kao rezultat pošumljavanja zbog ljudskog induciranja prirodnih sjemenskih izvora u državnim šumama prikazano je na donjoj karti (slika 6.4-14).

Slika 6.4-14: Površine koje su identificirane kao pošumljene poboljšanjem prirodnih sjemenskih izvora (zašumljavanje) u šumama u državnom vlasništvu u vremenskom period 1990.-2014. (zašumljeno u periodu 1990.-2013. označeno žutom bojom; a u periodu 2014.-2020. označeno zelenom bojom)



Prema nacionalnom zakonodavstvu i šumarskoj praksi koja se primjenjuje u Hrvatskoj, pošumljene površine na kojima se provodi sjetva/sadnja moraju se posebno registrirati. To znači da su ova područja

bila dobro poznata prije nego što je projekt LULUCF 1 proveden u Hrvatskoj. Što se tiče identifikacije pošumljenih površina zbog promicanja sjemenskih izvora u privatnim šumama, nije bilo moguće provesti istraživanje na isti način kao za državne šume kojima gospodare Hrvatske šume d.o.o. Tim šumama se uglavnom gospodari raznodobno, njihovo područje u to vrijeme nije bilo pokriveno službenim programima gospodarenja (samo 50% površine), te nije postojao dovoljan broj kvalitetnih podataka i informacija o njihovom prethodnom stanju. Korištenjem rezultata provedenog istraživanja u šumama u državnom vlasništvu napravljena je proksi procjena. Kako bi se utvrdilo iz koje je kategorije došlo do pretvorbe u privatne šume, uzeti su podaci i informacije iz 10% privatnih šuma obuhvaćenih programima gospodarenja šumama i prošireni na cijelo područje privatnih šuma. Ovih 10% predstavlja 63.217,44 ha šuma u privatnom vlasništvu. U vrijeme provedbe projekta LULUCF 1 50% šuma u privatnom vlasništvu bilo je obuhvaćeno programima gospodarenja.

U slučaju šuma u državnom vlasništvu kojima upravljaju druga pravna tijela, provedene analize su pokazale da ne postoji povećanje površina šuma u ovoj vrsti vlasništva zbog prenamjene iz drugih kategorija korištenja zemljišta. To se odnosi na prenamjenu u šumsko zemljište kroz postupke sjetve i sadnje, te pošumljavanja poboljšanjem prirodnih sjemenskih izvora. To je bio očekivani ishod jer su šume koje pripadaju ovoj kategoriji vlasništva pod strogom ili specifičnom vrstom zaštite temeljem odredba *Zakona o zaštiti prirode* i njihovo područje je fiksno, dobro poznato i ne može se mijenjati bez strogih pravnih postupaka koji zahtijevaju višestruki angažman institucija u Hrvatskoj.

Istraživanja su pokazala da se povećanje površina šumskih zemljišta dogodilo u državnim šumama kojima gospodare "Hrvatske šume d.o.o." i privatnim šumama i to kao rezultat poboljšanja prirodnih sjemenskih izvora u vremenskom periodu 1990.-2012. Dodatno, analize dokazuju da prenamjena zemljišta u šumsko postupkom pošumljavanja (sjetvom i sadnjom) se provodi samo u šumama kojima gospodare "Hrvatske šume d.o.o.".

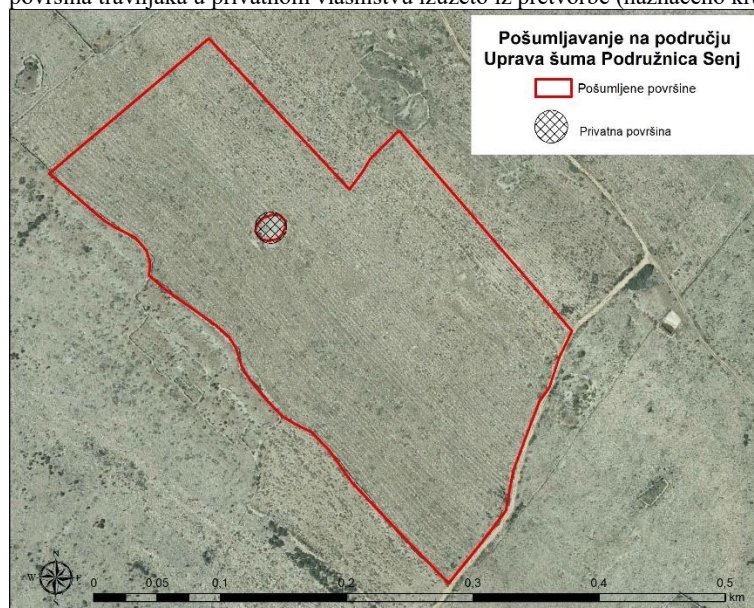
Istraživanja u sklopu LULUCF 1 projekta su dokazala da u slučaju privatnih šuma u periodu 1990.-2012. nije došlo do pošumljavanja postupcima sjetve i sadnje. Ovakvo saznanje bilo je i očekivano s obzirom da prema Pravilniku⁴⁴ koji propisuje pravila za financiranje radova u šumama šumoposjednika i članku 9. *Pravilnika o Upisniku privatnih šumoposjednika*⁴⁵, sredstva mogu biti dobivena za radove provedene u privatnim šumama samo za površine koje su u katastru zavedene kao šuma ili šumsko zemljište. Usporedba nacionalne definicije zemljišta koje je obuhvaćeno programima gospodarenja šumama i IPCC definicije pojedine kategorije zemljišta pokazala je da djelomično IPCC definicija za kategoriju Travnjaka obuhvaća i definiciju zemljišta nad kojima se provodi gospodarenje šumama prema nacionalnoj definiciji. Potencijalno ovo znači da je dio radova pošumljavanja mogao biti izveden u privatnim šumama. Tip zemljišta koji je obuhvaćen planovima gospodarenja za privatne šume a bez stvarnog je šumskog pokrova uglavnom je prisutan u krškom području Hrvatske. Temeljem činjenice da je provedba radova pošumljavanja u krškom području zahtjevna, skupa i mora biti izvedena odgovarajućim vrstama koje su ekonomski manje isplative, razumljivo je da nisu vjerojatni radovi pošumljavanja u privatnim šumama na krškom području na zemljištu koje nije bilo pošumljeno posljednjih 50 godina.

Provedenim istraživanjem prikupljeni su detaljni podaci o pretvorbi zemljišta u šumsko kroz postupke sjetve i sadnje te su nove kategorije zemljišta jasno definirane (slika 6.4-2).

⁴⁴ Pravilnik o postupku za ostvarivanje prava na sredstva iz naknade za korištenje općekorisnih funkcija šuma za izvršene radove u šumama šumoposjednika (NN 66/2006, 25/11). Vidi Popis izvora.

⁴⁵ Pravilnik o izmjenama i dopunama pravilnika o upisniku šumoposjednika (NN 84/2008). Vidi Popis izvora.

Slika 6.4.-15: Državno zemljište u sustavu sječe (Travnjaci) pretvoreno u Šumsko zemljište (naznačeno crvenom bojom) i površina travnjaka u privatnom vlasništvu izuzeto iz pretvorbe (naznačeno krugom)



Ukupne površine Travnjaka, Jednogodišnjih usjeva i Višegodišnjih nasada pretvorenih pošumljavanjem (sjetva, sadnja i poboljšanjem prirodnih sjemenskih izvora) u Šumsko zemljište u periodu 1990.-2012. za šume državnog i privatnog vlasništva na godišnjoj bazi, a koje su definirane istraživanjima u sklopu LULUCF 1 projekta, prikazane su u tablici 6.4-4. Završetkom LULUCF 1 projekta uveden je novi sustav evidencije baze podataka u sustavu Hrvatskih šuma d.o.o. s ciljem unaprjeđenja izvješćivanja prema UNFCCC-u i KP-u u području šumarstva posebice za identifikaciju i sljedivost zemljišta koja su pretvorenih u/iz šumsko zemljište.

Tablica 6.4-4: Zemljište pretvoreno u šumsko zemljište (kha), godišnji LUC

Godina	LUC (prenamjena zemljišta)		
	aCL – FL	pCL - FL	GL - FL
1990.	NO	NO	NO
1991.	NO	NO	0.21
1992.	NO	NO	0.16
1993.	NO	NO	0.30
1994.	NO	NO	0.26
1995.	NO	NO	0.23
1996.	NO	NO	0.29
1997.	NO	NO	0.20
1998.	NO	NO	0.26
1999.	NO	NO	0.33
2000.	NO	NO	0.24
2001.	NO	NO	0.25
2002.	NO	NO	0.30
2003.	0.00	0.00	0.28
2004.	0.03	0.00	0.62
2005.	0.06	0.01	2.99

Godina	LUC (prenamjena zemljišta)		
	aCL – FL	pCL - FL	GL - FL
2006.	0.06	0.01	2.81
2007.	0.08	0.01	3.88
2008.	0.08	0.01	1.75
2009.	0.11	0.01	4.33
2010.	0.15	0.01	4.64
2011.	0.13	0.01	5.90
2012.	0.24	0.02	4.76
2013.	0.30	0.03	6.81
2014.	0.38	0.04	7.93
2015.	0.55	0.05	5.77
2016.	NO	NO	1.43
2017.	NO	NO	3.93
2018.	NO	NO	1.73
2019.	NO	NO	0.54
2020.	NO	NO	0.34
2021.	NO	NO	0.46

Za period prije 1990. (zbog potreba prikaza prijelaznog razdoblja od 20 godina) korišten je prosječni podatak o pošumljenoj površini u razdoblju 1990.-1994.

U slučaju povećanja površina koje prelazi zabilježene pošumljene površine iz Travnjaka u šumsko zemljište (kao rješenje u NIR 2013 - definirano kao promjena iz Ostalog zemljišta u šumsko zemljište) Hrvatska je u sklopu LULUCF 1 projekta provela posebno istraživanje s ciljem utvrđivanja razloga koji dovode do povećanja šumskih površina pretvorbom iz ostalih zemljišta. Istraživanje je obuhvatilo analizu zemljišta svih tipova vlasništva. Rezultati su pokazali da je povećanje šumskih površina rezultat podrške čovjeka prirodnom širenju šuma te da nema promjene iz kategorije Ostala zemljišta u kategoriju šumska zemljišta. Jedini identificirani i geografski eksplicitno određeni način promjene korištenja zemljišta je promjena iz Travnjaka, Jednogodišnjih usjeva i Višegodišnjih nasada u šumska zemljišta. U slučaju promjene iz Ostalog zemljišta u šumsko zemljište, Hrvatska izvješćuje da promjene ne postoje odnosno NO (eng. *Not occuring*).

Istraživanja su potvrdila da uz povećanje površina šuma pošumljavanjem (sjetvom, sadnjom i poboljšanjem prirodnih sjemenskih izvora) u državnim šumama kojima gospodare Hrvatske šume d.o.o., do povećanja površina također nastupa u privatnim i državnim šumama kao rezultat podrške čovjeka prirodnom širenju šuma.

Najvećim dijelom šumskog područja u Hrvatskoj gospodari se na održiv način, a vrlo malo intenzivno. Ekstenzivno gospodarenje šumama, kao takvo, ne postoji u Hrvatskoj. Prema procjeni šumarskih stručnjaka, površina područja pretvorenog u intenzivno gospodarenu šumu (u našem slučaju plantaže) je vrlo mala. Budući dotični podaci nisu pruženi u ovakvom obliku, proračun je temeljen na pretpostavci da pošumljavanje rezultira šumom kojom se održivo gospodari.

U svezi opožarenih površina bitno je napomenuti da su iste približno utvrđene u sklopu LULUCF 1 projekta, a o emisijama ugljikovog dioksida te ostalih i indirektnih stakleničkih plinova izvješteno je unutar podkategorije Zemljište pretvoreno u šumsko zemljište u CRF tablicama.

A) Biomasa (fitotvar)

U svrhu određivanja promjena zalihe ugljika u biomasi (fitotvari) na površinama pretvorenima u Šumsko zemljište, korištene su jednadžbe 2.7 i 2.10 iz 2006 IPCC Guidancea kao i rezultati provedenih istraživanja u sklopu LULUCF 1 projekta na sljedeći način:

1. Na površinama koje su u državnom vlasništvu, a kojima upravljaju drugi pravni subjekti tijekom izvještajnog razdoblja nije došlo do promjene Šumskog zemljišta iz drugih kategorija. Isto vrijedi i za period 2013.–2018.
2. Promjene iz Travnjaka u jednogodišnje usjeve i višegodišnje nasade događaju se u privatnim šumama od 1998. godine. Prema istraživanjima, 82.1% promjene odnosi se na promjenu iz kategorije travnjaci, 16.3% na promjenu iz jednogodišnjih usjeva, a 1.6% na promjenu višegodišnjih nasada u Šumsko zemljište. Ove informacije su dobivene analizom i usporedbom podataka iz dva Programa za gospodarenje šumama šumoposjednika koji obuhvaćaju 10% sveukupne površine privatnih šuma koje je obuhvatila Šumskogospodarska osnova područja. Isto vrijedi i za period 2013.-2020.
3. Na površinama šuma u vlasništvu države dolazi samo do promjene iz kategorije Travnjaci u kategoriju Šumsko zemljište. Do ovog saznanja se došlo pretraživanjima uspoređujući podatke koji su u vrijeme istraživanja bili dostupni iz dvije Šumskogospodarske osnove područja. Isto vrijedi i za period 2013.-2020.

U svrhu procjene, vrijednosti navedene u nastavku su korištene sukladno vrsti promjene načina korištenja zemljišta (iz Travnjaka u Zemljište pod usjevima) i tipu šume:

- 1) Za prosječno godišnje povećanje prirasta korištena je vrijednost iz 2006 IPCC Guidancea za nadzemnu biomasu (fitotvar) koja se obnavlja prirodnim putem.
- 2) Upotrijebljena je vrijednosti za šume umjerenog klimatskog područja dobnog razreda ≤ 20 godina i ≥ 20 godina.
- 3) Primijenjene vrijednosti su iste za oba dobnog razreda (3 t suhe tvari/ha godišnje (za crnogorične vrste umjerenog područja), 4 t st/ha godišnje (za listopadne vrste) i 0.5 t suhe tvari/ha godišnje (za makije i šikare).
- 4) Upotrijebljena je srednja vrijednost prosječnog R/S faktora iz 2006 IPCC Guidancea (0.4 (za crnogorične vrste u dobnom razredu ≤ 20 godina), 0.29 (za crnogorične vrste u dobnom razredu ≥ 20 godina) i 0.46 (za listopadne vrste u oba dobnog razreda)). Za makije i šikare korištena je stručna procjena koja sugerira uporabu vrijednosti 0.46 sukladno preporuci 2006 IPCC Guidancea.
- 5) Za udio ugljika korištena je ista vrijednost kao i za procjenu promjene zalihe ugljika: 0.51 t C/t s.h. za četinjače, 0.48 t C/t s.h. za listopadne i 0.47 t C/ t suhe tvari za makije i šikare.

Temeljem više navedenih faktora, utvrđeno je prosječno povećanje biomase u iznosu od 2.14 t C/ha godišnje u crnogoričnim šumama u dobnom razredu ≤ 20 godina i 1.97 t C/ha u dobnom razredu ≥ 20 godina. Vrijednosti u iznosu 2.8 t C/ha (nadzemna + podzemna biomasa) korištene za iskazivanje prosječnog rasta biomase u šumama lisača). Vrijednosti u iznosu 0.34 t C/ha (nadzemna+podzemna biomasa) je korištena za iskazivanje prosječnog rasta biomase u makijama i šikarama.

Gubici zaliha ugljika zbog prenamjene Travnjaka i Usjeva u šumsko zemljište, korištena je nacionalno određena vrijednost od 4,29 t C/ha godišnje za kategoriju Travnjaka i 5,67 t C/ha godišnje za godišnju kategoriju Zemljišta pod Usjevima. Pri procjeni gubitaka u zaliham ugljika zbog pretvorbe zemljišta Višegodišnjih nasada (pCL) u Šumsko zemljište korištena je vrijednost od 8,9 tC/ha godišnje kako je utvrđeno u okviru nacionalno provedenog projekta 2021. (tzv. LULUCF 3 projekt). Vrijednost od 8,9 tC/ha godišnje predstavlja polovicu zalihe ugljika definiranih u trajnim nasadima (pCL) u sklopu LULUCF 3 projekta. Polovica zaliha ugljika iskorištena je jer će novo korištenje zemljišta zahtijevati zemljište odmah nakon donošenja odluke o prenamjeni zemljišta neovisno o starosti zaliha, a polovica zaliha bi bila vjerojatni prosjek.

Procjenom je u obzir uzet podatak o tipu šume (npr. površina Travnjaka prenamijenjena u bjelogoričnu, crnogoričnu šumu makiju ili šikaru) koji odgovara čitavoj šumskoj površini u pojedinoj godini, a koja je u CRF tablicama prikazana kao određena kategorija prenamijene zemljišta).

B) Tlo i listinac

Podaci o tlu prikupljeni znanstvenim istraživanjem provedenim 2017. godine (poglavlje 6.5.2.1.) Analizirani su i u izračun su uzete srednje vrijednosti utvrđene za svaku kategoriju korištenja zemljišta. Za potrebe ovogodišnjeg izvješća dodatna analiza je provedena uporabom metode suhog izgaranja u cilju utvrđivanja zalihe ugljika.

Za potrebe izračuna upotrijebljena je nacionalna vrijednost 9 za C/N omjer za slučaju mineralna tla Travnjaka koja su prenamijenjena u kategoriju Šumsko zemljište.

Procjena promjena u zalihi ugljika u tlu na Zemljištu pretvorenom u Šumsko (pošumljavanje) slijedi niže navedenu jednadžbu:

$$\Delta C_{L\text{FMineral}} = [(SOC_{\text{ref}} - SOC_{\text{Non Forest Land}}) \times A_{\text{Aff}}] / T_{\text{Aff}}$$

Gdje je:

$\Delta C_{L\text{FMineral}}$ = godišnja promjena zalihe ugljika u mineralnim tlima u godini inventara

SOC_{ref} = referentna zaliha ugljika

$SOC_{\text{Non Forest Land}}$ = zaliha organskog ugljika na zemljištu prijašnje namjene

T_{Aff} = prijelazno razdoblje od $SOC_{\text{Non Forest Land}}$ to SOC_{ref} (20 godina)

A_{Aff} = ukupno pošumljena površina nakon pretvorbe

Srednja vrijednost zalihe ugljika u tlu na dubini od 0-30 cm utvrđena je temeljem nacionalnog istraživanja 2017. godine i upotrijebljena kako bi se procijenila promjena zalihe ugljika u tlu (vidi poglavlje 6.5.2.1). Rezultati nacionalnog istraživanja i dobivenih vrijednosti medijana za promjenu zalihe ugljika u tlu su:

- Zemljište pod usjevima (jednogodišnji nasadi): 52.71 t C/ha
- Zemljište pod usjevima (višegodišnji usjevi): 71.01 t C/ha
- Šumsko zemljište: 69.86 t C/ha
- Travnjaci: 75.75 t C/ha
- Naseljena područja: 86.91 t C/ha

Emisijski faktor za tlo određen u ovom slučaju je 0.695 tC/ha godišnje.

Tablica 6.4-5 prikazuje podatke o godišnjoj promjeni zalihe ugljika u biomasu i tlu za zemljište koje je pretvoreno u šumsko zemljište. Od 1990. godine, pretvorba zemljišta u šumsko rezultirala je uklanjanjem pomoću ponora ugljikovog dioksida.

Za potrebe izvješćivanja korišteni su podaci znanstvenog istraživanja zaliha ugljika u pohraništu tla i listincu (Poglavlje 6.5.2.1).

Godišnje promjene zalihe ugljika u listincu u zemljištima prenamijenjenim u/iz šuma su izračunate na sljedeći način:

$$\Delta C_{LT} = A * (C_n - C_o) / T$$

ΔC_{LT} = srednja godišnja promjena zalihe ugljika u listincu (t C/god)

A = godišnje područje obuhvaćeno odšumljavanjem, odnosno pošumljavanjem i zašumljavanjem (AR) u dvadesetogodišnjem tranzicijskom periodu.

C_n = zaliha ugljika u listincu nakon prenamjene (4,57 t C/ha za zemljište prenamijenjeno u šumsko i 0.00 za zemljište prenamijenjeno iz šumskog)

C_o = zaliha ugljika u listincu prije prenamjene (0,0 t C/ha za zemljište prenamijenjeno u šumsko i 4.57 tC/ha za zemljište prenamijenjeno iz šumskog)

T = tranzicijski period za promjene zalihe ugljika u listincu (1 godina za odšumljene površine, 20 godina za pošumljene i zašumljene površine)

Tablica 6.4-5: Godišnje promjene zalihe ugljika u živoj biomas (fitotvari) i tlu na Zemljištu pretvorenom u šumsko zemljište

Godina	Priliv ugljika u biomasi	Gubitak ugljika u biomasi	Razlika zalihe ugljika u biomasi	Promjena zalihe ugljika u tlu	Promjena zalihe ugljika u listincu	Promjena zalihe ugljika u mrtvom drvu	Ukupno
kt C							
1990.	8.07	0.00	8.07	-1.04	0.81	0.04	7.88
1991.	8.15	-0.92	7.23	-1.05	0.82	0.04	7.03
1992.	8.08	-0.70	7.38	-1.04	0.81	0.04	7.19
1993.	8.34	-1.28	7.06	-1.08	0.84	0.04	6.86
1994.	8.50	-1.11	7.39	-1.10	0.85	0.04	7.18
1995.	8.60	-0.99	7.60	-1.11	0.86	0.04	7.40
1996.	8.83	-1.23	7.60	-1.14	0.89	0.04	7.38
1997.	8.87	-0.84	8.02	-1.14	0.89	0.04	7.81
1998.	9.04	-1.12	7.92	-1.17	0.90	0.05	7.71
1999.	9.35	-1.42	7.92	-1.21	0.94	0.05	7.70
2000.	9.50	-1.05	8.45	-1.23	0.95	0.05	8.23
2001.	9.66	-1.09	8.57	-1.25	0.97	0.05	8.34
2002.	9.94	-1.29	8.65	-1.28	0.99	0.05	8.42
2003.	10.16	-1.22	8.94	-1.31	1.01	0.05	8.70
2004.	11.49	-2.85	8.64	-1.41	1.12	0.08	8.43
2005.	13.37	-13.18	0.18	-2.19	1.77	0.10	-0.13
2006.	15.11	-12.44	2.67	-2.91	2.39	0.12	2.27
2007.	17.52	-17.16	0.36	-3.93	3.25	0.15	-0.17
2008.	20.54	-8.02	12.52	-4.33	3.63	0.21	12.03
2009.	25.08	-19.32	5.76	-5.45	4.60	0.27	5.18
2010.	32.44	-20.92	11.52	-6.69	5.70	0.38	10.90
2011.	36.97	-26.19	10.78	-8.26	7.03	0.43	9.98
2012.	46.67	-22.03	24.64	-9.41	8.14	0.59	23.96
2013.	55.57	-31.22	24.35	-11.07	9.71	0.72	23.70
2014.	63.51	-36.55	26.96	-13.01	11.56	0.84	26.35
2015.	67.49	-28.41	39.09	-14.17	12.96	0.90	38.78
2016.	70.68	-6.13	64.55	-14.51	13.22	0.96	64.23
2017.	74.20	-16.88	57.32	-15.61	14.07	1.02	56.80
2018.	75.06	-7.44	67.62	-16.04	14.41	1.03	67.02

Godina	Priliv ugljika u biomasi	Gubitak ugljika u biomasi	Razlika zalihe ugljika u biomasi	Promjena zalihe ugljika u tlu	Promjena zalihe ugljika u listincu	Promjena zalihe ugljika u mrtvom drvu	Ukupno
2019.	74.86	-2.31	72.55	-16.10	14.46	1.03	71.95
2020.	75.13	-1.47	73.66	-16.13	14.48	1.04	73.05
2021.	75.19	-1.98	73.20	-16.19	14.53	1.04	72.59

6.4.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije/uklanjanja pomoću ponora

U svrhu definiranja nesigurnosti u sektoru LULUCF u Hrvatskoj, 2013. godine izrađen je poseban upitnik te je konzultirano nekoliko različitih stručnjaka iz nekoliko hrvatskih institucija. Ovaj je rad podržan stručnom pomoći osiguranom kroz EU projekt „Pomoć državama članicama za učinkovitu provedbu zahtjeva za izvješćivanjem prema Kyotskom protokolu Okvirne konvencije Ujedinjenih naroda o klimatskim promjenama (UNFCCC)“ 2013. godine. Od tada procjena neizvjesnosti izvedena je za NIR 2015. Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja pokrenulo je projekt koji se bavi nesigurnošću u sektoru LULUCF-a. Rezultati ovog projekta bi trebali biti uključeni u buduće prijave.

Ulazne nesigurnosti povezane s različitim emisijskim faktorima i podacima o aktivnostima kao i izvorima informacija (zadane vrijednosti, utvrđeni podaci ili stručna procjena) navedeni su u tablicama 6.4-6 i Dodatku 1. Neke od nesigurnosti definirane stručnom procjenom, određene su usporedbom statističkih podataka iz različitih izvora i na njih je utjecala činjenica da je Hrvatska definirala neke od svojih površina uporabom podataka iz CLC baze male rezolucije. Najveće nesigurnosti koje su definirali stručnjaci odnose se na promjene u korištenju zemljišta u i iz kategorije Usjeva što je prouzročeno velikom promjenom u uporabi službene metodologije i načina prikupljanja podataka DZS-a od 2005. godine. U ovom slučaju, nesigurnost je određena temeljem promjena u površini u različitim vremenskim razdobljima primjenjujući najnepovoljnije vrijednosti u slučaju više izbora (konzervativna procjena).

Tablica 6.4-6: Nesigurnost emisijskih faktora, podataka o aktivnostima i izvor informacija

Ulazni podatak	Nesigurnost	Izvor podataka
Površina šumskog zemljišta	10%	Stručna procjena
Prirast	7%	Stručna procjena
Sječa	5%	Stručna procjena
Pošumljena površina	2%	Stručna procjena
Iskrčena površina	2%	Stručna procjena
Gustoća drva	30%	Zadano, 2006 IPCC Guidance
R/S (Root to Shoot ratio) za četinjače u šumskom zemljištu	0.12-0.49	Zadano, 2006 IPCC Guidance
R/S (Root to Shoot ratio) za listače u šumskom zemljištu	0.17-0.30	Zadano, 2006 IPCC Guidance
R/S (Root to Shoot ratio) za četinjače za pošumljene površine	42%	Zadano, 2006 IPCC Guidance
BEF 1 za četinjače	1-1.3	Zadano, 2006 IPCC Guidance
BEF 1 za listače	1.1-1.3	Zadano, 2006 IPCC Guidance
BEF 2 za četinjače	1.15-4.2	Zadano, 2006 IPCC Guidance
BEF 2 za listače	1.15-3.2	Zadano, 2006 IPCC Guidance
CF faktor	3%	Stručna procjena
Zaliha ugljika u šumskom tlu	92%	Utvrđena vrijednost
Površina usjeva	12%	Stručna procjena
aCL površina	12%	Stručna procjena
pCL površina	9%	Stručna procjena
LUC površina aCL-pCL	500%	Stručna procjena
LUC površina pCL-aCL	500%	Stručna procjena
LUC površina GL - aCL	100%	Stručna procjena
LUC površina GL - pCL	500%	Stručna procjena
Prinos biomase na LUC površinama na i s aCL	156%	Stručna procjena

Ulazni podatak	Nesigurnost	Izvor podataka
Ostala nadzemna biomasa na LUC površinama na i s aCL	156%	Stručna procjena
Podzemna biomasa na LUC površinama na i s aCL	75%	Zadano, 2006 IPCC Guidance
pCL nadzemna biomasa	75%	Zadano, 2006 IPCC Guidance
Površina organskih tala	12%	Stručna procjena
Zaliha ugljika u tlu jednogodišnjih usjeva	57.1%	Utvrđena vrijednost
Zaliha ugljika u tlu višegodišnjih usjeva	76,3%	Utvrđena vrijednost
Emisijski faktor za organska tla travnjaka	90%	Zadano, 2006 IPCC Guidance
Emisijski faktor za organska tla usjeva	90%	Zadano, 2006 IPCC Guidance
Površina travnjaka	30%	Stručna procjena
LUC površina aCL-GL	100%	Stručna procjena
LUC površina pCL-GL	100%	Stručna procjena
R/S faktor za travnjake	95%	Zadano, 2006 IPCC Guidance
Površina organskih tala	30%	Stručna procjena
Zaliha ugljika u tlu travnjaka	61.2%	Utvrđena vrijednost
Emisijski faktor za organska tla travnjaka	90%	Zadano, 2006 IPCC Guidance
C/N omjer za tla travnjaka	10.6%	Utvrđena vrijednost
Prinos biomase na LUC površinama na i s travnjaka	75%	Zadano, 2006 IPCC Guidance
Površina močvara	1%	Stručna procjena
LUC površine aCL-WL	300%	Stručna procjena
LUC površine pCL-WL	300%	Stručna procjena
Zaliha ugljika u tlu za kategoriju močvarnog zemljišta	67%	Utvrđena vrijednost
Površina naselja	30%	Stručna procjena
LUC površine FL-SL	2%	Stručna procjena
LUC površine aCL-SL	300%	Stručna procjena
LUC površine pCL-SL	300%	Stručna procjena
LUC površine GL-SL	200%	Stručna procjena
Rast biomase za pCL-SL	50%	Stručna procjena
Zaliha ugljika u tlu u kategoriji naselja	65.4%	Utvrđena vrijednost

Nesigurnost je za sve kategorije zemljišta procijenjena primjenom Tier 1 i Tier 2 metode.

Prilikom primjene Tier 2 metode na temelju *Monte Carlo* simulacije normalna distribucija je pretpostavljena za većinu ulaznih parametara. Broj provedenih ponavljanja bio je 10 000. Za svaku od kategorija zemljišta nesigurnost je definirana za pod-kategoriju i za svaki od plinova. Relativna vrijednost nesigurnosti je korištena kod procjene nesigurnosti za sve kategorije.

Prema procjeni nesigurnosti koja je provedena za LULUCF sektor, relativna kombinirana nesigurnost uklanjanja pomoću ponora i emisija CO₂ ekvivalenta za Šumsko zemljište koja ostaje šumsko zemljište izračunata je korištenjem nesigurnosti za emisijske faktore i površine prikazane u tablicama 6.4-6 i Prilogu II. Nesigurnost je izračunata i za kategoriju prenamjene zemljišta u šumsko zemljište te prikazana u Prilogu II.

6.4.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije/uklanjanja pomoću ponora (QA/QC)

Tijekom pripreme inventara sve aktivnosti su provjerene. Jedna osoba provela je proračun emisija te ga je kasnije neovisno provjerila druga osoba iz iste institucije koja priprema inventar. Institucija koja vodi tehničke aktivnosti ima odobrenje Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja za provedbu proračuna emisija/uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova. Aktivnosti vezane uz kontrolu kvalitete također su bile usmjerene na cjelovitost i dosljednost procjena emisije kao i na pravilnu upotrebu znakovnih oznaka u CRF tablicama.

Ulazni podaci, procjene i rezultati provjereni su kako slijedi:

- 1) Provjera odozd prema gore (*engl. Bottom-up check*)
 - Ulazni podaci
 - Provjera vjerodostojnosti podataka o aktivnostima i njihovog trenda

- Provjera vjerodostojnosti faktora emisije kao i povezanih ulaznih podataka i trenda
- Provjera cjelovitosti ulaznih podataka
- Provjera točnosti svih jednadžbi u dokumentima procjene
- Provjera točnosti svih međurezultata
- Provjera vjerodostojnosti rezultata i njihovog trenda
- Provjera točnosti prijenosa svih podataka i rezultata

2) Provjera odozgo prema dole (*engl. Top-down check*)

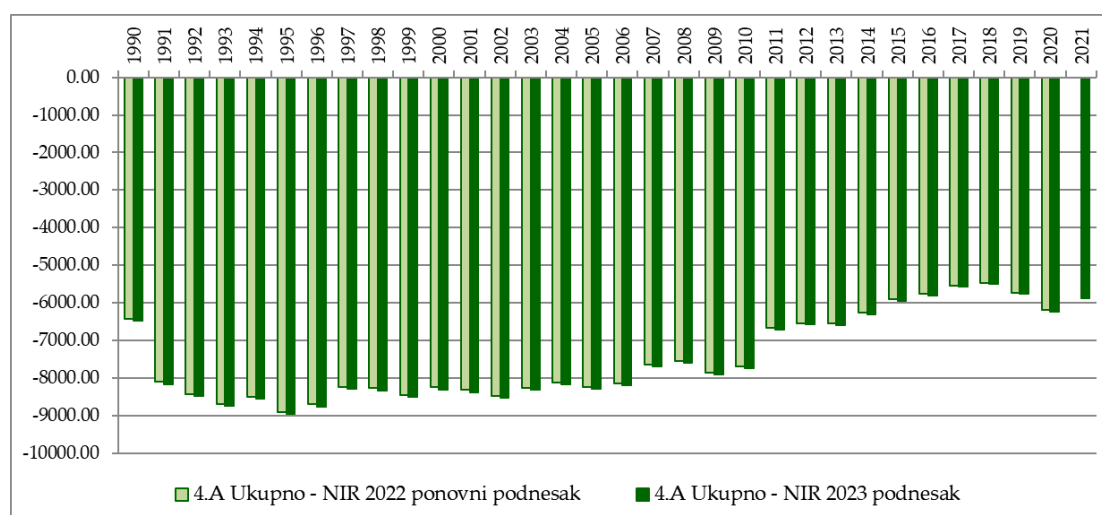
Tijekom izrade inventara uključeni su eksperti iz svih relevantnih područja. Eksperti provjeravaju sve ulazne podatke. Definicije, faktori i metode primijenjene u izvješću dogovoreni su s ekspertima iz relevantnih područja, osiguravajući na taj način dosljednost i potpunost ulaznih podataka. Konačni izračunati podaci poslani su ekspertima na odobrenje. Korišteni podaci o aktivnostima i faktori emisije također su uspoređeni s podacima iz drugih izvora (npr. iz literature, rezultata u izvješćima drugih usporedivih regija, zadanih vrijednosti prema IPCC-u).

6.4.5. Rekalkulacija emisije/uklanjanja pomoću ponora

Od NIR-a 2014. i početka primjene Pristupa 3 u identifikaciji Zemljišta pretvorenog u i iz šumskog zemljišta i određivanja Šumskog zemljišta koje ostaje šumsko zemljište, neki od planova i programa gospodarenja prestali su važiti, te su izrađeni novi planovi/programi gospodarenja. Prilikom izrade novih planova/programa pridaje se pozornost identifikaciji i sljedivosti šuma koje su rezultat pošumljavanja izazvanog od strane čovjeka prije 1990. godine. Kada se ta područja identificiraju, dolazi do promjena u šumskim površinama te se površine registriraju i prijavljuju pod šumom iz 1990. područja u odgovarajućem NIR-u. Promjena šumskih površina koja proizlazi iz šumskih površina definiranih u dva uzastopna plana/programa dovela je do razlike između površina prijavljenih pod FL-FL površinama u NIR 2022. i NIR 2023. Za izvješćivanje NIR 2023 ucrtno je 14.209,45 ha novih površina kao rezultat pošumljavanja uzrokovanog ljudskim djelovanjem prije 1990. godine. Osim toga, izvršena je korekcija u matrici za godine 2003. i 2004. u vezi s površinom Zemljišta pod usjevima pretvorenog u šumsko zemljište (CL-FL). U slučaju kategorije Travnjaka pretvorenih u crnogorične šume, promjena zalihe ugljika u pohraništu biomase izračunata je korištenjem prijelaznog razdoblja od prvih 20 godina i odgovarajuće zalihe u šumama prvog dobnog razreda. U ostalim kategorijama šuma nije bilo promjena jer je zaliha ugljika u biomasi prvog i drugog dobnog razreda ostala ista.

Uvedena poboljšanja rezultirala su povećanjem ponora ukupne kategorije šumskog zemljišta za 0,7 % usporedbom podataka NIR 2022. i NIR 2023. Rezultati provedenih rekalkulacija prikazani su na slici 6.4.-16.

Slika 6.4-16: Sadašnje i prijašnje emisije za kategoriju 4.A (kt CO₂)



6.4.6. Planirana poboljšanja proračuna

Daljnje istraživanje BEF-ova dio je projektnog prijedloga unutar sektora LULUCF predviđenog u dugoročnom razdoblju. Također, Hrvatska namjerava iskoristiti rezultate trenutno pokrenutog CROLIS projekta koji će omogućiti primjenu Pristupa 3 u identifikaciji i sljedivosti svake kategorije LULUCF zemljišta, tri godine od sada (2026. godina).

6.5. Zemljište pod usjevima (CRF kategorija 4.B)

6.5.1. Opis izvora emisije

U ovoj kategoriji razmatrane su emisije/uklanjanja pomoću ponora iz gospodarenja Zemljištima pod usjevima (Zemljište pod usjevima koje ostaje Zemljište pod usjevima i Zemljište pretvoreno u zemljište pod usjevima).

Površina Zemljišta pod usjevima kretala su se u rasponu od 1,625.38 do 1,522.94 kha u periodu 1990.-2021. U istom razdoblju, emisije iz promjene zaliha ugljika u biomasi (fitotvari) i tlu u istom razdoblju su iznosile od 118.42 kt CO_{2eq.} do 279.38 kt CO_{2eq.}

Godišnje LUC (*Land Use Change* - promjene u korištenju zemljišta) unutar Zemljišta pod usjevima javljaju se u kategorijama Šumskog zemljišta i Travnjaka.

Tablice 6.5-1 i 6.5-2 prikazuju LUC i uklanjanja pomoću uklanjanja/emisija* iz promjena korištenja zemljišta u kategoriji Zemljište pod usjevima u razdoblju od 1990. do 2021. godine.

Tablica 6.5-1: Podaci o aktivnosti za Zemljište pod usjevima od 1990. do 2021., u kha

Godina	4.B Zemljište pod usjevima - Ukupno	4.B.1 Zemljište pod usjevima koje ostaje zemljište pod usjevima - Ukupno	4.B.1.a Zemljište pod jednogodišnjim usjevima koje ostaje zemljište pod jednogodišnjim usjevima	4.B.1.b Zemljište pod višegodišnjim nasadima koje ostaje zemljište pod višegodišnjim nasadima 4.B.1.c Zemljište pod višegodišnjim usjevima pretvoreno u zemljište pod jednogodišnjim usjevima	4.B.1.c Zemljište pod višegodišnjim usjevima pretvoreno u zemljište pod jednogodišnjim usjevima	4.B.1.d Zemljište pod Jednogodišnjim usjevima pretvoreno u Zemljište pod višegodišnjim nasadima	4.B.2. Zemljište pretvoreno u Zemljište pod usjevima	4.B.2.1 a Šumsko zemljište pretvoreno u višegodišnje nasade	4.B.2.2.b Travnjaci pretvoreni u zemljište pod jednogodišnjim usjevima	4.B.2.2.c Travnjaci pretvoreni u zemljište pod višegodišnjim nasadima
1990.	1,625.38	1,618.43	1,473.76	143.34	0.43	0.89	6.95	0.00	6.50	0.45
1991.	1,625.01	1,617.17	1,473.39	142.15	0.56	1.07	7.84	0.00	7.12	0.72
1992.	1,624.69	1,615.97	1,473.99	140.03	0.70	1.25	8.72	0.00	7.73	0.99
1993.	1,624.24	1,614.63	1,474.47	137.90	0.83	1.43	9.61	0.00	8.35	1.26
1994.	1,623.89	1,613.39	1,475.04	135.78	0.96	1.61	10.50	0.00	8.96	1.54
1995.	1,623.50	1,612.12	1,475.59	133.64	1.09	1.79	11.38	0.00	9.57	1.81
1996.	1,623.06	1,610.79	1,476.10	131.50	1.23	1.97	12.27	0.00	10.19	2.08
1997.	1,622.79	1,609.64	1,476.76	129.36	1.36	2.15	13.15	0.00	10.80	2.35
1998.	1,622.48	1,608.44	1,477.40	127.22	1.49	2.33	14.04	0.00	11.41	2.63
1999.	1,622.03	1,607.10	1,476.37	126.60	1.63	2.51	14.93	0.00	12.03	2.90
2000.	1,621.80	1,605.98	1,484.76	116.77	1.76	2.69	15.81	0.00	12.64	3.17
2001.	1,616.08	1,599.38	1,480.36	114.26	1.89	2.87	16.70	0.00	13.25	3.44
2002.	1,610.19	1,592.61	1,473.32	114.21	2.03	3.05	17.58	0.00	13.87	3.72
2003.	1,604.19	1,585.72	1,467.12	113.21	2.16	3.23	18.47	0.00	14.48	3.99
2004.	1,598.07	1,578.67	1,458.36	114.60	2.29	3.41	19.40	0.04	15.09	4.26
2005.	1,589.57	1,569.26	1,449.43	113.81	2.43	3.59	20.31	0.07	15.71	4.53
2006.	1,581.23	1,560.01	1,436.59	117.08	2.56	3.77	21.23	0.10	16.32	4.81
2007.	1,577.33	1,550.99	1,415.49	124.37	6.49	4.64	26.34	0.25	20.31	5.78
2008.	1,575.74	1,544.30	1,400.12	128.25	10.42	5.51	31.43	0.38	24.29	6.76
2009.	1,571.72	1,534.84	1,385.52	128.59	14.35	6.39	36.88	0.87	28.28	7.74
2010.	1,567.10	1,525.08	1,384.14	115.40	18.28	7.26	42.02	1.04	32.26	8.72
2011.	1,561.08	1,514.81	1,371.37	113.41	22.07	7.95	46.26	1.20	35.63	9.43
2012.	1,556.12	1,505.68	1,366.94	104.23	25.87	8.64	50.45	1.31	39.00	10.14
2013.	1,549.06	1,499.60	1,365.48	99.90	25.73	8.49	49.46	1.38	38.13	9.94
2014.	1,540.67	1,492.25	1,344.00	114.32	25.58	8.34	48.42	1.40	37.26	9.75
2015.	1,534.44	1,486.92	1,347.20	106.08	25.44	8.19	47.52	1.58	36.38	9.56
2016.	1,532.96	1,486.49	1,356.47	96.67	25.30	8.05	46.47	1.59	35.51	9.37
2017.	1,528.95	1,483.54	1,346.10	104.38	25.16	7.90	45.41	1.59	34.64	9.18
2018.	1,527.14	1,482.79	1,343.85	106.17	25.02	7.75	44.35	1.59	33.76	8.99
2019.	1,525.64	1,482.35	1,346.11	103.77	24.87	7.60	43.28	1.59	32.89	8.80
2020.	1,524.32	1,482.10	1,345.92	104.00	24.73	7.45	42.22	1.59	32.02	8.61
2021.	1,522.94	1,481.78	1,345.66	104.23	24.59	7.30	41.15	1.59	31.14	8.42

Tablica 6.5-2: Emisije (+) i uklanjanja pomoću ponora (-) CO₂ iz Zemljišta pod usjevima od 1990. do 2021. (kt CO₂-eq.)

Godina	4.B Zemljište pod usjevima - Ukupno	4.B.1 Zemljište pod usjevima koje ostaje zemljište pod usjevima	4.B.2 Zemljište pretvoreno u Zemljište pod usjevima	4.B.2.1 Šumsko zemljište pretvoreno u Zemljište pod usjevima	4.B.2.2 Travnjaci pretvoreni u Zemljište pod usjevima	4.B.2.3 Močvarno zemljište pretvoreno u Zemljište pod usjevima	4.B.2.4 Naselja pretvorena u Zemljište pod usjevima	4.B.2.5 Ostalo zemljište pretvoreno u Zemljište pod usjevima	4.B.2.1 Zemljište pretvoreno u Zemljište pod usjevima (N ₂ O u CO ₂ -eq)
1990.	118.42	89.06	29.36	NO	25.85	NO	NO	NO	3.52
1991.	131.58	98.28	33.30	NO	29.43	NO	NO	NO	3.87
1992.	133.87	97.83	36.04	NO	31.81	NO	NO	NO	4.23
1993.	136.16	97.38	38.78	NO	34.19	NO	NO	NO	4.59
1994.	138.45	96.93	41.52	NO	36.58	NO	NO	NO	4.94
1995.	140.74	96.48	44.26	NO	38.96	NO	NO	NO	5.30
1996.	143.03	96.02	47.00	NO	41.34	NO	NO	NO	5.66
1997.	145.31	95.57	49.74	NO	43.73	NO	NO	NO	6.01
1998.	147.60	95.12	52.48	NO	46.11	NO	NO	NO	6.37
1999.	149.89	94.67	55.22	NO	48.49	NO	NO	NO	6.73
2000.	152.18	94.22	57.96	NO	50.88	NO	NO	NO	7.09
2001.	154.47	93.77	60.70	NO	53.26	NO	NO	NO	7.44
2002.	156.76	93.32	63.44	NO	55.64	NO	NO	NO	7.80
2003.	159.05	92.87	66.18	NO	58.03	NO	NO	NO	8.16
2004.	163.18	92.42	70.76	1.84	60.41	NO	NO	NO	8.51
2005.	164.86	91.97	72.89	1.23	62.79	NO	NO	NO	8.87
2006.	167.00	91.52	75.48	1.08	65.18	NO	NO	NO	9.22
2007.	380.27	283.83	96.44	9.60	75.39	NO	NO	NO	11.45
2008.	403.09	292.66	110.42	5.27	91.48	NO	NO	NO	13.68
2009.	445.46	301.49	143.96	20.50	107.56	NO	NO	NO	15.90
2010.	457.94	310.33	147.62	5.84	123.64	NO	NO	NO	18.13
2011.	484.84	319.61	165.23	7.89	137.34	NO	NO	NO	20.00
2012.	504.76	328.89	175.87	2.95	151.04	NO	NO	NO	21.87
2013.	316.29	136.24	180.05	3.90	154.77	NO	NO	NO	21.39
2014.	307.04	136.51	170.53	-1.60	151.22	NO	NO	NO	20.90
2015.	323.09	136.78	186.31	18.22	147.68	NO	NO	NO	20.41
2016.	301.74	137.05	164.69	0.63	144.14	NO	NO	NO	19.92
2017.	294.42	137.32	157.10	-2.93	140.59	NO	NO	NO	19.44
2018.	290.66	137.59	153.07	-2.93	137.05	NO	NO	NO	18.95
2019.	286.90	137.86	149.04	-2.93	133.51	NO	NO	NO	18.46
2020.	283.14	138.13	145.01	-2.93	129.97	NO	NO	NO	17.98
2021.	279.38	138.40	140.98	-2.93	126.42	NO	NO	NO	17.49

*bez emisija od opožarene biomase

6.5.2. Metodologija proračuna emisije

6.5.2.1. Zemljište pod usjevima koje ostaje Zemljište pod usjevima (4.B.1)

Ovaj odjeljak pruža informacije o emisijama/uklanjanjima iz tla i biomase u kategoriji Zemljišta pod usjevima i sadrži:

1. Zemljište pod jednogodišnjim usjevima koje ostaje pod jednogodišnjim usjevima (aCL-aCL) i Zemljište pod višegodišnjim nasadima koje ostaje pod višegodišnjim nasadima (pCL-pCL)
2. Zemljište pod jednogodišnjim usjevima pretvoreno u Zemljište pod višegodišnjim nasadima (aCL-pCL)
3. Zemljište pod višegodišnjim nasadima pretvoreno u Zemljište pod jednogodišnjim usjevima (pCL-aCL)

Prema 2006 IPCC Guidanceu definiranoj metodi u svezi promjene korištenja zemljišta unutar same kategorije zemljišta pod usjevima, dobici ili gubici iz tla i biomase (fitotvari) uslijed promjena u korištenju zemljišta u i iz jednogodišnjeg zemljišta pod usjevima su prikazani u ovom izvješću. Ovaj nacionalni pristup je primijenjen temeljem činjenice da Zemljište pod jednogodišnjim usjevima ima potpuno drugačiju stopu zalihe i akumulacije ugljika od Zemljišta pod višegodišnjim nasadima te slijedi primjere nekih drugih zemalja (Austrija, Bugarska, Luksemburg⁴⁶) koje prikazuju promjene zaliha ugljika na ovaj način u ovoj kategoriji korištenja zemljišta.

A) Biomasa (fitotvar)

Budući da se biomasa (fitotvar) na Zemljištu pod jednogodišnjim usjevima sakuplja na godišnjoj razini, ne postoji dugoročno skladištenje ugljika, te se promjene zaliha ugljika u biomasi (fitotvari) ne razmatraju u ovoj procjeni u podkategoriji Zemljišta pod jednogodišnjim usjevima koja ostaju zemljišta pod jednogodišnjim usjevima (aCL-aCL).

Za podkategoriju Zemljišta pod višegodišnjim nasadima koja ostaju zemljišta pod višegodišnjim nasadima (pCL-pCL), promjene zaliha ugljika procijenjene su pomoću Tier 2 razine proračuna. Prema ovoj metodi 2006 IPCC Guidancea, Zemljište pod višegodišnjim usjevima akumulira biomasu tijekom prvih 30 godina, a na godišnjoj razini 3.33% višegodišnjih usjeva/nasada se uklanja što uzrokuje emisije.

Za izračun promjene zaliha ugljika u živoj biomasi Zemljišta pod višegodišnjim nasadima koje ostaje zemljište pod višegodišnjim nasadima (pCL-pCL), korištena je sljedeća 2006 IPCC Tier 2 jednadžba:

Godišnja promjena u biomasi (fitotvari) = ((površina zemljišta pod višegodišnjim nasadima koje ostaje zemljište pod višegodišnjim nasadima) · (stopa akumulacije ugljika)) – ((površina zemljišta pod višegodišnjim nasadima prije 30 godina*) · 0.033 · (zaliha ugljika u biomasi tijekom žetve))

* Isključujući područja Zemljišta pod višegodišnjim nasadima koja su izgubljena uslijed prenamjene zemljišta

Za godišnju stopu akumulacije ugljika u Zemljištu pod višegodišnjim nasadima (pCL) korištena je nacionalna definirana vrijednost koja iznosi 0.45 t C/ha godišnje.

Nacionalno definirana vrijednost od 17.8 tC/ha godišnje korištena je za nadzemnu zalihu ugljika biomase prilikom žetve. U slučaju ove podkategorije i skupa biomase, za izračunavanje CSC-a (promjena zalihe ugljika) korišten je konzervativni pristup i pretpostavka da su pCL u ravnoteži i da više ne rastu.

Za izračun godišnje promjene zalihe ugljika u živoj biomasi (fitotvari) Zemljišta pod jednogodišnjim usjevima koja su pretvorena u Zemljišta pod višegodišnjim nasadima (aCL - pCL), korišten je pristup

⁴⁶NIR 2012 Republike Bugarske; NIR 2012 Republike Austrije; NIR 2012 Velikog Vojvodstva Luxemburg.

slijedom Tier 2 metode 2006 IPCC Guidancea za LUC djelomično, primjenom nacionalnih emisijskih faktora i jednadžbe:

Godišnja promjena zalihe ugljika u biomasi (fitotvari) = (površina pretvorbe za prijelazni period od 20 godina) · ΔC_{Rasta} + (Godišnja površina trenutno pretvorenog zemljišta) · $L_{\text{Pretvorbe}}$

Gdje je:

$$L_{\text{Pretvorbe}} = C_{\text{Nakon}} - C_{\text{Prije}}$$

$\Delta C_{\text{pretvorbe}}$ = stopa akumulacije ugljika u Zemljištu pod višegodišnjem nasadima (0.451 t C/ha godišnje (nacionalna vrijednost))

C_{prije} = zaliha ugljika u biomasi (fitotvari) Zemljišta pod jednogodišnjim usjevima prije pretvorbe (5.67 tC/ha godišnje)

C_{nakon} = zaliha ugljika neposredno nakon pretvorbe (0 t C/ha (zadana vrijednost prema 2006 IPCC Guidanceu))

Za gubitke biomase (fitotvari) Zemljišta pod jednogodišnjim usjevima u godini LUC-a, i pretvorbe iz jednogodišnjeg u višegodišnje, korištena je nacionalna prosječna zaliha biomase u Zemljištima pod jednogodišnjim usjevima. Izvor informacija za nadzemnu biomasu Zemljišta pod jednogodišnjim usjevima bili su Statistički ljetopisi DZS-a s objavljenim podacima o prinos biomase jednogodišnjih usjeva (npr. pšenica, kukuruz, zob, raž i dr.) u razdoblju 2000.-2010. Za sve jednogodišnje usjeve navedene u Statističkim ljetopisima, trebalo je odrediti apsolutnu suhu težinu. Zbog nedostatka potrebnih faktora na nacionalnoj razini vezanih uz apsolutnu suhu težinu, korišteni su pristupi primijenjeni od strane drugih zemalja (Austrija, Bugarska⁴⁷), kao i upotreba faktora ekspanzije austrijskog Stručnog vijeća za plodnost tla⁴⁸. S tim povezana biomasa lišća ili drugih nadzemnih dijelova biljaka određena je pomoću faktora povećanja biomase također iz Austrije.

Kako bi se dobila procjena podzemne biomase (fitotvari), procijenjena nadzemna biomasa u zemljištu pod jednogodišnjim usjevima pomnožena je s tzv. korijen/izdanak omjerom (R/S). U ovu svrhu korišteni su R/S omjeri američkog Ministarstva poljoprivrede, po uzoru na druge zemlje. Utvrđeno je kako je objašnjenje za korištenje ovog omjera primjenjivo i za Hrvatsku (sve navedene zemlje pripadaju umjerenoj regiji).

Za svaku godinu u razdoblju 2000.-2010. utvrđena srednja vrijednost ukupne biomase (fitotvari) po hektaru izračunata je na temelju prinosa pojedinačnih usjeva i odgovarajućih površina. Iz tako dobivenih rezultata utvrđena je prosječna godišnja zaliha ugljika u Zemljištima pod jednogodišnjim usjevima za Republiku Hrvatsku (5.67 tC/ha).

Za izračun godišnje promjene u zalihi ugljika u živoj biomasi Zemljišta pod višegodišnjim usjevima pretvorenih u Zemljišta pod jednogodišnjim usjevima (pCL-aCL), korišten je pristup koji slijedi Tier 1 metodologiju 2006 IPCC Guidancea za LUC s djelomičnom uporabom nacionalnih emisijskih faktora te jednadžba:

Godišnja promjena zalihe ugljika u biomasi = (Godišnja površina pretvorenog zemljišta) · ($L_{\text{Pretvorbe}}$ + ΔC_{Rasta})

Gdje je:

$$L_{\text{Pretvorba}} = C_{\text{Nakon}} - C_{\text{Prije}}$$

⁴⁷ NIR 2012 Republike Bugarske; NIR 2012 Republike Austrije; NIR 2012 Velikog Vojvodstva Luxemburg.

⁴⁸ NIR 2012 Republike Bugarske; NIR 2012 Republike Austrije; NIR 2012 Velikog Vojvodstva Luxemburg.

$\Delta C_{\text{pretvorba}}$ = stopa akumulacije ugljika u Zemljištu pod jednogodišnjim usjevima: 5.7 t C/ha za Zemljište pod jednogodišnjim usjevima

ΔC_{prije} = zaliha ugljika u biomasi (fitotvari) Zemljišta pod višegodišnjim nasadima prije pretvorbe: 17.8 tC/ha (nacionalna vrijednost) (samo za godinu LUC)

$C_{\Delta\text{nakon}}$ = zaliha ugljika neposredno nakon pretvorbe iznosi 0 t C/ ha (zadana vrijednost prema 2006 IPCC Guidanceu)

Prema 2006 IPCC Guidanceu, povećanje zalihe ugljika u biomasi (fitotvari) na Zemljištu pod jednogodišnjim usjevima tijekom pretvorbe u zemljište jednogodišnjih usjeva evidentiraju se samo jedanput i to u godini pretvorbe u Zemljište pod jednogodišnjim usjevima.

B) Tlo

Republika Hrvatska je za procjenu promjena zaliha ugljika u pohraništu tla za sve kategorije zemljišta u LULUCF sektoru prvotno koristila rezultate znanstvenog istraživanja „Geološka karta Hrvatske“. Analiza je provedena uporabom metode mokrog sagorijevanja. Uzorci tla su prikupljeni na dubini od 0 do 20 cm (površinski horizont A0-20) na način da je uključen cijeli sloj humusa. Tijekom postupka procjene sadržaja ugljika u obzir nije uzet doprinos fragmenata kamenja ukupnom sadržaju ugljika u tlu.

Rezultati ovog istraživanja su korišteni za procjenu u izvješću NIR 2012. Obzirom da znanstvena metoda korištena za procjenu zalihe ugljika nije bila usklađena sa metodologijom IPCC Vodiča, novo istraživanje je uspostavljeno 2013. godine te je korištena metoda suhog spaljivanja⁴⁹. Reprezentativni broj uzoraka i način uzorkovanja tla preuzet je iz prethodno spomenutog istraživanja. Uzorci su uzeti na dubini od 30 cm uključujući čitav humusni sloj (listinac). Rezultati ovog istraživanja korišteni su u svim izvješćima u periodu 2013.-2017. godine. Za potrebe ovogodišnjeg izvješćivanja, u 2017. godini pokrenuto je novo istraživanje sadržaja ugljika u tlu za LULUCF kategorije zemljišta⁵⁰. Ponovljeno je uzorkovanje na reprezentativnom broju uzoraka iz programa „Geološka karta Hrvatske“ na dubini od 30 cm na način da je odvojeno uzet sloj humusa od ostatka uzorka tla. Istraživanje je također definiralo vrijednost C:N za pojedine kategorije zemljišta. Na ovaj je način procijenjena vrijednost zalihe ugljika u pohraništu tla za svaku LULUCF kategoriju zemljišta te vrijednost pohraništa listinca uza kategoriju šumskog zemljišta. Vrijednost godišnje promjene zalihe ugljika u mineralnim tlima izračunata je za kategoriju prenamjene jednogodišnjih usjeva u višegodišnje nasada na godišnjoj razini i koristeći pristup razine 1 IPCC Guidancea na način:

Godišnja promjena zalihe ugljika u tlu = (površina pretvorbe za prijelazni period od 20 godina) · ΔSOC
 $\Delta\text{SOC} = (\text{SOC}_0 - \text{SOC}_{0-T})/20 = 0.95 \text{ tC/ha godišnje}$

Gdje je:

ΔSOC = godišnja promjena zalihe ugljika u tlu

SOC_0 = zaliha organskog ugljika u tlu u inventarskoj godini utvrđena na nacionalnoj razini (71.01 t C/ha za Zemljišta pod višegodišnjim nasadima (pCL)

SOC_{0-T} = zaliha organskog ugljika u tlu T godina prije inventara utvrđena na nacionalnoj razini (52.71 t C/ha za zemljište pod jednogodišnjim usjevima (aCL)

⁴⁹ Hrvatski geološki institut. Vidi listu izvora.

⁵⁰ Projekt pod nazivom „Promjena zaliha ugljika u tlu i izračun trendova ukupnog dušika i organskog ugljika u tlu te odnosa C:N“. Vidi listu izvora.

T = razdoblje procjene (20 godina)

Prema stručnoj procjeni, nije bilo promjena u faktorima relativne promjene zaliha (faktor obrade FMG, faktor korištenja zemljišta FLU, ulazni faktor FI) tijekom posljednjih 20 godina; ovi faktori prema zadanoj vrijednosti iznose jedan. Stoga nije bilo promjene zaliha ugljika, kao posljedice gospodarenja, u tlima Zemljišta pod jednogodišnjim usjevima koja ostaju zemljišta pod jednogodišnjim usjevima (aCL-aCL) te Zemljišta pod višegodišnjim nasadima koja ostaju zemljišta pod višegodišnjim nasadima (pCL-pCL).

Emisije/uklanjanja pomoću ponora nastali uslijed promjena u zalihi ugljika u tlima Zemljišta pod višegodišnjim nasadima pretvorenih u Zemljišta pod jednogodišnjim usjevima (pCL-aCL) izračunati su upotrebom istih nacionalnih vrijednosti za sadržaj ugljika u tlima Zemljišta pod višegodišnjim nasadima kao i Zemljišta pod jednogodišnjim usjevima. Jednadžba korištena za ovu svrhu jednaka je gornjoj:

Godišnja promjena zalihe ugljika u tlu = (površina pretvorbe za prijelazni period od 20 godina) · Δ SOC
 Δ SOC = (SOC₀ – SOC_{0-T})/20 = -1.57 tC/ha godišnje

Nacionalna vrijednost omjera C/N (9) je korištena je prilikom procjene za mineralna tla Travnjaka koji su prenamijenjeni u usjeve (GL-CL).

Organska tla

Od NIR 2016 izvješća, u skladu s uputama Stručnog revizorskog tima, za RH zasebno su prikazani izvještaji emisija iz organskih tla pod Jednogodišnjim usjevima i Višegodišnjim nasadima. Podjela organskih tala utvrđena je temeljem podataka objavljenih u Osnovnoj pedološkoj karti Hrvatske, mjerila M 1:50 000, te iz Sustava evidencije zemljišnih parcela (ARKOD). Prema tim podacima godine 2021. površina organskih tala pod jednogodišnjim usjevima je 2.23 kha, a pod višegodišnjim nasadima 0.23 kha, uz emisije koje iznose 22.32, odnosno 2.27 kt CO₂ godišnje.

Za procjenu emisije CO₂ iz organskih tala u kategoriji Zemljišta pod usjevima koja ostaju zemljišta pod usjevima primijenjena je jednadžba 2.26 prema 2006 IPCC Guidanceu:

$$\Delta C_{CCOrgansko} = A \times EF$$

Gdje je:

$$\Delta C_{CC Organsko} = \text{CO}_2 \text{ emisije iz obrađenih organskih tala (tC/godina)}$$

A= površina organskih tala (ha)

EF= faktor emisije za tople umjerene klime = 10 t C/ha godišnje (zadana vrijednost prema 2006 IPCC Guidanceu)

6.5.2.2. Prenamjena zemljišta u Zemljište pod usjevima (4.B.2)

Šumsko zemljište pretvoreno u Zemljište pod usjevima (4.B.2.1)

Istraživanjima provedenim u sklopu LULUCF 1 projekta utvrđeno je da pojava prenamjene Šumskog zemljišta u Trajne nasade (FL-pCL) u Hrvatskoj započinje 2004. godine dok promjena u jednogodišnje usjeve nije zabilježena u vremenskom periodu 1990.-2021. Nadalje, na godišnjoj razini je određeno iz kojih tipova šumskih zajednica u trajne usjeve dolazi do promjene. Analiza je pokazala da ne postoji promjena iz crnogoričnih šuma u trajne nasade.

Prilikom izračuna povećanja zalihe ugljika zbog prirasta biomase (fitotvari) na Zemljištima pod usjevima korištene u sljedeće vrijednosti:

- 0.45 t C/ha – za višegodišnje nasade (nacionalna vrijednost)

- 5.67 t C/ha – za jednogodišnje usjeve (zadano, IPCC).

Prilikom izračuna smanjenja zalihe ugljika zbog promjene korištena iz šumskog zemljišta korištene su sljedeće vrijednosti utvrđene na nacionalnoj razini:

- 56.9 t C/ha prilikom izračuna gubitaka zbog promjene iz crnogoričnih šuma u trajne nasade (uključuje i podzemnu biomasu),
- 7.36 t C/ha prilikom izračuna gubitaka zbog promjene iz šuma makija i šikara u trajne nasade (uključuje i podzemnu biomasu).

Izvor konverzijskog faktora za šume makija i šikara dobiven je od strane Hrvatskih šuma d.o.o. koje evidentiraju podatke o sječi na iskrčenim površinama kao dio svoje obaveze definirane nacionalnim zakonodavstvom.

Vrijednosti za količinu akumuliranog ugljika dobivene istraživanjima na nacionalnoj razini su korištene kako bi se procijenile zalihe ugljika u tlu nastale prilikom prenamijene Šumskog zemljišta u kategoriju Trajnih nasada. Pohranjeni ugljik je procijenjen u sljedećim vrijednostima:

- Višegodišnji nasadi: 71.01 t C/ha
- Šumsko zemljište: 69.86 t C/ha

Primijenjeni faktor smanjenja ugljika u tlu iznosio je 0.058 t C/ha godišnje.

U prošlogodišnjem izvješću je po prvi put napravljen proračun promjena zaliha ugljika u pohraništu mrtvo drvo za kategoriju Šumsko zemljište koje je prenamijenjeno u Zemljište pod usjevima. Pokrenut je novi nacionalni projekt s ciljem utvrđivanja vrijednosti zalihe ugljika u mrtvom drvu na iskrčenim površinama.

Korištena je jednadžba 2.23 iz 2006 IPCC Guidancea za izračun promjene zalihe ugljika u mrtvom drvu na šumskim zemljištima prenamijenjenim u trajne nasade:

$$\Delta C_{DW} = A_{0N} * (C_N - C_0) / T_{0N}$$

Gdje je:

ΔC_{DW} = godišnja promjena zaliha ugljika u mrtvom drvu (tC/ha)

C_N = zaliha mrtvog drva/listinca u novoj kategoriji korištenja zemljišta (tC/ha)

C_0 = zaliha mrtvog drva/listinca u staroj kategoriji korištenja zemljišta (tC/ha)

A_{0N} = površina u prenamjeni iz stare u novu kategoriju načina korištenja zemljišta (ha)

T_{0N} = vremenski period prelaska iz stare t u novu kategoriju načina korištenja zemljišta, godina

Nacionalna vrijednost zalihe mrtvog drva (m³/ha) dobivena je temeljem podataka preuzetih iz CRONFI kako slijedi:

Tablica 6.5-3: Nacionalna vrijednost zaliha mrtvog drva

	Tip šume	Stojeće mrtvo drvo	Ležeće mrtvo drvo
Zaliha mrtvog drva (m ³ /ha), srednja vrijednost	Listače	5.84	7.28
	Četinjače	5.16	10.32
	Makije i šikare	0.58	0.36

Prilikom određivanja zalihe ugljika u mrtvom drvu, korišteni su BEF₂ i R/S faktor u slučaju suhog, stojećeg drva, osiguravajući uključenost svih dijelova stabla.

Tablica 6.5-4: Parametri iz IPCC 2006 Vodiča korišteni u proračunu

	Gustoća drva (tona s.h. m ⁻³)	BEF ₂	R/S	Frakcija ugljika u suhoj tvari (CF) (t C/ t s.h.)	Zaliha ugljika u mrtvom drvu (t C/ha)
Listače	0.56	1.197	0.23	0.5	4.43
Četinjače	0.39	1.039	0.29	0,5	3.4
Makije i šikare	0.68	1.15	0.46	0.5	0.46

U sklopu LULUCF 1 projekta prikupljeni su podaci o godišnjim vrijednostima krčenja šuma prema načinu konverzije i prikazani u tablici 6.5-5. Procjena promjene zalihe ugljika je provedena korištenjem podataka o iskrčenim površinama za svaki tip šume (šume, listača, četinjača te makija i šikara) te isti sumirani i prikazani za sve tipove šuma zajedno ovisno o vrsti konverzije šumskog zemljišta i godini kada se konverzija dogodila.

Tablica 6.5-5: Promjena zaliha ugljika u mrtvom drvu (kt C) na iskrčenim površinama (kha) prema prenamjeni iz Šumskog zemljišta u Zemljište pod usjevima

Godina	Iskrčene površine (kha)	Promjena zalihe ugljika u mrtvom drvu (kt C)
1990.	NO	NO
1991.	NO	NO
1992.	NO	NO
1993.	NO	NO
1994.	NO	NO
1995.	NO	NO
1996.	NO	NO
1997.	NO	NO
1998.	NO	NO
1999.	NO	NO
2000.	NO	NO
2001.	NO	NO
2002.	NO	NO
2003.	NO	NO
2004.	0.04	-0.02
2005.	0.07	-0.01
2006.	0.10	-0.01
2007.	0.25	-0.14
2008.	0.38	-0.06
2009.	0.87	-0.22
2010.	1.04	-0.08
2011.	1.20	-0.13
2012.	1.31	-0.06
2013.	1.38	-0.10

Godina	Iskrčene površine (kha)	Promjena zalihe ugljika u mrtvom drvu (kt C)
2014.	1.40	-0.01
2015.	1.58	-0.35
2016.	1.59	-0.07
2017.	1.59	NO
2018.	1.59	NO
2019.	1.59	NO
2020.	1.59	NO
2021.	1.59	NO

Izračun promjene zalihe ugljika u listincu provedena je po prvi put u NIR 2018 izvješću korištenjem jednadžbe i vrijednosti zalihe ugljika u pohraništu listinca (vidi Poglavlje 6.4.2.2) dobivenih na nacionalnoj razini temeljem prethodno navedenog znanstvenog istraživanja.

6.5.2.3. Travnjaci pretvoreni u Zemljište pod usjevima (4.B.2.2)

Temeljem rezultata CLC-a, do LUC-a u kategoriji Zemljišta pod usjevima dolazi iz kategorije Travnjaka. Područja koja nastaju iz Travnjaka također su morala biti podijeljena u zemljišta koja prelaze u Zemljišta pod jednogodišnjim usjevima te zemljišta koja prelaze u Zemljišta pod višegodišnjim nasadima, što je učinjeno na temelju specifičnih podkategorija CLC-a koje predstavljaju Zemljište pod jednogodišnjim usjevima ili višegodišnjim nasadima ili prema udjelu korištenja ovih zemljišta u ukupnim Zemljištima pod usjevima (0.9 u odnosu na 0.1) za mješovite CLC kategorije koje uključuju i obje ove podkategorije zemljišta u jednoj CLC kategoriji.

Predstavljajući prijelazno razdoblje LUC-a od 20 godina, 0,17 kha Travnjaka pretvoreno je u Zemljište pod usjevima u 2020. Promjene zaliha ugljika tijekom prenamjene iz jedne kategorije zemljišta u drugu razlikuju se od godine do godine. LUC u 1990. godini rezultirao emisijom od 25,85 kt CO₂, a 2021. emisijom od 126,42 kt CO₂.

Za kategoriju Travnjaci pretvoreni u Zemljište pod usjevima Republika Hrvatska koristi pretpostavku Tier 1 metodologije prema kojoj mrtva organska tvar iznosi nula na ne-šumskom zemljištu nakon prenamjene.

A) Promjene zalihe ugljika u biomasi (fitotvari)

Za izračun zaliha ugljika u živoj biomasi (fitotvar) Travnjaka korišteni su nacionalni podaci. Kao izvor informacija za nadzemnu biomasu Travnjaka korišteni su Statistički ljetopisi DZS-a s objavljenim podacima za prinos sijena. Temeljem raspoloživih podataka za razdoblje 2000.-2010. izračunata je srednja vrijednost biomase sijena (2.5 t dm/ha godišnje). Ukupna biomasa (4.29 tC/ha) je izračunata dodavanjem nadzemne biomase strništa (1,6 t dm/ha, zadana vrijednost prema IPCC vodiču) i odgovarajućeg R/S omjera prema IPCC-GPG-u (2.8) te pretvaranjem rezultata u tone ugljika.

Pristup je korišten za određivanje akumulacije zalihe ugljika u biomasi Zemljišta pod jednogodišnjim usjevima u prvoj godini nakon pretvorbe prikazan je u poglavlju 6.5.2.1.

Za izračun godišnje promjene zalihe ugljika u živoj biomasi Travnjaka pretvorenih u Zemljišta pod jednogodišnjim usjevima i Zemljišta pod višegodišnjim nasadima, korištena je jednadžba Tier 1 metodologije prema 2006 IPCC Guidanceu, kako slijedi:

Godišnja promjena zalihe ugljika u biomasi = (godišnja površina pretvorenog zemljišta) x ($L_{\text{Pretvorba}} + \Delta C_{\text{Rasta}}$)

Gdje je:

$$L_{\text{Pretvorba}} = C_{\text{Nakon}} - C_{\text{Prije}}$$

ΔC_{Rasta} = stopa akumulacije ugljika koja iznosi:

1) 5.7 t C/ha za Zemljišta pod jednogodišnjim usjevima = (IPCC zadana vrijednost)

2) 0.45 t C/ha za Zemljišta pod višegodišnjim nasadima = (nacionalna vrijednost)

C_{Prije} = zaliha ugljika u biomasi Travnjaka prije pretvorbe = 4.3 t C/ha

C_{Nakon} = zaliha ugljika neposredno nakon pretvorbe = 0 t C/ha

B) Promjene zalihe ugljika u tlu

Za izračun prosječne godišnje promjene zalihe ugljika u mineralnim tlima Travnjaka pretvorenih u Zemljišta pod usjevima, korišteni su nacionalni podaci i sljedeća jednadžba prema 2006 IPCC Guidanceu, Tier 1:

$$\Delta \text{SOC} = (\text{SOC}_0 - \text{SOC}_{0-T})/20$$

Gdje je:

ΔSOC = godišnja promjena zalihe ugljika u tlu

SOC_{0-T} = zaliha organskog ugljika u tlu u godini inventara, koja iznosi:

1) 52.71 t C/ha za zemljišta pod jednogodišnjim usjevima

2) 71.01 t C/ha za zemljišta pod višegodišnjim nasadima

SOC_T = zaliha organskog ugljika u tlu T godina prije inventara, koja iznosi 75.75 t C/ha

T = razdoblje procijene (20 godina)

Promjena zalihe ugljika u tlima Travnjaka pretvorenih u Zemljište pod jednogodišnjim usjevima i Zemljište pod višegodišnjim nasadima dalje je računata množenjem faktora emisije i površine pretvorenog teritorija u prijelaznom razdoblju od 20 godina. Izračunati faktor emisije za Travnjake pretvorene u Zemljište pod jednogodišnjim usjevima iznosi -1.21 tC/ha godišnje i 0.36 tC/ha godišnje za Travnjake pretvorene u Zemljište pod višegodišnjim nasadima.

Neto promjena zalihe ugljika u tlu rezultirala je uklanjanjem pomoću ponora u rasponu od -0.11 do -2.00 k tCO₂ u slučaju Travnjaka pretvorenih u Zemljišta pod višegodišnjim nasadima u periodu 1990.-2021. U slučaju Travnjaka pretvorenih u Zemljišta pod jednogodišnjim usjevima, uklanjanja pomoću ponora su bila u rasponu od -7.49 do -35.88 kt C.

6.5.2.4. Emisije N₂O u tlima Zemljišta pretvorenog u Zemljište pod usjevima

Godišnje oslobađanje N₂O uslijed pretvorbe Travnjaka u Zemljišta pod usjevima izračunato je upotrebom zadanih vrijednosti prema IPCC-u (Tier 1) i jednadžbama 11.8:

$$\text{N}_2\text{O}_{\text{net-min}} - \text{N} = \text{EF}_1 \times \Delta \text{CL}_{\text{Cmineral}} \times 1/(\text{C/N ratio})$$

Gdje je:

EF_1 = faktor emisije za izračun emisija N₂O iz N u tlu = 0.01 kg N₂O -N/kg N (IPCC 2006 zadana vrijednost)

$\Delta \text{CL}_{\text{Cmineral}}$ = promjena zalihe ugljika u mineralnim tlima Travnjaka pretvorenih u Zemljišta pod usjevima

C/N = odnos mase C i N u organskoj tvari tla (9 u slučaju Travnjaka pretvorenih u Zemljišta pod usjevima i 11 za Šumsko zemljište pretvoreno u Zemljište pod usjevima).

6.5.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije

Nesigurnost ukupnog CO_{2eq} u kategoriji Zemljišta promijenjenog u Zemljišta pod usjevima dobivena je kombiniranjem nesigurnosti emisijskih faktora i površina kao što je prikazano u tablici 6.4-6 te Prilogu II. Isto vrijedi i za kategoriju površina pod usjevima koje ostaju površine pod usjevima.

U Prilogu I dana je usporedba nesigurnosti izračunatih uporabom Tier 1 i Tier 2 metodologije po kategorijama i pohraništima.

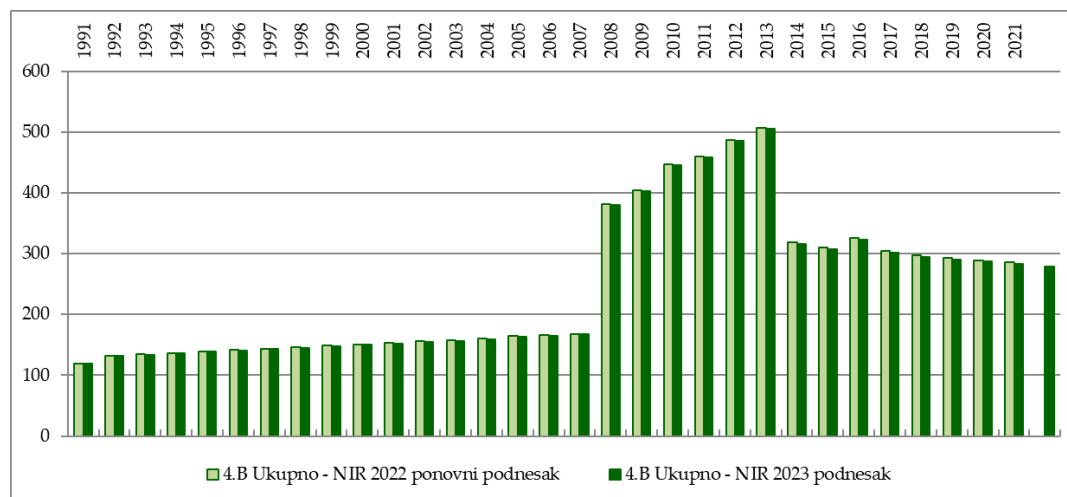
6.5.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije/uklanjanja pomoću ponora (QA/QC)

Izračun podataka za ovu kategoriju je uključen u cjelokupni sustav osiguranja (QA/QC) u hrvatskom inventaru stakleničkih plinova.

6.5.5. Rekalkulacija emisija/uklanjanja pomoću ponora

Za NIR 2023, promjena zalihe ugljika u pohraništu biomase za šume crnogorice pretvorene u Zemljište pod usjevima procijenjena je korištenjem vrijednosti za šume prvog dobnog razreda u razdoblju pretvorbe od 20 godina.

Slika 6.5-1: Sadašnje i prijašnje emisije iz kategorije 4.B (kt CO_{2eq}.)



6.5.6. Planirana poboljšanja proračuna emisija

Projekt *LIFE CROLIS* koji je trenutno u tijeku trebao bi osigurati podatke o površini LUC-a za glavne višegodišnje nasade u Hrvatskoj (vinogradi, voćnjaci i maslinici) počevši od 1970. godine, kao i točne podatke o površinama jednogodišnjih usjeva. Novi podaci o površini omogućit će procjenu emisije u Hrvatskoj za svaku definiranu vrstu usjeva i to se može očekivati za tri godine (2026. godina).

6.6. Travnjaci (CRF kategorija 4.C)

6.6.1. Opis izvora emisije

U ovoj kategoriji razmatrane su samo emisije/uklanjanja pomoću ponora iz gospodarenja Travnjacima (Travnjaci koji ostaju travnjaci i Zemljište pretvoreno u travnjake). Za potrebe ovog izvješća, za izračun promjena zalihe ugljika korištena je kombinacija Tier 1 i Tier 2 pristupa prema 2006 IPCC Guidanceu.

Površina travnjaka u razdoblju 1990.-2021. kretala se u rasponu od 1,201 do 1,153 kha. Uklanjanja pomoću ponora iz promjene zalihe ugljika u biomasi i tlu kretali su se u rasponu od –7.88 kt CO₂ do - 308.68 kt CO₂ u period od 1990.-2021.

Na godišnjoj razini prenamjena zemljišta iz drugih kategorija zemljišta u kategoriju Travnjaka javlja se samo iz kategorije Zemljišta pod usjevima (jedno i višegodišnjih).

Neke od praksi gospodarenja, kao što su paljenje strništa, u Hrvatskoj su zabranjene.

Mrtvo drvo i listinac ne javljaju se u kategoriji Travnjaka, te stoga nisu dio ovog izvješća.

Tablice 6.6-1 i 6.6-2 prikazuju promjenu korištenja zemljišta i uklanjanja pomoću uklanjanja/emisije* iz LUC-a u travnjake u razdoblju od 1990. do 2021.

Tablica 6.6-1: Podaci o aktivnosti za Travnjake u razdoblju 1990.-2021., u kha

Godina	4.C Travnjaci - Ukupno	4.C.1 Travnjaci koji ostaju travnjaci	4.C.2 Zemljište pretvoreno u travnjake	4.C.2.1 Šumsko zemljište pretvoreno u travnjake	4.C.2.2.a Zemljište pod jednogodišnjim usjevima pretvoreno u travnjake	4.C.2.2.b Zemljište pod višegodišnjim nasadima pretvoreno u travnjake	4.C.2.3 Močvarno zemljište pretvoreno u travnjake	4.C.2.4 Naseljena područja pretvorena u travnjake	4.C.2.5 Ostalo zemljište pretvoreno u travnjake
1990.	1201.06	1198.62	2.44	NO	2.33	0.11	NO	NO	NO
1991.	1200.67	1197.13	3.55	NO	3.23	0.32	NO	NO	NO
1992.	1200.28	1195.69	4.60	NO	4.07	0.52	NO	NO	NO
1993.	1199.90	1194.11	5.78	NO	5.04	0.74	NO	NO	NO
1994.	1199.51	1192.60	6.91	NO	5.96	0.95	NO	NO	NO
1995.	1199.12	1191.09	8.03	NO	6.87	1.16	NO	NO	NO
1996.	1198.73	1189.53	9.21	NO	7.83	1.38	NO	NO	NO
1997.	1198.35	1188.08	10.26	NO	8.68	1.58	NO	NO	NO
1998.	1197.96	1186.58	11.38	NO	9.58	1.79	NO	NO	NO
1999.	1197.57	1184.98	12.59	NO	10.57	2.01	NO	NO	NO
2000.	1197.18	1183.52	13.66	NO	11.44	2.22	NO	NO	NO
2001.	1196.80	1180.13	16.67	NO	14.07	2.60	NO	NO	NO
2002.	1196.41	1176.64	19.77	NO	16.78	2.99	NO	NO	NO
2003.	1196.02	1173.12	22.90	NO	19.52	3.38	NO	NO	NO
2004.	1195.63	1169.34	26.29	NO	22.49	3.80	NO	NO	NO
2005.	1195.24	1163.21	32.03	NO	27.61	4.42	NO	NO	NO
2006.	1194.86	1157.25	37.61	NO	32.57	5.04	NO	NO	NO
2007.	1188.82	1146.06	42.76	NO	37.02	5.74	NO	NO	NO
2008.	1182.79	1137.07	45.72	NO	39.47	6.24	NO	NO	NO
2009.	1176.76	1125.40	51.36	NO	44.37	6.99	NO	NO	NO
2010.	1170.73	1113.36	57.37	NO	49.61	7.77	NO	NO	NO
2011.	1164.69	1101.23	63.47	NO	55.02	8.44	NO	NO	NO
2012.	1158.66	1090.24	68.43	NO	59.41	9.02	NO	NO	NO
2013.	1157.75	1084.28	73.48	NO	64.11	9.37	NO	NO	NO
2014.	1156.85	1077.12	79.72	NO	69.90	9.82	NO	NO	NO
2015.	1155.94	1072.13	83.81	NO	73.72	10.09	NO	NO	NO

Godina	4.C Travnjaci - Ukupno	4.C.1 Travnjaci koji ostaju travnjaci	4.C.2 Zemljište pretvoreno u travnjake	4.C.2.1 Šumsko zemljište pretvoreno u travnjake	4.C.2.2.a Zemljište pod jednogodišnjim usjevima pretvoreno u travnjake	4.C.2.2.b Zemljište pod višegodišnjim nasadima pretvoreno u travnjake	4.C.2.3 Močvarno zemljište pretvoreno u travnjake	4.C.2.4 Naseljena područja pretvorena u travnjake	4.C.2.5 Ostalo zemljište pretvoreno u travnjake
2016.	1155.04	1071.53	83.51	NO	73.55	9.95	NO	NO	NO
2017.	1154.13	1068.30	85.83	NO	75.78	10.06	NO	NO	NO
2018.	1153.22	1067.32	85.91	NO	75.95	9.96	NO	NO	NO
2019.	1153.22	1067.64	85.58	NO	75.76	9.82	NO	NO	NO
2020.	1153.22	1068.02	85.20	NO	75.52	9.68	NO	NO	NO
2021.	1153.22	1070.23	82.99	NO	73.61	9.38	NO	NO	NO

Tablica 6.6-2: Emisije (+) i uklanjanja pomoću ponora (-) CO₂ u kategoriji Travnjaka, 1990.-2021. (kt CO₂-eq.)

Godina	4.C Travnjaci - Ukupno	4.C.1 Travnjaci koji ostaju travnjaci	4.C.2 Zemljište pretvoreno u travnjake	4.C.2.1 Šumsko zemljište pretvoreno u travnjake	4.C.2.2 Zemljište pod usjevima pretvoreno u travnjake	4.C.2.3 Močvarno zemljište pretvoreno u travnjake	4.C.2.4 Naseljena područja pretvorena u travnjake	4.C.2.5 Ostalo zemljište pretvoreno u travnjake
1990.	-7.88	2.07	-9.95	NO	-9.95	NO	NO	NO
1991.	3.98	2.07	1.91	NO	1.91	NO	NO	NO
1992.	-0.24	2.07	-2.31	NO	-2.31	NO	NO	NO
1993.	-3.30	2.07	-5.37	NO	-5.37	NO	NO	NO
1994.	-7.89	2.07	-9.96	NO	-9.96	NO	NO	NO
1995.	-11.98	2.07	-14.05	NO	-14.05	NO	NO	NO
1996.	-15.71	2.07	-17.78	NO	-17.78	NO	NO	NO
1997.	-20.57	2.07	-22.63	NO	-22.63	NO	NO	NO
1998.	-24.06	2.07	-26.13	NO	-26.13	NO	NO	NO
1999.	-27.56	2.07	-29.63	NO	-29.63	NO	NO	NO
2000.	-32.63	2.07	-34.70	NO	-34.70	NO	NO	NO
2001.	-26.55	2.07	-28.62	NO	-28.62	NO	NO	NO
2002.	-37.52	2.07	-39.59	NO	-39.59	NO	NO	NO
2003.	-49.14	2.07	-51.21	NO	-51.21	NO	NO	NO
2004.	-59.71	2.07	-61.78	NO	-61.78	NO	NO	NO
2005.	-60.56	2.07	-62.63	NO	-62.63	NO	NO	NO
2006.	-83.61	2.07	-85.68	NO	-85.68	NO	NO	NO
2007.	-101.08	2.07	-103.15	NO	-103.15	NO	NO	NO
2008.	-131.78	2.07	-133.84	NO	-133.84	NO	NO	NO
2009.	-129.26	2.07	-131.33	NO	-131.33	NO	NO	NO
2010.	-149.40	2.07	-151.46	NO	-151.46	NO	NO	NO
2011.	-160.97	2.07	-163.04	NO	-163.04	NO	NO	NO
2012.	-190.72	2.07	-192.79	NO	-192.79	NO	NO	NO

Godina	4.C Travnjaci - Ukupno	4.C.1 Travnjaci koji ostaju travnjaci	4.C.2 Zemljište pretvoreno u travnjake	4.C.2.1 Šumsko zemljište pretvoreno u travnjake	4.C.2.2 Zemljište pod usjevima pretvoreno u travnjake	4.C.2.3 Močvarno zemljište pretvoreno u travnjake	4.C.2.4 Naseljena područja pretvorena u travnjake	4.C.2.5 Ostalo zemljište pretvoreno u travnjake
2013.	-219.29	2.07	-221.36	NO	-221.36	NO	NO	NO
2014.	-233.84	2.07	-235.91	NO	-235.91	NO	NO	NO
2015.	-269.86	2.07	-271.93	NO	-271.93	NO	NO	NO
2016.	-308.22	2.07	-310.29	NO	-310.29	NO	NO	NO
2017.	-295.00	2.07	-297.07	NO	-297.07	NO	NO	NO
2018.	-315.53	2.07	-317.60	NO	-317.60	NO	NO	NO
2019.	-317.32	2.07	-319.39	NO	-319.39	NO	NO	NO
2020.	-317.91	2.07	-319.98	NO	-319.98	NO	NO	NO
2021.	-308.68	2.07	-310.75	NO	-310.75	NO	NO	NO

*ne uključuje emisije iz opožarene biomase

6.6.2. Metodologija proračuna emisija

Emisije nastale kao rezultat LUC-a procijenjene su primjenom specifičnih nacionalnih vrijednosti za prosječni godišnji prirast u biomasi travnjaka (4.29 t C/ha godišnje).

6.6.2.1. Travnjaci koji ostaju travnjaci (4.C.1)

Budući da se biomasa travnjaka prikuplja na godišnjoj razini, ne postoji dugoročno skladištenje ugljika, te stoga promjene zaliha ugljika u biomase za procjenu nisu uzete u obzir (2006 IPCC Guidance).

Površina Travnjaka koji ostaju travnjaci u 2021. godini iznosila je 1,070 kha.

Prema Tier 1 razini proračuna 2006 IPCC Guidancea, nije bilo promjene zaliha ugljika u tlu u kategoriji Travnjaka koji ostaju travnjaci, budući da se – prema zaključku temeljenom na stručnoj procjeni – u posljednjih 20 godina praksa gospodarenja travnjacima nije mijenjala.

Područje organskih tala u kategoriji travnjaka u Hrvatskoj se prema dostupnim podacima procjenjuje na 0.23 kha.

Emisije iz organskih tala izračunate su korištenjem zadanog faktora emisije prema 2006 IPCC Guidanceu (Tier 1), za organska tla travnjaka u toplim umjerenim klimama (2.5 t C/ha godišnje). Emisije iz organskih tala utvrđene su u iznosu od 0.56 kt C godišnje za razdoblje 1990.-2021.

Prema stručnoj procjeni, u kategoriji Travnjaka ne vrši se primjena sredstava za kalcifikaciju.

6.6.2.2. Prenamjena zemljišta u Travnjake (4.C.2)

6.6.2.2.1 Šumsko zemljište pretvoreno u Travnjake (4.C.2.1)

U posljednjih nekoliko desetljeća nije bilo pretvorbe Šumskog zemljišta u Travnjake.

6.6.2.2.2 Zemljišta pod usjevima pretvorena u Travnjake (4.C.2.2)

Prema rezultatima CLC-a zaključuje se kako do LUC-a (prenamjene zemljišta) u Travnjake dolazi iz površina Zemljišta pod usjevima. Površine uključene u ovu kategoriju također su trebale biti podijeljene na Zemljišta pod jednogodišnjim usjevima i višegodišnjim nasadima. To je učinjeno neposredno na temelju posebnih podkategorija CLC-a koje predstavljaju Zemljišta pod jednogodišnjim usjevima i Zemljišta pod višegodišnjim nasadima ili prema udjelu korištenja ovih zemljišta u ukupnoj površini zemljišta pod usjevima (0.9 u odnosu na 0.1), za mješovite kategorije CLC-a koje uključuju zemljišta pod jednogodišnjim usjevima i zemljišta pod višegodišnjim nasadima u istoj kategoriji.

Rezultati CLC korišteni su za opisivanje bruto tokova na višegodišnjim vremenskim ljestvicama, čak i ako je površina prenamjene Zemljišta pod usjevima u Travnjake prijavljena kao promjenljiva kako bi se podudarala s varijabilnošću ukupne površine Zemljišta pod usjevima prijavljenih u statistikama o površinama jednogodišnjih usjeva i višegodišnjih nasada koje je izvijestio Državni zavod za statistiku (DZS).

S obzirom na prijelazni period LUC-a u trajanju od 20 godina, 83.99 kha od ukupne površine Zemljišta pod usjevima u 2021. godini pretvoreno je u Travnjake. Promjene zaliha ugljika tijekom pretvorbe iz jedne kategorije u drugu variraju kod pojedinih godina. U ovoj kategoriji su uklanjanja pomoću ponora su iznosila -9.95 kt CO₂ i -310.75 kt CO₂ u 2021. godini.

A) Promjena zalihe ugljika u biomasi

Za izračun zaliha ugljika u živoj biomasi travnjaka korišteni su nacionalni podaci. Kao izvor informacija za nadzemnu biomasu travnjaka korišteni su Statistički ljetopisi DZS-a s objavljenim podacima za prinos sijena. Temeljem raspoloživih podataka za razdoblje 2000.-2010. izračunata je srednja vrijednost biomase sijena (2.5 t s.t./ha godišnje). Ukupna biomasa (4.29 tC/ha) je izračunata dodavanjem nadzemne biomase strništa (1.6 t s.t./ha, zadana vrijednost prema 2006 IPCC Guidanceu) i korištenjem R/S omjera prema 2006 IPCC Guidanceu (2.8) te pretvorbenog faktora u tone ugljika.

Za izračun godišnje promjene zalihe ugljika u živoj biomasi Zemljišta pod usjevima pretvorenih u Travnjake, korištena je jednadžba (Tier 1, 2006 IPCC Guidance):

$$\text{Godišnja promjena zalihe ugljika u biomasi} = (\text{godišnja površina pretvorenog zemljišta}) \times (L_{\text{Pretvorba}} + \Delta C_{\text{Rasta}})$$

Gdje je:

$$L_{\text{Pretvorba}} = C_{\text{Nakon}} - C_{\text{Prije}}$$

$$\Delta C_{\text{Rasta}} = \text{stopa akumulacije ugljika na Travnjacima u Hrvatskoj} = 4.29 \text{ t C/ha}$$

$$C_{\text{Prije}} = \text{zaliha ugljika u biomasi Zemljišta pod usjevima prije pretvorbe iznosi:}$$

1) 5.7 t C/ha za Zemljišta pod jednogodišnjim usjevima i

2) 17.8 t C/ha za Zemljišta pod višegodišnjim nasadima (nacionalna vrijednost)

$$C_{\text{Nakon}} = \text{zaliha ugljika neposredno nakon pretvorbe} = 0 \text{ t C/ha (zadano, 2006 IPCC Guidance)}$$

Prosječna godišnja zaliha C u višegodišnjim nasadima u Hrvatskoj u t C/ha rezultat je provedenog tzv. LULUCF 3 projekta. Pretpostavlja se da se konačne zalihe gube na kraju rotacijskih razdoblja višegodišnjih nasada.

B) Promjena zalihe ugljika u tlu

Za izračun prosječne godišnje promjene zalihe ugljika u mineralnim tlima Zemljišta pod usjevima pretvorenih u Travnjake, korišteni su nacionalni podaci i sljedeća jednadžba prema 2006 IPCC Guidanceu Tier 1:

$$\Delta\text{SOC} = (\text{SOC}_0 - \text{SOC}_{0-T}) / 20$$

Gdje je:

ΔSOC = godišnja promjena zalihe ugljika u tlu

SOC_0 = zaliha organskog ugljika u tlu u godini inventara, koja iznosi:

1) 52.71 t C/ha za Zemljišta pod jednogodišnjim usjevima

2) 71.01 t C/ha za Zemljišta pod višegodišnjim nasadima

SOC_{0-T} = zaliha organskog ugljika u tlu T godina prije inventara, koja iznosi 75.75 t C/ha za travnjake

Promjena zalihe ugljika u tlima Zemljišta pod usjevima pretvorenih u travnjake dalje je računata množenjem faktora emisije i površine pretvorenog teritorija u prijelaznom razdoblju od 20 godina. Izračunati faktor emisije tla za Zemljišta pod jednogodišnjim usjevima pretvorena u travnjake iznosi 1.152 tC/ha godišnje i 0.237 tC/ha godišnje za Zemljišta pod višegodišnjim nasadima pretvorena u Travnjake.

Neto promjena zalihe ugljika u tlu rezultirala je uklanjanjem pomoću ponora od 84.80 kt C u 2021. godini za zemljišta pod jednogodišnjim usjevima koja su prenamijenjena u travnjake i 2.22 kt C za trajne nasade koja su prenamijenjena u travnjake.

C) Promjene zalihe ugljika u mrtvoj organskoj tvari

Republika Hrvatska koristila je Tier 1 za proračun promjene zalihe ugljika u mrtvom drvu. Prema Tier 1, mrtvo drvo i listinac nisu prisutni na ne-šumskim kategorijama zemljišta. Obzirom na nepostojanje iz prenamijenjene Šumskog zemljišta u Travnjake u Republici Hrvatskoj, pohraništa mrtvo drvo i listinac se ne pojavljuju na ovoj kategoriji zemljišta.

6.6.3. Nesigurnosti procjene i konzistentnost proračuna emisije

Nesigurnost ukupnog $\text{CO}_{2\text{eq}}$ u kategoriji Zemljišta pretvorenog u Travnjake dobivena je kombiniranjem nesigurnosti emisijskih faktora i površina kao što je prikazano u tablici 6.4-6 te Prilogu 2., isto kao i u kategoriji Travnjaci koji ostaju travnjaci. U Prilogu 2 prikazana je usporedba nesigurnosti izračunatih uporabom Tier 1 i Tier 2 metodologije po kategorijama i pohraništima.

Kategorija Travnjaka uključena je u analizu ključnih kategorija. Analiza korištenjem metode Tier 2 potvrdila je da je Zemljište pretvoreno u travnjake ključna kategorija; međutim, svaka druga primijenjena metoda isključila je ovu kategoriju kao ključnu kategoriju.

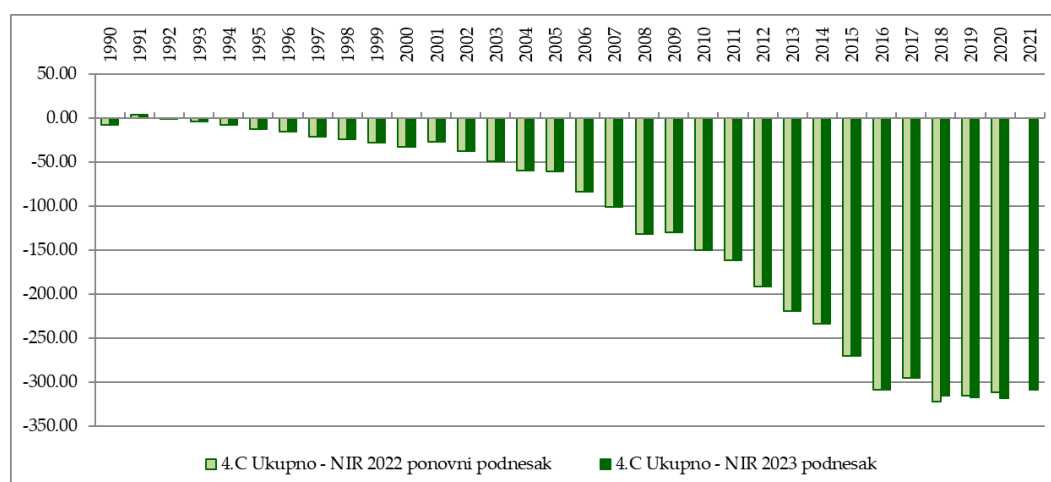
6.6.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije (QA/QC)

Izračun podataka za kategoriju 4.C uključen je u ukupni QA/QC sustav hrvatskog inventara stakleničkih plinova.

6.6.5. Rekalkulacija emisija

Za izvješćivanje u sklopu NIR 2023. izvršena je korekcija površina u kategorijama pCL i aCL pretvorenih u Travnjake za 2018. – 2020. što je rezultiralo povećanjem uklanjanja od 0,08% u razdoblju 1990. – 2021.

Slika 6.6-1: Sadašnje i prijašnje emisije/uklanjanja pomoću ponora iz kategorije 4.C (kt CO_{2eq})



6.6.6. Planirana poboljšanja proračuna emisija

Rezultati trenutno vođenog projekta CROLIS omogućiti će primjenu Pristupa 3 za svaku kategoriju korištenja zemljišta unutar LULUCF-a, a dobiveni rezultati se planiraju koristiti za tri godine.

6.7. Močvarno zemljište (CRF kategorija 4.D)

6.7.1. Opis izvora emisija

U ovoj kategoriji razmatrane su samo emisije/uklanjanja pomoću ponora iz podkategorije Zemljište pretvoreno u močvarno zemljište.

Zbog nedostatka informacija pretpostavljeno je kako zaliha ugljika u biomasi (fitotvari) močvara iznosi 0.

Republika Hrvatska koristi Tier 1 za proračun promjene zalihe ugljika u mrtvog organskoj tvari. Prema Tier 1, mrtvo drvo i listinac se ne nalaze na ne-šumskim kategorijama zemljišta. U Hrvatskoj ne postoji prenamjena iz Šumskog zemljišta u močvarno zemljište.

U Hrvatskoj se ne provodi vađenje treseta.

Površina Močvarnog zemljišta kretala se u rasponu od 73.86 kha 1990. godine do 75.36 kha 2021. godine.

Promjene korištenja zemljišta i uklanjanja pomoću uklanjanja/emisije iz kategorija korištenja zemljišta u močvarno zemljište prema IPCC-u u razdoblju 1990.-2021. prikazani su u tablicama 6.7-1 i 6.7-2.

Tablica 6.7-1: Podaci o aktivnosti za močvarno zemljište u razdoblju 1990.-2021., u kha

Godina	4.D Močvarno zemljište - Ukupno	4.D.1 Močvarno zemljište koje ostaje močvarno zemljište	4.D.2 Zemljište pretvoreno u močvarno zemljište	4.D.2.1 Šumsko zemljište pretvoreno u močvarno zemljište	4.D.2.2.a Zemljište pod jednogodišnjim usjevima pretvoreno u močvarno zemljište	4.D.2.2.b Zemljište pod višegodišnjim nasadima pretvoreno u močvarno zemljište	4.D.2.3 Travnjaci pretvoreni u močvarno zemljište	4.D.2.4 Naseljena područja pretvorena u močvarno zemljište	4.D.2.5 Ostalo zemljište pretvoreno u močvarno zemljište
1990.	73.86	66.87	6.98	NO	6.36	0.63	NO	NO	NO
1991.	73.90	67.22	6.68	NO	6.08	0.60	NO	NO	NO
1992.	73.95	67.57	6.37	NO	5.80	0.57	NO	NO	NO

Godina	4.D Močvarno zemljište - Ukupno	4.D.1 Močvarno zemljište koje ostaje močvarno zemljište	4.D.2 Zemljište pretvoreno u močvarno zemljište	4.D.2.1 Šumsko zemljište pretvoreno u močvarno zemljište	4.D.2.2.a Zemljište pod jednogodišnjim usjevima pretvoreno u močvarno zemljište	4.D.2.2.b Zemljište pod višegodišnjim nasadima pretvoreno u močvarno zemljište	4.D.2.3 Travnjaci pretvoreni u močvarno zemljište	4.D.2.4 Naseljena područja pretvorena u močvarno zemljište	4.D.2.5 Ostalo zemljište pretvoreno u močvarno zemljište
1993.	73.99	67.92	6.07	NO	5.52	0.55	NO	NO	NO
1994.	74.03	68.27	5.76	NO	5.24	0.52	NO	NO	NO
1995.	74.08	68.62	5.46	NO	4.97	0.49	NO	NO	NO
1996.	74.12	68.97	5.15	NO	4.69	0.46	NO	NO	NO
1997.	74.17	69.32	4.85	NO	4.41	0.44	NO	NO	NO
1998.	74.21	69.67	4.54	NO	4.13	0.41	NO	NO	NO
1999.	74.25	70.02	4.24	NO	3.85	0.38	NO	NO	NO
2000.	74.30	70.37	3.93	NO	3.58	0.35	NO	NO	NO
2001.	74.32	70.72	3.60	NO	3.28	0.32	NO	NO	NO
2002.	74.34	71.07	3.27	NO	2.98	0.29	NO	NO	NO
2003.	74.36	71.41	2.95	NO	2.68	0.27	NO	NO	NO
2004.	74.38	71.76	2.62	NO	2.38	0.24	NO	NO	NO
2005.	74.40	72.11	2.29	NO	2.08	0.21	NO	NO	NO
2006.	74.42	72.46	1.96	NO	1.78	0.18	NO	NO	NO
2007.	74.47	72.81	1.66	NO	1.51	0.15	NO	NO	NO
2008.	74.52	73.16	1.36	NO	1.23	0.12	NO	NO	NO
2009.	74.56	73.51	1.05	NO	0.96	0.09	NO	NO	NO
2010.	74.61	73.86	0.75	NO	0.68	0.07	NO	NO	NO
2011.	74.66	73.90	0.75	NO	0.69	0.07	NO	NO	NO
2012.	74.70	73.95	0.76	NO	0.69	0.07	NO	NO	NO
2013.	74.77	73.99	0.78	NO	0.71	0.07	NO	NO	NO
2014.	74.85	74.03	0.81	NO	0.74	0.07	NO	NO	NO
2015.	74.92	74.08	0.84	NO	0.77	0.08	NO	NO	NO
2016.	74.99	74.12	0.87	NO	0.79	0.08	NO	NO	NO
2017.	75.07	74.17	0.90	NO	0.82	0.08	NO	NO	NO
2018.	75.14	74.21	0.93	NO	0.85	0.08	NO	NO	NO
2019.	75.21	74.25	0.96	NO	0.87	0.09	NO	NO	NO
2020.	75.28	74.30	0.99	NO	0.90	0.09	NO	NO	NO
2021.	75.36	74.32	1.04	NO	0.94	0.09	NO	NO	NO

Tablica 6.7-2: Emisije iz Močvarnog zemljišta u razdoblju 1990.-2021., (kt CO_{2eq})

Godina	4.D Močvarno zemljište - Ukupno	4.D.1 Močvarno zemljište koje ostaje močvarno zemljište	4.D.2 Zemljište pretvoreno u močvarno zemljište	4.D.2.1 Šumsko zemljište pretvoreno u močvarno zemljište	4.D.2.2 Zemljište pod usjevima pretvoreno u močvarno zemljište	4.D.2.3 Travnjaci pretvoreni u močvarno zemljište	4.D.2.4 Naseljena područja pretvorena u močvarno zemljište	4.D.2.5 Ostalo zemljište pretvoreno u močvarno zemljište	5.D.2.2 Zemljište pod usjevima pretvoreno u močvarno zemljište (N ₂ O in CO _{2eq})
1990.	88.34	NE	88.34	NO	77.23	NO	NO	NO	11.11
1991.	78.14	NE	78.14	NO	67.51	NO	NO	NO	10.63
1992.	74.61	NE	74.61	NO	64.47	NO	NO	NO	10.14
1993.	71.08	NE	71.08	NO	61.43	NO	NO	NO	9.65
1994.	67.55	NE	67.55	NO	58.39	NO	NO	NO	9.17
1995.	64.02	NE	64.02	NO	55.34	NO	NO	NO	8.68
1996.	60.50	NE	60.50	NO	52.30	NO	NO	NO	8.20
1997.	56.97	NE	56.97	NO	49.26	NO	NO	NO	7.71
1998.	53.44	NE	53.44	NO	46.21	NO	NO	NO	7.22
1999.	49.91	NE	49.91	NO	43.17	NO	NO	NO	6.74
2000.	46.38	NE	46.38	NO	40.13	NO	NO	NO	6.25
2001.	42.09	NE	42.09	NO	36.36	NO	NO	NO	5.73
2002.	38.30	NE	38.30	NO	33.09	NO	NO	NO	5.21
2003.	34.50	NE	34.50	NO	29.82	NO	NO	NO	4.69
2004.	30.71	NE	30.71	NO	26.55	NO	NO	NO	4.16
2005.	26.92	NE	26.92	NO	23.28	NO	NO	NO	3.64
2006.	23.13	NE	23.13	NO	20.01	NO	NO	NO	3.12
2007.	20.18	NE	20.18	NO	17.54	NO	NO	NO	2.64
2008.	16.68	NE	16.68	NO	14.53	NO	NO	NO	2.16
2009.	13.19	NE	13.19	NO	11.51	NO	NO	NO	1.68
2010.	9.69	NE	9.69	NO	8.49	NO	NO	NO	1.19
2011.	9.72	NE	9.72	NO	8.52	NO	NO	NO	1.20
2012.	9.75	NE	9.75	NO	8.55	NO	NO	NO	1.20
2013.	10.65	NE	10.65	NO	9.41	NO	NO	NO	1.25
2014.	10.99	NE	10.99	NO	9.69	NO	NO	NO	1.29
2015.	11.32	NE	11.32	NO	9.98	NO	NO	NO	1.34
2016.	11.65	NE	11.65	NO	10.27	NO	NO	NO	1.39
2017.	11.99	NE	11.99	NO	10.56	NO	NO	NO	1.43
2018.	12.32	NE	12.32	NO	10.84	NO	NO	NO	1.48
2019.	12.65	NE	12.65	NO	11.13	NO	NO	NO	1.52
2020.	12.99	NE	12.99	NO	11.42	NO	NO	NO	1.57
2021.	13.58	NE	13.58	NO	11.93	NO	NO	NO	1.65

6.7.2. Metodologija proračuna emisija

6.7.2.1. Prenamjena Zemljišta u močvarno zemljište (4.D.2)

Temeljem analiziranih podataka utvrđeno je kako osim kod Zemljišta pod usjevima nije bilo pretvorbe iz drugih kategorija korištenja zemljišta u Močvarno zemljište.

6.7.2.1.1 Prenamjena Zemljišta pod usjevima u močvarna zemljišta (4.D.2.2)

Promjene zalihe ugljika u biomasi Zemljišta pod usjevima i Travnjaka pretvorenih u močvarno zemljište. Za izračun godišnje promjene zalihe ugljika u živoj biomasi (fitotvari) Zemljišta pod usjevima pretvorenog u Močvarno zemljište korištena je jednadžba 7.10 iz 2006 IPCC Guidancea.

Godišnja promjena zalihe ugljika u živoj biomasi Zemljišta pod usjevima pretvorenog u Močvarno zemljište (t C/a):

$$\Delta C_{\text{LW poplave}} = \sum A_i \times (B_{\text{nakon}} - B_{\text{prije}})_i$$

Gdje je:

A_i = površina zemljišta koja se godišnje prenamjenjuje u Močvarno zemljište i , ha god⁻¹

B_{prije} = živa biomasa na zemljištu prije prenamjene u Močvarno zemljište

- 1) za Zemljišta pod jednogodišnjim usjevima 5.7 t C /ha;
- 2) za Zemljišta pod višegodišnjim nasadima 8,9 t C/ha (nacionalna vrijednost);
- 3) za Travnjake prenamijenjene u usjeve 4.3 t C/ha

B_{nakon} = živa biomasa neposredno nakon pretvorbe u Močvarno zemljište (zadano= 0 t C/ha god)

Promjene zalihe ugljika u tlu Zemljišta pod usjevima pretvorenog u Močvarno zemljište:

$$\Delta C_{\text{LW poplava}} = \sum A_i \times (B_{\text{nakon}} - B_{\text{prije}})_i / 20$$

Gdje je:

A_i = površina zemljišta pretvorenog u poplavljeno zemljište u prijelaznom periodu od 20 godina, ha

B_{prije} = zalihe ugljika u tlu neposredno prije pretvorbe u Močvarno zemljište:

- 1) za Zemljišta pod jednogodišnjim usjevima 52.71 t C /ha;
- 2) za Zemljišta pod višegodišnjim nasadima 71.01 t C/ha a (pogledati poglavlje 6.4.1.);
- 3) za Travnjake prenamijenjene u Močvarno zemljište 75.75 tC/ha

B_{nakon} = zalihe ugljika u tlu neposredno nakon pretvorbe u Močvarno zemljište (zadano= 0 t C/ha)

N₂O emisije u tlu Zemljišta pretvorenog u močvarno zemljište

Godišnja emisija N₂O zbog prenamjene iz Zemljišta pod usjevima u Močvarno zemljište je izračunata koristeći preporučenu vrijednost (Tier 1) iz 2006 IPCC Guidancea i formulu 11.8 kako slijedi:

$$N_{2O_{\text{net-min}}} - N = EF1 \times \Delta CLC_{\text{mineral}} \times 1/(C/N)$$

Gdje je:

EF1 = emisijski faktor za proračun N₂O emisija iz dušika iz tla = 0.01 kg N₂O- N/kg N (zadano)

$\Delta CLC_{\text{mineral}}$ = promjena u zalihi ugljika u mineralnim tlima zemljišta prenamijenjenih u Zemljište pod usjevima

C/N = omjer mase C i N u organskoj tvari tla, vrijednost iz 2006 IPCC Guidancea (8)

6.7.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije

Nesigurnosti emisijskih faktora i površina upotrijebljenih za izračun navedene su u tablici 6.4-6.

U Prilogu 2 prikazana je usporedba nesigurnosti izračunatih uporabom Tier 1 i Tier 2 metodologije po kategorijama i pohraništima.

Kategorija Močvarnog zemljišta obuhvaćena je analizom ključnih izvora. Analiza provedena uporabom Tier 1 i Tier 2 metodologije razine i trenda isključila je Močvarno zemljište kao ključnu kategoriju.

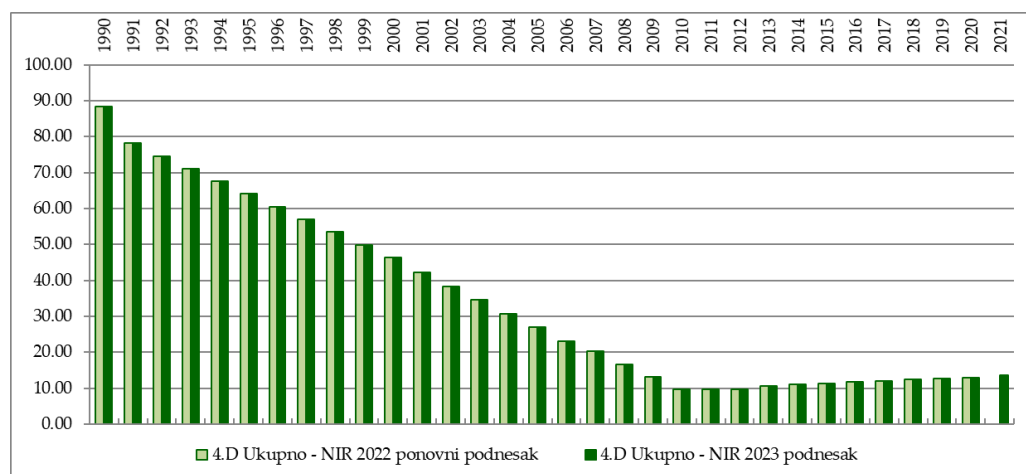
6.7.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisija (QA/QC)

Izračun podataka za kategoriju 4.D uključen je u ukupni QA/QC sustav hrvatskog inventara stakleničkih plinova.

6.7.5. Rekalkulacija emisija

Za ovaj izvještaj, u Hrvatskoj nije bilo ponovnih izračuna u kategoriji Močvarnog zemljišta.

Slika 6.7-1: Trenutne i prijašnje emisije za kategoriju 4.D (kt CO₂ eq.)



6.7.6. Planirana poboljšanja proračuna emisija

Rezultati trenutno pokrenutog CROLIS projekta omogućit će primjenu Pristup 3 za svaku kategoriju korištenja zemljišta LULUCF-a, a dobiveni rezultati se planiraju koristiti za tri godine (od 2026. godine).

6.8. Naseljena područja (CRF kategorija 4.E)

6.8.1. Opis izvora emisija

U okviru ove kategorije, razmatrane su samo emisije/uklanjanja CO₂ pomoću ponora za kategoriju Zemljište pretvoreno u Naseljena područja.

Pretpostavljeno je kako se mrtvo drvo i listinac ne javljaju na površinama naselja.

Površina Naseljenih područja kretala se u rasponu od 200.65 kha 1990. godine do 287.96 kha u 2021. godini. Emisije iz promjene zaliha ugljika u biomasi i tlu kretale su se od 267.61 kt CO₂ do 722.27 kt CO₂.

Prenamjena zemljišta na godišnjoj razini u ovu kategoriju zemljišta (LUC) javlja se iz podkategorija Šumsko zemljište, Zemljište pod usjevima (jednogodišnji i višegodišnji) te Travnjaka.

Tablice 6.8-1 i 6.8-2 prikazuju promjene korištenja zemljišta i uklanjanja pomoću uklanjanja/emisije zbog prenamjene drugih kategorija zemljišta u kategoriju Naseljena područja u razdoblju od 1990. do 2021. godine..

Tablica 6.8-1: Podaci o aktivnosti za kategoriju Naselja područja u razdoblju 1990.-2021., u kha

Godina	4.E Naseljena područja - Ukupno	4.E.1 Naseljena područja koja ostaju naseljena područja	4.E.2 Zemljište pretvoreno u naseljena područja	4.E.2.1 Šumsko zemljište pretvoreno u naseljena područja	4.E.2.2.a Zemljište pod jednogodišnjim usjevima pretvoreno u naseljena područja	4.E.2.2.b Zemljište pod višegodišnjim nasadima pretvoreno u naseljena područja	4.E.2.3 Travnjaci pretvoreni u naseljena područja	4.E.2.4 Močvarno zemljište pretvoreno u naseljena područja	4.E.2.5 Ostalo zemljište pretvoreno u naseljena područja
1990.	200.65	174.32	26.33	0.23	15.44	1.53	9.14	NO	NO
1991.	201.15	175.64	25.51	0.21	14.96	1.48	8.85	NO	NO
1992.	201.64	176.95	24.69	0.20	14.48	1.43	8.57	NO	NO
1993.	202.14	178.27	23.87	0.19	14.01	1.39	8.29	NO	NO
1994.	202.64	179.59	23.05	0.24	13.50	1.33	7.99	NO	NO
1995.	203.14	180.90	22.24	0.23	13.02	1.29	7.70	NO	NO
1996.	203.64	182.22	21.42	0.22	12.54	1.24	7.42	NO	NO
1997.	204.14	183.54	20.60	0.28	12.02	1.19	7.11	NO	NO
1998.	204.63	184.85	19.78	0.38	11.48	1.14	6.79	NO	NO
1999.	205.13	186.17	18.96	0.40	10.98	1.09	6.50	NO	NO
2000.	205.63	187.49	18.14	0.55	10.41	1.03	6.16	NO	NO
2001.	211.81	188.80	23.01	0.90	13.08	1.29	7.74	NO	NO
2002.	218.00	190.12	27.88	1.11	15.83	1.57	9.37	NO	NO
2003.	224.18	191.43	32.74	1.19	18.66	1.85	11.04	NO	NO
2004.	230.36	192.75	37.61	1.49	21.37	2.11	12.64	NO	NO
2005.	236.54	194.07	42.48	1.81	24.05	2.38	14.23	NO	NO
2006.	242.73	195.38	47.34	2.12	26.75	2.65	15.83	NO	NO
2007.	248.88	196.70	52.18	2.19	29.57	2.92	17.50	NO	NO
2008.	255.04	198.02	57.02	2.46	32.27	3.19	19.10	NO	NO
2009.	261.19	199.33	61.86	2.56	35.07	3.47	20.75	NO	NO
2010.	267.34	200.65	66.70	2.74	37.83	3.74	22.38	NO	NO
2011.	273.50	201.15	72.35	2.77	41.16	4.07	24.35	NO	NO
2012.	279.65	201.64	78.01	2.91	44.42	4.39	26.29	NO	NO
2013.	280.57	202.14	78.43	3.00	44.62	4.41	26.40	NO	NO
2014.	281.50	202.64	78.86	2.96	44.89	4.44	26.56	NO	NO
2015.	282.42	203.14	79.28	3.03	45.10	4.46	26.69	NO	NO
2016.	283.34	203.64	79.71	3.05	45.34	4.48	26.83	NO	NO
2017.	284.27	204.14	80.13	2.98	45.64	4.51	27.00	NO	NO
2018.	285.19	204.63	80.56	2.88	45.94	4.54	27.19	NO	NO

Godina	4.E.Naseljena područja - Ukupno	4.E.1.Naseljena područja koja ostaju naseljena područja	4.E.2.Zemljište pretvoreno u naseljena područja	4.E.2.1.Šumsko zemljište pretvoreno u naseljena područja	4.E.2.2.a.Zemljište pod jednogodišnjim usjevima pretvoreno u naseljena područja	4.E.2.2.b.Zemljište pod višegodišnjim nasadima pretvoreno u naseljena područja	4.E.2.3.Travnjaci pretvoreni u naseljena područja	4.E.2.4.Močvarno zemljište pretvoreno u naseljena područja	4.E.2.5.Ostalo zemljište pretvoreno u naseljena područja
2019.	286.11	205.13	80.98	2.88	46.19	4.57	27.33	NO	NO
2020.	287.03	205.63	81.40	2.74	46.53	4.60	27.53	NO	NO
2021.	287.96	211.81	76.14	2.46	43.59	4.31	25.79	NO	NO

Tablica 6.8-2: Emisije iz kategorije Naseljena područja u periodu 1990.-2021., u kt CO₂

Ukupno	4.E.Naseljena područja - Ukupno	4.E.1.Naseljena područja koja ostaju naseljena područja	4.E.2.Zemljište pretvoreno u naseljena područja	4.E.2.1.Šumsko zemljište pretvoreno u naseljena područja	4.E.2.2.Zemljište pod usjevima pretvoreno u naseljena područja	4.E.2.3.Travnjaci pretvoreni u naseljena područja	4.E.2.4.Močvarno zemljište pretvoreno u naseljena područja	4.E.2.5.Ostalo zemljište pretvoreno u naseljena područja	4.D.2.Zemljište pretvoreno u naseljena područja (N ₂ O in CO ₂ eq.)
1990.	267.61	NE	267.61	2.13	130.19	103.12	NO	NO	32.17
1991.	244.50	NE	244.50	2.02	115.47	95.84	NO	NO	31.17
1992.	236.95	NE	236.95	1.91	112.01	92.86	NO	NO	30.17
1993.	229.41	NE	229.41	1.79	108.55	89.89	NO	NO	29.17
1994.	221.88	NE	221.88	3.31	104.02	86.39	NO	NO	28.16
1995.	214.34	NE	214.34	2.16	101.31	83.70	NO	NO	27.16
1996.	206.85	NE	206.85	2.05	97.89	80.75	NO	NO	26.17
1997.	198.08	NE	198.08	2.84	93.01	77.07	NO	NO	25.16
1998.	192.51	NE	192.51	6.05	88.74	73.58	NO	NO	24.15
1999.	185.12	NE	185.12	4.98	86.13	70.87	NO	NO	23.14
2000.	180.41	NE	180.41	11.65	80.08	66.56	NO	NO	22.12
2001.	326.10	NE	326.10	10.73	175.14	112.20	NO	NO	28.04
2002.	375.14	NE	375.14	14.32	196.86	130.01	NO	NO	33.96
2003.	420.81	NE	420.81	13.37	219.21	148.33	NO	NO	39.90
2004.	471.84	NE	471.84	25.98	235.96	164.07	NO	NO	45.82
2005.	513.46	NE	513.46	25.99	255.07	180.66	NO	NO	51.74
2006.	556.10	NE	556.10	26.18	274.77	197.50	NO	NO	57.65
2007.	618.26	NE	618.26	40.23	298.25	216.23	NO	NO	63.56
2008.	663.32	NE	663.32	46.73	315.13	232.02	NO	NO	69.44
2009.	758.43	NE	758.43	95.17	337.63	250.29	NO	NO	75.35
2010.	757.66	NE	757.66	52.44	356.83	267.15	NO	NO	81.24
2011.	807.55	NE	807.55	47.55	383.13	288.71	NO	NO	88.16
2012.	852.11	NE	852.11	43.41	405.22	308.42	NO	NO	95.06
2013.	752.68	NE	752.68	39.39	335.37	282.35	NO	NO	95.57
2014.	750.56	NE	750.56	31.76	338.29	284.41	NO	NO	96.09

Ukupno	4.E.Naseljena područja - Ukupno	4.E.1 Naseljena područja koja ostaju naseljena područja	4.E.2 Zemljište pretvoreno u naseljena područja	4.E.2.1 Šumsko zemljište pretvoreno u naseljena područja	4.E.2.2 Zemljište pod usjevima pretvoreno u naseljena područja	4.E.2.3 Travnjaci pretvoreni u naseljena područja	4.E.2.4 Močvarno zemljište pretvoreno u naseljena područja	4.E.2.5 Ostalo zemljište pretvoreno u naseljena područja	4.D.2 Zemljište pretvoreno u naseljena područja (N ₂ O in CO ₂ eq.)
2015.	766.88	NE	766.88	45.60	339.19	285.49	NO	NO	96.60
2016.	755.09	NE	755.09	29.11	341.61	287.24	NO	NO	97.12
2017.	759.10	NE	759.10	28.42	343.90	289.13	NO	NO	97.65
2018.	762.87	NE	762.87	27.52	346.13	291.05	NO	NO	98.18
2019.	767.35	NE	767.35	28.58	347.60	292.47	NO	NO	98.70
2020.	770.85	NE	770.85	26.74	350.23	294.65	NO	NO	99.23
2021.	722.27	NE	722.27	25.34	328.09	276.00	NO	NO	92.83

6.8.2. Metodologija proračuna emisija

6.8.2.1. Promjena zemljišta u kategoriji naseljena područja (5.E.2)

A) Biomasa (fitotvar)

Za izračun godišnje promjene zalihe ugljika u živoj biomasi (fitotvari), kategorija korištenja zemljišta prema IPCC-u pretvorenih u Naseljena područja korištena je Tier 2 razina metodologije prema IPCC-u. Pristup slijedi metode korištene kod ostalih LUC kategorija. Korišteni su nacionalni podaci za biomasu travnjaka i jednogodišnjih biljaka na zemljištima pod usjevima. Prema ekspertnoj procjeni, zaliha ugljika u biomasi jednogodišnjih biljaka u otvorenim područjima naselja jednaka je biomasi travnjaka (4.29 t C/ha), korigirana za relativni udio otvorenih područja naselja u Hrvatskoj. Prema bazi podataka CLC-a, prosječan udio otvorenih područja u kategoriji Naseljena područja iznosio je 4.5%. Vrijednost zalihe ugljika u zatvorenim područjima pretpostavljena je kao nula.

Stope rasta zalihe ugljika biomase višegodišnjih biljaka na otvorenim područjima naselja utvrđene su temeljem podataka Katastra zelenila Grada Zagreba. Temeljem ovog katastra na području Grada Zagreba u otvorenim područjima naselja nalazi se 22,518 stabla četinjača, te 142,898 stabla listača. 2006 IPCC Guidanceem (tablica 8.2) preporučena akumulacija ugljika na godišnjoj razini za miješane listače (0.01003 t C/ha godišnje) je korištena u utvrđivanju ukupne zalihe ugljika u listačama na području Grada Zagreba.

U izračunu za četinjače, upotrijebljena je srednja vrijednost akumulacije ugljika na godišnjoj razini za bor i smreku (0.00867 t C/godišnje) iz 2006 IPCC Guidancea (tablica 8.2).

Ukupna vrijednost akumulacije ugljika stabala na području Grada Zagreba potom je podijeljena s odgovarajućom površinom otvorenih područja naselja Grada Zagreba. Ovo je rezultiralo godišnjim rastom zalihe ugljika u stablima na otvorenim područjima Grada Zagreba u vrijednosti od 0.0263 t C/ha godišnje. Pristup je primijenjen na svim Naseljenim područjima u Hrvatskoj.

Utvrđeno je kako prosječna godišnja zaliha ugljika u jednogodišnjim biljkama sa Zemljišta pod usjevima prije LUC-a iznosi 5.7 t C/ha. Nacionalna vrijednost u iznosu od 8.9 t C/ha za Zemljišta pod višegodišnjim nasadima korištena je za izračun promjene zalihe ugljika u biomasi Zemljišta pod višegodišnjim nasadima pretvorenih u naseljena područja (pCL-SL). Prilikom procijene za Travnjake prenamijenjene u naseljena područja korišten je nacionalni faktor 4.3 t C/ha prije LUC-a.

Za izračun godišnje promjene zaliha ugljika u živoj biomasi Šumskog zemljišta pretvorenog u naselja, korišteni su podaci o sječi za iskrčena područja, dostavljeni od strane Hrvatskih šuma.

B) Tlo

Pristup u potpunosti slijedi metode korištene za druge kategorije prenamjene zemljišta (LUC). Izračun emisija iz promjene zaliha ugljika u tlu uslijed promjena u korištenju zemljišta iz drugih podkategorija odnosi se na dubinu tla od 0-30 cm. Istraživanje zaliha ugljika u tlima Hrvatske provedeno je na način da su skeletni i čitav humusni sloj bili isključeni iz analize. Izračun emisija iz tla kao rezultat pretvorbe iz ostalih podkategorija u naselja načinjen je korištenjem nacionalnih podataka o zalihi ugljika u tlima kategorija korištenja zemljišta koje su uključene u LUC (Šumsko zemljište, Zemljišta pod usjevima, Travnjaci, Naseljena područja). Zaliha ugljika u tlima otvorenih područja naselja prema ovom je istraživanju iznosila u prosjeku 86.91 t C/ha, korigirana za relativni udio otvorenih područja naselja u Hrvatskoj. Prema stručnoj procjeni korištena je medijana vrijednost zaliha ugljika jer je manje pod utjecajem grubih pogrešaka (Poglavlje 6.2). Korištene zalihe ugljika u tlu uslijed prethodnih korištenja zemljišta odgovaraju onima prikazanim u drugim LUC poglavljima.

Za potrebe prošlogodišnjeg izvješća korišteni su podaci o zalihi ugljika u pohraništu listinca prikupljeni novim znanstvenim istraživanjem provedenim 2017. godine. Metoda propisana 2006 IPCC Guidanceem korištena je za procjenu promjene u zalihama ugljika u pohraništu listica za Šumsko zemljište prenamijenjeno u naseljena područja, a koja je opisana u poglavlju 6.4.2.2.

6.8.2.1.1 Šumsko zemljište pretvoreno u naseljena područja (4.E.2.1)

Površina u statusu pretvorbe iz šumskog zemljišta u naselja u razdoblju od 20 godina kretala se u rasponu od 0.23 kha do 2.46 kha in 1990.-2021.

Promjene zalihe ugljika u biomasi (fitotvari) Šumskog zemljišta pretvorenog u naseljena područja

Godišnje neto stope emisije koja nastaje uslijed gubitka šumske biomase i porasta biomase u područjima naselja u razdoblju 1990.-2021. kretale su se od 2.13 do 25.34 kt CO₂.

Promjene zalihe ugljika u tlu, listincu i mrtvom drvu Šumskog zemljišta pretvorenog u naseljena područja.

Izračun emisija iz tla koje su rezultat pretvorbe Šumskog zemljišta u naseljena područja uključivao je nacionalne podatke o zalihama ugljika u tlima šumskog zemljišta (69.86 t C/ha) te zalihama ugljika u tlima naselja (86.91 t C/ha za otvorena područja naselja ili 3.98 t C/ha za ukupnu površinu naselja).

Godišnje neto stope emisije koja nastaju uslijed promjene zaliha ugljika u tlu kretale su se u rasponu od -0.58 do -6.39 kt C u periodu 1990.-2021.

U sklopu prethodnih izvješća, prosječna godišnja promjena zalihe ugljika u neživom (mrtvom) drvu na iskrčenom šumskom zemljištu u Hrvatskoj bila je uključena u gubitak zbog sječe u iskrčenim područjima te je stoga uključena u prikaz za biomasu. U slučaju Šumskog zemljišta koje je prenamijenjeno u naseljena područja, Republika Hrvatska je prvi put u sklopu prošlogodišnjeg izvješća provela izračun promjene zalihe ugljika u pohraništu mrtvog drva. Pokrenut je novi nacionalni projekt na temu određivanja promjene zalihe ugljika u mrtvom drvu na iskrčenim površinama šuma.

Korištena je jednadžba 2.23 iz 2006 IPCC Guidancea za izračun promjene zalihe ugljika u mrtvom drvu na Šumskim zemljištima prenamijenjenim u naseljena područja:

$$\Delta C_{DW} = A_{0N} * (C_N - C_0) / T_{0N}$$

Gdje je:

$$\Delta C_{DW} = \text{godišnja promjena zaliha ugljika u mrtvom drvu (t C/ha)}$$

C_N = zaliha mrtvog drva/listinca u novoj kategoriji korištenja zemljišta (t C/ha)

C_0 = zaliha mrtvog drva/listinca u staroj kategoriji korištenja zemljišta (t C/ha)

A_{0N} = površina u prenamjeni iz stare u novu kategoriju načina korištenja zemljišta (ha)

T_{0N} = vremenski period prelaska iz stare t u novu kategoriju načina korištenja zemljišta, godina

Nacionalna vrijednost zalihe mrtvog drva (m^3/ha) dobivena je temeljem podataka preuzetih iz CRONFI 1 kako slijedi:

Table 6.8-3: Nacionalna vrijednost zaliha mrtvog drva

Zaliha mrtvog drva (m^3/ha), srednja vrijednost	Tip šume	Stojeće mrtvo drvo	Ležeće mrtvo drvo
	Listače	5.84	7.28
	Četinjače	5.16	10.32
	Makije i šikare	0.58	0.36

Prilikom određivanja zalihe ugljika u mrtvom drvu, korišteni su BEF₂ i R/S faktor u slučaju suhog stojećeg drva, osiguravajući uključenost svih dijelova stabla.

Tablica 6.8-4: Parametri iz 2006 IPCC Guidancea korišteni u proračunu

	Gustoća drva	BEF ₂	R/S	Frakcija ugljika u suhog tvari	Zaliha ugljika u mrtvom drvu
	(tona s.t./m ³)			(CF) (t C/ tona s.t.)	(t C/ha)
Listače	0.56	1.197	0.23	0.5	4.43
Četinjače	0.39	1.039	0.29	0.5	3.4
Makije i šikare	0.68	1.15	0.46	0.5	0.46

U sklopu LULUCF1 projekta prikupljeni su podaci o godišnjim vrijednostima krčenja šuma prema načinu konverzije i prikazani u tablici 6.8-5. Procjena promjene zalihe ugljika je provedena korištenjem podataka o iskrčenim površinama za svaki tip šume (šume, listača, četinjača te makija i šikara) te isti sumirani i prikazani za sve tipove šuma zajedno ovisno o vrsti konverzije šumskog zemljišta i godini kada se konverzija dogodila.

Tablica 6.8-5: Promjena zaliha ugljika u mrtvom drvu (kt C) na iskrčenim površinama prema prenamjeni iz Šumskog zemljišta u naseljena područja

Godina	Iskrčene površine (kha)	Promjena zalihe ugljika u mrtvom drvu (kt C)
1990.	0.23	NO
1991.	0.21	NO
1992.	0.20	NO
1993.	0.19	NO
1994.	0.24	-0.01

Godina	Iskrčene površine (kha)	Promjena zalihe ugljika u mrtvom drvu (kt C)
1995.	0.23	0.00
1996.	0.22	NO
1997.	0.28	0.00
1998.	0.38	-0.03
1999.	0.40	-0.01
2000.	0.55	-0.07
2001.	0.90	-0.02
2002.	1.11	-0.04
2003.	1.19	-0.02
2004.	1.49	-0.21
2005.	1.81	-0.15
2006.	2.12	-0.12
2007.	2.19	-0.46
2008.	2.46	-0.51
2009.	2.56	-1.71
2010.	2.74	-0.62
2011.	2.77	-0.53
2012.	2.91	-0.37
2013.	3.00	-0.23
2014.	2.96	-0.08
2015.	3.03	-0.38
2016.	3.05	0.00
2017.	2.98	0.00
2018.	2.88	0.00
2019.	2.88	-0.01
2020.	2.74	-0.01
2021.	2.46	-0.02

Za procjenu promjene zalihe ugljika u pohraništu listinca korištene su vrijednosti 4.57 t C/ha i 0.00 t C/ha u slučaju prenamijene iz Šumskog zemljišta u naseljena područja.

6.8.2.1.2 Zemljište pod usjevima pretvoreno u naseljena područja (4.E.2.2)

Površina u statusu pretvorbe iz Zemljišta pod usjevima u naseljena područja u razdoblju od 20 godina kretala se u rasponu od 16.97 kha do 47.90 kha u periodu 1990.-2021.

Promjene zalihe ugljika u biomasi (fitotvari) Zemljišta pod usjevima pretvorenog u naseljena područja Godišnje neto stope emisija koje nastaju uslijed gubitka biomase Zemljišta pod usjevima i porasta biomase u područjima naselja u razdoblju 1990.-2021. kretale su se od -3.87 do -1.63 kt C za Jednogodišnje usjeve i -0.63 do -0.32 kt C za Zemljišta pod višegodišnjim nasadima, a koja su pretvorena u naseljena područja.

Promjene zalihe ugljika u tlu, mrtvom drvu i listincu za Zemljišta pod usjevima pretvorenog u naseljena područja

Izračun emisija iz tla koje su rezultat pretvorbe Zemljišta pod usjevima u naselja uključivao je nacionalne podatke o zaliham ugljika u tlima Zemljišta pod jednogodišnjim usjevima (52.71 t C/ha) i Zemljišta pod višegodišnjim nasadima (71.01 t C/ha) te zaliham ugljika u tlima naselja (86.91 t C/ha za otvorena područja naselja ili 3.98 t C/ha za ukupnu površinu naselja).

Godišnje neto stope emisija koja nastaju uslijed promjene zalihe ugljika u tlu kretale su se u rasponu od -26.9 do -76.1 kt C kod Zemljišta pod jednogodišnjim usjevima te od -4.1 do -11.5 kt C kod Zemljišta pod višegodišnjim nasadima, a koja su pretvorena u naselja u godinama od 1990. do 2021.

Za ovu vrstu prenamjene zemljišta, Republika Hrvatska koristi Tier 1 za pohranište mrtvo drvo i listinac. Temeljem 2006 IPCC Guidancea, pohraništa listinca i mrtvog drva ne postoje na ne-šumskim zemljištima. Stoga je korištena oznaka NO (eng. *not occurring*) za ona pohraništa u slučaju prenamjene Zemljišta pod usjevima u naseljena područja.

6.8.2.1.3 Travnjaci pretvoreni u naseljena područja (4.E.2.3)

Površine u statusu pretvorbe iz Travnjaka u naseljena područja za vremensko razdoblje od 20 godina kretale su se u rasponu od 9.14 do 25.79 kha.

Promjene zalihe ugljika biomase (fitotvari) Travnjaka pretvorenih u naseljena područja

Godišnje neto stope emisija koje nastaju uslijed gubitka biomase Travnjaka i porasta biomase u područjima naselja u razdoblju 1990.-2021. kretale su se od -1.66 do -0.56 kt C.

Promjene zalihe ugljika u tlu, mrtvom drvu i listincu kod Travnjaka pretvorenih u naseljena područja

Izračun emisija iz tla koje su rezultat pretvorbe Travnjaka u naseljena područja uključivao je nacionalne podatke o zaliham ugljika u travnjačkim tlima (75.75 t C/ha) te zaliham ugljika u tlima naselja (86.91 t C/ha za otvorena područja naselja ili 3.98 t C/ha za ukupnu površinu naselja).

Godišnje neto stope emisije koja nastaje uslijed promjene zaliha ugljika u tlu kretale su se u rasponu od -26.5 do -74.7 kt C u periodu 1990.-2021.

Za ovaj tip prenamjene Republika Hrvatska koristi Tier 1 za izračun u pohraništima mrtvo drvo i listinac. Prema 2016 IPCC Vodiču, ova pohraništa se ne pojavljuju na ne-šumskim zemljištima. Stoga je korištena znakovna oznaka NO za ova pohraništa u slučaju prenamjene zemljišta Travnjaka u naseljena područja.

6.8.2.1.4 N₂O emisije iz tla Zemljišta prenamijenjenih u naseljena područja

Godišnja emisija N₂O nastala uslijed promjene načina korištenja zemljišta iz Šumskog zemljišta, Travnjaka i Zemljišta pod usjevima u naseljena područja su izračunata koristeći vrijednosti iz 2006 IPCC Guidancea (Tier 1) i formulu 11.8 kako slijed:

$$N_2O_{\text{net-min}} - N = EF_1 \times \Delta CLC_{\text{mineral}} \times 1/(C/N)$$

Gdje je:

EF_1 = emisijski faktor za N₂O emisije iz dušika iz tla = 0.01 kg N₂O- N/kg N (zadana vrijednost)

$\Delta CLC_{\text{mineral}}$ = promjena u zalihi ugljika u mineralnim tlima zemljišta prenamijenjenih u Zemljišta pod usjevima

C/N = omjer mase C i N u organskoj komponenti tla (8 za Travnjake i 9 za Zemljišta pod usjevima prenamijenjena u naseljena područja te 11 za Šumsko zemljište prenamijenjeno u naseljena područja)

6.8.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije

Relativna nesigurnost ukupnog CO_{2eq} u kategoriji Zemljište pretvoreno u naseljena područja izračunata je prema Tier 2 metodi te se nalazi u Prilogu 2 dana je usporedba nesigurnosti izračunatih uporabom Tier 1 i Tier 2 metodologije po kategorijama i pohraništima.

Kategorija Naseljena područja uključena je u analizu ključnih kategorija. Korištenjem Tier 1 i Tier 2 metoda razina i trenda, potvrđeno je da je Zemljište pretvoreno u naseljena područja ključna kategorija.

6.8.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije

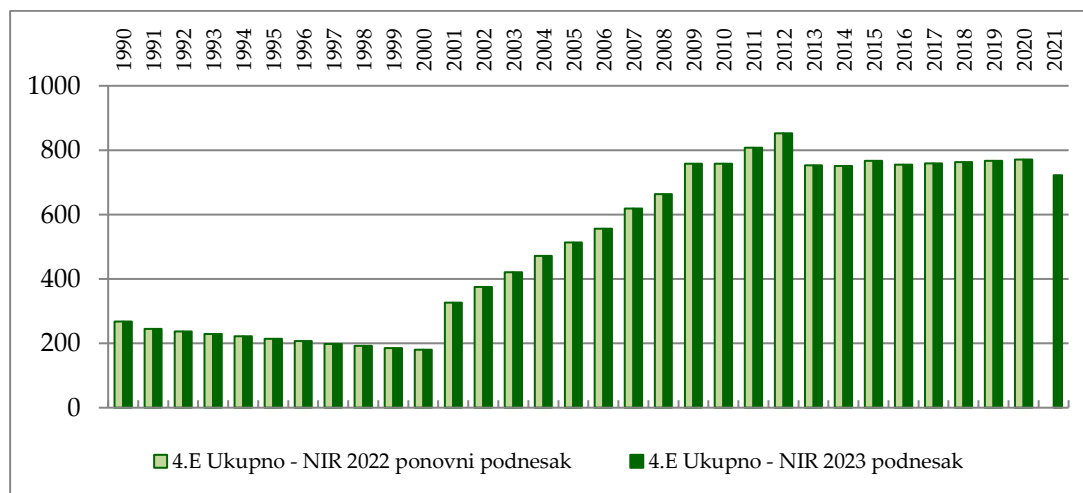
Izračun podataka za kategoriju 4.E uključen je u ukupni QA/QC sustav hrvatskog inventara stakleničkih plinova.

6.8.5. Rekalkulacija emisije

Za ovo izvješćivanje nije bilo rekalkulacija u kategoriji 4.E kao što se vidi na slici 6.8-1.

Rezultati rekalkulacija nalaze se na slici 6.8-1.

Slika 6.8-1: Sadašnje i prijašnje emisije za kategoriju 4.E (kt CO_{2 eq.})



6.8.6. Planirana poboljšanja proračuna emisija

Rezultati trenutno pokrenutog CROLIS projekta omogućit će primjenu Pristupa 3 za svaku kategoriju korištenja zemljišta LULUCF-a, a planira se koristiti za tri godine (od 2026. godine).

6.9. Ostalo zemljište (CRF kategorija 4.F)

U ovoj je kategoriji razmatrana samo ukupna površina. Nije bilo pretvorbe iz drugih kategorija korištenja zemljišta u Ostalo zemljište.

6.9.1. Opis izvora emisija

Tablica 6.9-1: Podaci o aktivnosti za Ostalo zemljište za period 1990.-2021., kha

Godina	4.F Ostalo zemljište - Ukupno	4.F.1 Ostalo zemljište koje ostaje ostalo zemljište	4.F.2 Zemljište pretvoreno u ostalo zemljište	4.F.2.1 Šumsko zemljište pretvoreno u ostalo zemljište	4.F.2.2.a Zemljišta pod jednogodišnjim usjevima pretvorena u ostalo zemljište	4.F.2.2.b Zemljišta pod nasadima pretvorena u ostalo zemljište	4.F.2.3 Zemljišta pod travnjacima pretvorena u ostalo zemljište	4.F.2.4 Močvarno zemljište pretvoreno u ostalo zemljište	4.F.2.5 Naseljena područja pretvorena u ostalo zemljište
1990.	218.06	218.06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1991.	218.06	218.06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1992.	218.06	218.06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1993.	218.06	218.06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1994.	218.06	218.06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1995.	218.06	218.06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1996.	218.06	218.06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1997.	218.06	218.06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1998.	218.06	218.06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1999.	218.06	218.06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2000.	218.06	218.06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2001.	218.06	218.06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2002.	218.06	218.06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2003.	218.06	218.06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2004.	218.06	218.06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2005.	218.06	218.06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2006.	218.06	218.06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2007.	218.06	218.06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2008.	218.06	218.06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2009.	218.06	218.06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2010.	218.06	218.06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2011.	218.06	218.06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2012.	218.06	218.06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2013.	218.06	218.06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2014.	218.06	218.06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2015.	218.06	218.06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2016.	218.06	218.06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2017.	218.06	218.06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2018.	218.06	218.06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2019.	218.06	218.06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2020.	218.06	218.06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2021.	218.06	218.06	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

6.9.2. Metodologija proračuna emisija

U poglavlju 6.3.6 navedeno je kako o kategoriji Ostalo zemljište Republika Hrvatska oduvijek izvještava kao o razlici ukupne površine Hrvatske i zbroja svih ostalih kategorija korištenja zemljišta prema 2006 IPCC Guidanceu.

Prilikom razvoja matrice promjene korištenja zemljišta, Corine Land Cover (CLC) baza podataka je bila je jedan od izvora podataka čija se upotrebljivost analizirala za potrebe izračuna. Tokom identifikacije za kategoriju Šumsko zemljište (koja ujedno uključuje šumska zemljišta zahvaćeno šumskih požarima), zaključeno je da podaci iz CLC baze nisu primjereni za izračun za ovo kategoriju zbog rezolucije i jer je minimalna površina za kartiranje pokrova zemljišta 25 ha, a minimum za kartiranje promjena iznosi 5 ha. S druge strane, vrijednost od 0.1 ha je postavljena kao prag za definiranje šumskih površina u Hrvatskoj. Sve šumske površine su identificirane pomoću zemljovida (mjerila veće preciznosti od CLC sustava) koji su napravljeni i čine sastavni dio Šumskogospodarske osnove područja Republike Hrvatske (ŠGOP) kao i ostalih planova i programa gospodarenja u šumarskom sektoru. Obzirom da su sve šumske površine u Republici Hrvatskoj identificirane, ne postoje otvorene površine sa manje ili bez vegetacijskog pokrova (Razina 2 u CLC-u) koje dostižu prag definiran za šume i emisije o kojima bi zbog šumskih požara trebalo biti izvješteno pod kategorijom Ostalo zemljište.

6.9.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije

Ova kategorija zemljišta nije uključena u analizu nesigurnosti za LULUCF sektor.

6.9.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije (QA/QC)

Izračun podataka za kategoriju 4.F uključen je u ukupni QA/QC sustav hrvatskog inventara stakleničkih plinova.

6.9.5. Rekalkulacija emisije

NA

6.9.6. Planirana poboljšanja proračuna

NA

6.10. Drvni proizvodi (CRF kategorija 4.G)

6.10.1. Opis izvora emisija

Prema odredbama Odluke 2/CMP.7, stranke UNFCCC-a i KP-a su dužne od posljednjeg podneska (NIR 2015) dostavljati i svoje nacionalne izračune emisija/ uklanjanja pomoću ponora iz drvnih proizvoda (eng. *Harvested Wood Products*, HWP). O promjenama zaliha ugljika u ovom pohraništu izvještava se u dijelu LULUCF sektora, u posebnoj kategoriji (CRF 4.G).

Izračun emisija/ uklanjanja pomoću ponora za Republiku Hrvatsku za ovu kategoriju tijekom izvještajnog razdoblja 1990.-2021. godinu prikazan je u tablici 6.10-1. Izračun je temeljen na podacima o količini proizvedenih drvnih proizvoda kako je to prikazani u tablici 6.10-2.

Tablica 6.10-1: Emisije/uklanjanja pomoću ponora iz drvnih proizvoda za period 1990.-2021. (kt CO₂)

Godina	Drvni proizvodi - Ukupno	Piljeno drvo	Drvne ploče	Papir i karton
1990.	-317.85	-338.61	-62.53	83.29
1991.	176.24	-52.70	-6.75	235.69
1992.	252.83	-114.62	1.19	366.27
1993.	66.40	-163.41	-16.95	246.76
1994.	-45.49	-70.05	6.57	17.99
1995.	-55.09	-30.18	18.78	-43.69
1996.	-12.27	-23.36	22.74	-11.65
1997.	119.97	-19.61	19.09	120.49
1998.	3.68	-88.51	9.98	82.20
1999.	-58.26	-103.91	3.10	42.55
2000.	-69.66	-107.05	9.86	27.53
2001.	-306.12	-19.15	4.80	-291.77
2002.	-302.33	-84.35	8.10	-226.08
2003.	-190.82	-30.93	-5.83	-154.05
2004.	-180.30	-41.72	-14.09	-124.50
2005.	-348.72	-79.71	-37.39	-231.61
2006.	-322.96	-121.90	-67.81	-133.25
2007.	-309.35	-155.23	-80.37	-73.76
2008.	-325.34	-179.91	-85.71	-59.72
2009.	-178.97	-107.68	-47.16	-24.13
2010.	-249.16	-131.49	-55.62	-62.05
2011.	-268.76	-203.59	-44.35	-20.82
2012.	-319.83	-297.69	-51.85	29.71
2013.	-426.18	-618.90	-109.16	301.89
2014.	-538.61	-778.66	-103.19	343.25
2015.	-764.15	-859.11	-88.27	183.23
2016.	-780.07	-786.78	-21.76	28.47
2017.	-1029.35	-965.44	-69.90	5.99
2018.	-761.66	-709.89	-62.74	10.97
2019.	-752.16	-703.45	-37.03	-11.69
2020.	-629.54	-559.92	-100.28	30.66
2021.	-685.27	-529.02	-131.38	-24.88

Tablica 6.10-2: Proizvodnja drvnih proizvoda u Republici Hrvatskoj

Godina	Piljeno drvo (m ³)	Drvene ploče (m ³)	Papir i karton (t)
1961.	547,662	43,995	75,716
1962.	581,089	58,586	93,839
1963.	607,928	76,436	115,360
1964.	639,705	96,295	140,116
1965.	649,570	101,755	159,272
1966.	690,767	99,462	168,171
1967.	681,257	96,751	180,484
1968.	682,891	82,194	197,438
1969.	664,538	108,296	211,902
1970.	649,571	114,011	235,680
1971.	710,708	113,120	247,097
1972.	700,546	102,519	275,697
1973.	736,640	96,162	284,214
1974.	800,359	103,495	300,171
1975.	752,598	100,946	304,217
1976.	803,409	106,000	311,437
1977.	822,907	97,467	347,423
1978.	842,119	81,555	361,706
1979.	915,645	136,265	372,571
1980.	876,005	171,074	421,158
1981.	879,100	180,225	444,036
1982.	939,227	176,150	419,721
1983.	943,097	196,434	484,205
1984.	1,045,493	189,301	451,864
1985.	1,067,294	157,962	488,565
1986.	1,064,931	213,371	478,645
1987.	1,069,834	198,328	484,849
1988.	1,095,016	187,411	472,241
1989.	1,098,438	183,865	462,642
1990.	861,180	152,239	396,075
1991.	568,633	95,530	248,268
1992.	633,582	87,592	81,389
1993.	689,513	106,534	91,609
1994.	597,338	82,892	222,452
1995.	553,486	69,904	269,610
1996.	549,105	65,195	253,519

Godina	Piljeno drvo (m ³)	Drvne ploče (m ³)	Papir i karton (t)
1997.	548,567	68,145	145,902
1998.	621,258	77,198	148,408
1999.	640,827	84,196	161,424
2000.	633,839	77,008	163,564
2001.	553,358	81,943	423,774
2002.	618,684	78,302	440,299
2003.	564,107	92,571	435,440
2004.	571,027	101,058	448,457
2005.	610,118	125,152	568,494
2006.	654,119	157,419	542,970
2007.	690,910	172,235	525,862
2008.	717,212	180,049	532,189
2009.	651,449	142,660	517,054
2010.	675,574	152,678	554,671
2011.	752,374	142,692	535,390
2012.	849,860	151,696	498,249
2013.	1,190,787	212,169	263,421
2014.	1,359,823	209,062	154,919
2015.	1,463,833	196,589	204,644
2016.	1,399,846	130,892	289,168
2017.	1,593,264	181,231	300,986
2018.	1,364,898	176,166	295,355
2019.	1,369,193	151,461	311,615
2020.	1,243,880	217,425	279,068
2021.	1,223,499	252,013	317,994

6.10.2. Metodologija proračuna emisija

Za procjenu emisija/ uklanjanja pomoću ponora iz drvnih proizvoda (HWP) u Republici Hrvatskoj korištena je Tier 2 razina metodologije uz uporabu proizvodnog pristupa (Pristup B).

Ulazni podaci o vrstama drvnih proizvoda prikupljeni su na nacionalnoj razini u sklopu projekta „Nadogradnja Nacionalnog sustava za izvješćivanje o emisijama stakleničkih plinova za provedbu Odluke Europskog parlamenta i Vijeća br. 529/2013 od 21. svibnja 2013. o pravilima obračunavanja emisija i uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova koji proizlaze iz aktivnosti Korištenja zemljišta, promjena u korištenju zemljišta i šumarstva i o informacijama koje se odnose na te aktivnosti“ (skraćenog naziva - LULUCF 2, proveden u periodu 2014.-2015.). Poseban dokument napravljen je za potrebe proračuna i ovog izvješća.⁵¹

Podaci koje je Republika Hrvatska dostavila u UNECE/FAO su analizirani i uspoređeni s podacima iz različitih izvora podataka dostupnim na nacionalnoj razini. Odlučeno je da će podaci koje je Republika Hrvatska dostavila UNECE/FAO bazi za razdoblje 1992.-2014. biti korišteni za proračun. Obzirom da

⁵¹ Elaborat Razvoj nacionalnih metodologija za izračun zalihe ugljika u drvnim proizvodima.

se podatak o ukupnom posjećenom volumenu u Hrvatskoj odnosi na drvo posječeno na površinama Šumskog zemljišta koje ostaje šumsko, a koje je ujedno definirano i kao odšumljeno te kako bi se ispoštovala Odluka 2/CMP.7C (Prilog, Dio E, točka 31), određena je posebna vrijednost omjera. Kao što je prethodno spomenuto, ne postoji sječa u kategoriji šuma makija i šikara (eng. *Out of yield forests*). Dostupni su točni i detaljni podaci o posjećenom volumenu u šumama listača i četinjača. Ove vrijednosti drvnih proizvoda koje dolaze sa iskrčenih površina su oduzete od vrijednosti ukupno posjećenog volumena na razini države. Posebno definirani omjer pokazuje kako se 99% ukupno posjećenog volumena u Hrvatskoj odnosi na volumen posječen u sklopu redovnog gospodarenja šumama i to na Šumskim zemljištima koje ostaje šumsko. Promjena zalihe ugljika u posjećenim drvnim proizvodima na površinama pod aktivnostima gospodarenja šumama izračunata je primjenom funkcije raspada prvog reda (eng. first order decay), metoda i zadanih vrijednosti vremena poluraspada. Potonje je izvješteno u Tablici 4G.s1 u CRF tablici.

Vrijednosti promjene zalihe ugljika su dobivene korištenjem metode trenutačne oksidacije (eng. *instantaneous oxidation method*).

Za razdoblje od 1961. do 1991. godine podaci o drvnim proizvodima u Republici Hrvatskoj su preuzeti iz niza statističkih godišnjaka, statističkih izvješća, statističkih biltena ⁵², koji su pohranjeni/dostupni u Državnom zavodu za statistiku (DZS).

Za razdoblje prije 1961. godine, korištena je jednadžba 12.6 iz 2006 IPCC Guidancea (Vol. 4, poglavlje 12) pri izračunu o vrstama drvnih proizvoda proizvedenim u razdoblju između 1900.-1960. Za 1900. godinu vrijednost nula je služila kao ulazni podatak o nacionalnoj proizvodnji svih vrsta drvnih proizvoda.

$$V_t = V^{1961} * e^{[U*(t-1961)]}$$

Gdje je:

V_t = godišnja proizvodnja, uvoz/izvoz za kruto drvo/papir u godini t [kt C/god]

t = godina

V_{1961} = godišnja proizvodnja, uvoz/izvoz za kruto drvo/papir u godini 1961. [kt C/god]

U= 0.0151= procijenjena konstantna stopa povećanja potrošnje industrijske oblovine (sječa) u Europi između 1900.-1961. g. (2006 IPCC Guidance, Vol 4. tablica. 12.3);

Nakon što su prikupljeni podaci o svim vrstama drvnih proizvoda za razdoblje 1961.-2018. te izrađene projekcije i definirani podaci i za razdoblje 1900.-1960., izračunat je udio drvnih proizvoda domaćeg porijekla u ukupno proizvedenim proizvodima na nacionalnoj razini uz uporabu formule 2.8.1 (poglavlje 2, IPCC (2014) KP Dodatak)):

$$f_{IRW}(i) = \frac{IRWp(i) - IRWex(i)}{IRWp(i) + IRWim(i) - IRWex(i)}$$

Gdje je:

$f_{IRW}(i)$ = udio drvnih proizvoda iz domaće proizvodnje u godini i

$IRWp(i)$ = proizvodnja industrijske oblovine u godini i, [m3]

$IRWim(i)$ = uvoz industrijske oblovine u godini i, [m3]

⁵² Zavod za statistiku i evidencije. Statistički ljetopis za razdoblje 1953-1959; Industrija, Izvješće Izvršnog vijeća NR Hrvatske i izvješće Izvršnom vijeću Sabora NR Hrvatske za razdoblje 1957-1970; Industrija. Statistički bilteni za razdoblje 1971-1989; Važni proizvodi u izvozu i uvozu SR Hrvatske za razdoblje 1976. -1990. Pogledajte Popis izvora.

IRWex (i) = izvoz idnustrijske oblovine u godini i, [m3]

Budući da od godine 1961. podaci o proizvodnji ploča vlaknatica nisu pronađeni (HDF, MDF; izolacijske ploče) u raspoloživim/postojećim statističkim izvještajima, zaključeno je da ova vrsta proizvodnje nije postojala u Hrvatskoj. Budući da je u FAO bazi podataka za ovu vrstu HWP-a prijavljena nula za sve godine, u procjeni za razdoblje između 1900.-2015. je korištena vrijednost nula.

Na temelju dostupnih podataka o papiru i papirnim pločama, za period 1962.-1981. je definirana jednadžba linearnog trenda:

$$y = 21582 \cdot t - 42231736$$

Gdje je:

t = godina

y = vrijednost varijable 10 tona (papir i papirne ploče)

Koeficijent korelacije u vrijednosti $r = 0.99202183$ i koeficijent determinacije od $R^2 = 0.98410732$ indiciraju da smjer kretanja jednadžbe savršeno opisuje kretanje vrijednosti varijable 10 u analiziranom periodu.

Koristeći formulu za kretanje varijable 10 izračunate su vrijednosti za 1961. godinu:

$$y = 21582 \cdot 1961 - 42231736 = 90566$$

Definirana vrijednost od 90566 tona za y(1961) je korištena pa potrebe izračuna i pri utvrđivanju proizvodnje papira u periodu 1900.-1960.

Za ovogodišnje izvješćivanje prikupljeni su nacionalni dostupni podaci o proizvodnji drvene celuloze i definiran je udio domaće proizvodnje za svaku godinu korištenjem jednadžbe 2.8.2.

Godišnji udio domaće proizvodnje drvene celuloze kao sirovine za proizvodnju papira i kartona

$$(f_{\text{PULP}}) = (\text{Pulp}_{\text{Proizvodnja}} - \text{Pulp}_{\text{Izvoz}}) / (\text{Pulp}_{\text{Proizvodnja}} + \text{Pulp}_{\text{Uvoz}} - \text{Pulp}_{\text{Izvoz}})$$

Naposljetku, promjena u vrijednosti zalihe ugljika u drvnim proizvodima u uporabi je izračunata korištenjem formule 12.1 (poglavlje 12, 2006 IPCC Guidance:

$$C(i+1) = e^{-k} * C(i) + \left[\frac{(1 - e^{-k})}{k} \right] * \text{Inflow}(i+1)$$

Gdje je:

i = godina

C(i) = zaliha ugljika u drvnim proizvodima na početku godine i [Gg C]

k = vrjednost konstante raspada za svaku HWP kategoriju zasebno, god-1

($k = \ln(2)/HL$ gdje HL predstavlja polu-raspad kroz pola ciklusa proizvoda)

Inflow (i) = povećanje zalihe ugljika u HWP pohraništu tokom godine i [Gg C/yr]

Slijedeći smjernice iz KP Dodatka, prilikom primjene Tier 2 metode (Tablica 2.8.2) u proračunu, korištene su sljedeće vrijednosti:

- piljena građa – 35 godina

- drvene ploče – 25 godina

- papir – 2 godine

Nakon toga, promjena zalihe ugljika je izračunata kao razlika C(i+1) and C(i).

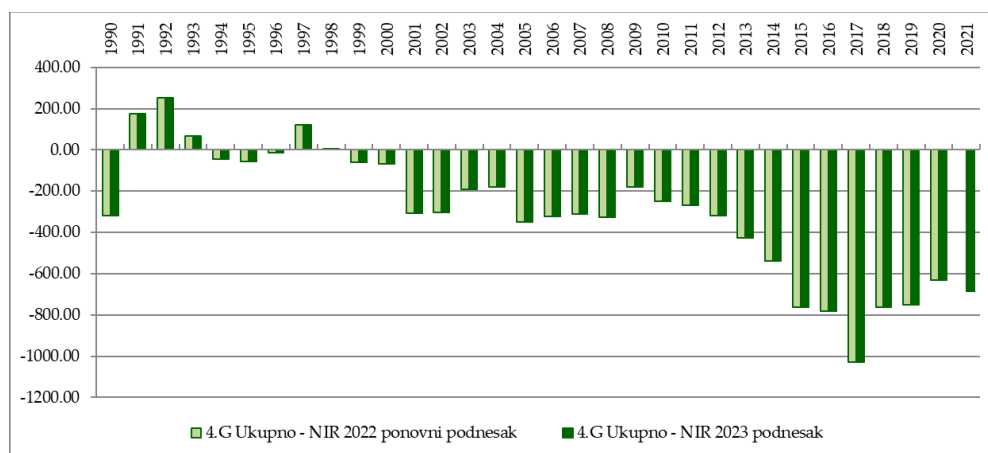
6.10.3. Procjena nesigurnosti

Prva procjena nesigurnosti izračuna za drvene proizvode obavljena je u sklopu izvješća NIR 2015. Nesigurnost za ovu kategoriju iznosi od -87.78% do 130.36%.

6.10.4. Rekalkulacija emisija

Za podnošenje NIR-a 2023. nije bilo dodatnih rekalkulacija u ovoj kategoriji.

Slika 6.10-1: Trenutne i prijašnje emisije/uklanjanja pomoću ponora za drvene proizvode (kt CO₂)



6.10.5. Planirana poboljšanja

Kroz novi projekt koji je pokrenulo MORH 2022. godine, a koji se bavi pitanjima HWP-a, podaci o aktivnostima bit će revidirani i korišteni u sljedećem podnesku.

6.11. Direktne emisije N₂O na tlima kojima se gospodari (CRF kategorija 4. I)

O N₂O emisijama kao posljedici poljoprivrednih aktivnosti (uporabe dušičnih fertilizatora i gnojidbe) na zemljištima pod usjevima i travnjacima izvješteno je u poljoprivrednom sektoru. Ne postoji praksa uporabe gnojiva na Šumskom zemljištu.

6.12. Emisije i uklanjanja pomoću ponora kao posljedica aktivnosti isušivanja i ponovne uspostave močvarnog područja i ostalih gospodarskih aktivnosti na organskim i mineralnim tlima (CRF kategorija 4. II)

Unutar vremenskog razdoblja od 1990. do 2021. godine nisu zabilježene aktivnosti dreniranja tala u Republici Hrvatskoj.

6.13. Direktna N₂O emisija zbog mineralizacije/imobilizacije dušika povezana sa gubitkom/akumulacijom organske tvari u tlu kao posljedice promjene načina

korištenja zemljišta ili gospodarenja mineralnim tlima (CRF kategorija 4. III)

6.13.1. Opis izvora emisije

Procjene N₂O emisije na Zemljištima pod usjevima koja ostaju zemljišta pod usjevima nalaze se u sektoru poljoprivrede. U ovom poglavlju izvještava se o N₂O emisijama povezanim sa nepogodama na zemljištima koja su promijenjena u neku drugu kategoriju zemljišta kako slijedi:

- Šumsko zemljište prenamijenjeno u zemljište pod usjevima; Šumsko zemljište prenamijenjeno u naseljena područja,
- Zemljište pod usjevima prenamijenjeno u močvarno zemljište; Zemljište pod usjevima prenamijenjeno u Naseljena područja,
- Travnjaci prenamijenjeni u zemljište pod usjevima; Travnjaci prenamijenjeni u naseljena područja.

6.13.2. Metodologija proračuna emisije

Godišnje oslobađanje N₂O uslijed prethodno navedenih pretvorbi izračunato je upotrebom zadanih vrijednosti prema IPCC 2006 Vodiču, zadanim vrijednostima (Tier 1) i jednačbi 11.8:

$$N_{2O_{net-min}} - N = EF_1 \times \Delta CLC_{mineral} \times 1/(C/N)$$

Gdje je:

EF₁ = faktor emisije za izračun emisija N₂O iz N u tlu = 0.01 kg N₂O- N/kg N (IPCC zadana vrijednost)

ΔCLC_{mineral} = promjena zalihe ugljika u mineralnim tlima Šumskih zemljišta pretvorenih u Zemljišta pod usjevima

C/N = odnos mase C i N u organskoj tvari tla = 11 (nacionalna vrijednost za Šumsko zemljište), 9 (nacionalna vrijednost za Travnjake i Zemljišta pod usjevima)

6.13.3. Rekalkulacija emisija

Od podneska izvješća NIR 2018 nisu provođene rekalkulacije za N₂O. Međutim, u izvješću NIR 2018 dogodila se greška prilikom unosa podataka o N₂O u CRF bazu. Ove godine je to ispravljeno. U NIR 2019 Podnesku korištena je ista vrijednost C/N omjera kao i u NIR 2018. U ovom izvješću ispravljena je i greška u korištenju C/N omjera.

6.14.N₂O Indirektne emisije N₂O sa tala kojima se gospodari (CRF kategorija 4. IV)

Promjena namjene zemljišta prema zadnjoj stručnoj procjeni, dovodi do neizravne emisije N₂O povezane s gubitkom organske tvari u tlu što je posljedica prenamjene zemljišta ili načinom upravljanja mineralnim tlima zbog ispiranja i otjecanja unutar hrvatskog konteksta, gdje su te emisije prijavljene u sektoru poljoprivrede, dosljedno informacijskim ključevima označavanja koji su korišteni u tablici 4 (IV) CRF-a.

6.15. Sagorijevanje biomase (CRF kategorija 4. V)

6.15.1. Opis izvora emisije

U sklopu LULUCF 1 projekta provedena je detaljna analiza s ciljem utvrđivanja površina zahvaćenih požarima, uključujući kategorije Šumskog zemljišta, Travnjaka i Zemljišta pod usjevima, u vremenskom periodu od 1990. do 2014. godine. Istraživanje se temeljilo prvenstveno na podacima preuzetim iz *Registra o šumskim požarima*. Registar o šumskim požarima utemeljen je 2009. godine sukladno *Zakonu o šumama*⁵³ i u to vrijeme važećem Pravilniku⁵⁴. Sadrži informacije o svim šumskim požarima nakon 1990. godine na šumskim površinama ili na zemljištima obuhvaćenim šumskim gospodarenjem. Dodatno, sadrži informacije o vatri koja je zahvatila i poljoprivredna zemljišta (Zemljišta pod usjevima i Travnjaci) prilikom šumskih požara odnosno podatke o opožarenjima na drugim ne-šumskim zemljištima, a koja su uključena u šumsko gospodarenje. Procijenjeno je da se više od 50% svih požara na poljoprivrednim zemljištima pojavljuje kao posljedica šumskih požara ili požara na zemljištima pod šumskim gospodarenjem. Iako se sustav prikupljanja podataka o požarima na poljoprivrednim područjima trenutno još uvijek ne može uzeti u obzir kao dovršen, Registar je još uvijek najpouzdaniji izvor podataka o požarima na poljoprivrednim površinama u Hrvatskoj. Registar je trenutno organiziran u skladu sa novom zakonskom regulativom⁵⁵ koja točno propisuje metode prikupljanja i pohrane podataka. Svi prikupljeni podaci i rezultati istraživanja opožarenih površina su dostupni i prikazani kao zaseban dokument i jedno od saznanja dobivenih LULUCF 1 projektom⁵⁶.

Temeljem provedenih analiza utvrđeno je da Zemljišta pod usjevima nisu bila opožarena u periodu 1990.-2014. godine. Zemljišta pod usjevima su bila zahvaćena požarima u 2015. godini te je za potrebe NIR 2017 izvješća po prvi put napravljena procjena emisija iz požara.

Analiza kategorije Šumskog zemljišta obuhvatila su sve tipove šuma (uključujući šume makija i šikara) neovisno o tipu vlasništva. Također, uključene su sve površine prenamijenjene u/iz šumskih zemljišta i površine na kojima se prirodno pojavljuju šume u periodu 1990.-2014. Prema dostupnim podacima, u vremenskom periodu od 1990. do 2014. godine nije bilo požara na državnim površinama kojima gospodare ostali pravni subjekti. Podaci o emisijama nastale za vrijeme požara prikazani u ovom izvješću odnose se na državne šume kojima gospodare Hrvatske šume d.o.o.

O emisijama je izvješćeno u CRF tablicama prema pripadajućim kategorijama zemljišta.

Nadogradnja Registra je predviđena kao jedno od poboljšanja potrebnih u svrhu izvještavanja o LULUCF sektoru i prema KP-u te prepoznata kroz LULUCF 1 projekt koji predlaže provedbu i rješavanje ove problematike kroz zasebni projekt⁵⁷. U potpunjenje i ažuriranost Registra na način da u potpunosti odgovara ispunjenju obveza izvješćivanja prema Konvenciji i KP-u kao i drugim međunarodnim i nacionalnim institucijama su dugoročni cilj poboljšanja izvješćivanja Republike Hrvatske.

6.15.2. Metodologija proračuna emisije

Evidencije o šumskim požarima dostupne u Registru te način prikupljanja podataka možemo podijeliti u dvije cjeline prema razdobljima, ovisno o metodi prikupljanja podataka. Prvo razdoblje obuhvaća

⁵³ Zakon o šumama (OG 140/05), Članak 40.

⁵⁴ Pravilnik o načinu prikupljanja podataka, vođenju registra te uvjetima korištenja podataka o šumskim požarima (NN 75/13, 150/14, 21/17).

⁵⁵ *Pravilnik o načinu prikupljanja podataka, vođenju registra te uvjetima korištenja podataka o šumskim požarima* (NN 75/13, 150/14, 21/17).

⁵⁶ Janeš, D., G. Kovač, V. Grgesina, D. Pleskalt (2014): Identifying areas affected by fires according to requirements of Article 3.3 and 3.4 of the Kyoto protocol.

⁵⁷ Ibid

šumske požare od 1990. do studenoga 2006. Drugo razdoblje obuhvaća šumske požare od studenoga 2006. do 2012. godine, kada je ujedno i oformljen Registar sukladno propisima i odlukama *Zakona o šumama*⁵⁸ i Pravilnika⁵⁹ U prvom razdoblju nisu postojali zakonski niti podzakonski akti o načinu prikupljanja podataka o šumskim požarima, a Hrvatske šume d.o.o. vodile su interne evidencije u formi obrasca. Obrazac je sadržavao raznovrsne podatke o: mjestu nastanka požara, šumi i šumskom zemljištu prije požara, požaru i vrsti vegetacije, uzroku i vrsti požara, pojavi požara i intervenciji, sudionicima u gašenju, oštećenoj drvnj zalihi i dr. Godine 2001. Hrvatske šume d.o.o. ustrojile su Internu bazu podataka o šumskim požarima u digitalnom obliku, tako da se u razdoblju od 2001. do 2008. godine vode evidencije u papirnatom i digitalnom obliku.

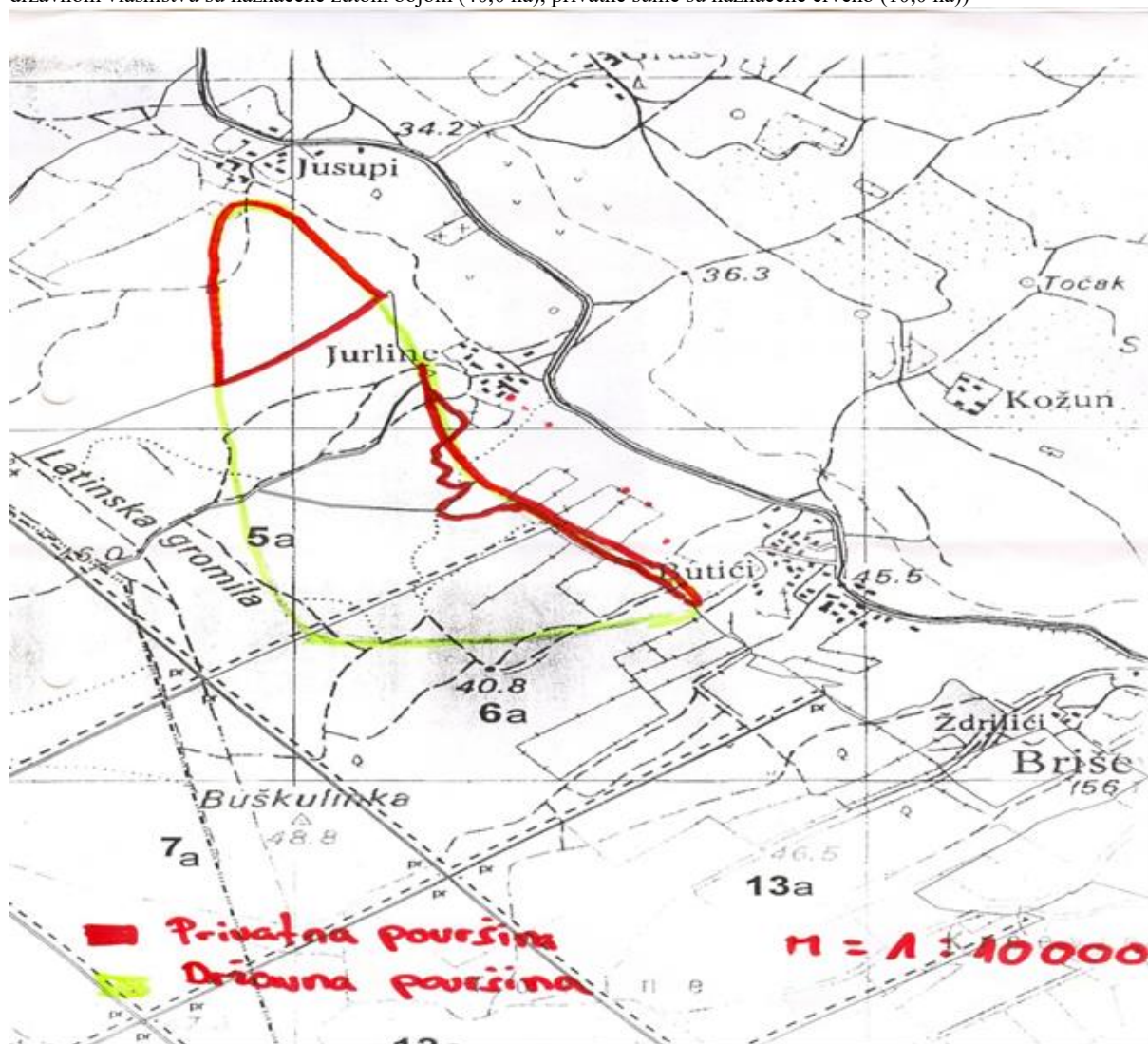
Kartografski prilozi opožarenih površina, sve do danas, nisu propisani zakonskim niti podzakonskim aktima pa se stoga nisu sustavno izrađivali. Ipak djelomično su se uz obrasce izrađivale skice opožarenih površina. Do 2005. godine većinom su skice bile ucrtane rukom na topografsku kartu s gospodarskom podjelom na odjele i odsjeke u mjerilu 1 : 25,000. Nakon 2005. godine, prilikom kartiranja opožarene površine, počinje se upotrebljavati globalni pozicijski sustav (GPS) pomoću kojega se na terenu snima opožarena površina (slika 6.15-1 i slika 6.15-2).

Iako nije službeno propisano, kartiranje opožarenih površina (korištenjem GPS-a) od 2009. godine se pokazalo dobrom šumsko-gospodarskom praksom u Hrvatskoj (slika 6.15-3). Takva praksa je rezultirala izradom karte opožarenih površina RH sa detaljnim povijesnim informacijama (slika 6.15-4).

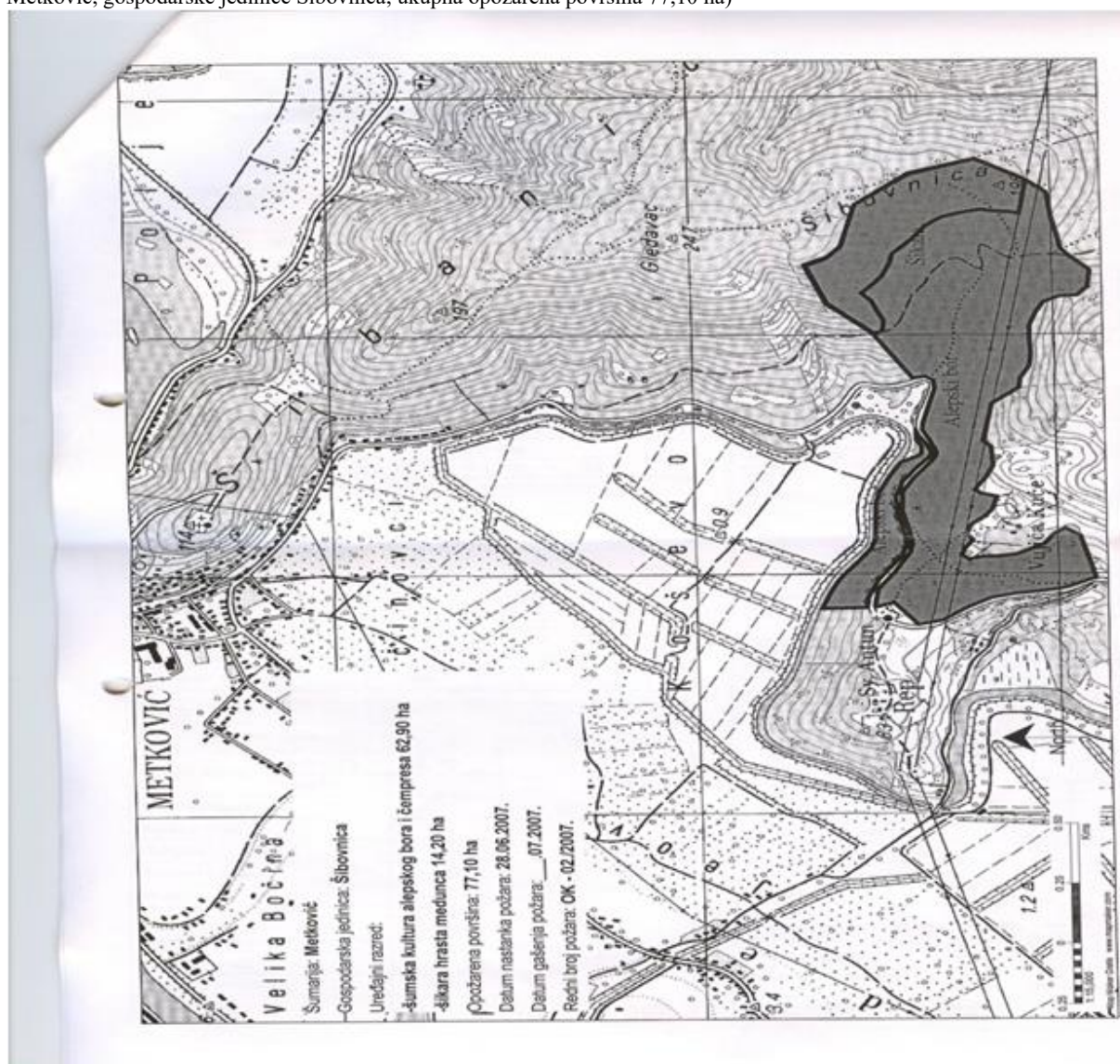
⁵⁸ Ibid

⁵⁹ Ibid

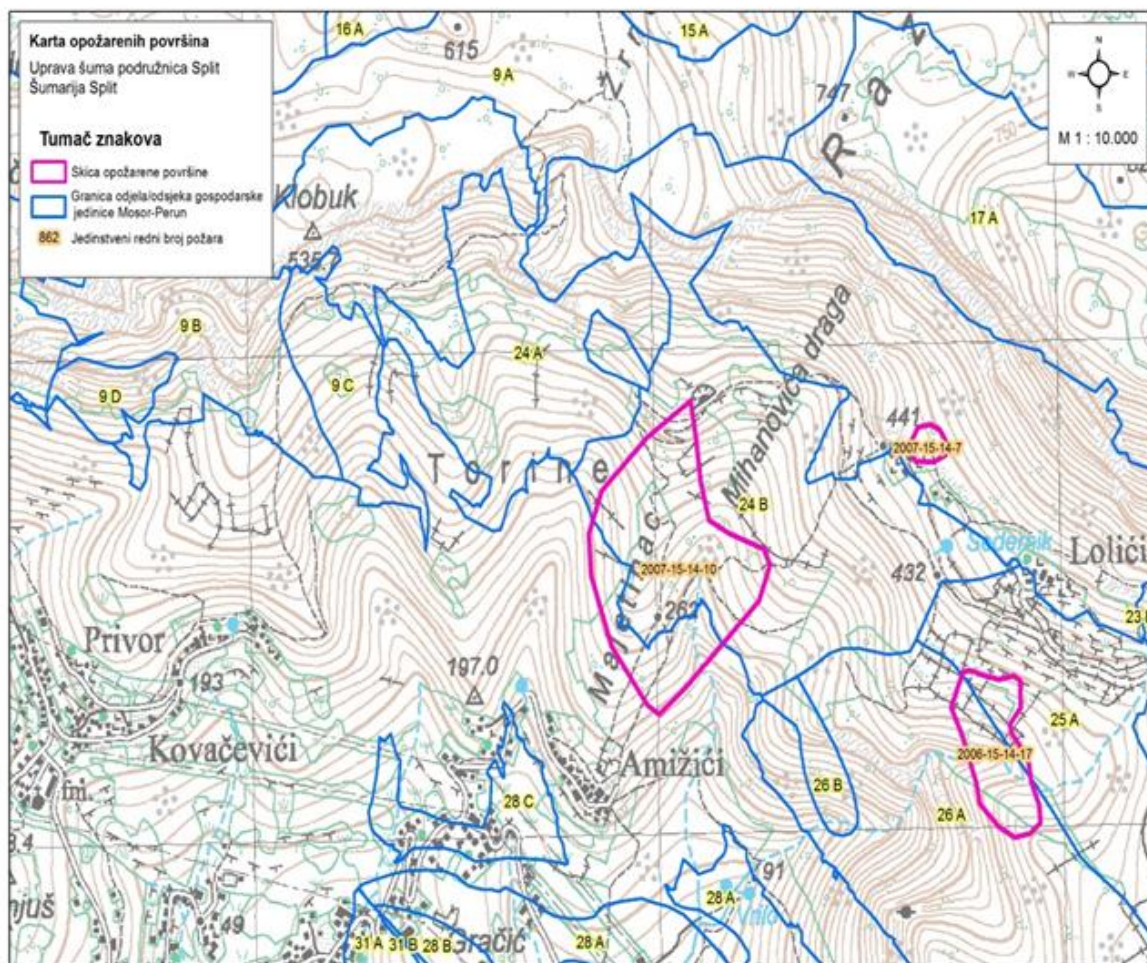
Slika 6.15-1: Karta opožarene površine iz 2006. godine (UŠP Split, šumarije Zadar, gospodarska jedinica Musapstan (šume u državnom vlasništvu su naznačene žutom bojom (40,0 ha), privatne šume su naznačene crveno (10,0 ha))



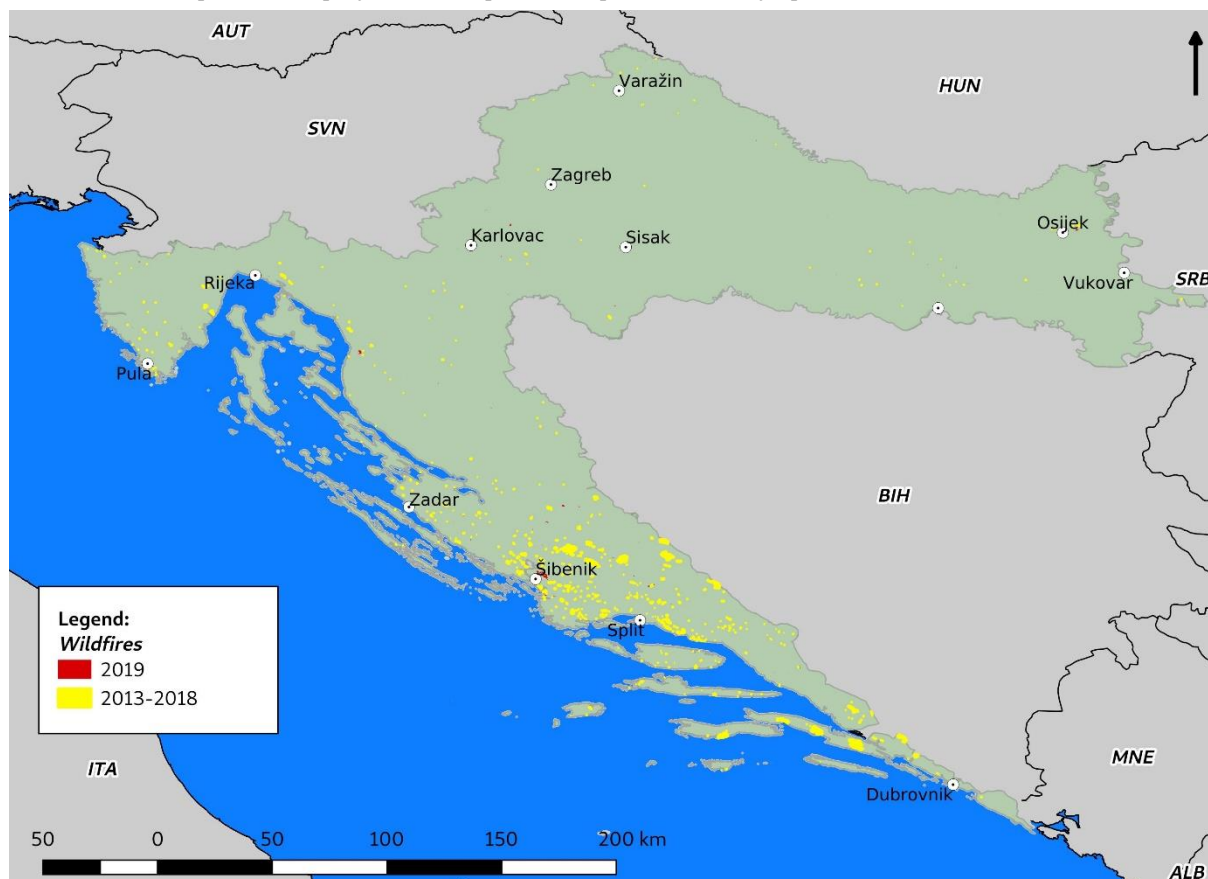
Slika 6.15-2: Karta opožarene površine iz 2007. godine definirana korištenjem GPS-a (na području UŠP Split, šumarije Metković, gospodarske jedinice Šibovnica; ukupna opožarena površina 77,10 ha)



Slika 6.15-3: Karta iz jedinstvene GIS baze podataka o šumskim požarima prikazuje tri opožarene površine na području UŠP Split, šumarije Split, gospodarske jedinice Mosor-Perun (opožarene državne šume (naznačene ružičasto) iz 2006. i 2007. godine; ukupno (ukupno opožareno 18.43 ha državnih šuma, naznačeno ružičastom bojom na karti)



Slika 6.15-4: Karta prostorne raspodjele šumskih požara u Republici Hrvatskoj u periodu 2013.-2019.



U cilju procjene emisija u šumskim područjima posebno za Šumsko zemljište koje ostaje šumsko i Zemljište pretvoreno iz/u šumsko zemljište, provjereni su podaci o svakom požaru zabilježenom u Registru u vremenskom periodu 1990.-2013. Nakon toga, podaci su uspoređeni sa dostupnim informacijama i kartografskim prikazima iz važećeg Plana gospodarenja s ciljem utvrđivanja da li je zabilježena opožarena površina identificirana kao Šumsko zemljište ili kao druga površina obuhvaćena gospodarenjem šumama (odnosno Travnjaci, prema IPCC kategorizaciji). Napravljene su dodatne provjere koristeći se Šumskogospodarske osnove područja prije 1990. godine ako su jedine dostupne informacije iz Šumskogospodarskih osnove područja donesenih prije 1990. godine.

U CRF tablicama korištena je znakovna oznaka NO prilikom procjene emisija nastalih kao posljedica izgaranja biomase (fitotvari) za vrijeme šumskih požara na površinama promijenjenim iz Šumskog zemljišta u druge kategorije zemljišta. Temeljem Registra šumskih požara, na površinama Zemljišta pod usjevima požari su zabilježeni samo 2015. godine obzirom na čitavo izvještajno razdoblje. Također, promjena iz Šumskog zemljišta u kategoriju Naseljenih područja posljedica je infrastrukturne izgradnje gdje ne dolazi do emisija stakleničkih plinova kao posljedice izgradnja biomase (fitotvari).

U Hrvatskoj nema kontroliranog paljenja šumskih površina.

U slučaju procjene emisije od šumskih požara u područjima Zemljišta pretvorenog u šumska zemljišta i Travnjaka pretvorenog u šumska zemljišta korištena je formula 2.27, Tier 1 metodologije i odgovarajuće zadane vrijednosti prema 2006 IPCC Guidanceu. Emisije sa Šumskog zemljišta koje ostaje šumsko i Zemljišta pretvorenog u šumsko su procijenjene pomoću zadanih vrijednosti preuzetih iz 2006 IPCC Guidancea za ostale šumske sastojine umjerene klime (srednja vrijednost izgaranja biomase od 19.8 t/ha ($B \times C$) i emisijski faktor (D) propisan u tablici 2.5 za kategoriju Extra tropical forests obzirom da ova kategorija uključuje sve ostale tipove šuma: CO₂ (1569), CH₄ (4.7) i N₂O (0.26)).

Prilikom procjene emisija iz kategorije Zemljište pod usjevima koje ostaje Zemljište pod usjevima korištena je pretpostavka da su primjenjive vrijednosti iz kategorije Travnjaka obzirom da 2006 IPCC Guidance nema preporuku faktora za jednogodišnje usjeve (osim sitan ostatak). U ovom slučaju, CH₄ i N₂O emisije su unesene u CRF bazu dok su emisije CO₂ umanjene rastom biomase. Prilikom izračuna emisija uslijed požara za Višegodišnje nasade koji ostaju višegodišnji nasadi, korišteni su isti faktori kao za Šumsko zemljište jer u 2006 IPCC Guidanceu nisu propisani zasebni faktori za višegodišnje nasade.

U slučaju procjene emisije od požara u kategoriji Travnjaka korištene su vrijednosti sagorijevanja biomase (Tablica 2.4) i faktori emisije (1640 (CO₂), 2.4 (CH₄) i 0.2 (N₂O)) koji odgovaraju područjima prirodnih tropskih travnjaka savana.

$$L_{\text{fire}} (\text{tGHG}) = A \times M_B \times C_f \times G_{\text{ef}} \times 10^{-3}$$

Gdje je:

A = opožarena površina (ha)

M_B = masa raspoloživog goriva (tona ha⁻¹)

C_f = učinak sagorijevanja, bezdimenzijski parametar

G_{ef} = faktor emisije (g kg⁻¹ izgorene suhe tvari)

U kategoriji Šumskog zemljišta koje ostaje šumsko, količina CO₂ emisije iznosila je između 2.45 i 1,160.75 kt CO₂ eq. CH₄ emisije varirale su između 0.18 i 86.93 kt CO₂ eq. dok je N₂O emisija bila od 0.12 do 57.32 kt CO₂ eq. u periodu izvješćivanja 1990. – 2017. Emisije istih plinova su značajno niže u kategoriji Zemljišta pretvorenog u šumsko zemljište.

Užitu drvnu zalihi na površina zahvaćenim šumskim požarima potrebno je zasebno zabilježiti u kategoriji slučajni prihod koja također uključuje djelomično izgoreno i posječeno drvo. Slučajni prihod dio je ukupnog glavnog prihoda te godine mada nije predviđen osnovom odnosno programom gospodarenja. Stoga, ukupna užita drva zaliha i gubici biomase uključuju djelomično izgorenu drvnu zalihi. Procjena emisija iz šumskih požara napravljena je korištenjem Tier 1 metodologije i zadanih vrijednosti za masu raspoloživog goriva i učinak sagorijevanja (M_B*C_f) prema 2006 IPCC Guidanceu (tablica 2.4). Opožarena površina je jedini nacionalni ulazni podatak za izračun.

Procijenjeno je (stručna procjena) da je u slučaju šumskih požara u potpunosti izgorjelo 60% volumena biomase. Taj parametar korišten je prilikom izračuna emisija. Za preostalih 40% djelomično izgorjele biomase, Hrvatska izvješćuje kao IE jer je ovaj dio volumena posječen odnosno uključen u izračun gubitaka biomase uslijed sječe.

Za potrebe ovogodišnjeg podneska, emisije CO₂ su procijenjene za čitave opožarene površine (umjesto prethodno izvještenih 60% opožarenih površina) u periodu 1990.-2021.

Osim toga, za ovogodišnje izvješće Hrvatska je procijenila emisije zbog kontroliranog spaljivanja biomase na 6,7 ha kategorije Travnjaka. Primijenjena je ista metodologija i faktori kao i za nekontrolirane požare na Travnjacima. Ova aktivnost provodi se u sklopu projekta „*Dinara back to Life*“ (<https://dinarabacktolife.eu/en/>) financiranog kroz EU program LIFE. U okviru ovog projekta provode se aktivnosti obnove travnjaka. Projekt, između ostalog, uključuje obnovu ugroženih travnjaka koji su staništa rijetkih i ugroženih vrsta ptica u Hrvatskoj. Ova su travnjačka staništa ugrožena zbog depopulacije ruralnih područja koja rezultira napuštanjem zemljišta i nestankom tradicionalnih praksi gospodarenja zemljištem. Svi ti procesi dovode do daljnje sukcesije vegetacije.

Jedna od aktivnosti projekta koji je započeo 2021. godine je kontrolirano/propisano spaljivanje. Ova metoda uključuje propisano spaljivanje odabranog, ciljanog područja u odgovarajućim uvjetima. Provodi se u hladnom dijelu godine kada se spaljuje samo površinski sloj, bez oštećenja dubljih slojeva tla.

6.15.3. Procjena nesigurnosti

Vrijednosti u Tablici 6.15-1 predstavljaju rezultate dobivene prilikom procjene nesigurnosti proračuna vezane za emisije iz požara u LULUCF sektoru. Vrijednosti nesigurnost izračuna emisija N₂O, CH₄ i CO₂ nalaze se u Prilogu 2.

Tablica 6.15-1 Nesigurnost emisijskih faktora, podataka o aktivnostima i izvor informacija za emisije iz šumskih požara

Ulazni podataka	Nesigurnost	Izvor podataka
Opožarena površina (A)	30%	Default, 2006 IPCC
Količina izgorjene drvene mase efikasnost izgaranja (MB Cf)	75%	Default, 2006 IPCC
Emisijski faktor za CO ₂ (Gef)	75%	Default, 2006 IPCC
Emisijski faktor za CH ₄ (Gef)	75%	Default, 2006 IPCC
Emisijski faktor za N ₂ O (D)	75%	Default, 2006 IPCC

6.15.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna QA/QC

Izračun podataka o emisijama nastalih uslijed šumskih požara uključen je u ukupni QA/QC sustav hrvatskog inventara stakleničkih plinova.

6.15.5. Rekalkulacija emisije

Emisije CO₂ su proračunate za čitavu površine (100%) zahvaćene požarima u periodu 1990.-2017. dok se do sada proračun emisija CO₂ izvodio za samo 60% opožarene površine. Ovo je rezultiralo prosječnim povećanjem emisija CO_{2eq} od 35% za period 1990.-2016. uspoređujući sa vrijednostima u izvješću NIR 2019.

6.15.6. Planirana poboljšanja proračuna emisije

U pripremi je novi nacionalni projekt sa ciljem prelaska na Tier 2 metodologiju za buduća LULUCF izvješćivanja o emisijama iz šumskih požara.

Otpad 7: Otpad (CRF sektor 5)

7.1. Sektorski pregled

Aktivnostima gospodarenja otpadom, kao što su odlaganje i biološka obrada otpada, spaljivanje otpada i spaljivanje otpada na otvorenom te upravljanje otpadnim vodama, dolazi do emisija stakleničkih plinova, koje uključuju metan (CH₄), ugljikov dioksid (CO₂) i didušikov oksid (N₂O).

Emisije CH₄ i N₂O koje nastaju kao rezultat odlaganja i biološke obrade otpada, emisije CO₂ i N₂O iz spaljivanja otpada (bez energetske uporabe) te emisije CH₄ i N₂O iz spaljivanja otpada na otvorenom i upravljanja otpadnim vodama uključene su u proračun emisija ovog sektora.

Metodologija korištena za proračun emisija iz navedenih aktivnosti uključenih u gospodarenje otpadom zahtijeva poznavanje nacionalnih podataka o nastajanju otpada, njegovom sastavu te postupcima koji se provode u gospodarenju otpadom. Aktivnosti gospodarenja otpadom u Hrvatskoj u prošlosti nisu se provodile u skladu sa zakonodavstvom što je rezultiralo nedostatkom i nedosljednošću podataka. Potrebno je provoditi istraživanja, sa ciljem prikupljanja svih potrebnih podataka za proračun, što je uključeno u Plan poboljšanja proračuna. Međutim, poboljšanja u kvaliteti i kvantiteti podataka vidljiva su u posljednjih nekoliko godina. Važnost je pridodana ocjeni i sakupljanju podataka iz različitih izvora te prilagođavanju predloženoj IPCC metodologiji korištenoj za proračun emisija stakleničkih plinova.

Provedba i uspostava cjelovitog sustava gospodarenja otpadom u Hrvatskoj omogućena je primjenom i ispunjavanjem ciljeva definiranih Zakonom o gospodarenju otpadom⁶⁰ i Planom gospodarenja otpadom⁶¹. Glavni zakon kojim se uređuju pitanja gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj je Zakon o gospodarenju otpadom. Postoji niz pravilnika koji su usvojeni sukladno Zakonu o održivom gospodarenju otpadom, neki od njih uređuju određene aktivnosti gospodarenja otpadom, a neki uređuju gospodarenje posebnim vrstama otpada. Okvirna direktiva o otpadu⁶² prenesena je u području gospodarenja otpadom u hrvatsko zakonodavstvo u okviru Zakona o gospodarenju otpadom.

U svrhu sprječavanja nastanka otpada te primjene propisa i politike gospodarenja otpadom, primjenjuje se red prvenstva gospodarenja otpadom, i to: (a) sprječavanje nastanka otpada; (b) priprema za ponovnu uporabu; (c) recikliranje; (d) drugi postupci uporabe, npr. energetska uporaba i (e) zbrinjavanje otpada. Izbjegavanje nastanka otpada (prevencija) ima najviši prioritet, a rezultira smanjenjem mase i štetnosti proizvedenog otpada koji ulazi u iduću fazu sustava. Iskorištavanje/oporaba proizvedenog otpada ima svrhu iskoristiti materijalna i energetska svojstva otpada u granicama tehničkih, ekoloških i ekonomskih mogućnosti. Odlaganje ostatnog inertnog otpada na uređena kontrolirana odlagališta najniže je rangirano prema redu prvenstva gospodarenja otpadom. Prema Planu gospodarenja otpadom, okosnicu sustava činit će reciklažni centri sa sortirnicama. Sustav gospodarenja otpadom organizirat će se kao integralna cjelina svih subjekata na nacionalnoj, regionalnoj i lokalnoj razini.

Članak 54. Zakona o gospodarenju otpadom definira specifične vrste otpada, kao i postupke i ciljeve za upravljanje tim otpadom. Jedan od njih je i građevni otpad. Pravilnik o građevnom otpadu i otpadu koji sadrži azbest⁶³ propisuje ciljeve sustava gospodarenja građevnim otpadom i način postupanja s ovim otpadom. Posebna pozornost u Pravilniku pridaje se mjerama koje se odnose na sprječavanje nastajanja otpada, odvajanje na gradilištu i ponovnu uporabu. Određeni dio građevnog otpada koji se može odložiti na odlagališta u okviru proizvodnog otpada, sukladno Zakonu i Pravilniku, zbrinjava se kao i komunalni otpad, u skladu s postupcima i praksom. Opći uvjeti za odlaganje propisani su u Pravilniku o načinima

⁶⁰ Zakon o gospodarenju otpadom (NN 84/2021)

⁶¹ Odluka o donošenju Plana gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2017. – 2022. (NN 3/2017, 1/2022)

⁶² Direktiva 2008/98/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 19. studenoga 2008. o otpadu i stavljanju izvan snage određenih direktiva

⁶³ Pravilnik o građevnom otpadu i otpadu koji sadrži azbest (NN 69/2016) (koji je zamijenio Pravilnik o građevinskom otpadu iz 2008.)

i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada⁶⁴ i Direktivi o odlagalištima otpada⁶⁵. Nova EU pravila s pravno obvezujućim ciljevima za recikliranje otpada i smanjenje odlaganja otpada s fiksnim rokovima stupila su na snagu 4. srpnja 2018. godine za države članice koje su kroz naredne dvije godine morale napraviti prilagodbu nacionalnog zakonodavstva novim direktivama.

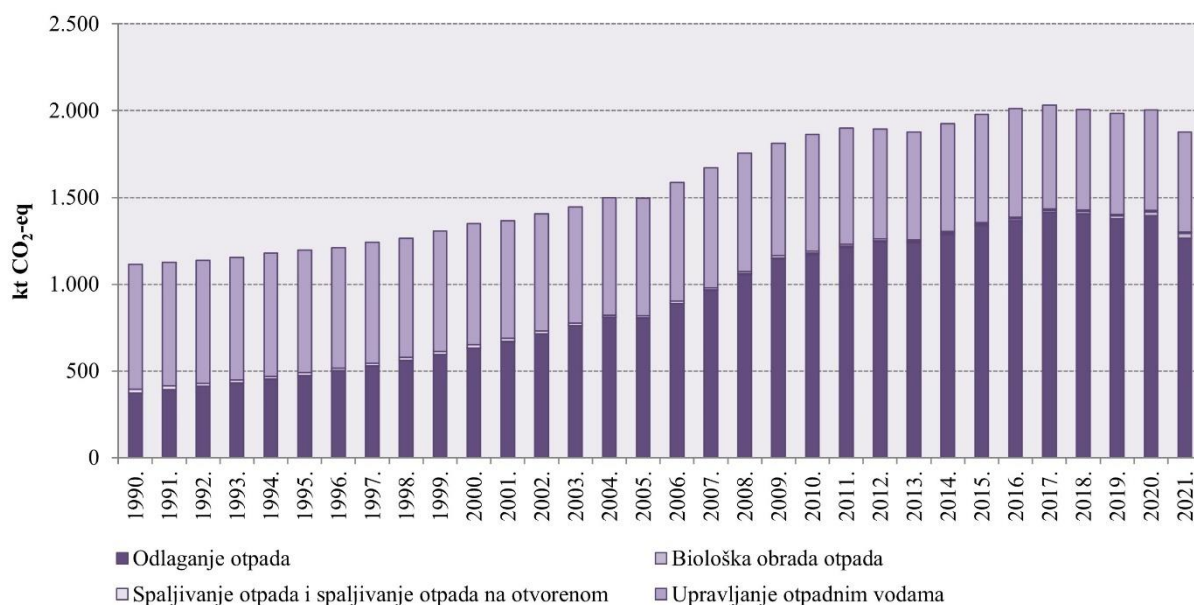
Uredba o praćenju emisija stakleničkih plinova, politike i mjera za njihovo smanjenje u Republici Hrvatskoj⁶⁶ propisuje obvezu i način praćenja emisija stakleničkih plinova, što obuhvaća izračun i/ili izvješćivanje o svim antropogenim emisijama i ponorima. Izvori emisija stakleničkih plinova imaju obvezu izvješćivanja podataka o aktivnosti koji su potrebni za točan izračun emisije.

U ovom podnesku su korištene vrijednosti potencijala globalnog zagrijavanja iz petog izvješća o procjeni IPCC-a (AR5).

7.1.1. Trendovi emisija

Godišnje emisije stakleničkih plinova iz aktivnosti Sektora 5 Otpad (s odgovarajućim IPCC kategorijama), izražene u kt CO₂-eq, za razdoblje 1990. - 2021. godine prikazane su na Slici 7.1-1.

Slika 7.1-1: Emisije stakleničkih plinova iz sektora Otpad (1990. - 2021. godina)



U 2021. godini emisije stakleničkih plinova iz sektora Otpad iznosile su 1,877.24 kt CO₂-eq, u odnosu na 1,113.84 kt CO₂-eq u 1990. godini. Te emisije doprinosile su 7.9% ukupnoj nacionalnoj emisiji stakleničkih plinova (isključujući LULUCF) u 2021. godini i 3.5% u 1990. godini. Emisije stakleničkih plinova iz ovog sektora porasle su tijekom izvještajnog razdoblja. Posljednjih godina trend porasta emisija je sporiji u usporedbi s prethodnim razdobljem i počinje padati:

⁶⁴ Pravilnik o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada (NN 114/2015, 103/2018, 56/2019)

⁶⁵ Direktiva Vijeća 1999/31/EZ od 26. travnja 1999. o odlagalištima otpada

⁶⁶ Uredba o praćenju emisija stakleničkih plinova, politike i mjera za njihovo smanjenje u Republici Hrvatskoj (NN 5/2017)

- 68.6% sektorskih emisije u 2021. godini odnosi se na emisije iz odlaganja otpada, u odnosu na 33.3% u 1990. godini. Masa proizvedenog i odloženog otpada raste tijekom izvještajnog razdoblja. Posljednjih godina trend porasta proizvedenog otpada je sporiji dok se odloženi otpad smanjuje, u usporedbi s prethodnim razdobljem, uslijed primjene mjera izbjegavanja/smanjenja i recikliranja otpada koje se još uvijek nedovoljno primjenjuju;
- 30.7% sektorskih emisija u 2021. godini odnosi se na emisije iz upravljanja otpadnim vodama, u odnosu na 64.6% u 1990. godini. Smanjenje emisije tijekom cijelog izvještajnog razdoblja najvećim je dijelom uzrokovano smanjenjem broja stanovnika kao i smanjenjem gospodarskih aktivnosti od 2008. godine nadalje te promjenjivim padajućim trendom u industrijskoj proizvodnji (otpadne vode industrije);
- biološka obrada otpada i spaljivanje otpada i spaljivanje otpada na otvorenom znatno manje doprinose sektorskoj emisiji tijekom cijelog izvještajnog razdoblja.

U sektoru Otpad tri kategorije izvora predstavljaju ključne izvore emisije, uključujući/isključujući LULUCF (prikazano u Tablici 7.1-1).

Tablica 7.1-1: Kategorije ključnih izvora emisije u sektoru Otpad, temeljene na procjeni prema razini i trendu u 2021. godini⁶⁷

Tablica							
Analiza Tier 1 i Tier 2 – Sažetak analize izvora (Inventar stakleničkih plinova RH, 2023)							
Kategorija izvora prema IPCC	Stakl. plin	Ključni izvor	Ako je stupac C DA, tada je kriterij za identifikaciju sljedeći				Kom.
5.A Odlaganje otpada	CH ₄	Da	L1e, L2e	T1e, T2e	L1i, L2i	T1i, T2i	
5.D Upravljanje otpadnim vodama	CH ₄	Da	L1e, L2e		L1i, L2i		
5.D Upravljanje otpadnim vodama	N ₂ O	Da	L2e	T2e			
L1e - Procjena razine isključujući LULUCF Tier1		L2e - Procjena razine isključujući LULUCF Tier 2					
L1i - Procjena razine uključujući LULUCF Tier1		L2i - Procjena razine uključujući LULUCF Tier 2					
T1e - Procjena trenda isključujući LULUCF Tier 1		T2e - Procjena trenda isključujući LULUCF Tier 2					
T1i - Procjena trenda uključujući LULUCF Tier 1		T2i - Procjena trenda uključujući LULUCF Tier 2					

7.2. Odlaganje otpada (CRF 5.A)

7.2.1. Opis izvora emisije

Rast trenda proizvodnje komunalnog otpada po stanovniku bilježi se do 2009. godine. Od 2009. godine smanjuje se masa proizvedenog otpada, prvenstveno kao posljedica ekonomske krize, ali i drugih čimbenika vezanih uz mjere izbjegavanja/smanjenja i recikliranja otpada. Prioritet je usmjeren na izbjegavanje i smanjenje nastajanja otpada te smanjivanje njegovih opasnih svojstava. Ukoliko se nastajanje otpada ne može izbjeći niti smanjiti, otpad se mora ponovno koristiti - reciklirati i/ili oporabiti; neupotrebljiv otpad mora biti odložen na ekološki prihvatljiv način.

Podaci o masi proizvedenog i odloženog komunalnog otpada i masi odloženog proizvodnog otpada i mulja iz uređaja za pročišćavanja pročišćavanje otpadnih voda dostavljeni su iz Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja (MINGOR) za razdoblje 2010. - 2021. godine. U 2021. godini, 59.1% komunalnog otpada, 39.4% proizvodnog otpada i 1.5% mulja od ukupne mase otpada odloženo je na službena odlagališta. Od ukupne mase komunalnog otpada odloženog u 2021. godini, 63% je

⁶⁷ Podaci o ključnim izvorima emisije preuzeti su iz Priloga 1 Ključni izvori emisije (Tier 1 i Tier 2)

biorazgradivi. Od ukupne mase proizvodnog otpada odloženog u 2021. godini, 4% je biorazgradivi otpad i 2% je mulj iz obrade otpadnih voda.

Prije 2010. godine podaci o odloženom otpadu temeljeni su na izvješćima prikupljenima od operatera odlagališta komunalnog otpada. Ne postoje podaci dovoljne kvalitete o udjelu proizvodnog otpada u ukupnom odloženom otpadu, ali najveći udio u ukupnoj masi odloženog otpada na odlagalištima imao je miješani komunalni otpad. Detaljno objašnjenje o izvorima podataka za komunalni otpad, proizvodni otpad i mulj nalazi se u poglavlju 7.2.2.1.

Masa odvojeno prikupljenih frakcija iz komunalnog i proizvodnog otpada postupno se povećava posljednjih godina. Od 2006. godine razvijeni su programi prikupljanja i upravljanja sa šest posebnih kategorija otpada - ambalažni otpad, otpadna ulja, otpadna vozila, otpadna električna i elektronička oprema, otpadne gume, baterije i akumulatori. To je rezultiralo povećanim količinama skupljenog i oporabljeneog otpada.

U godišnjim izvješćima o komunalnom otpadu, koje priprema MINGOR, validirani podaci o proizvodnji komunalnog i proizvodnog otpada (skupljeni prema ključnom broju otpada iz Kataloga otpada) dostupni su od 2007. godine. Podaci o vrstama odloženog komunalnog otpada, proizvodnog otpada i mulja (po ključnom broju otpada) dostupni su od 2010. godine (hrvatski Katalog otpada usklađen je s Europskim katalogom otpada, Commission Decision 2000/532/EC). Inventar uključuje emisije vezane uz odlaganje komunalnog otpada, proizvodnog otpada i mulja na odlagališta otpada.

Od ukupne mase proizvedenog komunalnog otpada u 2021. godini, 43% (761683 tona) čini odvojeno sakupljeni komunalni otpad. U odvojeno sakupljenom komunalnom otpadu u 2021. godini najviše je bilo otpada od papira i kartona (30%), glomaznog otpada (17%) i biootpada (16%), slijedi plastika (10%), staklo (7%), metalni otpad (7%), drvo (5%), električni i elektronički otpad (4%), tekstil (1%) i ostali otpad (4%). Na uporabu je u 2021. godini upućeno 32% komunalnog otpada. Operateri koji upravljaju odlagalištima izrađuju izvješća o svakoj vrsti odloženog otpada. Dodatne informacije o odvojenom prikupljanju i odlaganju otpada (prema ključnom broju) dostupne su u Izvješću o komunalnom otpadu za 2020. godinu, koje izrađuje MINGOR.

Ne postoji sustavno praćenje sastava komunalnog i proizvodnog otpada. Izvješće "Metodologija za određivanje sastava i količina komunalnog odnosno miješanog komunalnog otpada s Naputkom za naručivanje i provedbu određivanja prosječnog sastava komunalnog odnosno miješanog komunalnog otpada" rađeno je u okviru projekta "Izrada jedinstvene metodologije za analize sastava komunalnog otpada, određivanje prosječnog sastava komunalnog otpada u Republici Hrvatskoj i projekcija količina komunalnog otpada" (Hrvatska agencija za okoliš i prirodu, 2015.). Ovo izvješće sadrži podatke o sastavu miješanog komunalnog otpada za 2015. godinu (vidjeti Tablicu 7.2-7, poglavlje 7.2.2.2.)

Osim određene mase otpada koji se prikuplja odvojeno, još uvijek se dosta otpada odlaže na odlagališta. Postoji potreba za povećanjem prethodne obrade prije odlaganja preostalog inertnog dijela, u skladu s redom prvenstva gospodarenja otpadom. Trenutno dostupna infrastruktura za odlaganje komunalnog otpada i mjere zaštite okoliša na nekim odlagalištima još uvijek ne zadovoljavaju standarde. Međutim, napor se ulaže kako bi se smanjio mogući negativan utjecaj koji odlagališta mogu imati na okoliš i to propisivanjem strogih tehničkih uvjeta donošenjem Pravilnika o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada⁶⁸ i Pravilnika o gospodarenju otpadom⁶⁹, koji su usklađeni s EU Direktivom o odlagalištima otpada.

Prema Zakonu o gospodarenju otpadom, MINGOR je odgovorno tijelo za održavanje Informacijskog sustava gospodarenja otpadom, koji sadrži različite baze podataka, između ostalog i Bazu podataka o odlagalištima otpada (CSUIO). Baza podataka sadrži sveobuhvatne informacije o postupcima

⁶⁸ Pravilnik o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada (NN 114/15, 103/2018, 56/2019)

⁶⁹ Pravilnik o gospodarenju otpadom (NN 81/2020)

gospodarenja otpadom, kao što je primjena tehničkih mjera (npr. ograda, korištenje baklje...) ili mjera zaštite okoliša (npr. otplinjavanje, zbijanje, poravnavanje, praćenje...). Baza podataka također sadrži podatke o statusu sanacije odlagališta (u pripremi/u tijeku/gotova) i statusu operativnosti odlagališta (aktivno/zatvoreno). Aktivna odlagališta za komunalni otpad obvezna su prema zakonu dostaviti podatke u MINGOR u propisanom obliku (Obrazac o odlagalištima i odlaganju otpada – Obrazac OOO). MINGOR jednom godišnje zatraži podatke o statusu sanacije odlagališta od Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost (FZOEU), koji sufinancira sanaciju gotovo svih službenih odlagališta, sa ciljem poboljšanja tehničkih standarda odlagališta te udovoljavanja zahtjevima Direktive o odlagalištima otpada.

Ukupan broj aktivnih i zatvorenih odlagališta s ukupno odloženim otpadom do kraja 2021. godine prikazan je u Tablici 7.2-1, Tablici 7.2-2 (odlagališta komunalnog otpada) i Tablici 7.2-3 (odlagališta proizvodnog otpada i mulja - aktivna).

Tablica 7.2-1: Ukupan broj aktivnih i zatvorenih odlagališta (ukupno odloženi otpad) do kraja 2021. godine

Broj odlagališta	Aktivna	Zatvorena	Zatvorena (otpad je uklonjen)	Ukupno
Uređena odlagališta	73	70	95	238
Neuređena duboka	15	28	0	43
Neuređena plitka	1	35	0	36
Ukupno	89	133	95	317

Tablica 7.2-2: Ukupan broj aktivnih i zatvorenih odlagališta komunalnog otpada do kraja 2021. godine

Broj odlagališta	Aktivna	Zatvorena	Zatvorena (otpad je uklonjen)	Ukupno
Uređena odlagališta	70	68	95	233
Neuređena duboka	12	26	0	38
Neuređena plitka	0	34	0	34
Ukupno	82	128	95	305

Tablica 7.2-3: Ukupan broj aktivnih odlagališta proizvodnog otpada i mulja do kraja 2021. godine

Broj odlagališta	Aktivna (proizvodni otpad)	Aktivna (biorazgradivi)	Aktivna (mulj)
Uređena odlagališta	49	18	15
Neuređena duboka	8	2	3
Neuređena plitka	1	0	1
Ukupno	58	20	19

Tablice ne uključuju podatke za neslužbene lokacije na kojima se otpad nepropisno odbacuje u okoliš, jer podaci za takva mjesta još nisu dostupni. U 2020. godini puštena je u rad elektronička aplikacija za registraciju mjesta na kojima se otpad nepropisno odbacuje u okoliš, koja zahtijeva redoviti unos podataka koji pokrivaju cijelo državno područje. Službenik za nadzor općinskih službi odgovoran je za unos podataka za odgovarajuće upravno područje (općinu/grad) koje pokriva. Baza podataka treba sadržavati rezultate - podatke o lokacijama, procijenjenim količinama i vrstama otpada koji se odbacuje u okoliš. Za sada tablice sadrže podatke samo o službenim odlagalištima. Neka službena odlagališta i dalje rade bez svih potrebnih dozvola (na temelju stanja na lokaciji, odlagališta su kategorizirana kao uređena ili neuređena), a odlaganje se dogovara s tijelom lokalne samouprave. Sanaciju i poboljšanje

tehničkih standarda na takvim odlagalištima sufinancira Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost.

Sanacija i zatvaranje postojećih odlagališta te prijelaz na transfer stanice ili reciklažna dvorišta nastaviti će se paralelno s izgradnjom novih centara za gospodarenje otpadom, u skladu sa zahtjevima Direktive o odlagalištima otpada. Planira se izgraditi 11 centara. Provođenjem tih aktivnosti, kao i planiranim povećanjem primarnog odvajanja otpada, dodatno će se ostvariti smanjenje mase biorazgradivog komunalnog i proizvodnog otpada na odlagalištima.

7.2.2. Metodologija proračuna emisije

Metodologija korištena za proračun emisije CH₄ prema smjernicama 2006 IPCC Guidancea je kinetički model raspadanja prvog reda (eng. First order decay, FOD). Proračun emisije CH₄ proveden je pomoću Tier 2 metodologije korištenjem IPCC FOD modela, uz kombinaciju nacionalnih podataka i preporučenih parametara. Stablo odlučivanja (Slika 3.1. u 2006 IPCC Guidanceu, Svezak 5) pokazuje da hrvatski pristup rezultira procjenom razine 2 (Tier 2). Činjenica je da Hrvatska nema dobre povijesne podatke, pa je odgovor na prvo pitanje "ne". Međutim, kategorija 5.A je ključna kategorija pa se za procjenu povijesnih podataka koriste smjernice iz poglavlja 3.2.2. Hrvatska ne primjenjuje nacionalni model (eng. country specific, CS) niti koristi nacionalne parametre pa je stoga nakon završnog pitanja odgovor u okviru 2: Tier 2.

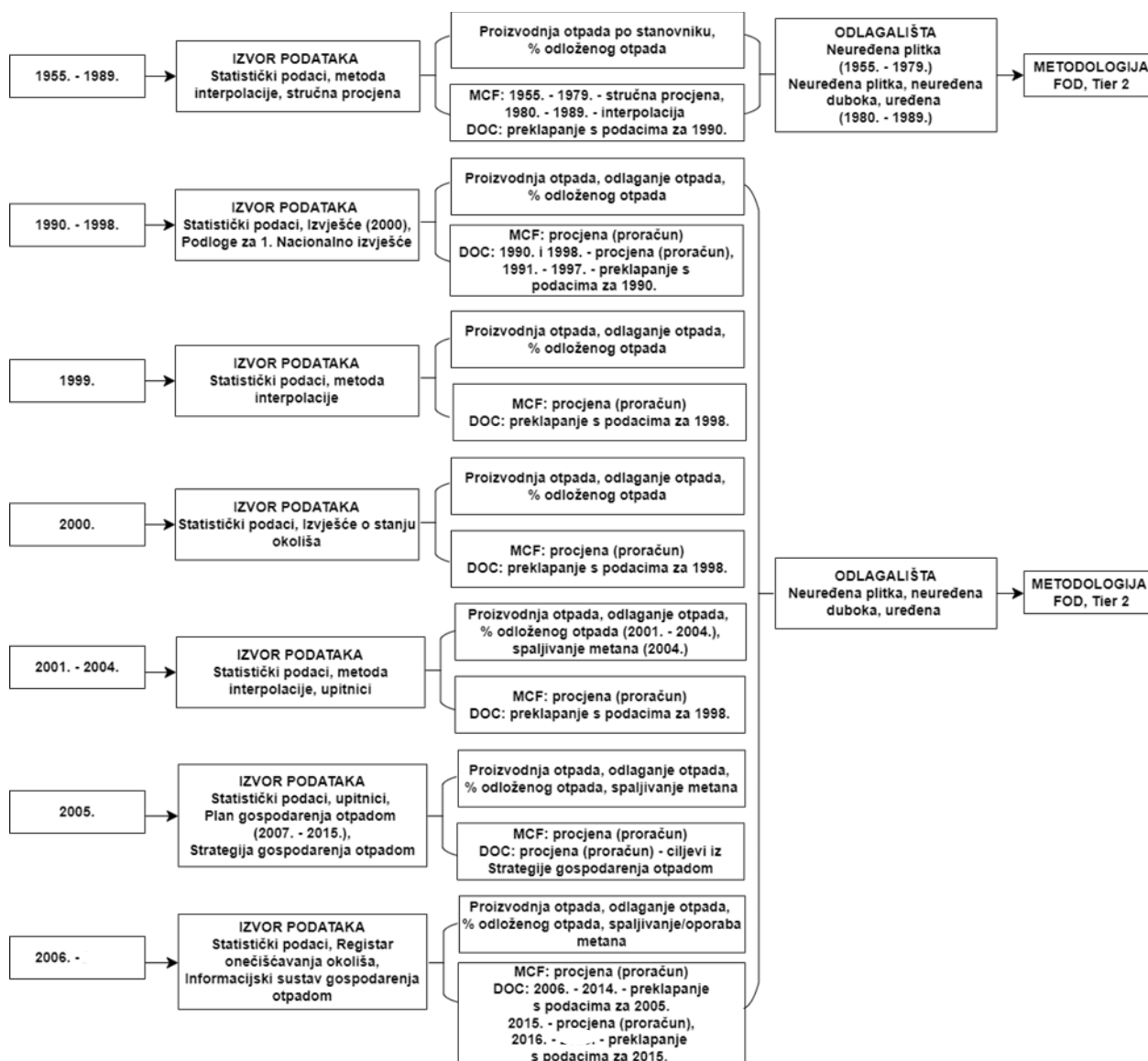
Prema smjernicama 2006 IPCC Guidancea, poglavlje 3.2.1.1, IPCC FOD model pruža dvije opcije za procjenu emisije CH₄, koje se mogu odabrati ovisno o razini dostupnih podataka. Hrvatska koristi drugu opciju, odnosno jednostavniji model temeljen na ukupnoj masi otpada (skupni otpad, eng. bulk).

Sukladno zahtjevima iz smjernica 2006 IPCC Guidancea, Hrvatska je u proračun za kategoriju 5.A Odlaganje otpada uključila emisije CH₄ iz komunalnog otpada, proizvodnog otpada i mulja odloženog na odlagališta, za cijelu vremensku seriju. Masa odloženog komunalnog otpada, proizvodnog otpada i mulja iz obrade otpadnih voda uzima se u obzir od 1955. godine nadalje.

Opis izvora podataka, podataka o aktivnosti, parametara, odlagališta i metodologije za procjenu emisije CH₄ iz kategorije 5.A Odlaganje otpada prikazan je na Slici 7.2-1.

.

Slika 7.2-1: Opis izvora podataka, podataka o aktivnosti, parametara, odlagališta i metodologije za procjenu emisije CH₄ iz kategorije 5.A Odlaganje otpada



7.2.2.1. Opis podataka o aktivnosti izvora emisije

Glavno nadležno tijelo za dostavu podataka o aktivnosti u sektoru Otpad je MINGOR koje prikuplja i obrađuje podatke o otpadu, među ostalima podatke prijavljene u Registar onečišćavanja okoliša; Registar dozvola i potvrda za gospodarenje otpadom i Informacijski sustav gospodarenja otpadom.

Prema Pravilniku o Registru onečišćavanja okoliša⁷⁰, usvojenom u skladu sa Zakonom o zaštiti okoliša⁷¹, MINGOR prikuplja podatke o količinama i vrstama proizvedenog, prikupljenog, oporabljeneog i odloženog otpada. Podaci o količinama dostupni su za svaku vrstu otpada (na temelju europske liste otpada, eng. List of Waste, LoW) i NACE aktivnosti. Podaci o otpadu unose se u: a) Obrazac NO (Nastanak otpada), b) Obrazac SO (Sakupljanje otpada), Obrazac OZO (Oporaba/zbrinjavanje otpada). MINGOR prikuplja podatke o otpadu i odlagalištima u skladu sa Zakonom o gospodarenju otpadom i Pravilnikom o gospodarenju otpadom. Osoba koja upravlja odlagalištem dužna je dostaviti podatke o

⁷⁰ Pravilnik o Registru onečišćavanja okoliša (NN 3/2022)

⁷¹ Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/2013, 153/2013, 78/2015, 12/2018, 118/2018)

masi biorazgradivog komunalnog otpada odloženog na odlagalište na propisanim obrascima dva puta godišnje, u roku od 30 dana od isteka polugodišta. Navedeni podaci su potrebni za praćenje ostvarenja ciljeva sukladno obvezi iz Direktive o odlagalištima o čemu je obaveza izvještavati Europsku komisiju.

Provjera i verifikacija podataka provodi se u županijskim uredima (uz odgovarajuću potporu inspektora zaštite okoliša), a potom i od strane MINGOR-a, koji surađuje s nadležnim uredima u županijama i tvrtkama za prikupljanje komunalnog i proizvodnog otpada i upravljanje odlagalištima, u cilju poboljšanja kvalitete dostavljenih podataka. Provjerava se potpunost, točnost i dosljednost podataka u vremenskom nizu. U slučajevima da prikupljeni ili odloženi otpad nije prijavljen, količine se procjenjuju na temelju količine za prethodnu godinu izvješćivanja ili se izračunavaju na temelju prosječne proizvodnje komunalnog otpada po stanovniku. Kvaliteta podataka o masi komunalnog otpada poboljšava se instaliranjem vaga na odlagalištima, ali se još uvijek velika količina komunalnog i proizvodnog otpada ne važe, što obično dovodi do precjenjivanja mase prikupljenog i odloženog otpada. Na primjer, udio neizvaganih količina u ukupno odloženom otpadu na odlagališta na koja se odlagao komunalni otpad u 2021. godini iznosio je 9%, što je poboljšanje u odnosu na 2015. godinu kada je udio neizvaganog otpada iznosio 33%.

Podaci o aktivnosti uključeni u IPCC FOD model

Podaci o aktivnosti za komunalni otpad

Stanovništvo

Za povijesni niz uključeno je ukupno stanovništvo, zbog nedostatka podataka o urbanom stanovništvu (za koje se pretpostavlja da je obuhvaćeno organiziranim prikupljanjem otpada).

Podaci za godine 1955., 1961., 1971., 1981. i razdoblje 1990. - 2021. godine preuzeti su iz Statističkih ljetopisa i Priopćenja Državnog zavoda za statistiku Republike Hrvatske (<https://www.dzs.hr/>).

Podaci između godina 1955. i 1961., 1961. i 1971., 1971. i 1981. izračunati su metodom linearne interpolacije, koristeći tehniku opisanu u 2006 IPCC Guidanceu (Svezak 1, Poglavlje 5, Odjeljak 5.3.3.3).

Godine 1955., 1961., 1971., 1981.

https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/ljetopis/2017/sljh2017.pdf

Statistički ljetopis Republike Hrvatske, Prosinac 2017., 5. Stanovništvo, 5-1. Stanovništvo i broj naselja prema popisima, strana 107.

Podaci su dostupni za 1953., a ne za 1955. godinu. Stoga su podaci za 1955. procijenjeni prema podacima za 1953. godinu.

1956. - 1960. godina

Linearna interpolacija - podaci za razdoblje 1956. - 1960. godine procijenjeni su pod pretpostavkom stalnog godišnjeg porasta stanovništva od 1955. do 1961. godine.

1962. - 1970. godina

Linearna interpolacija - podaci za razdoblje 1962. - 1970. godine procijenjeni su pod pretpostavkom stalnog godišnjeg porasta stanovništva od 1961. do 1971. godine.

1972. - 1980. godina

Linearna interpolacija - podaci za razdoblje 1972. - 1980. godine procijenjeni su pod pretpostavkom stalnog godišnjeg porasta stanovništva od 1971. do 1981. godine.

1982. - 1989. godina

Linearna interpolacija - podaci za razdoblje 1982. - 1989. godine procijenjeni su pod pretpostavkom stalnog godišnjeg porasta stanovništva od 1981. do 1990. godine.

1990. - 2000. godina

https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/ljetopis/2017/sljh2017.pdf

Statistički ljetopis Republike Hrvatske, Prosinac 2017., 5. Stanovništvo, 5-8. Stanovništvo – procjena sredinom godine i prirodno kretanje, strana 113.

2001. - 2010. godina

https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2013/07-01-05_01_2013.htm

Priopćenje, 9. prosinca 2013., Broj: 7.1.5. Revizija procjene stanovništva Republike Hrvatske od 2001. do 2010., 2. Usporedba procjena stanovništva Republike Hrvatske na bazi popisa 2001. i procjena stanovništva na bazi popisa 2011., krajem godine od 2001. do 2010.

2011. - 2013. godina

<https://www.dzs.hr/>

Priopćenje/14. rujna 2016./Broj: 7.1.4/Procjene stanovništva Republike Hrvatske u 2015./1. Procjena ukupnog stanovništva Republike Hrvatske po županijama sredinom godine od 2011. do 2015.

2014. - 2018. godina

<https://www.dzs.hr/>

Priopćenje/13. rujna 2019./Broj: 7.1.3/Procjene stanovništva Republike Hrvatske u 2018./1. Procjena ukupnog stanovništva Republike Hrvatske po županijama sredinom godine od 2014. do 2018.

2019. – 2021. godina

<https://www.dzs.hr/>

Priopćenje/30. listopada 2022./Broj: 7.1.3/ Procjene stanovništva Republike Hrvatske u 2021./1. Procjena ukupnog stanovništva Republike Hrvatske po županijama sredinom godine od 2017. do 2021.

Stopa proizvodnje otpada

Stopa proizvodnje otpada u kg/st/god za 1955., 1960., 1970. i 1980. godinu procijenjena je na sljedeći način: 1955. godina (125 kg/st/god), 1960. godina (144 kg/st/god), 1970. godina (168 kg/st/god), 1980. godina (201 kg/st/god). Korištena je stručna procjena.

Podaci između godina 1955. i 1960., 1960. i 1970., 1970. i 1980., 1980. i 1990. izračunati su metodom linearne interpolacije, koristeći tehniku opisanu u 2006 IPCC Guidanceu (Svezak 1, Poglavlje 5, Odjeljak 5.3.3.3).

1956. - 1959. godina

Linearna interpolacija - podaci za razdoblje 1956. - 1959. godine procijenjeni su pod pretpostavkom stalnog godišnjeg porasta proizvedenog otpada po stanovniku od 1955. do 1960. godine.

1961. - 1969. godina

Linearna interpolacija - podaci za razdoblje 1961. - 1969. godine procijenjeni su pod pretpostavkom stalnog godišnjeg porasta proizvedenog otpada po stanovniku od 1960. do 1970. godine.

1971. - 1979. godina

Linearna interpolacija - podaci za razdoblje 1971. - 1979. godine procijenjeni su pod pretpostavkom stalnog godišnjeg porasta proizvedenog otpada po stanovniku od 1970. do 1980. godine.

1981. - 1989. godina

Linearna interpolacija - podaci za razdoblje 1981. - 1989. godine procijenjeni su pod pretpostavkom stalnog godišnjeg porasta proizvedenog otpada po stanovniku od 1980. do 1990. godine.

1990. - 2021. godina

Stopa proizvodnje otpada u kg/st/god za razdoblje 1990. - 2021. godine izračunata je iz omjera ukupne mase proizvedenog komunalnog otpada i stanovništva. Podaci o proizvedenom komunalnom otpadu za razdoblje 1990. - 2021. preuzeti su iz različitih izvora (prikazano na slici 7.2-1).

Ukupno proizvedeni komunalni otpad

Za razdoblje 1955. - 1989. godine podaci o ukupno proizvedenom komunalnom otpadu izračunati su množenjem stanovništva i proizvedenog otpada po stanovniku. Za razdoblje 1990. - 2020. godine podaci o ukupno proizvedenom komunalnom otpadu preuzeti su iz različitih izvora (prikazano na slici 7.2-1).

Udio odloženog otpada na odlagališta (%)

Udjeli odloženog otpada na odlagališta (%) za 1955., 1960., 1970., 1980. godinu izračunati su metodom linearne ekstrapolacije.

Metoda linearne ekstrapolacije korištena je za razdoblje unazad od 1990. godine, koristeći tehniku opisanu u 2006 IPCC Guidanceu (Svezak 1, Poglavlje 5, Odjeljak 5.3.3.4). Podaci za 1955., 1960., 1970. i 1980. godinu ekstrapolirani su na temelju podataka za 1990. i 2000. godinu, koji su procijenjeni prema informacijama iz izvora podataka Podloge za 1. Nacionalno izvješće Republike Hrvatske - korištena je stručna procjena.

Podaci između godina 1955. i 1960., 1960. i 1970., 1970. i 1980. izračunati su metodom linearne interpolacije, koristeći tehniku opisanu u 2006 IPCC Guidanceu (Svezak 1, Poglavlje 5, Odjeljak 5.3.3.3).

1956. - 1959. godina

Linearna interpolacija - podaci za razdoblje 1956. - 1959. godine procijenjeni su pod pretpostavkom stalnog godišnjeg porasta udjela odloženog otpada na odlagališta od 1955. do 1960. godine.

1961. - 1969. godina

Linearna interpolacija - podaci za razdoblje 1961. - 1969. godine procijenjeni su pod pretpostavkom stalnog godišnjeg porasta udjela odloženog otpada na odlagališta od 1960. do 1970. godine.

1971. - 1979. godina

Linearna interpolacija - podaci za razdoblje 1971. - 1979. godine procijenjeni su pod pretpostavkom stalnog godišnjeg porasta udjela odloženog otpada na odlagališta od 1970. do 1980. godine.

1981. - 1989. godina

Linearna interpolacija - podaci za razdoblje 1981. - 1989. godine procijenjeni su pod pretpostavkom stalnog godišnjeg porasta udjela odloženog otpada na odlagališta od 1980. do 1990. godine.

1990. - 2021. godina

Podaci o proizvedenom i odloženom komunalnom otpadu preuzeti su iz različitih izvora (prikazano na slici 7.2-1). Udjeli odloženog otpada na odlagališta za razdoblje 1990. - 2020. godine izračunati su iz omjera odloženog i proizvedenog otpada.

Stopa proizvodnje otpada, proizvedeni komunalni otpad i udjeli odloženog otpada na odlagališta u razdoblju 1955. - 1989. godine prikazani su u Tablici 7.2-4.

Tablica 7.2-4: Stopa proizvodnje otpada, proizvedeni komunalni otpad i udjeli odloženog otpada na odlagališta u razdoblju 1955. - 1989. godine

Godina	Stopa proizvodnje otpada (kg/st/god)	Proizvedeni komunalni otpad (kt)	Udio odloženog otpada na odlagališta (%)
1955.	125	492.003	27
1956.	129	511.761	28
1957.	133	531.803	29
1958.	136	552.128	30
1959.	140	572.736	31
1960.	144	593.628	32
1961.	146	608.979	33
1962.	149	622.929	34
1963.	151	637.006	35
1964.	154	651.211	36
1965.	156	665.544	36
1966.	158	680.005	37
1967.	161	694.593	38
1968.	163	709.310	39
1969.	166	724.155	40
1970.	168	739.128	41
1971.	171	758.212	42
1972.	175	775.878	43
1973.	178	793.660	44
1974.	181	811.558	45
1975.	185	829.571	46
1976.	188	847.700	46
1977.	191	865.945	47
1978.	194	884.305	48
1979.	198	902.781	49
1980.	201	921.373	50
1981.	202	928.711	51
1982.	203	936.502	52
1983.	203	944.325	53
1984.	204	952.181	54
1985.	205	960.070	55
1986.	206	967.991	55
1987.	207	975.944	56
1988.	208	983.930	57
1989.	208	991.949	58

Kao što je prikazano na Slici 7.2-1, ukupne količine proizvedenog i odloženog komunalnog otpada za razdoblje 1990. - 1998. godine procijenjene su iz raspoloživih podataka sažetih u radu D. Fundurulja, M. Mužinić (2000) *Procjena količine komunalnog otpada u RH od 1990. - 1998.*, Zagreb, koji je dio Podloga za 1. Nacionalno izvješće Republike Hrvatske. Masa odloženog otpada u 1999. godini procijenjena je metodom interpolacije, a podaci o masi odloženog otpada u 2000. godini preuzeti su iz *Izvješća o stanju okoliša u Republici Hrvatskoj (2012.)*, Agencija za zaštitu okoliša (danas: MINGOR). Podaci o masi odloženog otpada u 2005. godini preuzeti su iz *Plana gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj 2007. - 2015.* (NN 85/2007, 126/2010, 31/2011, 46/2015). Na temelju podataka za 2000. i 2005. godinu, masa odloženog otpada te glavne značajke odlagališta procijenjene su metodom linearne interpolacije za razdoblje 2001. - 2004. godine. Podaci o masi odloženog otpada za razdoblje 2006. -

2020. godine preuzeti su iz Registra onečišćavanja okoliša i Informacijskog sustava gospodarenja otpadom. Zbog nedovoljno kvalitetnih podataka za razdoblje 2006. - 2009. godine dostavljenih od operatera koji upravljaju odlagalištima, podaci su preuzeti iz izvješća tvrtki koje sakupljaju komunalni otpad. Podaci o masi proizvedenog i odloženog komunalnog otpada za razdoblje 2010. - 2020. godine preuzeti su iz Registra onečišćavanja okoliša - obrasci dostavljeni od operatera aktivnih odlagališta. Podaci o masi odloženog biorazgradivog komunalnog otpada za razdoblje 2010. - 2020. godine preuzeti su iz Informacijskog sustava gospodarenja otpadom - obrasci o odlagalištima i odlaganju otpada (OOO). Stopa proizvodnje otpada, proizvedeni komunalni otpad i udjeli odloženog otpada na odlagališta u razdoblju 1990. - 2021. godine prikazani su u Tablici 7.2-5.

Tablica 7.2-5: Stopa proizvodnje otpada, proizvedeni komunalni otpad i udjeli odloženog otpada na odlagališta u razdoblju 1990. - 2021. godine

Godina	Stopa proizvodnje otpada (kg/st/god)	Proizvedeni komunalni otpad (kt)	Udio odloženog otpada na odlagališta (%)
1990.	209	1,000.000	59
1991.	217	980.000	61
1992.	217	970.000	63
1993.	212	985.000	65
1994.	216	1,005.000	67
1995.	227	1,060.000	70
1996.	245	1,100.000	72
1997.	252	1,150.000	74
1998.	268	1,205.000	76
1999.	275	1,253.000	78
2000.	268	1,173.000	80
2001.	292	1,258.750	80
2002.	313	1,346.250	80
2003.	333	1,433.750	80
2004.	334	1,439.053	85
2005.	336	1,449.381	89
2006.	377	1,626.948	89
2007.	390	1,683.132	96
2008.	415	1,788.311	97
2009.	405	1,742.803	102*
2010.	380	1,629.915	97
2011.	384	1,645.295	95
2012.	391	1,670.005	83
2013.	405	1,723.460	82
2014.	386	1,637.371	80
2015.	393	1,653.918	80
2016.	402	1,679.765	76
2017.	416	1,716.441	72
2018.	433	1,768.411	66
2019.	446**	1,811.617	59
2020.	418	1,692.966	56
2021.	455	1,766.560	53

* dodana uklonjena masa otpada iz saniranih odlagališta

** iznosi 444 kg/st/god u Izvješću o komunalnom otpadu za 2019. godinu – prema listi otpada koju koristi Eurostat

Podaci o aktivnosti za proizvodni otpad

Povijesni podaci o masi odloženog proizvodnog otpada za razdoblje 1955.- 2009. godine nisu dostupni i izračunati su metodom linearne ekstrapolacije, koristeći tehniku opisanu u 2006 IPCC Guidanceu (Svezak 1, Poglavlje 5, Odjeljak 5.3.3.4). Povijesni podaci su ekstrapolirani na temelju odgovarajućih podataka: prosječna vrijednost za razdoblje 2010. - 2016. godine uzeta je u obzir pri proračunu za godine unaprijed. Zbog dugog vremenskog razdoblja postoje potencijalne nedosljednosti u vremenskim serijama. Iz tog razloga je ekstrapolacija trenda u vremenu provedena u kombinaciji s drugim tehnikama. Podaci za 1955. godinu (prva godina u vremenskoj seriji) izračunati su korištenjem omjera ukupne mase odloženog komunalnog otpada u 1955. godini i prosječne vrijednosti mase odloženog komunalnog otpada za razdoblje 2010. - 2016. godine.

Podaci o masi odloženog proizvodnog otpada za razdoblje 2010. - 2021. godine preuzeti su iz Informacijskog sustava gospodarenja otpadom (prikazano na slici 7.2-1).

Podaci o aktivnosti za mulj

Povijesni podaci o masi odloženog mulja za razdoblje 1955. - 2009. godine nisu dostupni. Podaci o masi odloženog mulja izračunati su na temelju prosječne vrijednosti za razdoblje 2010. - 2016. godine, koja je korištena za preklapanje podataka za razdoblje 1955. - 2012. godine. Zbog velikog odstupanja podataka za razdoblje 2010. - 2016. godine, prosječna vrijednost 2010. - 2016. korištena je za konstrukciju vremenske serije – procjena za godine unaprijed učinjena je preklapanjem podataka za razdoblje 1955. - 2012. godine. Linearna ekstrapolacija nije korištena zbog velikog odstupanja podataka u razdoblju 2010. - 2016. godine. Podaci o masi odloženog mulja za razdoblje 2010. - 2020. godine preuzeti su iz Informacijskog sustava gospodarenja otpadom (prikazano na slici 7.2-1).

Ukupni godišnji odloženi komunalni otpad, proizvodni otpad i mulj u razdoblju 1955. - 2021. godine prikazani su u Tablici 7.2-6.

Tablica 7.2-6: Ukupni godišnji odloženi komunalni otpad, proizvodni otpad i mulj u razdoblju 1955. - 2021. godine

Godina	Odloženi komunalni otpad (kt)	Odloženi proizvodni otpad (kt)	Odloženi mulj (kt)	UKUPNI ODLOŽENI OTPAD (kt)
1955.	135.301	348.493	16.317	500.111
1956.	145.340	351.225	16.317	512.882
1957.	155.818	353.957	16.317	526.093
1958.	166.743	356.689	16.317	539.749
1959.	178.121	359.421	16.317	553.860
1960.	189.961	362.154	16.317	568.432
1961.	200.354	364.886	16.317	581.557
1962.	210.550	367.618	16.317	594.485
1963.	221.041	370.350	16.317	607.708
1964.	231.831	373.082	16.317	621.231
1965.	242.923	375.814	16.317	635.055
1966.	254.322	378.547	16.317	649.186
1967.	266.029	381.279	16.317	663.625
1968.	278.050	384.011	16.317	678.378
1969.	290.386	386.743	16.317	693.447
1970.	303.042	389.475	16.317	708.835
1971.	317.691	392.207	16.317	726.216

Godina	Odloženi komunalni otpad (kt)	Odloženi proizvodni otpad (kt)	Odloženi mulj (kt)	UKUPNI ODLOŽENI OTPAD (kt)
1972.	332.076	394.940	16.317	743.333
1973.	346.829	397.672	16.317	760.819
1974.	361.955	400.404	16.317	778.676
1975.	377.455	403.136	16.317	796.908
1976.	393.333	405.868	16.317	815.519
1977.	409.592	408.601	16.317	834.510
1978.	426.235	411.333	16.317	853.885
1979.	443.266	414.065	16.317	873.648
1980.	460.686	416.797	16.317	893.801
1981.	472.714	419.529	16.317	908.560
1982.	485.108	422.261	16.317	923.687
1983.	497.659	424.994	16.317	938.970
1984.	510.369	427.726	16.317	954.412
1985.	523.238	430.458	16.317	970.013
1986.	536.267	433.190	16.317	985.774
1987.	549.457	435.922	16.317	1,001.696
1988.	562.808	438.654	16.317	1,017.780
1989.	576.322	441.387	16.317	1,034.026
1990.	590.000	444.119	16.317	1,050.436
1991.	598.780	446.851	16.317	1,061.948
1992.	613.040	449.583	16.317	1,078.940
1993.	643.205	452.315	16.317	1,111.838
1994.	677.370	455.047	16.317	1,148.735
1995.	736.700	457.780	16.317	1,210.797
1996.	787.600	460.512	16.317	1,264.429
1997.	847.550	463.244	16.317	1,327.111
1998.	913.390	465.976	16.317	1,395.683
1999.	976.087	468.708	16.317	1,461.113
2000.	938.400	471.440	16.317	1,426.158
2001.	1,007.000	474.173	16.317	1,497.490
2002.	1,077.000	476.905	16.317	1,570.222
2003.	1,147.000	479.637	16.317	1,642.954
2004.	1,216.000	482.369	16.317	1,714.686
2005.	1,286.078	485.101	16.317	1,787.497
2006.	1,447.984	487.833	16.317	1,952.135
2007.	1,609.890	490.566	16.317	2,116.773
2008.	1,730.671	493.298	16.317	2,240.286
2009.	1,778.143	496.030	16.317	2,290.490
2010.	1,587.291	395.389	16.317	1,998.998
2011.	1,563.321	453.953	16.317	2,033.592
2012.	1,382.283	552.401	16.317	1,951.002
2013.	1,413.113	550.527	29.191	1,992.832
2014.	1,308.122	494.316	28.060	1,830.499
2015.	1,318.741	570.460	29.458	1,918.659
2016.	1,280.377	474.287	14.908	1,769.572
2017.	1,241.743	420.387	21.509	1,683.640
2018.	1,166.062	412.145	23.395	1,601.602

Godina	Odloženi komunalni otpad (kt)	Odloženi proizvodni otpad (kt)	Odloženi mulj (kt)	UKUPNI ODLOŽENI OTPAD (kt)
2019.	1,072.506	502.694	18.203	1,593.402
2020.	941.081	487.160	31.665	1,459.906
2021.	942.305	627.457	23.667	1,593.429

Promjenjivi (fluktuirajući) trend aktivnosti odlaganja otpada na odlagališta tijekom cijelog razdoblja izvješćivanja rezultat je djelovanja više čimbenika, kao što je činjenica da su podaci o aktivnosti prikupljeni iz nekoliko izvora (prikazano na slici 7.2-1) te utjecaja ekonomske krize, ali i drugih čimbenika vezanih uz mjere izbjegavanja/smanjenja i recikliranja otpada. Osim toga, izračun povijesnih podataka za proizvodni otpad i mulj utječu na trend. Nadalje, usvojeni su novi zakonodavni akti s ciljem povećanja odvojenog sakupljanja, recikliranja i oporabe različitih vrsta otpada. Nacionalni programi temeljeni na „proširenoj odgovornosti proizvođača“ implementirani su u svrhu prikupljanja i oporabe različitih vrsta otpada.

7.2.2.2. Opis parametara

Korekcijski faktor metana (eng. methane correction factor, MCF)

U procesu prilagodbe nacionalne klasifikacije odlagališta IPCC klasifikaciji, korištene su neke pretpostavke. Ista distribucija pretpostavljena je za komunalni otpad i proizvodni otpad za razdoblje od 1955. do 2021. godine.

Za razdoblje 1955. - 1979. godine korištena je preporučena (eng. default) vrijednost za MCF za neuređena plitka odlagališta, koja iznosi 0.4 - stručna procjena prema velikom udjelu neuređenih plitkih odlagališta.

Metoda linearne interpolacije korištena je za razdoblje 1980. - 1989. godine, koristeći tehniku opisanu u 2006 IPCC Guidanceu (Svezak 1, Poglavlje 5, Odjeljak 5.3.3.3) za:

- neuređena plitka odlagališta - podaci za razdoblje 1980. - 1989. godine procijenjeni su pod pretpostavkom stalnog godišnjeg smanjenja odloženog otpada u razdoblju 1979. - 1990. godine;
- neuređena duboka odlagališta - podaci za razdoblje 1980. - 1989. godine procijenjeni su pod pretpostavkom stalnog godišnjeg porasta odloženog otpada u razdoblju 1979. - 1990. godine;
- uređena odlagališta - udio odloženog otpada izračunat je iz razlike između 100 posto i udjela otpada koji se odlaže na neuređena plitka i neuređena duboka odlagališta.

Za razdoblje 1990. - 2021. godine, prosječni ponderirani MCF izračunat na temelju nacionalnih podataka (masenih udjela) korišten je za neuređena plitka, neuređena duboka i uređena odlagališta.

Maseni udjeli otpada odloženog na sve tri kategorije odlagališta (neuređena plitka, neuređena duboka i uređena) procijenjeni su za razdoblje 1990. - 1998. godine prema raspoloživim podacima sažetima u radu D. Fundurulja, M. Mužinić (2000) *Procjena količine komunalnog otpada u RH od 1990. - 1998. godine*, Zagreb, koji je dio Podloga za 1. Nacionalno izvješće Republike Hrvatske. Kako podaci za 1999. godine nisu dostupni, udjeli otpada odloženog na sve tri kategorije odlagališta (neuređena plitka, neuređena duboka i uređena) procijenjeni su metodom interpolacije. Maseni udjeli odloženog otpada u 2000. godini preuzeti su iz *Izvjestja o stanju okoliša u Republici Hrvatskoj (2012)*, Agencija za zaštitu okoliša (danas: MINGOR). Raspodjela mase otpada odloženog na sve tri kategorije odlagališta (neuređena plitka, neuređena duboka i uređena) temelji se na primijenjenom faktoru povećanja odloženog otpada na uređena i neuređena duboka odlagališta u iznosu od 25% u odnosu na 1998. godinu (prema stručnoj procjeni). Raspodjela mase otpada odloženog na neuređena plitka, neuređena duboka i uređena odlagališta u 2005. i 2006. godini temelji se na informacijama preuzetima iz Plana gospodarenja

otpadom u Republici Hrvatskoj 2007. - 2015. Masa odloženog otpada na neuređena plitka, neuređena duboka i uređena odlagališta za razdoblje 2001. - 2004. godine procijenjena je metodom interpolacije na temelju podataka za 2000. i 2005. godinu.

U postupku prilagođavanja nacionalne klasifikacije odlagališta IPCC klasifikaciji za razdoblje 2010. - 2012. godine, radna skupina stručnjaka definirala je skup kriterija, koristeći podatke za 2009. godinu dostupne u Informacijskom sustavu gospodarenja otpadom (bivši Katastar odlagališta) i Registru onečišćavanja okoliša. Odlagališta na kojima je proces sanacije završen definirana su kao uređena. Odlagališta koja su potpuno ograđena i na kojima se provodi barem jedna od aktivnosti ravnjanja, zbijanja ili prekrivanja, definirana su kao uređena. Ostala odlagališta definirana su kao neuređena duboka (≥ 5 m) ili neuređena plitka (<5 m). Uzimajući u obzir trend vrijednosti za razdoblje 2005./2006. i 2010./2011. godine, procijenjena je masa odloženog otpada na neuređena plitka, neuređena duboka i uređena odlagališta za razdoblje 2007. - 2009. godine, koristeći metodu linearne interpolacije.

U postupku prilagođavanja nacionalne klasifikacije odlagališta IPCC klasifikaciji za razdoblje 2013. - 2020. godine, radna skupina stručnjaka definirala je skup kriterija, koristeći podatke za razdoblje 2013. - 2020. godine dostupne u Informacijskom sustavu gospodarenja otpadom (prema informacijama o sanaciji odlagališta, dubini, ogradama, ravnjanju, zbijanju ili prekrivanju ...). Podaci iz Informacijskog sustava gospodarenja otpadom koji su korišteni za klasifikaciju odlagališta otpada za razdoblje 2013. - 2020. godine dobiveni su iz Obrazaca o odlagalištima i odlaganju otpada (Obrasci OOO). Navedeni podaci variraju u kvaliteti i količini od djelomičnih podataka iz 2009. godine, koji su korišteni za klasifikaciju odlagališta u prethodnom razdoblju (od 2010. do 2012. godine).

Raspodjela otpada prema načinu gospodarenja otpadom na odlagalištima u razdoblju 1955. - 2021. godine prikazana je u Tablici 7.2-7.

Tablica 7.2-7: Raspodjela otpada prema načinu gospodarenja otpadom na odlagalištima u razdoblju 1955. - 2021. godine

Godina	Neuređena plitka (%)	Neuređena duboka (%)	Uređena (%)
1955.	100.00	0.00	0.00
1956.	100.00	0.00	0.00
1957.	100.00	0.00	0.00
1958.	100.00	0.00	0.00
1959.	100.00	0.00	0.00
1960.	100.00	0.00	0.00
1961.	100.00	0.00	0.00
1962.	100.00	0.00	0.00
1963.	100.00	0.00	0.00
1964.	100.00	0.00	0.00
1965.	100.00	0.00	0.00
1966.	100.00	0.00	0.00
1967.	100.00	0.00	0.00
1968.	100.00	0.00	0.00
1969.	100.00	0.00	0.00
1970.	100.00	0.00	0.00
1971.	100.00	0.00	0.00
1972.	100.00	0.00	0.00
1973.	100.00	0.00	0.00
1974.	100.00	0.00	0.00
1975.	100.00	0.00	0.00
1976.	100.00	0.00	0.00

Godina	Neuređena plitka (%)	Neuređena duboka (%)	Uređena (%)
1977.	100.00	0.00	0.00
1978.	100.00	0.00	0.00
1979.	100.00	0.00	0.00
1980.	95.45	4.27	0.27
1981.	90.91	8.55	0.55
1982.	86.36	12.82	0.82
1983.	81.82	17.09	1.09
1984.	77.27	21.36	1.36
1985.	72.73	25.64	1.64
1986.	68.18	29.91	1.91
1987.	63.64	34.18	2.18
1988.	59.09	38.45	2.45
1989.	54.55	42.73	2.73
1990.	50.00	47.00	3.00
1991.	50.06	46.77	3.17
1992.	50.36	46.32	3.32
1993.	50.34	46.17	3.50
1994.	48.61	47.59	3.80
1995.	46.39	49.46	4.15
1996.	45.83	49.79	4.39
1997.	44.25	51.03	4.72
1998.	43.57	51.45	4.98
1999.	39.27	55.15	5.58
2000.	27.70	65.91	6.39
2001.	24.82	62.18	13.00
2002.	22.29	58.96	18.75
2003.	20.07	56.13	23.81
2004.	18.10	53.62	28.29
2005.	16.33	51.40	32.27
2006.	13.82	49.71	36.46
2007.	10.89	38.02	51.09
2008.	9.01	32.59	58.40
2009.	7.67	29.02	63.31
2010.	6.84	28.73	64.44
2011.	6.52	26.93	66.55
2012.	8.37	28.71	62.92
2013.	4.19	27.69	68.12
2014.	4.48	23.21	72.31
2015.	1.72	18.54	79.74
2016.	0.96	11.59	87.45
2017.	0.26	10.81	88.93
2018.	0.22	9.08	90.70
2019.	0.09	7.69	92.22
2020.	0.13	5.79	94.08
2021.	0.00	7.72	92.28

Maseni udio otpada za svaku kategoriju odlagališta množi se s odgovarajućom preporučenom vrijednošću za MCF iz 2006 IPCC Guidancea. Maseni udio otpada koji se odlaže na svaku kategoriju

odlagališta (neuređena plitka, neuređena duboka i uređena) u ukupnoj masi odloženog otpada izračunat je dijeljenjem mase odloženog otpada na svaku kategoriju odlagališta (neuređena plitka, neuređena duboka i uređena) s ukupnom masom odloženog otpada. Izračunati maseni udjeli množe se s odgovarajućom preporučenom vrijednošću za MCF iz 2006 IPCC Guidancea, Svezak 5, Tablica 3.1. (tj. maseni udio za neuređena plitka odlagališta * 0.4; maseni udio za neuređena duboka odlagališta * 0.8; maseni udio za uređena odlagališta * 1.0). Na taj nači izračuna se prosječni ponderirani MCF za svaku kategoriju odlagališta (neuređena plitka, neuređena duboka i uređena). Ukupni prosječni ponderirani MCF dobiven je zbrajanjem prosječnih ponderiranih MCF za svaku kategoriju odlagališta (neuređena plitka, neuređena duboka i uređena), za svaku godinu u izvještajnom razdoblju.

Ukupni prosječni ponderirani MCF za razdoblje 1955. - 2020. godine prikazan je u Tablici 7.2-8.

Tablica 7.2-8: Ukupni prosječni ponderirani MCF (1955. - 2021. godina)

Godina	MCF (udio)
1955.	0.400
1956.	0.400
1957.	0.400
1958.	0.400
1959.	0.400
1960.	0.400
1961.	0.400
1962.	0.400
1963.	0.400
1964.	0.400
1965.	0.400
1966.	0.400
1967.	0.400
1968.	0.400
1969.	0.400
1970.	0.400
1971.	0.400
1972.	0.400
1973.	0.400
1974.	0.400
1975.	0.400
1976.	0.400
1977.	0.400
1978.	0.400
1979.	0.400
1980.	0.419
1981.	0.437
1982.	0.456
1983.	0.475
1984.	0.494
1985.	0.512
1986.	0.531
1987.	0.550
1988.	0.569
1989.	0.587

Godina	MCF (udio)
1990.	0.606
1991.	0.606
1992.	0.605
1993.	0.606
1994.	0.613
1995.	0.623
1996.	0.625
1997.	0.632
1998.	0.636
1999.	0.654
2000.	0.702
2001.	0.727
2002.	0.748
2003.	0.767
2004.	0.784
2005.	0.799
2006.	0.818
2007.	0.859
2008.	0.881
2009.	0.896
2010.	0.902
2011.	0.907
2012.	0.892
2013.	0.919
2014.	0.927
2015.	0.953
2016.	0.971
2017.	0.977
2018.	0.981
2019.	0.984
2020.	0.988
2021.	0.985

Razgradivi organski ugljik (eng. degradable organic carbon, DOC)

DOC se definira kao organski ugljik u otpadu koji se može razgraditi biokemijskim putem. DOC u skupnom (eng. bulk) otpadu procjenjuje se na temelju sastava otpada i izračunava iz prosječnog udjela razgradivog ugljika u različitim komponentama (vrstama) otpada, koristeći sljedeću jednadžbu:

$$DOC = \sum_i (DOC_i \cdot W_i)$$

gdje je:

DOC = udio razgradivog organskog ugljika u skupnom otpadu, Gg C/Gg otpada

DOC_i = udio razgradivog organskog ugljika u otpadu vrste i

W_i = udio vrste otpada i po kategoriji otpada

Samo mali broj općina/gradova proveo je analizu sastava miješanog komunalnog otpada na odlagalištima. Ne postoji obveza slanja rezultata analiza nadležnom tijelu, ali rezultati analiza su dostupni na upit.

Za razdoblje do 2004. godine, DOC je određen korištenjem nacionalnih podataka o masi i sastavu otpada na temelju raspoloživih podataka sažetih u radu V. Potočnik (2000) *Izveštaj: Podloge za proračun emisije metana u Hrvatskoj 1990. - 1998.*, B. Podaci o krutom otpadu u Hrvatskoj 1990. - 1998., Zagreb, koji je dio Podloga za 1. Nacionalno izvješće Republike Hrvatske.

Za razdoblje 2005. - 2014. godine, ciljevi su definirani Strategijom gospodarenja otpadom⁷² i Planom gospodarenja otpadom⁷³, koji uključuju vremenski odmak u odnosu na relevantnu EU legislativu.

Preporučene vrijednosti za udio DOC-a (u %, po masi vlažne tvari) za različite komponente komunalnog otpada preuzete su iz 2006 IPCC Guidancea, Svezak 5, Tablica 2.4.

Referentna vrijednost za papir i tekstil koristi se u skladu s predloženim vrijednostima i stručnom procjenom - koristeći parametre iz prethodno navedenog Izvješća.

Sastav komunalnog otpada i DOC za razdoblje 1955. - 2014. godine prikazani su u Tablici 7.2-9.

Tablica 7.2-9: Sastav komunalnog otpada i DOC za razdoblje 1955. - 2014. godine

Otpad	Udio u komunalnom otpadu (1955. - 1997.)	Udio u komunalnom otpadu (1998. - 2004.)	2005 - 2014
Papir i tekstil	22	22	
Zeleni otpad iz vrtova i	17	19	
Otpad od hrane	22	24	
Otpadno drvo i slama	4	3	
DOC	16.99	16.53	15.70*

* ciljevi definirani Strategijom gospodarenja otpadom i Planom gospodarenja otpadom 2007. – 2015., koji uključuju vremenski odmak u odnosu na relevantnu EU legislativu

2015. godine proveden je projekt za određivanje prosječnog sastava komunalnog otpada (vidjeti informacije u poglavlju 7.2-1). Dostupni su rezultati za miješani komunalni otpad (europska lista otpada, broj: 20 03 01), kao i za ukupnu količinu komunalnog otpada (miješani komunalni otpad + odvojeno prikupljene frakcije iz komunalnog otpada). Određen je biorazgradivi udio miješanog komunalnog otpada (65%). U okviru ovog projekta procijenjen je sastav miješanog komunalnog otpada za 2015. godinu koji je prikazan u Tablici 7.2-10. Ovi podaci su detaljniji od podataka za prethodno razdoblje i stoga su prikazani odvojeno. Podaci su u skladu sa 2006 IPCC Guidanceem.

Preporučene vrijednosti za udio DOC-a (u %, po masi vlažne tvari) za različite komponente komunalnog otpada preuzete su iz 2006 IPCC Guidancea, Svezak 5, Tablica 2.4.

Izračunata vrijednost za 2015. koristi se za razdoblje 2015. - 2021. godine (informacije dostavljene iz MINGOR-a).

Tablica 7.2-10: Sastav komunalnog otpada i DOC za razdoblje 2015. - 2021. godine

Otpad	Udio u komunalnom otpadu (2015. - 2021.) (%)
Papir/karton	23.19
Tekstil	3.71

⁷² Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske (NN 130/2005)

⁷³ Plan gospodarenja otpadom Republike Hrvatske 2007. - 2015. (NN 85/2007, 126/2010, 31/2011, 46/2015)

Otpad	Udio u komunalnom otpadu (2015. - 2021.) (%)
Kuhinjski otpad	30.93
Drvo	0.98
Vrtni otpad	5.68
Pelene	3.97
Guma i koža	0.67
Plastika	22.87
Metal	2.07
Staklo	3.65
Ostalo, inertni otpad	2.28
DOC	17.58

Najveći udio u odloženom proizvodnom otpadu potječe iz građevinskog sektora i sektora obrade otpada. DOC za proizvodni otpad je izračunat korištenjem podataka o rudarskom otpadu (europska lista otpada, eng. List of Waste, LoW, Grupa 01), građevinskom otpadu i otpadu od rušenja objekata (LoW, Grupa 17) i otpadu iz građevina za gospodarenje otpadom i uređaja za pročišćavanje otpadnih voda (LoW, Grupa 19).

Podaci o rudarskom otpadu (t), građevinskom otpadu i otpadu od rušenja objekata (t) i otpadu iz građevina za gospodarenje otpadom i uređaja za pročišćavanje otpadnih voda (t) za razdoblje 2010. - 2021. godine preuzeti su iz Informacijskog sustava gospodarenja otpadom i Registra onečišćavanja okoliša. Masa odloženog rudarskog otpada (LoW, Grupa 01), građevinskog otpada i otpada od rušenja objekata (LoW, Grupa 17) i otpada iz građevina za gospodarenje otpadom i uređaja za pročišćavanje otpadnih voda (LoW, Grupa 19) za razdoblje 2010. - 2021. godine prikazani su u Tablici 7.2-11.

Tablica 7.2-11: Masa odloženog rudarskog otpada (LoW, Grupa 01), građevinskog otpada i otpada od rušenja objekata (LoW, Grupa 17) i otpada iz građevina za gospodarenje otpadom i uređaja za pročišćavanje otpadnih voda (LoW, Grupa 19) za razdoblje 2010. - 201. godine

Godina	LoW, Grupa 01 (t)	LoW, Grupa 17 (t)	LoW, Grupa 19 (t)	UKUPNO (t)
2010.	19,374	259,608	32,030	311,013
2011.	4,853	322,158	36,511	363,523
2012.	16,811	297,574	27,697	342,082
2013.	15,825	280,744	172,366	468,935
2014.	12,218	299,090	107,392	418,700
2015.	33,622	349,013	108,157	490,792
2016.	14,079	331,134	91,400	436,613
2017.	11,577	235,602	132,970	380,149
2018.	6,979	199,163	175,521	381,664
2019.	2,749	303,221	167,726	473,695
2020.	5,275	277,078	190,958	473,311
2021.	4,117	440,441	169,639	614,197

Rudarski otpad (LoW, Grupa 01) sastoji se od inertnih materijala. Fusnota 4 u Tablici 2.5 u 2006 IPCC Guidanceu, Svezak 5, je relevantna: "Otpad od rudarstva i vađenja treba izuzeti iz izračuna jer količine mogu biti velike, a udio DOC-a i fosilnog ugljika vjerojatno će biti zanemarivi."

Za građevinski otpad i otpad od rušenja objekata (LoW, Grupa 17) DOC se pripisuje svakoj frakciji te se izračunava prosječni DOC. Zadane vrijednosti za udio DOC-a (u %, po masi vlažnog otpada) u

komponentama proizvodnog otpada preuzete su iz 2006 IPCC Guidancea, Svezak 5, Tablica 2.5 (drvo - 43%; mješoviti građevinski otpad i otpad od rušenja - 4%).

Za otpad iz građevina za gospodarenje otpadom i uređaja za pročišćavanje otpadnih voda (LoW, Grupa 19) DOC se pripisuje svakoj frakciji te se izračunava prosječni DOC. Zadane vrijednosti za udio DOC-a (u %, po masi vlažnog otpada) u komponentama proizvodnog otpada preuzete su iz 2006 IPCC Guidancea, Svezak 5, Tablica 2.5 (tekstil - 24%; drvo - 43%; papir/karton - 40%; guma - 39%).

Što se tiče otpada iz uređaja za pročišćavanje otpadnih voda, udio DOC-a u mulju varira ovisno o metodi pročišćavanja otpadnih voda i različit je za mulj iz obrade otpadnih voda kućanstava i mulj iz obrade otpadnih voda industrije (2006 IPCC Guidance, Svezak 5, Poglavlje 2.3.2). Za mulj iz obrade otpadnih voda kućanstava zadana vrijednost DOC-a (u %, po masi vlažnog otpada, uz pretpostavku da je zadani udio suhe tvari 10%) iznosi 5% (raspon 4 - 5%, što znači da bi udio DOC-a bio 40 - 50% suhe tvari). Za mulj iz obrade otpadnih voda industrije koristi se zadana vrijednost DOC-a koja iznosi 9% (pod pretpostavkom da je sadržaj suhe tvari 35%).

DOC za rudarski otpad (LoW, Grupa 01), građevinski otpad i otpad od rušenja objekata (LoW, Grupa 17) i otpad iz građevina za gospodarenje otpadom i uređaja za pročišćavanje otpadnih voda (LoW, Grupa 19) za razdoblje 2010. - 2021. godine prikazani su u Tablici 7.2-12.

Tablica 7.2-12: DOC za rudarski otpad (LoW, Grupa 01), građevinski otpad i otpad od rušenja objekata (LoW, Grupa 17) i otpad iz građevina za gospodarenje otpadom i uređaja za pročišćavanje otpadnih voda (LoW, Grupa 19) za razdoblje 2010. - 2021. godine

Godina	Grupa 01 (%)	Grupa 17 (%)	Grupa 19 (%)	Prosječni DOC (%)
2010.	0.00	2.35	3.31	2.31
2011.	0.00	0.88	2.32	1.01
2012.	0.00	1.12	3.94	1.29
2013.	0.00	0.29	2.18	0.98
2014.	0.00	0.80	3.20	1.39
2015.	0.00	0.91	3.48	1.42
2016.	0.00	0.31	2.70	0.80
2017.	0.00	0.41	3.02	1.31
2018.	0.00	0.77	5.11	2.75
2019.	0.00	0.33	7.21	2.76
2020.	0.00	0.46	5.44	2.47
2021.	0.00	0.12	5.70	1.66

Ukupni prosječni DOC za cijelo izvještajno razdoblje izračunat je iz prosječnih vrijednosti DOC-a za razdoblje 2010. - 2021. godine. Ova vrijednost iznosi 0.019 i koristi se u IPCC FOD modelu kao DOC (specifična vrijednost za zemlju) za proizvodni otpad, u ćeliji E21 u radnom listu "Parametri".

Vrijednost 0.019 koristi se u oba IPCC FOD modela - za uređena odlagališta i neuređena odlagališta (vidjeti objašnjenje u odjeljku Oksidacijski faktor, OX).

DOC vrijednost 0.05, predložena IPCC FOD modelom za kanalizacijski mulj u ćeliji E19 u radnom listu "Parametri", koristi se za izračunavanje emisije CH₄ iz mulja.

Udio DOC-a koji se razgrađuje (eng. fraction of DOC which decomposes, DOC_f)

Ukupna masa organskog ugljika ne razgradi se potpuno ili je razgradnja vrlo spora za neke potencijalno razgradive materijale. U proračunu se koristi preporučena vrijednost za DOC_f prema 2006 IPCC Guidanceu, $DOC_f = 0.5$, odnosno 50% organskog ugljika razgradi se i pretvori u odlagališni plin.

Udio metana u odlagališnom plinu (eng. fraction of CH_4 in generated landfill gas, F)

Podatke o udjelu metana u odlagališnom plinu u MINGOR dostavljaju operateri odlagališta koji prijavljuju podatke u Informacijski sustav gospodarenja otpadom. Vrijednosti F kreću se u rasponu 0.25 - 0.59 u 2021. godini, ovisno o odlagalištu. Za odlagališta koja su prijavila vrlo niske vrijednosti F, koje odstupaju od preporučene vrijednosti prema 2006 IPCC Guidanceu, predložena je provjera i ispravak podataka prema potrebi. Za odlagališta koja nisu prijavila vrijednosti F, u proračun je uključena vrijednost 0.5, prema preporučenoj vrijednosti u 2006 IPCC Guidanceu. Objašnjenja o prikupljanju, provjeri i ispravljanju vrijednosti F uključena su u Godišnji program prikupljanja podataka.

Oksidacijski faktor (eng. oxidation factor, OX)

U 2006 IPCC Guidanceu, Svezak 5, Tablica 3.2, zadane vrijednosti za OX definirane su kao:

OX = 0 za uređena odlagališta (nisu prekrivena slojem materijala koji propušta zrak), neuređena i nekategorizirana odlagališta.

OX = 0.1 za uređena odlagališta prekrivena slojem materijala koji propušta zrak, na primjer zemlja.

Prekrivanje uređenih odlagališta u Hrvatskoj regulirano je Pravilnikom o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada. Člankom 14. propisana je obveza primjene najboljih raspoloživih tehnika tijekom redovnog odlaganja otpada - prekrivanjem odloženog otpada i drugim preventivnim mjerama treba sprečavati ili smanjivati na najmanju moguću mjeru: raznošenje lakih frakcija otpada vjetrom, emisiju prašine i mirisa u zrak kod odlaganja, okupljanje gamadi, ptica ili glodavaca, stvaranje aerosola, mogućnost izbijanja požara i drugih mogućih utjecaja na okoliš i ljudsko zdravlje.

U planovima sanacije zatvorenih odlagališta otpada obično se preporučuje upotreba prirodnog tla (zemlje).

MINGOR ne prikuplja podatke o karakteristikama materijala koji se koristi za svakodnevno prekrivanje, jer obično nije klasificiran kao otpad. Iz različite dokumentacije moglo bi se pretpostaviti da većina odlagališta otpada koristi prirodno tlo iz različitih iskopskih radnji (uglavnom građevinskih radova) ili se koriste inertne vrste mineralnog građevinskog otpada. Neka odlagališta izvještavaju o određenom iznosu mineralnog građevinskog otpada koji se koristi kao dnevni pokrov prilikom zatrpavanja.

Tijekom 2020 ESD revizije stručni revizorski tim EK (TERT) je preporučio Hrvatskoj da koristi dva odvojena IPCC FOD modela: jedan za neuređena odlagališta (OX = 0) i jedan za uređena odlagališta (OX = 0.1), poput većine zemalja koje imaju i uređena i neuređena odlagališta otpada. Ova pretpostavka poboljšava usporedivost hrvatskog inventara.

Konstanta brzine stvaranja metana (eng. methane generation rate constant, k)

Vrijednost za k preporučena 2006 IPCC Guidanceem (Svezak 5, Poglavlje 3, Tablica 3.3) za sjevernu, umjereno vlažnu klimatsku zonu, korištena je za proračun, kako slijedi:

komunalni i proizvodni otpad: $k = 0.09$

mulj: $k = 0.185$

Vrijeme poluraspada (eng. half-life, $t_{1/2}$)

Vrijednost $t_{1/2}$ je vrijeme potrebno za razgradnju mase DOC-a u otpadu na polovicu početne mase. Odnos između k i $t_{1/2}$ je: $k = \ln(2)/t_{1/2}$. Na vrijeme poluraspada utječe niz različitih faktora povezanih sa sastavom otpada, klimatskim uvjetima, karakteristikama odlagališta, tehnikama korištenim pri odlaganju otpada i dr.

U IPCC FOD modelu korištene su sljedeće vrijednosti za $t_{1/2}$:

komunalni i proizvodni otpad: $t_{1/2} = 7.7$ godina

mulj: $t_{1/2} = 3.7$ godina

Odlagališni plin koji se skuplja/spaljuje/oporabljuje (eng. methane recovery, R)

Podatke o odlagališnom plinu koji se skuplja/spaljuje/oporabljuje u MINGOR dostavljaju operateri odlagališta koji prijavljuju masu ili volumen odlagališnog plina u Informacijski sustav gospodarenja otpadom.

U razdoblju 2004. - 2010. godine na jednom odlagalištu otpada (Jakuševac - najveće odlagalište u Hrvatskoj) provodilo se spaljivanje odlagališnog plina i proizvodnja električne energije, ali nije točno definirana količina spaljenog odlagališnog plina i količina odlagališnog plina korištenog za proizvodnju električne energije (količina odlagališnog plina prikazana je u agregiranom obliku). Zbog toga je ukupni upotrijebljeni odlagališni plin prikazan kao spaljeni plin te je uključen u proračun za razdoblje 2004. - 2010. godine. U tom razdoblju spaljivanje odlagališnog plina se provodilo i na nekim drugim odlagalištima, što je uključeno u proračun. Na odlagalištu otpada Jakuševac nije bilo proizvodnje električne energije tijekom 2011. i 2012. godine zbog rekonstrukcije plinskog motora, već se provodilo samo spaljivanje odlagališnog plina. Podaci za spaljeni odlagališni plin za sva odlagališta u Hrvatskoj uključeni su u proračun za 2011. i 2012. godinu. Proizvodnja električne energije ponovno je započeta na odlagalištu Jakuševac 2013. godine, a podaci za spaljeni i oporabljeni plin uključeni su u proračun do 2020. godine. Osim toga, električna energija se proizvodila i na drugom najvećem odlagalištu otpada (Viševac) 2016. godine, a podaci za spaljeni i oporabljeni odlagališni plin uključeni su u proračun do 2020. godine. Podaci za spaljeni odlagališni plin za ostala odlagališta prikupljeni su za razdoblje 2013. - 2020. godine te uključeni u proračun.

Podaci za spaljeni i oporabljeni odlagališni plin (u m^3 ili tonama) i udio CH_4 u odlagališnom plinu korišteni su za izračun mase spaljenog i oporabljenog CH_4 (Gg). Kada je količina odlagališnog plina prikazana u m^3 , za gustoću metana korištena je vrijednost $0,7168 \text{ kg/m}^3$, koja je uključena u izračun mase CH_4 .

Masa CH_4 spaljenog na baklji (bez energetske uporabe) u razdoblju 2004. - 2021. godine uključena je u proračun i oduzeta od proizvedenog (generiranog) CH_4 . Neto emisije CH_4 iz odlaganja otpada izračunate su oduzimanjem spaljenog CH_4 . Informacije o spaljenom CH_4 u razdoblju 2004. - 2021. godine prikazane su u CRF 5.A.1.a (Količina spaljenog CH_4).

Emisije iz korištenja CH_4 za proizvodnju električne energije uključene su u sektor Energetika, što je u skladu sa 2006 IPCC Guidanceem. Notacijska oznaka IE (uključeno drugdje, eng. included elsewhere) koristi se u CRF 5.A.1.a za količinu CH_4 korištenog za dobivanje energije, za razdoblje 2004. - 2010. i 2013. - 2020. godine. Uključivanje emisije u sektor Energetika (1.A.1.a) i objašnjenja za notacijsku oznaku uključena su u komentare i te bi informacije trebale biti vidljive u Reporting Table 5.A Sectoral Background Data for Waste.

Spaljeni i oporabljeni CH_4 prikazani su u Tablici 7.2-13.

Tablica 7.2-13: Spaljeni i oporabljeni CH₄ (2004. - 2021. godina)

Godina	Spaljeni CH ₄ (kt)	Oporabljeni CH ₄ za proizvodnju el. energije (kt)
2004.	0.242	NO
2005.	2.723	NO
2006.	1.615	NO
2007.	1.370	NO
2008.	1.144	NO
2009.	1.239	NO
2010.	3.818	NO
2011.	4.851	NO
2012.	5.817	NO
2013.	6.920	0.408
2014.	4.057	2.872
2015.	1.650	4.157
2016.	1.871	4.563
2017.	0.835	5.046
2018.	1.027	6.306
2019.	1.328	7.675
2020.	2.159	6.407
2021.	2.545	9.813

NO – ne potoji (eng. not occurring)

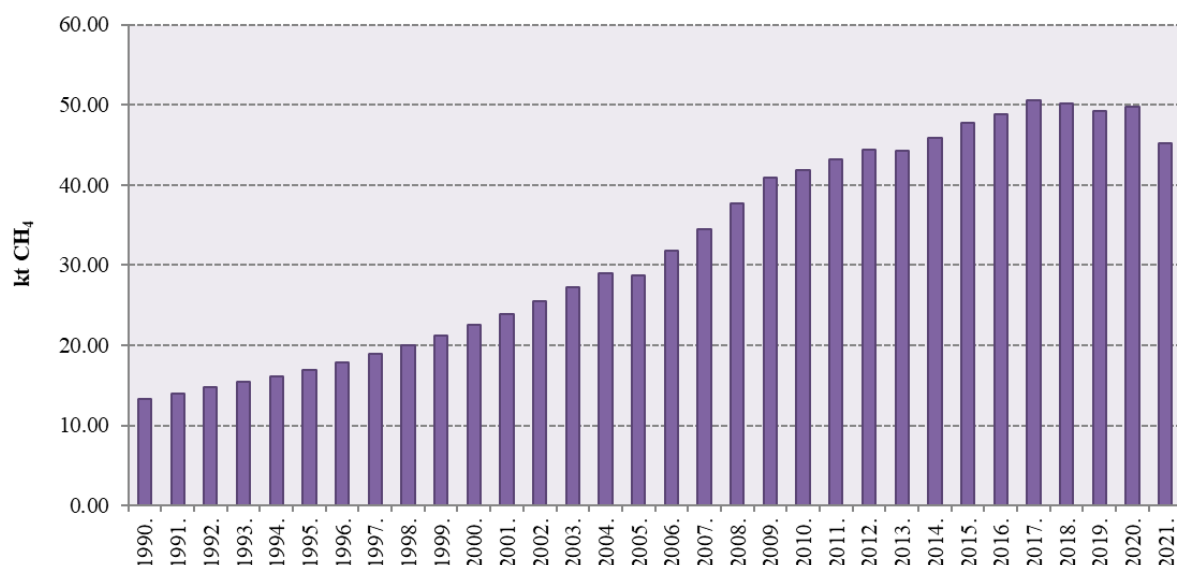
Na promjenjivi (fluktuirajući) trend spaljenog CH₄ tijekom razdoblja 2004. - 2021. godine utjecali su postupci sanacije odlagališta, što je objašnjeno u poglavlju 7.2.1. Sva odlagališta nisu opremljena sustavom za prikupljanje i obradu odlagališnog plina. Smanjenje spaljenog CH₄ u razdoblju 2015. - 2021. godine nastupilo je zbog njegovog korištenja za proizvodnju električne energije (emisije su uključene u sektor Energetika) - više metana je energetski oporabljeno, a manje je spaljeno.

Vrijeme odgode (eng. delay time)

Korištena je preporučena vrijednost od šest mjeseci za vrijeme odgode, prema IPCC FOD modelu. Uz prosječno vrijeme zadržavanja otpada u odlagalištu šest mjeseci, to je ekvivalentno reakciji početka proizvodnje CH₄ od 1. siječnja nakon odlaganja otpada.

Godišnje emisije CH₄ iz kategorije 5.A Odlaganje otpada za razdoblje 1990. - 2021. godine prikazane su na Slici 7.2-2.

Slika 7.2-2: Emisije CH₄ iz kategorije 5.A Odlaganje otpada (1990. - 2021. godina)



Tijekom izvještajnog razdoblja dolazi do povećanja proizvedenog i odloženog otpada. Posljednjih godina trend porasta proizvedenog otpada je sporiji dok se odloženi otpad smanjuje, u usporedbi s prethodnim razdobljem, uslijed primjene mjera izbjegavanja/smanjenja i recikliranja otpada koje se još uvijek nedovoljno primjenjuju. Sukladno tome, emisija CH₄ povećava se tijekom izvještajnog razdoblja. Posljednjih godina trend porasta emisije CH₄ sporiji je u odnosu na prethodno razdoblje. Emisija CH₄ počela je padati 2018. godine.

Emisije NMHOS preuzete su iz dokumenta *‘Izvešće o inventaru emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske za 2020. godinu; Prema Konvenciji o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka (CLRTAP)’*.

Emisije za 2021. godinu nisu bile dostupne u vrijeme izrade inventara, stoga je korištena oznaka NE.

7.2.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije

Nesigurnost procjene emisije CH₄ prvenstveno se odnosi na procjenu povijesnih podataka o masi otpada odloženog na sve tri kategorije odlagališta (neuređena plitka, neuređena duboka i uređena) te glavne karakteristike odlagališta, kao i upotrebu preporučenih vrijednosti za IPCC parametre.

Odlagališta otpada u Hrvatskoj su, prema primijenjenom sustavu gospodarenja otpadom, legalitetu, volumenu i statusu podijeljena u nekoliko kategorija. U postupku definiranja uređenih i neuređenih odlagališta za cijelo vremensko razdoblje proračuna, procjene su pro

vedene korištenjem podataka dostupnih u bazama - Informacijskom sustavu gospodarenja otpadom i Registru onečišćavanja okoliša. Postupak prilagođavanja nacionalne klasifikacije odlagališta IPCC klasifikaciji predstavlja dodatnu nesigurnost u određivanju nacionalnih vrijednosti za MCF.

Nesigurnost procjene povezana je i s određivanjem vrijednosti DOC-a za komunalni otpad za razdoblje 1955. - 2014. godine te vrijednosti DOC-a za proizvodni otpad i mulj za cijelo izvještajno razdoblje. U Hrvatskoj postoji nekoliko mjesta za sortiranje otpada i sukladno dobivenim rezultatima analiza podaci su uspoređeni s relevantnim podacim susjednih i sličnih zemalja. Također, uspoređeni su s podacima o sastavu komunalnog otpada za 2015. godinu iz izvješća "Metodologija za određivanje sastava i količina komunalnog odnosno miješanog komunalnog otpada s Naputkom za naručivanje i provedbu određivanja

prosječnog sastava komunalnog odnosno miješanog komunalnog otpada", u okviru projekta " Izrada jedinstvene metodologije za analize sastava komunalnog otpada, određivanje prosječnog sastava komunalnog otpada u Republici Hrvatskoj i projekcija količina komunalnog otpada" (Hrvatska agencija za okoliš i prirodu, 2015.). Izračunata vrijednost za 2015. koja se koristi za razdoblje 2015. - 2021. godine je točnija od vrijednosti za prethodno razdoblje. Uz to, izračunata prosječna vrijednost DOC-a za proizvodni otpad i zadana vrijednost DOC-a za mulj utječu na nesigurnost procjene.

Nesigurnost procjene podataka o aktivnosti iznosi 50%. Na temelju dobivenih informacija o podacima o aktivnosti prema Godišnjem programu prikupljanja podataka, stručnjak odgovoran za proračun emisija u Sektoru 5 Otpad procjenjuje nesigurnost podataka koristeći vrijednosti preporučene u 2006 IPCC Guidanceu, koje su uključene u tablicama u poglavljima o procjeni nesigurnosti za pojedine kategorije. Procjena nesigurnosti temeljena na stručnoj procjeni slijedi 2006 IPCC Guidance, Svezak 1, Poglavlje 3.

Nesigurnost procjene faktora emisije iznosi 50%, prema predloženim vrijednostima u 2006 IPCC Guidanceu.

Detaljnije informacije o nesigurnosti procjene prikazane su u Prilogu 2.

Emisije iz kategorije 5.A Odlaganja otpada izračunate su korištenjem iste metodologije za cijelo razdoblje proračuna. Korišteni su različiti izvori podataka.

7.2.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisija (QA/QC)

Tijekom pripreme inventara aktivnosti kontrole kvalitete uglavnom su bile usmjerene na cjelovitost i konzistentnost ulaznih podataka i izračunatih emisija te na ispravan prijenos u CRF tablice, kao i odgovarajuću upotrebu notacijskih oznaka, prema QA/QC planu.

Tijekom prikupljanja podataka, provjera podataka provedena je u smislu cjelovitosti i vjerodostojnosti. Po potrebi pojašnjenja podataka, kontaktirana je institucija odgovorna za dostavu podataka. Svi koraci provjere i potvrđivanja podataka su dokumentirani.

Tijekom pripreme inventara provjerena je ispravnost svih podataka i parametara u proračunskim datotekama. Provjerena je i dokumentirana vjerodostojnost rezultata procjena i njihovih trendova. Objašnjene su sve pretpostavke, stručne procjene i rekalkulacije. Preneseni podaci o aktivnosti i izračunate emisije u CRF tablicama provjereni su usporedbom s podacima u proračunskim tablicama.

Emisije CH₄ iz odlaganja otpada izračunate su korištenjem druge razine proračuna Tier 2, prema iskustvu dobre prakse. Nesigurnost procjene podataka o aktivnosti je velika zbog različitih izvora podataka. Osnovni podaci i parametri za proračun emisije CH₄ uspoređeni su s podacima susjednih i sličnih zemalja.

Svi ulazni podaci i informacije relevantne za proračun emisije su dokumentirani i arhivirani.

7.2.5. Rekalkulacija emisije

CS-vrijednost DOC-a (vrijednost DOC-a specifična za zemlju) za proizvodni otpad procijenjena je za cijelo izvještajno razdoblje i koristi se u oba IPCC FOD modela - za uređena i neuređena odlagališta.

Sukladno tome, rekalkulacija emisije CH₄ napravljena je za razdoblje 1990. - 2020. godine.

7.2.6. Planirana poboljšanja proračuna emisije

Prema zahtjevima iz smjernica 2006 IPCC Guidelines, Hrvatska je u kategoriju 5.A Odlaganje otpada uključila emisije CH₄ iz komunalnog otpada, proizvodnog otpada i mulja od obrade otpadne vode, za cijelu vremensku seriju. Metoda ekstrapolacije i druge tehnike korištene su prema 2006 IPCC

Guidanceu, korištenjem povijesnih podataka o otpadu koji je odložen na odlagališta. IPCC FOD model (jednofazni model na temelju skupnog otpada) korišten je za proračun emisije CH₄ iz kategorije 5.A Odlaganje otpada za cijelu vremensku seriju.

ERT je predložio Hrvatskoj da poboljša točnost, potpunost i transparentnost inventara. Prema preporukama ERT-a potrebno je provesti sveobuhvatno istraživanje podataka o aktivnosti i parametara, posebno stanovništva, proizvodnje otpada po stanovniku i postotka otpada koji se odlaže na odlagališta, koji su uključeni u proračun za kategoriju 5.A Odlaganje otpada, za cijelu vremensku seriju.

Potrebno je istražiti podatke o aktivnosti i parametre za komunalni otpad, proizvodni otpad i mulj, potrebne za korištenje višefaznog modela koji se temelji na podacima o sastavu otpada.

Potrebno je poboljšati kvalitetu postojećih podataka te rekonstruirati povijesne podatke. Zbog nedostupnosti povijesnih podataka, za procjenu podataka o otpadu i karakteristikama odlagališta korištene su metode interpolacije i ekstrapolacije tijekom dugog vremenskog razdoblja. Stručnu procjenu povijesnih podataka potrebno je detaljnije objasniti pomoću relevantne znanstvene i stručne literature i istraživanja, kako bi se pojasnile primijenjene metode stručne procjene.

Hrvatska trenutno priprema opsežan istraživački projekt koji provodi Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja u vezi s poboljšanjima sustava i razvojem povijesnih baza podataka za izračun i izvješćivanje o emisijama stakleničkih plinova iz sektora otpada. Projekt će obuhvatiti gore navedena pitanja. U trenutku izrade za 2023. godinu zaključene su samo prve faze projekta, dok su preostale faze trenutno u tijeku i bit će uključene u izvješće za 2024. godinu.

7.3. Biološka obrada otpada (CRF 5.B)

7.3.1. Opis izvora emisije

Prema 2006 IPCC Guidanceu, emisije CH₄ i N₂O iz kategorije 5.B.1 Kompostiranje i emisija CH₄ iz kategorije 5.B.2 Anaerobna digestija u bioplinskim postrojenjima uključene su u ovu kategoriju.

Emisije iz izgaranja bioplina uključene su u sektor Energetika, što je u skladu sa 2006 IPCC Guidanceem.

U okviru izrade dokumenta *‘Izvješće o inventaru emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske za 2020. godinu; Prema Konvenciji o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka (CLRTAP)’* provedeni su projekti poboljšanja inventara - dokumenti: “Izvješće o unapređenju proračuna za sektor kompostiranje (NFR 5.B.1)” (izvršitelj: Ekonerg, naručitelj: MINGOR, 2021.) i “Izvješće o unapređenju proračuna za sektor anaerobna digestija u bioplinskim postrojenjima (NFR 5.B.2)” (izvršitelj: Ekonerg, naručitelj: MINGOR, 2022.). Količine sirovina obrađene kompostiranjem i anaerobnom digestijom u bioplinskim postrojenjima prikupljene su za cijelo izvještajno razdoblje od 1990. do 2021. godine.

7.3.2. Metodologija

7.3.2.1. Kompostiranje

Emisija CH₄ iz kompostiranja organskog otpada izračunata je korištenjem IPCC Tier 1 metodologije preporučene u 2006 IPCC Guidanceu, množenjem ukupno kompostiranog otpada (t, masa suhe tvari) s preporučenom vrijednošću faktora emisije CH₄ (10 kg CH₄/t obrađenog otpada, po masi suhe tvari).

Emisija N₂O iz kompostiranja organskog otpada izračunata je korištenjem IPCC Tier 1 metodologije preporučene 2006 IPCC Guidanceem, množenjem ukupno kompostiranog otpada (t, masa suhe tvari) s preporučenom vrijednošću faktora emisije N₂O (0.60 kg N₂O/t obrađenog otpada, po masi suhe tvari).

Relevantan podatak o aktivnosti je godišnja masa kompostiranog otpada. Podaci o masi otpada obrađenog kompostiranjem uključuju podatke o različitim kategorijama otpada prema ključnim brojevima otpada (prema europskoj lista otpada, eng. List of Waste, LoW) i nusproizvodima.

Izvori podataka o masi otpada obrađenog kompostiranjem su jedanaest pravnih subjekata vlasnika kompostana, pri čemu se u sklopu jednog pravnog subjekta nalaze dvije podružnice – sveukupno dvanaest kompostana. Prikupljeni su podaci o:

- masi otpada obrađenog kompostiranjem (masa vlažne tvari, t),
- udjelu suhe tvari u sirovini - otpadu (kg kg⁻¹).

Postupak kompostiranja počeo se primjenjivati u Republici Hrvatskoj od 1994. godine. Podaci iz jedne kompostane, koja je prva počela s radom 1994. godine, nisu raspoloživi za razdoblje od 1994. do 1999. godine pa su procijenjeni metodom linearne ekstrapolacije. Podaci za razdoblje od 1994. do 1999. godine izračunati su uzimajući u obzir trend vrijednosti mase otpada obrađenog kompostiranjem za razdoblje od 2000. do 2002. godine, budući u tom razdoblju podaci međusobno ne odstupaju značajno pa izračunate vrijednosti pokazuju sličan trend.

Podaci o masi otpada obrađenog kompostiranjem (masa vlažne tvari, t) i udjelu suhe tvari u sirovini - otpadu (kg kg⁻¹) prikupljeni su za razdoblje od 2000. do 2021. godine.

Podaci o različitim kategorijama otpada koji se obrađuje kompostiranjem (masa suhe tvari) prikazani su u Tablici 7.3-1. Udio suhe tvari razlikuje se ovisno o ključnim brojevima otpada - europska lista otpada, eng. List of Waste, LoW (Tablica 7.3-2).

Uočeno je odstupanje podataka u svakoj godini. Iz razlika u podacima može se zaključiti da su operateri (kompostane) prijavljivali nedovoljno točne i nepotpune podatke u ROO.

Tablica 7.3-1: Podaci o različitim vrstama otpada (masa suhe tvari) obrađenih kompostiranjem (1990. - 2021. godina)

Godina	Čvrsti komunalni otpad – Grupe 15 i 20 (t)	Industrijski otpad – Grupe 02 i 03 (t)	Mulj – Grupa 19 (t)	Ostali organski otpad – Grupe 04, 10 i 17 (t)	Ukupni otpad (t)
1990.	NO	NO	NO	NO	NO
1991.	NO	NO	NO	NO	NO
1992.	NO	NO	NO	NO	NO
1993.	NO	NO	NO	NO	NO
1994.	1,845.5	NO	NO	NO	1,845.5
1995.	1,953.0	NO	NO	NO	1,953.0
1996.	2,060.5	NO	NO	NO	2,060.5
1997.	2,168.0	NO	NO	NO	2,168.0
1998.	2,275.5	NO	NO	NO	2,275.5
1999.	2,383.0	NO	NO	NO	2,383.0
2000.	2,700.0	NO	NO	NO	2,700.0
2001.	2,179.0	NO	NO	NO	2,179.0
2002.	2,915.0	NO	NO	NO	2,915.0
2003.	2,085.3	NO	NO	NO	2,085.3
2004.	2,465.5	NO	NO	NO	2,465.5

Godina	Čvrsti komunalni otpad – Grupe 15 i 20 (t)	Industrijski otpad – Grupe 02 i 03 (t)	Mulj – Grupa 19 (t)	Ostali organski otpad – Grupe 04, 10 i 17 (t)	Ukupni otpad (t)
2005.	4,464.9	NO	NO	NO	4,464.9
2006.	3,456.7	NO	NO	NO	3,456.7
2007.	6,429.1	167.5	NO	NO	6,596.6
2008.	11,601.8	1,158.8	444.0	18.8	13,223.3
2009.	14,168.7	1,997.8	1,764.7	40.2	17,971.4
2010.	11,105.8	2,798.2	290.6	33.1	14,227.7
2011.	12,051.8	2,517.6	1,727.9	203.0	16,500.4
2012.	9,809.7	2,871.4	2,442.8	716.6	15,840.5
2013.	14,266.6	2,422.4	937.3	4.9	17,631.2
2014.	16,460.7	1,420.7	154.1	1.5	18,037.0
2015.	13,368.4	1,334.3	560.2	NO	15,262.9
2016.	16,657.1	1,286.2	1,949.1	NO	19,892.4
2017.	15,721.6	880.7	608.2	NO	17,210.5
2018.	19,416.3	756.0	553.6	NO	20,725.9
2019.	24,356.2	1,073.2	505.6	NO	25,935.0
2020.	34,578.5	1,614.4	2,964.1	70.6	39,227.5
2021.	40,957.6	1,589.1	2,539.7	44.8	45,131.2

NO – ne postoji (not occurring)

Tablica 7.3-2: Udio suhe tvari u sirovini – kompostiranom otpadu (kg kg⁻¹)

LoW	Udio suhe tvari (kg kg ⁻¹)
Grupa 02	0.40
Grupa 03	0.55
Grupa 04	0.55
Grupa 10	0.60
Grupa 15	0.85
Grupa 17	0.50
Grupa 19	0.45
Grupa 20	0.50

Godišnje emisije CH₄ i N₂O iz kategorije 5.B.1 Kompostiranje za razdoblje 1990. - 2021. godine prikazane su u Tablici 7.3-3.

Tablica 7.3-3: Emisije CH₄ i N₂O iz kategorije 5.B.1 Kompostiranje (1990. - 2021. godina)

Godina	Emisije CH ₄ (kt)	Emisije N ₂ O (kt)
1990.	NO	NO
1991.	NO	NO
1992.	NO	NO
1993.	NO	NO
1994.	0.018	0.001
1995.	0.020	0.001
1996.	0.021	0.001
1997.	0.022	0.001

Godina	Emisije CH ₄ (kt)	Emisije N ₂ O (kt)
1998.	0.023	0.001
1999.	0.024	0.001
2000.	0.027	0.002
2001.	0.022	0.001
2002.	0.029	0.002
2003.	0.021	0.001
2004.	0.025	0.001
2005.	0.045	0.003
2006.	0.035	0.002
2007.	0.066	0.004
2008.	0.132	0.008
2009.	0.180	0.011
2010.	0.142	0.009
2011.	0.165	0.010
2012.	0.158	0.010
2013.	0.176	0.011
2014.	0.180	0.011
2015.	0.153	0.009
2016.	0.199	0.012
2017.	0.172	0.010
2018.	0.207	0.012
2019.	0.259	0.016
2020.	0.392	0.024
2021.	0.451	0.027

Notacijska oznaka IE koristi se u CRF 5.B.1.b za cijelo razdoblje 1990. - 2020. godine. Uključivanje emisije u CRF 5.B.1.a i objašnjenja za notacijsku oznaku uključena su u komentare i te bi informacije trebale biti vidljive u Reporting Table 5.B Sectoral Background Data for Waste.

Emisije NH₃ preuzete su iz dokumenta *‘Izvješće o inventaru emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske za 2020. godinu; Prema Konvenciji o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka (CLRTAP)’*.

Emisije za 2021. godinu nisu bile dostupne u trenutku izrade inventara, stoga su izračunate istom metodologijom kao i emisije do 2020. godine, u skladu s metodologijom EMEP/EEA Guidebook, 2019.

7.3.2.2. Anaerobna digestija u bioplinskim postrojenjima

Emisije CO₂ iz anaerobne digestije u bioplinskim postrojenjima su biogenog podrijetla i prijavljuju su kao informacija u sektoru Energetika (CO₂bio).

Generirani CH₄ koristi se za proizvodnju električne energije, pa se o emisijama iz procesa izvješćuje u sektoru Energetika. Emisije CH₄ iz bioplinskih postrojenja uslijed nenamjernog istjecanja tijekom poremećaja procesa ili drugih neočekivanih događaja općenito su između 0 i 10 % količine generiranog CH₄ (za proračun emisije CH₄ može se koristiti preporučena vrijednost od 5%). U ovom izvješću, emisija CH₄ iz anaerobne digestije organskog otpada u bioplinskim postrojenjima izračunata je korištenjem IPCC Tier 1 metodologije preporučene 2006 IPCC Guidanceem, množenjem ukupno digestiranog otpada (t, masa suhe tvari) s preporučenom vrijednošću faktora emisije CH₄ (2 kg CH₄/t obrađenog otpada, po masi suhe tvari).

Prema preporuci TERT-a tijekom 2022 ESD revizije, korak 1, HR-5B-2022-0001, emisije N₂O iz anaerobne digestije organskog otpada u bioplinskim postrojenjima prijavljene su kao NE (nije izračunato, eng. not estimated), prema objašnjenju u 2006 IPCC Guidanceu, Svezak 5, Poglavlje 4, Tablica 4.1 - preporučeni faktor N₂O emisije iz anaerobne digestije u bioplinskim postrojenjima pretpostavlja se kao zanemariv.

Relevantan podatak o aktivnosti je godišnja masa digestiranog otpada. Podaci o masi otpada obrađenog anaerobnom digestijom u bioplinskim postrojenjima uključuju podatke o različitim kategorijama otpada prema ključnim brojevima otpada (prema europskoj lista otpada, eng. List of Waste, LoW) i nusproizvodima.

Izvori podataka o masi otpada obrađenog anaerobnom digestijom u bioplinskim postrojenjima su dvadeset pravnih subjekata vlasnika bioplinskih postrojenja, pri čemu se u sklopu četiri pravna subjekta nalazi više podružnica – sveukupno dvadeset osam bioplinskih postrojenja. Prikupljeni su podaci o:

- masi otpada i nusproizvoda obrađenih anaerobnom digestijom u bioplinskim postrojenjima (masa vlažne tvari, t),
- udjelu suhe tvari u sirovini (kg kg⁻¹).

Postupak anaerobne digestije u bioplinskim postrojenjima počeo se primjenjivati u Republici Hrvatskoj od 2009. godine. Podaci o masi otpada i nusproizvoda obrađenih anaerobnom digestijom u bioplinskim postrojenjima i udjelu suhe tvari u sirovini prikupljeni su za razdoblje od 2009. do 2020. godine.

U ukupnoj masi otpada i nusproizvoda obrađenih anaerobnom digestijom, najveći udio u svim godinama ima goveđa gnojovka (60% - 100%, ovisno o godini). Ostale vrste otpada i nusproizvoda imaju znatno manje udjele, među kojima su najznačajniji svinjska gnojovka (11% - 13%), goveđi stajnjak (2% - 10%), različite vrste otpada u kategorijama 02, 03, 15, 16, 19, 20 (1% - 12%) i silaža (2% - 3%). Osim navedenih kategorija otpada i nusproizvoda, u bioplinskim postrojenjima obrađuju se sljedeći nusproizvodi: ostaci hrane, mlijeko, sirutka, klaonički otpad, krv, pileći gnoj i pivski trop (Tablica 7.3-4).

Tablica 7.3-4: Podaci o sirovini (masa suhe tvari) obrađenoj anaerobnom digestijom u bioplinskim postrojenjima (1990 - 2021. godina)

Godina	Goveđa gnojovka (t)	Svinjska gnojovka (t)	Goveđi stajnjak (t)	Pileći gnoj (t)	Grupe (LoW) 02, 03, 15, 16, 19, 20 (t)*	Silaža (t)	Ostalo (t)	Ukupna sirovina (t)
1990.	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1991.	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1992.	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1993.	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1994.	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1995.	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1996.	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1997.	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1998.	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1999.	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2000.	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2001.	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2002.	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2003.	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2004.	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Godina	Goveđa gnojovka (t)	Svinjska gnojovka (t)	Goveđi stajnjak (t)	Pileći gnoj (t)	Grupe (LoW) 02, 03, 15, 16, 19, 20 (t)*	Silaža (t)	Ostalo (t)	Ukupna sirovina (t)
2005.	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2006.	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2007.	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2008.	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2009.	1,215.00	NO	NO	NO	NO	NO	NO	1,215.00
2010.	3,285.00	NO	NO	NO	NO	NO	NO	3,285.00
2011.	4,635.00	NO	NO	NO	NO	NO	NO	4,635.00
2012.	7,646.55	NO	1,442.88	320.64	NO	NO	NO	9,410.07
2013.	7,920.48	NO	3,976.43	883.65	1,680.09	NO	NO	14,460.65
2014.	8,559.96	NO	3,950.33	877.85	4,509.43	NO	NO	17,897.56
2015.	12,166.68	2,085.80	6,617.67	831.20	3,069.01	3,968.72	NO	28,739.08
2016.	15,907.27	2,882.91	12,624.41	1,633.34	9,466.70	4,979.14	4,940.28	52,434.05
2017.	17,084.81	2,766.18	15,229.35	1,845.81	20,974.81	4,449.59	4,465.32	66,815.89
2018.	18,649.49	3,147.36	15,933.25	1,689.71	28,970.97	5,774.16	3,789.62	77,954.55
2019.	20,426.83	3,608.25	17,570.89	5,030.74	37,298.21	7,313.71	3,907.51	95,156.15
2020.	21,583.11	4,656.28	18,422.81	2,548.62	43,556.05	6,844.24	3,419.56	101,030.66
2021.	16,559.80	4,889.43	1,105.20	4,683.61	47,988.06	44,153.22	3,393.61	122,772.93

* udio mase zbrojenih kategorija otpada prema LoW (kategorije 02, 03, 15, 16, 19, 20) u ukupnoj masi sirovine po godinama je malen (ispod 5% za razdoblje 2009. - 2016. godine, 8 - 12% za razdoblje 2017. - 2021. godine)

NO - ne postoji (eng. not occurring)

Podatke o udjelu suhe tvari u sirovini nisu dostavila sva bioplinska postrojenja, a neke od dostavljenih vrijednosti nisu usporedive s literaturnim podacima (Tablica 3.4, EMEP/EEA GB2019, 5.B.2). Zbog toga su vrijednosti udjela suhe tvari u pojedinim vrstama otpada i nusproizvodima procijenjene korištenjem preporučenih vrijednosti iz EMEP/EEA GB2019 i temeljem prikupljenih podataka.

Tablica 7.3-5 prikazuje udjele suhe tvari u sirovini koja se obrađuje anaerobnom digestijom u bioplinskim postrojenjima. Detaljno objašnjenje dato je u projektu poboljšanja inventara prema CLRTAP - dokument "Izvrješće o unapređenju proračuna za sektor anaerobna digestija u bioplinskim postrojenjima (NFR 5.B.2)" (izvršitelj: Ekonerg, naručitelj: MINGOR, 2022.).

Tablica 7.3-5: Udio suhe tvari u sirovini koja se obrađuje anaerobnom digestijom u bioplinskim postrojenjima (kg kg⁻¹)

Ključni broj otpada/ oznaka nusproizvoda	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
02, 03, 15, 16, 19, 20*	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
K3 ostaci hrane								0.40	0.40				
K3 mlijeko								0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
K3 sirutka								0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
K3 klaonički otpad								0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
K3 krv										0.10		0.10	0.10
K2 pileći gnoj				0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
K2 svinjski stajnjak													
K2 svinjska gnojovka							0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
K2 goveđa gnojovka	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
K2 goveđi stajnjak				0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
silaza							0.35	0.35	0.35	0.32	0.34	0.32	0.32
pivski trop												0.35	0.35

* za sve kategorije otpada zajedno (02, 03, 15, 16, 19, 20) procjenjuje se vrijednost kao za komunalni otpad iz Tablice 3.4, EMEP/EEA GB2019, 5.B.2

preporučene vrijednosti iz EMEP/EEA GB2019 - procjene za određene vrste otpada/nusproizvoda

	dostavljene vrijednosti (upitnik)
	procijenjene vrijednosti

Godišnje emisije CH₄ i N₂O iz kategorije 5.B.2 Anaerobna razgradnja u bioplinskim postrojenjima za razdoblje 1990. - 2021. godine prikazane su u Tablici 7.3-6.

Tablica 7.3-6: Emisije CH₄ i N₂O iz kategorije 5.B.2 Anaerobna razgradnja u bioplinskim postrojenjima (1990. - 2021. godina)

Godina	Emisije CH ₄ (kt)	Emisije N ₂ O (kt)
1990.	NO	NO
1991.	NO	NO
1992.	NO	NO
1993.	NO	NO
1994.	NO	NO
1995.	NO	NO
1996.	NO	NO
1997.	NO	NO
1998.	NO	NO
1999.	NO	NO
2000.	NO	NO
2001.	NO	NO
2002.	NO	NO
2003.	NO	NO
2004.	NO	NO
2005.	NO	NO
2006.	NO	NO
2007.	NO	NO
2008.	NO	NO
2009.	0.002	NE
2010.	0.007	NE
2011.	0.009	NE
2012.	0.019	NE
2013.	0.029	NE
2014.	0.036	NE
2015.	0.057	NE
2016.	0.105	NE
2017.	0.134	NE
2018.	0.156	NE
2019.	0.190	NE
2020.	0.202	NE
2021.	0.246	NE

NO - ne postoji (eng. not occurring)

NE - nije izračunato (eng. not estimated)

Prema preporuci TERT-a tijekom 2022 ESD revizije, korak 1, HR-5B-2022-0001, emisije N₂O iz anaerobne digestije organskog otpada u bioplinskim postrojenjima prijavljene su kao NE (ne postoji, eng. not estimated). Notacijska oznaka NE koristi se u CRF 5.B.2. za razdoblje 2009. - 2021. godine. Objašnjenje za notacijsku oznaku uključeno je u komentar: 2006 IPCC Guidance, Svezak 5, Poglavlje 4, Tablica 4.1 - preporučeni faktor N₂O emisije iz anaerobne digestije u bioplinskim postrojenjima

pretpostavlja se kao zanemariv. Te bi informacije trebale biti vidljive u Reporting Table 5.B Sectoral Background Data for Waste.

Generirani CH₄ koristi se za proizvodnju električne energije, pa se o emisijama iz procesa izvješćuje u sektoru Energetika. Notacijska oznaka IE (uključeno drugdje, eng. included elsewhere) koristi se u CRF 5.B.2.a i CRF 5.B.2.b za cijelo razdoblje u kojemu se proizvodila električna energija (2009. - 2020. godina). Uključivanje emisije u sektor Energetika (1.A.1, 1.A.4) i objašnjenja za notacijsku oznaku uključena su u komentare i te bi informacije trebale biti vidljive u Reporting Table 5.B Sectoral Background Data for Waste.

Notacijska oznaka IE koristi se u CRF 5.B.2.b za razdoblje 2009. - 2021. godine. Uključivanje emisije u CRF 5.B.2.a i objašnjenja za notacijsku oznaku uključena su u komentare i te bi informacije trebale biti vidljive u Reporting Table 5.B Sectoral Background Data for Waste.

Emisije NH₃ preuzete su iz dokumenta *‘Izvješće o inventaru emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske za 2020. godinu; Prema Konvenciji o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka (CLRTAP)*. Emisija za 2021. godinu nisu bile dostupne u trenutku izrade inventara, stoga su izračunate istom metodologijom kao i emisije do 2020. godine, u skladu s metodologijom EMEP/EEA Guidebook, 2019.

7.3.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije

Nesigurnosti procjene emisije CH₄ i N₂O iz kompostiranja i anaerobne digestije u bioplinskim postrojenjima primarno su vezane uz korištenje preporučenih faktora emisije.

Nesigurnost procjene podataka o aktivnosti za kompostiranje i anaerobnu digestiju u bioplinskim postrojenjima iznosi 5%. Na temelju dobivenih informacija o podacima o aktivnosti iz projekata poboljšanja inventara^{74,75}, stručnjak odgovoran za proračun emisija u Sektoru 5 Otpad procjenjuje nesigurnost podataka koristeći vrijednosti preporučene u 2006 IPCC Guidanceu, koje su uključene u tablicama u poglavljima o procjeni nesigurnosti za pojedine kategorije. Procjena nesigurnosti temeljena na stručnoj procjeni slijedi smjernice 2006 IPCC Guidancea, Svezak 1, Poglavlje 3.

Nesigurnost procjene faktora emisije CH₄ za kompostiranje i anaerobnu digestiju u bioplinskim postrojenjima iznosi 100%, prema predloženim vrijednostima u 2006 IPCC Guidanceu. Nesigurnost procjene faktora emisije N₂O za kompostiranje i anaerobnu digestiju u bioplinskim postrojenjima iznosi 110%, prema predloženim vrijednostima u 2006 IPCC Guidanceu.

Detaljnije informacije o nesigurnosti procjene prikazane su u Prilogu 2.

Emisije iz kategorije 5.B.1 Biološka obrada otpada - kompostiranje izračunate su korištenjem iste metodologije za razdoblje 1994. - 2020. godine, u kojemu se provodilo kompostiranje. Emisije iz kategorije 5.B.2 Biološka obrada otpada - anaerobna digestija u bioplinskim postrojenjima izračunate su korištenjem iste metodologije za razdoblje 2009. - 2020. godine, u kojemu se provodila anaerobna digestija. Korišteni su isti izvori podataka.

7.3.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna (QA/QC)

Tijekom pripreme inventara aktivnosti kontrole kvalitete uglavnom su bile usmjerene na cjelovitost i konzistentnost ulaznih podataka i izračunatih emisija te na ispravan prijenos u CRF tablice, kao i odgovarajuću upotrebu notacijskih oznaka, prema QA/QC planu.

⁷⁴ dokument: “Izvješće o unapređenju proračuna za sektor kompostiranje (NFR 5.B.1)” (izvršitelj: Ekonerg, naručitelj: MINGOR, 2021.)

⁷⁵ dokument: “Izvješće o unapređenju proračuna za sektor anaerobna digestija u bioplinskim postrojenjima (NFR 5.B.2)” (izvršitelj: Ekonerg, naručitelj: MINGOR, 2022.)

Tijekom prikupljanja podataka, provjera podataka provedena je u smislu cjelovitosti i vjerodostojnosti. Po potrebi pojašnjenja podataka, kontaktirana je institucija odgovorna za dostavu podataka. Svi koraci provjere i potvrđivanja podataka su dokumentirani.

Tijekom pripreme inventara provjerena je ispravnost svih podataka i parametara u proračunskim datotekama. Provjerena je i dokumentirana vjerodostojnost rezultata procjena i njihovih trendova. Objašnjene su sve pretpostavke, stručne procjene i rekalkulacije. Preneseni podaci o aktivnosti i izračunate emisije u CRF tablicama provjereni su usporedbom s podacima u proračunskim tablicama.

Svi ulazni podaci i informacije relevantne za proračun emisije su dokumentirani i arhivirani.

7.3.5. Rekalkulacija emisije

Za ovu kategoriju nije bilo rekalkulacija emisije.

7.3.6. Planirana poboljšanja proračuna emisije

Hrvatska trenutno priprema opsežan istraživački projekt koji provodi Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja u vezi s poboljšanjima sustava i razvojem povijesnih baza podataka za izračun i izvješćivanje o emisijama stakleničkih plinova iz sektora otpada. U trenutku izrade izvješća za 2023. godinu zaključene su samo prve faze projekta, dok su preostale faze trenutno u tijeku i bit će uključene u izvješće za 2024. godinu.

7.4. Spaljivanje otpada i spaljivanje otpada na otvorenom (CRF 5.C)

7.4.1. Opis izvora emisije

Prema 2006 IPCC Guidanceu, spaljivanjem otpada i spaljivanjem otpada na otvorenom dolazi do emisije CO₂, CH₄ i N₂O. Samo emisija koja nastaje uslijed spaljivanja otpada bez energetske uporabe uključena je u proračun emisija u sektoru Otpad. Emisija koja nastaje kao posljedica spaljivanja otpada uz energetske uporabu prikazuju se u sektoru Energetika.

Službeni izvor podataka o aktivnosti za spaljivanje otpada je MINGOR. Podaci od točkastih izvora emisije prikupljaju se u bazu Registar onečišćavanja okoliša. Prema Pravilniku o registru onečišćavanja okoliša svi obrasci moraju se dostaviti nadležnim tijelima do 1. ožujka tekuće godine za prethodnu kalendarsku godinu. Novi obrasci stupaju na snagu 1. siječnja 2023. godine. Nadležna tijela (županijski uredi i Grad Zagreb) u suradnji s nadležnom inspekcijom osiguravaju provjeru potpunosti, dosljednosti i vjerodostojnosti dostavljenih podataka. MINGOR koordinira rad na osiguranju i kontroli kvalitete podataka.

Za razdoblje 2008. - 2021. godine, podaci o ukupnoj masi spaljenog otpada postupcima D10 (Spaljivanje otpada na kopnu) i R1 (Korištenje otpada uglavnom kao goriva ili drugog načina dobivanja energije) temelje se na ovjerenim PL-OPKO obrascima - Prijavni listovi za oporabitelja/zbrinjavatelja komunalnog i/ili proizvodnog otpada (za razdoblje 2008. - 2016. godine) i OZO obrascima - Oporaba/zbrinjavanje otpada (za razdoblje 2017. - 2020. godine).

Emisije CO₂ i N₂O iz spaljivanja proizvodnog otpada uključene su u proračun za razdoblje 1990. - 2008. godine. Nakon 2008. godine spaljivanje proizvodnog otpada provodi se uz uporabu energije i emisije se uključuju u sektor Energetika. Emisije CO₂ iz spaljivanja bolničkog otpada uključene su u proračun za razdoblje 1990. - 2016. godine. U razdoblju 2017. - 2021. godine nije bilo spaljivanja bolničkog otpada bez energetske uporabe. Nijedna druga vrsta otpada nije prijavljena za spaljivanje bez uporabe energije.

Vezano uz usporedbu podataka o aktivnosti za bolnički otpad i podataka Eurostata, o kojima se raspravljalo tijekom centralizirane revizije 2021. godine, naglašeno je da je izvor za podatke Eurostata

u razdoblju 2012. - 2016. godine bio Zavod za zaštitu okoliša i prirode MINGOR-a (prethodno Agencija za zaštitu okoliša (AZO) i Hrvatska agencija za okoliš i prirodu (HAOP)). Izvor za podatke Eurostata za razdoblje 2004. - 2010. godine bio je Državni zavod za statistiku (DZS). Ti su podaci Eurostatu poslani na dobrovoljnoj osnovi. Podatke je prikupio DZS dvogodišnjim istraživanjem, tražeći podatke od tvrtki registriranih za obradu otpada prema NACE klasifikaciji. Ti podaci nisu korišteni za hrvatsko izvješće o inventaru stakleničkih plinova.

U istom je razdoblju AZO uspostavila Hrvatski registar onečišćavanja okoliša (EPR/ROO) kojemu su operateri otpada s izdanom dozvolom za gospodarenje otpadom dostavljali godišnje podatke na temelju obveze utvrđene Zakonom o otpadu i Pravilnikom o registru onečišćavanja okoliša. Ti su podaci korišteni za hrvatsko izvješće o inventaru stakleničkih plinova.

To znači da je Hrvatska do 2011. godine imala dva paralelna postupka prikupljanja podataka o otpadu koji su se razlikovali prema metodologiji (razlike u pokrivenosti/izvorima/klasifikacijama) pa su i rezultati bili različiti. Hrvatska je taj problem riješila Sporazumom između DZS-a i AZO-a, kojim je Agencija postala službeni i jedini izvor podataka o otpadu od 2011. godine.

Podaci koji se koriste za NIR su administrativni podaci, što znači da se prikupljanje podataka temelji na obvezi utvrđenoj Zakonom o gospodarenju otpadom, gdje su tvrtke koje imaju dozvolu za gospodarenje otpadom obvezne podatke slati u ROO. Također, inspekcija zaštite okoliša sudjeluje u postupku provjere i kontrole.

Do 2011. godine DZS je koristio ankete kao metodu prikupljanja podataka. Podaci su obrađeni prema statističkoj klasifikaciji otpada (ESTAT). Validaciju su izvršili službenici u županijskim uredima DZS-a. U to je vrijeme DZS bio jedina institucija koja je komunicirala s Eurostatom.

Do 2011. godine Agencija nije posjedovala podatke pripremljene u formatu koji je zatražio Eurostat. Podaci su se temeljili na Europskoj listi otpada, ali nisu obrađeni prema ESTAT klasifikaciji. Ti administrativni podaci korišteni su za nacionalno izvješće o inventaru stakleničkih plinova.

Tek nakon ulaska u EU (2013. godine) Hrvatska postaje obvezna dostaviti podatke u skladu s Uredbom o statističkim podacima o otpadu, a Agencija je postala službeni izvor podataka o otpadu za Eurostat.

U kategoriju spaljivanja otpada na otvorenom uključene su aktivnosti spaljivanja poljoprivrednog otpada (izuzev pljeve, žetvenih ostataka) na otvorenom koje se provodi na zemlji, u incineratoru, u jamama u zemlji, u otvorenim bačvama, žičanim mrežama, kontejnerima/košarama. U EMEP/EEA GB2019 navode se sljedeći primjeri poljoprivrednog otpada koji bi se mogao spaljivati: ostaci usjeva (npr. žitarice, grašak, grah, soja, šećerna repa, uljana repica, itd.), drvo, orezi (eng. prunings), kosina (eng. slash), lišće, i ostali opći otpad. Orezi i kosina su ostaci nastali prorjeđivanjem i orezivanjem šuma, voćnjaka i vinograda. Slama i drvo često se koriste kao gorivo za spaljivanje poljoprivrednog otpada na otvorenom. Pretpostavlja se da se spaljivanje poljoprivrednog otpada na otvorenom uglavnom obavlja u šumarstvu, voćarstvu, vinogradarstvu i ratarstvu, dok je ostalo zanemarivo.

U okviru izrade dokumenta *‘Izvješće o inventaru emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske za 2020. godinu; Prema Konvenciji o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka (CLRTAP)’* proveden je projekt poboljšanja inventara - dokument: “Izvješće o unapređenju proračuna za sektor spaljivanje otpada na otvorenom (CRF 5.C.2)” (izvršitelj: Ekonerg, naručitelj: MINGOR, 2022.). Prikupljena je masa spaljenog poljoprivrednog otpada na otvorenom za cijelo izvještajno razdoblje 1990. - 2020. godine. Podaci o masi spaljenog poljoprivrednog otpada na otvorenom (ostaci rezidbi iz voćnjaka, maslinika i vinograda) korišteni su za izračun CH₄ i N₂O emisija. Ne postoji praksa spaljivanja šumskih ostataka od orezivanja na otvorenom u Republici Hrvatskoj.

Za 2021. godinu podaci su procijenjeni na temelju podataka za prethodne godine. Za izračun emisija CH₄ i N₂O koriste se podaci o masi poljoprivrednog ostatka koji se spaljuje na otvorenom (ostaci od

rezidbe voćnjaka, maslinika i vinograda). U Republici Hrvatskoj ne postoji praksa spaljivanja reznih ostataka iz šuma na otvorenom.

7.4.2. Metodologija proračuna emisije

7.4.2.1. Spaljivanje otpada

Općenito, preporučeni faktori emisije koriste se za proračun emisije iz kategorije 5.C.1 Spaljivanje otpada, zbog nedostatka detaljnijih podataka za korištenje više razine proračuna. Spaljivanje otpada nije ključni izvor emisije.

Emisija CO₂ iz spaljivanja proizvodnog i bolničkog otpada izračunava se pomoću IPCC Tier 1 metodologije preporučene 2006 IPCC Guidanceem, množenjem mase spaljenog otpada i preporučenih vrijednosti za udio ugljika, udio fosilnog ugljika i oksidacijski faktor. Za proračun emisije CO₂ iz spaljivanja proizvodnog otpada korištene su preporučene vrijednosti za: udio ugljika (0.5), udio fosilnog ugljika (0.9) i oksidacijski faktor (1.0). Za proračun emisije CO₂ iz spaljivanja bolničkog otpada korištene su preporučene vrijednosti za: udio ugljika (0.6), udio fosilnog ugljika (0.4) i oksidacijski faktor (1.0). Te su vrijednosti predložene 2006 IPCC Guidanceem, Svezak 5, Poglavlje 5.4, Tablica 5.2.

Emisija N₂O iz spaljivanja proizvodnog otpada izračunava se pomoću IPCC Tier 1 metodologije preporučene 2006 IPCC Guidanceem, množenjem mase spaljenog otpada i preporučenog faktora emisije N₂O. Za proračun emisije N₂O iz spaljivanja proizvodnog otpada korištena je preporučena vrijednost 100 g N₂O/t otpada, za sve vrste spaljivanja, predložena 2006 IPCC Guidanceem, Svezak 5, Poglavlje 5.4, Tablica 5.6.

2006 IPCC Guidance, Svezak 5, ne definiraju preporučene faktore emisije za proračun emisije CH₄ iz spaljivanja bolničkog otpada. U odjeljku 5.4.2 definirano je da je za kontinuirano spaljivanje komunalnog otpada i proizvodnog otpada dobra praksa da se uključe preporučeni faktori emisije CH₄ iz Volumena 2, Poglavlja 2, Stacionarni izvori. Za druge vrste spaljivanje (polu-kontinuirano i šaržno, što je slučaj u Hrvatskoj) definirani su samo preporučeni faktori emisije CH₄ za spaljivanje komunalnog otpada (Tablica 5.3, stranica 5.20). Komunalni otpad i bolnički otpad imaju različiti sastav pa se pretpostavlja se da su faktori emisije CH₄ za komunalni otpad i bolnički otpad različiti. Osim toga, u 2006 IPCC Guidanceu, u odjeljku 5.4.1, stranica 5.11, objašnjeno je da metan može nastajati u komori postrojenja za spaljivanje uz niske razine kisika i anaerobne uvjete, u slučaju da je otpad vlažan, odložen dulje razdoblje i uz slabo miješanje. Uz dovod zraka u komoru za spaljivanje nastali plinovi se spaljuju, a emisije su smanjene na beznačajne razine. Sukladno tome, emisija CH₄ iz spaljivanja bolničkog otpada za cijelo razdoblje 1990. - 2020. godine definirana je kao NA (nije primjenjivo, eng. not applicable).

2006 IPCC Guidance, Svezak 5, ne definiraju preporučene faktore emisije za proračun emisije N₂O iz spaljivanja bolničkog otpada. U odjeljku 5.4.3 definirano je da se emisije dušikovih oksida iz spaljivanja otpada određuju ovisno o vrsti tehnologije i uvjetima izgaranja, tehnologiji za smanjenje emisije i sastavu otpada. Preporučeni faktori emisije N₂O samo za spaljivanje komunalnog otpada, proizvodnog otpada, mulja i kanalizacijskog mulja prikazani su u Tablici 5.6, stranica 5.22. Sukladno tome, emisija N₂O iz spaljivanja bolničkog otpada za cijelo razdoblje 1990. - 2020. godine definirana je kao NA.

Gore spomenuti pristup TERT je prihvatio tijekom 2017 ESD revizije - TERT je potvrdio da je to također način na koji tumači 2006 IPCC Guidance. Sukladno tome, Hrvatska nije izračunala emisiju N₂O iz bolničkog otpada. Budući da TERT i države članice EU primjenjuju gore spomenuti pristup, smatra se da ga treba slijediti kako bi se osiguralo da se emisije u EU prate na usklađen način.

Podaci o spaljivanju proizvodnog otpada za razdoblje 1990. - 2008. godine dostavljeni su iz MINGOR-a. U razdoblju 2009. - 2021. godine nije bilo spaljivanja proizvodnog otpada bez energetske uporabe. Dostavljeni podaci uključuju opasni otpad i plastiku. Podaci su dostavljeni u agregiranom obliku. Za sada još nema dostupnih informacija za razdvajanje podataka o opasnom otpadu i plastici. ERT je preporučio primjenu metode ekstrapolacije kako bi se procijenile emisije CO₂ iz spaljivanja plastičnog

otpada. Međutim, podaci za cijelo razdoblje 1990. - 2008. godine dati su u agregiranom obliku. Potrebno je provesti istraživanje kako bi se odvojili podaci za opasni otpad i plastiku, što je uključeno u Plan poboljšanja proračuna. Planirano je da će to biti napravljeno u ovom podnesku, no potrebni podaci nisu dostavljeni.

Podaci o spaljivanju bolničkog otpada za razdoblje 1990. - 2021. godine dostavljeni su iz MINGOR-a. U razdoblju 2017. - 2020. godine nije bilo spaljivanja bolničkog otpada bez energetske uporabe.

Podaci za proračun emisije CO₂ i N₂O iz spaljivanja otpada (bez energetske uporabe) za razdoblje 1990. - 2021. godine prikazani su u Tablici 7.4-1.

Tablica 7.4-1: Masa spaljenog otpada (bez energetske uporabe) (1990. - 2021. godina)

Godina	Spaljeni otpad (t)	
	Proizvodni otpad (t)	Bolnički otpad (t)
1990.	250.00	140.00
1991.	250.00	140.00
1992.	250.00	140.00
1993.	250.00	140.00
1994.	250.00	140.00
1995.	250.00	140.00
1996.	250.00	140.00
1997.	1031.00	140.00
1998.	2167.74	140.00
1999.	2580.45	140.00
2000.	3652.49	141.50
2001.	3967.23	155.58
2002.	2205.96	158.45
2003.	400.00	162.64
2004.	120.00	173.20
2005.	4.50	175.70
2006.	350.00	187.56
2007.	285.00	204.89
2008.	315.78	165.00
2009.	NO	185.17
2010.	NO	54.40
2011.	NO	57.45
2012.	NO	93.10
2013.	NO	48.00
2014.	NO	51.08
2015.	NO	51.79
2016.	NO	55.68
2017.	NO	NO
2018.	NO	NO
2019.	NO	NO
2020.	NO	NO
2021.	NO	NO

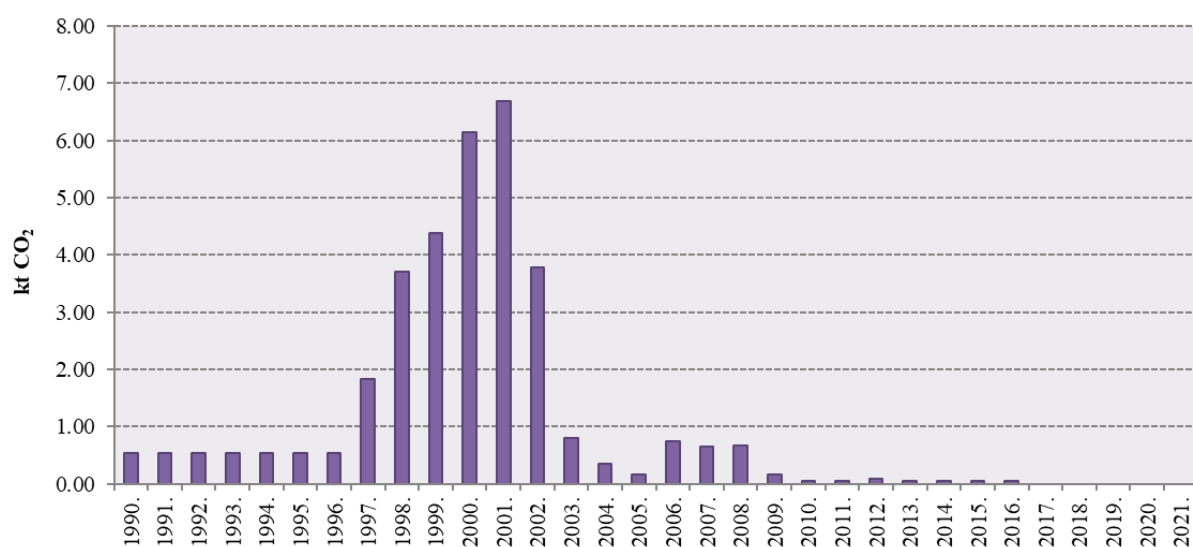
NO - ne postoji (eng. not occurring)

Godišnje emisije CO₂ iz kategorije 5.C.1 Spaljivanje otpada u razdoblju 1990. - 2016. godine prikazane su na Slici 7.4-1. U razdoblju 2017. - 2020. godine nije bilo emisije CO₂.

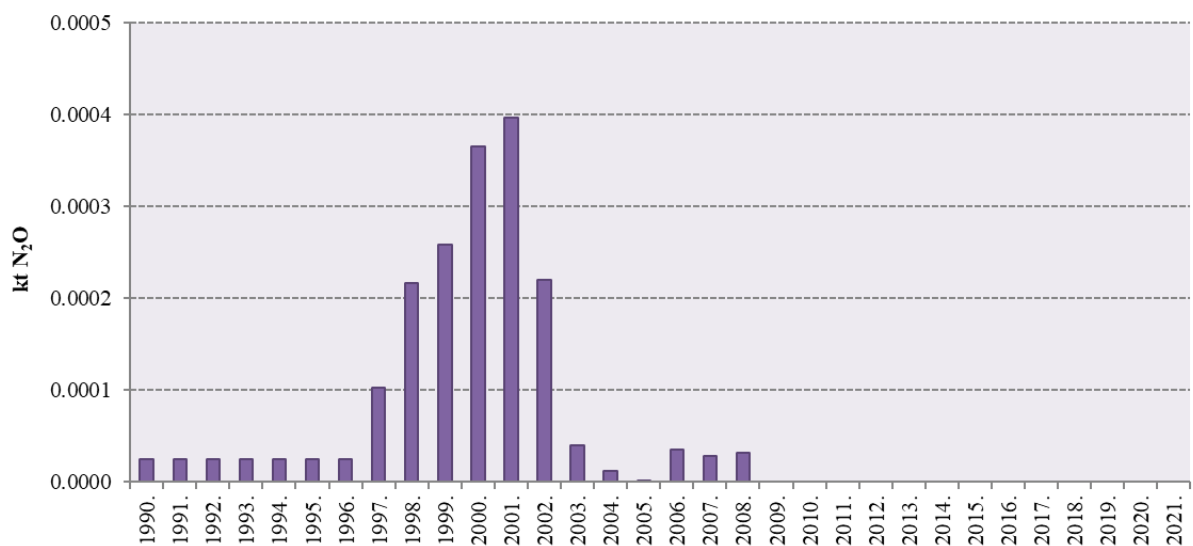
Godišnje emisije N₂O iz kategorije 5.C.1 Spaljivanje otpada u razdoblju 1990. - 2008. godine prikazane su na Slici 7.4-2.. U razdoblju 2009. - 2020. godine nije bilo emisije N₂O.

Notacijska oznaka IE koristi se u 5.C.1.1.b za cijelo razdoblje 1990. - 2016. godine. Uključivanje podataka i emisija u CRF 5.C.1.2.b i objašnjenja za notacijsku oznaku uključena su u komentare i te bi informacije trebale biti vidljive u Reporting Table 5.C Sectoral Background Data for Waste.

Slika 7.4-1: Emisije CO₂ iz kategorije 5.C.1 Spaljivanje otpada (1990. - 2021. godina)



Slika 7.4-2: Emisije N₂O iz kategorije 5.C.1 Spaljivanje otpada (1990. - 2021. godina)



7.4.2.2. Spaljivanje otpada na otvorenom

Preporučeni faktori emisije koriste se za proračun emisije iz kategorije 5.C.2 Spaljivanje otpada na otvorenom, zbog nedostatka detaljnijih podataka za korištenje više razine proračuna. Spaljivanje otpada na otvorenom nije ključni izvor emisije. Ostaci rezidbi iz voćnjaka, maslinika i vinograda spaljivani su

na otvorenom. Ne postoji praksa spaljivanja šumskih ostataka od orezivanja na otvorenom u Republici Hrvatskoj.

Emisije CO₂ iz spaljivanja poljoprivrednih ostataka na otvorenom (ostaci rezidbi iz voćnjaka, maslinika i vinograda) su biogenog podrijetla te nisu uključene u nacionalni proračun ukupne emisije.

Emisija CH₄ iz spaljivanja poljoprivrednih ostataka na otvorenom izračunata je korištenjem IPCC Tier 1 metodologije, množenjem ukupno spaljenog otpada na otvorenom (t, masa vlažne tvari) s preporučenom vrijednošću faktora emisije CH₄ za komunalni otpad (6.5 kg CH₄/t obrađenog otpada, po masi vlažne tvari) koja je predložena 2006 IPCC Guidanceem, Svezak 5, Poglavlje 5.4, str. 5.20.

Emisija N₂O iz spaljivanja poljoprivrednih ostataka na otvorenom izračunata je korištenjem IPCC Tier 1 metodologije, množenjem ukupno spaljenog otpada na otvorenom (t, masa suhe tvari) s preporučenom vrijednošću faktora emisije N₂O (0.15 kg N₂O/t obrađenog otpada, po masi suhe tvari) koja je predložena 2006 IPCC Guidanceem, Svezak 5, Poglavlje 5.4.3, str. 5.22.

Uz pretpostavku udjela suhe tvari u orezanim dijelovima u iznosu većem od 90%, pretpostavljaju se faktori emisije za masu vlažne tvari isti kao i faktori emisije za masu suhe tvari.

Relevantan podatak o aktivnosti je godišnja masa spaljenog otpada (poljoprivrednih ostataka) na otvorenom. Izvori prikupljenih podataka o aktivnosti prikazani su u Tablici 7.4-2. Prikupljeni su podaci o masi spaljenog otpada na otvorenom (ostaci od orezivanja iz šuma, voćnjaka, maslinika i vinograda) i površini Republike Hrvatske pod šumama, voćnjacima, maslinicima i vinogradima. Podaci za 2021. godinu (količina otpada spaljenog/spaljenog na otvorenom) stoga su procijenjeni kao srednja vrijednost podataka za godine 2018. - 2020. Izvori podataka o aktivnostima prikazani su u tablici 7.4-2.

Tablica 7.4-2: Izvori prikupljenih podataka za proračun emisije CH₄ i N₂O iz kategorije 5.C.2 Spaljivanje otpada na otvorenom

Podatak	Razdoblje	Izvor
Spaljivani ostaci od orezivanja iz voćnjaka, maslinika i vinograda (t)	1990. - 2020. godina	Ministarstvo poljoprivrede, Uprava za stručnu podršku razvoju poljoprivrede
Podatkovna informacija o nepostojanju prakse spaljivanja šumskih ostataka od orezivanja u Republici Hrvatskoj	1990. - 2020. godina	Ministarstvo poljoprivrede, Uprava šumarstva, lovstva i drvne industrije
Površina područja Republike Hrvatske pod šumama (ha)	1990. - 2020. godina	Ministarstvo poljoprivrede, Uprava šumarstva, lovstva i drvne industrije Izvor: Šumskogospodarske osnove područja (1986, 1996, 2006, 2016), podaci o obraslim šumskim površinama
Površina područja Republike Hrvatske pod voćnjacima, maslinicima i vinogradima (ha)	1990. - 2020. godina	DZS

Podaci o površini područja Republike Hrvatske pod šumama, voćnjacima, maslinicima i vinogradima prikazani su u Tablici 7.4-3. Ostaci od orezivanja iz voćnjaka, maslinika i vinograda prikazani su u Tablici 7.4-4.

Tablica 7.4-3: Površina područja Republike Hrvatske pod šumama, voćnjacima, maslinicima i vinogradima (ha)

Godina	Površina pod šumama (ha)	Površina pod voćnjacima (ha)	Površina pod maslinicima (ha)	Površina pod vinogradima (ha)
1990.	2053335.02	19474.35	IE	54315.75
1991.	2054143.52	19544.88	IE	53667.00
1992.	2054952.01	19615.40	IE	42295.50
1993.	2055760.52	19685.93	IE	42493.50

Godina	Površina pod šumama (ha)	Površina pod voćnjacima (ha)	Površina pod maslinicima (ha)	Površina pod vinogradima (ha)
1994.	2056569.02	19756.45	IE	41661.00
1995.	2057377.53	19826.98	IE	41514.00
1996.	2058186.03	19897.50	IE	43289.25
1997.	2081539.92	19968.03	IE	43527.75
1998.	2104893.79	20038.55	IE	45109.50
1999.	2128247.70	15880.13	5464.32	44328.00
2000.	2151601.57	20179.60	5699.00	21295.50
2001.	2174955.60	20596.80	5706.00	20792.25
2002.	2198309.38	21119.00	5740.00	20795.25
2003.	2221663.28	21632.10	5637.50	20766.00
2004.	2245017.17	20594.70	6195.50	21000.00
2005.	2268371.02	21196.00	6178.50	22252.50
2006.	2291724.93	22264.90	6681.50	23074.50
2007.	2296194.26	22904.00	7173.00	24340.50
2008.	2304903.89	25153.10	7485.50	25305.75
2009.	2312440.28	25661.30	7652.00	25785.00
2010.	2319797.25	23022.30	8548.00	24531.75
2011.	2326503.41	22792.00	8600.00	24363.75
2012.	2334517.42	21592.20	9050.00	21927.75
2013.	2352944.06	19874.40	9295.00	19575.00
2014.	2361156.05	22206.80	9541.00	19623.00
2015.	2369187.25	21078.40	9550.00	19190.25
2016.	2369187.25	20633.20	9092.00	17550.00
2017.	2374269.98	21443.80	8341.50	16425.00
2018.	2375945.06	22705.20	9348.50	15384.00
2019.	2384190.96	24173.80	9303.00	14868.00
2020.	2387297.52	23220.40	10141.00	16090.50

IE – uključeno drugdje (eng. included elsewhere) - površine maslinika za razdoblje 1990. - 1998. godine uključene su pod površine voćnjaka

Tablica 7.4-4: Podaci o aktivnosti - ostaci od orezivanja iz voćnjaka, maslinika i vinograda (t)

Godina	Šumski ostaci od orezivanja (t)	Ostaci iz voćnjaka od orezivanja (t)	Ostaci iz maslinika od orezivanja (t)	Ostaci iz vinograda od orezivanja (t)	UKUPNO ostaci od orezivanja (t)
1990.	NO	6426.00	IE	99066.75	105492.75
1991.	NO	6449.00	IE	93222.38	99671.38
1992.	NO	6473.00	IE	69970.94	76443.94
1993.	NO	6496.00	IE	66950.95	73446.95
1994.	NO	6519.00	IE	62513.62	69032.62
1995.	NO	6542.00	IE	59326.71	65868.71
1996.	NO	6566.00	IE	58917.79	65483.79
1997.	NO	6589.00	IE	56421.32	63010.32
1998.	NO	6612.00	IE	55687.25	62299.25
1999.	NO	5240.92	0.00	52116.66	57357.58
2000.	NO	6659.00	21371.25	23844.98	51875.23
2001.	NO	7031.00	21397.50	22172.84	50601.34
2002.	NO	6940.00	21525.00	21120.04	49585.04
2003.	NO	7019.00	21140.63	20086.03	48245.66
2004.	NO	6123.00	22923.35	19345.11	48391.46
2005.	NO	6042.00	22551.53	19522.77	48116.30

Godina	Šumski ostaci od orezivanja (t)	Ostaci iz voćnjaka od orezivanja (t)	Ostaci iz maslinika od orezivanja (t)	Ostaci iz vinograda od orezivanja (t)	UKUPNO ostaci od orezivanja (t)
2006.	NO	6049.00	24053.40	19279.94	49382.34
2007.	NO	5891.00	25464.15	19841.71	51196.86
2008.	NO	6084.00	26199.25	20125.42	52408.67
2009.	NO	5847.00	26399.40	20006.40	52252.80
2010.	NO	5376.00	29063.20	18569.77	53008.97
2011.	NO	3708.00	28810.00	17992.78	50510.78
2012.	NO	3174.00	29865.00	15798.81	48837.81
2013.	NO	2567.00	30208.75	13759.67	46535.42
2014.	NO	2696.00	30531.20	13456.99	46684.19
2015.	NO	2409.00	30082.50	12839.24	45330.74
2016.	NO	2259.00	28185.20	11455.44	41899.64
2017.	NO	1851.00	25441.58	10459.63	37752.20
2018.	NO	1664.00	28045.50	9557.76	39267.26
2019.	NO	1516.00	25583.25	9011.89	36111.14
2020.	NO	1268.00	25352.50	9515.00	36135.50
2021.	-	-	-	-	37171.30

NO - ne postoji (eng. not occurring) - ne postoji spaljivanje šumskih ostataka od orezivanja u Republici Hrvatskoj
IE - uključeno drugdje (eng. included elsewhere) - ostaci od orezivanja iz maslinika za razdoblje 1990. - 1998. godine uključeni su pod ostatke od orezivanja iz voćnjaka

Godišnje emisije CH₄ i N₂O iz kategorije 5.C.2 Spaljivanje otpada na otvorenom u razdoblju 1990. - 2021. godine prikazane su u Tablici 7.4-5.

Tablica 7.4-5: Emisije CH₄ i N₂O iz kategorije 5.C.2 Spaljivanje otpada na otvorenom (1990. - 2021. godina)

Godina	Emisija CH ₄ (kt)	Emisija N ₂ O (kt)
1990.	0.686	0.016
1991.	0.648	0.015
1992.	0.497	0.011
1993.	0.477	0.011
1994.	0.449	0.010
1995.	0.428	0.010
1996.	0.426	0.010
1997.	0.410	0.009
1998.	0.405	0.009
1999.	0.373	0.009
2000.	0.337	0.008
2001.	0.329	0.008
2002.	0.322	0.007
2003.	0.314	0.007
2004.	0.315	0.007
2005.	0.313	0.007
2006.	0.321	0.007
2007.	0.333	0.008
2008.	0.341	0.008
2009.	0.340	0.008
2010.	0.345	0.008
2011.	0.328	0.008

Godina	Emisija CH ₄ (kt)	Emisija N ₂ O (kt)
2012.	0.317	0.007
2013.	0.302	0.007
2014.	0.303	0.007
2015.	0.295	0.007
2016.	0.272	0.006
2017.	0.245	0.006
2018.	0.255	0.006
2019.	0.235	0.005
2020.	0.235	0.005
2021.	0.242	0.006

7.4.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije

Nesigurnost procjene emisije CO₂, CH₄ i N₂O iz spaljivanja otpada i spaljivanja otpada na otvorenom prvenstveno se odnosi na procijenjene vrijednosti podataka o aktivnosti i primijenjene preporučene faktore emisije.

Nesigurnost procjene podataka o aktivnosti za spaljivanje proizvodnog otpada iznosi 50%. Nesigurnost procjene podataka o aktivnosti za spaljivanje bolničkog otpada iznosi 50%. Nesigurnost procjene podataka o aktivnosti za spaljivanje otpada na otvorenom iznosi 50%. Na temelju dobivenih informacija o podacima o aktivnosti prema Godišnjem programu prikupljanja podataka, stručnjak odgovoran za proračun emisija u Sektoru 5 Otpad procjenjuje nesigurnost podataka koristeći vrijednosti preporučene u 2006 IPCC Guidanceu, koje su uključene u tablicama u poglavljima o procjeni nesigurnosti za pojedine kategorije. Procjena nesigurnosti temeljena na stručnoj procjeni slijedi 2006 IPCC Guidance, Svezak 1, Poglavlje 3.

Nesigurnost procjene faktora emisije CO₂ za spaljivanje proizvodnog otpada iznosi 30%, prema predloženim vrijednostima iz 2006 IPCC Guidancea.

Nesigurnost procjene faktora emisije CO₂ za spaljivanje bolničkog otpada iznosi 30%, prema predloženim vrijednostima iz 2006 IPCC Guidancea.

Nesigurnost procjene faktora emisije N₂O za spaljivanje proizvodnog otpada iznosi 200%, prema predloženim vrijednostima iz 2006 IPCC Guidancea.

Nesigurnost procjene faktora emisije CH₄ za spaljivanje otpada na otvorenom iznosi 100%, prema predloženim vrijednostima iz 2006 IPCC Guidancea.

Nesigurnost procjene faktora emisije N₂O za spaljivanje otpada na otvorenom iznosi 100%, prema predloženim vrijednostima iz 2006 IPCC Guidancea.

Detaljnije informacije o nesigurnosti procjene prikazane su u Prilogu 2.

Emisije iz kategorija 5.C.1 Spaljivanje otpada i 5.C.2 Spaljivanje otpada na otvorenom izračunate su korištenjem iste metodologije za sve godine uključene u proračun. Korišten je isti izvor podataka.

7.4.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna emisije (QA/QC)

Tijekom pripreme inventara aktivnosti kontrole kvalitete uglavnom su bile usmjerene na cjelovitost i konzistentnost ulaznih podataka i izračunatih emisija te na ispravan prijenos u CRF tablice, kao i odgovarajuću upotrebu notacijskih oznaka, prema QA/QC planu.

Tijekom prikupljanja podataka, provjera podataka provedena je u smislu cjelovitosti i vjerodostojnosti. Za potrebe pojašnjenja podataka, kontaktirana je institucija odgovorna za dostavu podataka. Svi koraci provjere i potvrđivanja podataka su dokumentirani.

Tijekom pripreme inventara provjerena je ispravnost svih podataka i parametara u proračunskim datotekama. Provjerena je i dokumentirana vjerodostojnost rezultata procjena i njihovih trendova. Objašnjene su sve pretpostavke, stručne procjene i rekalkulacije. Preneseni podaci o aktivnosti i izračunate emisije u CRF tablicama provjereni su usporedbom s podacima u proračunskim tablicama.

Svi ulazni podaci i informacije relevantne za proračun emisije su dokumentirani i arhivirani.

7.4.5. Rekalkulacija emisije

Spaljivanje otpada

Nema rekalkulacija za ovu kategoriju u ovom izvješću.

Spaljivanje otpada na otvorenom

Za kategoriju izvora CRF 5.C.2, emisije CH₄ i N₂O prethodno nisu izračunate. Provedena je rekalkulacija emisija CH₄ i N₂O za razdoblje od 1990. do 2020. godine.

7.4.6. Planirana poboljšanja proračuna emisije

Buduća planirana poboljšanja odnose se prvenstveno na prikupljanje točnih i cjelovitih podataka za proračun emisije CO₂ i N₂O iz spaljivanja različitih vrsta otpada, kao i detaljnijih informacija o tehnologiji spaljivanja.

Podaci za proizvodni otpad, koji uključuju opasni otpad i plastiku, dostavljeni su u agregiranom obliku. Za sada još nema dostupnih informacija za razdvajanje podataka o opasnom otpadu i plastici. ERT je preporučio primjenu metode ekstrapolacije kako bi se procijenile emisije CO₂ iz spaljivanja plastičnog otpada. Međutim, podaci za cijelo razdoblje 1990. - 2008. godine prikazani su u agregiranom obliku. Potrebno je napraviti istraživanje kako bi se odvojili podaci za opasni otpad i plastiku. Ovo je dio projekta kojim MINGOR koordinira provođenje opsežnih istraživanja u vezi s poboljšanjima sustava i razvojem povijesnih baza podataka za izračun i izvješćivanje o emisijama stakleničkih plinova iz sektora Otpad. Projekt je trenutno u tijeku i njegovi rezultati bit će uključeni u sljedeći NIR.

ERT je preporučio da se prikupe informacije o rukovanju plastičnim otpadom - sustavi obrade i količine plastičnog otpada koji se odlaže i/ili spaljuje za cijelu vremensku seriju, kako bi se poboljšala potpunost i transparentnost inventara, jer je plastični otpad važan izvor emisije CO₂. Ovo je također dio gore navedenog projekta kojim koordinira MINGOR.

Potrebno je više podataka za procjenu nesigurnosti podataka o aktivnosti i faktora emisije, vezano uz točniju i transparentniju analizu nesigurnosti. Za sada, procjene nesigurnosti podataka o aktivnosti i faktora emisije baziraju se na procjenama stručnjaka odgovornog za proračun emisija u Sektoru 5 Otpad, na temelju dobivenih informacija o podacima o aktivnosti prema Godišnjem programu prikupljanja podataka, koristeći vrijednosti preporučene u 2006 IPCC Guidanceu. U procjenu nesigurnosti potrebno je uključiti više stručnjaka iz relevantnih institucija. Stručnjaci koji su izravno povezani s podacima o aktivnosti mogu točnije odrediti nesigurnost podataka, čime se povećava transparentnost izvješćivanja.

7.5. Upravljanje otpadnim vodama (CRF 5.D)

7.5.1.1. Opis izvora emisije

Aerobni biološki procesi koriste se najčešće u obradi otpadnih voda. Aerobna i anaerobna obrada otpadnih voda koristi se za pojedinačne sustave pročišćavanja otpadnih voda. Upravljanje otpadnim vodama kućanstava, posebno u ruralnim područjima u kojima se koriste septičke jame, djelomično je anaerobno bez spaljivanja CH_4 , što rezultira emisijom CH_4 . Izravno ispuštanje nepročišćene otpadne vode također rezultira emisijom CH_4 .

Anaerobni procesi se primjenjuju u obradi otpadnih voda nekih industrija. Podaci za 3 industrijske grane s najvećim potencijalom emisije metana (Proizvodnja hrane i pića; Proizvodnja celuloze, papira i proizvoda od papira; Proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda) uključeni su u proračun.

Prema Pravilniku o registru onečišćavanja okoliša svi obrasci moraju se dostaviti nadležnim tijelima do 1. ožujka tekuće godine za prethodnu kalendarsku godinu. Prema članku 21. Pravilnika nadležna tijela (županijski uredi i Grad Zagreb) u suradnji s nadležnom inspekcijom osiguravaju provjeru potpunosti, dosljednosti i vjerodostojnosti dostavljenih podataka. MINGOR koordinira rad na osiguranju i kontroli kvalitete podataka.

Hrvatske vode pripremaju i interpretiraju podatke o sustavima prikupljanja i pročišćavanja komunalnih otpadnih voda sukladno obavezama koje proizlaze iz Zakona o vodama (NN 66/2019) te relevantnih podzakonskih akata. Izvori podataka su uvijek isporučitelji vodnih usluga, kvaliteta izvornih podataka ovisi o njihovim internim sustavima za praćenje podataka i pružanje informacija, a sustavni protok informacija potrebno je unaprijediti.

Hrvatske vode rade na unaprijeđenju Informacijskog sustava voda koji će uključivati i sve relevantne podatke prikupljene izravno od isporučitelja vodnih usluga, a do potpune funkcionalnosti sustava i standardiziranja izlaznih podataka i informacija o pročišćavanju otpadnih voda izračuni se temelje na eventualno dostupnim podacima te na procjenama.

U Republici Hrvatskoj, kao i ostalim državama članicama EU, identificirane su aglomeracije, njih 747 (referentna godina je 2018.), na čijem se području planira izgradnja sustava javne odvodnje komunalnih otpadnih voda i/ili individualnih sustava. Od toga broja identificirano je 260 aglomeracija s opterećenjem većim od 2000 ekvivalent stanovnika (ES) o čijem statusu se obavezno izvještava Europska komisija.

Od ukupnog broja stanovnika RH (službeni podatak iz popisa stanovništva 2011: 4,284,889 stanovnika), u naseljima spomenutih 260 aglomeracija za koje se u narednih 5 - 7 godina planira izgradnja sustava javne odvodnje živi oko 80% ukupnog broja stanovnika (to bi brojalo 3,424,856 stanovnika). Procjenjuje se da je 67.5% od tih 3,424,856 stanovnika priključeno na postojeće sustave javne odvodnje. Također, u aglomeracijama s opterećenjem manjim od 2000 ES postoji određeni broj stanovnika priključenih na postojeći sustav javne odvodnje. Zaključno, procjenjuje se da je oko 55% ukupnog stanovništva RH priključeno na sustave javne odvodnje, što bi brojalo do 2,345,180 stanovnika. Pretpostavlja se da ostalo stanovništvo (1,939,709 stanovnika) ima individualne sustave pročišćavanja i odvodnje otpadnih voda iz kućanstava.

7.5.2. Metodologija proračuna emisije

7.5.2.1. Otpadne vode kućanstva

Emisije CH_4 i N_2O iz Otpadnih voda kućanstava uključene su u proračun emisije za razdoblje 1990. - 2021. godine.

Emisija metana (CH_4) iz otpadnih voda kućanstava

Emisija metana iz otpadnih voda kućanstava (posebno u ruralnim područjima u kojima se koriste sustavi poput septičkih jama i slično) izračunava se pomoću IPCC Tier 1 metodologije preporučene 2006 IPCC Guidanceem.

Podaci o broju stanovnika s individualnim sustavom odvodnje otpadnih voda i podaci za izračunavanje razgradive organske tvari (kg BPK/1000st/god) (eng. degradable organic component, DOC) dobiveni su iz Hrvatskih voda, za 1990., 1995., 2000. i razdoblje 2003. - 2019. godine. Nedostupni podaci procijenjeni su metodom linearne interpolacije. Podaci za 2020. i 2021. još nisu dostupni. Prema pojašnjenju Hrvatskih voda, podaci za ove godine bit će usklađeni s Popisom stanovništva 2021. godine. Za sada su podaci za 2020. i 2021. pretpostavljeni prema podacima za 2019. godinu.

Općenito, broj stanovnika s individualnim sustavom prikupljanja i pročišćavanja otpadnih voda tijekom promatranog razdoblja blago je opadao. Razlog tome je uglavnom u izgradnji sustava javne odvodnje praćenog priključivanjem stanovnika i zatvaranjem individualnih sustava.

Podaci za proračun emisije CH₄ iz individualnih sustava prikupljanja i pročišćavanja otpadnih voda za razdoblje 1990. - 2021. godine prikazani su u Tablici 7.5-1.

Tablica 7.5-1: Podaci za proračun emisije CH₄ iz individualnih sustava prikupljanja i pročišćavanja otpadnih voda (1990. - 2021. godina)

Godina	DOC (kg BPK/1000 st/god)	Stanovništvo (s individualnim	Ukupna organska tvar (kt DC/god)
1990.	21,899.86	2,866,000	62.765
1991.	21,899.55	2,842,800	62.256
1992.	21,899.58	2,819,600	61.748
1993.	21,899.60	2,796,400	61.240
1994.	21,899.63	2,773,200	60.732
1995.	21,900.00	2,750,000	60.225
1996.	21,900.00	2,732,000	59.831
1997.	21,900.00	2,714,000	59.437
1998.	21,900.00	2,696,000	59.042
1999.	21,900.00	2,678,000	58.648
2000.	21,900.00	2,660,000	58.254
2001.	21,899.65	2,630,333	57.603
2002.	21,899.70	2,601,666	56.976
2003.	21,900.16	2,574,000	56.371
2004.	21,900.00	2,560,000	56.064
2005.	21,900.01	2,541,460	55.658
2006.	21,900.17	2,525,460	55.308
2007.	21,899.89	2,514,488	55.067
2008.	21,900.13	2,478,889	54.288
2009.	21,900.13	2,459,300	53.859
2010.	21,902.04	2,450,000	53.660
2011.	21,865.31	2,450,000	53.570
2012.	21,878.26	2,300,000	50.320
2013.	21,900.95	2,275,700	49.840
2014.	21,894.41	2,254,000	49.350
2015.	21,897.40	2,232,000	48.875
2016.	21,898.90	2,209,700	48.390
2017.	21,945.14	2,005,000	44.000
2018.	21,899.78	1,939,700	42.479
2019.	21,899.78	1,919,700	42.041
2020.	21,899.78	1,919,700	42.041

Godina	DOC (kg BPK/1000 st/god)	Stanovništvo (s individualnim	Ukupna organska tvar (kt DC/god)
2021.	21,899.78	1,919,700	42.041

* podaci o stanovništvu s individualnim sustavom odvodnje

Preporučena vrijednost za korekcijski faktor metana (eng. methane correction factor, MCF) za sustav septičke jame (MCF = 0.5), predložena u 2006 IPCC Guidanceu, Svezak 5, Poglavlje 6, Tablica 6.3, korištena je u proračunu za cijelo razdoblje 1990. - 2020. godine. Za septičke jame MCF već uključuje 50% uklanjanje BPK kao mulja (komentar u Tablici 6.3: "Pola BPK taloži se u anaerobnom spremniku").

Preporučena vrijednost za maksimalni kapacitet proizvodnje metana (eng. maximum methane producing capacity, Bo) u iznosu od 0.6 kg CH₄/kg BPK, predložena u 2006 IPCC Guidanceu, Svezak 5, Poglavlje 6, Tablica 6.2, korištena je u proračunu za cijelo razdoblje 1990. - 2021. godine.

Nacionalni podaci za ukupnu količinu regeneriranog/spaljenog metana (eng. methane recovered or flared, R) nisu dostupni. Preporučena vrijednost jednaka nuli, predložena u 2006 IPCC Guidanceu, korištena je u proračunu za cijelo razdoblje 1990. - 2021. godine.

Udio obrađene otpadne vode u septičkim jamama iznosi 100%. Emisije iz otpadnih voda iz septičkih jama ovise samo o organskom onečišćenju (BPK₅), a ne o količini i korištenju vode. Ovaj pristup je u skladu sa 2006 IPCC Guidanceom. Predložena vrijednost od 100% korištena je u proračunu za cijelo razdoblje 1990. - 2020. godine.

U septičkoj jami kombiniraju se dva procesa. Sedimentacija se odvija u gornjem dijelu spremnika, a akumulirane krute tvari anaerobno se razgrađuju u donjem dijelu. Kako otpadna voda kanalizacijom ulazi u septičku jamu, brzina protoka se smanjuje, tako da teže tvari potonu na dno a lakše krute tvari, uključujući masti, isplivaju na površinu. Te tvari se zadrže u septičkoj jami, a pročišćene otpadne vode se ispuštaju.

U nastavku su informacije o udjelu vrsta otpadnih voda obrađenih u određenom sustavu. Svi do sada izgrađeni sustavi i dijelovi sustava javne odvodnje još ne završavaju funkcionalnim uređajem za pročišćavanje komunalnih otpadnih voda. Prema podacima prikupljenima od javnih vodovodnih poduzeća za referentnu 2018. godinu, procjena je da se na komunalnim postrojenjima za pročišćavanje otpadnih voda pročišćava otpadna voda 76% stanovnika priključenih na sustave javne odvodnje. Na razini države – dakle promatrajući ukupni broj stanovnika RH, udio stanovnika čije se otpadne vode pročišćavaju nekim od postupaka pročišćavanja je 43%, a udio stanovnika čije se otpadne vode prikupljaju ali ne pročišćavaju je oko 11%.

Promatrajući uređaje za pročišćavanje komunalnih otpadnih voda, u RH su najzastupljeniji uređaji drugog stupnja pročišćavanja i na njih je i priključen najveći broj stanovnika. Slijede uređaji sa tzv. preliminarnim pročišćavanjem koji se grade uglavnom u priobalnom području. Postupci preliminarnog pročišćavanja uključuju postupke niže razine obrade od prvog stupnja pročišćavanja (uklanjanje krutih raspršenih i plutajućih tvari i ispuštanje kroz duge podmorske ispuste), čime se omogućava da prijemnik zadovoljava postavljene ciljeve kakvoće voda. Najmanji je broj izgrađenih uređaja trećeg stupnja pročišćavanja, a najmanji je i broj stanovnika priključen na takve uređaje.

Za referentnu 2018. godinu procjena je da se, na razini RH, uređajima s preliminarnim pročišćavanjem i s prvim stupnjem pročišćavaju otpadne vode 14.8% ukupnog broja stanovnika, a na uređajima s drugim i trećim stupnjem pročišćavaju se otpadne vode otprilike 28% ukupnog broja stanovnika.

Detaljnije informacije o postupcima i tehnologijama koje se primjenjuju na uređajima za pročišćavanje komunalnih otpadnih voda za sada se još ne prikupljaju u Hrvatskim vodama u potpunom opsegu, no razvojem Informacijskog sustava voda planira se praćenje tih informacija.

Prijemnici pročišćenih otpadnih voda, kao i prikupljenih a nepročišćenih otpadnih voda, pretežito su vodotoci i more, a ispuštanje u podzemlje (kroz tlo) je rijetko.

Komunalne vode na područjima gdje još nije izgrađen sustav javne odvodnje, o čijem funkcioniranju brine nadležno komunalno društvo, zbrinjavaju se putem individualnih načina pročišćavanja i ispuštanja otpadnih voda. Izvori informacija o individualnim rješenjima bi u određenom dijelu mogli biti isporučitelji vodnih usluga za područje svoje nadležnosti. Hrvatske vode ne raspolažu podacima o ovakvim individualnim sustavima i procjene o broju stanovnika koji imaju individualnu odvodnju na razini države su samo okvirne. Hrvatske vode ne raspolažu točnim informacijama o načinima zbrinjavanja otpadnih voda individualnim rješenjima pročišćavanja i odvodnje (septičke jame, mali individualni uređaji i sl.) pa su zato i napravljene procjene koje su uključene u proračun. Preduvjet za kvalitetnije informacije i za podatke o individualnim načinima pročišćavanja otpadnih voda je uspostava sustava praćenja izvornih podataka, na razini isporučitelja vodnih usluga.

Kao što je spomenuto, za 11% stanovništva otpadne vode se prikupljaju i ne pročišćavaju. Pretpostavlja se da se izravno ispuštaju. Prema tehničkoj korekciji TERT-a tijekom 2020 ESD revizije, izravno ispuštanje prikupljene nepročišćene otpadne vode uključeno je kao još jedan relevantan način upravljanja otpadnim vodama.

Podaci o broju stanovnika s izravnim ispuštanjem nepročišćenih otpadnih voda procijenjeni su izračunavanjem 11% ukupnog stanovništva (procjena stanovništva Republike Hrvatske za razdoblje 1990. - 2020. preuzeta je iz Statističkih ljetopisa i Statističkih priopćenja, <https://www.dzs.hr/>). Podaci za izračunavanje razgradive organske tvari (kg BPK/1000st/god) (isti podaci kao i za individualne sustave odvodnje otpadnih voda) dobiveni su iz Hrvatskih voda, za 1990., 1995., 2000. i razdoblje 2003. - 2019. godine. Nedostupni podaci procijenjeni su metodom linearne interpolacije. Podaci za 2020. godinu još nisu dostupni. Prema objašnjenju Hrvatskih voda, ove će se godine podaci mijenjati i usklađivati s Popisom stanovništva 2021. godine kada će vjerojatno biti dostavljeni novi podaci. Za sada su podaci za 2020. i 2021. godinu pretpostavljeni prema podacima za 2019. godinu.

Izravno ispuštanje nepročišćene otpadne vode rezultira neizravnim emisijama CH₄. Budući da se radi o prikupljenoj otpadnoj vodi, primijenjen je faktor korekcije za dodatni industrijski BPK ispušten u kanalizaciju (I) koji iznosi 1,25 (2006 IPCC Guidance, Svezak 5, Poglavlje 6, stranica 6.14).

Podaci za proračun neizravne emisije CH₄ iz ispuštanja prikupljenih nepročišćenih otpadnih voda za razdoblje 1990. - 2021. prikazani su u Tablici 7.5-2.

Tablica 7.5-2: Podaci za proračun neizravne emisije CH₄ iz ispuštanja prikupljenih nepročišćenih otpadnih voda (1990. - 2021. godina)

Godina	DOC (kg BPK/1000 st/god)	Stanovništvo*	Ukupna organska tvar (kt DC/god)
1990.	21,899.86	526,000	14.399
1991.	21,899.55	496,000	13.578
1992.	21,899.58	492,000	13.468
1993.	21,899.60	511,000	13.988
1994.	21,899.63	511,000	13.988
1995.	21,900.00	514,000	14.071
1996.	21,900.00	494,000	13.523
1997.	21,900.00	503,000	13.770
1998.	21,900.00	495,000	13.551
1999.	21,900.00	501,000	13.715
2000.	21,900.00	487,000	13.195
2001.	21,899.65	473,000	12.976
2002.	21,899.70	473,000	12.976
2003.	21,900.16	473,000	12.976

Godina	DOC (kg BPK/1000 st/god)	Stanovništvo*	Ukupna organska tvar (kt DC/god)
2004.	21,900.00	474,000	12.976
2005.	21,900.01	474,000	12.976
2006.	21,900.17	474,000	12.976
2007.	21,899.89	474,000	12.976
2008.	21,900.13	474,000	12.976
2009.	21,900.13	474,000	12.948
2010.	21,902.04	472,000	12.922
F2011.	21,865.31	471,000	12.873
2012.	21,878.26	469,000	12.826
2013.	21,900.95	468,000	12.812
2014.	21,894.41	466,000	12.753
2015.	21,897.40	462,000	12.646
2016.	21,898.90	459,000	12.564
2017.	21,945.14	454,000	12.454
2018.	21,899.78	450,000	12.319
2019.	21,899.78	447,000	12.236
2020.	21,899.78	445,000	12.182
2021.	21,899.78	427,000	11.689

* 11% ukupnog stanovništva

Preporučena vrijednost za korekcijski faktor metana (MCF) za izravno ispuštanje (MCF = 0.1), predložena 2006 IPCC Guidancea, Svezak 5, Poglavlje 6, Tablica 6.3, korištena je u proračunu za cijelo razdoblje 1990. - 2021. godine.

Preporučena vrijednost za maksimalni kapacitet proizvodnje metana (Bo) u iznosu od 0.6 kg CH₄/kg BPK, predložena je 2006 IPCC Guidance-om, Svezak 5, Poglavlje 6, Tablica 6.2, korištena je u proračunu za cijelo razdoblje 1990. - 2021. godine.

Ukupna organska tvar (kt DC/god), uključena u CRF tablicu 5.D.1, dobiva se zbrajanjem ukupne organske tvari (kt DC/god) za individualne sustave prikupljanja i pročišćavanja otpadnih voda (septičke jame i slično) i ukupne organske tvari (kt DC/god) za ispuštanje prikupljenih nepročišćenih otpadnih voda (Tablica 7.5-3).

Tablica 7.5-3: Ukupna organska tvar (kt DC/god) uključena u CRF tablicu 5.D.1 (1990. - 2021. godina)

Godina	Ukupna organska tvar (kt DC/god) - individualni sustavi	Ukupna organska tvar (kt DC/god) - ispuštanje	Ukupna organska tvar (kt DC/god) - CRF 5.D.1
1990.	62.765	14.399	77.164
1991.	62.256	13.578	75.834
1992.	61.748	13.468	75.216
1993.	61.240	13.988	75.228
1994.	60.732	13.988	74.720
1995.	60.225	14.071	74.296
1996.	59.831	13.523	73.354
1997.	59.437	13.770	73.206
1998.	59.042	13.551	72.593
1999.	58.648	13.715	72.363
2000.	58.254	13.195	71.449
2001.	57.603	12.976	70.579
2002.	56.976	12.976	69.951

Godina	Ukupna organska tvar (kt DC/god) - individualni sustavi	Ukupna organska tvar (kt DC/god) - ispuštanje	Ukupna organska tvar (kt DC/god) - CRF 5.D.1
2003.	56.371	12.976	69.347
2004.	56.064	12.976	69.040
2005.	55.658	12.976	68.634
2006.	55.308	12.976	68.284
2007.	55.067	12.976	68.043
2008.	54.288	12.976	67.264
2009.	53.859	12.948	66.807
2010.	53.660	12.922	66.582
2011.	53.570	12.873	66.443
2012.	50.320	12.826	63.146
2013.	49.840	12.812	62.652
2014.	49.350	12.753	62.103
2015.	48.875	12.646	61.521
2016.	48.390	12.564	60.954
2017.	44.000	12.454	56.454
2018.	42.479	12.319	54.798
2019.	42.041	12.236	54.277
2020.	42.041	12.182	54.223
2021.	42.041	11.689	53.730

Kako je već spomenuto, 14.8% stanovništva otpadne vode pročišćava samo primarnim pročišćavanjem. Za primarni stupanj pročišćavanja MCF nije uključen u 2006 IPCC Guidance.

Pretpostavlja se da se svim centraliziranim sekundarnim i višim sustavima obrade otpadnih voda dobro upravlja i njihove se emisije mogu zanemariti (budući da je MCF = 0).

Godišnje emisije CH₄ iz kategorije 5.D.1 Otpadne vode kućanstava (iz individualnih sustava prikupljanja i pročišćavanja otpadnih voda i ispuštanja prikupljenih nepročišćenih otpadnih voda) za razdoblje 1990. - 2021. godine prikazane su na Slici 7.5-1.

Slika 7.5-1: Emisije CH₄ iz kategorije 5.D.1 Otpadne vode kućanstava (1990. - 2021. godina)



Tijekom izvještajnog razdoblja kontinuirano se smanjuje emisija CH₄ zbog smanjenja broja stanovništva s individualnim sustavima odvodnje otpadnih voda kao i ispuštanja prikupljenih nepročišćenih otpadnih voda.

Prema preporuci ERT-a tijekom *in-country* revizije 2018. godine i centralizirane revizije 2020. godine, potrebno je prikupiti detaljnije i potpune informacije o različitim sustavima obrade otpadnih voda kućanstava, posebno individualnih sustava pročišćavanja i ispuštanja otpadnih voda. Ove informacije treba koristiti za procjenu i poboljšanje točnosti proračuna emisije CH₄ iz otpadnih voda kućanstava. Navedeno je uključeno u Godišnji program prikupljanja podataka.

Emisije NH₃ preuzete su iz dokumenta *‘Izješće o inventaru emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske za 2020. godinu; Prema Konvenciji o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka (CLRTAP)’*. Emisije za 2021. godinu nisu bile dostupne u trenutku izrade inventara, stoga su izračunate istom metodologijom kao i emisije do 2020. godine, u skladu s metodologijom EMEP/EEA Guidebook, 2019.

Emisija didušikovog oksida (N₂O) iz otpadnih voda

Emisija N₂O iz otpadnih voda izračunava se pomoću IPCC Tier 1 metodologije preporučene 2006 IPCC Guidanceem.

Broj stanovnika za razdoblje 1990. - 2021. godine preuzet je iz Statističkih ljetopisa i Priopćenja Državnog zavoda za statistiku Republike Hrvatske (<https://www.dzs.hr/>). Podaci za Hrvatsku o godišnjem unosu proteina (eng. protein intake value, PIV) za razdoblje 1992. - 2018. preuzeti su iz FAOSTAT Statističke baze podataka. Za nedostupne podatke korištena je metoda linearne ekstrapolacije. Podaci za 1990. i 1991. godinu izračunati su uzimajući u obzir trend vrijednosti za unos proteina za razdoblje 1992. - 1994. godine. Trend vrijednosti za razdoblje 2015. - 2018. godine korišten je za izračunavanje nedostupnih podataka za 2019. i 2021. godinu.

Podaci o broju stanovnika i godišnjem unosu proteina za razdoblje 1990. - 2021. godine prikazani su u Tablici 7.5-4.

Tablica 7.5-4: Podaci o broju stanovnika i godišnjem unosu proteina (1990. - 2021. godina)

Godina	Broj stanovnika	Unos proteina (kg/st/god)
1990.	4,778,000	21.35
1991.	4,513,000	21.38
1992.	4,470,000	21.72
1993.	4,641,000	20.99
1994.	4,649,000	21.78
1995.	4,669,000	23.54
1996.	4,494,000	23.33
1997.	4,572,000	23.12
1998.	4,501,000	22.83
1999.	4,554,000	24.30
2000.	4,426,000	24.34
2001.	4,299,642	26.40
2002.	4,302,174	27.81
2003.	4,303,399	27.61
2004.	4,304,600	27.46
2005.	4,310,145	28.52
2006.	4,311,159	29.38

Godina	Broj stanovnika	Unos proteina (kg/st/god)
2007.	4,310,217	29.76
2008.	4,309,705	30.16
2009.	4,305,181	30.72
2010.	4,295,427	29.44
2011.	4,280,622	29.82
2012.	4,267,558	30.49
2013.	4,255,689	30.79
2014.	4,238,389	30.95
2015.	4,203,604	32.05
2016.	4,174,349	32.78
2017.	4,124,531	33.10
2018.	4,087,843	33.07
2019.	4,065,253	33.68
2020.	4,047,680	34.02
2021.	3,878,981	34.35

Preporučene vrijednosti za faktore i parametre predložene 2006 IPCC Guidance-om (Svezak 5, Tablica 6.11) korištene su u proračunu za cijelo razdoblje 1990. - 2021. godine:

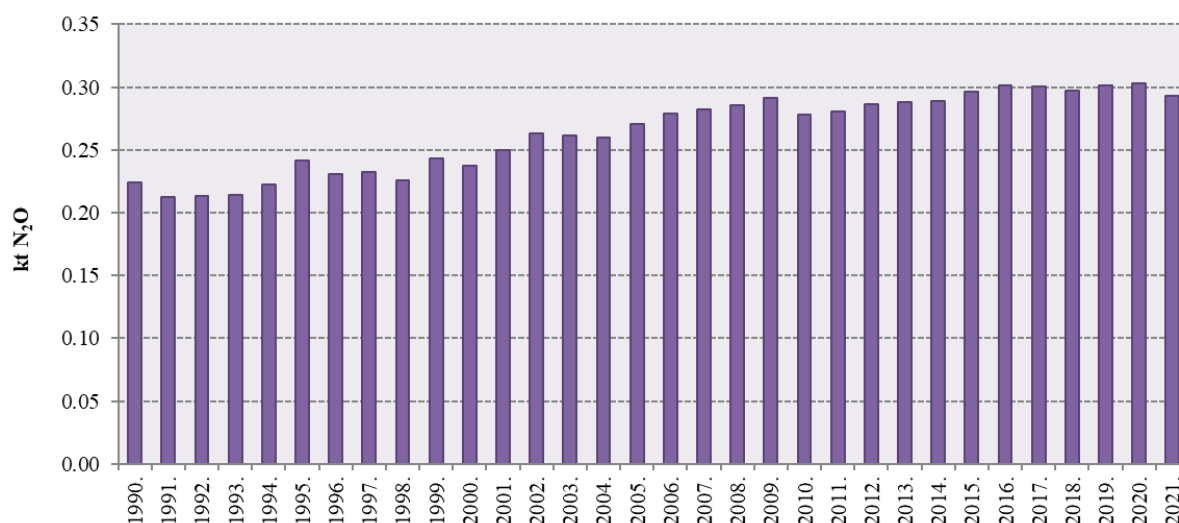
- faktor emisije ($EF_{EFFLUENT}$) = 0.005 kg N₂O-N/kg - N;
- udio dušika u proteinima (F_{NPR}) = 0.16 kg N/kg proteina;
- faktor za nekonzumirane proteine ($F_{NON-CON}$) = 1.4;
- faktor za ispuštanje proteina u kanalizaciju iz industrije i uslužnih djelatnosti ($F_{IND-COM}$) = 1.25;
- dušik uklonjen s muljem (N_{SLUDGE}) = 0 kg N/god.

Vezano uz preporuku TERT-a tijekom 2017 ESD revizije o procjeni emisije N₂O iz otpadnih voda, nema podataka o korištenju jedinica za odlaganje otpada u kućanstvima u Hrvatskoj. Tijekom revizije Hrvatska je predložila da se i dalje koristi faktor za nekonzumirane proteine $F_{NON-CON} = 1.4$ za razvijene zemlje umjesto $F_{NON-CON} = 1.1$ za zemlje u razvoju. Hrvatska je TERT-u dostavila izračune s oba faktora, $F_{NON-CON} = 1.4$ i $F_{NON-CON} = 1.1$ i zamolila potvrdu o prijedlogu da zadrži faktor za razvijene zemlje.

Nadležno tijelo treba potvrditi pretpostavku da manje od 1% kućanstava koristi jedinice za odlaganje otpada. Za sada podaci nisu dostupni. Zbog toga je $F_{NON-CON} = 1.4$ uključen u proračun emisije N₂O. Rekalkulacija s $F_{NON-CON} = 1.1$ biti će pripremljena nakon potvrde nadležnog tijela. Navedeno je uključeno u Godišnji program prikupljanja podataka.

Godišnje emisije N₂O iz otpadnih voda za razdoblje 1990. - 2021. godine prikazane su na Slici 7.5-2.

Slika 7.5-2: Emisije N₂O iz otpadnih voda (1990. - 2021. godina)



Trend emisija N₂O tijekom izvještajnog razdoblja ovisi o vrijednostima godišnjeg unosa proteina.

7.5.2.2. Otpadne vode industrije

Emisija metana iz otpadnih voda industrije izračunava se pomoću IPCC Tier 1 metodologije preporučene 2006 IPCC Guidanceem.

Državni zavod za statistiku je nadležno tijelo odgovorno za podatke o industrijskoj proizvodnji (t/god). Podaci o industrijskoj proizvodnji (t/god) za 3 industrijske grane s najvećim potencijalom emisije metana (Proizvodnja hrane i pića; Proizvodnja celuloze, papira i proizvoda od papira; Proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda) dostavljeni su iz MINGOR-a. Nedostupni podaci procijenjeni su metodom linearne interpolacije/ekstrapolacije.

Za izračunavanje ukupne organske razgradive tvari u otpadnim vodama industrije (kg KPK/god) potrebno je pomnožiti ukupnu industrijsku proizvodnju (tone) s proizvedenim otpadnim vodama (m³/t proizvoda) i razgradivom organskom tvari DOC (kg KPK/m³ otpadne vode).

$$t \times \frac{m^3}{t} \times \frac{kg \text{ KPK}}{m^3} = kg \text{ KPK}$$

Podaci o industrijskoj proizvodnji za razdoblje 1990. - 2021. godine prikazani su u Tablici 7.5-5.

Tablica 7.5-5: Podaci o industrijskoj proizvodnji (1990. - 2021. godina)

Godina	Industrijska proizvodnja (t)		
	Proizvodnja hrane i pića	Proizvodnja celuloze, papira i proizvoda od papira	Proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda
1990.	5,315,793*	339,150*	3,318,280*
1991.	5,351,454*	353,635*	3,255,152*
1992.	5,387,114*	368,120*	3,192,024*
1993.	5,422,775*	382,605*	3,128,896*
1994.	5,458,436*	453,729	3,065,768*
1995.	5,494,097*	412,203	3,147,255
1996.	5,529,757*	371,798	2,915,042

Godina	Industrijska proizvodnja (t)		
	Proizvodnja hrane i pića	Proizvodnja celuloze, papira i proizvoda od papira	Proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda
1997.	5,446,749	425,155	2,957,173
1998.	5,824,329	416,693	2,370,884
1999.	5,544,368	461,676	2,773,894
2000.	5,658,938	540,973	2,907,306
2001.	3,131,009	542,469	2,414,577
2002.	3,335,776*	568,227	2,325,925
2003.	3,544,664*	544,932	2,342,540
2004.	3,757,680	566,745	2,784,861
2005.	4,969,306	468,791	3,066,741
2006.	5,455,702	538,793	2,939,226
2007.	5,179,332	583,172	3,282,811
2008.	5,173,879	595,836	3,127,388
2009.	4,332,625	406,574	2,369,124
2010.	4,138,898	656,501	2,717,498
2011.	4,264,109	639,814	2,652,785
2012.	4,201,798	559,322	2,428,151
2013.	4,031,991	505,283	2,349,055
2014.	4,270,581	506,894	2,473,474
2015.	4,170,060	522,121	2,677,131
2016.	4,278,281	597,989	2,636,934
2017.	4,317,779	623,360	3,040,299
2018.	4,114,213	618,384	2,736,170
2019.	4,441,386	643,389	2,955,198
2020.	4,072,146	646,114	2,891,373
2021.	4,209,249	635,962	2,860,914

* nedostupni podaci o industrijskoj proizvodnji (t/god) procijenjeni su metodom linearne interpolacije/ekstrapolacije:

- proizvodnja hrane i pića: podaci za razdoblje 1990. - 1996. godine procijenjeni su metodom ekstrapolacije uzimajući u obzir trend vrijednosti za razdoblje 1997. - 2000. godine; podaci za 2002. i 2003. godinu procijenjeni su metodom interpolacije uzimajući u obzir trend vrijednosti za razdoblje 2001. - 2004. godine;
- proizvodnja celuloze, papira i proizvoda od papira: podaci za razdoblje 1990. - 1993. godine procijenjeni su metodom ekstrapolacije uzimajući u obzir trend vrijednosti za razdoblje 1994. - 2000. godine;
- proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda: podaci za razdoblje 1990. - 1994. godine procijenjeni su metodom ekstrapolacije uzimajući u obzir trend vrijednosti za razdoblje 1995. - 2000. godine.
- svi podaci za 2021. procijenjeni su kao srednja vrijednost podataka za godine 2018. - 2020.

Nema dostupnih podataka za razgradivu organsku komponentu, DOC (kg COD/m³ otpadne vode) i proizvedenu otpadnu vodu (m³/tona proizvoda). Prosječne vrijednosti izračunate koristeći zadane vrijednosti za različite vrste industrije, predložene 2006 IPCC Guidelines, Dio 5, Tablica 6.9, korištene su za izračun emisije za cijelo razdoblje 1990. - 2021. (Tablica 7.5-7). Podaci o volumenu ispuštene otpadne vode za razdoblje 1990. - 2021. godine prikazani su u Tablici 7.5-6.

Tablica 7.5-6: Podaci o razgradivoj organskoj tvari i proizvedenoj otpadnoj vodi (1990. - 2021. godina)

Parametar	Proizvodnja hrane i pića	Proizvodnja celuloze, papira i proizvoda od papira	Proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda
DOC (kg KPK/m ³ otpadne vode)*	4.66	9.00	3.00
Proizvedena otpadna voda (m ³ /t proizvoda)**	15.55	162.00	67.00

* sljedeće preporučene vrijednosti za DOC (kg KPK/m³ otpadne vode) su korištene:

- proizvodnja hrane i pića: rafiniranje alkohola: 11.00; pivo i slad: 2.90; kava: 9.00; mliječni proizvodi: 2.70; prerada ribe: 2.50; meso i perad: 4.10; rafiniranje šećera: 3.20; povrće, voće i sokovi: 5.00; vino i ocat: 1.50 (prosječna vrijednost = 4.66 kg KPK/m³ otpadne vode);
- proizvodnja celuloze, papira i proizvoda od papira: celuloza i papir (kombinirano): 9.00 kg KPK/m³ otpadne vode;
- proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda: organske kemikalije: 3.00 kg KPK/m³ otpadne vode.

** sljedeće preporučene vrijednosti za proizvedenu otpadnu vodu (m³/t proizvoda) su korištene:

- proizvodnja hrane i pića: rafiniranje alkohola: 24.00; pivo i slad: 6.30; kava: NA; mliječni proizvodi: 7.00; prerada ribe: NA; meso i perad: 13.00; rafiniranje šećera: NA; povrće, voće i sokovi: 20.00; vino i ocat: 23.00 (prosječna vrijednost = 15.55 m³/t proizvoda);
- proizvodnja celuloze, papira i proizvoda od papira: celuloza i papir (kombinirano): 162.00 m³/t proizvoda;
- proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda: organske kemikalije: 67.00 m³/t proizvoda.

Razgradiva organska tvar uklonjena kao mulj koji se odlaže na odlagališta i koristi u druge svrhe (kompostiranje, primjena u poljoprivredi) oduzeta je od ukupne organske tvari za cijelo razdoblje 1990. - 2021. godine i to je uključeno u CRF tablicu 5.D.2.

Ukupna razgradiva organska tvar u otpadnoj vodi industrije (kt KPK/god) i uklonjeni mulj (kt DC/god) za razdoblje 1990. - 2021. godine prikazani su u Tablici 7.5-8.

Tablica 7.5-7: Razgradiva organska tvar u otpadnoj vodi industrije i uklonjeni mulj (1990. - 2021. godina)

Godina	Razgradiva organska tvar u otpadnoj vodi industrije			Ukupna razgradiva organska tvar u otpadnoj vodi industrije (kt KPK/god)	Uklonjeni mulj (kt DC/god)
	Proizvodnja hrane i pića	Proizvodnja celuloze, papira i proizvoda od papira	Proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda		
1990.	384.831	494.481	666.974	1,546.286	16.317
1991.	387.413	515.600	654.286	1,557.298	16.317
1992.	389.994	536.719	641.597	1,568.310	16.317
1993.	392.576	557.838	628.908	1,579.322	16.317
1994.	395.157	661.537	616.219	1,672.914	16.317
1995.	397.739	600.992	632.598	1,631.329	16.317
1996.	400.321	542.081	585.923	1,528.326	16.317
1997.	394.311	619.876	594.392	1,608.579	16.317
1998.	421.646	607.538	476.548	1,505.732	16.317
1999.	401.378	673.124	557.553	1,632.055	16.317
2000.	409.673	788.739	584.369	1,782.780	16.317

Godina	Razgradiva organska tvar u otpadnoj vodi industrije			Ukupna razgradiva organska tvar u otpadnoj vodi industrije (kt KPK/god)	Uklonjeni mulj (kt DC/god)
	Proizvodnja hrane i pića	Proizvodnja celuloze, papira i proizvoda od papira	Proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda		
2001.	226.666	790.920	485.330	1,502.916	16.317
2002.	241.490	828.475	467.511	1,537.476	16.317
2003.	256.612	794.511	470.851	1,521.973	16.317
2004.	272.033	826.314	559.757	1,658.104	16.317
2005.	359.747	683.497	616.415	1,659.660	16.332
2006.	394.959	785.560	590.784	1,771.304	16.347
2007.	374.952	850.265	659.845	1,885.062	16.352
2008.	374.557	868.729	628.605	1,871.891	17.384
2009.	313.656	592.785	476.194	1,382.634	22.534
2010.	299.631	957.178	546.217	1,803.03	19.133
2011.	308.695	932.849	533.210	1,774.75	23.572
2012.	304.184	815.491	488.058	1,607.73	26.526
2013.	291.892	736.703	472.160	1,500.75	39.109
2014.	309.164	739.051	497.168	1,545.38	32.997
2015.	301.887	761.252	538.103	1,601.24	37.308
2016.	309.721	871.868	530.024	1,711.613	27.014
2017.	312.581	908.859	611.100	1,832.540	29.311
2018.	297.844	901.603	549.970	1,749.418	33.180
2019.	321.529	938.062	593.995	1,878.444	22.447
2020.	294.799	942.034	581.166	1,817.998	41.397
2021.	304.724	927.233	575.044	1,807.000	36.580

Ne postoji dovoljno informacija o udjelima otpadnih voda obrađenih određenim sustavima za obradu otpadnih voda. Prema preporuci ERT-a tijekom *in-country* revizije 2018. godine i centralizirane revizije 2020. godine, potrebno je prikupiti detaljnije i potpune informacije o različitim sustavima pročišćavanja otpadnih voda industrije koji se koriste, volumenu otpadnih voda obrađenih aerobno ili anaerobno te ispuštanih u vodotoke i more. Navedeno je uključeno u Godišnji program prikupljanja podataka.

Nacionalni podaci za korekcijski faktor metana (MCF) nisu dostupni. Uslijed činjenice da se većina otpadnih voda industrije obrađuje aerobno, prema stručnoj procjeni određena je vrijednost za MCF u iznosu od 0.01 (raspon vrijednosti predložen je 2006 IPCC Guidanceem, Svezak 5, Poglavlje 6.2.3.2, Tablica 6.8). Ta vrijednost korištena je u proračunu za cijelo razdoblje 1990. - 2021. godine.

Preporučena vrijednost za maksimalni kapacitet proizvodnje metana (Bo) u iznosu od 0.25 kg CH₄/kg KPK, predložena 2006 IPCC Guidanceem, Svezak 5, Poglavlje 6.2.3.2, strana 6.21, korištena je u proračunu za cijelo razdoblje 1990. - 2021. godine.

Nacionalni podaci za ukupnu količinu regeneriranog/spaljenog metana (R) nisu dostupni. Preporučena vrijednost, koja je jednaka nuli, predložena 2006 IPCC Guidanceem korištena je u proračunu za cijelo razdoblje 1990. - 2021. godine.

Godišnje emisije CH₄ iz kategorije 5.D.2 Otpadne vode industrije za razdoblje 1990. - 2021. godine prikazane su na Slici 7.5-3.

Slika 7.5-3: Emisije CH₄ iz kategorije 5.D.2 Otpadne vode industrije (1990. – 2021. godina)



Fluktuirajući trend emisija CH₄ tijekom izvještajnog razdoblja ovisi o podacima o industrijskoj proizvodnji.

Emisije NMHOS i NH₃ preuzete su iz dokumenta *‘Izvešće o inventaru emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske za 2020. godinu; Prema Konvenciji o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka (CLRTAP)’*.

Emisije za 2021. godinu nisu bile dostupne u trenutku izrade inventara. Emisija NH₃ izračunata je istom metodologijom kao i emisija do 2020. godine, u skladu s metodologijom 2019 EMEP/EEA Guidebook, dok je za emisiju NMHOS korištena oznaka NE.

7.5.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna emisije

Nesigurnost procjene emisije CH₄ iz otpadnih voda kućanstava i industrije prvenstveno se odnosi na primijenjeni preporučeni faktor emisije i procijenjene vrijednosti razgradive organske tvari. Podaci su procijenjeni na temelju informacija iz različitih izvora pa stoga imaju visoku nesigurnost. Nedostupni podaci su procijenjeni metodama linearne interpolacije i ekstrapolacije te ostalim tehnikama procjene, što predstavlja dodatnu nesigurnost proračuna.

Nesigurnost procjene emisije N₂O iz otpadnih voda prvenstveno se odnosi na primijenjeni preporučeni faktor emisije i ekstrapolirane vrijednosti za unos proteina.

Nesigurnost procjene podataka o aktivnosti za izračunavanje emisije CH₄ iz otpadnih voda kućanstava iznosi 30%. Nesigurnost procjene podataka o aktivnosti za izračunavanje emisije CH₄ iz otpadnih voda industrije iznosi 30%. Nesigurnost procjene podataka o aktivnosti za izračunavanje emisije N₂O iz otpadnih voda iznosi 50%. Na temelju dobivenih informacija o podacima o aktivnosti prema Godišnjem programu prikupljanja podataka, stručnjak odgovoran za proračun emisija u Sektoru 5 Otpad procjenjuje nesigurnost podataka koristeći vrijednosti preporučene u 2006 IPCC Guidanceu, koje su uključene u tablicama u poglavljima o procjeni nesigurnosti za pojedine kategorije. Procjena nesigurnosti temeljena na stručnoj procjeni slijedi smjernice 2006 IPCC Guidancea, Svezak 1, Poglavlje 3.

Nesigurnost procjene faktora emisije CH₄ za otpadne vode kućanstava iznosi 30%, prema predloženim vrijednostima iz 2006 IPCC Vodiča.

Nesigurnost procjene faktora emisije CH₄ za otpadne vode industrije iznosi 30%, prema predloženim vrijednostima iz 2006 IPCC Guidancea.

Nesigurnost procjene faktora emisije N_2O za otpadne vode iznosi 50%, prema predloženim vrijednostima iz 2006 IPCC Vodiča.

Detaljnije informacije o nesigurnosti procjene prikazane su u Prilogu 2.

Emisije CH_4 iz otpadnih voda kućanstava i industrije te emisije N_2O iz otpadnih voda izračunate su korištenjem iste metodologije za cijelo razdoblje proračuna. Korišteni su različiti izvori podataka.

7.5.4. Kontrola i osiguranje kvalitete proračuna (QA/QC)

Tijekom pripreme inventara aktivnosti kontrole kvalitete uglavnom su bile usmjerene na cjelovitost i konzistentnost ulaznih podataka i izračunatih emisija te na ispravan prijenos u CRF tablice, kao i odgovarajuću upotrebu notacijskih oznaka, prema QA/QC planu.

Tijekom prikupljanja podataka, provjera podataka provedena je u smislu cjelovitosti i vjerodostojnosti. Za potrebu pojašnjenja podataka, kontaktirana je institucija odgovorna za dostavu podataka. Svi koraci provjere i potvrđivanja podataka su dokumentirani.

Tijekom pripreme inventara provjerena je ispravnost svih podataka i parametara u proračunskim datotekama. Provjerena je i dokumentirana vjerodostojnost rezultata procjena i njihovih trendova. Objašnjene su sve pretpostavke, stručne procjene i rekalkulacije. Preneseni podaci o aktivnosti i izračunate emisije u CRF tablicama provjereni su usporedbom s podacima u proračunskim tablicama.

Emisije CH_4 i N_2O iz upravljanja otpadnim vodama izračunate su korištenjem prve razine proračuna (Tier 1). Nesigurnost procjene je vrlo visoka zbog procjene nedostupnih podataka i primijenjenih preporučenih faktora emisije. Potrebno je prikupiti podatke za izračunavanje nacionalnih faktora emisije za otpadne vode kućanstava i industrije kako bi se koristila metoda više razine proračuna emisije CH_4 .

Svi ulazni podaci i informacije relevantne za proračun emisije su dokumentirani i arhivirani.

7.5.5. Rekalkulacije emisije

Revidirani podaci o broju stanovnika uključeni su u proračun emisija za kategoriju 5.D.1. Rekalkulirane su emisije CH_4 za razdoblje 2000.-2003. i 2009., te emisije N_2O za 1997. i 2000.-2010.

7.5.6. Planirana poboljšanja proračuna emisije

Hrvatska trenutno priprema opsežan istraživački projekt koji provodi Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja u vezi s poboljšanjima sustava i razvojem povijesnih baza podataka za izračun i izvješćivanje o emisijama stakleničkih plinova iz sektora otpada. U trenutku izrade popisa za 2023. godinu zaključene su samo prve faze projekta, dok su preostale faze trenutno u tijeku i bit će uključene u popis za 2024. godinu.

Poglavlje 8: Ostalo (CRF sektor 6)

Smjernice za izvješćivanje UNFCCC-a (Odluka 24/CP.19), stavak 29. ukazuju da bi stranke iz Priloga I. trebale izvijestiti i eksplicitno opisati pojedinosti o emisijama iz svakog izvora plinova specifičnog za zemlju koji nisu dio IPCC smjernica.

Emisija i uklanjanja u sektoru Ostalo nisu prijavljene ni za jedan od navedenih plinova CO₂, CH₄, N₂O, HFC-ima, PFC-ima, SF₆, NF₃.

Poglavlje 9: Indirektna emisija CO₂ i N₂O

9.1. Opis izvora indirektnih emisija inventara stakleničkih plinova

U skladu sa točkom 29. 2006 IPCC Guidancea članice mogu izabrati da li žele prijaviti neizravne emisije CO₂ iz atmosferske oksidacije CH₄, CO i NMHOS-eva, ili neizravne emisije N₂O koje proizlaze iz drugih izvora od onih u poljoprivredi i LULUCF sektora. Republika Hrvatska se nije odlučila na prijavu neizravnih emisija.

Informacije o prekursorima ozona: ugljični monoksid (CO), dušikovi oksidi (NO_x) i ne-metanskih hlapivih organskih spojeva (NMHOS), kao i sumporni oksidi (SO₂) dani su u poglavlju 9.2.

9.2. Metodologija proračuna emisija

Fotokemijski aktivni plinovi ugljikov monoksid (CO), dušikovi oksidi (NO_x) i ne-metanski hlapivi organski spojevi (NMHOS) indirektno doprinose stakleničkom efektu. Nazivaju se indirektni staklenički plinovi ili prethodnici ozona jer sudjeluju u procesu stvaranja i razgradnje ozona koji je također jedan od stakleničkih plinova. Za sumporov dioksid (SO₂) se smatra da, kao prethodnik sulfata i aerosola, negativno utječe na staklenički efekt. Emisije indirektnih stakleničkih plinova preuzete su iz nacрта dokumenta 'Informativno izvješće o inventaru emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske (za razdoblje 1990. - 2020.)'; Prema Konvenciji o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka (CLRTAP). Emisije indirektnih stakleničkih plinova u razdoblju od 1990.-2020. prikazane su u tablici 9.2-1. Informativno izvješće o inventaru za 2021. nije bilo dostupno u vrijeme izrade ovog izvješća, stoga je za izvješćivanje korištena oznaka NE.

Emisije indirektnih stakleničkih plinova u razdoblju od 1990.-2020. prikazane su u tablici 9.2-1.

Tablica 9.2-1: Emisije prethodnika ozona i SO₂ po sektorima (kt)

Onečišćujuća tvar	1990.	1995.	2000.	2005.	2010.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
Emisije NO _x	111.19	88.41	170.97	91.49	73.96	66.39	64.30	114.20	53.32	52.65	50.20	NE
Energetika	97.55	72.02	80.54	78.53	63.24	49.44	49.98	49.52	44.55	43.59	40.85	NE
Industrijski	2.66	2.53	2.53	2.29	1.52	1.03	0.92	1.16	0.89	0.75	0.94	NE
Poljoprivreda	10.35	7.43	7.91	8.67	7.70	6.87	6.54	7.26	7.08	7.12	7.12	NE
LULUCF	0.62	6.43	79.99	2.01	1.50	9.05	6.86	56.25	0.80	1.19	1.29	NE
Otpad	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	NO,NE ,IE,NA	NO,NE ,IE,NA	NO,NE ,IE,NA	NO,NE ,IE,NA	NE
Emisije CO	551.55	443.62	478.82	415.64	325.95	267.39	258.82	261.41	229.32	215.89	218.24	NE
Energetika	511.49	415.59	435.39	397.57	325.60	265.16	256.99	251.31	228.56	215.24	214.16	NE
Industrijski	39.91	27.26	30.12	17.37	0.18	0.21	0.00	0.01	0.23	0.12	0.08	NE
Poljoprivreda	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NE
LULUCF	0.15	0.76	13.30	0.70	0.18	2.02	1.82	10.09	0.53	0.52	4.00	NE
Otpad	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	NO,NE ,IE,NA	NO,NE ,IE,NA	NO,NE ,IE,NA	NO,NE ,IE,NA	NE
Emisija	162.03	114.46	106.57	109.39	87.84	68.90	70.05	72.19	67.06	72.80	70.35	NE
Energetika	67.22	55.81	58.95	53.42	43.65	33.97	32.72	31.49	29.60	27.86	27.21	NE
Industrijski	83.67	49.08	30.58	45.89	33.82	23.91	26.52	24.94	27.56	33.73	31.07	NE
Poljoprivreda	10.83	8.67	8.71	9.42	9.56	9.34	9.33	9.35	9.01	9.30	9.02	NE
LULUCF	0.10	0.63	7.94	0.21	0.15	0.92	0.71	5.62	0.10	1.13	2.29	NE
Otpad	0.21	0.27	0.38	0.45	0.66	0.75	0.77	0.80	0.79	0.77	0.77	NE
Emisija SO ₂	170.10	76.82	59.99	58.33	35.02	15.51	14.39	12.29	9.84	7.36	5.87	NE

Onečišćujuća tvar	1990.	1995.	2000.	2005.	2010.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
Energetika	169.37	76.55	59.54	57.92	35.01	15.50	14.39	12.29	9.83	7.35	5.87	NE
Industrijski procesi	0.72	0.27	0.44	0.41	0.01	0.01	NO,NE ,NA	0.00	0.01	0.00	0.00	NE
Poljoprivreda	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NE
LULUCF	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NE
Otpad	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	NO	NO	NO	NO	NE

9.3. Nesigurnost procjene i konzistentnost proračuna

Detaljnije informacije dane su u dokumentu "Informativno izvješće o inventaru emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske (za razdoblje 1990.-2020.)"; prema Konvenciji o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka (CLRTAP)“.

9.4. QA/QC procedure i verifikacija

Detaljnije informacije dane su u dokumentu "Informativno izvješće o inventaru emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske (za razdoblje 1990.-2020.)"; prema Konvenciji o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka (CLRTAP)“.

9.5. Rekalkulacije emisija

Detaljnije informacije dane su u dokumentu "Informativno izvješće o inventaru emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske (za razdoblje 1990.-2020.)"; prema Konvenciji o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka (CLRTAP)“.

9.6. Planirana poboljšanja proračuna

Detaljnije informacije dane su u dokumentu Informativno izvješće o inventaru emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske (za razdoblje 1990.-2020.)"; prema Konvenciji o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka (CLRTAP)“.

Poglavlje 10: Rekalkulacije i poboljšanja

10.1. Objašnjenja i opravdanost rekalkulacija uključujući očitovanje na reviziju

Ključne razlike između prethodne i posljednje predaje CRF tablica za vremensku seriju 1990.-2020. opisane su u svakom poglavlju Inventara. Tablica s razlikom između emisija NIR 2023 i NIR 2022 za 1990. ispunjena je notacijskim ključem NE jer je CRF Summary tablica 2 za NIR 2022 izračunata s AR4, a tablica za NIR 2023 s AR5 GWP pa nije bilo moguće napraviti usporedbu

Tablica 10.1-1: Razlike između emisija NIR 2023 i NIR 2022 za 1990. godinu

Razlike između NIR 2023 i NIR 2022 za 1990. godinu	CO ₂ ⁽¹⁾	CH ₄	N ₂ O	HFCs, PFCs, SF ₆ , NF ₃	Ukupno
	CO ₂ eq (kt)				
Ukupno	NE	NE	NE	NE	NE
1. Energetika	NE	NE	NE	NE	NE
A. Izgaranje goriva (sektorski pristup)	NE	NE	NE	NE	NE
B. Fugitivne emisije	NE	NE	NE	NE	NE
2. Industrijski procesi i uporaba otapala	NE	NE	NE	NE	NE
A. Mineralna industrija	NE	NE	NE	NE	NE
B. Kemijska industrija	NE	NE	NE	NE	NE
C. Metalna industrija	NE	NE	NE	NE	NE
D. Neenergetska potrošnja i uporaba otapala	NE	NE	NE	NE	NE
E. Elektronička industrija	NE	NE	NE	NE	NE
F. Proizvodi koji se koristi kao zamjena za ODS	NE	NE	NE	NE	NE
G. Ostali proizvodi	NE	NE	NE	NE	NE
3. Poljoprivreda	NE	NE	NE	NE	NE
A. Crijevna fermentacija	NE	NE	NE	NE	NE
B. Upravljanje stajskim gnojem	NE	NE	NE	NE	NE
C. Uzgoj riže	NE	NE	NE	NE	NE
D. Poljoprivredna tla	NE	NE	NE	NE	NE
E. Gorenje savana	NE	NE	NE	NE	NE
F. Spaljivanje poljoprivrednih ostataka	NE	NE	NE	NE	NE
G. Upotreba vapna	NE	NE	NE	NE	NE
H. Upotreba uree	NE	NE	NE	NE	NE
4. Šumarstvo	NE	NE	NE	NE	NE
A. Šumsko zemljište	NE	NE	NE	NE	NE
B. Usjevi	NE	NE	NE	NE	NE
C. Travnjaci	NE	NE	NE	NE	NE
D. Močvare	NE	NE	NE	NE	NE
E. Naselja	NE	NE	NE	NE	NE
F. Ostalo	NE	NE	NE	NE	NE
G. Drvni proizvodi	NE	NE	NE	NE	NE
5. Otpad	NE	NE	NE	NE	NE
A. Odlaganje krutog otpada	NE	NE	NE	NE	NE
B. Biološka obrada čvrstog otpada	NE	NE	NE	NE	NE
C. Spaljivanje	NE	NE	NE	NE	NE
D. Obrada otpadnih voda i ispuštanje	NE	NE	NE	NE	NE
Ukupna emisija CO ₂ ekvivalenta bez LULUCF-a					NE
Ukupna emisija CO ₂ ekvivalenta sa LULUCF-a					NE

Tablica 10.1-2: Razlike između emisija NIR 2023 i NIR 2022 za 2020. godinu

Razlike između NIR 2023 i NIR 2022 za 2020. godinu	CO ₂ ⁽¹⁾	CH ₄	N ₂ O	HFCs, PFCs, SF ₆ , NF ₃	Ukupno
	CO ₂ eq (kt)				
Ukupno	NE	NE	NE	NE	NE
1. Energetika	NE	NE	NE	NE	NE
A. Izgaranje goriva (sektorski pristup)	NE	NE	NE	NE	NE
B. Fugitivne emisije	NE	NE	NE	NE	NE
2. Industrijski procesi i uporaba otapala	NE	NE	NE	NE	NE
A. Mineralna industrija	NE	NE	NE	NE	NE
B. Kemijska industrija	NE	NE	NE	NE	NE
C. Metalna industrija	NE	NE	NE	NE	NE
D. Neenergetska potrošnja i uporaba otapala	NE	NE	NE	NE	NE
E. Elektronička industrija	NE	NE	NE	NE	NE
F. Proizvodi koji se koristi kao zamjena za ODS	NE	NE	NE	NE	NE
G. Ostali proizvodi	NE	NE	NE	NE	NE
3. Poljoprivreda	NE	NE	NE	NE	NE
A. Crijevna fermentacija	NE	NE	NE	NE	NE
B. Upravljanje stajskim gnojem	NE	NE	NE	NE	NE
C. Uzgoj riže	NE	NE	NE	NE	NE
D. Poljoprivredna tla	NE	NE	NE	NE	NE
E. Gorenje savana	NE	NE	NE	NE	NE
F. Spaljivanje poljoprivrednih ostataka	NE	NE	NE	NE	NE
G. Upotreba vapna	NE	NE	NE	NE	NE
H. Upotreba uree	NE	NE	NE	NE	NE
4. Šumarstvo	NE	NE	NE	NE	NE
A. Šumsko zemljište	NE	NE	NE	NE	NE
B. Usjevi	NE	NE	NE	NE	NE
C. Travnjaci	NE	NE	NE	NE	NE
D. Močvare	NE	NE	NE	NE	NE
E. Naselja	NE	NE	NE	NE	NE
F. Ostalo	NE	NE	NE	NE	NE
G. Drvni proizvodi	NE	NE	NE	NE	NE
5. Otpad	NE	NE	NE	NE	NE
A. Odlaganje krutog otpada	NE	NE	NE	NE	NE
B. Biološka obrada čvrstog otpada	NE	NE	NE	NE	NE
C. Spaljivanje	NE	NE	NE	NE	NE
D. Obrada otpadnih voda i ispuštanje	NE	NE	NE	NE	NE
Ukupna emisija CO ₂ ekvivalenta bez LULUCF-a					NE
Ukupna emisija CO ₂ ekvivalenta sa LULUCF-a					NE

10.2. Utjecaj na korištene razine prilikom proračuna emisija

Rekalkulacije su provedene u skladu s:

- 1) Odlukama sektorskih eksperata
- 2) Preporukama revizorskog tima (prijedlozi objavljeni u Izvješću o pojedinačnom godišnjem pregledu Inventara u 2020. godini)

10.3. Utjecaj rekalkulacija na emisije, uključujući konzistentnost proračuna emisija

U NIR-u 2023 rekalkulacije su uglavnom zbog prijedloga ESD i UNFCCC revizorskih timova, ispravaka grešaka te prelazaka na višu razinu proračuna.

10.4. Planirana poboljšanja inventara, uključujući odgovore na revizijski proces

Hrvatski nacionalni sustav prema Odluci 19/CMP.1 je uspostavljen 2007. godine na osnovu Zakona o klimatskim promjenama i zaštiti ozonskog sloja (NN 127/2019) i Pravilnika o praćenju emisija stakleničkih plinova u Republici Hrvatskoj. Uredba o praćenju emisija stakleničkih plinova, politike i mjera za njihovo smanjenje u Republici Hrvatskoj je stupila na snagu 2012. godine s namjerom usklađivanja nacionalnog sustava sa zahtjevima mehanizama EU za praćenje i izvještavanje o emisijama stakleničkih plinova propisanih u Odlukama 280/2004/EC, 2005/166/EC, 406/2009/EC i nacrtu nove Uredbe o mehanizmima praćenja emisija stakleničkih plinova (eng. Monitoring Mechanism Regulation). Spomenuti zakonski dokumenti zamijenjeni su Uredbom (EU) br. 525/2013 Europskoga parlamenta i Vijeća Europe od 21. svibnja 2013. godine o mehanizmu praćenja i izvješćivanja o emisijama i izvješćivanje o drugim podacima na nacionalnoj i na razini Unije relevantnim za klimatske promjene, kojom se stavlja izvan snage Odluka 280/2004/EZ. Prema posljednjem godišnjem revizorskom izvješću, Hrvatski nacionalni sustav nastavlja s izvođenjem svojih općih i specifičnih funkcija.

Općenito, razvojni proces inventara obuhvaća planiranje, izradu i upravljanje inventarom, te svaka od ovih komponenti mora biti periodički ocijenjena i poboljšana. Osnove za planiranje poboljšanja inventara su: QA/QC program, QA/QC plan, preporuke dobivene od Povjerenstva za međusektorsku koordinaciju za nacionalni sustav i preporuke dobivene od stručnih revizorskih timova tijekom postupka pregleda inventara.

Međusektorska i opća planirana poboljšanja

S obzirom na fazu planiranja inventara, veća pažnja se mora posvetiti učinkovitosti prikupljanja podataka o aktivnostima, osobito u slučajevima kada rokovi za podnošenje podataka o aktivnostima različitih izvora podataka nisu u potpunosti ispunjeni i/ili podaci o aktivnostima nedostaju u slučaju planiranja ugradnje viših razina IPCC metodologije za procjenjivanje emisija.

Budući da izradu inventara, u skladu s nacionalnim propisima, izvodi vanjska ovlaštena institucija, dosta je značajno pratiti raspored aktivnosti definiran zakonodavnim okvirom, te QA/QC programom i Programom prikupljanja podataka o aktivnostima. U tu svrhu, izraditi će se pisani protokoli za podnošenje podataka o aktivnostima i prilagođavanje po sektorima, kako bi se predvidjela moguća uska grla i rješenja. Fokus protokola bi bio na osiguranju prihvatljivih i robusnih tehnika usklađivanja, tehničkih ispravaka i ponovnih izračuna od strane MINGOR-a i/ili ovlaštene institucije, ukoliko podaci o aktivnostima nedostaju u čitavom vremenskom razdoblju i/ili izvori podataka nisu u mogućnosti provesti takva usklađivanja.

Nadalje, Povjerenstvo za međusektorsku koordinaciju za nacionalni sustav, osnovano vladinom odlukom 2014. godine, ima aktivnu ulogu u organizaciji prikupljanja podataka o aktivnostima u skladu s utvrđenim rasporedom, davat će preporuke za poboljšanje inventara i njegovo usvajanje.

Ipak, postupak godišnjeg pregleda koji provodi stručni revizorski tim Okvirne konvencije Ujedinjenih naroda o promjeni klime će i dalje biti ključni pokretač promjena, prioritizacije i poboljšanja inventara. U svezi s time, preporuke od posljednjeg godišnjeg revizorskog izvješća su prikazane u tablici 10.4-3 uz naglasak na raspored njihovih primjena.

U fazi izrade inventara je odlučeno pojačati primjenu specifičnih QC postupaka (pristup 2) za kategorije ključnih izvora, te istražiti mogućnosti primjene detaljnih odozdola prema gore (eng. bottom-up) godišnjih izvješća o emisijama stakleničkih plinova, koje izrađuju operateri ili vlasnici postrojenja i verificiraju ovlaštena/akreditirana tijela koja potpadaju pod EU ETS Direktivu, kako bi se uskladile emisije o stakleničkim plinovima izvještavane putem različitih režima praćenja i izvještavanja. U slučaju da se proračuni emisija postrojenja provedeni pristupom odozdola prema gore (pristup 3) mogu uskladiti s postojećim pristupom 1 ili pristupom 2, tada će stručnjaci za proračun primijeniti viši pristup.

Za upravljanje inventarom, odlučeno je da se unaprijedi postojeći sustav arhiviranja, osobito Evidencija podataka inventara (IDRS), razvijajući rješenje baze podataka za arhiviranje podataka sadržanih u IDRS, kako bi se postiglo bolje i korisnički prihvatljivo pretraživanje i analiza, budući da se količina podataka znatno povećala. Kao odgovor na zahtjeve za pojašnjenjem informacija o inventaru, a koje proizlaze iz različitih faza pregleda i informacija o nacionalnom sustavu, uspostaviti će se bolja koordinacija između sudionika.

U Tablici 10.4-1 prikazane su preporuke od posljednjeg godišnjeg revizorskog izvješća s ostvarivim vremenskim slijedom njihove realizacije (dugotrajno označava razdoblje duže od 2 godine za primjenu određene preporuke). Preporuke će biti ugrađene u Godišnji plan poboljšanja i odobrene od nadležnih tijela.

Tablica 10.4-1: Preporuke iz zadnjeg Izvješća o pregledu inventara uz status o implementaciji

CRF kategorija	Preporuka		Status implementacije	Pogl. NIR
Sektor energetike				
1.A Izgaranje goriva – sektorski pristup – plinovita, tekuća i kruta goriva – CO ₂	ERT preporučuje da Hrvatska kao prioritet provede projekte poboljšanja za energetski sektor koji se bave metodološkim pristupom koji se koristi za procjene emisija za ključne kategorije u skladu sa Smjernicama IPCC-a iz 2006. godine.	E.1.	Dugoročni cilj	3.2.4
1.A.2 Proizvodna industrija i građevinarstvo – plinovita, tekuća i kruta goriva – CO ₂ , CH ₄ i N ₂ O	Podijeliti potrošnju goriva i emisije iz proizvodnje električne i toplinske energije u proizvodnim industrijama i građevinarstvu za 1990. – 2000. u skladu s detaljnom industrijskom podjelom za stacionarno izgaranje danom u Smjernicama IPCC-a iz 2006. godine.	E.5.	Dugoročni cilj	3.2.5.
1.A.2.a Željezo i čelik – plinovita goriva – CO ₂	Ukloniti količinu prirodnog plina koji se koristi kao sirovina za proizvodnju čelika iz podkategorije 1.A.2.a (željezo i čelik) i sukladno tome revidirati svoje procjene emisija CO ₂ za proizvodnju željeza i čelika osiguravajući da nema dvostrukog brojanja emisija iz prirodnih potrošnja plina događa se za cijeli vremenski niz, u skladu sa smjernicama IPCC-a iz 2006. godine.	E.6.	Te je emisije trenutno moguće izračunati samo agregatno iz nacionalne energetske bilance.	3.2.5.
1.A.2.g Ostalo	Emisije iz proizvodnje cementa navesti pod podkategorijom 1.A.2.f (nemetalni minerali), a ne pod 1.A.2.g.v (građevinarstvo).	E.7	Implementirano	3.2.5.
1.B.2.b Prirodni plin – plinovita goriva – CO ₂	Nastojte razviti CO ₂ EF za 1.B.2.b.3 (prirodni plin – prerada) (s obzirom da su emisije CO ₂ iz 1.B.2.b (prirodni plin) ključna kategorija), uzimajući u obzir računske podatke o pročišćavanju CO ₂ koje pružaju operateri plinskih polja i postrojenja, a ako to nije moguće, koristite IPCC CO ₂ EF zadane vrijednosti, izbjegavanje dvostrukog brojanja emisija iz čišćenja skrubingom u okviru prerade prirodnog plina za cijeli vremenski niz i izvješće o revidiranim procjenama emisija CO ₂ iz 1.B.2.b.3 (prirodni plin – prerada)	E.11	Dugoročni cilj	3.3.2.

CRF kategorija	Preporuka		Status implementacije	Pogl. NIR
Industrijski procesi i uporaba proizvoda				

CRF kategorija	Preporuka		Status implementacije	Pogl. NIR
2.A.1 Proizvodnja cementa – CO ₂	Uključiti sve nekarbonatne izvore CaO u proračun emisija u skladu s 2006 IPCC GL.	I.4	Provedeno.	4.2.1.
2.B.8 Proizvodnja petrokemijskih proizvoda i čađe – CO ₂	Iako pozdravlja uključivanje ovog pitanja u hrvatski dugoročni plan poboljšanja, ERT smatra da preporuka još nije u potpunosti obrađena jer Hrvatska nije prešla na više razine proračuna za podkategorije 2.B.8 osim proizvodnje čađe.	I.6	Nije provedeno. Podaci za korištenje više razine za petrokemijske proizvode trenutno nisu dostupni.	
2.B.8 Proizvodnja petrokemijskih proizvoda i čađe – CO ₂ i CH ₄	ERT smatra da preporuka još nije u potpunosti obrađena jer Hrvatska ne izvješćuje o svim emisijama iz goriva i drugih ulaznih materijala u okviru IPPU sektora i kao takav pristup nije u skladu sa Smjernicama IPCC-a iz 2006. (vol. 3), poglavlje 1, okvir 1.1), koji preporučuju prijavu takvih emisija u okviru IPPU sektora.	I.7	Nije provedeno. Kako bi se izbjeglo dvostruko računanje, emisije iz ove podkategorije prijavljene su kao IE. Za dodatne informacije vidjeti poglavlje 3.1.1.	3.1.1.
2.B.8 Proizvodnja petrokemijskih proizvoda i čađe – CO ₂ , CH ₄ i N ₂ O	ERT smatra da preporuka još nije u potpunosti ispoštovana jer pristup nije u skladu sa Smjernicama IPCC-a iz 2006. (vol. 3, poglavlje 1, okvir 1.1), koje preporučuju izvješćivanje o svim emisijama iz goriva i drugih ulaznih materijala pod sektor IPPU i napominje da pristup može rezultirati dvostrukim računanjem emisija.	I.8	Provedeno. Sve emisije iz ulaznih materijala iz proizvodnje etilena prijavljene su u sektoru IPPU. U poglavlju 4.3.8.2. objašnjeno je kako se izbjegava dvostruko računanje emisija.	4.3.8.2.
2.C.1 Proizvodnja željeza i čelika – CO ₂	ERT nije mogao u potpunosti provjeriti točnost izračuna zbog ograničenih informacija navedenih u NIR-u uslijed povjerljivosti podataka. Međutim, na temelju svoje preliminarne procjene, ERT je zaključio da nema podcjenjivanja emisija. Svi ulazni podaci istraženi su u mjeri u kojoj je to bilo moguće i primijenjeni su ponovni izračuni nakon podneska iz 2019. ERT je primijetio da za tu kategoriju nisu primijenjene daljnje rekalkulacije.	I.10	Za kategoriju u ovom podnesku nisu bile potrebne daljnje rekalkulacije. U NIR-u nije bilo moguće pružiti nikakve dodatne informacije zbog povjerljivosti podataka.	
2.C.1 Proizvodnja željeza i čelika – CO ₂	Procjene emisija iz potrošnje prirodnog plina iz sektora Energetika premjestiti u sektor IPPU.	I.11	Nije provedeno. Budući da su sve količine prirodnog plina uključene u energetske bilancu, odnosno već su uključene u sektor Energetika, one su oduzete od ove kategorije unutar sektora IPPU kako bi se izbjeglo dvostruko računanje emisija.	3.1.1.
2.C.1 Proizvodnja željeza i čelika – CO ₂	Hrvatska u svom NIR-u nije prijavila NCV prirodnog plina korištenog u izračunu emisije za proizvodnju čelika.	I.12	Emisije CO ₂ koje odgovaraju potrošnji prirodnog plina u proizvodnji čelika prijavljene su u sektoru Energetika (vidi ID# I.11 gore).	3.1.1.

CRF kategorija	Preporuka		Status implementacije	Pogl. NIR
2.D.1 Uporaba maziva – CO ₂	Hrvatska u svom NIR-u nije transparentno objasnila razloge značajne promjene podataka o aktivnostima u razdoblju 2003.–2004.	I.15	Nije provedeno. Ne postoje detaljni podaci o utrošenim količinama prema vrsti upotrebe maziva.	
2.D.1 Uporaba maziva – CO ₂	Hrvatska u NIR nije uključila potvrđene rezultate bilance maziva koja se koriste u zemlji, uključujući i spaljivanje otpada. Međutim, ERT napominje da takav pristup ne dovodi do podcjenjivanja emisija jer Hrvatska ne oduzima potrošnju maziva u sektoru Otpad.	I.18	Nije provedeno. Udio maziva oksidiranih tijekom primarne uporabe i zbrinjavanja, uključujući spaljivanje, nije uzet u obzir jer podaci potrebni za procjenu emisije nisu dostupni.	
2.D.3 Ostalo (ne-energetska uporaba goriva i otapala) – CO ₂	Hrvatska je u CRF tablici 2(I).A-H prijavila emisije CO ₂ iz uporabe otapala, asfaltiranja cesta i pokrivanja krovova, dok je u CRF tablici 6 neizravne emisije CO ₂ iz sektora IPPU prijavila kao „NA”.	I.20	Nije provedeno.	
2.F.1 Sustavi za hlađenje i klimatiziranje – HFC i PFC	ERT je primijetio da NIR ne uključuje detaljne rezultate vezane uz status odlaganja opreme za hlađenje i klimatizaciju iz projekta poboljšanja. ERT smatra da bi sve informacije o podacima o aktivnostima i faktorima emisije, metodama i pretpostavkama koje se koriste za procjenu emisija HFC-a iz odlaganja opreme koja sadrži HFC-e u ovom izvješću trebale biti uključene u sljedeći NIR.	I.21	Provedeno. Sve informacije o podacima o aktivnostima, faktorima emisije, metodama i pretpostavkama koje se koriste za procjenu emisija HFC-a iz odlaganja opreme koja sadrži HFC-e uključene su NIR 2023.	4.7.1.
2.F.1 Sustavi za hlađenje i klimatiziranje – HFC i PFC	ERT je primijetio da Hrvatska nije uključila detaljne informacije u NIR prema kojima se PFC emisije ne pojavljuju u zemlji pod kategorijom 2.F.1 (hlađenje i klimatizacija).	I.24	Provedeno.	4.7.1.
2.F.3 Sustavi za gašenje požara – HFC	Hrvatska je u svom NIR-u (pog. 4.7.2.2, str. 169) izvijestila da se EF iz zaliha HFC-125 za fiksne sustave procjenjuje na 4 posto, ali je faktor životnog vijeka proizvoda 40 posto u CRF tablici 2(II)B-Hs2. ERT je primijetio da iako su EF-ovi korišteni za procjenu emisija iz zaliha HFC-125 netočni, dovode do precjenjivanja emisija.	I.28	Provedeno. Ispravljene su greške napravljene u CRF tablici.	
2.G.3 N ₂ O iz uporabe proizvoda – N ₂ O	ERT je primijetio da su podaci o aktivnosti vezani uz medicinsku primjenu revidirani za cijeli vremenski niz, dok podaci vezani uz potrošnju N ₂ O u prehrambene svrhe nisu.	I.35	Provedeno u prethodnom podnesku. Svi podaci o aktivnostima su revidirani, međutim oni za koje je utvrđeno da su ispravni nisu bili korigirani.	

CRF kategorija	Preporuka		Status implementacije	Pogl. NIR
Agriculture				
3. Općenito (poljoprivreda) – CH ₄ , Pridržavanje izvještavanja konvencije	Opravdajte u NIR-u korištenje notacijskog ključa „NO” ili upotrijebite notacijski ključ „NE” za izvještavanje o emisijama CH ₄ iz crijevne fermentacije peradi u kategoriji 3.A.4 (ostale životinje) i opravdajte u NIR-u upotrebu ključa „NA” ili upotrijebite ključ „NE” za izvještavanje o emisijama CH ₄ za kategoriju 3.D (poljoprivredna tla).	A.2		
3. Općenito (poljoprivreda) – CH ₄ i N ₂ O Transparentost	Navedite reference u poljoprivrednom poglavlju NIR-a na izvore podataka koji se koriste za proračun emisija u sektoru poljoprivrede, uključujući, gdje je moguće, web adrese izvora te navedite specifične reference za godine ili ostale relevantne informacije kako bi izvor bilo lakše identificirati.	A.3	Implementirano. Lista referenci je ažurirana.	Reference
3. Općenito (poljoprivreda) – CH ₄ , Transparentnost	Hrvatska je prijavila kao „NE” emisije CH ₄ iz crijevne fermentacije peradi (CRF tablica 3.As1) i emisije CH ₄ iz poljoprivrednih tala (CRF tablica 3s2) bez davanja objašnjenja u svom NIR-u zašto nije procijenila emisije za te kategorije. Tijekom pregleda, Hrvatska je objasnila da emisije CH ₄ iz crijevne fermentacije peradi i poljoprivrednih tala nisu procijenjene jer nije razvijena metoda proračuna za te kategorije, a IPCC Vodiču iz 2006. nisu navedeni zadani EF za metodologiju razinu Tier 1. ERT preporučuje da Hrvatska poboljša transparentnost svog izvješćivanja uključivanjem u NIR obrazloženje zašto se ne procjenjuju emisije CH ₄ iz crijevne fermentacije peradi i emisije CH ₄ iz poljoprivrednih tala, kao i za sve druge kategorije iz sektora poljoprivrede za koje emisije nisu procijenjene.	A.22	Implementirano u NIR-u 2021. Obrazloženje je dodano u relevantnim poglavljima.	NIR 2021: 5.2.2, 5.5
3.A.1 Goveda – CH ₄ , Transparentnost	U NIR-u navedite točne koeficijente održavanja iz IPCC Vodiča iz 2006. (vol. 4, tablica 10.4) koji su korišteni za proračun emisija CH ₄ iz crijevne fermentacije goveda.	A.5	Implementirano	Tablica 5.2-4
3.A.1 Goveda – CH ₄ , Točnost	Procijenite emisije CH ₄ iz crijevne fermentacije i gospodarenja stajskim gnojem dosljedno koristeći, ako je prikladno, reprezentativne podkategorije stoke iz tablice 10.1 Smjernica IPCC-a iz 2006. (vol. 4, str. 10.11) i prijavite rezultate u godišnjem podnesku. Pretpostavke i dokumentirana stručna procjena mogu se koristiti tamo gdje su uočeni nedostaci u podacima (npr. populacija ostalih krava za 1990. – 1999. može se izvesti iz strukture stada 2000. – 2017. i može se pretpostaviti da ostale krave uglavnom sastoje od mesnih krava).	A.6	Implementirano u NIR-u 2020. - 2022. Tablica 5.2-3 sadrži informacije o tome kako su DZS kategorije za goveda	Tablica 5.2-3

CRF kategorija	Preporuka		Status implementacije	Pogl. NIR
			reklasificirane u odgovarajuće IPCC kategorije.	
3.A Crijevna fermentacija – CH ₄ , Točnost	Hrvatska je procijenila emisije CH ₄ iz crijevne fermentacije za sve kategorije stoke primjenom metode razine 1 i zadanih E iz IPCC Vodiča iz 2006. (vol. 4, tablica 10.11) (NIR str. 178). Nacionalne podatke o populacijama životinja osigurali su DZS i Hrvatska poljoprivredna agencija, a tamo gdje nacionalni podaci nisu bili dostupni, korišteni su podaci FAO-a. ERT je primijetio da je Hrvatska u svom podnesku iz 2018. izvijestila da je primijenjena metoda razine 2 za procjenu emisija CH ₄ iz crijevne fermentacije goveda, ovaca i svinja korištenjem vrijednosti za pojedine zemlje za prosječni bruto energetski unos i prosječnu stopu konverzije CH ₄ za procjenu EF specifične za zemlju. ERT preporučuje da Hrvatska odredi prioritete u naporima i resursima za primjenu metodologije više razine za procjenu emisija iz crijevne fermentacije i da prijavi procjene dobivene uporabom te metodologije, kao i opis parametara specifičnih za državu (tj. bruto energija i stopa pretvorbe CH ₄), barem za goveda, koja predstavljaju 81 posto emisija CH ₄ iz crijevne fermentacije, u skladu sa stablom odlučivanja za emisije CH ₄ iz crijevne fermentacije u IPCC Vodiču iz 2006.	A.23	Implementirano. U procjeni emisije korišteni su novi nacionalni faktori emisije.	Poglavlje 5.3.1.5
3.A.1 Goveda – CH ₄ , Transparentnost	Prijavite stanje ishrane goveda u CRF tablici 3.A (npr. štala, pašnjak) umjesto izvješćivanja o koeficijentima aktivnosti i uključite u NIR opis pristupa korištenog za izvođenje koeficijenata aktivnosti za procjenu neto energije za svaku aktivnost, na temelju jednadžbe 10.4 IPCC Vodiča iz 2006. (vol.4) za zrela mliječna i ne-mliječna goveda.	A.7	Planirano.	
3.B Gospodarenje stajskim gnojem - N ₂ O, Transparentnost	Uključite u NIR opis metode, podatke i pretpostavke korištene za procjenu specifičnih Nex vrijednosti za goveda, kao i podatke o težini i pretpostavke korištene za izvođenje zadanih Nex vrijednosti za druge kategorije stoke, s pratećim referencama, te također prijavite Nex stope u CRF tablici 3.B(b) raščlanjene po drugim podkategorijama zrelih goveda i goveda u rastu, kako se zahtijeva pri izvješćivanju prema Opciji B, umjesto upotrebe jedne agregirane Nex stope za obje gore navedene podkategorije životinja	A.9		
3.B Gospodarenje stajskim gnojem – CH ₄ , Pridržavanje izvještavanja konvencije	Hrvatska je u CRF tablici 3.B(a)s2 prijavila sljedeće notacijske ključeve za MCF: „NE” za zrela mliječna goveda – anaerobna laguna, regija s hladnom klimom; “NO” za ostala zrela goveda – anaerobna laguna, regija s hladnom klimom; „NE” za tovnje svinje – čvrsto skladištenje, regija s hladnom klimom; i "NE" za konje - čvrsto skladištenje i pašnjak, regija s hladnom klimom. Međutim, Hrvatska je prijavila Nex stopu za svaki MMS u CRF tablici 3.B(b) za sve kategorije životinja na koje se MMS odnosio. Tijekom pregleda Hrvatska je objasnila da su ključevi notacije u CRF tablici 3.B(a)s2 netočno uneseni.	A.24	Implementirano. Ispravni notacijski ključevi su uneseni.	CRF tablice

CRF kategorija	Preporuka		Status implementacije	Pogl. NIR
	ERT preporučuje da Hrvatska u CRF tablici 3.B(a)s2 prijavi odgovarajuće MCF vrijednosti za kategorije životinja dodijeljene MMS-u u regiji hladne klime: zrela mliječna goveda – anaerobna laguna; ostala zrela goveda – anaerobna laguna; tovne svinja – čvrsto skladištenje; i konji – čvrsto skladištenje i pašnjaci.			
3.B Gospodarenje stajskim gnojem – CH ₄ , Transparentnost	Hrvatska je koristila MCF za svoje tekuće sustave (22 posto) koji je unutar raspona zadane IPCC-ove vrijednosti za gnojovku bez pokrova u hladnoj klimi (17-25 posto). Hrvatska je također koristila istu vrijednost MCF (22 posto) za anaerobne lagune. Vrijednost MCF za anaerobne lagune niža je od zadanog raspona IPCC-a za hladnu klimu (66–73 posto) (vidi NIR tablicu 5.3-1 i tablicu 10.17 Smjernica IPCC-a iz 2006. (vol. 4)). Tijekom pregleda, Hrvatska je objasnila da je MCF od 22 posto za tekuće sustave i anaerobne lagune predložio EU tijekom svoje revizije inventara stakleničkih plinova država članica za NIR 2016., pri čemu su anaerobne lagune karakterizirane sličnim uvjetima kao i za tekuće sustave zahvaljujući kombinaciji niske temperature i okolišnog zakonodavstva Hrvatske. Uzimajući u obzir niske temperaturne uvjete u Hrvatskoj i dostupne znanstvene podatke o anaerobnim lagunama za gospodarenje gnojem, (e.g. the Wastewater Technology Fact Sheet prepared by the United States Environmental Protection Agency (https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_Report.cfm?Lab=OW&dirEntryID=23812), ERT smatra da je upotreba MCF od 22 posto za anaerobne lagune razumna. Međutim, ERT također smatra da Hrvatska to mora znanstveno opravdati. ERT preporučuje da Hrvatska u svoj NIR uključi detaljno obrazloženje za korištenje MCF-ova od 22 posto i za tekuće sustave i za anaerobne lagune ili da revidira procjene emisija CH₄ iz ovih MMS-ova koristeći zadane MCF vrijednosti iz Smjernica IPCC-a iz 2006. (tj. 17– 25 posto za tekuće sustave bez kore i 66–73 posto za anaerobne lagune).	A.25	Planirano.	
3.B.1 Goveda – CH ₄ , Točnost	Slijedite smjernice u stablu odlučivanja u Smjernicama IPCC-a iz 2006. (vol. 4, poglavlje 10, str. 10.36, slika 10.3) za procjenu emisija CH ₄ iz gospodarenja gnojem kod goveda, uključujući korištenje trenutno dostupnih podataka o bruto energiji i probavljivosti hrane za procjenu VS vrijednosti za pojedinu zemlju i rezultate izvijestite u sljedećem godišnjem podnesku.	A.10	Implementirano. U procjeni emisije korišteni su novi nacionalni FE.	Poglavlje 5.3.1.5
3.B.1. Goveda – CH ₄ , Pridržavanje izvještavanja konvencije	ERT je primijetio da je ukupni postotak goveda u razvoju dodijeljenih MMS-u 98,8 posto (CRF tablica 3.B(a)s2), dakle 1,2 posto životinjske populacije nije dodijeljeno određenom MMS-u. Tijekom pregleda Hrvatska je objasnila da je preostalih 1,2 posto goveda u uzgoju dodijeljeno anaerobnim lagunama. ERT napominje da je ovo pogreška samo u CRF metapodacima; emisije su ispravno izračunate i pripisane ovom MMS-u.	A.27	Implementirano.	CRF

CRF kategorija	Preporuka		Status implementacije	Pogl. NIR
	ERT preporučuje da Hrvatska revidira i izvijesti u CRF tablicama točne postotke uzgoja goveda dodijeljene svakom MMS-u za regiju s hladnom klimom, osiguravajući da raspodjela iznosi ukupno 100 posto.			
3.B.2 Ovce – N ₂ O, Potpunost	Hrvatska je prijavila ukupnu količinu izravnih emisija N₂O iz gospodarenja stajskim gnojem od 0,138 kt N₂O (40,99 kt CO₂ eq) u CRF tablici 3.B(b)). ERT je primijetio da je ukupni iznos drugačiji kada se zbroje emisije N₂O po kategorijama stoke. Tijekom pregleda, Hrvatska je dostavila ERT-u proračunsku tablicu koja se koristi za procjenu izravnih emisija N₂O iz gospodarenja stajskim gnojem.. Međutim, ERT je primijetio da godišnje izravne emisije N₂O iz gospodarenja stajskim gnojem ne uključuju izravne emisije N₂O iz skladištenja stajskog gnoja ovaca, koje su iznosile 13.540,9 kg N₂O/god. U odgovoru na pitanje ERT-a o obrazloženju neuključivanja tih emisija, Hrvatska je objasnila da se izostavljanje može pripisati pogrešci u proračunskoj tablici; odnosno izravne emisije N₂O iz skladištenja stajskog gnoja ovaca u trebale su biti uključene u ukupnu vrijednost. Koristeći proračunsku tablicu koju je dostavila Hrvatska, ERT je procijenio količinu od 0,151 kt N₂O (44,9 kt CO₂ eq) za ukupnu godišnju izravnu emisiju N₂O iz gospodarenja stajskim gnojem, uključujući izravne emisije N₂O iz skladištenja stajskog gnoja ovaca. ERT primjećuje da je razlika od 4,0 kt CO₂ eq ispod praga značajnosti (0,05 posto ukupnih nacionalnih emisija bez LULUCF-a). ERT preporučuje da Hrvatska izvijesti o revidiranim izravnim emisijama N₂O iz gospodarenja stajskim gnojem koje uključuju izravne emisije N₂O iz skladištenja stajskog gnoja ovaca te osigura da su sve izravne emisije N₂O iz gospodarenja stajskim gnojem svih kategorija stoke uključene u ukupnu količinu kako bi se izbjeglo potencijalno podcjenjivanje emisija	A.28	Implementirano u NIR-u 2021. MMS za kruto skladištenje za ovce ispravno je uključen ujj podnesenu procjenu.	NIR 2021: 5.3.2.5
3.B.4 Ostale životinje – CH ₄ i N ₂ O, Potpunost	Procijenite emisije CH ₄ i N ₂ O iz gospodarenja stajskim gnojem kunića u kategoriji 3.B.4 (ostale životinje) koristeći zadane EF-ove i parametre iz tablica 10.16 i 10.A.9 (vol. 4, poglavlje 10, str. 10.41 i 10.83, redom) i Nex vrijednost iz tablice 10.19 (vol. 4, poglavlje 10, str. 10.59) Smjernica IPCC-a iz 2006. ili osigurajte da su povezane ćelije u CRF tablicama 3, 3.A, 3.B(a) i 3.B(b) ispunjene u s odgovarajućim notacijskim ključevima.	A.13	Implementirano u NIR.-u 2021. Procjeni emisije dodana je kategorija životinja Zečevi.	NIR 2021: 5.2.2, 5.2.5 NIR 2022: 5.2.2
3.B Gospodarenje stajskim gnojem – N ₂ O, Točnost	Hrvatska je procijenila izravne emisije N ₂ O iz gospodarenja stajskim gnojem za sve kategorije stoke primjenom metode razine 1 iz Smjernica IPCC-a iz 2006. (sv. 4) i koristeći nacionalne podatke o populaciji životinja iz DZS-a, Hrvatske poljoprivredne agencije i FAOSTAT-a; zadane vrijednosti za stopu Nex za sve kategorije stoke (tablica 10.19 u Smjernicama IPCC-a iz 2006.); zadane vrijednosti za tipičnu životinjsku masu za sve kategorije stoke (tablice 10A-4 do 10A-9 u Smjernicama IPCC-a iz 2006.) osim za goveda, za koje su korištene tipične vrijednosti životinjske mase specifične za zemlju (562,8 kg za zrela mliječna goveda, 529,1 kg za ostala zrela goveda i 301,6 kg za goveda u	A.26	Implementirano. U procjeni emisije korišteni su novi nacionalni FE.	Poglavlje 5.5.1.5

CRF kategorija	Preporuka		Status implementacije	Pogl. NIR
	razvoju); i distribuciju MMS-a za pojedinu zemlju i zadane EF-ove za sustave gospodarenja gnojem (tablica 10.21 u Smjernicama IPCC-a iz 2006.) (NIR str. 185). ERT preporučuje da Hrvatska primijeni metodu razine 2 s prikupljenim podacima kako bi razvila i revidirala Nex stope i EF-ove specifične za zemlju za tipičnu masu životinja i distribuciju MMS-a specifičnu za zemlju te u NIR-u prijavi opis korištenih parametara specifičnih za zemlju, posebno za goveda i perad, koji predstavljaju 52,8 odnosno 28,7 posto izravnih emisija N₂O iz gospodarenja stajskim gnojem, u skladu sa stablom odlučivanja za emisije N₂O iz gospodarenja stajskim gnojem u Smjernicama IPCC-a iz 2006..			
3.B.5. Indirect N ₂ O emissions – N ₂ O, Accuracy	Hrvatska je prijavila 12.209.771,4 kg N/godišnje kao ukupni N ishlapljen kao NH₃ i NO_x u CRF tablici 3.B(b). Tijekom revizije, Hrvatska je ERT-u dostavila datoteku proračunskih tablica za procjenu indirektnih emisija N₂O iz gospodarenja stajskim gnojem. ERT napominje da je Hrvatska u svojoj proračunskoj datoteci procijenila količinu od 18.215.665,6 kg N/godišnje kao N ishlapljen kao NH₃ i NO_x, što je više od ishlapljene količine kao NH₃ i NO_x koje je Hrvatska prijavila u CRF-u. Kao odgovor na pitanje ERT-a o obrazloženju različitih procijenjenih i prijavljenih količina N, Hrvatska je objasnila ERT-u da dostavljena datoteka proračunske tablice sadrži revidirane vrijednosti nakon provedene korekcije revizije ESD-a koji se odnose na pogrešnu upotrebu Frac_{GasMS} i Frac_{LossMS}. Provedene promjene rezultirale su promjenom ukupne količine ishlapljenog N kao NH₃ i NO_x u CRF tablici 3B(b). Međutim, ERT također napominje da za sličnu pogrešku otkrivenu u direktnim emisijama N₂O ovaca (vidi ID#A.27 gore), Hrvatska nije uključila količinu N ishlapljenog kao NH₃ i NO_x iz krutog skladištenja stajskog gnoja ovaca (206.806,9 kg N) u ukupnoj količini N ishlapljenog kao NH₃ i NO_x iz svih MMS-a i svih kategorija životinja (18.215.665,6 kg N). Hrvatska je ERT-u objasnila da je propust posljedica pogreške u datoteci proračunske tablice. Nadalje, ERT napominje da je Hrvatska prijavila 0,0251 (kg N₂O-N / kg N) kao IEF za hlapljenje i ponovno taloženje u svojoj tablici CRF3.B (b), što je više od zadanog faktora emisije (EF4) od 0,01 kg N₂O – N iz IPCC Vodiča iz 2006. (Tablica 11.3., poglavlje 11., svezak 4.. IPCC Vodič, 2006.). Hrvatski inventarski tim provjerio je tu razliku i utvrdio da je na vrijednosti unesenoj u CRF dva puta izvršena konverzija emisija N₂O-N u emisije N₂O (44/28), što je rezultiralo precjenjivanjem emisija i visokim IEF-om. Koristeći datoteku proračunske tablice koju je dostavila Hrvatska, ERT je procijenio količinu od 18.422.472,5 kt N / god kao ukupni N ishlapljen kao NH₃ i NO_x – uključujući količinu N ishlapljenog iz krutog skladištenja gnoja ovaca— kada se primijeni odgovarajući zadani EF4 (0,01 kg N₂O – N), rezultat je količina od 0,289 kt N₂O (86,3 kt ekv. CO₂) koja je niža od 0,307 kt N₂O (91,4 kt. ekv. CO₂) koju je Hrvatska prijavila u svom CRF-u. ERT je zaključio, iako je Hrvatska podcijenila količinu ishlapljenog N, da su neizravne emisije N₂O zbog atmosferskog taloženja precijenjene zbog pogreške u faktoru pretvorbe emisija N₂O-N u emisije N₂O. koja je primijenjena dva puta.	A.29	Implemented in NIR 2021. Solid storage MMS for sheep was correctly included in the reported estimate and the incorrect double conversion on N₂O-N to N₂O emission was removed, correcting the reported overestimated emissions from the source.	NIR 2021: 5.3.2.5

CRF kategorija	Preporuka		Status implementacije	Pogl. NIR
	ERT preporučuje da u sljedećem NIR-u Hrvatska ispravi svoj izračun tako da uključi količinu N ishlapljenog kao NH ₃ i NO _x iz krutog skladištenja gnoja ovaca, a također da revidira primjenu pretvorbe emisija N ₂ O-N u emisije N ₂ O kako bi povećala točnost prijavljenih emisija.			
3.D Direktna i indirektna N ₂ O emisija iz poljoprivrednih tala – N ₂ O, Točnost	Ispraviti pogrešku koja se odnosi na sadržaj N u suhoj tvari koji se koristi za procjenu emisija i poboljšati QA/QC za podatke dobivene od Agencije za zaštitu okoliša. Hrvatska je nastavila izvješćivati o nerealno visokoj vrijednosti od 11,0 posto za sadržaj dušika u suhoj tvari kanalizacijskog mulja za razdoblje 2005.–2008. Tijekom pregleda Hrvatska je pojasnila da preporuka nije provedena jer ažurirani AD još nisu bili dostupni, ali da je ispravljanje ove pogreške planirano poboljšanje.	A.15	Implementirano u NIR-u 2021. AD za N% za 2005.-2008. promijenjen je iz 11% u 3.89%.	NIR 2021: 5.5.1.1, Tablica 5.5-3, 5.5.1.3
3.D Direktna i indirektna N ₂ O emisija iz poljoprivrednih tala – N ₂ O, Točnost	Hrvatska je prijavila 30.214.097,1 kg N / god. kao N unos iz stajskog gnoja koji se primjenjuje na tlo u svojoj CRF tablici 3.D. Tijekom revizije, Hrvatska je ERT-u dostavila datoteku proračunskih tablica za procjenu stajskog gnojiva primijenjenog na tla. ERT napominje da je Hrvatska u svojoj proračunskoj datoteci procijenila iznos od 24.693.615,3 kg N / g N unosa stajskog gnoja koji se primjenjuje na tlo, što je niže od iznosa N unosa stajskog gnoja koji se primjenjuje na tla prijavljena u CRF-u. Kao odgovor na pitanje ERT-a o obrazloženju različitih procijenjenih i prijavljenih N iznosa, Hrvatska objašnjava da dostavljena datoteka proračunske tablice sadrži revidirane vrijednosti nakon provedene korekcije nalaza ESD revizije povezane s pogrešnom uporabom FraC _{GasMS} i FraC _{LossMS} . Provedene promjene rezultirale su promjenom ukupne količine N unosa iz stajskog gnojiva primijenjenog na tla. Koristeći datoteku proračunskih tablica koju je dostavila Hrvatska, ERT je procijenio količinu od 0,388 kt N ₂ O (115,6 kt ekv. CO ₂) kao unos N iz stajskog gnoja koji se primjenjuje na tlo, što je manje od 0,475 kt N ₂ O (141,5 kt eq. CO ₂) koju je Hrvatska prijavila u svom CRF-u. Stoga je ERT zaključio da su direktne emisije N ₂ O iz stajskog gnojiva primijenjenog na tlo precijenjene. ERT preporučuje da Hrvatska poveća točnost procijenjenih direktnih emisija N ₂ O iz životinjskog gnoja primijenjenog na tla primjenom FraC _{GasMS} i FraC _{LossMS} u skladu s IPCC Vodičem iz 2006. (vol. 4, tablice 10.22 i 10.23) za svaku kategoriju životinja u svakom sustavu gospodarenju stajskim gnojem koji se koristi u zemlji. ERT također preporučuje da država revidira indirektnu emisiju N ₂ O iz životinjskog gnoja primijenjenog na tla zbog promjena u unosu dušika iz gnojiva nanesenog na tla koje izravno utječu na neizravne emisije N ₂ O iz atmosferskog taloženja i ispiranja i otjecanja dušika.	A.30	Implementirano u NIR-u 2021.	NIR 2021: 5.3.2.5, 5.5.1.5, 5.5.2.5
3.D.a Direktna N ₂ O emisija iz poljoprivrednih tala – N ₂ O,	Opravdajte u NIR-u pretpostavke korištene za izvođenje vrijednosti nesigurnosti od ±30 posto za EF1 za mineralna gnojiva, usjeve koji vežu dušik i žetvene ostatke te ±50 posto za životinjski gnoj, ili upotrijebite odgovarajući raspon nesigurnosti za zadani EF1 iz tablice 11.1 IPCC Vodiča iz 2006. (0,003–0,03 kg N ₂ O-N/kg N) u Monte Carlo analizi nesigurnosti.	A.16	Implementirano – promijenjene su vrijednosti nesigurnosti (vidi A.31)	NIR 2021: 5.5.1.3

CRF kategorija	Preporuka		Status implementacije	Pogl. NIR
Pridržavanje izvještavanja konvencije				
3.D.a Direktna N ₂ O emisija iz poljoprivrednih tala – N ₂ O, Pridržavanje izvještavanja konvencije	Hrvatska je provela analizu nesigurnosti korištenjem pristupa 2 i prijavila korištenje vrijednosti nesigurnosti za zadani EF1 koji je unutar raspona nesigurnosti od –70 do +200 posto za mineralna gnojiva i usjeve koji fiksiraju N i žetvene ostatke i unutar kombinirane nesigurnosti raspon od –50 do +150 posto za urin i balegu koju ostavljaju životinje na ispaši (NIR str.198). Međutim, ERT je primijetio da je u tablici A2:3-1 NIR dodatka, korištena vrijednost nesigurnosti od ±30 posto za organska dušična gnojiva i mineralizaciju/imobilizaciju povezanu s gubitkom/dobitkom organske tvari u tlu. Ovaj raspon nije u skladu s rasponima nesigurnosti za zadane vrijednosti EF1 (0,003–0,03 kg N ₂ O-N/kg N) u tablici 11.1 Smjernica IPCC-a iz 2006. (vol. 4). Tijekom pregleda, Hrvatska je izjavila da bi se raspon od –70 do +200 posto trebao primijeniti na organska N gnojiva i mineralizaciju/imobilizaciju povezanu s gubitkom/dobitkom organske tvari u tlu, te je naznačila da će se ovaj problem ispraviti u procjenama nesigurnosti navedenim u sljedećem NIR-u. ERT preporučuje da Hrvatska primijeni odgovarajući raspon nesigurnosti za zadani EF1 iz IPCC Vodiča 2006. (0,003–0,03 kg N ₂ O-N/kg N) i prijavi rezultate.	A.31	Implementirano u NIR-u 2021. Vrijednosti nesigurnosti su promijenjene prema preporuci.	NIR 2021: 5.5.1.3
3.D.a Direktna N ₂ O emisija iz poljoprivrednih tala – N ₂ O, Točnost	Istražite razloge uočenih značajnih odstupanja između podataka tvrtki proizvođača i statističkih podataka o potrošnji anorganskih dušičnih gnojiva u zemlji za razdoblje 2006. – 2016. (npr. analizom podataka o proizvodnji, izvozu i uvozu), uključujući relevantne podatke iz odjela za hranu i poljoprivredu. U usporednoj analizi revidirati procjene potrošnje anorganskih dušičnih gnojiva za razdoblje 2006. – 2016. na temelju istraživanja i koristeći najpouzdaniji izvor podataka, ako je prikladno, osiguravajući dosljednost vremenskih serija, i izvijestite o rezultatima u sljedećem godišnjem podnesku.	A.17	Djelomično implemetirano. Upit izvršen. Podaci DZS-a smatraju se službenom nacionalnom vrijednošću potrošnje dušičnih gnojiva za razdoblje 2000.-2021..	5.5.1.2
3.D.a.2.b Kanalizacijski mulj primijenjen na tlo – N ₂ O, Potpunst	S obzirom na trend povećanja količine mulja primijenjenog tijekom 2005. – 2016. godine, učiniti sve potrebno za dobivanje pouzdanih podataka o mulju primijenjenom tijekom 1990. – 2008. godine. Ako to nije moguće, ekstrapolirati vrijednosti za 2009. – 2016. ili upotrijebiti drugu, prikladniju tehniku spajanja koju preporučuje IPCC Vodič iz 2006. za dobivanje količine mulja primijenjenog na tla za 2005. – 2008. i izvješćivanje o rezultirajućim emisijama N ₂ O za podkategoriju 3. D.a.2.b (kanalizacijski mulj nanesen na tlo). Također istražite i potvrdite je li se primjena mulja dogodila u ranijim godinama vremenskog niza (1990. – 2004.) i, ako jeste, upotrijebite istu tehniku spajanja za proširenje razdoblja i izvijestite o emisijama N ₂ O za podkategoriju 3.D.a.2.b za cijeli vremenski niz.	A.19	Planirano.	5.5.1.6

CRF kategorija	Preporuka		Status implementacije	Pogl. NIR
LULUCF				
4. Općenito (LULUCF)	Ispraviti sve nepravilnosti identificirane u NIR-u i u tablicama NIR-a te CRF-a te dodatno poboljšati učinkovitost QA/QC sustava poboljšanjem povezanih postupaka QA/QC kao što su interne revizije te korektivne i preventivne aktivnosti u skladu s nacionalnim QA/QC planom, kako bi se u budućnosti mogle identificirati i ispraviti takve nepravilnosti tijekom procesa pripreme inventara.	L5	U tijeku	LULUCF - općenito
LULUCF – land representation	Pregledati procjene nesigurnosti u kategoriji Šumsko zemljište koje ostaje Šumsko zemljište, Zemljište pretvoreno u Šumsko zemljište, prenamjeni Travnjaka u i iz zemljišta pod Usjevima. Ukoliko se rasponi nesigurnosti potvrde, potrebno je raditi na poboljšanju pristupa korištenih za smanjenje nesigurnosti procjena, uzimajući u obzir i usredotočujući se na identificirane značajne izvore nesigurnosti povezanih s korištenjem pristupa 1, 2 i 3 za prezentaciju zemljišta, kao i one koji se odnose na korištenje parametara razine 1 iz 2006 IPCC Guidancea.	L.6	Planirano za ponovno podnošenje NIR-a 2025	LULUCF - općenito
4.A.1	Razviti BEF-ove specifične za zemlju te omjere podzemne i nadzemne biomase (R/S) kako bi se u potpunosti implementirala Tier 2 razina za ovu ključnu kategoriju zemljišta (FL) u skladu sa 2006 IPCCVodičem, te izvijestiti o tome u sljedećem godišnjem podnesku.	L10	Nije riješeno. Potrebno je pokrenuti konkretan projekt.	
4(IV) Neizravne emisije N ₂ O iz gospodarenih tla – N ₂	Procijenite neizravne emisije N ₂ O povezane s gubitkom organske tvari u tlu kao rezultat prenamjene korištenja zemljišta ili upravljanja mineralnim tlima	L.19	Izvršeno	

CRF kategorija	Preporuka		Status implementacije	Pogl. NIR
5.A Odlaganje krutog otpada na kopnu – CH ₄	Dati informacije o vrsti otpada koji se odlaže u SWDS i osiguravate da sve vrste krutog otpada, uključujući industrijski otpad, mulj i građevinski otpad i otpad od rušenja, koji se odlažu na SWDS budu uključene u procjene emisija	W.1	Provedeno u NIR-u 2022	7.2.2.
5.A Odlaganje krutog otpada na kopnu – CH ₄	Dati sveobuhvatne informacije o praksama gospodarenja čvrstim otpadom u NIR-u, ako je moguće u tabelarnom formatu, pokrivajući broj aktivnih i zatvorenih SWDS-ova (uključujući neslužbene), vrstu SWDS-ova i prakse upravljanja koje se koriste na svim odlagalištima u zemlji (uključujući neslužbena one), uključujući vrstu otpada i količine koje se odlažu	W.2	podaci iz provedenog projekta bit će uključeni u NIR 2024	7.2.2.
5.A Odlaganje krutog otpada na kopnu – CH ₄	Nastaviti s naporima da se dobije točan povijesni AD i parametri specifični za državu, posebno o broju stanovnika, proizvodnji otpada po glavi stanovnika i postotku otpada odloženog na SWDS za različita vremenska razdoblja od 1955. do 1990., s ciljem procjene emisija CH ₄ za cijeli vremenski niz za kategoriju 5.A (zbrinjavanje krutog otpada) i sveobuhvatno ih dokumentirati u NIR-u, uključujući opis poboljšanja učinjenih u pretpostavkama, posebno upućujući na godišnje povećanje stanovništva, proizvodnju otpada po glavi stanovnika i postotak otpada odloženog na SWDS za različita razdoblja od 1955. do 1990.	W.3	podaci iz provedenog projekta bit će uključeni u NIR 2024	7.2.2.
5.B Biološka obrada krutog otpada – CH ₄ i N ₂ O	U NIR-u navedite informacije o službenom izvoru AD za kompostiranje i anaerobnu digestiju i razdoblju za koje je AD dostupan, uključujući podatke o tome kada su te aktivnosti započele u zemlji.	W.4	podaci iz provedenog projekta bit će uključeni u NIR 2024	7.3.2
5.C.1 Spaljivanje otpada – CO ₂	Ekstrapolirajte natrag kako biste procijenili emisije CO ₂ od spaljivanja plastičnog otpada između 1990. i 2006. kako biste poboljšali dosljednost vremenskih serija i transparentnost.	W.5	Planirano kao kratkoročni cilj	7.4.6
5.C.1 Spaljivanje otpada – CO ₂ , CH ₄ i N ₂ O	Navedite informacije u NIR-u o sustavima i količinama plastičnog otpada koji se zbrinjava i/ili spaljuje za cijeli vremenski niz, uključujući podatke o plastičnom otpadu koji se ne prikuplja i reciklira te ukupni AD za plastični otpad koji nastaje u zemlji	W.6	Planirano kao kratkoročni cilj	7.4.6

CRF kategorija	Preporuka		Status implementacije	Pogl. NIR
5.D.1 Otpadne vode iz kućanstava – CH4	Prikupiti detaljnije i cjelovitije informacije o kućnim otpadnim vodama koje se pročišćavaju u različitim sustavima u zemlji, posebno pojedinačnim sustavima za pročišćavanje otpadnih voda, te koristiti te informacije za procjenu i poboljšanje točnosti emisija CH4 iz kućnih otpadnih voda	W.7	Planirano kao kratkoročni cilj	7.5.6
5.D.1 Otpadne vode iz kućanstava – CH4	Transparentno opisati i prikupiti točne podatke za cijelu vremensku seriju, koji se odnose na: (1) postrojenja za anaerobnu obradu otpadnih voda kućanstava; (2) postrojenja za anaerobnu obradu otpadnih voda industrije; (3) postrojenja za aerobnu obradu otpadnih voda kućanstava; (4) postrojenja za aerobnu obradu otpadnih voda industrije.	W.8	Planirano kao kratkoročni cilj	7.5.6
Otpad, 5.D.1 Otpadne vode kućanstava – CH4,	Pružiti informacije o tome kako se proizvedeni mulj obrađuje - odlaže na odlagališta ili koristi u druge svrhe. Te informacije potrebno je koristiti za procjenu emisija CH4 iz obrade otpadnih voda za svaki tok ili sustav, izbjegavajući dvostruko računanje razgradive organske tvari uklonjene kao mulj koji se koristi u druge svrhe. Ispravno navesti količinu razgradive organske tvari uklonjene kao mulj u tablici CRF 5.D.	W.9	Planirano kao kratkoročni cilj	7.5.6
Otpad, 5.D.2 Otpadne vode industrije – CH4,	Transparentno opisati korištene sustave pročišćavanja otpadnih voda industrije i volumen otpadnih voda industrije koje su obrađene aerobno i anaerobno.	W.10	Planirano kao kratkoročni cilj	7.5.6
Otpad, 5.C.1 Spaljivanje otpada – CO2, Potpunost	Primjena metode ekstrapolacije kako bi se procijenile emisije CO2 iz spaljivanja plastičnog otpada u razdoblju 1990. - 2006. godine, u cilju poboljšanja dosljednosti vremenske serije i transparentnosti.	W.5	Planirano kao kratkoročni cilj	7.4.2.
Otpad, 5.C.1 Spaljivanje otpada – CO2, CH4, N2O, Transparentnost	Navesti informacije o sustavima obrade i količinama plastičnog otpada koji se odlaže i/ili spaljuje za cijelu vremensku seriju, uključujući podatke o plastičnom otpadu koji se ne prikuplja i reciklira i podatke o proizvedenom plastičnom otpadu.	W.6	Planirano kao kratkoročni cilj	7.4.2

CRF kategorija	Preporuka		Status implementacije	Pogl. NIR
Otpad, 5.D.1 Otpadne vode kućanstava – CH4, Potpunost	Prikupiti detaljnije i potpune informacije o različitim sustavima obrade otpadnih voda kućanstava, posebno individualnih sustava obrade otpadnih voda i korištenje tih informacija za poboljšanje točnosti procjene emisije CH4.	W.7	Planirano kao kratkoročni cilj	7.5.2

Europska komisija i Konvencija izvršili su preglede hrvatskog inventara i dali preporuke za ponovne izračune. Provedene preporuke Europske komisije i Konvencije dane su u tablici 10.4-2.

Tablica 10.4-2: Rekalkulacije provedene u NIR-u 2023

CRF kategorija	Preporuka			Poglavlje u NIR-u
	UNFCCC	ESD	Greška detektirana od strane eksperta	
Energetika				
1B Fugitivne emisije			Za 2020. procijenjeni podaci za otpremu nafte zamijenjeni su podacima iz statistike.	3.3.

CRF kategorija	Preporuka			Poglavlje u NIR-u
	UNFCCC	ESD	Greška detektirana od strane eksperta	
Industrijski procesi i uporaba proizvoda				
2.A.1 Proizvodnja cementa	-	Potvrdite da su svi izvori CaO ispravno uključeni u procjenu emisija u skladu sa smjernicama IPCC-a iz 2006.	-	4.2.1

CRF kategorija	Preporuka			Poglavlje u NIR-u
	UNFCCC	ESD	Greška detektirana od strane eksperta	
2.A.4 Ostala uporaba karbonata	-	-	Za jednu tvornicu kamene vune podaci nisu bili dostupni za razdoblje 1990.-2011., te su napravljene procjene podataka i novi proračun emisije.	4.2.4
2.F.1 Sustavi za hlađenje i klimatiziranje	Hrvatska je prijavila emisije HFC-134a iz proizvodnje transportnih rashladnih uređaja, no prijavljuje oznaku NE za količinu punjenu u nove proizvode.	-	-	4.7.1
2.F.3 Sustavi za gašenje požara	-	Hrvatska je u svom NIR-u prijavila faktore emisije iz zaliha HFC-125 za fiksne sustave koji se procjenjuju na 4 posto, ali je faktor životnog vijeka proizvoda 40 posto u CRF-u.	-	4.7.2
2.G.1 Elektrooprema	-	-	Uočena je pogreška u proračunu za 2020. godinu te su ponovno izračunate emisije SF ₆ iz proizvodnje opreme..	4.8.1

CRF kategorija	Preporuka			Poglavlje u NIR-u
	UNFCCC	ESD	Greška detektirana od strane eksperta	
Poljoprivreda				
3.A CH ₄ emisije iz crijevne fermentacije domaćih životinja	Emisije su rekalkulirane za razdoblje 1990. – 2020. zbog implementacije nacionalnih specifičnih faktora emisije i poboljšanja proračuna na Tier 2 metodologiju za kategorije goveda i svinja..		Emisije su rekalkulirane za godinu 2017.-2020. zbog korekcije AD za kuniće.	5.2.5

CRF kategorija	Preporuka			Poglavlje u NIR-u
	UNFCCC	ESD	Greška detektirana od strane eksperta	
3.B Gospodarenje stajskim gnojem – N ₂ O, CH ₄	Emisije su rekalkulisane: za razdoblje 1990. – 2020. zbog implementacije nacionalnih specifičnih faktora emisije i poboljšanja proračuna na Tier 2 metodologiju za kategorije goveda i svinja., za razdoblje 1990. – 2020. zbog uklanjanja kategorije Pašnjaka iz proračuna neizravnih emisija N ₂ O povezanih s ispiranjem i otjecanjem		Emisije su rekalkulirane za godinu 2017.-2020. zbog korekcije AD za kuniće.	5.3.1.5, 5.3.2.5
3.D.1.2.a Životinjski gnoj primijenjen na tla – N ₂ O	Emisije su rekalkulirane za cijelo razdoblje 2010.-2012. zbog korekcija procjene životinjskog gnoja primijenjenog na tla (3.D.1.2.a) za izvor 3B.	Emisije su rekalkulirane za cijelo razdoblje 2010.-2012. zbog korekcija procjene životinjskog gnoja primijenjenog na tla (3.D.1.2.a) za izvor 3B.		5.3.2.5, 5.5.1.5
3.D.2. Indirektne N ₂ O emisije iz poljoprivrednih tala - N ₂ O	Emisije su rekalkulirane za razdoblje 1990.-2020. zbog promjena AD i poboljšanja u izvoru: Gospodarenje gnojem – emisije N ₂ O (CRF 3.B.2).	Emisije su ponovno izračunate za razdoblje 1990.-2020. zbog promjena u AD i poboljšanja učinjenih u izvoru: Gospodarenje stajskim gnojem – emisije N ₂ O (CRF 3.B.2).		5.3.2.5, 5.5.1.5, 5.5.2.5
3.G. Kalcifikacija – CO ₂			Emisije su rekalkulirane za godine 2019., 2020. zbog korekcije AD i pogreške u proračunu emisije.	5.8.5

CRF kategorija	Preporuke			Pogl. u NIR-u
	UNFCCC	ESD	Greška detektirana od strane eksperta	
LULUCF				
4A, 4B, 4C, 4.D, 4.E			Nacionalno određena vrijednost zalihe ugljika u pCL u pohraništu biomase korištena je u procjeni za CL-CL i zemljišta pretvorenog u i iz kategorije Zemljišta pod Usjevima	6.4-6.8

CRF kategorija	Preporuka			Poglavlje u NIR-u
	UNFCCC	ESD	Greška detektirana od strane eksperta	
Otpad				
5.A Odlaganje krutog otpada– CH4	CS-vrijednost DOC-a procijenjena je za cijelo izvještajno razdoblje i koristi se u oba IPCC FOD modela – za upravljana i neupravljana odlagališta. Stoga su napravljene rekalkulacije emisija CH4 za razdoblje 1990.-2020.			7.2.2,

CRF kategorija	Preporuka			Poglavlje u NIR-u
	UNFCCC	ESD	Greška detektirana od strane eksperta	
5.C Spaljivanje i spaljivanje otpada na otvorenom			Za kategoriju izvora CRF 5.C.2, emisije CH ₄ i N ₂ O prethodno nisu izračunate. Provedena je rekalkulacija emisija CH ₄ i N ₂ O za razdoblje od 1990. do 2020. godine.	7.4.5
5.D Pročišćavanje i ispuštanje otpadnih voda			Revidirani podaci o broju stanovnika uključeni su u proračun emisija za kategoriju 5.D.1. Rekalkulirane su emisije CH ₄ za razdoblje 2000.-2003. i 2009., te emisije N ₂ O za 1997. i 2000.-2010.	7.5.5

Tablica 10.4-3: Indikacija provođena projekata

Setorski specifični planovi poboljšanja

Energetika

Kategorija	Preporuka	NIR 2024	NIR 2025	Dugoročni cilj
1.A Izgaranje goriva – sektorski pristup –	ERT preporučuje da Hrvatska kao prioritet provede projekte poboljšanja za energetski sektor koji se bave metodološkim pristupom koji se koristi za procjene emisija za ključne kategorije u skladu sa Smjernicama IPCC-a iz 2006. godine.			•
1.A.2 Prerađivačka industrija i građevinarstvo	Podijelite potrošnju goriva i emisije iz proizvodnje električne i toplinske energije u proizvodnim industrijama i građevinarstvu za 1990. – 2000. u skladu s detaljnom industrijskom podjelom za stacionarno izgaranje danom u Smjernicama IPCC-a iz 2006. godine.			•
1.A.2.a Željezo i čelik	Ukloniti količinu prirodnog plina koji se koristi kao sirovina za proizvodnju čelika iz podkategorije 1.A.2.a (željezo i čelik) i odgovarajuće revidirati svoje procjene emisija CO ₂ za proizvodnju željeza i čelika osiguravajući da nema dvostrukog brojanja emisija iz prirodnih potrošnja plina događa se za cijeli vremenski niz, u skladu sa smjernicama IPCC-a iz 2006. godine.			•

1.A.2.g Ostalo	Emisije iz proizvodnje cementa navesti pod podkategorijom 1.A.2.f (nemetalni minerali), a ne pod 1.A.2.g.v (građevinarstvo).	•		
1.B.2.b Prirodni plin – plinovita goriva – CO ₂	Razviti CO ₂ EF za 1.B.2.b.3 (prirodni plin – prerađiva) (s obzirom da su emisije CO ₂ iz 1.B.2.b (prirodni plin) ključna kategorija), uzimajući u obzir računske podatke o pročišćavanju CO ₂ koje pružaju operateri plinskih polja i postrojenja, a ako to nije moguće, koristite IPCC			•

Industrijski procesi i uporaba proizvoda

Kategorija	Preporuka	NIR 2024	NIR 2025	Dugoročno
2.B.1 Proizvodnja amonijaka	Osim oporabljene CO ₂ koji se koristi kao sirovina u proizvodnji uree i NPK gnojiva, također postoje određene informacije o njegovoj uporabi u proizvodnji suhog leda. Međutim, nema dostupnih informacija o samom procesu proizvodnje suhog leda, a Hrvatska također trenutno nema točne informacije o tome gdje se suhi led primjenjuje (u zemlji ili inozemstvu). Budući da prema smjernicama 2006 <i>IPCC Guidelines</i> , količina oporabljene CO ₂ iz proizvodnje amonijaka koja se koristi za proizvodnju suhog leda nije posebno izdvojena, te budući da se pretpostavlja da će sav CO ₂ biti ispušten u zemlji u kojoj se proizvodnja odvija, oporabljene CO ₂ za ovu namjenu trenutno nije uključen u proračun. Ukoliko dodatna sredstva budu raspoloživa, ovo pitanje bit će dodatno istraženo, te se ono zasad smatra dugoročnim planom za poboljšanje proračuna.			•
2.B.8 Proizvodnja petrokemijskih proizvoda i čađe	Ovaj podsektor identificiran je kao ključna kategorija, no <i>Tier 2</i> ili viša razina proračuna nije korištena za sve procjene emisija unutar ovog podsektora. Podaci za korištenje više razine za petrokemijske proizvode trenutno nisu dostupni. Najveći dio proizvodnje zaustavljen je prije nekoliko godina, što je posljedično smanjilo mogućnost prikupljanja podataka potrebnih za višu razinu proračuna. Hrvatska je nedavno revidirala ovaj podsektor i uključila dodatne izvore koristeći ono što se smatra najboljim trenutno dostupnim podacima. Ovo je pitanje uključeno u Plan prikupljanja podataka, a ovisno o raspoloživim resursima, izvršit će se daljnja istraživanja. Trenutno se ovo pitanje kategorizira kao dugoročni plan za poboljšanje.			•
2.C.2 Proizvodnja ferolegura	Svi ulazni podaci u ovoj kategoriji istraženi su u mjeri u kojoj je to trenutno moguće. Proizvodnja ferolegura u Hrvatskoj zaustavljena je prije više od 15 godina, zbog čega je malo vjerojatno da će biti moguće prikupiti detaljnije podatke o aktivnostima potrebne za višu razinu proračuna. Stoga je zaključeno da u sadašnjim okolnostima ne postoji realna mogućnost za poboljšanja u ovoj kategoriji. Međutim, godišnji plan prikupljanja podataka i dalje će sadržavati ove informacije, kao što je do sada bio slučaj, te ako bi u budućnosti postali dostupni dodatni podaci, provelo bi se daljnje istraživanje ove kategorije.			•
2.C.3 Proizvodnja aluminija	Proizvodnja primarnog aluminija (elektrolizom) obustavljena je prije gotovo tri desetljeća, uglavnom zbog ratnih aktivnosti, zbog čega je malo vjerojatna mogućnost prikupljanja detaljnijih podataka o aktivnostima potrebnih za višu razinu proračuna. Stoga je zaključeno da ne postoji realna mogućnost za poboljšanja u ovoj kategoriji u danim okolnostima.			•

Kategorija	Preporuka	NIR 2024	NIR 2025	Dugoročno
	Međutim, godišnji plan prikupljanja podataka i dalje će sadržavati ove informacije, kao što je do sada bio slučaj, te ako bi u budućnosti postali dostupni dodatni podaci, provelo bi se daljnje istraživanje ove kategorije.			

Poljoprivreda

Kategorija	Preporuka	NIR 2024	NIR 2025	Dugoročno
Sektorski	Nastavak istraživanja podataka o aktivnostima (populacija stoke) u svrhu prikupljanja detaljnijih podataka o aktivnostima.			•
3.A. Crijevna fermentacija	Izvještaj o hranidbenoj situaciji goveda u CRF tablici 3.A umjesto izvješća o koeficijentima aktivnosti	•		
3.B Gospodarenje stajskim gnojem	Analiza i potvrda MCF vrijednosti korištenih za emisije CH ₄ iz MMS sustava.		•	
3.D.1 Direktna emisija N ₂ O iz poljoprivrednih tala	Provjera količine mulja primijenjenog na tla za razdoblje 2005. – 2008., istraživanje i potvrda da li je mulj korišten u ranijim godinama vremenskog niza (1990. – 2004.).			•
3.D.1 Direktna emisija N ₂ O iz poljoprivrednih tala	Nastavak istraživanja podataka o aktivnostima i poboljšanje proračuna emisija iz poljoprivrednih tala zbog mineralnih gnojiva.			•
3.H Primjena Uree	Razvoj podataka o procjeni udjela uree u primijenjenim otopinama uree.			•

LULUCF

Kategorija	Preporuka	NIR 2022	NIR 2023	Dugoročno
Zemljište pretvoreno u šumsko – CO2	Uložiti značajne napore da se iskoriste rezultati CRONFI-ja za poboljšanje inventara sektora LULUCF-a	Izvršeno		
Zemljište pretvoreno u šumsko – CO2	Uložiti značajne napore da se iskoriste rezultati CRONFI-ja za poboljšanje inventara sektora LULUCF-a	Izvršeno		
Usjevi ostaju usjevi – CO2		Izvršeno		
	Implementirati razinu Tier 2 u kategoriji višegodišnjih nasada (pCL – pCL)	Izvršeno		
Travnjaci pretvoreni u usjeve – CO2	Poboljšati procjenu u pohraništu biomase u kategoriji Zemljište pod Usjevima (CL) kako bi se omogućilo implementiranje Tier 2 razine za procjenu zalihe ugljika u pohraništu biomase u ovoj kategoriji zemljišta	Izvršeno		
Zemljište pretvoreno u travnjak – CO2	Poboljšati procjenu u pohraništu biomase u kategoriji Travnjaka (GL) kako bi se omogućilo implementiranje Tier 2 razine za procjenu zalihe ugljika u pohraništu biomase u ovoj kategoriji zemljišta	Izvršeno		

Otpad

Kategorija	Preporuka	NIR 2023	NIR 2024	Dugoročno
5.A Odlaganje otpada – CH4	Navesti podatke o vrsti otpada koji se odlaže na odlagališta i osigurati da su sve vrste otpada (uključujući proizvodni otpad, mulj i građevni otpad te otpad od rušenja objekata) koje su odložene na odlagališta, uključene u proračun.		●	
5.A Odlaganje otpada – CH4	Uključiti sveobuhvatne informacije o tehnikama gospodarenja otpadom, u tabličnom obliku, prikazujući broj aktivnih i zatvorenih odlagališta (uključujući neslužbena odlagališta), vrstu odlagališta i tehnike upravljanja na svim odlagalištima (uključujući neslužbena odlagališta), uz prikaz vrste otpada i odloženih količina otpada.		●	
5.A Odlaganje otpada – CH4	Nastaviti s naporima da se dobiju točani povijesni podaci i parametri specifični za državu, posebno o broju stanovnika, proizvodnji otpada po glavi stanovnika i postotku otpada odloženog na odlagališta za vremensko razdoblje od 1955. do 1990., s ciljem procjene emisija CH4 za cijeli vremenski niz za kategoriju 5.A te ih dokumentirati u NIR-u, uključujući opis provedenih poboljšanja, posebno upućujući na godišnje povećanje stanovništva, proizvodnju otpada po glavi stanovnika i postotak otpada odloženog na odlagališta za razdoblje od 1955. do 1990.		●	

Kategorija	Preporuka	NIR 2023	NIR 2024	Dugoročno
5.B Biološka obrada krutog otpada – CH ₄ i N ₂ O	U NIR-u navedite informacije o službenom izvoru podataka za kompostiranje i anaerobnu digestiju i razdoblju za koje su podaci dostupni, uključujući podatke o tome kada su te aktivnosti započele		•	
5.C.1 Spaljivanje otpada– CO ₂	Ekstrapolirati povijesni niz kako bi se procijenila emisija CO ₂ od spaljivanja plastičnog otpada između 1990. i 2006. a kako bi se poboljšali dosljednost i transparentnost.		•	
5.C.1 Spaljivanje otpada – CO ₂ , CH ₄ and N ₂ O	Navedi informacije u NIR-u o sustavima i količinama plastičnog otpada koji se zbrinjava i/ili spaljuje za cijeli vremenski niz, uključujući podatke o plastičnom otpadu koji se ne prikuplja i reciklira te ukupnu količinu plastičnog otpada koji nastaje		•	
5.D.1 otpadne voda iz kućanstava – CH ₄	Prikupiti detaljnije i cjelovitije informacije o otpadnim vodama iz kućanstava koje se pročišćavaju u različitim sustavima u zemlji, posebno pojedinačnim sustavima za pročišćavanje otpadnih voda, te koristiti te informacije za procjenu i poboljšanje točnosti emisija CH ₄		•	
5.D.1 otpadne voda iz kućanstava – CH ₄	Transparentno opisati i prikupiti točne podatke za cijelu vremensku seriju, koji se odnose na: (1) postrojenja za anaerobnu obradu otpadnih voda kućanstava; (2) postrojenja za anaerobnu obradu otpadnih voda industrije; (3) postrojenja za aerobnu obradu otpadnih voda kućanstava; (4) postrojenja za aerobnu obradu otpadnih voda industrije.		•	
5.D.1 otpadne voda iz kućanstava – CH ₄	Poboljšati kvalitetu podataka o proizvedenom mulju i podatke o gospodarenju muljem te pružiti informacije o tome kako se proizvedeni mulj obrađuje - odlaže na odlagališta ili koristi u druge svrhe, kao što su kompostiranje i primjena u poljoprivredi. Te informacije potrebno je koristiti za procjenu emisija CH ₄ iz obrade otpadnih voda za svaki tok ili sustav, izbjegavajući dvostruko računanje razgradive organske tvari uklonjene kao mulj koji se odlaže na odlagališta i/ili koristi u druge svrhe.		•	
5.D.2 otpadne voda iz kućanstava – CH ₄ i N ₂ O	Navedite u NIR-u transparentan opis sustava za obradu industrijskih otpadnih voda koji se koriste u zemlji i količine industrijskih otpadnih voda koje se pročišćavaju aerobno i anaerobno		•	

Reference

Energetika

Energetika

1. Državni zavod za statistiku (2020) Statistički ljetopis – za razdoblje od 1990. do 2020. godine, Zagreb
2. Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja (2022.) Informativno izvješće o inventaru emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske (za razdoblje 1990.-2020.), EKONERG, Zagreb
3. FCC/IRR/2008/HRV Report of the review of the initial report of Croatia, 26 August 2009
4. FCCC/ARR/2008/HRV Report of the initial review of the greenhouse gas inventories of Croatia submitted in 2007 and 2008, 5 November 2009 (advance version)
5. FCCC/ARR/2009/HRV Report of the individual review of the greenhouse gas inventory of Croatia submitted in 2009 Centralized Review Report
6. FCCC/ARR/2010/HRV Report of the individual review of the annual submission of Croatia submitted in 2010, 20 January 2011
7. FCCC/ARR/2012/HRV Report of the individual review of the annual submission of Croatia submitted in 2012, 8 February 2013
8. FCCC/ARR/2013/HRV Report of the individual review of the annual submission of Croatia submitted in 2013, 8 February 2014
9. FCCC/ARR/2014/HRV Report of the individual review of the annual submission of Croatia submitted in 2014, 8 February 2015
10. FCCC/ARR/2015/HRV Report of the individual review of the annual submission of Croatia submitted in 2015
11. FCCC/ARR/2016/HRV Report of the individual review of the annual submission of Croatia submitted in 2016
12. Final review report; 2016 comprehensive review of national greenhouse gas inventory data pursuant to Article 19(1) of Regulation (EU) No 525/2013, European Environment Agency, 23 August 2016.
13. EEA (2000) COPERT V Computer Programme to Calculate Emissions from Road Transport, Denmark
14. INA (2013) Podaci o pročišćenom prirodnom plinu iz Centralne plinske stanice MOLVE te sadržaju sumpora u derivatima, INA – Industrija nafte i plina, podaci poslani dopisom
15. INA (2013) Podaci o broju aktivnih bušotina, INA – Industrija nafte i plina, podaci poslani dopisom
16. IPCC/UNEP/WMO (2006) IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories, Volume 2, Energy, Japan
17. Ministarstvo gospodarstva (2020) Energija u Hrvatskoj 2020., Godišnji energetske pregled, Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb
18. Ministarstvo zaštite okoliša i prirode (2013) NIR 2014, Izvješće o inventaru stakleničkih plinova na području Republike Hrvatske za razdoblje 1990. - 2012., EKONERG, Zagreb

19. Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva (2012) Šesto nacionalno izvješće Republike Hrvatske prema Okvirnoj Konvenciji Ujedinjenih Naroda o promjeni kome (UNFCCC), Zagreb
20. Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva (2006) Drugo, treće i četvrto nacionalno izvješće Republike Hrvatske prema Okvirnoj Konvenciji Ujedinjenih Naroda o promjeni kome (UNFCCC), Zagreb
21. Ministarstvo unutarnjih poslova (2020) Baza podataka motornih vozila za 1990.-2020., podaci na CD-u
22. Vuk B. Nacionalna energetska bilanca – za razdoblje od 1990. do 2020., Energetski Institut 'Hrvoje Požar', Zagreb
23. Vuk B. Analiza potrošnje energije u industriji – za razdoblje od 2000. do 2020., Energetski Institut 'Hrvoje Požar', Zagreb

Industrial processes and product use

24. Državni zavod za statistiku, Odjel za proizvodnju i rudarstvo, Godišnja industrijska izvješća (PRODCOM) (1990.-2017.), Zagreb
25. Državni zavod za statistiku (2020) Statistički ljetopis – za razdoblje od 1990. do 2020. godine, Zagreb
26. CROATIA CEMENT g.i.u (2007.) Izvještaj: Podaci za izračunavanje emisije CO₂ iz proizvodnje Portland cementa, u okviru studije Hrvatska industrija cementa i klimatske promjene, EKONERG, Zagreb
27. Hrvatska agencija okoliš i prirodu (2022.) Izvješće o inventaru emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske za 2020. godinu; Prema Konvenciji o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka (CLRTAP), EKONERG, Zagreb
28. FCCC/ARR/2014/HRV Report on the individual review of the annual submission of Croatia submitted in 2014, 15 June 2015
29. IPCC 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds.). Published: IGES, Japan., Volume 2: Energy
30. IPCC 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds.). Published: IGES, Japan., Volume 3: Industrial Processes and Product Use
31. ISTRACEM d.d. (2008.) Izvještaj: Podaci za izračunavanje emisije CO₂ iz proizvodnje Portland i Aluminatnog cementa, u okviru studije Program smanjenja emisije ugljikovog dioksida iz Tvornice cementa ISTRACEM d.d., EKONERG, Zagreb
32. Ministarstvo zaštite okoliša i prirode (2014) Izvješće o inventaru stakleničkih plinova na području Republike Hrvatske za razdoblje 1990.-2012. (NIR 2014), Izvješće prema Konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime i prema Kyoto protokolu, EKONERG, Zagreb
33. Ministarstvo zaštite okoliša i prirode (2014) Šesto nacionalno izvješće i prvo dvogodišnje izvješće Republike Hrvatske prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC), Zagreb
34. PROMINS g.i.u (2008.) Izvještaj: Podaci za izračunavanje emisije CO₂ iz proizvodnje vapna, u okviru studije Hrvatska industrija vapna i promjena klime, EKONERG, Zagreb

Poljoprivreda

24. Bašić, F., O. Nestroy, I. Kisić, A. Butorac, M. Mesić (1988.) Zaštita od erozije-ključna uloga obrade tla u aktualnim i izmijenjenim klimatskim prilikama. HAZU – Znanstveni skup s međunarodnim sudjelovanjem “Prilagodba poljoprivrede i šumarstva klimi i njenim promjenama”. str 115-125. Zagreb
25. Bogunović, M., Vidaček, Ž., Racz, Z., Husnjak, S., Sraka, M., (1997.) Namjenska pedološka karta Republike Hrvatske i njena uporaba. Agronomski glasnik 5-6. str. 369-399. Zagreb
26. Butorac, A., (1963.) Toplinsko stanje tla i najkarakterističniji pragovi temperature tla za neka mjesta u glavnim poljoprivrednim rajonima Hrvatske. Agr. glasnik 12/63
27. Državni zavod za statistiku, Statistički ljetopisi (1990.-2011.), Zagreb
28. Agencija za zaštitu okoliša (2022.) Izvješće o inventaru emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske za 2020. godinu prema Konvenciji o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka, EKONERG, Zagreb
29. EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook 2019
30. IPCC/UNEP/OECD/IEA (1997.) Greenhouse Gas Inventory Workbook, Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2, United Kingdom
31. IPCC/UNEP/OECD/IEA (1997.) Greenhouse Gas Inventory Reference Manual, Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 3, United Kingdom
32. FAO baza podataka, www.fao.org
33. Ministarstvo zaštite okoliša i prirode (2011.) National Inventory Report 2011. Croatian greenhouse gas inventory for the period 1990 – 2008, EKONERG, Zagreb
34. Ministarstvo zaštite okoliša i prirode (2010.) Peto nacionalno izvješće Republike Hrvatske prema Okvirnoj konvenciji UN-a o promjeni klime (UNFCCC), Zagreb
35. Response of Croatia to Potential Problems and Further Questions from the ERT formulated in the course of the 2010 review of the greenhouse gas inventories of Croatia submitted in 2011
36. FCCC/ARR/2010/HRV Report of the individual review of the annual submission of Croatia submitted in 2011
37. Znaor, D. and Karoglan Todorović, S.,(2005.) Analiza prinosa, sadržaja dušika i fiksacije N hrvatske poljoprivredne proizvodnje 2002. i 2003. godine, University of Essex, Colchester. Neobjavljeno

LULUCF i KP LULUCF

49. Badjun, S. (1965) Physical and mechanical properties of Oakwood from forest district “Lubardenik” Lipovljani, Drvna industrija 16: 2-8.
50. Badjun, S. (1977) Comparative Wood Quality Appreciation, Drvna industrija 28: 125-131.
51. Croatian Bureau of Statistics (1999) Statistical Yearbook of the Republic of Croatia, Croatian Bureau of Statistics: 228
52. Croatian Bureau of Statistics (2011-2012) Statistical Yearbooks of the Republic of Croatia, Croatian Bureau of Statistics
53. Croatian Environment Agency (2013), <http://www.azo.hr/CORINELandCover>: 2-5

54. Croatian Forests (2006) Forest Management Area Plan of the Republic of Croatia 2006-2015 (FMAP 20016-2015), Public company "Croatian Forests"
55. Croatian Geological Institute (2012) Total nitrogen and organic carbon in soils of the Republic of Croatia, Croatian Environment Agency
56. Croatian Parliament (1993) Law on amendments to the Law on Forests Official Gazette No 76
57. Croatian Parliament (2006), Ordinance on Forest Management, Official Gazette No. 111
58. Croatian Parliament (2009) Energy Development Strategy of the Republic of Croatia, Official Gazette No 130
59. Croatian Parliament (2012) Law on Energy, Official Gazette No 120
60. Croatian Parliament (2017), Regulation on monitoring of greenhouse gas emissions, policies and measures for their reduction in the Republic of Croatia, Official Gazette No. 5
61. Croatian Parliament (2018), Ordinance on Forest Management, Official Gazette No. 97
62. Decision 2/CMP.7 Land use, land-use change and forestry
63. Decision 24/CP.19 Revision of the UNFCCC reporting guidelines on annual inventories for Parties included in Annex I to the Convention
64. Decision No 529/2013/EU of the European Parliament and of the Council of 21 May 2013 on accounting rules on greenhouse gas emissions and removals resulting from activities relating to land use, land-use change and forestry and on information concerning actions relating to those activities
65. Environment Agency Austria (2012), National inventory report 2012, Submission under the UNFCCC and the Kyoto Protocol, http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/6598.php
66. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2016), Forest Products Classification and Definitions, Global Strategy Working Papers.
67. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2017), Joint FAO/ECE/EUROSTAT/ITTO Questionnaire - Joint Forest Sector Questionnaire Definitions.
68. Government of the Republic of Croatia (1993) The Regulation on amendments to the Law on Forests, Official Gazette No 14.
69. Government of the Republic of Croatia (2007) Tariff system for the production of electricity from renewable energy sources and cogeneration, Official Gazette No 33
70. Government of the Republic of Croatia (2013) Draft strategy for management and disposal of property of the Republic of Croatia 2013-2017, <http://www.duudi.hr/wp-content/uploads/2013/04/nacrt-Strategije.pdf> : 43,
71. Govorčin S., T. Sinković, J. Trajković, B. Šefc (2011) Structural, technical and usable properties of some commercial wood species, Academy of Forestry Sciences: 647.
72. Horvat, I. (1957) Investigations on technical properties of Slavonian Oakwood, Šumarski list 81: 321-360.
73. Horvat, I. (1958) Investigations on technical properties of fir-wood (Abies Alba Mill,) from Gorski kotar, Drvna industrija 9: 2-10.
74. Horvat, I. (1969) Some physical and mechanical properties of beechwood from Gorski kotar Žumberak, Petrova gora, Senjsko bilo and Velebit, Drvna industrija 20: 183-194.
75. Janeš, D., G. Kovač, V. Grgesina, D. Pleskalt (2014): Identifying areas affected by fires according to requirements of Article 3.3 and 3.4 of the Kyoto Protocol

76. Ministry of Agriculture, Forest Management Area Plan for the Republic of Croatia for the period 2016-2025 (FMAP 2016-2025)
77. Ministry of Economy (2006) Amendments to the plan of development, construction and modernization of gas transportation system in the Republic of Croatia from 2002 to 2011 - The second investment cycle 2007 – 2011, <http://www.plinacro.hr/default.aspx?id=44>
78. Ministry of Regional Development, Forestry and Water management (2006) Regulations on the procedure for granting funds from fees for the use of beneficial functions of forests for work performed in private forests, Official Gazette No 66
79. Ministry of Regional Development, Forestry and Water management (2008) Ordinance on amendments to the Ordinance on the Register of forest owners, Official Gazette No 84
80. Ministry of Regional Development, Forestry and Water management (2010) Forest Resources Assessment Croatia 2010 (FRA 2010)
81. Republic of Bulgaria, Ministry of Environment and Water, Executive Environment Agency (2012), National inventory report 2012, Submission under the UNFCCC and the Kyoto Protocol, http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/6598.php
82. Section of Forestry and Wood Industry Association of Engineers and Technicians People's Republic of Croatia (1949), Small Forestry-technical Manual: 215
83. Sinković, T. (1991) Some physical properties of fir-wood from Gorski kotar, *Drvena industrija* 42: 17-21.
84. Sinković, T., S. Govorčin, T. Sedlar (2011) Comparison of Physical Properties of Untreated and Heat treated Beech and Hornbeam, *Drvena industrija* 62: 283-290.
85. Štajduhar, F. (1972) A contribution to Physical and mechanical properties investigation of Beechwood in Croatia, *Drvena industrija* 23: 43-59.
86. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2006), 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.
87. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2013), IPCC 2014 - Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol, Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M. and Troxler, T.G. (eds) Published: IPCC, Switzerland.

Otpad

88. Državni zavod za statistiku, Statistički ljetopisi Republike Hrvatske (1990. - 2020.)
89. Državni zavod za statistiku, Priopćenja (2013., 2016., 2019.)
90. Agencija za zaštitu okoliša (danas Ministarstvo zaštite okoliša i energetike) (2012.) Izvješće o stanju okoliša u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2005. – 2008., Zagreb
91. Vlada Republike Hrvatske (2005.) Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske, Zagreb
92. Vlada Republike Hrvatske (2017.) Plan gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2017. - 2022. godine, Zagreb
93. FAOSTAT: Statistička baza podataka, <http://www.fao.org>
94. FCCC/ARR/2018/HRV Report on the individual review of the annual submission of Croatia submitted in 2018, 6 May 2019

95. Fundurulja, D., Mužinić, M. (2000.) Procjena količine komunalnog otpada u RH od 1990. - 1998. (dio Podloga za 1. Nacionalno izvješće Republike Hrvatske), Zagreb
96. IPCC 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds.). Published: IGES, Japan., Volume 2: Energy
97. IPCC 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds.). Published: IGES, Japan., Volume 5: Waste
98. Ministarstvo zaštite okoliša i energetike (2019.) Program prikupljanja podataka NIR 2020 – Otpad, Zagreb
99. Ministarstvo zaštite okoliša i energetike (2019.) Izvješće o inventaru stakleničkih plinova na području Republike Hrvatske za razdoblje 1990. - 2017. (NIR 2019), EKONERG d.o.o., Zagreb
100. Ministarstvo zaštite okoliša i energetike (2020.) Informativno izvješće o inventaru emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske 2020. (za razdoblje 1990. - 2018.), podnesak prema Konvenciji o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka (CLRTAP) i Direktivi o nacionalnim gornjim granicama emisije za određene onečišćujuće tvari (NECD), EKONERG d.o.o., Zagreb
101. Ministarstvo zaštite okoliša i energetike (2019.) Izvješće o komunalnom otpadu za 2018. godinu, Zagreb
102. Ministarstvo zaštite okoliša i energetike (2018.) Sedmo nacionalno izvješće i treće dvogodišnje izvješće Republike Hrvatske prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC), Zagreb
103. Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva (danas Ministarstvo zaštite okoliša i energetike) (2006.) Razvoj smjernica za početak implementacije Plana gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj, LIFE04 TCY/CRO/000028, EKONERG d.o.o., Zagreb
104. Potočnik, V. (2000) Izvještaj: Podloge za proračun emisije metana u Hrvatskoj 1990. - 1998., B. Podaci o krutom otpadu u Hrvatskoj 1990. - 1998. (dio Podloga za 1. Nacionalno izvješće Republike Hrvatske), Zagreb))
105. Zakon o gospodarenju otpadom (NN 84/2021)

Popis tablica i slika

Tablica ES.2-1: Emisije/uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova po sektorima svakih pet godina za razdoblje od 1990. do 2013. godine (kt CO ₂ -eq)	18
Tablica ES.2-2: Emisije/uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova po sektorima u razdoblju 2014.-2021. godine (kt CO ₂ -eq)	18
Tablica ES.2-3: Emisije/uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova po plinovima svakih pet godina za razdoblje od 1990. do 2013. godine (kt CO ₂ -eq)	19
Tablica ES.2-4: Emisije/uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova po plinovima za razdoblje 2014.-2021. godine (kt CO ₂ -eq)	19
Tablica ES.3-1: Emisija sektora energetike po podsektorima za period 1990.-2021. (kt CO ₂ -eq)	21
Tablica ES.3-2: Emisija sektora industrijskih procesa po podsektorima za period 1990.-2021. (kt CO ₂ -eq)	22
Tablica ES.3-3: Emisije sektora Poljoprivrede po podsektorima za razdoblje 1990.-2021. (kt CO ₂ -eq)	23
Tablica ES.3-4: Trendovi emisije u LULUCF sektoru za razdoblje 1990.-2021. (kt CO ₂ -eq)	24
Tablica ES.3-5: Emisije sektora Otpad po kategorijama za razdoblje 1990. -2021. godine (kt CO ₂ -eq)	24
Tablica ES.3.2-1: Emisije/uklanjanja pomoću ponora CO ₂ po sektorima za razdoblje 1990.-2021. (kt CO ₂)	25
Tablica ES.3.2-2: Emisije CO ₂ po podsektorima energetike za razdoblje 1990.-2021. (kt CO ₂)	25
Tablica ES.3.2-3: Emisija CO ₂ iz Industrijskih procesa i uporabe proizvoda za razdoblje 1990.-2021. (kt CO ₂)	26
Tablica ES.3.2-4: Emisija CH ₄ u Hrvatskoj za razdoblje 1990.-2021. (kt CH ₄)	27
Tablica ES.3.2-5: Emisija N ₂ O u Hrvatskoj za razdoblje 1990.-2021. (kt N ₂ O)	28
Tablica ES.3.2-6: Emisija halogeniranih ugljikovodika, SF ₆ i NF ₃ u razdoblju 1990.-2021. (kt CO ₂ -eq)	29
Tablica ES.4.1-1: Emisije prethodnika ozona i SO ₂ po sektorima (kt)	30
Tablica ES.5-1: Opis ključnih izvora emisija za 2021. godinu	31
Tablica ES.6-1: Provedene rekalkulacije u Inventaru 2023 za CO ₂ , CH ₄ i N ₂ O	33
Tablica 1.3-1: Izvori podataka za pripremu inventara stakleničkih plinova	46
Tablica 1.5-1: Kratak opis ključnih izvora emisija za 2021. godinu	50
Tablica 2.1-1: Emisije/uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova po sektorima svakih pet godina za razdoblje od 1990. do 2013. godine (kt CO ₂ -eq)	56
Tablica 2.1-2: Emisije/uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova po sektorima u razdoblju 2014.-2021. godine (kt CO ₂ -eq)	57
Tablica 2.1-3: Emisije/uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova po plinovima svakih pet godina za razdoblje od 1990. do 2013. godine (kt CO ₂ -eq)	58
Tablica 2.1-4: Emisije/uklanjanja pomoću ponora stakleničkih plinova po plinovima za razdoblje 2014.-2021. godine (kt CO ₂ -eq)	58
Tablica 2.2-1: Emisija sektora energetike po podsektorima za period 1990.-2021. (kt CO ₂ -eq)	60
Tablica 2.2-2: Emisija sektora industrijskih procesa po podsektorima za period 1990.-2021. (kt CO ₂ -eq)	61
Tablica 2.2-3: Emisije sektora Poljoprivrede po podsektorima za razdoblje 1990.-2021. (kt CO ₂ -eq)	61
Tablica 2.2-4: Trendovi emisije u LULUCF sektoru za razdoblje 1990.-2021. (kt CO ₂ -eq)	62
Tablica 2.2-5: Emisije sektora Otpad po kategorijama za razdoblje 1990. -2021. godine (kt CO ₂ -eq)	63

Tablica 3.1-1: Proizvodnja primarne energije.....	65
Tablica 3.1-2: Primarna potrošnja energije	67
Tablica 3.1-3: Nacionalne donje ogrjevnje vrijednosti, CO ₂ emisijski faktori i oksidacijski faktori za 2021. godinu.....	69
Tablica 3.1-4: Doprinos pojedinih podsektora ukupnoj emisiji CO ₂ -eq sektora Energetika za 2021. godinu.....	71
Tablica 3.1-5: Kategorije ključnih izvora emisije u sektoru Energetika – procjena prema trendu i prema razini 2021. godini.....	72
Tablica 3.2-1: Potrošnja goriva i emisije CO ₂ pri izgaranju goriva (referentni i sektorski pristup).....	76
Tablica 3.2-2: Potrošnja tekućeg goriva te emisija CO ₂ (referentni i sektorski pristup)	76
Tablica 3.2-3: Potrošnja goriva i emisija CO ₂ za potrošnju ostalih goriva (referentni i sektorski pristup)	77
Tablica 3.2-4: Potrošnja goriva i emisija CO ₂ -eq međunarodnog zračnog prometa i bunkera brodova.....	78
Tablica 3.2-5: Usporedba potrošnje goriva inventara i IEA bilance za period 1990. do 2012. godine.	80
Tablica 3.2-6: Ukupna emisija CO ₂ -eq (kt) podsektora Energetskih transformacija	81
Tablica 3.2-7: Termoelektrane i javne toplane u Republici Hrvatskoj.....	82
Tablica 3.2-8: Razlike u proizvodnji električne energije u 2020. i 2021.	84
Tablica 3.2-9: Proizvodni kapaciteti industrije nafte i maziva	85
Tablica 3.2-10: Emisija CO ₂ -eq (kt) podsektora Industrija i graditeljstvo	90
Tablica 3.2-11: Emisija CO ₂ -eq (kt) podsektora Prometa	93
Tablica 3.2-13: Emisija CO ₂ -eq (kt) sektora opće potrošnje.....	100
Tablica 3.3-1: Broj napuštenih rudnika sa tehnologijom zatvaranja u razdoblju od 1901.- 2021. godine	105
Tablica 3.3-2: CO ₂ materijalna bilanca za period 2010.-2015.	108
Table 3.3-3: The CO ₂ emissions (kt) from natural gas scrubbing in CGS Molve.....	109
Tablica 3.3-4: Osnovni podaci o transportnom sustavu prirodnog plina Republike Hrvatske.....	109
Tablica 3.3-5: Emisija CO ₂ -eq (kt) iz nafte i prirodnog plina	110
Tablica 3.3-6: Fugitivne emisije prekursora ozona i SO ₂	111
Tablica 4.1-1: Kategorije ključnih izvora emisije u sektoru Industrijski procesi i uporaba proizvoda, temeljene na procjeni prema razini i trendu u 2022. godini	117
Tablica 5.1-1: Emisije stakleničkih plinova iz poljoprivrede.....	186
Tablica 5.1-2: Emisije stakleničkih plinova iz poljoprivrede u CO ₂ -eq.....	187
Tablica 5.1-3: Ključne kategorije u sektoru poljoprivrede temeljene na procjeni prema razini i trendu u 2021. godini	188
Tablica 5.2-3: Klasifikacija goveda u odgovarajuće IPCC kategorije	190
Table 5.2-4. Koeficijenti održavanja korišteni za proračun emisija CH ₄ iz crijevne fermentacije goveda.	190
Tablica 5.2-5: Izvori podataka o aktivnostima vezanim uz populaciju životinja	193
Tablica 5.2-7: Razlika u emisiji CRF 3.A izvora zbog provedenih rekalkulacija.....	195
Tablica 5.3-1: Faktori emisije za Gospodarenje stajskim gnojem za svaku kategoriju životinja za 2021. godinu.....	197
Tablica 5.3-2: Razlika u emisiji CRF 3.B.1 izvora zbog provedenih rekalkulacija	199
Tablica 5.3-3: Razlika u emisiji CRF 3.B.2 izvora zbog provedenih rekalkulacija	201
Tablica 5.5-1: Dušik iz primijenjenih mineralnih gnojiva u razdoblju od 1990. do 1999.	205

Tablica 5.5-2: Dušik iz primijenjenih mineralnih gnojiva u razdoblju od 2000. do 2021.	205
Tablica 5.5-3: Količina primijenjenog mulja i postotak dušika	207
Tablica 5.5-4: Izvori podataka o proizvodnji usjeva	209
Tablica 5.5-5: Podaci o proizvodnji i žetvi usjeva za razdoblje 1990. – 2021.	210
Tablica 5.5-5: Podaci o proizvodnji i žetvi usjeva za razdoblje 1990. – 2021. (nastavak)	211
Tablica 5.5-5: Podaci o proizvodnji i žetvi usjeva za razdoblje 1990. – 2021. (nastavak)	212
Tablica 5.5-7: Razlika u emisiji CRF 3.D.1 izvora zbog provedenih rekalkulacija	215
Tablica 5.5-8: Razlika u emisijama izvora CRF 3D2 zbog kalkucija	217
Tablica 5.8-1: Razlika u emisijama CRF 3.G izvora zbo rekalkulacija	220
Tablica 5.9-1: Količina Uree primijenjena na tlo	221
Tablica 6.1-1: Analiza ključnih izvora za LULUCF sektor na temelju ocjene pomoću razina i trenda za 2021. godinu.....	222
Tablica 6.1-2: LULUCF kategorije - status procijenjenih emisija	223
Tablica 6.1-3: Korištenje zemljišta i promjene u korištenju zemljišta u razdoblju 1990.-2021.....	225
Tablica 6.4.-1: Emisije/uklanjanja CO ₂ pomoću ponora na Šumskom zemljištu koje ostaje šumsko, te Zemljištu pretvorenom u šumsko zemljište (kt CO ₂)	249
*bez emisija od opožarene biomase	250
Tablica 6.4.-2: CO ₂ emisije iz požara u periodu 1990.-2021.	250
Tablica 6.4-3: Preporučene vrijednosti korištene u proračunu emisije/uklanjanja pomoću ponora CO ₂	252
Tablica 6.4-4: Zemljište pretvoreno u šumsko zemljište (kha), godišnji LUC	267
Tablica 6.4-5: Godišnje promjene zalihe ugljika u živoj biomas (fitotvari) i tlu na Zemljištu pretvorenom u šumsko zemljište	271
Tablica 6.4-6: Nesigurnost emisijskih faktora, podataka o aktivnostima i izvor informacija	272
Tablica 6.5-1: Podaci o aktivnosti za Zemljište pod usjevima od 1990. do 2021., u kha	276
Tablica 6.5-2: Emisije (+) i uklanjanja pomoću ponora (-) CO ₂ iz Zemljišta pod usjevima od 1990. do 2021. (kt CO ₂ -eq.)	277
*bez emisija od opožarene biomase	277
Tablica 6.5-3: Nacionalna vrijednost zaliha mrtvog drva	282
Tablica 6.5-4: Parametri iz IPCC 2006 Vodiča korišteni u proračunu.....	283
Tablica 6.5-5: Promjena zaliha ugljika u mrtvom drvu (kt C) na iskrčenim površinama (kha) prema prenamjeni iz Šumskog zemljišta u Zemljište pod usjevima	283
Tablica 6.6-1: Podaci o aktivnosti za Travnjake u razdoblju 1990.-2021., u kha	287
Tablica 6.6-2: Emisije (+) i uklanjanja pomoću ponora (-) CO ₂ u kategoriji Travnjaka, 1990.-2021. (kt CO ₂ -eq.)	288
Tablica 6.7-1: Podaci o aktivnosti za močvarno zemljište u razdoblju 1990.-2021., u kha	292
Tablica 6.7-2: Emisije iz Močvarnog zemljišta u razdoblju 1990.-2021., (kt CO ₂ -eq.)	294
Tablica 6.8-1: Podaci o aktivnosti za kategoriju Naselja područja u razdoblju 1990.-2021., u kha ...	297
Tablica 6.8-2: Emisije iz kategorije Naseljena područja u periodu 1990.-2021., u kt CO ₂	298
Table 6.8-3: Nacionalna vrijednost zaliha mrtvog drva	301
Tablica 6.8-4: Parametri iz 2006 IPCC Guidancea korišteni u proračunu	301
Tablica 6.8-5: Promjena zaliha ugljika u mrtvom drvu (kt C) na iskrčenim površinama prema prenamjeni iz Šumskog zemljišta u naseljena područja	301
Tablica 6.9-1: Podaci o aktivnosti za Ostalo zemljište za period 1990.-2021., kha	305

Tablica 6.10-1: Emisije/uklanjanja pomoću ponora iz drvnih proizvoda za period 1990.-2021. (kt CO ₂)	307
Tablica 6.10-2: Proizvodnja drvnih proizvoda u Republici Hrvatskoj.....	308
Tablica 6.15-1 Nesigurnost emisijskih faktora, podataka o aktivnostima i izvor informacija za emisije iz šumskih požara	321
Tablica 7.1-1: Kategorije ključnih izvora emisije u sektoru Otpad, temeljene na procjeni prema razini i trendu u 2021. godini.....	324
Tablica 9.2-1: Emisije prethodnika ozona i SO ₂ po sektorima (kt).....	382
Tablica 10.1-1: Razlike između emisija NIR 2023 i NIR 2022 za 1990. godinu.....	384
Tablica 10.1-2: Razlike između emisija NIR 2023 i NIR 2022 za 2020. godinu.....	385
Tablica 10.4-1: Preporuke iz zadnjeg Izvješća o pregledu inventara uz status o implementaciji	388
Tablica 10.4-2: Rekalkulacije provedene u NIR-u 2023.....	401
Tablica 10.4-3: Indikacija provođena projekata	405
Slika ES2-1: Trend emisija stakleničkih plinova po sektorima.....	18
Slika ES2-2: Trend emisija stakleničkih plinova po plinovima	20
Slika 2.1-1: Trend emisija stakleničkih plinova po sektorima	57
Slika 2.1-2: Trend emisija stakleničkih plinova po plinovima.....	59
Slika 3.1-1: Trend ukupne proizvodnje primarne energije od 1990. do 2021. godine	66
Slika 3.1-2: Udjeli pojedinih oblika energije u ukupnoj proizvodnji za 1990. i 2021. godinu	66
Slika 3.1-3: Trend ukupne potrošnje energije za razdoblje od 1990. do 2021. godine	67
Slika 3.1-4: Usporedba udjela potrošnje pojedinih oblika energije za 1990. i 2021. godinu.....	68
Slika 3.1-5: Ukupna potrošnja (PS) i proizvodnja (PP) primarne energije	68
Figure 3.1-6: Structure of energy consumption.....	70
Slika 3.1-7: Emisija CO ₂ -eq energetskeg sektora po podsektorima u razdoblju od 1990. do 2021. godine.....	71
Slika 3.1-8: Emisija NO _x iz sektora Energetike za razdoblje 1990.-2021. godine	73
Slika 3.1-9: Emisija CO iz sektora Energetike za razdoblje 1990.-2021. godine	73
Slika 3.1-10: Emisija NMHOS-a iz sektora Energetike za razdoblje 1990.-2021. godine	74
Slika 3.1-11: Emisija SO ₂ iz sektora Energetike za razdoblje 1990.-2021. godine.....	75
Slika 3.2-1: Emisija CO ₂ -eq podsektora Energetskih transformacija.....	81
Slika 3.2-2: Potrošnja električne energije za razdoblje od 1990. do 2020. godine.....	83
Slika 3.2-3: Emisija CO ₂ -eq iz podsektora proizvodnje električne energije i topline	84
Slika 3.2-4: Proizvodnja električne energije po izvorima u razdoblju 1990. do 2021. godine.....	85
Slika 3.2-5: Emisija CO ₂ -eq podsektora Rafinerija za razdoblje od 1990. do 2021. godini	86
Slika 3.2-6: Emisija CO ₂ -eq podsektora Proizvodnja krutih goriva i ostale energetske transformacije za razdoblje od 1990.-2021. godine	87
Slika 3.2-7: Emisija CO ₂ -eq podsektora Industrija i graditeljstvo	90
Slika 3.2-8: Emisija CO ₂ -eq podsektora Prometa	93
Slika 3.2-9: Emisije CO ₂ -eq prema tipu goriva u cestovnom prometu	94
Slika 3.2-10: Fluktuacije N ₂ O EF te fluktuacije u sadržaju sumpora u gorivu.....	97
Slika 3.2-11: Emisijski faktor uz konstantan udio sumpora u gorivu	97
Slika 3.2-12: Emisija CO ₂ -eq (kt) podsektora Opće potrošnje.....	100

Slika 3.3-1: Emisije metana iz vađenja ugljena i aktivnosti vezanih za obradu ugljena	104
Slika 3.3-2: Fugitivne emisije iz sirove nafte i prirodnog plina	110
Slika 3.3-3: Fugitivne emisije CO, NO _x , NMHOS i SO ₂	112
Slika 4.1-1: Emisije stakleničkih plinova iz Industrijskih procesa i uporabe proizvoda.....	116
Slika 5.2-1: Emisija CH ₄ iz Crijevne fermentacije.....	189
Slika 5.3-1: Emisija CH ₄ iz Gospodarenja stajskim gnojem	197
Slika 5.3-2: Emisije N ₂ O iz Gospodarenja stajskim gnojem.....	200
Slika 5.5-2: Direktne emisije N ₂ O iz poljoprivrednih tala	204
Slika 5.5-3: N iz mineralnih gnojiva primijenjenih na tlo.....	205
Slika 5.5-4: Direktne emisije N ₂ O iz aktivnosti s pašnjaka.....	208
Slika 5.5-5: N ₂ O emisija uslijed promjena u zalihama ugljika.....	214
Slika 5.5-6: Indirektna emisija N ₂ O iz poljoprivrednih tala.....	216
Slika 5.8-1: Direktne emisije CO ₂ iz Korištenja vapna za kalcifikaciju tla.....	219
Slika 5.9-1: Direktna emisija CO ₂ kod primjene uree	220
Slika 6.1-1: Emisije/uklanjanja pomoću ponora LULUCF-a, trend 1990.-2021., u kt CO ₂ eq.....	224
Slika 6.3-1: Prostorna podjela Republike Hrvatske na Uprave šuma Podružnice (UŠP).....	231
Slika 6.3-2: Podjela uprave šuma “Vinkovci” na šumarije (primjer).....	232
Slika 6.3-3: Područje šumarije “Cerna” s prostornom podjelom i gospodarskim jedinicama (primjer)	232
Slika 6.3-4: Područje gospodarske jedinice “Krivsko ostrvo” podijeljeno na odjele (primjer)	233
Slika 6.3-5: Podjela Odjela 7 Gospodarske jedinice „Krivsko ostrvo“ na odsjeke	233
Slika 6.3-6: Shema strukture nacionalnog sustava	234
Slika 6.3-7: Udio pojedinog uzgojnog oblika u (obraslom) šumskom zemljištu, ŠGOP 2016. – 2025.	235
Slika 6.3-8: Struktura vlasništva šumskog zemljišta u Hrvatskoj, ŠGOP 2016. – 2025.	235
Slika 6.3-9: Udio drvene zalihe u državnim i privatnim šumama, ŠGOP 2016. – 2025.....	236
Slika 6.3-10: Udio glavnih vrsta u drvnoj zalihi, 2016. godina, ŠGOP 2016. – 2025.	236
Slika 6.3-11: Udio prirasta u državnim i privatnim šumama, ŠGOP 2016. – 2025.	237
Slika 6.3-12: Korigirana ukupna površina zemljišta pod usjevima, kha	240
Slika 6.3-13: Površina zemljišta pod jednogodišnjim usjevima i višegodišnjim nasadima u Hrvatskoj nakon prilagodbe podataka DZS-a, kha	241
Slika 6.4.-1: Trend Šumskog zemljišta i prenamjene u šumsko zemljište 1990.-2021. (kha)*.....	249
Slika 6.4-16: Sadašnje i prijašnje emisije za kategoriju 4.A (kt CO ₂).....	275
Slika 6.5-1: Sadašnje i prijašnje emisije iz kategorije 4.B (kt CO _{2eq.}).....	286
Slika 6.6-1: Sadašnje i prijašnje emisije/uklanjanja pomoću ponora iz kategorije 4.C (kt CO _{2eq.})	292
Slika 6.7-1: Trenutne i prijašnje emisije za kategoriju 4.D (kt CO _{2 eq.}).....	296
Slika 6.10-1: Trenutne i prijašnje emisije/uklanjanja pomoću ponora za drvene proizvode (kt CO ₂)..	312

Popis kratica

CFC	- Klorofluorouglikovodici (Chlorofluorocarbons)
COP	- Konferencija Stranaka (Conference of Parties);
COPERT	- Računalni program za izračun emisija iz cestovnog prometa (Computer Programme to Calculate Emissions from Road Transport)
CORINAIR	- Core Inventory of Air Emissions in Europe
CPS Molve	- Centralna plinska stanica Molve
CRF	- Tablični prikaz izračuna emisija (Common Reporting Format)
DZS	- Državni zavod za statistiku
EKONERG	- Institut za energetiku i zaštitu okoliša
EIHP	- Energetski institut "Hrvoje Požar"
EMEP	- Program suradnje za praćenje i procjenu daljinskog prijenosa atmosferskog onečišćenja u Europi (Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long Rang Transmission of Air Pollutants in Europe)
ERT/TERT	- Stručni revizorski tim (Expert Review Team/Tehcnical Expert Review Team)
FAO	- Organizacija Ujedinjenih naroda za prehranu i poljoprivredu (Food and Agriculture Organization of the United Nations)
GHG	- Staklenički plin (Greenhouse gas)
GWP	- Staklenički potencijal (Global Warming Potential)
HEP	- Hrvatska elektroprivreda
HFC	- Hidrofluorouglikovodici (Hydrofluorocarbons)
IEA	- Međunarodna agencija za energiju (International Energy Agency)
INA	- Industrija nafte
IPCC	- Međuvladino tijelo za klimatske promjene (Intergovernmental Panel on Climate Change)
LTO	-Ciklus polijetanja i slijetanja (landing and taking off)
LULUCF	- Korištenje zemljišta, promjena korištenja zemljišta i šumarstvo (Land-use, Land Use Change and Forestry)
MINGOR	- Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja
NKTIP	- Program za inventarizaciju stakleničkih plinova (National Greenhouse Gas Inventories Programme)
NIR	- Nacionalni inventar stakleničkih plinova (National Inventory Report)
NMHOS	- Ne-metanski hlapivi organski spojevi (Non-Methane Volatile Organic Compounds)
PFC	- Perfluorouglikovodici (Perfluorocarbons)
SF6	- Sumporov heksafluorid (Sulphur hexafluoride)
UNECE	- Ekonomska komisija Ujedinjenih naroda za Europu (UN Economic Commission for Europe)
UNFCCC	- Okvirna konvencija Ujedinjenih naroda o promjeni klime (United Nations Framework Convention on Climate Change)
ZGOS	- Zagrebački holding, Podružnica čistoće
int.	- internacionalni
dom.	- domaći