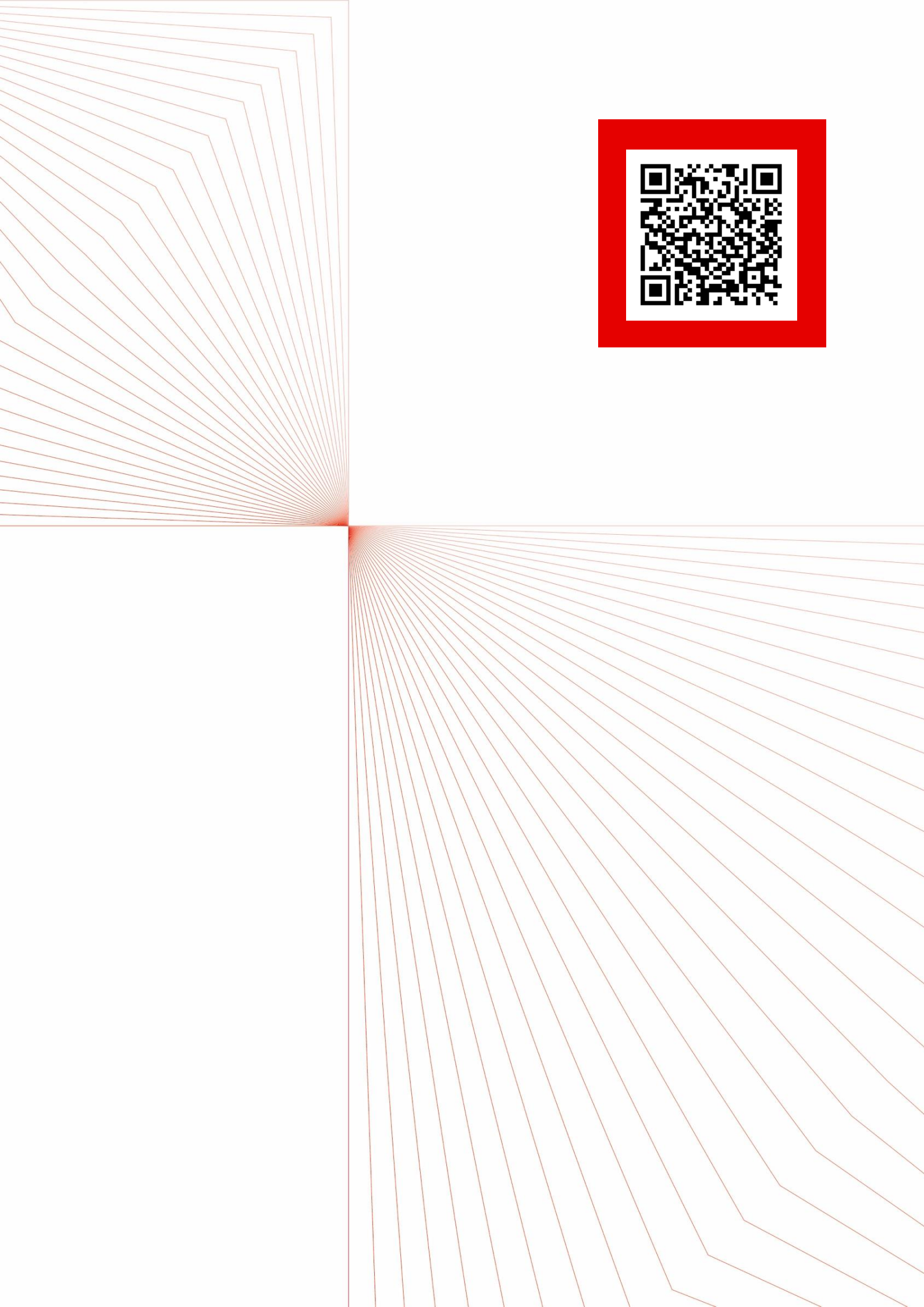

Inventar emisija stakleničkih plinova Grada Zagreba za 2021. i 2022. godinu



Naručitelj	Gradski ured za gospodarstvo, ekološku održivost i strategijsko planiranje Park Stara Trešnjevka 2, 10000 Zagreb
Kontakt osoba	Damir Lončarić damir.loncaric@zagreb.hr

Inventar emisija stakleničkih plinova Grada Zagreba za 2021. i 2022. godinu

Voditelj studije	Robert Fabek
Autori	Ana Mandarić Igor Stankić Dorotea Marčec
Ravnatelj	Dražen Jakšić

Autorska prava i vlasništvo podataka

Naručitelj stječe isključivo pravo iskorištavanja Studije, što posebice podrazumijeva stjecanje autorskih imovinskih prava. EIHP zadržava pravo korištenja Studije osim prava daljnje distribucije ili prava priopćavanja javnosti, za što je potrebno odobrenje Naručitelja.

Svi podaci koje Naručitelj dostavi za potrebe izrade Studije njegovo su vlasništvo. EIHP zadržava pravo korištenja dobivenih dokumenata i podataka u svrhu izrade Studije u skladu s odredbama Ugovora, ali ih nije ovlašten koristiti u druge svrhe, objavu ili prosljeđivanje, bez prethodne pisane suglasnosti Naručitelja.

Razina dostupnosti

2 - Ograničeno

Isključenje od odgovornosti

EIHP nije odgovoran za korištenje i primjenu rezultata iznijetih u ovoj Studiji. Odgovornost za navedeno je u potpunosti na Naručitelju.

Povijest izrade

Broj	Datum	Opis	Odobrio
1	22. prosinca 2023.		Dražen Jakšić

Sadržaj

Sažetak.....	IV
Emisije i uklanjanja stakleničkih plinova po sektorima	IV
Emisije i uklanjanja stakleničkih plinova po plinovima.....	VII
Popis tablica.....	IX
Popis slika.....	XI
1 Uvod.....	12
1.1 Međunarodni odgovor na klimatske promjene	12
1.1.1 Međunarodne aktivnosti na smanjenju emisija stakleničkih plinova	13
1.1.2 Ciljevi smanjenja emisije stakleničkih plinova u EU i Hrvatskoj.....	13
1.2 Metodologija proračuna emisije/uklanjanja stakleničkih plinova.....	14
1.3 Uspostava inventara stakleničkih plinova	15
2 Energetika.....	18
2.1 Pregled sektora.....	18
2.2 Izgaranje goriva	21
2.2.1 Energetske transformacije	22
2.2.2 Industrija i graditeljstvo	24
2.2.3 Promet	26
2.2.4 Opća potrošnja.....	28
2.2.5 Ostalo.....	31
2.3 Fugitivne emisije	31
2.4 Transport i skladištenje CO ₂	31
3 Industrijski procesi i uporaba proizvoda	32
3.1 Proizvodnja ostalih nemetalnih mineralnih proizvoda	32
3.2 Proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda.....	32
3.3 Industrija metala.....	33
3.4 Ne-energetska uporaba goriva i otapala.....	33
3.4.1 Uporaba maziva.....	33
3.4.2 Uporaba parafinskog voska.....	34
3.4.3 Ostalo.....	34

3.4.3.1	Uporaba otapala.....	34
3.4.3.2	Asfaltiranje prometnica i Pokrivanje krovova asfaltom.....	35
3.4.3.3	Katalitički pretvarači na bazi uree.....	35
3.5	Proizvodnja elektroničkih komponenata.....	36
3.6	Uporaba zamjenskih tvari za tvari koje oštećuju ozonski sloj.....	36
3.6.1	Sustavi za hlađenje i klimatiziranje.....	36
3.6.2	Dodaci za potiskivanje pjene, sustavi za gašenje požara, aerosoli i otapala.....	38
3.7	Proizvodnja i uporaba ostalih proizvoda.....	38
3.7.1	Elektrooprema.....	38
3.7.2	SF ₆ i PFC-ovi iz uporabe ostalih proizvoda.....	39
3.7.3	N ₂ O iz uporabe proizvoda.....	39
3.8	Ostala proizvodnja.....	39
4	Poljoprivreda, šumarstvo i ostalo korištenje zemljišta.....	40
4.1	Crijevna fermentacija i upravljanje stajskim gnojem.....	40
4.1.1	Emisije metana iz Crijevne fermentacije domaćih životinja.....	40
4.1.2	Upravljanje stajskim gnojem.....	41
4.2	Poljoprivredna tla, primjena uree i vapna.....	44
4.3	Korištenje proizvoda od drva.....	44
4.4	Šumsko zemljište.....	45
4.5	Poljoprivredno zemljište.....	46
4.6	Travnjaci.....	47
4.7	Močvare.....	48
4.8	Naseljena područja.....	48
4.9	Ostalo zemljište.....	49
5	Otpad.....	50
5.1	Odlaganje krutog otpada.....	52
5.2	Biološka obrada krutog otpada.....	53
5.3	Spaljivanje otpada.....	54
5.4	Upravljanje otpadnim vodama.....	56
6	Procjena nesigurnosti proračuna i ključne kategorije izvora/odliva.....	57
6.1	Procjena nesigurnosti proračuna.....	57
6.2	Analiza ključnih kategorija izvora/odliva.....	65
7	Zaključak i preporuke.....	72

Sažetak

Ovaj sažetak daje informacije o ukupnim emisijama iz izvora i uklanjanjima pomoću ponora stakleničkih plinova na području Grada Zagreba, njihovim trendovima, zastupljenosti i raspodjeli po pojedinom sektoru za promatrano razdoblje (2021. i 2022. godina).

Inventar stakleničkih plinova Grada Zagreba sadrži sveobuhvatni izračun antropogenih emisija iz izvora i uklanjanja u ponorima stakleničkih plinova, a izrađuje se prema IPCC metodologiji: Smjernice za inventar IPCC-a (*engl. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*) i Smjernice dobre prakse IPCC-a (*engl. IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*), koje je pripremila Međuvladino tijelo o klimatskim promjenama (*engl. Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC*).

Sukladno navedenoj IPCC metodologiji, antropogene emisije i uklanjanje stakleničkih plinova podijeljeni su u četiri glavna sektora: Energetika, Industrijski procesi i uporaba proizvoda, Poljoprivreda, šumarstvo i ostalo korištenje zemljišta i Otpad. Staklenički plinovi obuhvaćeni Inventarom su: ugljikov dioksid (CO₂), metan (CH₄), didušikov oksid (N₂O), fluorirani ugljikovodični spojevi (HFC-i, PFC-i), sumporov heksafluorid (SF₆) i dušikov trifluorid (NF₃).

Emisije i uklanjanja stakleničkih plinova po sektorima

U 2022. godini ukupne emisije stakleničkih plinova, isključujući uklanjanja u LULUCF sektoru, iznosile su 3306,52 kt CO₂e (ekvivalentna emisija CO₂), što predstavlja povećanje emisija za 6,68 % u odnosu na emisije iz 2021. godine (Tablica 0-1). Pad emisija stakleničkih plinova u 2022. u odnosu na 2021. godinu zabilježen je u sektoru Otpada u iznosu od 5,45 %, dok je u ostalim sektorima zabilježen porast emisija (Energetika za 2,44 %, Industrijski procesi i uporaba proizvoda 85,21 % (uz nekompletni set podataka za 2021. godinu) i Poljoprivreda za 8,03 %, dok je u LULUCF kategorijama za 3,41 % manje uklanjanje CO₂ iz atmosfere, što u bilanci povećava ukupne emisije.

Tablica 0-1. Emisije i uklanjanja stakleničkih plinova po sektorima u 2021. i 2022. godini

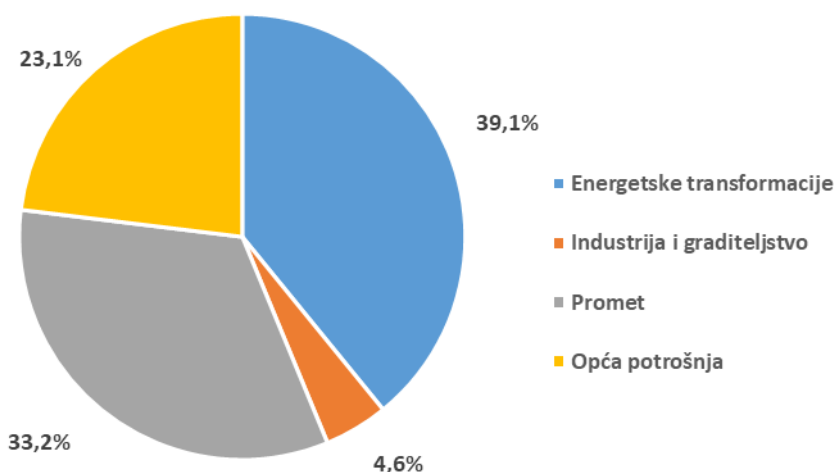
Emisija CO ₂ e (kt)	2021.	2022.
Energetika	2.835,86	2.904,95
Industrijski procesi i uporaba proizvoda	166,65	308,64
Poljoprivreda	9,04	9,77
LULUCF	-100,10	-96,69
Otpad	87,95	83,16
Ukupno (bez LULUCF)	3.099,51	3.306,52
Ukupno (sa LULUCF)	2.999,40	3.209,83

Najveći doprinos ukupnim emisijama stakleničkih plinova je imao sektor Energetika (87,91 %), slijede Industrijski procesi i uporaba proizvoda s 9,34 %, Otpad s 2,52 % te Poljoprivreda s 0,23 %.

Uklanjanje CO₂ u sektoru LULUCF je u 2022. godini iznosilo 96,68 kt CO₂e. Nakon što se oduzmu uklanjanja u ponorima, neto emisije stakleničkih plinova na području Grada Zagreba u 2022. godini iznosile su 3209,83 kt CO₂e, što je 7,02 % više u odnosu na prethodnu godinu.

Energetika

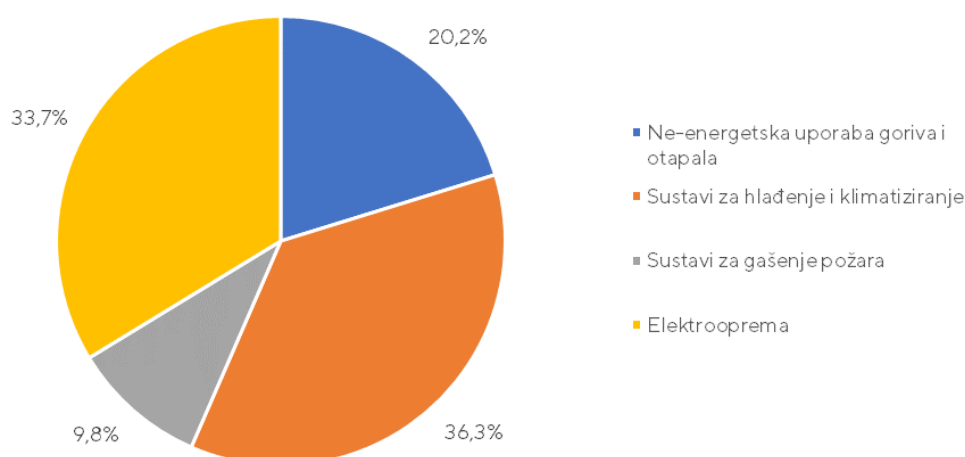
Sektor Energetika je glavni izvor emisija stakleničkih plinova u Gradu Zagrebu. Emisije nastale uslijed aktivnosti iz ovog sektora predstavljaju oko 90 % ukupnih emisija stakleničkih plinova. U 2022. godini zabilježen je porast emisija iz ovog sektora za 2,5 % u odnosu na 2021. godinu. Aktivnosti koje najviše doprinose emisijama stakleničkih plinova su energetske transformacije (39,1 %), promet (33,2 %), opća potrošnja (23,1 %) te industrija i graditeljstvo (4,6 %), što je prikazano na Slici 0-1.



Slika 0-1. Raspodjela emisija sektora Energetika za Grad Zagreb, 2022. godina

Industrijski procesi i uporaba proizvoda

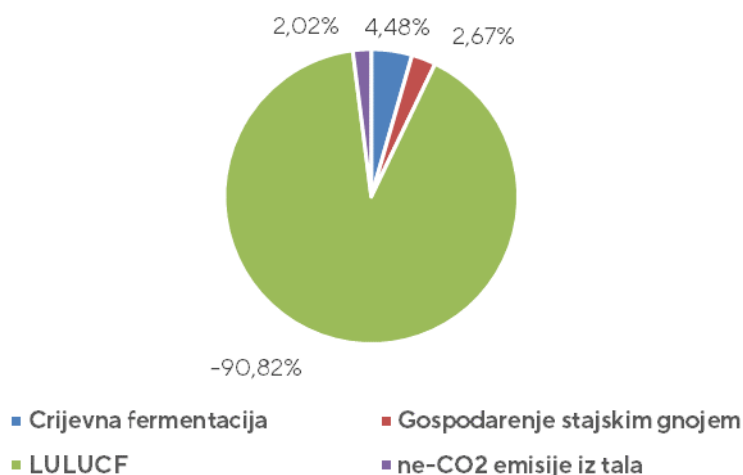
Sektor Industrijski procesi i uporaba proizvoda sudjelovao je u ukupnoj emisiji stakleničkih plinova Grada Zagreba u 2022. godini sa 9,3 %. U 2022. godini došlo je do povećanja emisija stakleničkih plinova iz industrijskih procesa i uporabe proizvoda za 66,3 % u odnosu na 2021. godinu. Emisije stakleničkih plinova koje se izračunavaju unutar ovog sektora su emisije nastale uslijed fizičkih i kemijskih procesa pretvaranja sirovina u industrijske proizvode, uslijed uporabe stakleničkih plinova u proizvodima, te uslijed uporabe ugljika iz fosilnih goriva u ne energetske svrhe. Izvore emisija u 2022. godini i njihove doprinose ovoj kategoriji prikazuje Slika 0-2. U 2022. godini doprinosu emisijama sektora industrijski procesi i uporaba proizvoda prednjače sustavi za hlađenje i klimatizaciju (36,3 %) te elektrooprema (33,7 %) i ne-energetska uporaba goriva i otapala (20,2 %).



Slika O-2. Raspodjela emisija sektora Industrijski procesi i uporaba proizvoda za Grad Zagreb, 2022. godina

Poljoprivreda, šumarstvo i ostalo korištenje zemljišta

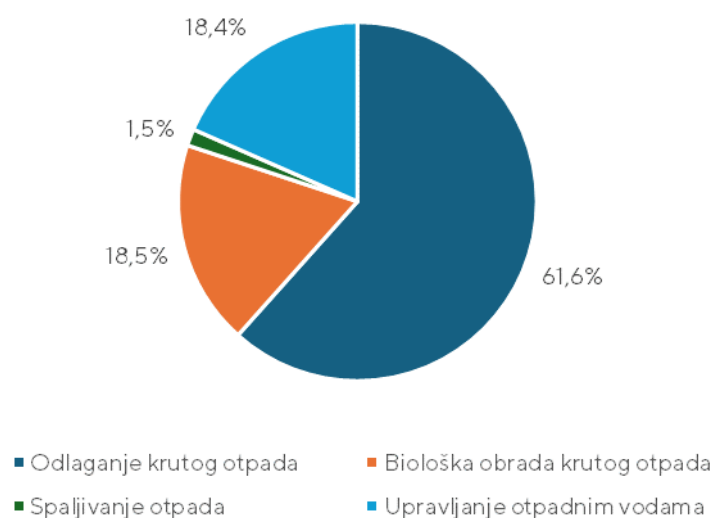
U 2022. godini zabilježen je porast emisija stakleničkih plinova, odnosno smanjenje uklanjanja iza atmosfere od 4,54 % iz sektora Poljoprivrede, šumarstva i ostalog korištenja zemljišta, u odnosu na prethodnu godinu. Doprinos ukupnoj emisiji stakleničkih plinova u 2022. godini bilo je njihovo smanjenje za 2,63 %. Prisutna su uklanjanja u LULUCF kategorijama u apsolutnom iznosu od 90,83% sektora, te emisije CH₄ i N₂O koje su nastale kao posljedica uzgoja životinja, prvenstveno preživača, uslijed crijevne fermentacije (4,48 %) i gospodarenja stajskim gnojem (2,67 %) te ne-CO₂ emisije iz tala (2,02 %). Udjeli emisija pojedinih kategorija su prikazani na Slici O-3.



Slika O-3. Raspodjela apsolutnih emisija/uklanjanja u Poljoprivredi, šumarstvu i ostalom korištenju zemljišta za Grad Zagreb, 2022. godina

Otpad

Ovaj sektor sudjelovao je u ukupnoj emisiji stakleničkih plinova u 2022. godini s 2,5 %. U 2022. godini zabilježeno je smanjenje emisija stakleničkih plinova od 7,2 % u odnosu na prethodnu godinu. Unutar sektora Otpad obračunavaju se emisije nastale uslijed odlaganja krutog otpada, biološke obrade krutog otpada, spaljivanja otpada i upravljanja otpadnim vodama. Odlaganje krutog otpada na odlagališta najviše doprinosi emisijama ovoga sektora (61,6 %), zatim biološka obrada krutog otpada (18,5 %), te upravljanje otpadnim vodama (18,4 %) što prikazuje Slika 0-4. Većinu emisija iz ovog sektora čini metan koji nastaje anaerobnom razgradnjom organskog otpada pomoću metanogenih bakterija.



Slika 0-4. Raspodjela emisija sektora Otpad za Grad Zagreb, 2022. godina

Emisije i uklanjanja stakleničkih plinova po plinovima

Ugljikov dioksid je najznačajniji antropogeni staklenički plin. U ukupnoj emisiji stakleničkih plinova u 2022. godini sudjelovao je s 89,05 %. Emisije CO₂ nastaju uglavnom izgaranjem fosilnih goriva za potrebe proizvodnje električne energije i topline, u prometu i industrijskim procesima. Osim emisije, izračunano je i uklanjanje CO₂ u LULUCF sektoru na području Grada Zagreba, koje iznosi -96,69 CO₂.

Glavni izvori emisije metana su anaerobna razgradnja organskog otpada, crijevna fermentacija u procesima probave preživača, gospodarenje stajskim gnojem te izgaranje goriva u nepokretnim i pokretnim energetske izvorima. Udio emisije CH₄ u ukupnim emisijama stakleničkih plinova Grada Zagreba u 2022. godini je iznosio 2,17 %.

Najvažniji izvori didušikovog oksida su poljoprivredna tla, gospodarenje stajskim gnojivom, biološka obrada krutog otpada, upravljanje otpadnim vodama i izgaranje goriva u prometu. Udio emisije N₂O u ukupnim emisijama stakleničkih plinova Grada Zagreba u 2022. godini je iznosio 1,33 %.

Emisije hidrofluorogljikovodika (HFC) uglavnom su vezane za njihovo korištenje u sustavima za hlađenje i klimatiziranje. Do emisija SF₆ dolazi uslijed njegove primjene u elektroopremi. S druge strane, emisija perfluorogljikovodika (PFC) i NF₃ nisu identificirane na području Grada Zagreb. Iako su ove emisije vrlo male, zbog velikog potencijala globalnog zagrijavanja njihov je doprinos ukupnim emisijama stakleničkih plinova Grada Zagreba značajan (4,30 % u 2022.).

Emisije i uklanjanja stakleničkih plinova po plinovima u 2019. i 2020. godini prikazane su u Tablici O-2.

Tablica O-2. Emisije i uklanjanja stakleničkih plinova po plinovima u 2021. i 2022. godini

Emisija/uklanjanje CO₂e (kt)	2021.	2022.
Emisija CO₂	2.873,56	2.944,61
Emisija CH₄	76,32	71,90
Emisija N₂O	40,84	43,82
Emisija HFC	57,58	142,16
Emisija SF₆	51,22	104,02
Ukupno	3.099,51	3.306,52
Uklanjanje CO₂ u LULUCF sektoru	-100,10	-96,69

Popis tablica

<i>Tablica 0-1. Emisije i uklanjanja stakleničkih plinova po sektorima u 2021. i 2022. godini</i>	IV
<i>Tablica 0-2. Emisije i uklanjanja stakleničkih plinova po plinovima u 2021. i 2022. godini</i>	VIII
<i>Tablica 2-1. Struktura oblika energije u ukupnoj potrošnji Grada Zagreba u 2021. i 2022. godini</i>	18
<i>Tablica 2-2. Emisija stakleničkih plinova iz Energetike Grada Zagreba u 2021. godini</i>	19
<i>Tablica 2-3. Emisija stakleničkih plinova iz Energetike Grada Zagreba u 2022. godini</i>	19
<i>Tablica 2-4. Potrošnja energije za energetske transformacije u 2021. i 2022. godini</i>	23
<i>Tablica 2-5. Emisija stakleničkih plinova iz energetske transformacije Grada Zagreba u 2021. godini</i>	23
<i>Tablica 2-6. Emisija stakleničkih plinova iz energetske transformacije Grada Zagreba u 2022. godini</i>	23
<i>Tablica 2-7. Neposredna potrošnja energije u industriji i graditeljstvu u 2021. i 2022. godini</i>	25
<i>Tablica 2-8. Emisija stakleničkih plinova iz industrije i graditeljstva Grada Zagreba u 2021. godini</i>	25
<i>Tablica 2-9. Emisija stakleničkih plinova iz industrije i graditeljstva Grada Zagreba u 2022. godini</i>	25
<i>Tablica 2-10. Neposredna potrošnja energije u prometu u 2021. i 2022. godini</i>	26
<i>Tablica 2-11. Emisija stakleničkih plinova iz prometa Grada Zagreba u 2021. godini</i>	27
<i>Tablica 2-12. Emisija stakleničkih plinova iz prometa Grada Zagreba u 2022. godini</i>	27
<i>Tablica 2-13. Neposredna potrošnja energije u sektoru usluga u 2021. i 2022. godini</i>	28
<i>Tablica 2-14. Neposredna potrošnja energije u kućanstvima u 2021. i 2022. godini</i>	28
<i>Tablica 2-15. Neposredna potrošnja energije u poljoprivredi, šumarstvu i ribarstvu u 2021. i 2022. godini</i>	29
<i>Tablica 2-16. Emisija stakleničkih plinova iz opće potrošnje Grada Zagreba u 2021. godini</i>	30
<i>Tablica 2-17. Emisija stakleničkih plinova iz opće potrošnje Grada Zagreba u 2022. godini</i>	30
<i>Tablica 3-1. Neposredna neenergetska potrošnja maziva i rezultirajuća emisija CO₂ u 2021. i 2022. godini na području Grada Zagreba</i>	33
<i>Tablica 3-2. Neposredna neenergetska potrošnja parafinskog voska i rezultirajuća emisija CO₂ u 2021. i 2022. godini na području Grada Zagreba</i>	34
<i>Tablica 3-3. Emisija NMHOS i konvertirane emisije CO₂ u kategoriji Ostalo</i>	35
<i>Tablica 3-4. Energetska potrošnja dizelskog goriva u prometu i rezultirajuća emisija CO₂ iz katalitičkih pretvarača na bazi uree u 2021. i 2022. godini</i>	36
<i>Tablica 3-5. Emisije iz sustava za hlađenje i klimatizaciju na području Grada Zagreba u 2021. i 2022. godini</i>	37
<i>Tablica 3-6. Emisija stakleničkih plinova iz sustava za gašenje požara na području Grada Zagreba u 2022. godini</i>	38

Tablica 3-7 Emisija stakleničkog plina iz elektroopreme na području Grada Zagreba u 2021. i 2022. godini.....	38
Tablica 4-1 Emisije CH ₄ iz Crijevne fermentacije domaćih životinja	41
Tablica 4-2 Faktori CH ₄ i N ₂ O emisije i tipična masa za svaku kategoriju životinja	42
Tablica 4-3 Emisija CH ₄ i N ₂ O iz kategorije upravljanje stajskim gnojem	43
Tablica 4-4 Ukupne emisije iz Crijevne fermentacije domaćih životinja i Upravljanje stajskim gnojem.....	43
Tablica 5-1 Emisija stakleničkih plinova iz otpada u Gradu Zagrebu u 2021. godini.....	51
Tablica 5-2 Emisija stakleničkih plinova iz otpada u Gradu Zagrebu u 2022. godini.....	52
Tablica 5-3 Prikaz količina odloženog komunalnog i industrijskog otpada te nastalog mulja za razdoblje 2008.-2022. godine u Gradu Zagrebu.....	53
Tablica 5-4 Prikaz količina biološki obrađenog otpada (procesom kompostiranja) u 2021. i 2022. godini u Gradu Zagrebu.....	54
Tablica 5-5 Prikaz količina otpada obrađenog procesom spaljivanja u 2021. i 2022. godini u Gradu Zagrebu.....	56
Tablica 6-1. Procjena nesigurnosti inventara emisija stakleničkih plinova Grada Zagreba za 2021. godinu.....	58
Tablica 6-2. Procjena nesigurnosti inventara emisija stakleničkih plinova Grada Zagreba za 2022. godinu	61
Tablica 6-3. Ključni izvori emisije stakleničkih plinova Grada Zagreba za 2021. godinu.....	65
Tablica 6-4. Ključni izvori emisije stakleničkih plinova Grada Zagreba za 2022. godinu.....	68
<i>Tablica 7-1. Emisije i uklanjanja stakleničkih plinova po plinovima u 2021. i 2022. godini</i>	<i>72</i>
<i>Tablica 7-2. Emisije i uklanjanja stakleničkih plinova po sektorima u 2021. i 202. godini</i>	<i>73</i>

Popis slika

<i>Slika 0-1. Raspodjela emisija sektora Energetika za Grad Zagreb, 2022. godina</i>	<i>V</i>
<i>Slika 0-2. Raspodjela emisija sektora Industrijski procesi i uporaba proizvoda za Grad Zagreb, 2022. godina</i>	<i>VI</i>
<i>Slika 0-3. Raspodjela apsolutnih emisija/uklanjanja u Poljoprivredi, šumarstvu i ostalom korištenju zemljišta za Grad Zagreb, 2022. godina</i>	<i>VI</i>
<i>Slika 0-4. Raspodjela emisija sektora Otpad za Grad Zagreb, 2022. godina</i>	<i>VII</i>
<i>Slika 2-1. Emisija stakleničkih plinova iz energetske izvora Grada Zagreba, 2021. i 2022. godina</i>	<i>20</i>
<i>Slika 2-2. Emisija stakleničkih plinova iz energetske transformacije Grada Zagreba, 2021. i 2022. godina</i>	<i>24</i>
<i>Slika 2-3. Emisija stakleničkih plinova iz industrije i graditeljstva Grada Zagreba, 2021. i 2022. godina</i>	<i>26</i>
<i>Slika 2-4. Emisija stakleničkih plinova iz prometa Grada Zagreba, 2021. i 2022. godina</i>	<i>27</i>
<i>Slika 2-5. Emisija stakleničkih plinova iz opće potrošnje Grada Zagreba, 2021. i 2022. godina</i>	<i>31</i>
<i>Slika 3-1 Emisija stakleničkih plinova iz Industrijskih procesa i uporabe proizvoda na području Grada Zagreba u 2021. i 2022. godini</i>	<i>32</i>
<i>Slika 3-2 Emisija stakleničkih plinova iz sustava za hlađenje i klimatizaciju na području Grada Zagreba u 2021. i 2022. godini</i>	<i>37</i>
<i>Slika 4-1 Ukupna emisija stakleničkih plinova iz sektora Poljoprivreda, šumarstvo i ostalo korištenje zemljišta na području Grada Zagreba u 2021. i 2022. godini</i>	<i>40</i>
<i>Slika 4-2 Emisija stakleničkih plinova iz crijevne fermentacije i upravljanja stajskim gnojem na području Grada Zagreba u 2021. i 2022. godini</i>	<i>43</i>
<i>Slika 4-3 Prikaz kategorija namjene zemljišta prema IPCC metodologiji za Grad Zagreb u 2018. godini</i>	<i>47</i>
<i>Slika 5-1 Emisija stakleničkih plinova iz otpada u Gradu Zagrebu, 2021. i 2022. godina</i>	<i>52</i>

1 Uvod

1.1 Međunarodni odgovor na klimatske promjene

Na međunarodnoj razini postignut je znanstveni konsenzus o postojanju klimatskih promjena. Učinci klimatskih promjena već se osjećaju kroz porast prosječnih globalnih temperatura (češći i intenzivniji toplinski valovi), porast razine mora i oceana, promjenu učestalosti i intenziteta oborina te ekstremne vremenske prilike (jaki vjetrovi orkanske snage) u mnogim dijelovima svijeta. Prema podacima Svjetske meteorološke organizacije, 2016. godina je bila najtoplija godina otkad postoje mjerenja temperature. Prosječna globalna temperatura u 2020. je bila za 0,3°C iznad referentnog razdoblja 1991.-2020., što je približno 1,2°C više od razdoblja 1850.-1900. Analize također ukazuju na značajan doprinos antropogenih emisija stakleničkih plinova na globalno zatopljenje i promjenu klime.

Od 1750. godine globalna se atmosferska koncentracija ugljikovog dioksida (CO₂) povećala od 280 ppm (broj čestica na milijun čestica) na preko 410 ppm u 2020. godini. Slično se dogodilo i s koncentracijama ostalih stakleničkih plinova, koje nastaju ljudskim djelovanjem, kao što su metan (CH₄) i didušikov oksid (N₂O). U razmatranom razdoblju, porast koncentracije CO₂ u atmosferi je iznosio 49 %, dok su koncentracije N₂O porasle za 23 % i koncentracije CH₄ za čak 162 %. Povećanje koncentracije stakleničkih plinova u atmosferi utječe na porast temperature atmosfere, što je rezultat učinka staklenika.

Prema procjenama izrađenim u okviru Šestog izvješća Međuvladinog tijela o klimatskim promjenama (*engl. Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC*)¹, očekivani porast globalne temperature zraka do kraja 21. stoljeća (2081.-2100.) u odnosu na razdoblje od 1850. do 1900. godine je 1,0-1,8 °C za optimistični scenarij, odnosno 3,5-5,7 °C za pesimistični scenarij. Očekivani porast razine mora/oceana je od 28 do 188 cm, do razdoblja 2081.-2100. godine, ovisno o promatranom scenariju. Nalazi Šestog izvješća IPCC-a pokazuju da su klimatske promjene u tijeku i da je potrebno poduzeti mjere za ublažavanje i prilagodbu klimatskim promjenama.

¹ 6. izvješće IPCC-a: *Climate Change 2021, The Physical Science Basis, Working Group I contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, WMO, UNEP*

1.1.1 Međunarodne aktivnosti na smanjenju emisija stakleničkih plinova

Republika Hrvatska je stranka Okvirne konvencije Ujedinjenih naroda o promjeni klime (*engl. United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC*) od 1996. godine, na temelju odluke Hrvatskog sabora o ratifikaciji², preuzevši opseg svoje odgovornosti u okviru Priloga 1 UNFCCC konvencije.

Hrvatska je u travnju 2007. godine ratificirala Kyotski protokol i time preuzela obvezu smanjenja emisije stakleničkih plinova iz antropogenih izvora za 5 %, u razdoblju od 2008. do 2012. godine, a u odnosu na referentnu 1990. godinu. Obveze koje je Hrvatska preuzela Kyotskim protokolom su ispunjene, kako zbog provođenja mjera smanjenja emisije tako i zbog pada gospodarskih aktivnosti uzrokovanih ekonomskom krizom.

Na 18. Konferenciji država stranaka UNFCCC-a, održanoj u prosincu 2012. godine u Dohi (Katar), Hrvatska je pristala biti obuhvaćena amandmanom na Prilog B Kyotskog protokola. Time se Hrvatska obvezala na smanjenje emisije stakleničkih plinova u drugom obvezujućem razdoblju Kyotskog protokola, od 2013. do 2020. godine. Republika Hrvatska je dijelila zajedničku obvezu smanjenja emisija stakleničkih plinova s ostalim članicama Europske unije i Islandom od najmanje 20 % do 2020. u odnosu na razinu emisija u baznoj 1990. godini.

Krajem 2015. godine u Parizu, na 21. Konferenciji stranaka UNFCCC-a (COP21), postignut je globalni sporazum o klimi (Pariški sporazum). Radi se o ambicioznom međunarodnom sporazumu, koji sadrži tri cilja: (1) dugoročni cilj iskazan u obliku globalnog prosječnog porasta temperature do najviše 2 °C u odnosu na predindustrijsku razinu uz nastojanje da se ograniči porast temperature na 1,5 °C; (2) povećanje sposobnosti svih država za prilagodbu nepovoljnim utjecajima klimatskih promjena te poticanje klimatski otpornog i nisko-emisijskog razvoja; (3) omogućavanje konzistentnih financijskih tokova u cilju ostvarenja klimatski otpornog i nisko-emisijskog razvoja.

Za razliku od Kyotskog Protokola, Pariški sporazum obvezuje sve zemlje na poduzimanje mjera u cilju ograničavanja emisija te istovremeno jača ulogu civilnog društva, poslovnih subjekata, financijskih institucija, gradova i regija. Sporazum također zahtijeva osnivanje međunarodnog registra za identificiranje doprinosa svake zemlje (*engl. Intended Nationally Determined Contribution, INDC*). Kroz INDC svaka zemlja članica Konvencije definira ciljano smanjenje emisije stakleničkih plinova, uz redovito praćenje aktivnosti na ostvarenju zadanih ciljeva.

1.1.2 Ciljevi smanjenja emisije stakleničkih plinova u EU i Hrvatskoj

Europska unija (EU) ima vodeću ulogu u svjetskim naporima za ublažavanje klimatskih promjena te najambicioznije određeni doprinos prema Pariškom sporazumu: obvezu smanjenja emisija stakleničkih plinova za najmanje 55 % do 2030. godine, u odnosu na emisiju iz 1990. godine.

Europska komisija predložila je također regulatorni okvir klimatske i energetske politike za 2030. godinu. Predloženo smanjenje emisije za izvore obuhvaćene sustavom trgovanja emisijskim jedinicama stakleničkih plinova u EU (ETS sektor) je najmanje 61 % u usporedbi s

² Narodne novine - Međunarodni ugovori, broj 2/1996

2005. godinom. Za izvore emisije izvan sustava trgovanja emisijskim jedinicama (ne-ETS sektori) predložen je zajednički prosječan EU cilj od najmanje 40 % smanjenja emisija u odnosu na 2005. godinu, a obveze su u rasponu od -50 % do -10 % za različite zemlje članice EU (-16,7 % za Hrvatsku).

Za 2050. godinu potrebna su znatno veća smanjenja emisija stakleničkih plinova. Sukladno „Europskoj dugoročnoj strateškoj viziji za prosperitetno, moderno, konkurentno i klimatski neutralno gospodarstvo – Čist planet za sve“, za očekivati je da će se do 2050. godine na razini EU-a postaviti ambiciozni cilj od neto nulte emisije stakleničkih plinova. U Europskom zelenom planu potvrđuje se namjera Komisije da Europa do 2050. postane prvi klimatski neutralan kontinent.

Kako bi se ostvarili ciljevi bit će potrebno pojačati aktivnosti na smanjenju emisija, budući da postojećim modelom razvoja nije moguće ostvariti potrebno smanjenje emisija stakleničkih plinova.

1.2 Metodologija proračuna emisije/uklanjanja stakleničkih plinova

Inventar stakleničkih plinova Grada Zagreba sadrži sveobuhvatni izračun antropogenih emisija iz izvora i uklanjanja u ponorima stakleničkih plinova, a izrađuje se prema IPCC metodologiji: Smjernica za inventar IPCC-a³ i Smjernica dobre prakse IPCC-a⁴, koje je pripremila Međuvladino tijelo o klimatskim promjenama (*engl. Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC*).

Analizirane su antropogene emisije sljedećih stakleničkih plinova: ugljikov dioksid (CO₂), metan (CH₄), dišikov oksid (N₂O), fluorirani ugljikovodični spojevi (HFC-i, PFC-i), sumporov heksafluorid (SF₆) i dušikov trifluorid (NF₃). CO₂, CH₄ i N₂O su staklenički plinovi koji se prirodno pojavljuju u atmosferi, ali se čini da je njihov porast u atmosferi najvećim dijelom rezultat ljudskih aktivnosti. Sintetički plinovi, poput halogeniranih ugljikovodika (HFC, PFC), SF₆ i NF₃, također se smatraju stakleničkim plinovima. Ti plinovi su rezultat isključivo ljudskih aktivnosti. Metodologija IPCC-a ne uključuje stakleničke plinove koji se razmatraju u okviru Montrealskog protokola.

Postoje također fotokemijski aktivni plinovi poput ugljikovog monoksida (CO), oksida dušika (NO_x) te ne-metanskih hlapivih organskih spojeva (NMHOS) koji indirektno doprinose efektu staklenika u atmosferi. Njih se generalno naziva prethodnicima ozona budući da 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 ublažava efekt staklenika jer se stvaranjem aerosola uklanja toplina iz okoliša. Navedeni plinovi se smatraju indirektnim stakleničkim plinovima i njihova emisija nije računana u okviru ovog projekta.

Izračun emisija stakleničkih plinova se temelji na umnošku specifične ekonomske aktivnosti (npr. potrošnje goriva, proizvodnje cementa, broja životinja, povećanja drvene zalihe itd.) i pripadajućih faktora emisije. Ukoliko je moguće, preporuča se upotreba nacionalnih ili lokalnih faktora emisije, ali isti moraju biti temeljeni na dobro dokumentiranim istraživanjima. Smjernice za inventar IPCC-a prikazuju metodologiju s tipičnim (*engl. default*) faktorima emisije za

³ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

⁴ IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories

različite razine izračuna emisija (*engl. Tier*). U izračunu emisija stakleničkih plinova Grada Zagreba, korištena je osnovna Tier 1 razina.

Emisija iz izvora i uklanjanje u ponorima stakleničkih plinova podijeljeni su u četiri glavna sektora: Energetika, Industrijski procesi i uporaba proizvoda, Poljoprivreda, šumarstvo i ostalo korištenje zemljišta i Otpad.

Ukupne emisije svih stakleničkih plinova svedene su na ekvivalentnu emisiju ugljikovog dioksida (CO₂e). Budući da pojedini staklenički plinovi imaju različita svojstva zračenja te sukladno tome različito doprinose efektu staklenika, potrebno je emisiju svakog plina pomnožiti s njegovim potencijalom globalnog zagrijavanja (*engl. Global Warming Potential - GWP*). Potencijal globalnog zagrijavanja je mjera utjecaja nekog plina na staklenički efekt u odnosu na utjecaj CO₂ koji je dogovorno uzet kao referentna vrijednost. U tom slučaju, emisije stakleničkih plinova se mogu zbrajati i iskazuju se kao ekvivalentna emisija ugljikovog dioksida (CO₂e). U slučaju uklanjanja emisija (*engl. removals*) stakleničkih plinova pomoću ponora (*engl. sinks*), iznos se prikazuje s negativnim predznakom.

Za izračun emisija i uklanjanje stakleničkih plinova korišten je međunarodno prihvaćeni IPCC softver za izradu inventara. Softver je namijenjen izradi inventara na nacionalnoj razini, a može se koristiti i za niže teritorijalne razine. Metodologija izračuna emisija i uklanjanja stakleničkih plinova je u potpunosti usklađena s Smjernicama za inventar IPCC-a i Smjernicama dobre prakse IPCC-a. Softver omogućava ispunjavanje radnih listova s podacima o aktivnosti, za različite sektore u skladu s Smjernicama za inventar IPCC-a. Softver također nudi tipične faktore emisije i konverzijske faktore, a moguće je unijeti i nacionalne faktore kako bi se povećala točnost izračuna. Osim toga, podržava i mnoge druge funkcije vezane uz administraciju baze podataka, kontrolu kvalitete, ekstrakciju podataka u Excel dokument, kao i izvješćivanje o sektorskim i ukupnim emisijama.

Osim izračuna emisije i uklanjanja stakleničkih plinova, izrađena je i analiza nesigurnosti te su identificirani ključni izvori emisije, sukladno Smjernicama dobre prakse IPCC-a.

1.3 Uspostava inventara stakleničkih plinova

Sukladno IPCC metodologiji⁵, antropogene emisije i uklanjanja stakleničkih plinova podijeljeni su u četiri glavna sektora: Energetika, Industrijski procesi i uporaba proizvoda, Poljoprivreda, šumarstvo i ostalo korištenje zemljišta i Otpad.

U okviru sektora Energetika, izračunane su emisije stakleničkih plinova za podsektore: Energetska postrojenja, Industrija i graditeljstvo, Promet (cestovni i željeznički), Kućanstva, Usluge i Poljoprivreda/šumarstvo/ribarstvo. Osnovni podaci potrebni za izračun emisija stakleničkih plinova preuzeti su iz energetske bilance Grada Zagreba za 2021. i 2022. godinu, izrađene od strane Energetskog instituta Hrvoje Požar. Energetska bilanca Grada Zagreba temelji se na podacima koji su prikupljeni iz različitih izvora. Prije svega, podaci su prikupljeni od distributera električne energije, prirodnog plina i toplinske energije o količini energije isporučenoj svakom pojedinom sektoru energetske potrošnje. Također, prikupljeni su podaci o energiji koja ulazi u sektor transformacija, potrošnji za energetska postrojenja te gubicima u distribuciji energije. Podaci o prodaji naftnih derivata na benzinskim postajama na području

⁵ Smjernice za inventar IPCC-a (*engl. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*) i Smjernice dobre prakse IPCC-a (*engl. IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*)

Zagreba preuzeti su od distributera naftnih derivata. Finalna potrošnja pojedinih energenata koju nije moguće mjeriti (npr. ogrjevno drvo) određena je modelski korištenjem podataka o demografiji, stambenom fondu zgrada, korištenoj površini uslužnog sektora, broju registriranih vozila na području grada i dr. U izračunu emisija stakleničkih plinova korištene su također donje ogrjevnosti vrijednosti iz energetske bilance Grada Zagreba te standardni (*engl. default*) faktori emisije za CO₂, CH₄ i N₂O za različite vrste goriva i različite energetske podsektore, preuzeti iz Smjernica za inventar IPCC-a. Nakon određivanja emisija pojedinih stakleničkih plinova, izračunana je ekvivalentna emisija ugljikovog dioksida (CO₂e) primjenom potencijala globalnog zagrijavanja (*engl. Global Warming Potential - GWP*) iz 4. izvješće IPCC-a. Za izračun emisija je korišten IPCC softver za izradu inventara.

U sektoru Industrijski procesi i uporaba proizvoda izračun emisija za potrebe izrade Inventara emisija Grada Zagreba započeo je identifikacijom kategorija djelatnosti prisutnih na području Grada Zagreba. Identificirano je kako na području Grada Zagreba postoje izvori emisija u kategorijama Ne-energetska uporaba goriva i otapala te Uporaba zamjenskih tvari za tvari koje oštećuju ozonski sloj. Izvor podataka u kategoriji ne-energetska uporaba goriva i otapala, u potkategorijama Uporaba maziva i Uporaba parafinskog voska je energetska bilanca Grada Zagreba za 2021. i 2022. godinu, izrađena od strane Energetskog instituta Hrvoje Požar. Iz energetske bilance korišteni su podaci o količinama maziva odnosno parafinskog voska iz neposredne ne-energetske potrošnje. U ovoj kategoriji uključena je potkategorija Ostalo u koju ulaze Uporaba otapala, Asfaltiranje prometnica i Pokrivanje krovova asfaltom, te Katalitički pretvarači na bazi uree. Za prve tri sastavnice potkategorije Ostalo korišteni su nacionalni podaci Izvješća o inventaru stakleničkih plinova na području Republike Hrvatske za razdoblje 1990. – 2021. (NIR 2023) koji su preračunati u emisije za Grad Zagreb korištenjem odnosa nacionalnih podataka i podataka Grada Zagreba iz 2019. godine. Budući da NIR 2023 sadrži podatke za dvije zadnje godine 2020. i 2021. godinu, emisije za 2022. godinu nisu izračunate za ove tri kategorije: uporaba otapala, asfaltiranje prometnica i pokrivanje krovova. Kod izračuna emisija iz Katalitičkih pretvarača na bazi uree također je korištena energetska bilanca Grada Zagreba, tj. podatak o ukupnoj potrošnji dizelskog goriva u cestovnom prometu. U kategoriji ne-energetska uporaba goriva i otapala korišteni emisijski faktori su preporučeni Smjernicama za inventar IPCC-a i IPCC softverom. Zbog korištenja podataka iz NIR 2023, koji koristi vrijednosti potencijala globalnog zagrijavanja (GWP) iz 5. izvješća IPCC-a, radi dosljednosti podataka sektora Industrijski procesi i uporaba proizvoda, korišteni GWP-ovi iz ovog izvješća i u sljedećim kategorijama.

U kategoriji Uporaba zamjenskih tvari za tvari koje oštećuju ozonski sloj podaci su dobiveni od strane Zavoda za zaštitu okoliša i prirode, Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja, iz baze podataka Prijava nepokretnih uređaja i opreme (PNOS). Budući da za ovu kategoriju struktura koju nudi IPCC softver nije bila odgovarajuća jer je namijenjena izračunu nacionalnog inventara stakleničkih plinova, softver nije primijenjen. Za izračun emisija iz ove kategorije primijenjena je metoda izračuna koja se temelji na gubitcima stakleničkih plinova HFC, odnosno SF₆. Ekvivalentna emisija CO₂ izračunana je korištenjem vrijednosti potencijala globalnog zagrijavanja za odgovarajuće stakleničke plinove iz 5. izvješća IPCC-a

U kategoriji Poljoprivreda, šumarstvo i ostalo korištenje zemljišta identificirani su izvori emisija iz Crijevne fermentacije i Upravljanja stajskim gnojem, Poljoprivrednih tala, primjene uree i vapna te korištenja zemljišta, prenamjenu zemljišta i šumarstvo (*engl. Land Use, Land Use*

Change and Forstry, LULUCF), u koju spadaju sljedeće potkategorije: Šumsko zemljište, Korištenje proizvoda od drva, Poljoprivredno zemljišta, Travnjaci, Močvare i Naseljena područja.

Za izračun emisije metana iz crijevne fermentacije bili su potrebni podaci o brojnosti pojedine skupine životinja. Izvor podataka su Jedinstveni registar domaćih životinja (JRDŽ) i Državni zavod za statistiku (DZS). Za izračun emisija metana i ekvivalentne emisije CO₂ korišten je IPCC softver te preporučeni faktori unutar softvera, a u skladu sa Smjernicama za inventar IPCC-a za Zapadnu Europu i razvijene zemlje. U softveru se za izračun ekvivalentne emisije CO₂ koriste vrijednosti potencijala globalnog zagrijavanja za odgovarajuće stakleničke plinove iz 4. IPCC izvješća. Potkategorija Upravljanje stajskim gnojem uključuje emisije metana i dušikovog (I) oksida za čiji izračun su korišteni podaci o brojnosti domaćih životinja JRDŽ-a i DZS-a. U izračunu su korišteni i podaci o težini životinja. Za težinu goveda su korištene nacionalne vrijednosti preuzete iz Izvješća o nacionalnom inventaru stakleničkih plinova⁶, dok su za ostale domaće životinje korištene preporučene vrijednosti iz IPCC softvera. Faktori emisije korišteni u izračunu su preporučene vrijednosti iz IPCC softvera za razvijene zemlje odnosno Zapadnu Europu.

U pogledu izračuna emisija u segmentu prenamjene zemljišta bile su potrebne površine razmatranih zemljišta. Izvor podataka je baza podataka CLC (*Corine Land Cover*), koji pokriva podatke za Grad Zagreb za 1980., 1990., 2000., 2006., 2012. i 2018. godinu. Za izračun emisije stakleničkih plinova korišten je IPCC softver te preporučeni faktori unutar softvera, a u skladu sa Smjernicama za inventar IPCC-a za Zapadnu Europu i razvijene zemlje. S obzirom da se izračun emisija izrađivao za 2021. i 2022. godinu, napravljena je ekstrapolacija podataka, kako bi se dobile tražene informacije i unijele u model. U pogledu primjene uree i vapna, korišteni su podaci dobiveni od Grada Zagreba, koji su omogućili izračun emisije N₂O i ekvivalentne emisije CO₂.

U sektoru Otpada dolazi do emisija CH₄, CO₂ i N₂O. Navedene emisije nastaju u sklopu aktivnosti Odlaganja krutog otpada, Biološke obrade krutog otpada, Spaljivanja otpada te Upravljanja otpadnim vodama. Za izračun emisija je također korišten IPCC softver u koji su uneseni podaci dobiveni od strane Grada Zagreba te javno dostupni podaci (izvješća o količinama i zbrinjavanju otpada s web-stranice HAOP/MINGOR). Navedene kategorije unutar softvera definirane su pomoću količina otpada koja je odložena/obrađena u periodu od 2008. do 2022. godine (zadnje dostupni podaci) te broja stanovnika u pogledu Upravljanja otpadnim vodama.

⁶ Croatian greenhouse gas inventory for the period 1990-2019, National Inventory Report 2021

2 Energetika

Energetski sektor, koji je u Gradu Zagrebu odgovoran za oko 90 % ukupnih emisija stakleničkih plinova, obuhvaća istraživanje i eksploataciju primarnih izvora energije, pretvorbu primarnih izvora energije u finalne oblike energije u rafinerijama i elektranama, prijenos i distribuciju goriva, upotrebu goriva u nepokretnim izvorima (energetska postrojenja, industrija i graditeljstvo, kućanstva, usluge, poljoprivreda/šumarstvo/ribarstvo) i pokretnim izvorima (cestovni, željeznički, vodeni i zračni promet), fugitivne emisije iz goriva te transport i skladištenje CO₂.

2.1 Pregled sektora

Za izračun emisija sektora Energetike za 2021. i 2022. godinu koristile su se energetske bilance Grada Zagreba. Godišnja energetska bilanca poseban je oblik statistike koji prati tok energije od pojave u energetsom sustavu do njihove isporuke neposrednim korisnicima, odnosno do njihove transformacije u neke od korisnih oblika energije. Energetska bilanca procijenjena je istom metodologijom i pristupom za obje analizirane godine.

Ukupnom potrošnjom energije zadovoljavaju se sve potrebe za energijom u energetsom sustavu, a ona se određuje tako da se proizvodnji primarne energije pribroji uvoz te oduzme izvoz primarne i transformirane energije. To znači da se ukupno utrošenom energijom zadovoljavaju gubici energetske transformacije, energija za pogon energetske postrojenja, gubici u transportu i distribuciji, neenergetska potrošnja i ukupna neposredna potrošnja energije, koja se dijeli u tri osnovne grupe – industrija, promet i opća potrošnja.

Ukupna potrošnja energije je u 2021. i 2022. godini u Gradu Zagrebu iznosila 56,51 PJ odnosno 56,48 PJ (Tablica 2-1.). U 2022. godini, najveći udio je imao prirodni plin s 54,5 %, zatim slijede derivati nafte s udjelom od 31,8 %, električna energija (dobava u Grad Zagreb – uvoz) s oko 8,8 % te ogrjevno drvo s oko 3,2 %. Ostali obnovljivi izvori energije (izuzev drveta) zauzimaju oko 1,7 % u strukturi ukupne potrošnje energije u Gradu Zagrebu.

Tablica 2-1. Struktura oblika energije u ukupnoj potrošnji Grada Zagreba u 2021. i 2022. godini

	2021.		2022.	
	TJ	%	TJ	%
Ugljen	4	0,0%	3	0,0%
Prirodni plin	30.801	54,5%	30.796	54,5%
Ogrjevno drvo	1.982	3,5%	1.780	3,2%
Ostali obnovljivi izvori	1.399	2,5%	972	1,7%
Derivati nafte	17.075	30,2%	17.990	31,8%
Električna energija	5.252	9,3%	4.943	8,8%
UKUPNO	56.512	100,0%	56.484	100,0%

Od ukupno utrošene energije u Gradu Zagrebu, svega 1,2 % u 2021. i 1,1 % u 2022. godini primarne energije je i proizvedeno na području grada iz čega proizlazi da se gotovo sva energija koja se potroši u Gradu Zagrebu dobavlja izvan granica Grada Zagreba.

Proračun emisija stakleničkih plinova temelji se na podacima o potrošnji goriva, koji su detaljno iskazani u godišnjoj energetske bilanci Grada Zagreba. Proveden je proračun emisija po podsektorima sukladno Smjernicama za inventar IPCC-a (*engl. Sectoral approach*).

Sektor Energetika pokriva sve djelatnosti koje uključuju potrošnju fosilnih goriva u nepokretnim i pokretnim energetskim izvorima te fugitivnu emisiju iz goriva. Fugitivna emisija može nastati tijekom proizvodnje, prijenosa, prerade, skladištenja i distribucije fosilnih goriva, a za Grad Zagreb je ta emisija zanemariva.

Energetski sektor je glavni izvor antropogene emisije stakleničkih plinova u Gradu Zagrebu. Emisije po energetskim podsektorima u 2021. i 2022. godini prikazuju Tablica 2-2. i Tablica 2-3.

Tablica 2-2. Emisija stakleničkih plinova iz Energetike Grada Zagreba u 2021. godini

	Emisija stakleničkih plinova			
	CO ₂ (t)	CH ₄ (t)	N ₂ O (t)	CO ₂ e (t)
Energetske transformacije	1.044.013	27,2	2,9	1.045.557
Industrija i graditeljstvo	140.260	5,9	0,8	140.646
Promet	874.784	164,4	44,4	892.125
Opća potrošnja	753.126	143,2	2,8	757.540
Ukupno	2.812.183	340,7	50,9	2.835.869

Tablica 2-3. Emisija stakleničkih plinova iz Energetike Grada Zagreba u 2022. godini

	Emisija stakleničkih plinova			
	CO ₂ (t)	CH ₄ (t)	N ₂ O (t)	CO ₂ e (t)
Energetske transformacije	1.135.241	21,5	2,3	1.136.464
Industrija i graditeljstvo	133.943	26,7	1,1	134.938
Promet	945.554	169,7	48,0	964.101
Opća potrošnja	666.121	127,7	2,5	670.059
Ukupno	2.880.859	345,6	53,9	2.905.561

Energetski najintenzivniji podsektor u Gradu Zagrebu je sektor Energetske transformacije, koji uključuje proizvodnju električne energije i topline (EL-TO Zagreb, TE-TO Zagreb, bioplinsko postrojenje na deponijski plin MTE Jakuševac i bioplinsko postrojenje na plin iz mulja otpadnih voda ZOV Zagreb) te proizvodnju maziva (INA Maziva Zagreb). U Gradu Zagrebu nema rafinerija nafte, ugljenokopa niti naftnih i plinskih polja pa niti emisija stakleničkih plinova iz tih podsektora. U 2022. godini, emisija stakleničkih plinova iz energetskih postrojenja je iznosila 39,1 % ukupne emisije iz energetskih izvora.

U 2022. godini, emisija stakleničkih plinova iz sektora Industrija i graditeljstvo doprinijela je s 4,6 % ukupnoj emisiji iz energetskih izvora na teritoriju Grada Zagreba. U okviru ovog podsektora, veći dio emisija je posljedica izgaranja u industriji, a nešto manje emisije su iz graditeljstva.

Podsektor Promet je također jedan od važnih izvora emisije stakleničkih plinova. Sektor Promet u Gradu Zagrebu uključuje emisije iz cestovnog i željezničkog prometa. Zračna luka Franjo Tuđman nije na području Grada Zagreba, dok je emisija vodenog prometa zanemariva.

U 2022. godini, udio emisija stakleničkih plinova iz sektora Promet u ukupnim energetske emisijama Grada Zagreba je bio 33,2 %.

Također je izračunata emisija stakleničkih plinova iz podsektora Opća potrošnja, koji uključuje usluge, kućanstva i poljoprivredu/šumarstvo/ribarstvo. Najveći dio emisija dolazio je iz kućanstva pa zatim usluga i znatno manje iz poljoprivrede, šumarstva i ribarstva. U 2022. godini, udio emisija stakleničkih plinova iz sektora Opća potrošnja u ukupnim energetske emisijama Grada Zagreba je bio 23,1 %.

Do emisije stakleničkih plinova dolazi i izgaranjem biomase (ogrjevno drvo, biodizel i bioplin), ali emisija CO₂ prema Smjernicama za inventar IPCC-a ne ulazi u ukupne emisije Grada Zagreba. Emitirani CO₂ iz biomase je prethodno apsorbiran u životnom ciklusu biljke za rast i razvoj biomase. Uklanjanja pomoću ponora ili emisije CO₂ uslijed promjene u biomasi izračunavaju se u sektoru Korištenje zemljišta, prenamjena zemljišta i šumarstvo.

Ukupna emisija se svodi na ekvivalentnu emisiju CO₂ (CO₂e), pomoću potencijala globalnog zagrijavanja (*engl. Global Warming Potential, GWP*) svakog pojedinačnog stakleničkog plina. Korišteni potencijali globalnog zagrijavanja definirani su u Prilogu III Odluke 24/CP.19, a odnose se na vremensko razdoblje od 100 godina (GWP za CO₂ je 1, GWP za CH₄ je 25, GWP za N₂O je 298). Na taj način izračunana ukupna emisija stakleničkih plinova Grada Zagreba iz sektora Energetike prikazuje **Error! Reference source not found.**

Slika 2-1. Emisija stakleničkih plinova iz energetske izvora Grada Zagreba, 2021. i 2022. godina

U sektoru Energetika dominantna je emisija CO₂. Udio emisije ostalih stakleničkih plinova (CH₄ i N₂O) u ukupnim emisijama stakleničkih plinova iz Energetike je manji od 1 % (0,01 % u 2021. i 0,01 % u 2022.).

2.2 Izgaranje goriva

Metodologija korištena za procjenu emisija stakleničkih plinova slijedi Smjernice za inventar IPCC-a⁷. Emisija CO₂ izračunava se pomoću Sektorskog pristupa Smjernica za inventar IPCC-a, na temelju podataka o potrošnji goriva iz energetske bilance Grada Zagreba (Prilog 1), donjih ogrjevnih vrijednosti i tipičnih IPCC faktora emisije (Prilog 2). Procjene emisija CH₄ i N₂O temelje se također na potrošnji goriva i tipičnim IPCC faktorima emisije za različite sektore i goriva.

Ulazni podaci, faktori emisije i primijenjena metodologija za proračun emisija stakleničkih plinova iz izgaranja goriva konzistentni su za promatrano razdoblje (2021. i 2022. godina).

Metodologija

Za izračun emisija stakleničkih plinova korišten je pristup razine 1 (Tier 1), Smjernica za inventar IPCC-a, koji se temelji na podacima o količini izgaranog goriva u kategoriji izvora. Izvor podataka o količini goriva je bila energetska bilanca Grada Zagreba. Podaci iz energetske bilance preračunani su iz prirodnih jedinica u energetske jedinice pomoću donje ogrjevne vrijednosti za svako gorivo. Ogrjevne vrijednosti također se uzimaju iz energetske bilance. Faktori emisije korišteni za izračun preuzeti su iz Smjernice za inventar IPCC-a. Pretpostavlja se da je postupak izgaranja 100 % učinkovit, pa je faktor oksidacije bio 1.

Emisije CH₄ i N₂O identificirane su također metodom razine 1 (Tier 1) na takav način da se gorivo koje se koristi u svakom sektoru pomnoži s faktorom emisije predloženim u Smjernicama za inventar IPCC-a. Osnova za procjenu je gorivo koje se koristi u različitim energetske sektorima. Podaci o korištenom gorivu uzeti su iz energetske bilance Grada Zagreba.

Nesigurnost izračuna

Emisija CO₂ koja nastaje izgaranjem fosilnih goriva ovisi o količini potrošenog goriva (iz energetske bilance), donjim ogrjevnim vrijednostima (iz energetske bilance), faktorima emisije ugljika (Smjernice za inventar IPCC-a), udjelu uskladištenog ugljika (Smjernice za inventar IPCC-a) i udjelu oksidiranog ugljika (Smjernice za inventar IPCC-a).

Energetska bilanca Grada Zagreba temelji se na podacima koji su prikupljeni od distributera električne energije, prirodnog plina i toplinske energije o količini energije isporučenoj svakom pojedinom sektoru potrošnje. Prikupljeni su, također, podaci o energiji koja ulazi u sektor transformacija, potrošnji za energetska postrojenja te gubicima u distribuciji energije. Podaci o prodaji naftnih derivata na benzinskim postajama na području Zagreba preuzeti su od distributera naftnih derivata. Finalna potrošnja pojedinih energenata koju nije moguće mjeriti (npr. ogrjevno drvo) određena je modelski. Procijenjena nesigurnost podataka iz energetske bilance je ispod 5 %.

Točnost podataka o donjim ogrjevnim vrijednostima, preuzetih iz energetske bilance, je također visoka. Ostali podaci potrebni za izračun emisije CO₂, poput faktora emisije ugljika, udjela ugljika uskladištenog za neenergetsku upotrebu goriva i udjela oksidiranog ugljika, preuzeti su iz Smjernice za inventar IPCC-a. Faktori emisije CO₂ za goriva su visoke točnosti (nesigurnost unutar 5 %), a prvenstveno ovise o sadržaju ugljika u gorivu koji je preuzet iz Smjernica za inventar IPCC-a.

⁷ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

Procjene emisija CH_4 i N_2O temelje se na podacima o potrošnji fosilnog i biogenog goriva i tipičnim faktorima emisije za različite sektore. Nesigurnosti u procjenama posljedica su činjenice da se emisije procjenjuju na temelju tipičnih faktora. Koristeći tipične faktore emisije za svaki sektor, razlike između pojedinih vrsta ugljena i posebno tekućeg goriva nisu uključene, kao ni razlike u tehnologiji i doprinosu opreme za smanjenje emisija. Stoga su nesigurnosti povezane s procjenama emisija CH_4 i N_2O veće od procjena emisija CO_2 izgaranjem fosilnih goriva.

Nesigurnost emisije CH_4 procjenjuje se na $\pm 50\%$; dok se nesigurnost emisije N_2O procjenjuje na $\pm 200\%$. Najveći dio nesigurnosti odnosi se na primijenjeni faktor emisije, dok su podaci o potrošnji goriva prilično točni (nesigurnost unutar 5%).

Konzistentnost vremenskih serija

Metodologija koja je primijenjena za izračun emisija stakleničkih plinova iz izgaranja goriva, podaci o aktivnostima i faktori emisije su konzistentni za obje analizirane godine (2021. i 2022.).

Osiguranje i kontrola kvalitete

Tijekom pripreme inventara aktivnosti vezane uz kontrolu kvalitete uglavnom su bile usmjerene na cjelovitost, dosljednost, usporedivost i nesigurnost podataka o aktivnostima, faktorima emisije i procjenama emisija. Također je provedeno nekoliko provjera kako bi se osigurala ispravna upotreba faktora emisije i konverzijskih faktora, točan izračun emisija svakog stakleničkog plina i ekvivalentne emisije CO_2 te točno zbrajanje emisija na razini podsektora, sektora i ukupnih emisija.

Također, korištene su donje ogrjevne vrijednosti goriva iz energetske bilance Grada Zagreba za izračun emisija. Ogrjevne vrijednosti uspoređene su također s podacima iz Smjernica za inventar IPCC-a. Rezultati ove usporedbe pokazali su da nema značajne razlike između ova dva skupa podataka.

2.2.1 Energetske transformacije

Ovaj podsektor obuhvaća emisije stakleničkih plinova koje nastaju izgaranjem goriva u javnim postrojenjima za proizvodnju električne energije i topline, postrojenjima za rafinaciju nafte, ekstrakcijom nafte i plina te vađenjem ugljena.

U Tablici 2.4. prikazana je struktura oblika energije koji su u 2021. i 2022. godini korišteni za energetske transformacije u Gradu Zagrebu. Izgaranje goriva u industrijskim toplanama i kotlovnica je sukladno aktualnim Smjernicama za inventar IPCC-a prikazano u podsektoru Industrija i graditeljstvo pa je potrošnja energije za energetske transformacije nešto niža od podataka prikazanih u dokumentu u kojem su opisane energetske bilance Grada Zagreba za 2021. i 2022.⁸ godinu. U Gradu Zagrebu, u ovom podsektoru, postoji nekoliko vrsta postrojenja:

- 1) bioplinska elektrana na otpadni plin MTE Jakuševac koja proizvodi samo električnu energiju,
- 2) kogeneracijska postrojenja koje proizvode toplinu i električnu energiju (EL-TO Zagreb, TE-TO Zagreb i ZOV Zagreb),
- 3) javne kotlovnice koje proizvode samo toplinu i
- 4) proizvodnja maziva (INA maziva Zagreb).

⁸ Energetska bilanca Grada Zagreba za 2021. i 2022. godinu s procjenama potrošnje za 2023. i 2024.

Tablica 2-4. Potrošnja energije za energetske transformacije u 2021. i 2022. godini

	2021.		2022.	
	TJ	%	TJ	%
Prirodni plin	17.986	95,0%	19.590	95,4%
Obnovljivi izvori energije	479	2,5%	453	2,2%
Derivati nafte	476	2,5%	494	2,4%
UKUPNO	18.942	100,0%	20.537	100,0%

Energija za energetske transformacije u 2021. i 2022. godini iznosila je 18,9 PJ odnosno 20,5 PJ. Najveći udio u ukupnoj potrošnji energije za transformacije u 2022. imao je prirodni plin s 95,4 %. Slijede derivati nafte s 2,4 % te obnovljivi izvori energije s 2,2 %.

Na području Grada Zagreba se nalaze tri postrojenja za kogeneracijsku proizvodnju električne i toplinske energije iz kojih se emitiraju staklenički plinovi: EL-TO Zagreb (50 MW_e i 464 MW_t), TE-TO Zagreb (300 MW_e i 450 MW_t) i ZOV elektrana (3,7 MW_e i 4,5 MW_t) te jedno postrojenje za proizvodnju električne energije: MTE Jakuševac (4,2 MW_e). Na području Grada Zagreba nalaze se i javne kotlovnice koje proizvode toplinu, kao i proizvodnja maziva i srodnih proizvoda (INA maziva Zagreb). U 2022. godini, ukupna proizvodnja električne energije iz navedenih postrojenja je iznosila 2.007,4 GWh, a proizvodnja topline 8.733,1 TJ.

Emisije stakleničkih plinova iz energetskih transformacija u 2021. i 2022. godini prikazuju Tablica 2-5. i **Error! Reference source not found.**

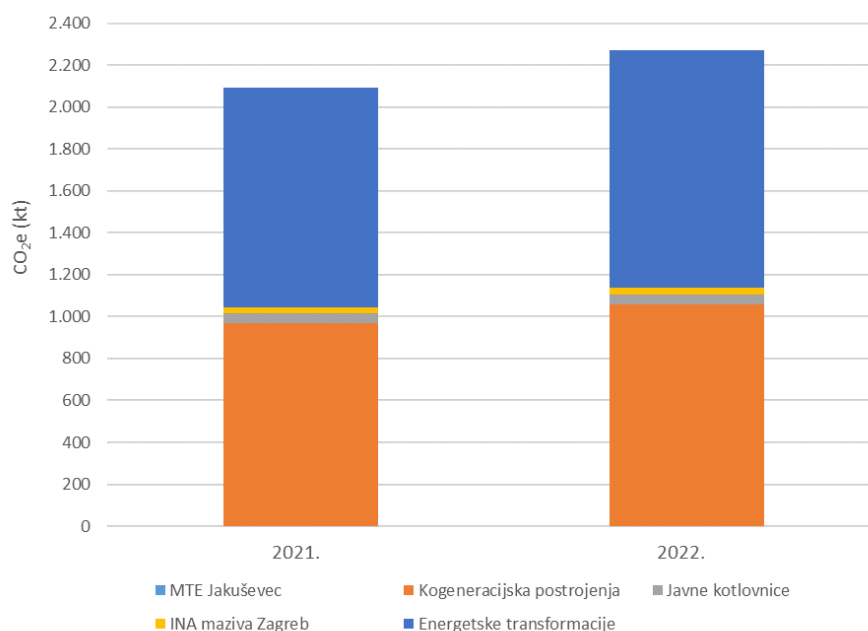
Tablica 2-5. Emisija stakleničkih plinova iz energetskih transformacija Grada Zagreba u 2021. godini

	Emisija stakleničkih plinova			
	CO ₂ (t)	CH ₄ (t)	N ₂ O (t)	CO _{2e} (t)
MTE Jakuševac	0	0,3	0,03	16
Kogeneracijska postrojenja	969.127	24,8	2,48	970.486
Javne kotlovnice	46.464	1,0	0,12	46.525
INA maziva Zagreb	28.422	1,2	0,23	28.521
Energetske transformacije	1.044.013	27,3	2,86	1.045.548

Tablica 2-6. Emisija stakleničkih plinova iz energetskih transformacija Grada Zagreba u 2022. godini

	Emisija stakleničkih plinova			
	CO ₂ (t)	CH ₄ (t)	N ₂ O (t)	CO _{2e} (t)
MTE Jakuševac	0	0,3	0,03	16
Kogeneracijska postrojenja	1.059.056	19,0	1,90	1.060.097
Javne kotlovnice	46.408	0,9	0,12	46.466
INA maziva Zagreb	29.777	1,2	0,24	29.879
Energetske transformacije	1.135.241	21,4	2,3	1.136.458

Emisije stakleničkih plinova iz energetske transformacije u 2021. i 2022. godini prikazuje također Slika 2-2. Emisija u 2022. godini bila je veća za 8,7 % u odnosu na emisiju prethodne 2021. godine. Najveći dio emisija stakleničkih plinova u 2022. godini posljedica je izgaranja goriva u kogeneracijskim postrojenjima (93,3 %), zatim slijede javne kotlovnice (4,1 %) i proizvodnja maziva (2,6 %).



Slika 2-2. Emisija stakleničkih plinova iz energetske transformacije Grada Zagreba, 2021. i 2022. godina

2.2.2 Industrija i graditeljstvo

Podsektor Industrija i graditeljstvo uključuje emisije nastale izgaranjem goriva u različitim industrijama, poput industrije željeza i čelika, industrije obojenih metala, kemikalija, celuloze i papira, prerade hrane, pića i duhana, industrije građevine i građevinskog materijala, petrokemijske industrije. Ovaj sektor također uključuje emisije goriva koje se koristi za proizvodnju električne i toplinske energije u industriji (industrijske toplane i industrijske kotlovnice).

U industriji i graditeljstvu, najveću zastupljenost u neposrednoj potrošnji energije u 2021. i 2022. godini ostvarila je električna energija (Tablica 2-7.). U 2022. je udio električne energije bio 31,2 %, zatim slijede toplinska energija s 26,8 %, prirodni plin s 20,0 %, dizelsko gorivo s 15,3 %, ekstra lako lož ulje s 3,2 % i ostala loživa ulja s 2,2 %. Svi ostali energenti (ogrjevno drvo, ukapljeni plin i motorni benzin) zajedno sudjeluju s 1,4 % u ukupnoj neposrednoj potrošnji energije u industriji i graditeljstvu u 2020. godini.

Tablica 2-7. Neposredna potrošnja energije u industriji i graditeljstvu u 2021. i 2022. godini

	2021.		2022.	
	TJ	%	TJ	%
Prirodni plin	886	16,6%	715	13,6%
Ogrjevno drvo	5	0,1%	5	0,1%
Ukapljeni plin	35	0,7%	36	0,7%
Motorni benzin	40	0,8%	42	0,8%
Dizelsko gorivo	915	17,1%	951	18,1%
Ekstra lako lož ulje	202	3,8%	207	4,0%
Lož ulje	28	0,5%	28	0,5%
Toplinska energija	1.487	27,9%	1.490	28,4%
Električna energija	1.740	32,6%	1.767	33,7%
UKUPNO	5.337	100,0%	5.241	100,0%

Emisije stakleničkih plinova iz Industrije i graditeljstva u 2021. i 2022. godini prikazuju Tablica 2-8 i Tablica 2-9.

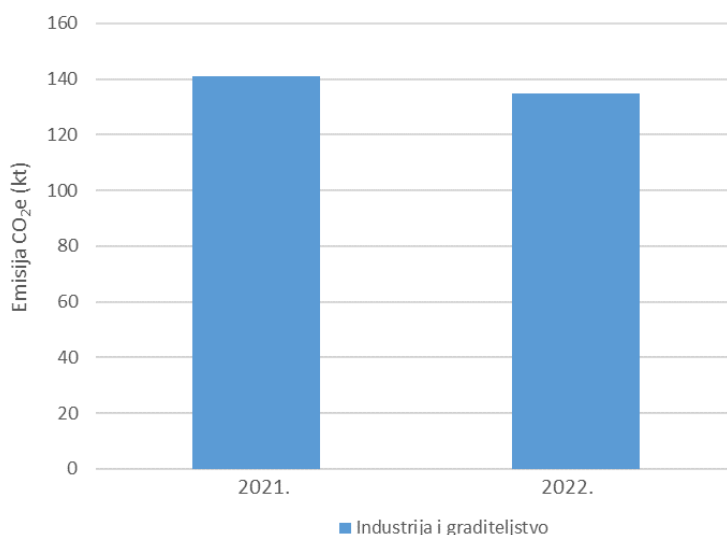
Tablica 2-8. Emisija stakleničkih plinova iz industrije i graditeljstva Grada Zagreba u 2021. godini

	Emisija stakleničkih plinova			
	CO ₂ (t)	CH ₄ (t)	N ₂ O (t)	CO ₂ e (t)
Industrija i graditeljstvo	140.784	5,8	0,69	141.135

Tablica 2-9. Emisija stakleničkih plinova iz industrije i graditeljstva Grada Zagreba u 2022. godini

	Emisija stakleničkih plinova			
	CO ₂ (t)	CH ₄ (t)	N ₂ O (t)	CO ₂ e (t)
Industrija i graditeljstvo	134.476	5,8	0,71	134.833

Emisije stakleničkih plinova iz industrije i graditeljstva u 2021. i 2022. godini prikazuje Slika 2-3. Emisija u 2022. godini bila je manja za 4,5 % u odnosu na emisiju prethodne 2021. godine.



Slika 2-3. Emisija stakleničkih plinova iz industrije i graditeljstva Grada Zagreba, 2021. i 2022. godina

2.2.3 Promet

Ukupna potrošnja energije u sektoru prometa je u 2021. i 2022. godini iznosila 13,5 PJ, odnosno 14,0 PJ. U 2022. godini, najveći udio u potrošnji odnosi se na dizelsko gorivo (71,1 %), zatim slijedi motorni benzin s 23,0 %, električna energija s 2,5 % te ukapljeni naftni plin s 1,9 %. Udio biogoriva u prometu Grada Zagreba iznosio je 0,9 %, dok je potrošnja prirodnog plina u prometu iznosila svega 0,6 % (Tablica 2-10.).

Tablica 2-10. Neposredna potrošnja energije u prometu u 2021. i 2022. godini

	2021.		2022.	
	TJ	%	TJ	%
Prirodni plin	92	0,7%	87	0,6%
Biogoriva	509	3,8%	127	0,9%
Ukapljeni plin	347	2,6%	268	1,9%
Motorni benzin	3.013	22,3%	3.221	23,0%
Dizelsko gorivo	9.188	68,1%	9.978	71,1%
Električna energija	347	2,6%	350	2,5%
UKUPNO	13.495	100,0%	14.032	100,0%

U 2022. godini, najveći udio potrošnje energije u ukupnom prometu u Gradu Zagrebu zauzima cestovni promet bez javnog gradskog prometa (92,7 %). Udio željezničkog prometa je relativno skroman i iznosi svega 1,1 %. Javni gradski promet koji uključuje autobusni, tramvajski i taksi prijevoz zauzima 6,2 % od ukupne potrošnje energije u prometu, pri čemu su autobusni i taxi prijevoz u izračunu emisija stakleničkih plinova uključeni u cestovni prijevoz.

U potrošnju energije u cestovnom prometu, u okviru ove analize, uključena je potrošnja osobnih i komercijalnih vozila koja prometuju područjem Grada Zagreba te potrošnja vozila javnog sektora. Analizom su obuhvaćena sva vozila koja su registrirana na području grada, ali i sva druga vozila koja su registrirana van grada, a prometuju Zagrebom.

Emisija stakleničkih plinova nastala izgaranjem goriva, za sve transportne aktivnosti, uključena je u ovaj sektor. Uz cestovni promet u Gradu Zagrebu, ovaj sektor uključuje i emisije iz željezničkog prometa. Emisije iz zračnog prometa nisu uključene u ovaj inventar, budući da se Zračna luka Franjo Tuđman ne nalazi na području Grada Zagreba. S druge strane riječni promet na području Grada Zagreba je zanemarivo mali. Emisije stakleničkih plinova iz prometa u 2021. i 2022. godini prikazuju Tablica 2-11. i Tablica 2-12.

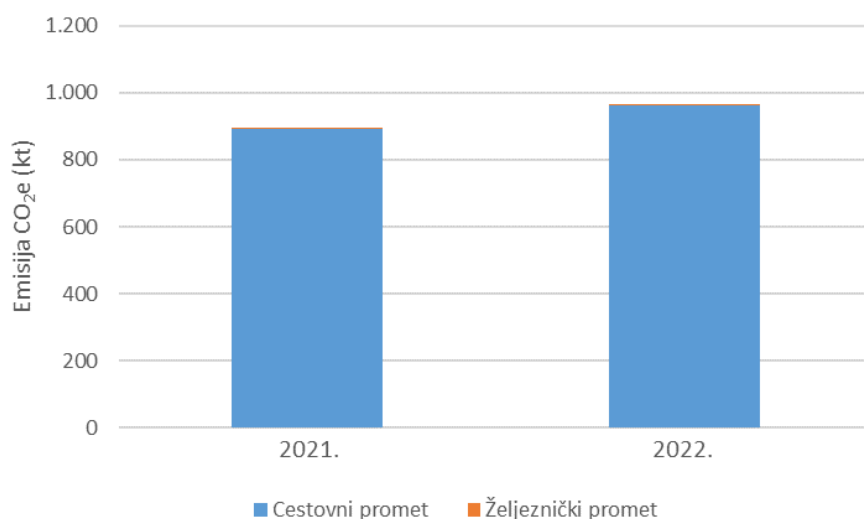
Tablica 2-11. Emisija stakleničkih plinova iz prometa Grada Zagreba u 2021. godini

	Emisija stakleničkih plinova			
	CO ₂ (t)	CH ₄ (t)	N ₂ O (t)	CO ₂ e (t)
Cestovni promet	873.423	164,4	43,9	890.615
Željeznički promet	1.361	0,1	0,5	1.513
Ukupno	874.784	164,5	44,4	892.128

Tablica 2-12. Emisija stakleničkih plinova iz prometa Grada Zagreba u 2022. godini

	Emisija stakleničkih plinova			
	CO ₂ (t)	CH ₄ (t)	N ₂ O (t)	CO ₂ e (t)
Cestovni promet	944.161	169,6	47,4	962.526
Željeznički promet	1.393	0,1	0,5	1.545
Ukupno	945.554	170	48	964.071

Emisije stakleničkih plinova iz prometa u 2021. i 2022. godini prikazuje Slika 2-4. Emisija u 2022. godini bila je manja za 8,1 % u odnosu na emisiju prethodne 2021. godine. Najveći dio emisija stakleničkih plinova u 2022. godini posljedica je izgaranja goriva u cestovnom prometu (99,8 %), a znatno manji dio se odnosi na željeznički promet (0,2 %). Cestovni prijevoz uključuje sve vrste osobnih automobila, lakih i teških teretnih vozila, autobusa, mopeda i motocikala, koji koriste različite vrste tekućih i plinovitih goriva, uglavnom motorni benzin i dizelsko gorivo.



Slika 2-4. Emisija stakleničkih plinova iz prometa Grada Zagreba, 2021. i 2022. godina

2.2.4 Opća potrošnja

Ovaj sektor uključuje emisije stakleničkih plinova nastale izgaranjem goriva u komercijalnim i institucionalnim zgradama (usluge), stambenom sektoru (kućanstva) i poljoprivredi, šumarstvu i ribarstvu.

Ukupna potrošnja energije u sektoru usluga u 2021. i 2022. godini iznosila je 10,3 PJ, odnosno 9,5 PJ. U 2022. godini, najveći udio u ukupnoj potrošnji odnosi se na električnu energiju (51,9 %), zatim slijede prirodni plin s 29,0 %, toplinska energija s 8,3 %, ekstra lako lož ulje s 7,2 % te ukapljeni naftni plin s 2,2 %. Udjeli ogrjevnog drveta te ostalih obnovljivih izvora energije pojedinačno iznose manje od 1 % (**Error! Not a valid bookmark self-reference..**).

Tablica 2-13. Neposredna potrošnja energije u sektoru usluga u 2021. i 2022. godini

	2021.		2022.	
	TJ	%	TJ	%
Prirodni plin	3.251	31,5%	2.773	29,0%
Ogrjevno drvo	40	0,4%	36	0,4%
Energija Sunca	43	0,4%	45	0,5%
Geotermalna energija	27	0,3%	28	0,3%
Ostala biomasa	18	0,2%	16	0,2%
Ukapljeni plin	216	2,1%	206	2,2%
Ekstra lako lož ulje	770	7,5%	691	7,2%
Toplinska energija	1.315	12,7%	792	8,3%
Električna energija	4.641	45,0%	4.960	52,0%
UKUPNO	10.320	100,0%	9.547	100,0%

Ukupna potrošnja energije u kućanstvima je u 2021. i 2022. godini iznosila 17,8 PJ, odnosno 16,7 PJ. Udio prirodnog plina u 2022. godini u potrošnji kućanstava iznosio je 44,2 %. Slijede električna energija s 21,6 %, toplinska energija s 20,2 % te ogrjevno drvo s 10,4 %. Udjeli ekstra lakog lož ulja, ukapljenog naftnog plina i ostalih obnovljivih izvora pojedinačno su manji ili oko 1 % (**Error! Not a valid bookmark self-reference..**).

Tablica 2-14. Neposredna potrošnja energije u kućanstvima u 2021. i 2022. godini

	2021.		2022.	
	TJ	%	TJ	%
Ugljen	4	0,0%	3	0,0%
Prirodni plin	8.332	46,7%	7.402	44,2%
Ogrjevno drvo	1.937	10,9%	1.739	10,4%
Energija Sunca	101	0,6%	105	0,6%
Ostala biomasa	221	1,2%	198	1,2%
Ukapljeni plin	127	0,7%	127	0,8%
Ekstra lako lož ulje	187	1,0%	168	1,0%
Toplinska energija	3.340	18,7%	3.383	20,2%
Električna energija	3.599	20,2%	3.608	21,6%
UKUPNO	17.848	100,0%	16.733	100,0%

Potrošnja energije u Poljoprivredi, šumarstvu i ribarstvu u 2021. i 2022. godini iznosila je 146 TJ odnosno 145 TJ (**Error! Not a valid bookmark self-reference..**), što je svega 0,5 % u odnosu na opću potrošnju u koju ubrajamo sektor kućanstva, usluga i poljoprivredu/šumarstvo/ribarstvo. Najveći udio u 2022. godini zauzima dizelsko gorivo s 85,5 %, zatim slijedi ekstra lako lož ulje s 6,2 %, prirodni plin s 2,8 %, motorni benzin s 2,8 % te električna energija s 2,8 %.

Tablica 2-15. Neposredna potrošnja energije u poljoprivredi, šumarstvu i ribarstvu u 2021. i 2022. godini

	2021.		2022.	
	TJ	%	TJ	%
Motorni benzin	4	3,0%	4	3,1%
Dizelsko gorivo	124	84,7%	124	85,6%
Ekstra lako lož ulje	9	5,8%	9	5,9%
Prirodni plin	5	3,7%	4	2,7%
Električna energija	4	2,7%	4	2,7%
UKUPNO	146	100,0%	145	100,0%

Emisije stakleničkih plinova iz opće potrošnje u 2021. i 2022. godini prikazuju Tablica 2-16. i

	Emisija stakleničkih plinova			
	CO ₂ (t)	CH ₄ (t)	N ₂ O (t)	CO ₂ e (t)
Usluge	255.028	30,3	0,8	256.024
Kućanstva	514.400	111,5	1,8	517.724
Poljoprivreda/šumarstvo	10.424	1,24	0,07	10.476
Opća potrošnja	779.852	143,0	2,7	784.224

Tablica 2-17.

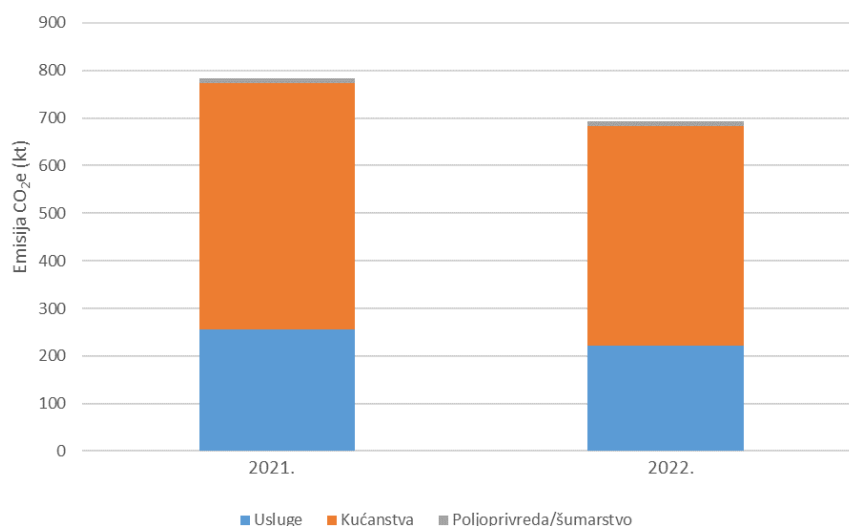
Tablica 2-16. Emisija stakleničkih plinova iz opće potrošnje Grada Zagreba u 2021. godini

	Emisija stakleničkih plinova			
	CO ₂ (t)	CH ₄ (t)	N ₂ O (t)	CO ₂ e (t)
Usluge	255.028	30,3	0,8	256.024
Kućanstva	514.400	111,5	1,8	517.724
Poljoprivreda/šumarstvo	10.424	1,24	0,07	10.476
Opća potrošnja	779.852	143,0	2,7	784.224

Tablica 2-17. Emisija stakleničkih plinova iz opće potrošnje Grada Zagreba u 2022. godini

	Emisija stakleničkih plinova			
	CO ₂ (t)	CH ₄ (t)	N ₂ O (t)	CO ₂ e (t)
Usluge	221.544	26,6	0,7	222.418
Kućanstva	458.225	99,8	1,6	461.197
Poljoprivreda/šumarstvo	10.339	1,2	0,07	10.390
Opća potrošnja	690.108	127,6	2,4	694.004

Emisije stakleničkih plinova iz opće potrošnje u 2021. i 2022. godini prikazuje Slika 2-5. Emisija u 2022. godini bila je manja za 11,5 % u odnosu na emisiju prethodne 2021. godine. Najveći dio emisija stakleničkih plinova u 2022. godini dolazi iz malih peći i kotlovnica za kućanstva (66,4 %), zatim iz uslužnog sektora (32,0 %), dok izgaranje goriva u poljoprivredi, šumarstvu i ribarstvu čini samo 1,5 %.



Slika 2-5. Emisija stakleničkih plinova iz opće potrošnje Grada Zagreba, 2021. i 2022. godina

2.2.5 Ostalo

Ovaj podsektor obuhvaća sve preostale emisije iz izgaranja goriva koje nisu navedene drugdje, uključujući emisije stakleničkih plinova iz goriva isporučenog vojsci. Potrošnja goriva i odgovarajuće emisije iz vojnih objekata i vozila su uključene u odgovarajuće sektore.

2.3 Fugitivne emisije

Ovaj sektor obuhvaća fugitivnu emisiju stakleničkih plinova iz ugljena, nafte i prirodnog plina. Ova kategorija uključuje sve emisije iz rudarstva, proizvodnje, prerade, transporta i upotrebe fosilnih goriva. Tijekom svih faza od ekstrakcije fosilnih goriva do njihove konačne uporabe može doći do fugitivnih emisija.

Fugitivne emisije stakleničkih plinova su zanemarivo male na području Grada Zagreba.

2.4 Transport i skladištenje CO₂

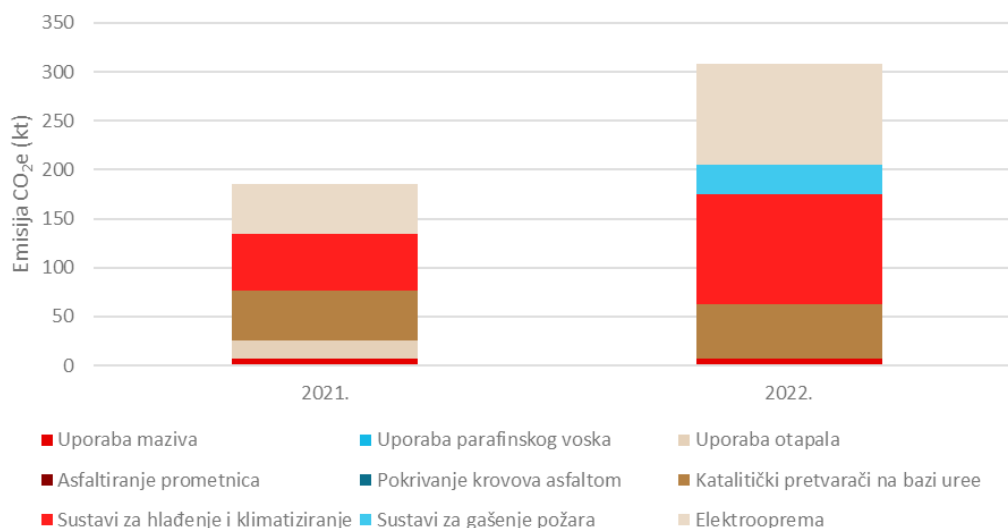
U Gradu Zagrebu nije bilo emisija zbog transporta i skladištenja CO₂.

3 Industrijski procesi i uporaba proizvoda

Sektor Industrijski procesi i upotreba proizvoda pokriva emisije nastale fizikalnim i kemijskim postupkom pretvaranja sirovina u industrijske proizvode, uporabom stakleničkih plinova u proizvodima i ne-energetskom uporabom fosilnih goriva. U ovaj sektor su uključeni sljedeći podsektori: 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 (Uporaba otapala, Asfaltiranje prometnica i Pokrivanje krovova asfaltom, Katalitički pretvarači na bazi uree).

U ovom sektoru su uključene samo emisije povezane s procesom, dok su emisije koje nastaju uslijed izgaranja goriva u prerađivačkoj industriji obrađene u sektoru Energetike.

Emisija stakleničkih plinova iz Industrijskih procesa i uporabe proizvoda na području Grada Zagreba u 2021. i 2022. godini su prikazuje Slika 3-1.



Slika 3-1 Emisija stakleničkih plinova iz Industrijskih procesa i uporabe proizvoda na području Grada Zagreba u 2021. i 2022. godini

3.1 Proizvodnja ostalih nemetalnih mineralnih proizvoda

U ovu kategoriju pripadaju: Proizvodnja cementa, Proizvodnja vapna, Proizvodnja stakla, te Ostala uporaba karbonata. Na području Grada Zagreba nije prisutna ova kategorija.

3.2 Proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda

U kategoriji Proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda uključene su potkategorije: Proizvodnja amonijaka, Proizvodnja dušične kiseline, Proizvodnja adipinske kiseline,

Proizvodnja kaprolaktama, glioksala i glioksilne kiseline, Proizvodnja karbida, Proizvodnja titanijevog dioksida, Proizvodnja dehidratizirane sode, Proizvodnja petrokemijskih proizvoda i čađe, Proizvodnja fluorokemijskih proizvoda. Niti jedna od navedenih proizvodnji nije prisutna na području Grada Zagreba.

3.3 Industrija metala

Kategorija industrije metala uključuje sljedeće potkategorije: Proizvodnja željeza i čelika, Proizvodnja ferolegura, Proizvodnja aluminijske, Proizvodnja magnezija, Proizvodnja olova, Proizvodnja cinka. Na području Grada Zagreba ne postoje procesne emisije u ovoj kategoriji.

3.4 Ne-energetska uporaba goriva i otapala

3.4.1 Uporaba maziva

Emisije CO₂ koje nastaju upotrebom maziva (ulja i masti) u motorima smatraju se emisijama bez izgaranja te se one obrađuju u sektoru Industrijski procesi i uporaba proizvoda. U dvotaktnim motorima, maziva se miješaju s drugim gorivom, te zajedno sagorijevaju. Te emisije su obrađene u sektoru Energetika. Količina maziva preuzeta je iz energetske bilance za Grad Zagreb, iz kategorije neposredne neenergetske potrošnje, izrađene od strane Energetskog instituta Hrvoje Požar.

Emisije CO₂ iz Uporabe maziva računane su korištenjem prve razine proračuna Tier 1 (Tablica 3-1). Ovom razinom proračuna se godišnja potrošnja maziva množi s odgovarajućim preporučenim (*default*) faktorom emisije iz IPCC softvera.

Tablica 3-1. Neposredna neenergetska potrošnja maziva i rezultirajuća emisija CO₂ u 2021. i 2022. godini na području Grada Zagreba

	Uporaba maziva (TJ)	CO ₂ (t)	CO ₂ (kt)
2021.	446	6.541,3	6,54
2022.	459	6.732	6,73

Godišnja potrošnja maziva u energetske bilanci za Grad Zagreb nije prikazana za pojedine vrste maziva stoga je korišten ukupni (preporučeni) faktor oksidacije tijekom uporabe (ODU faktor) u iznosu 0,2, zajedno s preporučenim specifičnim faktorom za sadržaj ugljika (20,0 t C/TJ, za donju ogrjevnu vrijednost). Upotreba maziva je na području grada Zagreba porasla 2022. godine u usporedbi s 2021. godinom.

Nesigurnosti su procijenjene na temelju Smjernice za inventar IPCC-a⁹. Nesigurnost procjene podataka o aktivnostima iznosi 5 %, dok nesigurnost procjene faktora emisije za emisiju CO₂ iz potrošnje svih vrsta maziva iznosi 50 %.

⁹ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

3.4.2 Uporaba parafinskog voska

Parafinski vosak, proizveden iz sirove nafte, upotrebljava se npr. kod proizvodnje svijeća, obloge od papira, proizvodnje hrane itd. Emisije CO₂ u ovoj kategoriji javljaju se kad voskovi ili derivati parafina sagorijevaju tijekom njihove uporabe. Količina parafinskog voska preuzeta je iz energetske bilance za Grad Zagreb, kategorije neposredne neenergetske potrošnje, izrađene od strane Energetskog instituta Hrvoje Požar.

Emisije CO₂ iz Uporabe parafinskog voska izračunavaju se korištenjem prve razine proračuna Tier 1 (Tablica 3-2), na način da se godišnja potrošnja voska množi sa zadanim (*engl. default*) faktorom emisije i faktorom oksidacije tijekom uporabe (ODU).

Tablica 3-2 Neposredna neenergetska potrošnja parafinskog voska i rezultirajuća emisija CO₂ u 2021. i 2022. godini na području Grada Zagreba

	Uporaba parafinskog voska (TJ)	CO ₂ (t)	CO ₂ (kt)
2021.	3	44	0,044
2022.	3	44	0,044

Zadane vrijednosti u IPCC softveru su kako slijedi: faktor za sadržaj ugljika 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). na području Grada Zagreba je kontinuirana upotreba parafinskog voska pa time i emisija CO₂.

Ukupna nesigurnost faktora emisije iznosi 50 %, dok nesigurnost podataka o aktivnosti iznosi 5 %.

3.4.3 Ostalo

Ova kategorija uključuje potkategorije Uporaba otapala, Asfaltiranje prometnica, Pokrivanje krovova asfaltom i Katalitičke pretvarače na bazi uree.

3.4.3.1 Uporaba otapala

U kategoriji Uporaba otapala, uključeni su izvori: Uporaba otapala u kućanstvima uključujući fungicide, Uporaba premaza, Odmašćivanje, Kemijsko čišćenje, Kemijski proizvodi i Ostala uporaba otapala. S obzirom da se otapala sastoje uglavnom od nemetanskih hlapivih organskih spojeva (NMHOS), uporaba otapala je veliki izvor antropogenih emisija NMHOS. Pri oksidaciji NMHOS u atmosferi dolazi do emisije CO₂. Emisija CO₂ nije direktna, već se izračunava pomoću unaprijed definiranih faktora konverzije.

Emisije NMHOS raspodijeljene unutar kvadranta EMEP mreže sa Portala prostorne raspodjele emisija Zavoda za zaštitu okoliša i prirode dostupne su za zadnju godinu 2019. Stoga se, za potrebe prikaza emisija Grada Zagreba za sljedeće godine koristio izvor podataka iz Informativnog izvješća o inventaru emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike

Hrvatske 2023. (za razdoblje 1990. - 2021.)¹⁰ (NIR 2023.). U NIR-u 2023. dostupni su podaci za sljedeće dvije godine, 2020. i 2021. godinu. Iz nacionalnih podataka danih u NIR-u 2023. se, korištenjem odnosa nacionalnih podataka i podataka Grada Zagreba iz 2019. godine, došlo do podataka za Grad Zagreb u 2020. i 2021. godini za ovu kategoriju emisije.

Metodologija korištena u izradi NIR-a 2023. preračunava emisije CO₂ iz Uporabe otapala korištenjem faktora konverzije koji sadrži omjer C/NMHOS = 0,6 (Smjernice za inventar IPCC-a, 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 proračun.

3.4.3.2 Asfaltiranje prometnica i Pokrivanje krovova asfaltom

Emisije su kao i za prethodnu kategoriju dobivene preko nacionalnih podataka danih u NIR-u 2023. korištenjem odnosa nacionalnih podataka i podataka Grada Zagreba iz 2019. godine. Podaci o emisijama dostupni su za zadnje dvije godine 2020. i 2021.

Prema metodologiji korištenoj u izradi NIR-a 2023, 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 vrijednost 45 %), dok za Prekrivanje krovova asfaltom on iznosi oko 80 % posto, sukladno preporukama iz Smjernica za inventar IPCC-a te prema izračunatim vrijednostima emisije NMHOS temeljem EMEP/EEA metodologije. Navedene preporučene vrijednosti, zajedno s omjerom molekulskih masa CO₂ i C (44/12), korištene 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).

Emisije CO₂ u kategoriji Ostalo: Uporaba otapala, Asfaltiranje prometnica i Pokrivanje krovova na području Grada Zagreba u 2020. i 2021. godini prikazuje Tablica 3-3.

Tablica 3-3 Emisija NMHOS i konvertirane emisije CO₂ u kategoriji Ostalo

	2020.	2021.
	CO ₂ (kt)	CO ₂ (kt)
Uporaba otapala	20,9258	18,9051
Asfaltiranje prometnica	0,0029	0,0034
Pokrivanje krovova asfaltom	0,0016	0,0018

3.4.3.3 Katalitički pretvarači na bazi uree

Ovaj izvor obuhvaća 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 (Smjernice za inventar IPCC-a, Svezak 2, jednadžba 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“.

Za izračun emisija iz Katalitičkih pretvarača na bazi uree korišteni su podaci o ukupnoj potrošnji dizelskog goriva u cestovnom prijevozu, preuzeti iz energetske bilance za Grad Zagreb.

¹⁰https://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/O12_klima/dostava_podataka/Izvjescja/Croatian%20NIR%202023.pdf

Sukladno Smjernicama za inventar IPCC-a, Svezak 2, Poglavlje 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 %).

Energetsku potrošnju dizela u prometu kao i rezultirajuću emisiju CO_2 iz katalitičkih pretvarača na bazi uree prikazuje Tablica 3-4.

Tablica 3-4 Energetska potrošnja dizelskog goriva u prometu i rezultirajuća emisija CO_2 iz katalitičkih pretvarača na bazi uree u 2021. i 2022. godini

	2021.	2022.
Energetska potrošnja dizela u prometu (kt)	215,1	233,6
CO_2 (kt)	51,27	55,68

3.5 Proizvodnja elektroničkih komponenata

Prema NIR 2023. u Republici Hrvatskoj pa samim time ni na području Grada Zagreba ne postoji ova industrija.

3.6 Uporaba zamjenskih tvari za tvari koje oštećuju ozonski sloj

Ova kategorija sastoji se od dvije potkategorije: Sustavi za hlađenje i klimatiziranje te Dodaci za potiskivanje pjene, sustavi za gašenje požara, aerosoli i otapala obrađene u nastavku.

3.6.1 Sustavi za hlađenje i klimatiziranje

Staklenički plinovi hidrofluorogljikovodici (HFC) i perfluorogljikovodici (PFC) se u sustavima hlađenja i klimatizacije koriste kao zamjenski plinovi za rashladne plinove koji oštećuju ozonski sloj. U sustavima hlađenja i klimatizacije dolazi do isticanja rashladnog plina (radna tvar) u zrak pa je potrebno nadopunjavanje tijekom redovitog održavanja. Istjecanje HFC i PFC spojeva je procijenjene u okviru ove kategorije.

Uključene su tvari koje se koriste u komercijalnim sustavima za hlađenje, kućnim sustavima za hlađenje, industrijskim sustavima za hlađenje, transportnim sustavima za hlađenje, mobilnim sustavima za klimatiziranje i stacionarnim sustavima za klimatiziranje. Koriste se radne tvari R-22, R-23, R-32, CFC-113a, R-134, R-134a, R-404A, R-407C, R-410A, R-417A, R-449A, R-452A, R-507A i R-513A

Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja prikuplja podatke o instaliranim količinama fluoriranih stakleničkih plinova u rashladnim i klimatizacijskim uređajima. Sukladno Uredbi o tvarima koje oštećuju ozonski sloj i fluoriranim stakleničkim plinovima (NN 90/14), obveznici

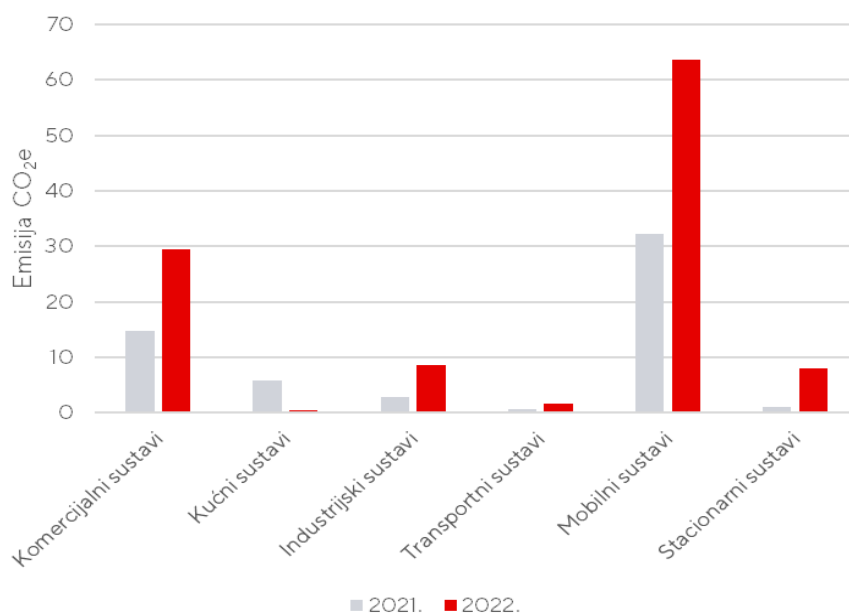
su dužni dostaviti podatke za uređaje i opremu, koji sadrže 3 kg ili više fluoriranih stakleničkih plinova.

Budući da je IPCC softver prilagođen nacionalnim izračunima inventara stakleničkih plinova, njegova primjena u slučaju izračuna emisija iz sustava za hlađenje i klimatizaciju na području Grada Zagreba nije bila moguća. Stoga se za izračun emisija iz ove kategorije primijenila metoda koja se temelji na gubitcima radne tvari iz sustava za hlađenje i klimatizaciju. Iz podataka dobivenih od strane Zavoda za zaštitu okoliša i prirode Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja, za emisije hidrofluorogljikovodika uzete su količine gubitaka radne tvari u sustavima za hlađenje i klimatizaciju prijavljenih od strane obveznika na području Grada Zagreba u 2021. i 2022. godini. Kako bi se izračunala ekvivalentna emisija CO₂ korištene su vrijednosti potencijala globalnog zagrijavanja (GWP) za odgovarajuće HFC spojeve iz 5. IPCC izvješća.

Emisije iz sustava za hlađenje i klimatizaciju na području Grada Zagreba prikazuje Tablica 3-5 i Slika 3-2.

Tablica 3-5 Emisije iz sustava za hlađenje i klimatizaciju na području Grada Zagreba u 2021. i 2022. godini

kt	Komercijalni sustavi	Kućni sustavi	Industrijski sustavi	Transportni sustavi	Mobilni sustavi	Stacionarni sustavi
Emisija CO₂e 2021.	14,748	5,808	2,866	0,727	32,330	1,098
Emisija CO₂e 2022.	29,433	0,533	8,677	1,675	63,723	8,013



Slika 3-2 Emisija stakleničkih plinova iz sustava za hlađenje i klimatizaciju na području Grada Zagreba u 2021. i 2022. godini

3.6.2 Dodaci za potiskivanje pjene, sustavi za gašenje požara, aerosoli i otapala

Ove kategorije obuhvaćaju potrošnju HFC-a u dodacima za potiskivanje pjene, sustavima za gašenje požara te aerosolima/inhalatorima. Kategorija Otapala ne postoji u Hrvatskoj pa samim time ni na području Grada Zagreba. Za područje Grada Zagreba pribavljeni su podaci o sustavima za gašenje požara koji koriste radne tvari HFC-134a i HFC-227ea.

Kao i u prethodnom poglavlju, nije bilo moguće koristiti IPCC softver za izračun inventara stakleničkih plinova iz ovih kategorija. Stoga je za izračun emisija iz ove kategorije primijenila metoda koja se temelji na gubitcima HFC spojeva. Iz podataka dobivenih od strane Zavoda za zaštitu okoliša i prirode Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja, za emisije hidrofluorouglikovodika u protupožarnim sustavima i aparatima za gašenje požara uzete su količine gubitaka HFC spojeva prijavljenih od strane obveznika na području Grada Zagreba u 2022. godini, budući za ove sustave nema prijavljenih podataka za 2021. godinu. Kako bi se izračunala ekvivalentna emisija CO₂ korištene su vrijednosti potencijala globalnog zagrijavanja (GWP) za odgovarajuće HFC spojeve iz 5. IPCC izvješća.

Tablica 3-6 Emisija stakleničkih plinova iz sustava za gašenje požara na području Grada Zagreba u 2022. godini

Sustavi za gašenje požara	Emisija CO ₂ e (t)
HFC-134a	0,65
HFC-227ea	29,48

3.7 Proizvodnja i uporaba ostalih proizvoda

3.7.1 Elektrooprema

U ovoj kategoriji je uključena potrošnja SF₆ u elektroopremi. Tijekom korištenja elektroopreme dolazi do određenih gubitaka plina SF₆ kojim je punjena rasklopna oprema. Podaci o gubitcima plina preuzeti su iz podataka dostavljenih od strane Zavoda za zaštitu okoliša i prirode Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja iz baze podataka Prijava nepokretnih uređaja i opreme (PNOS). Iz podataka o gubitnicima plina SF₆ izračunana je ekvivalentna emisija CO₂, istu prikazuje

Tablica 3-7 Emisija stakleničkog plina iz elektroopreme na području Grada Zagreba u 2021. i 2022. godini

	2021.	2022.
SF ₆ gubitci (t)	2,18	4,43
CO ₂ emisija (kt)	51,22	104,02

3.7.2 SF₆ i PFC-ovi iz uporabe ostalih proizvoda

Ova kategorija nije prisutna u Hrvatskoj pa samim time ni na području Grada Zagreba.

3.7.3 N₂O iz uporabe proizvoda

Ova kategorija obuhvaća uporabu N₂O za anesteziju i proizvode u obliku aerosola. Prema dostupnim podacima, u Republici Hrvatskoj nema uporabe N₂O u ovoj kategoriji.

3.8 Ostala proizvodnja

U ovu kategoriju su uključeni Proizvodnja celuloze i papira i Proizvodnja hrane i pića.

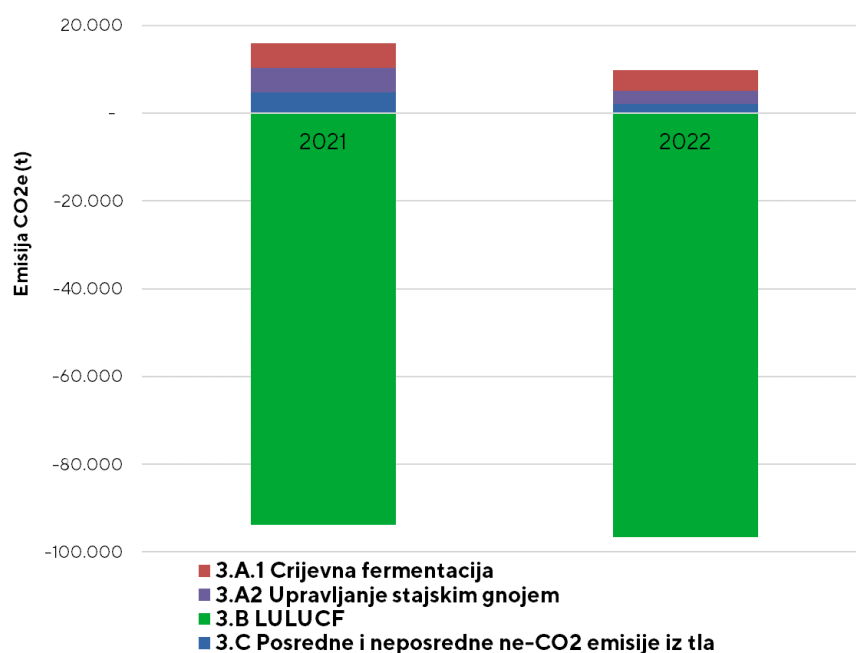
U kategoriji Proizvodnja celuloze i papira ovisno o korištenom postupku proizvodnje, nastaju različite emisije. Sulfatni postupak rezultira emisijama NO_x, CO, NMHOS, SO₂ i čestica; kiselim sulfitnim emisijama SO₂, NO_x, NMHOS i čestica, dok neutralni sulfitni postupak rezultira emisijama NMHOS. U Hrvatskoj se neutralnim sulfitnim polu-kemijskim procesom i dalje proizvodi celuloza, no takve proizvodnje nema na području Grada Zagreba

Kategorija Proizvodnje hrane i pića razmatra sljedeće aktivnosti: proizvodnja vina (bijelog vina i vina nespecifične boja), 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 iz proizvodnje hrane i pića sadrže izračun emisije NMHOS iz svih procesa u lancu proizvodnje, koje nisu predmet razmatranja ovog inventara. Dostupni podaci o prostornoj raspodjeli emisija NMHOS na području Grada Zagreba dostupni su za zadnju godinu 2019. kada je emisija iznosila 0,29 kt NMHOS.

4 Poljoprivreda, šumarstvo i ostalo korištenje zemljišta

Poljoprivreda, šumarstvo i ostalo korištenje zemljišta uključuje emisije uslijed crijevne fermentacije i upravljanja stajskim gnojem, emisije s poljoprivrednih tla, emisije iz primjene uree i vapna, korištenje proizvoda od drva te emisije iz šumskog zemljišta, poljoprivrednog zemljišta, travnjaka, močvara, naseljenih područja i ostalog zemljišta.

Ukupnu emisiju stakleničkih plinova iz sektora Poljoprivreda, šumarstvo i ostalo korištenje zemljišta na području Grada Zagreba u 2021. i 2022. godini prikazuje Slika 4-1.



Slika 4-1 Ukupna emisija stakleničkih plinova iz sektora Poljoprivreda, šumarstvo i ostalo korištenje zemljišta na području Grada Zagreba u 2021. i 2022. godini

4.1 Crijevna fermentacija i upravljanje stajskim gnojem

4.1.1 Emisije metana iz Crijevne fermentacije domaćih životinja

Metan (CH_4) nastaje kao produkt probavnog procesa životinjskog metabolizma. Količina CH_4 ovisi o probavnom sustavu životinje te o količini i tipu prehrane. U procjenu inventara uključene su domaće životinje s farmi (goveda, ovce, koze, konji, mule/magarci, svinje i perad).

Za proračun emisije CH_4 iz crijevne fermentacije korištena je IPCC Tier 1 metodologija za sve kategorije životinja (Tablica 4-1.). Emisijski faktori korišteni u izračunu su preporučene vrijednosti iz IPCC softvera za razvijene zemlje odnosno Zapadnu Europu.

Sva poljoprivredna zemljišta u Hrvatskoj nalaze se u "hladnom" klimatskom pojasu, sa

srednjom dnevnom temperaturom od 10 do 11 °C prema literaturi *Zaninović, M. i sur¹¹*, po kojoj se referira i Izvješće o inventaru stakleničkih plinova na području Republike Hrvatske za razdoblje 1990.-2021. (NIR 2023).

Izvor podataka o populacijama svih životinja osim brojnosti svinja u Gradu Zagrebu je Jedinstveni registar domaćih životinja (JRDŽ) i Državni zavod za statistiku.

Za potrebe izračuna inventara emisija u IPCC softveru unijeta je brojnost za mliječne krave i za ostala goveda. Za brojnost mliječnih krava uzeta je brojnost krava u kontroli mliječnosti, dok je za brojnost ostalih goveda od ukupnog broja goveda oduzeta brojnost krava.

Ukupna brojnost svinja uzeta je iz Jedinstvenog registra domaćih životinja (JRDŽ) sa internetskih stranica Ministarstva poljoprivrede.

Tablica 4-1 Emisije CH₄ iz Crijevne fermentacije domaćih životinja

Kategorija životinja	Emisijski faktor [kg CH ₄ /grlo god.] (IPCC softver)	2021.			2022.		
		Brojnost (grla)	CH ₄ (t)	CO ₂ e (t)	Brojnost (grla)	CH ₄ (t)	CO ₂ e (t)
Muzne krave	117	703	82,25	2.056,25	598	69,97	1.749,25
Ostala goveda	57	1641	93,54	2.338,50	1536	87,55	2.188,75
Ovce	8	2016	16,13	403,25	1487	11,19	279,75
Koze	5	471	2,36	59,00	479	2,40	60,00
Konji	18	709	12,76	319,00	732	13,18	329,50
Mule/magarci	10	35	0,35	8,75	35	0,35	8,75
Svinje	1,5	7582	11,37	284,25	3708	5,56	139,00

4.1.2 Upravljanje stajskim gnojem

Upravljanje stajskim gnojem izvor je emisija metana (CH₄) i dušikovog (I) oksida (N₂O). Emisije CH₄ koje se razmatraju su one koje nastaju tijekom skladištenja i obrade stajskog gnoja, te tijekom odlaganja gnoja na pašnjak. Na emisije CH₄ utječe količina proizvedenog gnoja i udio gnoja koji se razgrađuje anaerobno. Emisije N₂O nastaju 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. Sadržaj dušika i ugljika u gnojivu te trajanje skladištenja i obrade utječu na emisije N₂O. Emisije N₂O mogu biti direktne i indirektne. Direktne emisije nastaju uslijed kombinirane nitrifikacije i denitrifikacije dušika u gnojivu, dok su indirektne emisije rezultat hlapljenja dušika u obliku amonijaka i NO_x.

Za proračun emisije korišteni su isti podaci o aktivnostima kao i za Crijevu fermentaciju

¹¹ Zaninović, K., Gajić-Čapka, M., Perčec Tadić, M. et al, 2008: *Klimatski atlas Hrvatske / Climate atlas of Croatia 1961-1990., 1971-2000.* Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 200 str., ISBN: 978-953-7526-01-6 (https://klima.hr/razno/publikacije/klmatski_atlas_hrvatske.pdf)

domaćih životinja te IPCC Tier 1 metodologija za sve kategorije životinja. Kategorija Upravljanje stajskim gnojem uključuje perad, za razliku od kategorije Crijevna fermentacija domaćih životinja. Izvor podataka o brojnosti peradi je Državni zavod za statistiku.

Faktori emisije korišteni u izračunu su preporučene vrijednosti iz IPCC softvera za razvijene zemlje, odnosno Zapadnu Europu. Podaci o težini goveda su preuzeti iz NIR-a 2021 kao nacionalne vrijednosti dok su za težine ostalih životinja odabrane ponuđene vrijednosti iz IPCC softvera za Zapadnu Europu.

Ulazni podaci za izračun emisija uključujući emisijske faktore za CH₄ i N₂O, tipičnu masu životinja te MMS distribuciju prikazuje Tablica 4-2.

Tablica 4-2 Faktori CH₄ i N₂O emisije i tipična masa za svaku kategoriju životinja

Kategorija životinja	EF CH ₄ [kg CH ₄ /grlo god.] (IPCC softver)	Tipična masa životinja (kg)	MMS distribucija*						
			Anaerobna laguna	Tekuci sustavi	Dnevna stelja	Kruto skladištenje	Pašnjaci	Digestori	Ostalo
EF N ₂ O [kg N ₂ O/kg N u MMS]			0	0,005	0,005	0	0	0	0
Muzne krave	29	550*	5 %	49,9 %	0 %	33,1 %	2 %	9 %	1 %
Ostala goveda	8	529,1*	1,6 %	36,5 %	0 %	46,9 %	5 %	9 %	1 %
Ovce	0,19	48,5	0 %	0 %	0 %	18 %	82 %	0 %	0 %
Koze	0,13	38,5	0 %	0 %	0 %	5 %	95 %	0 %	0 %
Konji	1,56	377	0 %	0 %	0 %	30 %	70 %	0 %	0 %
Mule/magarci	0,76	130	0 %	0 %	0 %	10 %	90 %	0 %	0 %
Svinje	12	198	2 %	71,8 %	0 %	16,2 %	1 %	9 %	0 %
Kokoši nesilice	0,03	1,8	0 %	8,4 %	0 %	90,6 %	1 %	0 %	0 %
Brojleri	0,02	1,8	0 %	1 %	0 %	98 %	1 %	0 %	0 %
Pure	0,09	6,8	0 %	0 %	0 %	98 %	1,8 %	0 %	0,2 %
Patke	0,02	2,7	0 %	1 %	0 %	93 %	5 %	0 %	1 %

*preuzeto iz NIR 2023, nacionalne vrijednosti

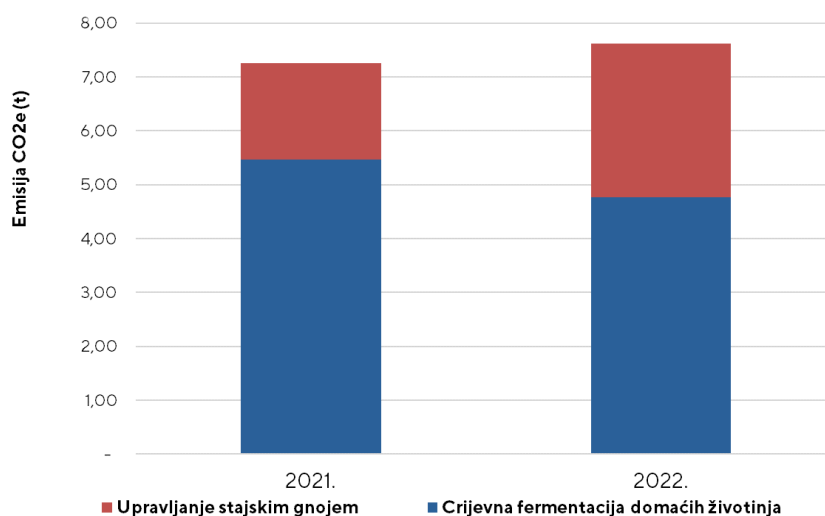
Ulazne podatke za izračun, unesene u IPCC softveru kojim su izračunane emisije, prikazuje Tablica 4-2, zajedno s brojnošću pojedinih kategorija životinja. U nastavku je dan usporedni prikaz ukupnih emisija stakleničkih plinova iz sektora Crijevna fermentacija domaćih životinja i Upravljanje stajskim gnojem (Tablica 4-3).

Tablica 4-3 Emisija CH₄ i N₂O iz kategorije upravljanje stajskim gnojem

Kategorija životinja	2021.			2022.		
	Brojnost (grla)	CH ₄ (t)	N ₂ O (t)	Brojnost (grla)	CH ₄ (t)	N ₂ O (t)
Muzne krave	703	20,39	0,435	598	17,34	0,370
Ostala goveda	1641	13,13	0,671	1536	12,29	0,628
Ovce	2016	0,44	0,044	1487	0,33	0,032
Koze	471	0,07	0,004	479	0,07	0,004
Konji	709	1,43	0,058	732	1,48	0,060
Mule/magarci	35	0,03	0,000	35	0,03	0,000
Svinje	7582	90,98	1,833	3708	45,50	0,910
Kokoši nesilice	76.418	26,85	3,103	14.972	5,23	0,716
Brojleri	436.069			84.977		
Pure	1.176			38		
Patke	773			35		

Tablica 4-4 Ukupne emisije iz Crijevne fermentacije domaćih životinja i Upravljanje stajskim gnojem

	2021.			2022.		
	CH ₄ (kt)	N ₂ O (kt)	CO ₂ e (kt)	CH ₄ (kt)	N ₂ O (kt)	CO ₂ e (kt)
Crijevna fermentacija domaćih životinja	0,219	-	5,469	0,19	-	4,77
Upravljanje stajskim gnojem	0,153	0,006	1,788	0,08	0,00	2,84



Slika 4-2 Emisija stakleničkih plinova iz crijevne fermentacije i upravljanja stajskim gnojem na području Grada Zagreba u 2021. i 2022. godini

4.2 Poljoprivredna tla, primjena uree i vapna

Aktivnosti u poljoprivredi, kroz različite procese, izravno doprinose emisiji stakleničkih plinova. Radi bolje organizacije proračuna u ovome poglavlju, izdvojeni su sljedeći izvori emisija:

- Poljoprivredna tla (N_2O)
- Kalcifikacija i primjena uree (CO_2)

Metan (CH_4) i dušikov oksid (N_2O) su direktni staklenički plinovi koji nastaju kao posljedica aktivnosti u poljoprivredi. Rezultati gospodarenja poljoprivrednim zemljištem, stajskim gnojem te poljoprivredno inženjerstvo predstavljaju izvore znatnih emisija N_2O . U nizu poljoprivrednih djelatnosti u tlo se dodaje dušik, što povećava količine dostupnog dušika za nitrifikaciju i denitrifikaciju, kao i emitiranu količinu N_2O .

Emisija N_2O nastaje zbog upotrebe 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 N_2O :

- Direktna emisija N_2O iz poljoprivrednih tala
- Indirektna emisija N_2O iz poljoprivrednih tala

Primjena vapna za kalcifikaciju poljoprivrednih tala procijenjena je prvi puta u NIR-u 2014. Podaci su prikupljeni od šećerana u Republici Hrvatskoj 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.

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 izračunane.

U pogledu podataka na razini Grada Zagreba, isti su prikupljeni iz baze podataka CLC-a (*Corine Land Cover*, godine: 1980., 1990., 2000., 2006., 2012. i 2018.), s internetske stranice MINGOR-a. U ovom izvješću, podaci CLC-a su korišteni za prikaz poljoprivrednih površina 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.

Prema navedenim podacima, na području Grada Zagreba je u 2021. godini bilo 15.584,96 ha poljoprivrednih tala, a 15.511,48 u 2022. godini.

4.3 Korištenje proizvoda od drva

Prema odredbama Odluke 2/CMP.7, stranke UNFCCC-a i Kyotskog protokola su dužne od posljednjeg podneska (NIR 2015) dostavljati i svoje nacionalne izračune emisija/uklanjanja pomoću ponora iz drvnih proizvoda (*engl. Harvested Wood Products, HWP*).

Kako na području Grada Zagreba ne postoji drvna industrija, emisije iz ovog segmenta nisu procijenjene.

4.4 Šumsko zemljište

Za potrebe izrade ovoga izvješća odnosno potrebe prikaza površina pod šumama korišteni su podaci iz baze podataka CLC-a (*engl. Corine Land Cover*, godine: 1980., 1990., 2000., 2006., 2012. i 2018.), s internetske stranice MINGOR-a te dostavljeni od Grada Zagreba. U ovom izvješću, podaci CLC-a su korišteni za prikaz šumskog zemljišta 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.

Aktivnosti planiranja u sektoru šumarstva u Hrvatskoj uređene su Zakonom o šumama (NN 68/18, 115/18). 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,
- 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 opisuju 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.

Unutar ove kategorije zemljišta izviješteno je o emisijama/uklanjanja pomoću ponora u pohraništima živuće biomase (fitotvari), tla, listinca, mrtvog drva (*engl. deadwood, DW*) te drvnih proizvoda 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.

U skladu s dostupnim podacima, na području Grada Zagreba u 2021. godini je bilo 20.863,20 ha bjelogoričnih šuma i mješovitih šuma različitih uzgojnih oblika i namjena, dok je 2022. godine ta brojka iznosila 20.861,53 ha. Navedeo šumsko zemljište su doprinijele smanjenju emisija CO₂ kao ponor ugljika, s ukupnom količinom od -96,498 kt CO₂e u 2021. i -96,483 kt CO₂e u 2022. godini.

4.5 Poljoprivredno zemljište

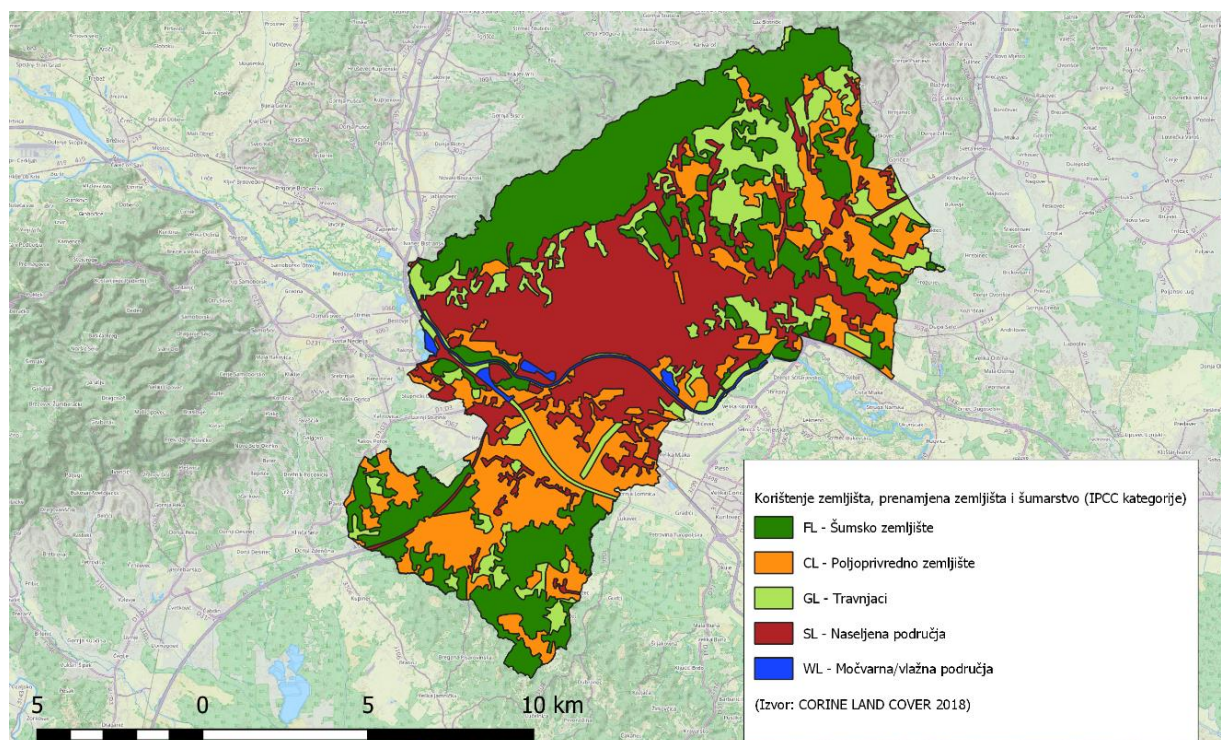
Temeljem definicije kategorije zemljišta pod usjevima prema Smjernicama za inventar IPCC-a, područje koje pripada sljedećoj klasifikaciji nomenklature Državnog zavoda za statistiku (DZS) uključeno je u ovo izvješće:

- 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 s trajnim nasadima (složeni uzorci kultivacije).

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. Za području Grada Zagreba korišteni su podaci CLC-a, iz razloga što je temeljem istih moguće mapiranje „od zida do zida” (eng. *wall-to-wall mapping*) i praćenje prenamjena svih kategorija korištenja zemljišta. Prostorni raspored poljoprivrednog, pa tako i svih ostalih kategorija u 2018. godini na području grada Zagreba prikazuje Slika 4-3.



Slika 4-3 Prikaz kategorija namjene zemljišta prema IPCC metodologiji za Grad Zagreb u 2018. godini

4.6 Travnjaci

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.

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.). 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.

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. Prema dostupnim podacima, Grad Zagreb je 2021. godine imao 8.181,45 ha travnjaka, dok je ta brojka u 2022. godini 8.193,52 ha.

4.7 Močvare

Razmatrane su dvije razine prve kategorije prema nomenklaturi CLC-a (Močvarna zemljišta i Vode). Ispod prikazana područja uključena su u kategoriju Močvare:

- Kopnene močvare,
- Slane močvare,
- Solane,
- Područja pod utjecajem plime i oseke,
- Vode tekućice,
- Vode,
- Obalne lagune.

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.) te GIS baze podataka o rasprostranjenosti stanišnih tipova u Hrvatskoj. Za prikaz i proračun korišteni su podaci CLC, iz razloga što omogućavaju mapiranje korištenja i prenamjene korištenja zemljišta za cijelo područje Grada.

4.8 Naseljena područja

Temeljem definicije kategorije Naseljena područja prema Smjernicama za inventar IPCC-a, 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.

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 uprave upotrebljivi za ovu namjenu. Uzevši u obzir razmatrani period i područje Grada Zagreba, ekstrapolacija trenda baze promjena korištenja zemljišta u kategoriju Naselja između 2021. i 2022. pretpostavka je da je do prenamjene došlo na površini od 107 ha. Ovaj ekstrapolirani podatak izrazito je visok za navedenu godinu, ukazuje na veliku nesigurnost procjene površine, čemu je razlog izvor podataka, odnosno njegov vremenski interval izrade te velika varijabilnost (*CLC i CLC Change*).

4.9 Ostalo zemljište

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.

S obzirom da na području Grada Zagreba nije bilo navedenih površina, emisije u ovom segmentu nisu razmatrane.

5 Otpad

Sektor Otpad obuhvaća djelatnosti kao što su zbrinjavanje i biološka obrada čvrstog otpada, spaljivanje i otvoreno spaljivanje otpada te pročišćavanje i ispuštanje otpadnih voda, budući da iz tih aktivnosti mogu nastati emisije stakleničkih plinova. Emisije koje nastaju uključuju metan (CH_4), ugljikov dioksid (CO_2) i didušikov oksid (N_2O).

Emisije CH_4 i N_2O koje nastaju kao rezultat odlaganja i biološke obrade krutog otpada, emisije CO_2 i N_2O iz spaljivanja otpada (bez energetske uporabe) te emisije CH_4 i N_2O iz 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.

Provedba i uspostava cjelovitog sustava gospodarenja otpadom u Hrvatskoj omogućena je primjenom i ispunjavanjem ciljeva definiranih Zakonom o gospodarenju otpadom¹² i Planom gospodarenja otpadom¹³. 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 gospodarenju otpadom, neki od njih uređuju određene aktivnosti gospodarenja otpadom, a neki uređuju gospodarenje posebnim vrstama otpada. Okvirna direktiva o otpadu¹⁴ 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.

Uredba o praćenju emisija stakleničkih plinova, politike i mjera za njihovo smanjenje u Republici Hrvatskoj¹⁵ propisuje obvezu i način praćenja emisija stakleničkih plinova, što obuhvaća izračun i/ili izvješćivanje o svim antropogenim emisijama i uklanjanju pomoću ponora. Izvori emisija stakleničkih plinova imaju obvezu izvješćivanja podataka o aktivnosti koji

¹² Zakon o gospodarenju otpadom (NN 84/2021, 142/2023)

¹³ Plan gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za period 2017.-2022. godine (NN 3/2017, 1/2022)

¹⁴ Direktiva 2008/98/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 19. studenog 2008. o otpadu i stavljanju izvan snage određenih direktiva

¹⁵ Uredba o praćenju emisija stakleničkih plinova, politike i mjera za njihovo smanjenje u Republici Hrvatskoj (NN 5/2017)

su potrebni za točan izračun emisije.

Rast trenda proizvodnje krutog 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.

Ne postoji sustavno praćenje sastava krutog 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"¹⁶. Ovo izvješće koristi podatke o sastavu miješanog komunalnog otpada za 2015. godinu, tj. podaci su prikazani sljedećim omjerima:

- Prehrambeni otpad: 30,93 %,
- Papir i karton: 23,19 %,
- Drvni otpad: 0,98 %,
- Tekstil: 3,71 %,
- Otpad od gume i kože: 0,67 %,
- Plastični otpad: 22,87 %,
- Metalni otpad: 2,07 %,
- Staklo: 3,65 %,
- Pelene: 3,97 %,
- Vrti otpad: 5,68 %,
- Ostalo: 2,28 %.

Emisije stakleničkih plinova iz otpada u 2021. i 2022. godini prikazuju Tablica 5-1 i Tablica 5-2.

Tablica 5-1 Emisija stakleničkih plinova iz otpada u Gradu Zagrebu u 2021. godini

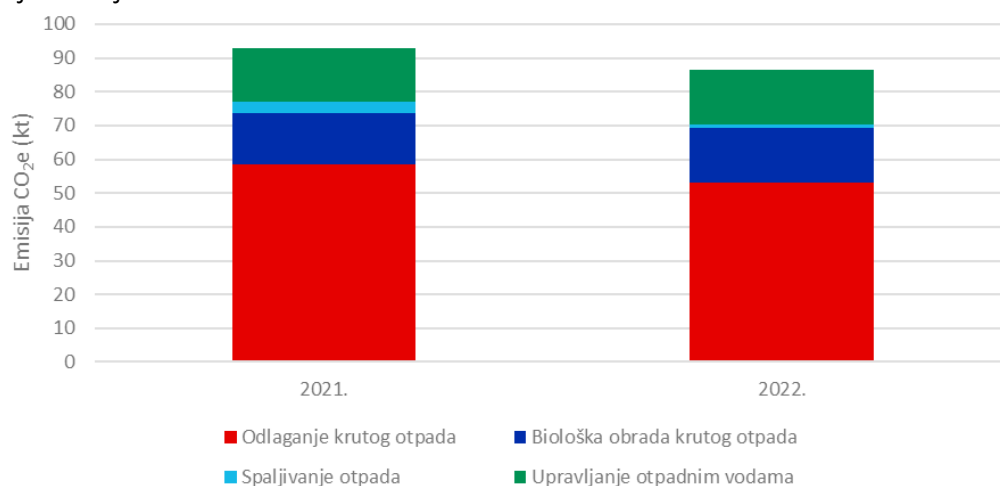
	Emisija stakleničkih plinova			
	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	N ₂ O (kt)	CO ₂ e (kt)
Odlaganje krutog otpada	-	2,09	-	58,52
Biološka obrada krutog otpada	-	0,35	0,02	15,1
Spaljivanje otpada	3,52	-	-	3,52
Upravljanje otpadnim vodama	-	-	0,06	15,9
UKUPNO	3,52	2,44	0,08	93,4

¹⁶ Hrvatska agencija za okoliš i prirodu, 2015.

Tablica 5-2 Emisija stakleničkih plinova iz otpada u Gradu Zagrebu u 2022. godini

	Emisija stakleničkih plinova			
	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	N ₂ O (kt)	CO ₂ e (kt)
Odlaganje krutog otpada	-	1,90	-	53,2
Biološka obrada krutog otpada	-	0,38	0,02	15,94
Spaljivanje otpada	1,30	-	-	1,3
Upravljanje otpadnim vodama	-	-	0,06	15,9
UKUPNO	1,30	2,28	0,08	86,34

Grafički prikaz emisija stakleničkih plinova iz otpada u 2021. i 2022. godini prikazuje Slika 5-1. Ukupna emisija CO₂e se u 2022. godini smanjila za 7% u odnosu na 2021. godinu. Ukupnom smanjenju emisija najviše je doprinijelo smanjenje emisija zbog spaljivanja otpada te emisije zbog odlaganja krutog otpada. U kategoriji biološka obrada krutog otpada došlo je do povećanja emisija za 9%.



Slika 5-1 Emisija stakleničkih plinova iz otpada u Gradu Zagrebu, 2021. i 2022. godina

5.1 Odlaganje krutog otpada

Podaci o masi proizvedenog i odloženog komunalnog otpada i masi odloženog proizvodnog otpada i mulja iz uređaja za pročišćavanje otpadnih voda prikupljeni su temeljem javno dostupnih izvješća, s internetskih stranica Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja Republike Hrvatske (Zavod za zaštitu okoliša i prirode¹⁷), Registra onečišćavanja okoliša¹⁸ te dostavljenih podataka od strane Grada Zagreba.

U godišnjim izvješćima o komunalnom otpadu i Pregledu podataka o odlaganju i odlagalištima, koje priprema MINGOR, validirani podaci o proizvodnji krutog komunalnog i proizvodnog otpada (skupljeni prema ključnom broju otpada iz Kataloga otpada) dostupni su od 2007.

¹⁷ <http://www.haop.hr/hr/tematska-podrucja/otpad-registri-oneciscavanja-i-ostali-sektorski-pritisci/gospodarenje-otpadom> (pristupljeno 15.12.2023.)

¹⁸ <http://roo.azo.hr/>

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 krutog komunalnog otpada, proizvodnog otpada i mulja na odlagališta otpada.

Prema podacima za Grad Zagreb, ukupne količine odloženog komunalnog otpada, industrijskog otpada i nastalog otpadnog mulja za razdoblje 2008.-2022. godine prikazuje Tablica 5-3.

Tablica 5-3 Prikaz količina odloženog komunalnog i industrijskog otpada te nastalog mulja za razdoblje 2008.-2022. godine u Gradu Zagrebu

<i>Godina</i>	Količine odloženog komunalnog otpada (kt)	Količine odloženog industrijskog otpada (kt)	Količine nastalog otpadnog mulja (kt)
2008	377,19	8,62	54,12
2009	334,84	4,92	49,88
2010	319,26	19,75	54,93
2011	388,63	9,27	49,51
2012	437,02	13,17	48,15
2013	437,09	9,82	42,92
2014	233,25	-	44,08
2015	231,26	-	47,46
2016	231,76	0,02	49,72
2017	230,21	0,01	47,81
2018	240,09	1,44	48,61
2019	212,00	14,57	50,59
2020	172,39	17,59	51,84
2021	175,29	16,42	50,90
2022	170,08	12,66	48,81

5.2 Biološka obrada krutog otpada

Prema Smjernicama za inventar IPCC-a, emisije CH₄ i N₂O iz kompostiranja uključene su u ovu kategoriju. Emisije iz anaerobne digestije u bioplinskim postrojenjima uključene su u sektor Energetika, jer se metan koji nastaje razgradnjom organskog otpada koristi za proizvodnju električne energije.

Emisije CH₄ i N₂O iz kompostiranja krutog komunalnog i proizvodnog otpada, mulja i drugog organskog otpada uključene su u procjenu emisije za 2021. i 2022. godinu. Podaci su prikupljeni iz javno dostupnih izvora - Registra onečišćavanja okoliša¹⁹ (Tablica 5-4). Podaci su, za potrebe izračuna emisija IPCC softverom grupirani prema sljedećim grupama: tekstil, otpad od hrane, drvo, otpad iz parkova i vrtova, ostali inertni otpad.

¹⁹ <https://roo.azo.hr/rpt.html#>

Tablica 5-4 Prikaz količina biološki obrađenog otpada (procesom kompostiranja) u 2021. i 2022. godini u Gradu Zagrebu

Ključni broj i opis iz Kataloga otpada			2021. (t)	2022. (t)
02 01 03	otpad iz poljoprivrede, hortikulture, proizvodnje vodenih kultura, šumarstva, lovstva i ribarstva	otpadna biljna tkiva	72,02	69,8
02 01 06		životinjske fekalije, urin i gnoj (uključujući onečišćenu slamu) i efluenti, koji se posebno sakupljaju i obrađuju izvan mjesta njihova nastanka	172,23	182,38
02 01 07		otpad iz šumarstva	343,18	290,61
02 03 04	otpad od pripremanja i prerade voća, povrća, žitarica, jestivih ulja, kaka, kave, čaja i duhana; konzerviranja; proizvodnje kvasca i ekstrakata kvasca, pripremanja i fermentacije melase	materijali neprikladni za potrošnju ili preradu	219,07	103,6
02 07 01	otpad iz proizvodnje alkoholnih i bezalkoholnih pića (isključujući kavu, čaj i kakao)	otpad od pranja, čišćenja i mehaničkog usitnjavanja sirovina	165,17	234,58
03 01 05	otpad od prerade drveta i proizvodnje drvenih panela i namještaja	piljevina, strugotine, otpaci od rezanja drva, drvo, iverica i furnir, koji nisu navedeni pod 03 01 04*	125,66	207,85
15 01 03	ambalaža (uključujući odvojeno sakupljenu ambalažu iz komunalnog otpada)	drvena ambalaža	95,51	90,67
15 01 09		tekstilna ambalaža	24,2	6,88
20 01 08	odvojeno sakupljeni sastojci komunalnog otpada (osim 15 01)	biorazgradivi otpad iz kuhinja i kantina	13.108,95	17.179,88
20 02 01	otpad iz vrtova i parkova (uključujući otpad sa groblja)	biorazgradivi otpad	20.334,142	19.329,681

5.3 Spaljivanje otpada

Prema Smjernicama za inventar IPCC-a, spaljivanjem otpada 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. Emisije koje nastaju 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 okoliša²⁰. Prema Članku 21. Pravilnika o registru onečišćavanja okoliša svi obrasci moraju se dostaviti nadležnim tijelima do 31. ožujka tekuće godine za prethodnu kalendarsku godinu. Prema Članku 21. Pravilnika nadležna tijela (županijski uredi i Grad Zagreb) u suradnji s nadležnom inspekcijom osiguravaju

²⁰ <http://roo.azo.hr/>

provjeru potpunosti, dosljednosti i vjerodostojnosti dostavljenih podataka. MINGOR koordinira rad na osiguranju i kontroli kvalitete podataka.

Za 2021. i 2022. godinu, 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 OZO obrascima - Oporaba/zbrinjavanje otpada (Tablica 5-5). Prema dostupnim podacima, otpad koji se zbrinjavao na ovaj način spadao je u sljedeće kategorije otpada:

- 03 01 05 (Otpad od prerade drveta i proizvodnje drvenih ploča i namještaja, celuloze, papira i kartona: piljevina, strugotine, otpaci od rezanja drva, drvo, otpaci dasaka i furnira, koji nisu navedeni pod 03 01 04);
- 15 01 03 (Otpadna ambalaža; apsorbensi, tkanine za brisanje, filterski materijali i zaštitna odjeća koja nije specificirana na drugi način: Drvena ambalaža);
- 17 02 01 (Građevinski otpad i otpad od rušenja objekata (uključujući iskopanu zemlju s onečišćenih lokacija): Drvo);
- 19 12 07 (Otpad iz uređaja za postupanje s otpadom, uređaja za pročišćavanje gradskih otpadnih voda i pripremu pitke vode i vode za industrijsku uporabu: drvo koje nije navedeno pod 19 12 06);
- 20 01 38 (Komunalni otpad (otpad iz kućanstava i slični otpad iz ustanova i trgovinskih i proizvodnih djelatnosti) uključujući odvojeno sakupljene sastojke komunalnog otpada: Drvo koje nije navedeno pod 20 01 37*) te
- 20 02 01 (biorazgradivi otpad).

Tablica 5-5 Prikaz količina otpada obrađenog procesom spaljivanja u 2021. i 2022. godini u Gradu Zagrebu

Ključni broj i opis iz Kataloga otpada	2021. (t)	2022. (t)
03 01 05	223,04	32,94
15 01 03	290,16	159,85
17 02 01	61,29	78,20
19 12 07	3.272,86	1074,43
20 01 38	127,24	54,16
20 02 01	28,90	81,20
Ukupno	4.003,50	1480,77

5.4 Upravljanje otpadnim vodama

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 metana, što rezultira emisijom CH₄. Izravno ispuštanje nepročišćene otpadne vode također rezultira emisijom CH₄.

Prema Članku 21. Pravilnika 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.

Korištenjem Smjernica IPCC-a iz 2006 i IPCC softvera, emisije nastale upravljanjem otpadnim vodama definirane su kroz broj stanovnika na razmatranom području. Za 2021. i 2022. godinu, na području Grada Zagreba definirani su sljedeći brojevi stanovnika²¹:

- 2021.: 767.131 stanovnik
- 2022.: 764.951 stanovnik

²¹ Državni zavod za statistiku, Popis stanovništva 2021. godina i Prirodno kretanje stanovništva Republike Hrvatske u 2022. godini

6 Procjena nesigurnosti proračuna i ključne kategorije izvora/odliva

6.1 Procjena nesigurnosti proračuna

Osim proračuna emisija/uklanjanja stakleničkih plinova, izrađena je procjena nesigurnosti proračuna za 2021. i 2022. godinu. Procjena nesigurnosti važan je element inventara stakleničkih plinova. Za te svrhe je korišten Tier 1 pristup iz Smjernice dobre prakse IPCC-a²². Procijenjena nesigurnost izračuna emisija/uklanjanja predstavlja kombinaciju nesigurnosti ulaznih podataka o aktivnostima i odgovarajućih faktora emisije:

$$U_{ES,i} = \sqrt{U_{AD,i}^2 + U_{EF,i}^2} \quad (1)$$

gdje su:

$U_{ES,i}$ – nesigurnost emisije stakleničkih plinova za izvor emisije i (%)

$U_{AD,i}$ – nesigurnost podatka o aktivnosti za izvor emisije i (%)

$U_{EF,i}$ – nesigurnost faktora emisije za izvor emisije i (%)

Nakon što se utvrde nesigurnosti u kategorijama izvora, one se mogu kombinirati kako bi se dobila procjena nesigurnosti za cijeli inventar u bilo kojoj godini. Nesigurnost izračuna inventara emisija i uklanjanja stakleničkih plinova, izražena u postotku, procijenjena je sljedećom formulom:

$$U_{TOT} = \frac{\sqrt{(U_{ES,1} \cdot X_{ES,1})^2 + (U_{ES,2} \cdot X_{ES,2})^2 + \dots + (U_{ES,n} \cdot X_{ES,n})^2}}{X_{ES,1} + X_{ES,2} + \dots + X_{ES,n}} \quad (2)$$

gdje su:

U_{TOT} – ukupna nesigurnost inventara stakleničkih plinova (%)

$U_{ES,i}$ – nesigurnost emisije stakleničkih plinova za izvor emisije i (%)

$X_{ES,i}$ – udio izvora emisije i u ukupnim emisijama (%)

Rezultati izračuna nesigurnosti inventara emisija stakleničkih plinova Grada Zagreba za 2021. i 2022. godinu prikazuje Tablica 6-1. i Tablica 6-2. Procijenjena nesigurnost izračuna za 2021. je 4,69 %, a za 2022. je 4,72 %.

²² IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories

Tablica 6-1. Procjena nesigurnosti inventara emisija stakleničkih plinova Grada Zagreba za 2021. godinu

2006 IPCC Kategorije	Plin	Emisija ili otklon (Gg CO ₂ ekvivalent)	Nesigurnost podatak o aktivnostima (%)	Nesigurnost faktora emisije (%)	Kombinirana nesigurnost (%)	Doprinos varijanci po kategoriji u godini T
1.A - Aktivnosti izgaranja goriva						
1.A.1.a.i - Proizvodnja električne energije - Biomasa	CO ₂	17,5361	5	18,6942	19,3513	0,0094
1.A.1.a.i - Proizvodnja električne energije - Biomasa	CH ₄	0,008	5	245,4545	245,5055	0
1.A.1.a.i - Proizvodnja električne energije - Biomasa	N ₂ O	0,0096	5	304,5455	304,5865	0
1.A.1.a.ii - Kogeneracija - Plinovita goriva	CO ₂	969,1275	5	3,9216	6,3544	3,0934
1.A.1.a.ii - Kogeneracija - Plinovita goriva	CH ₄	0,4319	5	200	200,0625	0,0006
1.A.1.a.ii - Kogeneracija - Plinovita goriva	N ₂ O	0,5148	5	200	200,0625	0,0009
1.A.1.a.ii - Kogeneracija - Biomasa	CO ₂	408,1509	5	18,6942	19,3513	5,0883
1.A.1.a.ii - Kogeneracija - Biomasa	CH ₄	0,1869	5	245,4545	245,5055	0,0002
1.A.1.a.ii - Kogeneracija - Biomasa	N ₂ O	0,2228	5	304,5455	304,5865	0,0004
1.A.1.a.iii - Toplane - Tekuća goriva	CO ₂	6,5208	5	6,1362	7,9153	0,0002
1.A.1.a.iii - Toplane - Tekuća goriva	CH ₄	0,0066	5	228,7879	228,8425	0
1.A.1.a.iii - Toplane - Tekuća goriva	N ₂ O	0,0157	5	228,7879	228,8425	0
1.A.1.a.iii - Toplane - Plinovita goriva	CO ₂	39,9432	5	3,9216	6,3544	0,0053
1.A.1.a.iii - Toplane - Plinovita goriva	CH ₄	0,0178	5	200	200,0625	0
1.A.1.a.iii - Toplane - Plinovita goriva	N ₂ O	0,0212	5	200	200,0625	0
1.A.1.b - Rafiniranje - Tekuća goriva	CO ₂	28,4217	5	6,1362	7,9153	0,0041
1.A.1.b - Rafiniranje - Tekuća goriva	CH ₄	0,0291	5	228,7879	228,8425	0
1.A.1.b - Rafiniranje - Tekuća goriva	N ₂ O	0,0693	5	228,7879	228,8425	0
1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Tekuća goriva	CO ₂	90,5788	5	5	7,0711	0,0335
1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Tekuća goriva	CH ₄	0,0898	5	5	7,0711	0
1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Tekuća goriva	N ₂ O	0,2129	5	5	7,0711	0
1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Plinovita goriva	CO ₂	49,6813	5	5	7,0711	0,0101
1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Plinovita goriva	CH ₄	0,0221	5	5	7,0711	0
1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Plinovita goriva	N ₂ O	0,0264	5	5	7,0711	0
1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Biomasa	CO ₂	0,5239	5	5	7,0711	0
1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Biomasa	CH ₄	0,0351	5	5	7,0711	0
1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Biomasa	N ₂ O	0,0056	5	5	7,0711	0
1.A.3.b - Cestovni promet - Tekuća goriva	CO ₂	868,2722	5	3,0683	5,8664	2,1162
1.A.3.b - Cestovni promet - Tekuća goriva	CH ₄	3,8596	5	244,6928	244,7438	0,0728
1.A.3.b - Cestovni promet - Tekuća goriva	N ₂ O	12,8943	5	209,9376	209,9971	0,598
1.A.3.b - Cestovni promet - Plinovita goriva	CO ₂	5,1507	5	3,9216	6,3544	0,0001
1.A.3.b - Cestovni promet - Plinovita goriva	CH ₄	0,2112	5	1573,913	1573,921	0,009
1.A.3.b - Cestovni promet - Plinovita goriva	N ₂ O	0,0821	5	2466,6667	2466,6717	0,0033
1.A.3.b - Cestovni promet - Biomasa	CO ₂	36,0103	5	5	7,0711	0,0053
1.A.3.b - Cestovni promet - Biomasa	CH ₄	0,0381	5	302,5641	302,6054	0
1.A.3.b - Cestovni promet - Biomasa	N ₂ O	0,0909	5	200	200,0625	0
1.A.3.c - Željeznički promet - Tekuća goriva	CO ₂	1,3609	5	2,0243	5,3942	0
1.A.3.c - Željeznički promet - Tekuća goriva	CH ₄	0,0019	5	150,6024	150,6854	0

1.A.3.c - Željeznički promet - Tekuća goriva	N ₂ O	0,1565	5	200	200,0625	0,0001
1.A.4.a - Komercijalni/institucionalni - Tekuća goriva	CO ₂	70,6674	5	6,1362	7,9153	0,0255
1.A.4.a - Komercijalni/institucionalni - Tekuća goriva	CH ₄	0,2195	5	200	200,0625	0,0002
1.A.4.a - Komercijalni/institucionalni - Tekuća goriva	N ₂ O	0,1441	5	228,7879	228,8425	0,0001
1.A.4.a - Komercijalni/institucionalni - Plinovita goriva	CO ₂	182,3845	5	3,9216	6,3544	0,1096
1.A.4.a - Komercijalni/institucionalni - Plinovita goriva	CH ₄	0,4064	5	200	200,0625	0,0005
1.A.4.a - Komercijalni/institucionalni - Plinovita goriva	N ₂ O	0,0969	5	200	200,0625	0
1.A.4.a - Komercijalni/institucionalni - Biomasa	CO ₂	1,9764	5	18,6942	19,3513	0,0001
1.A.4.a - Komercijalni/institucionalni - Biomasa	CH ₄	0,1324	5	227,2727	227,3277	0,0001
1.A.4.a - Komercijalni/institucionalni - Biomasa	N ₂ O	0,021	5	297,7273	297,7693	0
1.A.4.b - Stambeno - Tekuća goriva	CO ₂	21,8699	5	6,1362	7,9153	0,0024
1.A.4.b - Stambeno - Tekuća goriva	CH ₄	0,0627	5	200	200,0625	0
1.A.4.b - Stambeno - Tekuća goriva	N ₂ O	0,0373	5	236,3636	236,4165	0
1.A.4.b - Stambeno - Kruta goriva	CO ₂	0,3383	5	12,4601	13,4258	0
1.A.4.b - Stambeno - Kruta goriva	CH ₄	0,0264	5	200	200,0625	0
1.A.4.b - Stambeno - Kruta goriva	N ₂ O	0,0016	5	222,2222	222,2785	0
1.A.4.b - Stambeno - Plinovita goriva	CO ₂	467,4427	5	3,9216	6,3544	0,7197
1.A.4.b - Stambeno - Plinovita goriva	CH ₄	1,0415	5	200	200,0625	0,0035
1.A.4.b - Stambeno - Plinovita goriva	N ₂ O	0,2483	5	200	200,0625	0,0002
1.A.4.b - Stambeno - Biomasa	CO ₂	24,7498	5	18,6942	19,3513	0,0187
1.A.4.b - Stambeno - Biomasa	CH ₄	1,6573	5	227,2727	227,3277	0,0116
1.A.4.b - Stambeno - Biomasa	N ₂ O	0,2634	5	297,7273	297,7693	0,0005
1.A.4.c.i - Stacionarni - Tekuća goriva	CO ₂	0,633	5	6,1362	7,9153	0
1.A.4.c.i - Stacionarni - Tekuća goriva	CH ₄	0,0021	5	200	200,0625	0
1.A.4.c.i - Stacionarni - Tekuća goriva	N ₂ O	0,0015	5	236,3636	236,4165	0
1.A.4.c.i - Stacionarni - Plinovita goriva	CO ₂	0,3038	5	3,9216	6,3544	0
1.A.4.c.i - Stacionarni - Plinovita goriva	CH ₄	0,0007	5	200	200,0625	0
1.A.4.c.i - Stacionarni - Plinovita goriva	N ₂ O	0,0002	5	200	200,0625	0
1.A.4.c.ii - Vancestovna vozila i ostali strojevi - Tekuća goriva	CO ₂	9,487	5	6,1362	7,9153	0,0005
1.A.4.c.ii - Vancestovna vozila i ostali strojevi - Tekuća goriva	CH ₄	0,0321	5	200	200,0625	0
1.A.4.c.ii - Vancestovna vozila i ostali strojevi - Tekuća goriva	N ₂ O	0,0229	5	236,3636	236,4165	0
2.D - Neenergetski proizvodi od korištenja goriva i otapala					0	0
2.D.1 - Upotreba maziva	CO ₂	6,5413	5	0	5	0,0001
2.D.2 - Upotreba parafinskog voska	CO ₂	0,044	5	50	50,2494	0
2.D.4 - Ostalo (molim naglasiti)	CO ₂	51,2654	0	0	0	0
2.F - Upotreba proizvoda kao zamjena za tvari koje oštećuju ozonski omotač					0	0
2.F.1.a - Hlađenje i stacionarna klimatizacija	HFC	24,519	50	50	70,7107	0,2452
2.F.1.b - Prijenosna klimatizacija	HFC	33,0566	50	50	70,7107	0,4457
2.G - Električna oprema					0	0
2.G.1.b - Korištenje električne opreme	SF ₆	51,2194	50	50	70,7107	1,0699
3.A - Stoka					0	0
3.A.1.a.i - Mliječne krave	CH ₄	2,0563	30	20	36,0555	0,0004
3.A.1.a.ii - Ostalo govedo	CH ₄	2,3384	10	20	22,3607	0,0002
3.A.1.c - Ovce	CH ₄	0,4032	10	20	22,3607	0
3.A.1.d - Koze	CH ₄	0,0589	10	20	22,3607	0

3.A.1.f - Konji	CH4	0,3191	30	20	36,0555	0
3.A.1.g - Mule i magarci	CH4	0,0088	30	20	36,0555	0
3.A.1.h - Svinje	CH4	0,2843	30	20	36,0555	0
3.A.2.a.i - Mliječne krave	CH4	0,5097	30	20	36,0555	0
3.A.2.a.i - Mliječne krave	N2O	0,1298	30	20	36,0555	0
3.A.2.a.ii - Ostalo govedo	CH4	0,3282	10	20	22,3607	0
3.A.2.a.ii - Ostalo govedo	N2O	0,2	10	20	22,3607	0
3.A.2.c - Ovce	CH4	0,0111	10	20	22,3607	0
3.A.2.c - Ovce	N2O	0,013	10	20	22,3607	0
3.A.2.d - Koze	CH4	0,0016	10	20	22,3607	0
3.A.2.d - Koze	N2O	0,0012	10	20	22,3607	0
3.A.2.f - Konji	CH4	0,0358	30	20	36,0555	0
3.A.2.f - Konji	N2O	0,0173	30	20	36,0555	0
3.A.2.g - Mule i magarci	CH4	0,0007	30	20	36,0555	0
3.A.2.g - Mule i magarci	N2O	0,0001	30	20	36,0555	0
3.A.2.h - Svinje	CH4	2,2746	30	20	36,0555	0,0005
3.A.2.h - Svinje	N2O	0,5462	30	20	36,0555	0
3.A.2.i - Perad	CH4	0,6713	10	20	22,3607	0
3.A.2.i - Perad	N2O	0,925	0	0	0	0
3.B - Zemljište					0	0
3.B.1.a - Šumsko zemljište ostaje šumsko zemljište	CO2	-92,7295	30	100	104,4031	7,645
3.B.1.b.i - Zemljište pod usjevima pretvoreno u šumsko zemljište	CO2	-0,3487	100	100	141,4214	0,0002
3.B.1.b.ii - Travnjak pretvoren u šumsko zemljište	CO2	-3,2365	100	100	141,4214	0,0171
3.B.1.b.iv - Naselja pretvorena u šumsko zemljište	CO2	-0,1837	100	100	141,4214	0,0001
3.B.2.b.i - Šumsko zemljište pretvoreno u zemljište pod usjevima	CO2	0,0637	0	0	0	0
3.B.2.b.ii - Travnjak pretvoren u zemljište pod usjevima	CO2	-5,102	0	0	0	0
3.B.2.b.iii - Močvare pretvorene u zemljište pod usjevima	CO2	-0,0003	0	0	0	0
3.B.2.b.iv - Naselja pretvorena u zemljište pod usjevima	CO2	-0,7495	0	0	0	0
3.B.3.b.i - Šumsko zemljište pretvoreno u travnjak	CO2	3,4297	0	0	0	0
3.B.3.b.ii - Zemljište pod usjevima pretvoreno u travnjak	CO2	-6,0939	0	0	0	0
3.B.3.b.iii - Močvare pretvorene u travnjak	CO2	-0,0003	0	0	0	0
3.B.4.b.iii - Zemljište pretvoreno u druge močvare	CO2	0,1816	100	100	141,4214	0,0001
3.B.5.b.i - Šumsko zemljište pretvoreno u naselja	CO2	11,7242	0	0	0	0
3.B.5.b.ii - Zemljište pod usjevima pretvoreno u naselja	CO2	-0,5202	0	0	0	0
3.B.5.b.iii - Travnjak pretvoren u naselje	CO2	-0,3002	0	0	0	0
3.C - Izvori agregata i izvori emisija (bez CO2) na kopnu					0	0
3.C.4 - Izravne emisije N2O iz tla kojim se upravlja	N2O	3,9375	100	100	141,4214	0,0253
3.C.5 - Neizravne emisije N2O iz tla kojim se upravlja	N2O	0,7875	100	100	141,4214	0,001
4.A - Zbrinjavanje krutog otpada					0	0
4.A - Zbrinjavanje krutog otpada	CH4	52,329	5	5	7,0711	0,0112
4.B - Biološka obrada krutog otpada					0	0
4.B - Biološka obrada krutog otpada	CH4	8,6649	100	100	141,4214	0,1225
4.B - Biološka obrada krutog otpada	N2O	6,1971	100	100	141,4214	0,0627
4.C - Spaljivanje i spaljivanje otpada na otvorenom					0	0
4.C.1 - Spaljivanje otpada	CO2	3,5231	0	0	0	0
4.D - Pročišćivanje i ispuštanje otpadnih voda					0	0

4.D.1 - Pročišćivanje i ispuštanje otpadnih voda iz kućanstva	N ₂ O	17,2405	100	100	141,4214	0,4849
Ukupno		3501,4036				22,0765
Ukupna nesigurnost				Nesigurnost u ukupnom inventaru %:		4,6986

Tablica 6-2. Procjena nesigurnosti inventara emisija stakleničkih plinova Grada Zagreba za 2022. godinu

2006 IPCC Kategorije	Plin	Emisija ili otklon (Gg CO ₂ ekvivalent)	Nesigurnost podataka o aktivnostima (%)	Nesigurnost faktora emisije (%)	Kombinirana nesigurnost (%)	Doprinos varijanci po kategoriji u godini T
1.A - Aktivnosti izgaranja goriva						
1.A.1.a.i - Proizvodnja električne energije - Biomasa	CO ₂	15,4394	5	18,6942	19,3513	0,0084
1.A.1.a.i - Proizvodnja električne energije - Biomasa	CH ₄	0,0071	5	245,4545	245,5055	0,0084
1.A.1.a.i - Proizvodnja električne energije - Biomasa	N ₂ O	0,0084	5	304,5455	304,5865	0
1.A.1.a.ii - Kogeneracija - Plinovita goriva	CO ₂	1059,0558	5	3,9216	6,3544	3,1165
1.A.1.a.ii - Kogeneracija - Plinovita goriva	CH ₄	0,472	5	200	200,0625	0,0006
1.A.1.a.ii - Kogeneracija - Plinovita goriva	N ₂ O	0,5626	5	200	200,0625	0,0009
1.A.1.a.ii - Kogeneracija - Biomasa	CO ₂	8,6335	5	18,6942	19,3513	5,1265
1.A.1.a.ii - Kogeneracija - Biomasa	CH ₄	0,004	5	245,4545	245,5055	0,0002
1.A.1.a.ii - Kogeneracija - Biomasa	N ₂ O	0,0047	5	304,5455	304,5865	0,0004
1.A.1.a.iii - Toplane - Tekuća goriva	CO ₂	6,5208	5	6,1362	7,9153	0,0002
1.A.1.a.iii - Toplane - Tekuća goriva	CH ₄	0,0066	5	228,7879	228,8425	0
1.A.1.a.iii - Toplane - Tekuća goriva	N ₂ O	0,0157	5	228,7879	228,8425	0
1.A.1.a.iii - Toplane - Plinovita goriva	CO ₂	39,8871	5	3,9216	6,3544	0,0053
1.A.1.a.iii - Toplane - Plinovita goriva	CH ₄	0,0178	5	200	200,0625	0
1.A.1.a.iii - Toplane - Plinovita goriva	N ₂ O	0,0212	5	200	200,0625	0
1.A.1.b - Rafiniranje - Tekuća goriva	CO ₂	29,7769	5	6,1362	7,9153	0,0042
1.A.1.b - Rafiniranje - Tekuća goriva	CH ₄	0,0305	5	228,7879	228,8425	0
1.A.1.b - Rafiniranje - Tekuća goriva	N ₂ O	0,0726	5	228,7879	228,8425	0
1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Tekuća goriva	CO ₂	93,8353	5	5	7,0711	0,0337
1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Tekuća goriva	CH ₄	0,093	5	5	7,0711	0
1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Tekuća goriva	N ₂ O	0,2206	5	5	7,0711	0
1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Plinovita goriva	CO ₂	40,1073	5	5	7,0711	0,0101
1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Plinovita goriva	CH ₄	0,0179	5	5	7,0711	0
1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Plinovita goriva	N ₂ O	0,0213	5	5	7,0711	0
1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Biomasa	CO ₂	0,5333	5	5	7,0711	0
1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Biomasa	CH ₄	0,0357	5	5	7,0711	0

1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Biomasa	N ₂ O	0,0057	5	5	7,0711	0
1.A.3.b - Cestovni promet - Tekuća goriva	CO ₂	939,2844	5	3,0683	5,8664	2,1321
1.A.3.b - Cestovni promet - Tekuća goriva	CH ₄	4,0307	5	244,6928	244,7438	0,0733
1.A.3.b - Cestovni promet - Tekuća goriva	N ₂ O	14,0304	5	209,9376	209,9971	0,6025
1.A.3.b - Cestovni promet - Plinovita goriva	CO ₂	4,8768	5	3,9216	6,3544	0,0001
1.A.3.b - Cestovni promet - Plinovita goriva	CH ₄	0,1999	5	1573,913	1573,921	0,0091
1.A.3.b - Cestovni promet - Plinovita goriva	N ₂ O	0,0777	5	2466,6667	2466,6717	0,0034
1.A.3.b - Cestovni promet - Biomasa	CO ₂	9,0301	5	5	7,0711	0,0053
1.A.3.b - Cestovni promet - Biomasa	CH ₄	0,0096	5	302,5641	302,6054	0
1.A.3.b - Cestovni promet - Biomasa	N ₂ O	0,0228	5	200	200,0625	0
1.A.3.c - Željeznički promet - Tekuća goriva	CO ₂	1,3925	5	2,0243	5,3942	0
1.A.3.c - Željeznički promet - Tekuća goriva	CH ₄	0,0019	5	150,6024	150,6854	0
1.A.3.c - Željeznički promet - Tekuća goriva	N ₂ O	0,1602	5	200	200,0625	0,0001
1.A.4.a - Komercijalni/institucionalni - Tekuća goriva	CO ₂	64,2279	5	6,1362	7,9153	0,0257
1.A.4.a - Komercijalni/institucionalni - Tekuća goriva	CH ₄	0,1986	5	200	200,0625	0,0002
1.A.4.a - Komercijalni/institucionalni - Tekuća goriva	N ₂ O	0,1297	5	228,7879	228,8425	0,0001
1.A.4.a - Komercijalni/institucionalni - Plinovita goriva	CO ₂	155,5422	5	3,9216	6,3544	0,1104
1.A.4.a - Komercijalni/institucionalni - Plinovita goriva	CH ₄	0,3466	5	200	200,0625	0,0005
1.A.4.a - Komercijalni/institucionalni - Plinovita goriva	N ₂ O	0,0826	5	200	200,0625	0
1.A.4.a - Komercijalni/institucionalni - Biomasa	CO ₂	1,7739	5	18,6942	19,3513	0,0001
1.A.4.a - Komercijalni/institucionalni - Biomasa	CH ₄	0,1188	5	227,2727	227,3277	0,0001
1.A.4.a - Komercijalni/institucionalni - Biomasa	N ₂ O	0,0189	5	297,7273	297,7693	0
1.A.4.b - Stambeno - Tekuća goriva	CO ₂	20,4473	5	6,1362	7,9153	0,0025
1.A.4.b - Stambeno - Tekuća goriva	CH ₄	0,0579	5	200	200,0625	0
1.A.4.b - Stambeno - Tekuća goriva	N ₂ O	0,0338	5	236,3636	236,4165	0
1.A.4.b - Stambeno - Kruta goriva	CO ₂	0,3095	5	12,4601	13,4258	0
1.A.4.b - Stambeno - Kruta goriva	CH ₄	0,0242	5	200	200,0625	0
1.A.4.b - Stambeno - Kruta goriva	N ₂ O	0,0014	5	222,2222	222,2785	0
1.A.4.b - Stambeno - Plinovita goriva	CO ₂	415,2554	5	3,9216	6,3544	0,7251
1.A.4.b - Stambeno - Plinovita goriva	CH ₄	0,9253	5	200	200,0625	0,0036
1.A.4.b - Stambeno - Plinovita goriva	N ₂ O	0,2206	5	200	200,0625	0,0002
1.A.4.b - Stambeno - Biomasa	CO ₂	22,2132	5	18,6942	19,3513	0,0189
1.A.4.b - Stambeno - Biomasa	CH ₄	1,4875	5	227,2727	227,3277	0,0117
1.A.4.b - Stambeno - Biomasa	N ₂ O	0,2364	5	297,7273	297,7693	0,0005
1.A.4.c.i - Stacionarni - Tekuća goriva	CO ₂	0,633	5	6,1362	7,9153	0
1.A.4.c.i - Stacionarni - Tekuća goriva	CH ₄	0,0021	5	200	200,0625	0

1.A.4.c.i - Stacionarni - Tekuća goriva	N ₂ O	0,0015	5	236,3636	236,4165	0
1.A.4.c.i - Stacionarni - Plinovita goriva	CO 2	0,2187	5	3,9216	6,3544	0
1.A.4.c.i - Stacionarni - Plinovita goriva	CH 4	0,0005	5	200	200,0625	0
1.A.4.c.i - Stacionarni - Plinovita goriva	N ₂ O	0,0001	5	200	200,0625	0
1.A.4.c.ii - Vancestovna vozila i ostali strojevi - Tekuća goriva	CO 2	9,487	5	6,1362	7,9153	0,0005
1.A.4.c.ii - Vancestovna vozila i ostali strojevi - Tekuća goriva	CH 4	0,0321	5	200	200,0625	0
1.A.4.c.ii - Vancestovna vozila i ostali strojevi - Tekuća goriva	N ₂ O	0,0229	5	236,3636	236,4165	0
2.D - Neenergetski proizvodi od korištenja goriva i otapala					0	0
2.D.1 - Upotreba maziva	CO 2	6,732	5	0	5	0,0001
2.D.2 - Upotreba parafinskog voska	CO 2	0,044	5	50	50,2494	0
2.D.4 - Ostalo (molim naglasiti)	CO 2	55,6739	0	0	0	0
2.F - Upotreba proizvoda kao zamjena za tvari koje oštećuju ozonski omotač					0	0
2.F.1.a - Hlađenje i stacionarna klimatizacija	HF C	46,6339	50	50	70,7107	0,247
2.F.1.b - Prijenosna klimatizacija	HF C	65,3984	50	50	70,7107	0,449
2.F.3 - Zaštita od požara	HF C	30,13	0	0	0	0
2.G - Električna oprema					0	0
2.G.1.b - Korištenje električne opreme	SF ₆	104,024 6	50	50	70,7107	1,078
3.A - Stoka					0	0
3.A.1.a.i - Mliječne krave	CH 4	1,7492	30	20	36,0555	0,0003
3.A.1.a.ii - Ostalo govedo	CH 4	2,1888	10	20	22,3607	0,0002
3.A.1.c - Ovce	CH 4	0,2974	10	20	22,3607	0
3.A.1.d - Koze	CH 4	0,0599	10	20	22,3607	0
3.A.1.f - Konji	CH 4	0,3294	30	20	36,0555	0
3.A.1.g - Mule i magarci	CH 4	0,0088	30	20	36,0555	0
3.A.1.h - Svinje	CH 4	0,1391	30	20	36,0555	0
3.A.2.a.i - Mliječne krave	CH 4	0,4336	30	20	36,0555	0
3.A.2.a.i - Mliječne krave	N ₂ O	0,1104	30	20	36,0555	0
3.A.2.a.ii - Ostalo govedo	CH 4	0,3072	10	20	22,3607	0
3.A.2.a.ii - Ostalo govedo	N ₂ O	0,1872	10	20	22,3607	0
3.A.2.c - Ovce	CH 4	0,0082	10	20	22,3607	0
3.A.2.c - Ovce	N ₂ O	0,0096	10	20	22,3607	0
3.A.2.d - Koze	CH 4	0,0017	10	20	22,3607	0
3.A.2.d - Koze	N ₂ O	0,0012	10	20	22,3607	0
3.A.2.f - Konji	CH 4	0,037	30	20	36,0555	0
3.A.2.f - Konji	N ₂ O	0,0179	30	20	36,0555	0
3.A.2.g - Mule i magarci	CH 4	0,0007	30	20	36,0555	0
3.A.2.g - Mule i magarci	N ₂ O	0,0001	30	20	36,0555	0

3.A.2.h - Svinje	CH ₄	1,1124	30	20	36,0555	0,0001
3.A.2.h - Svinje	N ₂ O	0,2712	30	20	36,0555	0
3.A.2.i - Perad	CH ₄	0,1307	10	20	22,3607	0
3.A.2.i - Perad	N ₂ O	0,2135	0	0	0	0
3.B - Zemljište					0	0
3.B.1.a - Šumsko zemljište ostaje šumsko zemljište	CO ₂	- 92,6984	30	100	104,4031	7,6972
3.B.1.b.i - Zemljište pod usjevima pretvoreno u šumsko zemljište	CO ₂	-0,374	100	100	141,4214	0,0009
3.B.1.b.ii - Travnjak pretvoren u šumsko zemljište	CO ₂	-3,2159	100	100	141,4214	0,0684
3.B.1.b.iv - Naselja pretvorena u šumsko zemljište	CO ₂	-0,1949	100	100	141,4214	0,0002
3.B.2.b.i - Šumsko zemljište pretvoreno u zemljište pod usjevima	CO ₂	0,0533	0	0	0	0
3.B.2.b.ii - Travnjak pretvoren u zemljište pod usjevima	CO ₂	-5,1927	0	0	0	0
3.B.2.b.iii - Močvare pretvorene u zemljište pod usjevima	CO ₂	- 0,0002	0	0	0	0
3.B.2.b.iv - Naselja pretvorena u zemljište pod usjevima	CO ₂	-0,8499	0	0	0	0
3.B.3.b.i - Šumsko zemljište pretvoreno u travnjak	CO ₂	3,6075	0	0	0	0
3.B.3.b.ii - Zemljište pod usjevima pretvoreno u travnjak	CO ₂	-6,3703	0	0	0	0
3.B.3.b.iii - Močvare pretvorene u travnjak	CO ₂	- 0,0003	0	0	0	0
3.B.3.b.iv - Naselja pretvorena u travnjak	CO ₂	-1,1737	0	0	0	0
3.B.4.b.iii - Zemljište pretvoreno u druge močvare	CO ₂	0,1513	100	100	141,4214	0
3.B.5.b.i - Šumsko zemljište pretvoreno u naselja	CO ₂	10,2701	0	0	0	0
3.B.5.b.ii - Zemljište pod usjevima pretvoreno u naselja	CO ₂	-0,107	0	0	0	0
3.B.5.b.iii - Travnjak pretvoren u naselje	CO ₂	-0,5958	0	0	0	0
3.B.5.b.iv - Močvare pretvorena u naselja	CO ₂	- 0,0002	0	0	0	0
3.C - Izvori agregata i izvori emisija (bez CO₂) na kopnu					0	0
3.C.4 - Izravne emisije N ₂ O iz tla kojim se upravlja	N ₂ O	1,7952	100	100	141,4214	0,0031
3.C.5 - Neizravne emisije N ₂ O iz tla kojim se upravlja	N ₂ O	0,359	100	100	141,4214	0,0001
4.A - Zbrinjavanje krutog otpada					0	0
4.A - Zbrinjavanje krutog otpada	CH ₄	47,5547	5	5	7,0711	0,0113
4.B - Biološka obrada krutog otpada					0	0
4.B - Biološka obrada krutog otpada	CH ₄	9,4241	100	100	141,4214	0,1234
4.B - Biološka obrada krutog otpada	N ₂ O	6,7401	100	100	141,4214	0,0631
4.C - Spaljivanje i spaljivanje otpada na otvorenom					0	0
4.C.1 - Spaljivanje otpada	CO ₂	1,3031	0	0	0	0
4.D - Pročišćivanje i ispuštanje otpadnih voda					0	0
4.D.1 - Pročišćivanje i ispuštanje otpadnih voda iz kućanstva	N ₂ O	18,1422	100	100	141,4214	0,4885
Ukupno		3267,45 22				22,2722
Ukupna nesigurnost				Nesigurnost u ukupnom inventaru %:		4,7193

6.2 Analiza ključnih kategorija izvora/odliva

Također su identificirane ključni izvori emisije, koji imaju najznačajniji doprinos ukupnim emisijama stakleničkih plinova Grada Zagreba za 2021. i 2022. godinu (Tablica 6-3. i Tablica 6-4). Ključni izvori su oni koji, kada se zbrajaju u padajućem redoslijedu, čine preko 95 % ukupnih emisija stakleničkih plinova (Tier 1; Smjernice dobre prakse IPCC-a). U ovoj analizi razmatrano je i uklanjanje CO₂ pomoću ponora na zemljištu Grada Zagreba, tako da su uključene kategorije LULUCF sektora.

Tablica 6-3. Ključni izvori emisije stakleničkih plinova Grada Zagreba za 2021. godinu

2006 IPCC Kategorije	Plin	Emisija ili otklon (Gg CO ₂ ekvivalent)	ABS (Emisija/Otklon)	Procjena razine	Kumulativno ukupno (%)
1.A.1.a.ii - Kogeneracija - Plinovita goriva	CO ₂	969,1275	969,1275	0,2608	0,2608
1.A.3.b - Cestovni prijevoz - Tekuća goriva	CO ₂	868,2722	868,2722	0,2336	0,4944
1.A.4.b - Stambeno - Plinovita goriva	CO ₂	467,4427	467,4427	0,1258	0,6202
1.A.1.a.ii - Kogeneracija - Biomasa	CO ₂	408,1509	408,1509	0,1098	0,73
1.A.4.a - Komercijalno/institucionalno - plinovita goriva	CO ₂	182,3845	182,3845	0,0491	0,7791
3.B.1.a - Šumsko zemljište ostaje šumsko zemljište	CO ₂	-92,7295	92,7295	0,025	0,8041
1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Tekuća goriva	CO ₂	90,5788	90,5788	0,0244	0,8285
1.A.4.a - Komercijalno/institucionalno - Tekuća goriva	CO ₂	70,6674	70,6674	0,019	0,8475
4.A - Zbrinjavanje krutog otpada	CH ₄	52,329	52,329	0,0141	0,8615
2.D.4 - Ostalo (molim naglasiti)	CO ₂	51,2654	51,2654	0,0138	0,8753
2.G.1.b - Uporaba električne opreme	SF ₆	51,2194	51,2194	0,0138	0,8891
1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Plinovita goriva	CO ₂	49,6813	49,6813	0,0134	0,9025
1.A.1.a.iii - Toplane - Plinovita goriva	CO ₂	39,9432	39,9432	0,0107	0,9132
1.A.3.b - Cestovni prijevoz - Biomasa	CO ₂	36,0103	36,0103	0,0097	0,9229
2.F.1.b - Prijenosna klimatizacija	HFC	33,0566	33,0566	0,0089	0,9318
1.A.1.b - Rafiniranje - Tekuća goriva	CO ₂	28,4217	28,4217	0,0076	0,9395
1.A.4.b - Stambeno - Biomasa	CO ₂	24,7498	24,7498	0,0067	0,9461
2.F.1.a - Hlađenje i stacionarna klimatizacija	HFC	24,519	24,519	0,0066	0,9527
1.A.4.b - Stambeno - Tekuća goriva	CO ₂	21,8699	21,8699	0,0059	0,9586
1.A.1.a.i - Proizvodnja električne energije - Biomasa	CO ₂	17,5361	17,5361	0,0047	0,9633
4.D.1 - Pročišćivanje i ispuštanje otpadnih voda iz kućanstva	N ₂ O	17,2405	17,2405	0,0046	0,968
1.A.3.b - Cestovni promet - Tekuća goriva	N ₂ O	12,8943	12,8943	0,0035	0,9714
3.B.5.b.i - Šumsko zemljište pretvoreno u naselja	CO ₂	11,7242	11,7242	0,0032	0,9746
1.A.4.c.ii - Vancestovna vozila i ostali strojevi - Tekuća goriva	CO ₂	9,487	9,487	0,0026	0,9772
4.B - Biološka obrada krutog otpada	CH ₄	8,6649	8,6649	0,0023	0,9795
2.D.1 - Upotreba maziva	CO ₂	6,5413	6,5413	0,0018	0,9812
1.A.1.a.iii - Toplane - Tekuća goriva	CO ₂	6,5208	6,5208	0,0018	0,983
4.B - Biološka obrada krutog otpada	N ₂ O	6,1971	6,1971	0,0017	0,9847
3.B.3.b.ii - Zemljište pod usjevima pretvoreno u travnjak	CO ₂	-6,0939	6,0939	0,0016	0,9863
1.A.3.b - Cestovni promet - Plinovita goriva	CO ₂	5,1507	5,1507	0,0014	0,9877

3.B.2.b.ii - Travnjak pretvoren u zemljište pod usjevima	CO ₂	-5,102	5,102	0,0014	0,9891
3.C.4 - Izravne emisije N ₂ O iz tla kojim se upravlja	N ₂ O	3,9375	3,9375	0,0011	0,9901
1.A.3.b - Cestovni promet - Tekuća goriva	CH ₄	3,8596	3,8596	0,001	0,9912
4.C.1 - Spaljivanje otpada	CO ₂	3,5231	3,5231	0,0009	0,9921
3.B.3.b.i - Šumsko zemljište pretvoreno u travnjak	CO ₂	3,4297	3,4297	0,0009	0,993
3.B.1.b.ii - Travnjak pretvoren u šumsko zemljište	CO ₂	-3,2365	3,2365	0,0009	0,9939
3.A.1.a.ii - Ostalo govedo	CH ₄	2,1888	2,1888	0,0006	0,9945
1.A.4.a - Komercijalni/institucionalni - Biomasa	CO ₂	1,9764	1,9764	0,0005	0,995
3.A.1.a.i - Mliječne krave	CH ₄	1,7492	1,7492	0,0005	0,9955
1.A.4.b - Stambeno - Biomasa	CH ₄	1,6573	1,6573	0,0004	0,9959
1.A.3.c - Željeznički promet - Tekuća goriva	CO ₂	1,3609	1,3609	0,0004	0,9963
3.A.2.h - Svinje	CH ₄	1,1124	1,1124	0,0003	0,9966
1.A.4.b - Stambeno - Plinovita goriva	CH ₄	1,0415	1,0415	0,0003	0,9969
3.C.5 - Neizravne emisije N ₂ O iz tla kojim se upravlja	N ₂ O	0,7875	0,7875	0,0002	0,9971
3.B.2.b.iv - Naselja pretvorena u zemljište pod usjevima	CO ₂	-0,7495	0,7495	0,0002	0,9973
1.A.4.c.i - Stacionarni - Tekuća goriva	CO ₂	0,633	0,633	0,0002	0,9975
1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Biomasa	CO ₂	0,5239	0,5239	0,0001	0,9976
3.B.5.b.ii - Zemljište pod usjevima pretvoreno u naselja	CO ₂	-0,5202	0,5202	0,0001	0,9978
1.A.1.a.ii - Kogeneracija - Plinovita goriva	N ₂ O	0,5148	0,5148	0,0001	0,9979
3.A.2.a.i - Mliječne krave	CH ₄	0,4336	0,4336	0,0001	0,998
1.A.1.a.ii - Kogeneracija - Plinovita goriva	CH ₄	0,4319	0,4319	0,0001	0,9981
1.A.4.a - Komercijalni/institucionalni - Plinovita goriva	CH ₄	0,4064	0,4064	0,0001	0,9982
3.B.1.b.i - Zemljište pod usjevima pretvoreno u šumsko zemljište	CO ₂	-0,3487	0,3487	0,0001	0,9983
1.A.4.b - Stambeno - Kruta goriva	CO ₂	0,3383	0,3383	0,0001	0,9984
3.A.1.f - Konji	CH ₄	0,3294	0,3294	0,0001	0,9985
3.A.2.a.ii - Ostalo govedo	CH ₄	0,3072	0,3072	0,0001	0,9986
1.A.4.c.i - Stacionarni - Plinovita goriva	CO ₂	0,3038	0,3038	0,0001	0,9987
3.B.5.b.iii - Travnjak pretvoren u naselje	CO ₂	-0,3002	0,3002	0,0001	0,9988
3.A.1.c - Ovce	CH ₄	0,2974	0,2974	0,0001	0,9988
3.A.2.h - Svinje	N ₂ O	0,2712	0,2712	0,0001	0,9989
1.A.4.b - Stambeno - Biomasa	N ₂ O	0,2634	0,2634	0,0001	0,999
1.A.4.b - Stambeno - Plinovita goriva	N ₂ O	0,2483	0,2483	0,0001	0,999
1.A.1.a.ii - Kogeneracija - Biomasa	N ₂ O	0,2228	0,2228	0,0001	0,9991
1.A.4.a - Komercijalni/institucionalni - Tekuća goriva	CH ₄	0,2195	0,2195	0,0001	0,9992
1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Tekuća goriva	N ₂ O	0,2129	0,2129	0,0001	0,9992
1.A.3.b - Cestovni promet - Plinovita goriva	CH ₄	0,2112	0,2112	0,0001	0,9993
3.A.2.a.ii - Ostalo govedo	N ₂ O	0,1872	0,1872	0,0001	0,9993
1.A.1.a.ii - Kogeneracija - Biomasa	CH ₄	0,1869	0,1869	0,0001	0,9994
3.B.1.b.iv - Naselja pretvorena u šumsko zemljište	CO ₂	-0,1837	0,1837	0	0,9994
3.B.4.b.iii - Zemljište pretvoreno u druge močvare	CO ₂	0,1816	0,1816	0	0,9995
1.A.3.c - Željeznički promet - Tekuća goriva	N ₂ O	0,1565	0,1565	0	0,9995
1.A.4.a - Komercijalni/institucionalni - Tekuća goriva	N ₂ O	0,1441	0,1441	0	0,9996
3.A.1.h - Svinje	CH ₄	0,1391	0,1391	0	0,9996

1.A.4.a - Komercijalni/institucionalni - Biomasa	CH4	0,1324	0,1324	0	0,9996
3.A.2.i - Perad	CH4	0,1307	0,1307	0	0,9997
3.A.2.a.i - Mliječne krave	N2O	0,1104	0,1104	0	0,9997
1.A.4.a - Komercijalni/institucionalni - Plinovita goriva	N2O	0,0969	0,0969	0	0,9997
1.A.3.b - Cestovni promet - Biomasa	N2O	0,0909	0,0909	0	0,9997
1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Tekuća goriva	CH4	0,0898	0,0898	0	0,9998
1.A.3.b - Cestovni promet - Plinovita goriva	N2O	0,0821	0,0821	0	0,9998
1.A.1.b - Rafiniranje - Tekuća goriva	N2O	0,0693	0,0693	0	0,9998
3.B.2.b.i - Šumsko zemljište pretvoreno u zemljište pod usjevima	CO2	0,0637	0,0637	0	0,9998
1.A.4.b - Stambeno - Tekuća goriva	CH4	0,0627	0,0627	0	0,9998
3.A.1.d - Koze	CH4	0,0599	0,0599	0	0,9999
2.D.2 - Upotreba parafinskog voska	CO2	0,044	0,044	0	0,9999
1.A.3.b - Cestovni promet - Biomasa	CH4	0,0381	0,0381	0	0,9999
1.A.4.b - Stambeno - Tekuća goriva	N2O	0,0373	0,0373	0	0,9999
3.A.2.f - Konji	CH4	0,037	0,037	0	0,9999
1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Biomasa	CH4	0,0351	0,0351	0	0,9999
1.A.4.c.ii - Vancestovna vozila i ostali strojevi - Tekuća goriva	CH4	0,0321	0,0321	0	0,9999
1.A.1.b - Rafiniranje - Tekuća goriva	CH4	0,0291	0,0291	0	0,9999
1.A.4.b - Stambeno - Kruta goriva	CH4	0,0264	0,0264	0	0,9999
1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Plinovita goriva	N2O	0,0264	0,0264	0	0,9999
1.A.4.c.ii - Vancestovna vozila i ostali strojevi - Tekuća goriva	N2O	0,0229	0,0229	0	1
1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Plinovita goriva	CH4	0,0221	0,0221	0	1
1.A.1.a.iii - Toplane - Plinovita goriva	N2O	0,0212	0,0212	0	1
1.A.4.a - Komercijalni/institucionalni - Biomasa	N2O	0,021	0,021	0	1
3.A.2.f - Konji	N2O	0,0179	0,0179	0	1
1.A.1.a.iii - Toplane - Plinovita goriva	CH4	0,0178	0,0178	0	1
1.A.1.a.iii - Toplane - Tekuća goriva	N2O	0,0157	0,0157	0	1
3.A.2.c - Ovce	N2O	0,0096	0,0096	0	1
1.A.1.a.i - Proizvodnja električne energije - Biomasa	N2O	0,0096	0,0096	0	1
3.A.1.g - Mule i magarci	CH4	0,0088	0,0088	0	1
3.A.2.c - Ovce	CH4	0,0082	0,0082	0	1
1.A.1.a.i - Proizvodnja električne energije - Biomasa	CH4	0,008	0,008	0	1
1.A.1.a.iii - Toplane - Tekuća goriva	CH4	0,0066	0,0066	0	1
1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Biomasa	N2O	0,0056	0,0056	0	1
1.A.4.c.i - Stacionarni - Tekuća goriva	CH4	0,0021	0,0021	0	1
1.A.3.c - Željeznički promet - Tekuća goriva	CH4	0,0019	0,0019	0	1
3.A.2.d - Koze	CH4	0,0017	0,0017	0	1
1.A.4.b - Stambeno - Kruta goriva	N2O	0,0016	0,0016	0	1
1.A.4.c.i - Stacionarni - Tekuća goriva	N2O	0,0015	0,0015	0	1
3.A.2.d - Koze	N2O	0,0012	0,0012	0	1
1.A.4.c.i - Stacionarni - Plinovita goriva	CH4	0,0007	0,0007	0	1
3.A.2.g - Mule i magarci	CH4	0,0007	0,0007	0	1
3.B.3.b.iii - Močvare pretvorene u travnjak	CO2	-0,0003	0,0003	0	1

3.B.2.b.iii - Močvare pretvorene u zemljište pod usjevima	CO ₂	-0,0003	0,0003	0	1
1.A.4.c.i - Stacionarni - Plinovita goriva	N ₂ O	0,0002	0,0002	0	1
3.A.2.g - Mule i magarci	N ₂ O	0,0001	0,0001	0	1

Tablica 6-4. Ključni izvori emisije stakleničkih plinova Grada Zagreba za 2022. godinu

2006 IPCC Kategorije	Plin	Emisija ili otklon (Gg CO ₂ ekvivalent)	ABS (Emisija/Otklon)	Procjena razine	Kumulativno ukupno (%)
1.A.1.a.ii - Kogeneracija - Plinovita goriva	CO₂	1059,0558	1059,0558	0,3035	0,3035
1.A.3.b - Cestovni promet - Tekuća goriva	CO₂	939,2844	939,2844	0,2692	0,5728
1.A.4.b - Stambeno - Plinovita goriva	CO₂	415,2554	415,2554	0,119	0,6918
1.A.4.a - Komercijalni/institucionalni - Plinovita goriva	CO₂	155,5422	155,5422	0,0446	0,7364
2.G.1.b - Korištenje električne opreme	SF₆	104,0246	104,0246	0,0298	0,7662
1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Tekuća goriva	CO₂	93,8353	93,8353	0,0269	0,7931
3.B.1.a - Šumsko zemljište ostaje šumsko zemljište	CO₂	-92,6984	92,6984	0,0266	0,8196
2.F.1.b - Prijenosna klimatizacija	HFC	65,3984	65,3984	0,0187	0,8384
1.A.4.a - Komercijalni/institucionalni - Tekuća goriva	CO₂	64,2279	64,2279	0,0184	0,8568
2.D.4 - Ostalo (molim naglasiti)	CO₂	55,6739	55,6739	0,016	0,8727
4.A - Zbrinjavanje krutog otpada	CH₄	47,5547	47,5547	0,0136	0,8864
2.F.1.a - Hlađenje i stacionarna klimatizacija	HFC	46,6339	46,6339	0,0134	0,8997
1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Plinovita goriva	CO₂	40,1073	40,1073	0,0115	0,9112
1.A.1.a.iii - Toplane - Plinovita goriva	CO₂	39,8871	39,8871	0,0114	0,9227
2.F.3 - Zaštita od požara	HFC	30,13	30,13	0,0086	0,9313
1.A.1.b - Rafiniranje - Tekuća goriva	CO₂	29,7769	29,7769	0,0085	0,9398
1.A.4.b - Stambeno - Biomasa	CO₂	22,2132	22,2132	0,0064	0,9462
1.A.4.b - Stambeno - Tekuća goriva	CO₂	20,4473	20,4473	0,0059	0,9521
4.D.1 - Pročišćivanje i ispuštanje otpadnih voda iz kućanstva	N ₂ O	18,1422	18,1422	0,0052	0,9573
1.A.1.a.i - Proizvodnja električne energije - Biomasa	CO ₂	15,4394	15,4394	0,0044	0,9617
1.A.3.b - Cestovni promet - Tekuća goriva	N ₂ O	14,0304	14,0304	0,004	0,9657
3.B.5.b.i - Šumsko zemljište pretvoreno u naselja	CO ₂	10,2701	10,2701	0,0029	0,9687
1.A.4.c.ii - Vancestovna vozila i ostali strojevi - Tekuća goriva	CO ₂	9,487	9,487	0,0027	0,9714
4.B - Biološka obrada krutog otpada	CH ₄	9,4241	9,4241	0,0027	0,9741
1.A.3.b - Cestovni promet - Biomasa	CO ₂	9,0301	9,0301	0,0026	0,9767
1.A.1.a.ii - Kogeneracija - Biomasa	CO ₂	8,6335	8,6335	0,0025	0,9791
4.B - Biološka obrada krutog otpada	N ₂ O	6,7401	6,7401	0,0019	0,9811
2.D.1 - Upotreba maziva	CO ₂	6,732	6,732	0,0019	0,983
1.A.1.a.iii - Toplane - Tekuća goriva	CO ₂	6,5208	6,5208	0,0019	0,9849
3.B.3.b.ii - Zemljište pod usjevima pretvoreno u travnjak	CO ₂	-6,3703	6,3703	0,0018	0,9867
3.B.2.b.ii - Travnjak pretvoren u zemljište pod usjevima	CO ₂	-5,1927	5,1927	0,0015	0,9882
1.A.3.b - Cestovni promet - Plinovita goriva	CO ₂	4,8768	4,8768	0,0014	0,9896
1.A.3.b - Cestovni promet - Tekuća goriva	CH ₄	4,0307	4,0307	0,0012	0,9907
3.B.3.b.i - Šumsko zemljište pretvoreno u travnjak	CO ₂	3,6075	3,6075	0,001	0,9918

3.B.1.b.ii - Travnjak pretvoren u šumsko zemljište	CO ₂	-3,2159	3,2159	0,0009	0,9927
3.A.1.a.ii - Ostalo govedo	CH ₄	2,1888	2,1888	0,0006	0,9933
3.C.4 - Izravne emisije N ₂ O iz tla kojim se upravlja	N ₂ O	1,7952	1,7952	0,0005	0,9938
1.A.4.a - Komercijalni/institucionalni - Biomasa	CO ₂	1,7739	1,7739	0,0005	0,9943
3.A.1.a.i - Mliječne krave	CH ₄	1,7492	1,7492	0,0005	0,9948
1.A.4.b - Stambeno - Biomasa	CH ₄	1,4875	1,4875	0,0004	0,9953
1.A.3.c - Željeznički promet - Tekuća goriva	CO ₂	1,3925	1,3925	0,0004	0,9957
4.C.1 - Spaljivanje otpada	CO ₂	1,3031	1,3031	0,0004	0,996
3.B.3.b.iv - Naselja pretvorena u travnjak	CO ₂	-1,1737	1,1737	0,0003	0,9964
3.A.2.h - Svinje	CH ₄	1,1124	1,1124	0,0003	0,9967
1.A.4.b - Stambeno - Plinovita goriva	CH ₄	0,9253	0,9253	0,0003	0,997
3.B.2.b.iv - Naselja pretvorena u zemljište pod usjevima	CO ₂	-0,8499	0,8499	0,0002	0,9972
1.A.4.c.i - Stacionarni - Tekuća goriva	CO ₂	0,633	0,633	0,0002	0,9974
3.B.5.b.iii - Travnjak pretvoren u naselje	CO ₂	-0,5958	0,5958	0,0002	0,9976
1.A.1.a.ii - Kogeneracija - Plinovita goriva	N ₂ O	0,5626	0,5626	0,0002	0,9977
1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Biomasa	CO ₂	0,5333	0,5333	0,0002	0,9979
1.A.1.a.ii - Kogeneracija - Plinovita goriva	CH ₄	0,472	0,472	0,0001	0,998
3.A.2.a.i - Mliječne krave	CH ₄	0,4336	0,4336	0,0001	0,9981
3.B.1.b.i - Zemljište pod usjevima pretvoreno u šumsko zemljište	CO ₂	-0,374	0,374	0,0001	0,9982
3.C.5 - Neizravne emisije N ₂ O iz tla kojim se upravlja	N ₂ O	0,359	0,359	0,0001	0,9983
1.A.4.a - Komercijalni/institucionalni - Plinovita goriva	CH ₄	0,3466	0,3466	0,0001	0,9984
3.A.1.f - Konji	CH ₄	0,3294	0,3294	0,0001	0,9985
1.A.4.b - Stambeno - Kruta goriva	CO ₂	0,3095	0,3095	0,0001	0,9986
3.A.2.a.ii - Ostalo govedo	CH ₄	0,3072	0,3072	0,0001	0,9987
3.A.1.c - Ovce	CH ₄	0,2974	0,2974	0,0001	0,9988
3.A.2.h - Svinje	N ₂ O	0,2712	0,2712	0,0001	0,9989
1.A.4.b - Stambeno - Biomasa	N ₂ O	0,2364	0,2364	0,0001	0,9989
1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Tekuća goriva	N ₂ O	0,2206	0,2206	0,0001	0,999
1.A.4.b - Stambeno - Plinovita goriva	N ₂ O	0,2206	0,2206	0,0001	0,9991
1.A.4.c.i - Stacionarni - Plinovita goriva	CO ₂	0,2187	0,2187	0,0001	0,9991
3.A.2.i - Perad	N ₂ O	0,2135	0,2135	0,0001	0,9992
1.A.3.b - Cestovni promet - Plinovita goriva	CH ₄	0,1999	0,1999	0,0001	0,9992
1.A.4.a - Komercijalni/institucionalni - Tekuća goriva	CH ₄	0,1986	0,1986	0,0001	0,9993
3.B.1.b.iv - Naselja pretvorena u šumsko zemljište	CO ₂	-0,1949	0,1949	0,0001	0,9994
3.A.2.a.ii - Ostalo govedo	N ₂ O	0,1872	0,1872	0,0001	0,9994
1.A.3.c - Željeznički promet - Tekuća goriva	N ₂ O	0,1602	0,1602	0	0,9995
3.B.4.b.iii - Zemljište pretvoreno u druge močvare	CO ₂	0,1513	0,1513	0	0,9995
3.A.1.h - Svinje	CH ₄	0,1391	0,1391	0	0,9995
3.A.2.i - Perad	CH ₄	0,1307	0,1307	0	0,9996
1.A.4.a - Komercijalni/institucionalni - Tekuća goriva	N ₂ O	0,1297	0,1297	0	0,9996
1.A.4.a - Komercijalni/institucionalni - Biomasa	CH ₄	0,1188	0,1188	0	0,9997
3.A.2.a.i - Mliječne krave	N ₂ O	0,1104	0,1104	0	0,9997
3.B.5.b.ii - Zemljište pod usjevima pretvoreno u naselja	CO ₂	-0,107	0,107	0	0,9997

1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Tekuća goriva	CH ₄	0,093	0,093	0	0,9997
1.A.4.a - Komercijalni/institucionalni - Plinovita goriva	N ₂ O	0,0826	0,0826	0	0,9998
1.A.3.b - Cestovni promet - Plinovita goriva	N ₂ O	0,0777	0,0777	0	0,9998
1.A.1.b - Rafiniranje - Tekuća goriva	N ₂ O	0,0726	0,0726	0	0,9998
3.A.1.d - Koze	CH ₄	0,0599	0,0599	0	0,9998
1.A.4.b - Stambeno - Tekuća goriva	CH ₄	0,0579	0,0579	0	0,9998
3.B.2.b.i - Šumsko zemljište pretvoreno u zemljište pod usjevima	CO ₂	0,0533	0,0533	0	0,9999
2.D.2 - Upotreba parafinskog voska	CO ₂	0,044	0,044	0	0,9999
3.A.2.f - Konji	CH ₄	0,037	0,037	0	0,9999
1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Biomasa	CH ₄	0,0357	0,0357	0	0,9999
1.A.4.b - Stambeno - Tekuća goriva	N ₂ O	0,0338	0,0338	0	0,9999
1.A.4.c.ii - Vancestovna vozila i ostali strojevi - Tekuća goriva	CH ₄	0,0321	0,0321	0	0,9999
1.A.1.b - Rafiniranje - Tekuća goriva	CH ₄	0,0305	0,0305	0	0,9999
1.A.4.b - Stambeno - Kruta goriva	CH ₄	0,0242	0,0242	0	0,9999
1.A.4.c.ii - Vancestovna vozila i ostali strojevi - Tekuća goriva	N ₂ O	0,0229	0,0229	0	0,9999
1.A.3.b - Cestovni promet - Biomasa	N ₂ O	0,0228	0,0228	0	0,9999
1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Plinovita goriva	N ₂ O	0,0213	0,0213	0	0,9999
1.A.1.a.iii - Toplane - Plinovita goriva	N ₂ O	0,0212	0,0212	0	1
1.A.4.a - Komercijalni/institucionalni - Biomasa	N ₂ O	0,0189	0,0189	0	1
3.A.2.f - Konji	N ₂ O	0,0179	0,0179	0	1
1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Plinovita goriva	CH ₄	0,0179	0,0179	0	1
1.A.1.a.iii - Toplane - Plinovita goriva	CH ₄	0,0178	0,0178	0	1
1.A.1.a.iii - Toplane - Tekuća goriva	N ₂ O	0,0157	0,0157	0	1
3.A.2.c - Ovce	N ₂ O	0,0096	0,0096	0	1
1.A.3.b - Cestovni promet - Biomasa	CH ₄	0,0096	0,0096	0	1
3.A.1.g - Mule i magarci	CH ₄	0,0088	0,0088	0	1
1.A.1.a.i - Proizvodnja električne energije - Biomasa	N ₂ O	0,0084	0,0084	0	1
3.A.2.c - Ovce	CH ₄	0,0082	0,0082	0	1
1.A.1.a.i - Proizvodnja električne energije - Biomasa	CH ₄	0,0071	0,0071	0	1
1.A.1.a.iii - Toplane - Tekuća goriva	CH ₄	0,0066	0,0066	0	1
1.A.2 - Industrija i građevinarstvo - Biomasa	N ₂ O	0,0057	0,0057	0	1
1.A.1.a.ii - Kogeneracija - Biomasa	N ₂ O	0,0047	0,0047	0	1
1.A.1.a.ii - Kogeneracija - Biomasa	CH ₄	0,004	0,004	0	1
1.A.4.c.i - Stacionarni - Tekuća goriva	CH ₄	0,0021	0,0021	0	1
1.A.3.c - Željeznički promet - Tekuća goriva	CH ₄	0,0019	0,0019	0	1
3.A.2.d - Koze	CH ₄	0,0017	0,0017	0	1
1.A.4.c.i - Stacionarni - Tekuća goriva	N ₂ O	0,0015	0,0015	0	1
1.A.4.b - Stambeno - Kruta goriva	N ₂ O	0,0014	0,0014	0	1
3.A.2.d - Koze	N ₂ O	0,0012	0,0012	0	1
3.A.2.g - Mule i magarci	CH ₄	0,0007	0,0007	0	1
1.A.4.c.i - Stacionarni - Plinovita goriva	CH ₄	0,0005	0,0005	0	1
3.B.3.b.iii - Močvare pretvorene u travnjak	CO ₂	-0,0003	0,0003	0	1
3.B.2.b.iii - Močvare pretvorene u zemljište pod usjevima	CO ₂	-0,0002	0,0002	0	1

3.B.5.b.iv - Močvare pretvorena u naselja	CO ₂	-0,0002	0,0002	0	1
1.A.4.c.i - Stacionarni - Plinovita goriva	N ₂ O	0,0001	0,0001	0	1
3.A.2.g - Mule i magarci	N ₂ O	0,0001	0,0001	0	1

Identificirano je osamnaest ključnih izvora emisije stakleničkih plinova Grada Zagreba za 2021. godinu. Najznačajniji doprinos emisijama stakleničkih plinova imala je, emisija CO₂ nastala izgaranjem plinovitog goriva u energetske transformacije (26,08 %), emisija CO₂ uslijed izgaranja tekućeg goriva u cestovnom prometu (23,36 %), emisija CO₂ zbog izgaranja plinovitog goriva u kućanstvu (12,58 %), emisija CO₂ iz biomase u energetske transformacije (10,98 %). Kategorije sudjeluju sa manjim udjelima od 10%. Sve ključne kategorije prikazane su u sivim ćelijama, te poredani prema količini apsolutnih emisija od viših vrijednosti (Tablica 6-3 Tablica 6-1). Preostali identificirani izvori emisija i uklanjanja pridonijelo je manje od 5 % ukupnim emisijama stakleničkih plinova.

Za 2022. godinu je određeno također ukupno osamnaest ključnih izvora emisije stakleničkih plinova. Najznačajniji doprinos emisijama stakleničkih plinova imala je emisija CO₂ uslijed izgaranja plinovitog goriva u energetske transformacije (30,35 %), zatim emisija CO₂ zbog izgaranja tekućeg goriva u cestovnom prometu (26,92 %), emisija CO₂ zbog izgaranja plinovitog goriva (11,90 %) u općoj potrošnji, emisija CO₂ zbog izgaranja tekućeg goriva u industriji i graditeljstvu (4,46 %). Sve ključne kategorije prikazane su u sivim ćelijama, te poredani prema količini apsolutnih emisija od viših vrijednosti (Tablica 6-4 Tablica 6-1) Preostali identificirani izvori emisija i uklanjanja pridonijelo je manje od 5 % ukupnim emisijama stakleničkih plinova.

7 Zaključak i preporuke

Izrada godišnjeg inventara stakleničkih plinova je vrlo važan korak u uspostavi sustavnog praćenja emisija i uklanjanja stakleničkih plinova na području Grada Zagreba. Izrada inventara je također jedan od osnovnih preduvjeta za precizno definiranje troškovno-učinkovitih mjera, u cilju postizanja značajnog smanjenja emisija stakleničkih plinova do 2030. godine i ostvarenja klimatske neutralnosti najkasnije do 2050. godine, u skladu s Europskim zelenim planom.

Inventar emisija i uklanjanja stakleničkih plinova Grada Zagreba je izrađen za 2021. i 2022. godinu, u skladu s IPCC metodologijom. Proračun je obuhvatio antropogene emisije i uklanjanja direktnih stakleničkih plinova: CO₂, CH₄, N₂O, HFC-i, PFC-i, SF₆ i NF₃. Izračunate su emisije i uklanjanja CO₂, te emisije CH₄, N₂O, HFC, i SF₆, a nisu identificirane emisije PFC i NF₃ (Tablica 7-1.). Najveći doprinos ukupnim emisijama stakleničkih plinova imao je CO₂ (91,6 % u 2020.). U 2020. godini, ukupna emisija stakleničkih plinova je iznosila 3.025,7 kt CO₂e, dok je uklanjanje u šumskom zemljištu iznosilo 67,2 kt CO₂e. Nakon što se oduzmu uklanjanja u ponorima, neto emisije stakleničkih plinova na području u 2020. godini iznosile su 2.958,5 kt CO₂e, što je 0,4 % manje u odnosu na prethodnu godinu.

– Tablica 7-1. Emisije i uklanjanja stakleničkih plinova po plinovima u 2021. i 2022. godini

Emisije/uklanjanja CO ₂ e	2021.		2022.	
	kt	%	kt	%
Emisija CO₂	2.873,56	92,7%	2.944,61	89,1%
Emisija CH₄	76,32	2,5%	71,9	2,2%
Emisija N₂O	40,84	1,3%	43,82	1,3%
Emisija HFC	57,58	1,9%	142,16	4,3%
Emisija SF₆	51,22	1,7%	104,02	3,1%
Ukupno	3.099,52	100,0%	3.306,51	100,0%
Uklanjanje CO₂	-100,10	-3,2%	-96,69	-2,9%

Emisije iz izvora i uklanjanje u ponorima stakleničkih plinova su podijeljene u četiri glavna sektora: Energetika, Industrijski procesi i uporaba proizvoda, Poljoprivreda, šumarstvo i ostalo korištenje zemljišta i Otpad. Osim emisije, izračunano je i uklanjanje CO₂ u šumskom zemljištu na području Grada Zagreba. Udjeli pojedinih sektora u ukupnim emisijama i uklanjanju, za 2021. i 2022. godinu, prikazani su u Tablici 7-2. Emisije stakleničkih plinova uglavnom nastaju izgaranjem goriva u nepokretnim i pokretnim energetskim izvorima (87,9 % u 2022.).

– Tablica 7-2. Emisije i uklanjanja stakleničkih plinova po sektorima u 2021. i 2022. godini

Emisije/uklanjanja CO ₂ e	2021.		2022.	
	kt	%	kt	%
Energetika	2.835,86	91,5%	2.904,95	87,9%
Industrijski procesi i uporaba proizvoda	166,65	5,4%	308,64	9,3%
Poljoprivreda, šumarstvo i ostalo korištenje zemljišta	9,04	0,3%	9,77	0,3%
Otpad	87,95	2,8%	83,16	2,5%
Ukupno	3.099,50	100,0%	3.306,52	100,0%
Uklanjanje CO₂	-100,10	-3,2%	-67,2	-2,0%



**Energetski institut
Hrvoje Požar**

Savska cesta 163
10000 Zagreb
Hrvatska

Tel: +385 1 6326 588
Email: eihp@eihp.hr
Web: www.eihp.hr