

Naručitelj: Ponikve Eko otok Krk d.o.o.
Vršanska 14
HR-51500 Krk

ELABORAT

O PROCJENI UČINAKA KOMUNALNOG SEKTORA NA EMISIJE STAKLENIČKIH PLINOVA OTOKA KRKA

Zagreb, veljača 2018.

Autori:

Prof. dr. sc. Slaven Dobrović

Goran Smoljanić, mag. ing. mech.

Sadržaj

1.	UVOD	1
1.1.	Pariški sporazum o klimatskim promjenama	1
1.2.	Niskougljična strategija RH - sektor Gospodarenje otpadom	3
2.	EMISIJE STAKLENIČKIH PLINOVA - PRINOSI I UŠTEDE	4
2.1.	Gospodarenje komunalnim otpadom - emisije stakleničkih plinova.....	5
2.1.1.	Uvod	5
2.1.2.	Postojeći sustav odvojenog prikupljanja komunalnog otpada na otoku Krku.....	5
2.1.3.	Emisije koje nastaju uslijed skupljanja i transporta komunalnog otpada	7
2.1.4.	Emisije koje nastaju uslijed odlaganja komunalnog otpada na odlagalište	8
2.1.5.	Smanjenje emisija kao posljedica izbjegavanja odlaganja otpada na odlagalište	10
2.1.6.	Smanjenje emisija kao posljedica recikliranja.....	11
2.1.7.	GO - Ukupne emisije.....	13
2.2.	Fotonaponska elektrana	14
2.2.1.	Izračun izbjegnutih emisija stakleničkih plinova	15
2.3.	Električni automobili.....	16
2.3.1.	Izračun izbjegnutih emisija stakleničkih plinova	17
3.	ZAKLJUČCI	19

1. UVOD

Na otoku Krku se provodi sustav odvojenog prikupljanja otpada od 2005. godine čime se postižu značajni izravni i neizravni pozitivni utjecaji na okoliš među kojima su najvažniji očuvanje prirodnih resursa i smanjenje emisija stakleničkih plinova i raznih zagađivala. Isto tako, komunalni sustav se godinama razvijao na održivi i način i u pogledu primjene obnovljivih izvora energije, za sve korisnike ali i u transportu.

U Elaboratu će se procijeniti utjecaj komunalnog sektora na emisije stakleničkih plinova otoka Krka uzimajući u obzir:

- ✓ gospodarenje komunalnim otpadom, na temelju statističkih podataka iz 2017. godine
- ✓ proizvodnju električne energije u fotonaponskoj elektrani Treskavac
- ✓ korištenje vozila tvrtke Ponikve na električni pogon
- ✓ ostale doprinose komunalnog sektora.

1.1. Pariški sporazum o klimatskim promjenama

Na 21. konferenciji stranaka Okvirne konvencije Ujedinjenih naroda o promjeni klime (*Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC*) koja je održana u Parizu od 30. studenog do 13. prosinca 2015. godine, usvojen je Pariški sporazum kojim se „*nastoji u kontekstu održivog razvoja i nastojanja za iskorjenjivanje siromaštva pojačati globalni odgovor na opasnost od klimatskih promjena*“. Sporazum je potpisalo 195 zemalja. Republika Hrvatska potpisala ga je 22. travnja 2016. godine i 147. je država koja ga je ratificirala. Sporazum je stupio na snagu, za stranke koje su ga ratificirale, 4. studenog 2016. godine.

U skladu s tim, Hrvatska je u ožujku 2017. godine donijela Zakon o potvrđivanju Pariškog sporazuma (NN 3/2017). Glavne mjere za borbu protiv klimatskih promjena navedene su u Članku 2. Sporazuma:

- (a) *zadržavanje povećanja globalne prosječne temperature na razini koja je znatno niža od 2 °C iznad razine u predindustrijskom razdoblju te ulaganje napora u ograničavanje povišenja temperature na 1,5 °C iznad razine u predindustrijskom razdoblju, prepoznajući da bi se time znatno smanjili rizici i utjecaji klimatskih promjena;*
- (b) *povećanje sposobnosti prilagodbe negativnim utjecajima klimatskih promjena te poticanje otpornosti na klimatske promjene i razvoja s niskim razinama emisija stakleničkih plinova na način kojim se ne ugrožava proizvodnja hrane;*

(c) usklađivanje financijskih tokova s nastojanjima usmjerenima na niske emisije stakleničkih plinova i razvoj otporan na klimatske promjene.

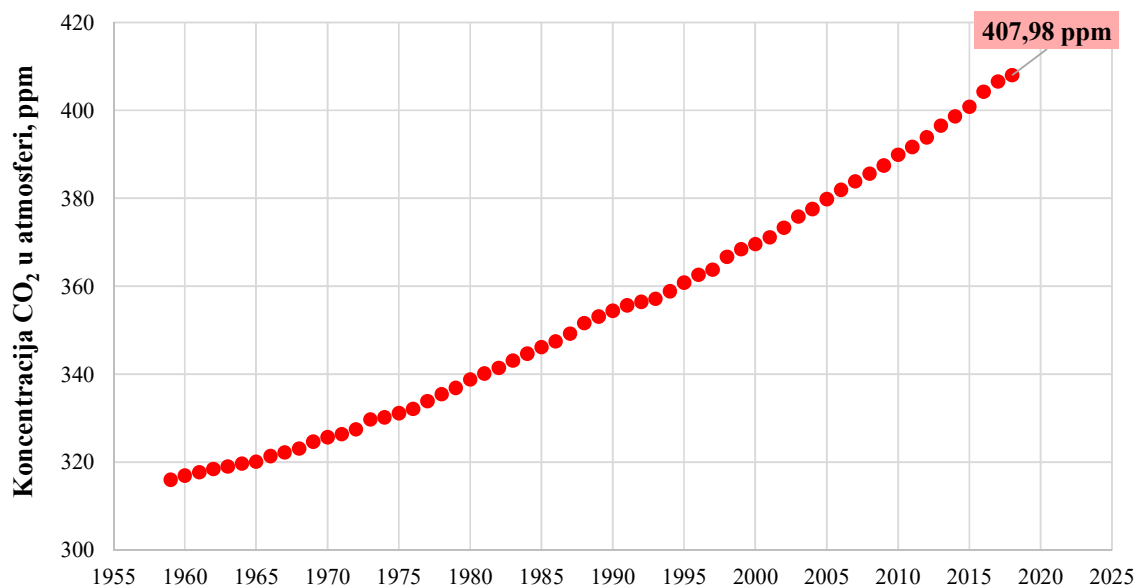
Kako bi se ispunili ciljevi navedeni u Članku 2. Sporazuma, svaka stranka Pariškog sporazuma (ili skupina država) određuje planirani nacionalno utvrđeni doprinos (engl. *Intended Nationally Determined Contributions* - INDC) do 2030. godine. Stoga Europska Unija i države članice donose svoj INDC u kojem je, između ostalog, navedeno:

Europska Unija i njezine države članice postavljaju obvezujući cilj za smanjenje emisija stakleničkih plinova za najmanje 40% do 2030. godine u odnosu na 1990. godinu.

U Republici Hrvatskoj, u Zakonu o zaštiti zraka (NN 130/2011, 47/2014, 61/2017) postavlja se obveza izrade Strategije niskougljičnog razvoja Republike Hrvatske za razdoblje do 2030. s pogledom na 2050. godinu (Niskougljična strategija). U lipnju 2017. Ministarstvo zaštite okoliša i energetike izrađuje Prijedlog Strategije u kojoj je navedeno:

Ciljevi smanjenja emisije stakleničkih plinova do 2030. godine i 2050. godine provodit će se u Republici Hrvatskoj u okviru političkog okvira koji je usvojila Europska unija. Niskougljična strategija se odnosi na sve sektore gospodarstva i ljudske aktivnosti, a osobito je vezana za energetiku, industriju, promet, poljoprivredu, šumarstvo i gospodarenje otpadom.

Siječanj 1959. - siječanj 2018.



Slika 1. Prosječne koncentracije CO₂ u atmosferi od 1959. - 2018. godine

(izvor: Mauna Loa Observatory, Hawaii - NOAA ESRL)

1.2. Niskougljična strategija RH - sektor Gospodarenje otpadom

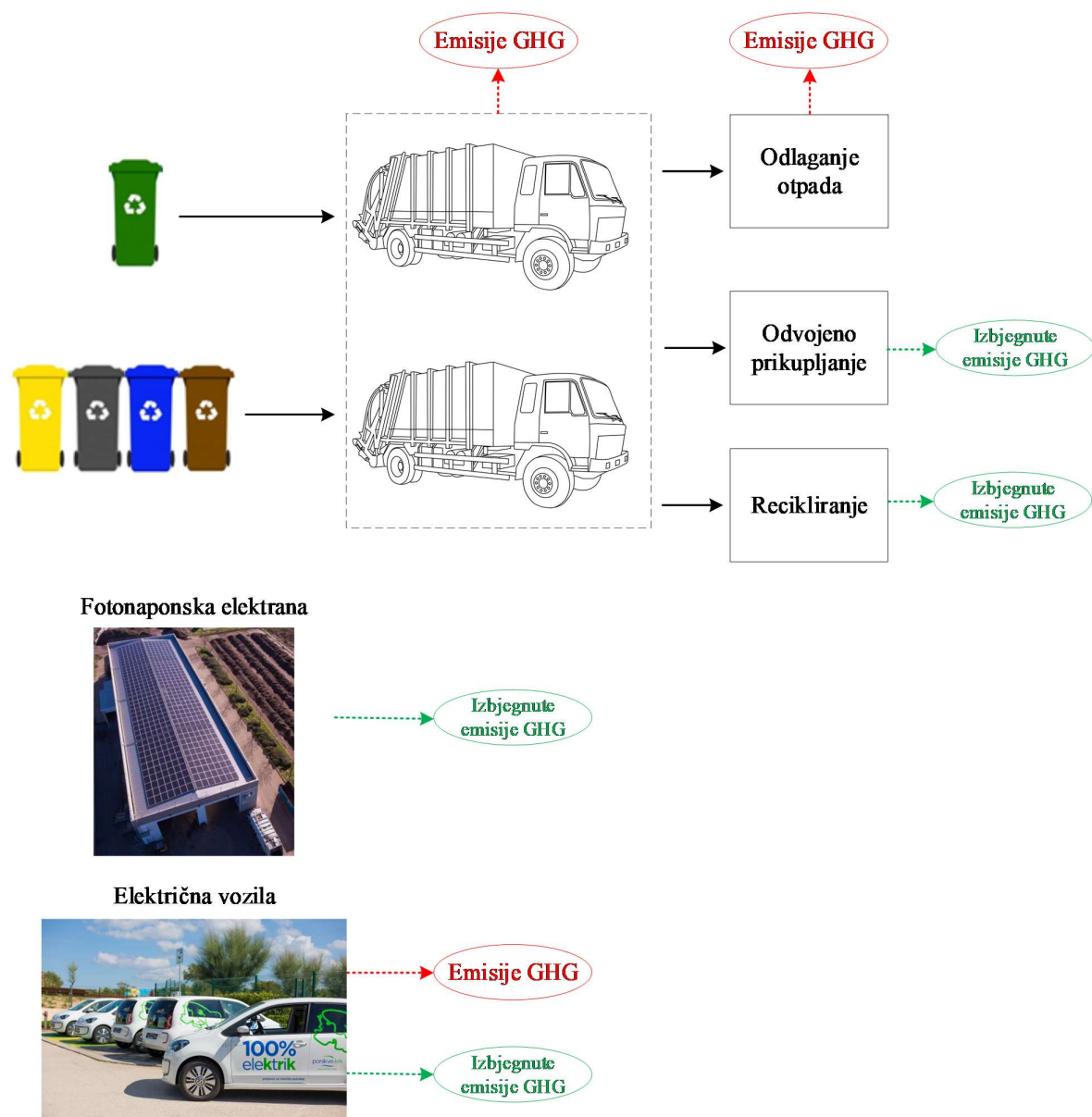
Emisije stakleničkih plinova iz otpada čine 6,6% ukupnih emisija antropogenog porijekla u Hrvatskoj (*NIR 2017. - Izvješće o inventaru stakleničkih plinova 2017*, HAOP). Iz tog razloga je sektor gospodarenja otpadom značajan kada se razmatraju mjere za smanjenje emisija. Te mjere navedene su i u Niskougljičnoj strategiji i jednoznačne su za sve promatrane i razrađene scenarije, npr.:

- sprječavanje nastajanja i smanjivanje količine krutog komunalnog otpada,
- povećanje količine odvojeno skupljenog i recikliranog krutog komunalnog otpada,
- smanjenje količine odloženog biorazgradivog krutog komunalnog otpada,
- itd.

Na otoku Krku se u pogledu gospodarenja otpadom i održivog razvoja već niz godina postupa u skladu s „novim“ smjernicama, te je takav način funkcioniranja sustava već u velikoj mjeri ispunio i premašio očekivanja iz scenarija za sektor GO iz Niskougljične strategije i do 2030. godine.

2. Emisije stakleničkih plinova - prinosi i uštede

Slika 2. shematski prikazuje potencijalne emisije stakleničkih plinova koje su uzete u obzir, a vrijede za djelatnosti komunalnog sektora otoka Krka.



Slika 2. Shematski prikaz potencijalnih emisija i izbjegnutih emisija stakleničkih plinova

2.1. Gospodarenje komunalnim otpadom - emisije stakleničkih plinova

2.1.1. Uvod

Emisije stakleničkih plinova koje su povezane s gospodarenjem komunalnim otpadom na otoku Krku mogu biti direktne ili indirektne:

- emisije koje nastaju uslijed skupljanja i transporta otpada
- emisije koje nastaju uslijed odlaganja miješanog komunalnog otpada na odlagalište

Smanjenje emisija stakleničkih plinova iz otpada postiže se:

- izbjegavanjem odlaganja otpada na odlagališta
- recikliranjem pojedinih vrsta otpada.

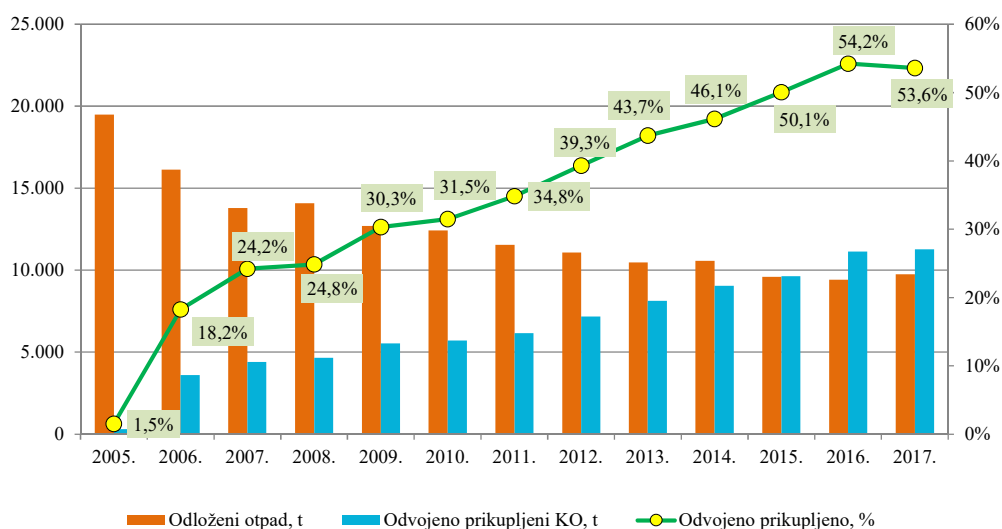
Porijeklo emisija CO ₂ eq	Utjecaj*	
Skupljanje i transport otpada	↑ (+)	
Odlaganje otpada na odlagalište	↑ (+)	
Izbjegavanje odlaganja na odlagalište - odvojeno prikupljanje		↓ (-)
Recikliranje pojedinih komponenti odvojeno prikupljenog otpada		↓ (-)

* (+) ...doprinos (↑) emisijama - negativan utjecaj na okoliš

(-) ...ušteda/smanjenje (↓) emisija - pozitivan utjecaj na okoliš

2.1.2. Postojeći sustav odvojenog prikupljanja komunalnog otpada na otoku Krku

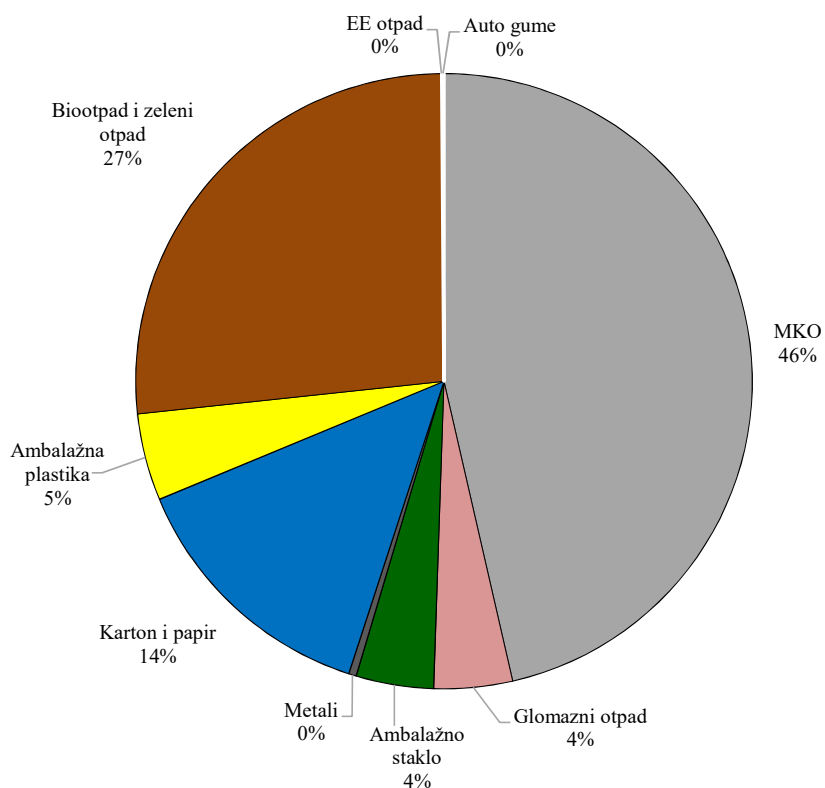
Sustav odvojenog prikupljanja, zbrinjavanja i oporabe otpada na otoku Krku uspostavljen je 2005. godine i u mogućnosti je zbrinuti sve vrste otpada.



Slika 3. Udjeli odvojeno prikupljenog komunalnog otpada na otoku Krku od uvođenja sustava 2005. god. do danas

Tablica 1. Količine prikupljenog otpada u tonama na otoku Krku 2011-2017. godine (izvor: Ponikve Eko otok Krk)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1 MKO	11.537,18	11.080,75	10.468,80	10.569,08	9.605,12	9.416,38	9.764,46
2 Glomazni otpad	672,52	549,38	586,40	663,77	720,96	1.003,32	866,86
3 Ambalažno staklo	530,44	605,46	634,34	674,38	779,20	751,44	855,09
4 Ambalažni metal	18,70	21,36	25,76	25,42	33,01	32,16	31,92
5 Karton i papir	1.807,52	1.971,43	2.285,58	2.222,75	2.498,90	3.133,60	2.888,44
6 Ambalažna plastika	541,50	635,56	659,00	756,58	726,70	870,72	961,01
7 Biootpad	2.332,38	3.092,10	3.539,50	3.999,28	3.845,60	4.144,54	4.462,36
8 Zeleni otpad	374,98	304,06	373,56	666,71	963,48	1.137,42	1.121,52
9 EE otpad	4,34	6,72	3,28	6,82	8,46	10,22	7,47
10 Otpadno željezo	1,68	7,16	13,60	25,07	35,33	47,89	52,20
11 Auto gume	11,20	11,12	10,18	14,68	14,98	18,98	24,76
UKUPNO:	17.832,44	18.285,10	18.600,00	19.624,54	19.231,74	20.566,67	21.036,09
Pokrovni materijal	7.095,44	7.007,44	4.864,22	6.025,70	8.263,78	6.289,86	7.400,58
12 EE otpad-POSAM-i	-	6,52	11,49	21,00	28,02	30,75	31,60
Otkup metala							
13 POSAM-reciklažno dvorište Krk	1.000,00	990,00	920,00	670,00	531,00	625,00	466,32
14 Tekstil	-	16,00	15,00	15,00	15,20	16,00	16,30



Slika 4. Odvojeno prikupljeni otpad u 2017. godini

2.1.3. Emisije koje nastaju uslijed skupljanja i transporta komunalnog otpada

Vozila koja se koriste za skupljanje i transport komunalnog otpada ispuštaju ugljikov dioksid u atmosferu koji je nastao izgaranjem dizelskog goriva. Emisije dušikovih oksida koje također nastaju izgaranjem goriva mogu se zanemariti jer imaju vrlo mali udio u ukupnim emisijama izraženim u CO₂ ekvivalentima (~1%, prema smjernicama IPCC-a). Količina emisija iz transporta ovisi o tipu vozila, ukupnoj masi s teretom te prijedenoj puti.

Pregled vozila za skupljanje i transport otpada na otoku Krku te podaci o prijedenoj udaljenosti i potrošenim gorivom prikazan je u Tablica 2. Temeljem tih podataka, izračunane su ukupne emisije CO₂ u 2017. godini nastale izgaranjem goriva.

Tablica 2. Vozila za skupljanje i transport komunalnog otpada i njihove emisije ugljikovog dioksida nastale izgaranjem dizelskog goriva u 2017. godini

	Reg. oznaka	Vrsta vozila	Prijedena udaljenost, km/god	Potrošnja goriva, L/god	Prevezeni otpad, t/god	Prosječna potrošnja, L/100 km	Emisije gCO ₂ /km	Ukupne emisije, tCO ₂ /god
1	114-TM	za odvoz dvije vrste otpada MAN	24.859	14.498,68	864,28	58,3	1.574,7	39,1
2	175-JA	za odvoz otpada MAN	29.317	14.903,92	2.243,80	50,8	1.372,6	40,2
3	183-ZO (681-JA)	podizač kontejnera IVECO	40.963	11.097,61	620,27	27,1	731,5	30,0
4	207-MD	mini vozilo za odvoz otpada-multicar*	7.851	1.779,94	-	22,7	612,1	4,8
5	210-SV	za odvoz otpada	20.559	10.035,97	1.150,40	48,8	1.318,0	27,1
6	214-OT	podizač kontejnera IVECO	49.292	13.048,45	1.335,30	26,5	714,7	35,2
7	361-US	sandučar s grajferom	37.557	18.093,51	967,67	48,2	1.300,8	48,9
8	433-UB	podizač kontejnera IVECO*	40.897	10.476,47	1.123,21	25,6	691,7	28,3
9	436-ZG	mini vozilo za odvoz otpada*	23.893	4.242,76	2,12	17,8	479,4	11,5
10	437-ZG	mini vozilo za odvoz otpada*	21.784	4.099,01	92,16	18,8	508,0	11,1
11	438-ZG	mini vozilo za odvoz otpada*	15.342	3.012,51	5,78	19,6	530,2	8,1
12	452-PK	za odvoz otpada IVECO 8m ³	11.412	3.739,02	322,80	32,8	884,6	10,1
13	463-OJ	za odvoz otpada IVECO 8m ³	11.720	2.501,83	69,40	21,3	576,4	6,8
14	467-UA	mini vozilo za odvoz otpada*	23.543	4.002,35	49,59	17,0	459,0	10,8
15	493-PK	za odvoz otpada IVECO 8m ³	23.413	6.123,57	394,08	26,2	706,2	16,5
16	553-LJ	za odvoz otpada MAN	18.627	6.178,49	579,72	33,2	895,6	16,7
17	597-NF	za odvoz otpada MAN+peračica	16.320	6.952,87	916,60	42,6	1.150,3	18,8
18	657-SL	kombi-IVECO	36.670	5.450,62	195,86	14,9	401,3	14,7

19	702-FT	za odvoz otpada MAN	20.473	6.725,64	758,06	32,9	887,0	18,2
20	758-SR	za odvoz otpada	30.743	12.220,80	1.018,46	39,8	1.073,3	33,0
21	890-JR	za odvoz otpada MAN	37.978	17.029,95	2.116,32	44,8	1.210,7	46,0
22	923-RZ	za odvoz otpada MAN	27.071	18.567,25	3.739,18	68,6	1.851,9	50,1
23	934-NH	za odvoz dvije vrste otpada MAN	29.114	13.449,43	948,54	46,2	1.247,3	36,3
24	935-NH	za odvoz dvije vrste otpada MAN	29.592	12.130,06	507,10	41,0	1.106,8	32,8
25	935-PL	za odvoz otpada MAN+peračica	25.588	10.624,82	1.015,44	41,5	1.121,1	28,7
UKUPNO u 2017. g			654.578	230.986	21.036	35,3	952,8	623,7

2.1.4. Emisije koje nastaju uslijed odlaganja komunalnog otpada na odlagalište

Odlaganjem otpada na odlagališta većina organskog materijala se degradira tijekom nekog vremena. Ovisno o vrsti, razgradanja može trajati manje od jedne godine do 100 ili više godina. U većini tih procesa radi se o biorazgradnji koja može biti aerobna ili anaerobna, ovisno o uvjetima na odlagalištu. Glavni produkti aerobne razgradnje su ugljikov dioksid (CO₂), voda i toplota, a anaerobne metan (CH₄). Nastali metan nekontrolirano odlazi u atmosferu i pridonosi globalnom zatopljenju. Stoga je bitno procijeniti i evidentirati njegove emisije.

Metoda za izračunavanje emisija stakleničkih plinova s odlagališta otpada, s naglaskom na emisije metana, predložena je od Međuvladine komisije za klimatske promjene (engl. *Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC*). Osnovna metoda za izračun dana je sljedećom formulom:

$$\text{Emisija CH}_4 = \left(m_{\text{MKO}} \cdot \text{MKO}_K \cdot \text{DOC} \cdot \text{DOC}_F \cdot F \cdot \frac{16}{12} - R \right) \cdot (1 - \text{OX}) \quad (1)$$

gdje je:

m_{MKO}	- masa odloženog miješanog komunalnog otpada, t _{MKO} /god
MKO_K	- udio pojedine komponente otpada u miješanom komunalnom otpadu, t _K /t _{MKO}
DOC	- udio razgradivog organskog ugljika u komponenti otpada, t _{DOC} /t _K
DOC_F	- udio razgradivog organskog ugljika koji se mineralizira u CH ₄ , t _C /t _{DOC}
F	- udio nastalog metana u odlagališnom plinu, % (IPCC predlaže 50%)
$16/12$	- konverzija ugljika u CH ₄ , t _{CH4} /t _C
R	- oporabljeni metan, t _{CH4} /god
OX	- oksidacijski faktor (IPCC predlaže 0)

Ova metoda pretpostavlja da se sve potencijalne emisije CH₄ otpuštaju u atmosferu u istoj godini kada je otpad odložen. To je razumna aproksimacija u slučajevima gdje su količine i sastav otpada relativno slični tijekom vremena.

Tablica 3. Procijenjene količine generiranog metana po toni pojedine komponente otpada (izračunano prema IPCC metodi)

Komponenta komunalnog otpada	Generirani metan, kgCH ₄ /t _{otp}
Karton i papir	77
Biootpad	73
Zeleni otpad	80
Tekstil	39

Za izračun emisija stakleničkih plinova svedenih na količine CO₂ ekvivalenata koriste se iznosi potencijala globalnog zatopljenja (engl. *Global Warming Potential - GWP*). U sljedećoj tablici dane su vrijednosti GWP za metan za razdoblje od 100 godina (GWP₁₀₀) u odnosu na CO₂. Te vrijednosti usvojene su u IPCC *Fifth Assessment Report (AR5)* iz 2014. godine. Radi usporedbe prikazane su i vrijednosti koje su se koristile na temelju prijašnjih izvješća IPCC-a.

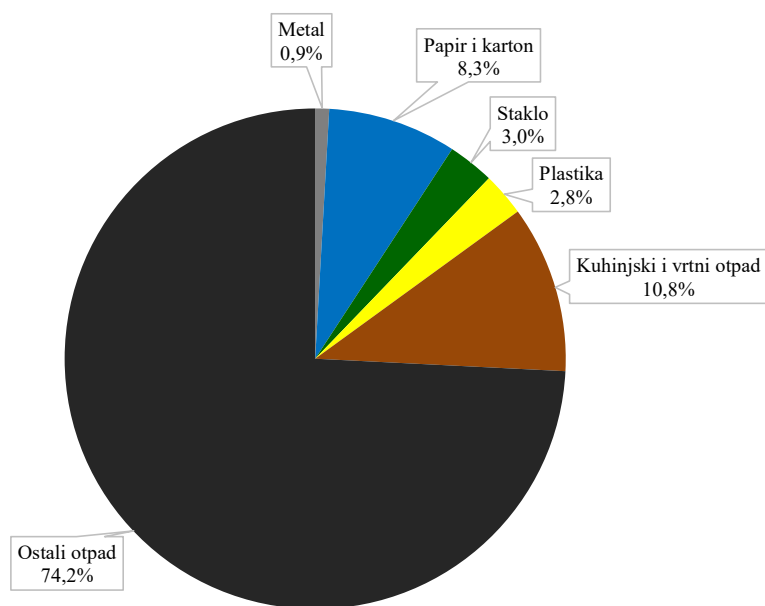
Tablica 4. Iznosi GWP₁₀₀ za metan (IPCC *Fifth Assessment Report (AR5)* 2014.)

		GWP ₁₀₀		
		Second Assessment Report (SAR)	Fourth Assessment Report (AR4)	Fifth Assessment Report (AR5)
		1995. god.	2007. god.	2014. god.
Ugljikov dioksid	CO ₂	1	1	1
Metan	CH ₄	21	25	28

U ovom elaboratu koriste se podaci iz zadnjeg izvješća IPCC-a:

$$CO_2eq = CH_4 \cdot GWP_{CH_4} = CH_4 \cdot 28 \left[\frac{tCO_2eq}{god} \right] \quad (2)$$

Proračun za procjenu emisija stakleničkih plinova koji nastaju na odlagalištu miješanog komunalnog otpada, prema navedenoj metodologiji, proveden je za procijenjeni sastav MKO koji se odlaže na odlagalište Treskavac (prema *Planu gospodarenja otpadom u Gradu Krku za razdoblje od 2010. – 2017.*), a prikazan je na Slika 5.



Slika 5. Procijenjeni sastav miješanog komunalnog otpada odloženog na odlagalište Treskavac

(Izvor: PGO Grad Krk 2010-17.)

Tablica 5. Procijenjene emisije stakleničkih plinova iz otpada na odlagalištu u 2017. godini, u tonama CO₂ ekvivalenata (prema IPCC metodi)

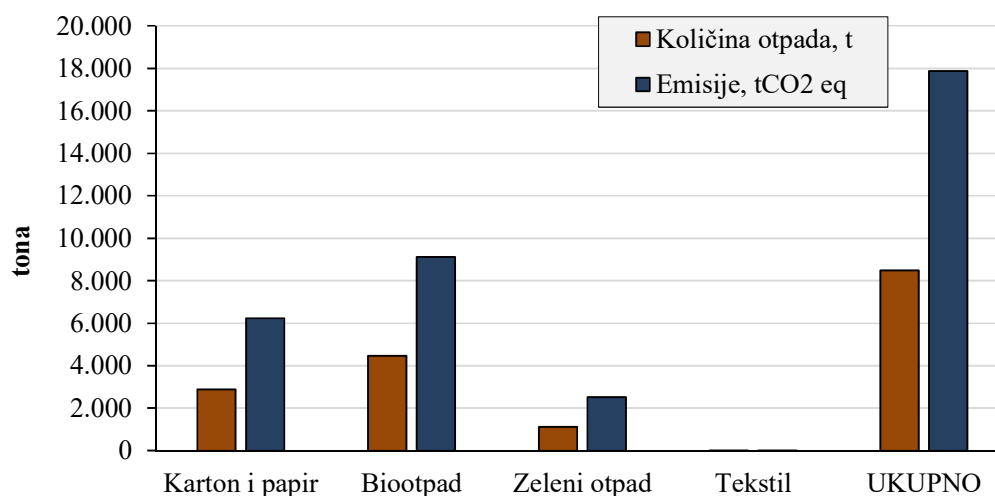
Komponenta komunalnog otpada	Emisije, tCO ₂ eq
Karton i papir	1.747
Kuhinjski i vrtni otpad	2.244
UKUPNO	3.991

2.1.5. Smanjenje emisija kao posljedica izbjegavanja odlaganja otpada na odlagalište

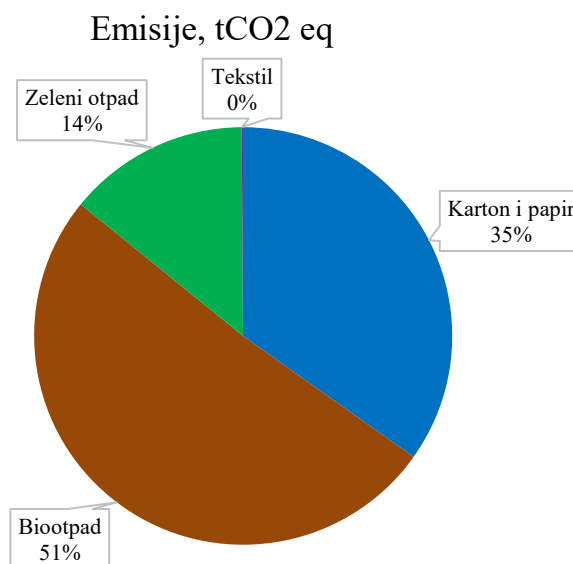
Proračun za procjenu smanjenja emisija stakleničkih plinova radi izbjegavanja odlaganja otpada na odlagalište, odnosno kao posljedica odvojenog prikupljanja i oporabe, proveden je prema IPCC metodologiji navedenoj u prethodnom poglavlju.

Tablica 6. Procijenjene izbjegnute emisije stakleničkih plinova radi izbjegnuto odlaganja u 2017. godini, u tonama CO₂eq (prema IPCC metodi)

Komponenta komunalnog otpada	Izbjegnute emisije, tCO ₂ eq
Karton i papir	-6.227
Biootpad	-9.121
Zeleni otpad	-2.512
Tekstil	-18
UKUPNO	-17.878



Slika 6. Količine prikupljenog otpada u 2017. god. i njegove potencijalne emisije u okoliš uslijed odlaganja na odlagalište,



Slika 7. Udio pojedine vrste otpada na potencijalne emisije stakleničkih plinova uslijed odlaganja

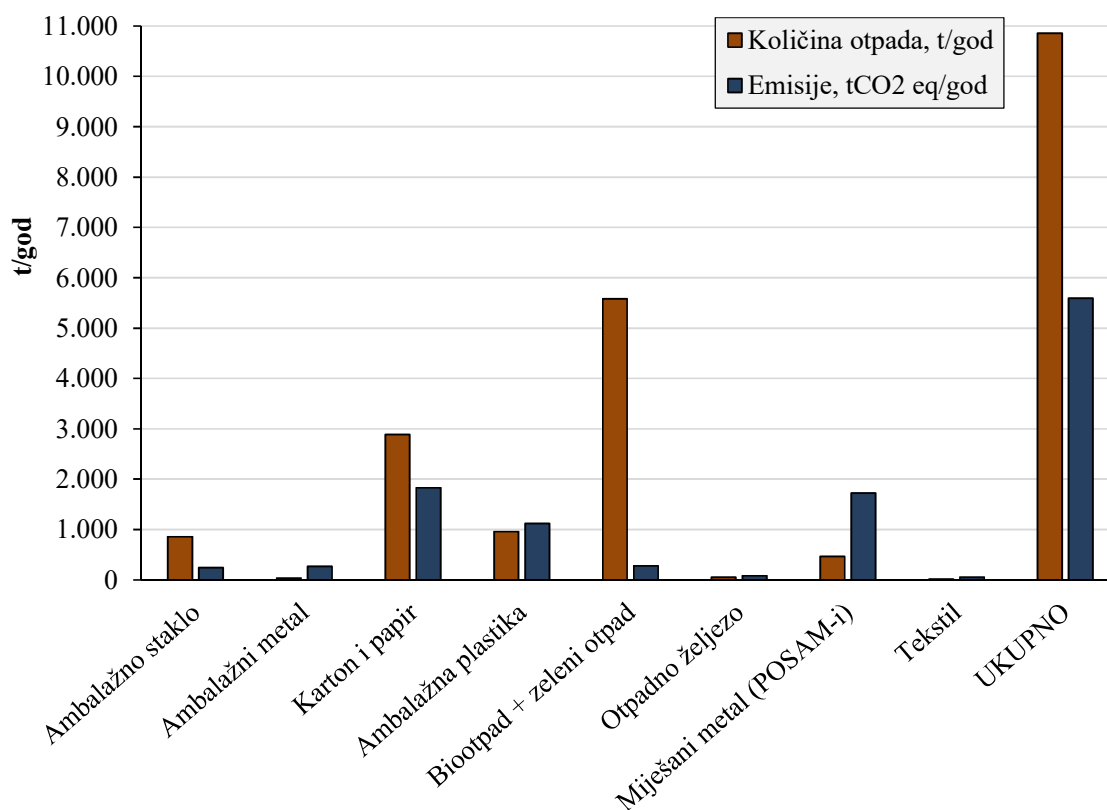
2.1.6. Smanjenje emisija kao posljedica recikliranja

Analiza emisija stakleničkih plinova prilikom recikliranja pretpostavlja da reciklirani materijal zamjenjuje novu sirovinu u procesu proizvodnje. U ovakvom pristupu, svaka tona recikliranog materijala zamjenjuje sirovi materijal koji bi se inače proizvodio. Dakle, potreba za recikliranim/novim proizvodom je konstantna. Iz toga slijedi da je izbjegnuta emisija stakleničkih plinova jednaka razlici između emisija koje nastaju u proizvodnji/preradi recikliranih materijala i onih emisija koje nastaju kad se proizvodi jednak broj potpuno novih materijala/proizvoda. Emisije stakleničkih plinova iz procesa recikliranja uključuju emisije iz skupljanja i transporta tih materijala.

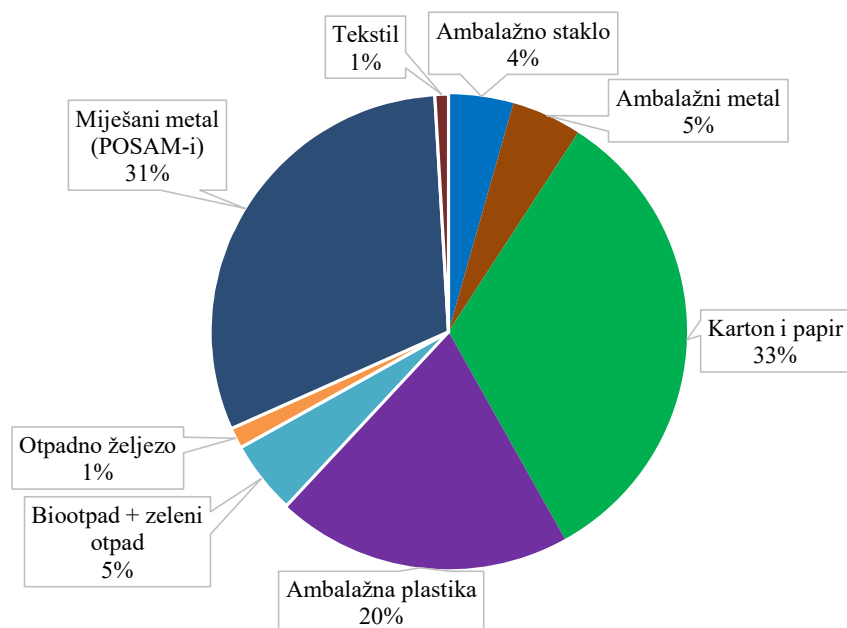
Procijenjene vrijednosti izbjegnutih emisija radi recikliranja pojedinih komponenata u kgCO₂eq po toni preuzete su iz AEA Završnog izvješća Europskoj komisiji iz 2001. U Tablica 7. prikazane su ukupne izbjegnute emisije CO₂ radi recikliranja.

Tablica 7. Procijenjene izbjegnute emisije stakleničkih plinova radi recikliranja u 2017. godini, u tonama CO₂ eq

Komponenta komunalnog otpada	Izbjegnute emisije, tCO ₂ eq/god
Ambalažno staklo	-245
Ambalažni metal	-267
Karton i papir	-1.831
Ambalažna plastika	-1.120
Biootpad + zeleni otpad	-279
Otpadno željezo	-79
Miješani metali (POSAM-i)	-1.720
Tekstil	-52
UKUPNO	-5.594



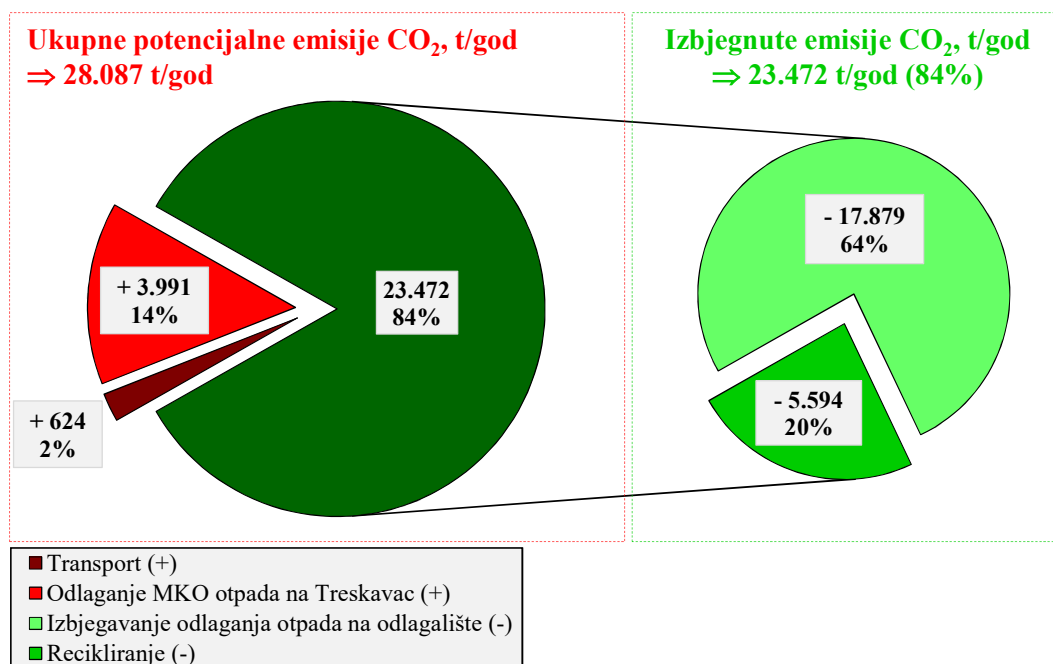
Slika 8. Količine prikupljenog otpada i njegove potencijalne emisije u okoliš u slučaju da se ne reciklira, u t/god



Slika 9. Udio pojedine vrste otpada na izbjegnute potencijalne emisije stakleničkih plinova

2.1.7. GO - Ukupne emisije

Sumarni prikaz ukupnih potencijalnih emisija stakleničkih plinova povezanih s gospodarenjem otpadom te izbjegnute emisije postignute odvojenim prikupljanjem i recikliranjem otpada, prikazan je na sljedećoj slici.



Slika 10. Gospodarenje otpadom - ukupne potencijalne i izbjegnute emisije stakleničkih plinova

Od ukupnih potencijalnih emisija stakleničkih plinova, 84% se izbjeglo radi odvojenog prikupljanja i recikliranja otpada.

2.2. Fotonaponska elektrana

Fotonaponsko postrojenje snage 136,8 kW izgrađeno je i pušteno u pogon 2012. godine na lokaciji odlagališta otpada Treskavac. Fotonaponski paneli smješteni su na krovu objekta za obradu otpada i ima ih ukupno 524.

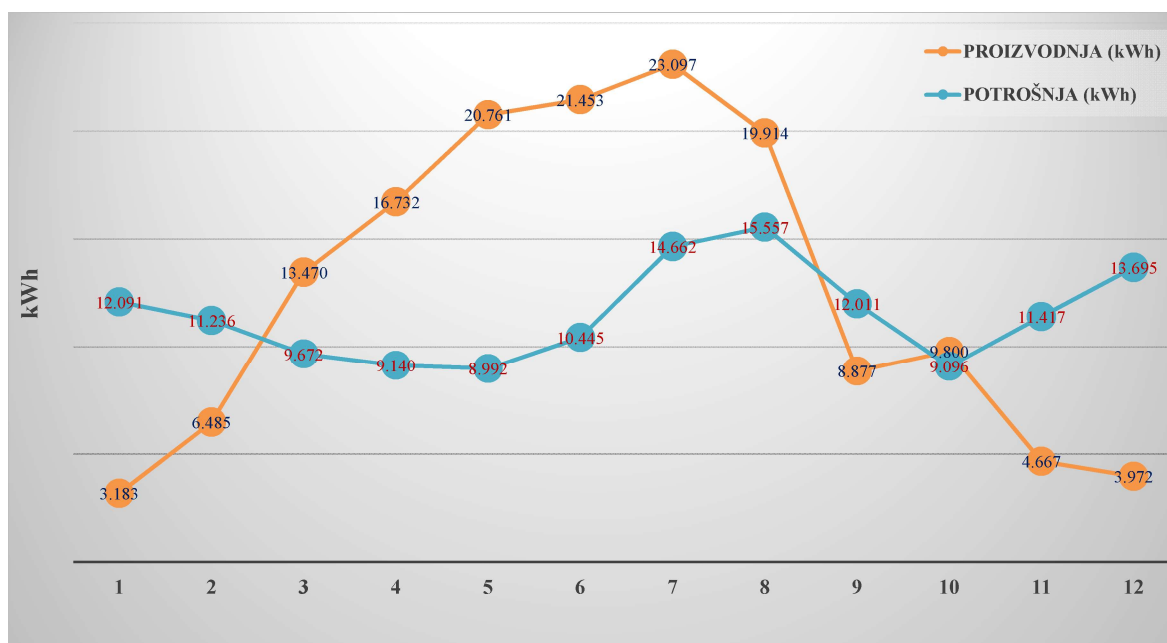


Slika 11. Fotonaponski sustav Treskavac

Ovim pristupom u opskrbi električnom energijom iz obnovljivih izvora, tvrtka Ponikve d.o.o. pridonosi očuvanju okoliša i održivog razvoja uštedama na emisijama CO₂ koje bi nastale korištenjem energije iz neobnovljivih izvora. Podaci o proizvedenoj i potrošenoj električnoj energiji u 2017. godini prikazani su u sljedećoj tablici.

Tablica 8. Proizvodnja i potrošnja električne energije FN elektrane Treskavac u 2017. godini

Mjeseci	Proizvodnja, kWh	Potrošnja, kWh	Ostatak, kWh
1	3.183	12.091	-8.908
2	6.485	11.236	-4.751
3	13.470	9.672	3.798
4	16.732	9.140	7.592
5	20.761	8.992	11.769
6	21.453	10.445	11.008
7	23.097	14.662	8.435
8	19.914	15.557	4.357
9	8.877	12.011	-3.134
10	9.800	9.096	704
11	4.667	11.417	-6.750
12	3.972	13.695	-9.723
UKUPNO	152.411	138.014	14.397



Slika 12. Proizvodnja i potrošnja električne energije FN elektrane Treskavac u 2017. godini

2.2.1. Izračun izbjegnutih emisija stakleničkih plinova

Ušteda na emisijama stakleničkih plinova koja je posljedica korištenja obnovljivih izvora energije iznosi onoliko tona CO₂ eq koliko bi se nastalo da se koriste neobnovljivi izvori za istu količinu proizvedene energije. Budući da se električna energija u Hrvatskoj dobiva iz različitih izvora, potrebno je računati s prosječnim specifičnim faktorom emisije CO₂ po kWh proizvedene električne energije koji ovisi o proizvodnji el. energije iz hidroelektrana, uvozu i gubicima energije u distribuciji, karakteristikama korištenih fosilnih goriva itd. Prosječni nacionalni specifični faktor emisije CO₂ po kWh proizvedene električne energije za razdoblje od 2010. do 2015. godine iznosi **0,249 kg CO₂eq/kWh** (izvor: *EKONERG - Institut za energiju i zaštitu okoliša*, 2015. god.).

Tablica 9. Procijenjene izbjegnute emisije stakleničkih plinova u 2017. godini, u tonama CO₂ eq

Proizvedena el. energija, kWh/god	Specifični faktor emisije, kg CO ₂ eq/kWh	Izbjegnute emisije, tCO ₂ eq/god
152.411	0,249	-38

2.3. Električni automobili

Tvrtka Ponikve d.o.o. posjeduje jedanaest automobila na električni pogon (Tablica 10).

Tablica 10. Podaci o električnim vozilima tvrtke Ponikve d.o.o.

Broj automobila	Marka vozila	Tip vozila	Kapacitet baterije, kWh	Potrošnja el. energije po NEDC*, Wh/km	Doseg po NEDC, km	Napomena
10	Volkswagen	e-up!	18,7	117	160	tvornički
1	Renault	Clio	20	125	160	prerađeni

* NEDC (engl. *New European Driving Cycle*) - ispitni ciklus za određivanje potrošnje goriva i emisija CO₂

U Tablica 10 prikazani su tvornički podaci za automobil VW e-up!, dok su za Renault Clio koji je prerađen u električni automobil procijenjeni podaci o potrošnji energije i doseg u punjenja baterije kapaciteta 20 kWh.

Europska komisija u svibnju 2017. godine donosi propis o upotrebi nove regulatorne ispitne procedure za mjerenje emisija CO₂ i potrošnje goriva osobnih i lakih gospodarskih vozila - WLTP (engl. *World harmonized Light vehicles Test Procedure*) koja zamjenjuje NEDC ispitni standard naveden u prethodnoj tablici. WLTP procedura sadrži strože uvjete ispitivanja, ali daje i realnije rezultate potrošnje goriva i emisija CO₂ u odnosu na NEDC. Propis o WLTP proceduri je stupio na snagu 1. rujna 2017. godine. Prijelazni period traje do 1. rujna 2019. i u njemu se u potvrdama o sukladnosti vozila mogu navoditi rezultati obje ispitne procedure, NEDC i/ili WLTP. Od tog datuma sva nova osobna vozila stavljena na tržište Europske Unije moraju biti ispitana po WLTP proceduri.

Ono što je značajno za proračun emisija CO₂ je činjenica da su zbog strožih uvjeta testiranja i realnijih rezultata vrijednosti dobivene WLTP procedurom veće u odnosu na NEDC. Iz tog razloga je EU objavila studiju u kojoj su navedeni faktori konverzije WLTP/NEDC za različite tipove vozila. U sljedećim tablicama dane su prosječne vrijednosti za faktore konverzije automobila s benzinskim motorima i one pogonjene elektromotorima, budući da se izračun ušteda emisija temelji na usporedbi dva ekvivalentna automobila, na benzinski (VW up!) i električni pogon (VW e-up!).

Tablica 11. Prosječni faktor konverzije WLTP/NEDC za komercijalne osobne automobile (izvor: EUR 28724 EN)

Benzinski motor	1,22
-----------------	------

Tablica 12. Faktori konverzije WLTP/NEDC za električna vozila (izvor: EUR 28724 EN)

	WLTP/NEDC za potrošnju el. energije	WLTP/NEDC za potrošnju el. energije
Mali osobni automobil (npr. VW e-up!)	1,26	0,83
Srednji osobni automobil (npr. Renault Clio)	1,28	0,81

2.3.1. Izračun izbjegnutih emisija stakleničkih plinova

Ušteda na emisijama stakleničkih plinova računa se kao razlika u prosječnim emisijama dva usporedbeni automobila, na benzinski i električni pogon (VW u ponudi vozila tipa up! ima samo benzinske motore, pa je i za Renault Clio rađen izračun usporedbe za benzinski motor). Za izračun emisija električnih automobila korišten je prosječni nacionalni specifični faktor emisije CO₂ po kWh proizvedene električne energije za razdoblje od 2010. do 2015. godine iznosi **0,249 kg CO₂eq/kWh** (izvor: *EKONERG - Institut za energiju i zaštitu okoliša*, 2015. god.).

Tablica 13. Prosječne vrijednosti potrošnje i emisija za benzinske motore (Izvori: katalogi VW i Renault)

Benzinski motor	Kombinirana potrošnja po NEDC, L/100 km	Kombinirana emisija CO ₂ po NEDC, g/km	Potrošnja po WLTP, L/100 km	Emisija CO ₂ po WLTP, g/km	Prosječna prijeđena udaljenost, km/god	Emisije CO ₂ po WLTP, t/god
VW up!	4,4	100	5,3	122	20.000	2,450
Renault Clio	5,3	118	6,4	143	20.000	2,867

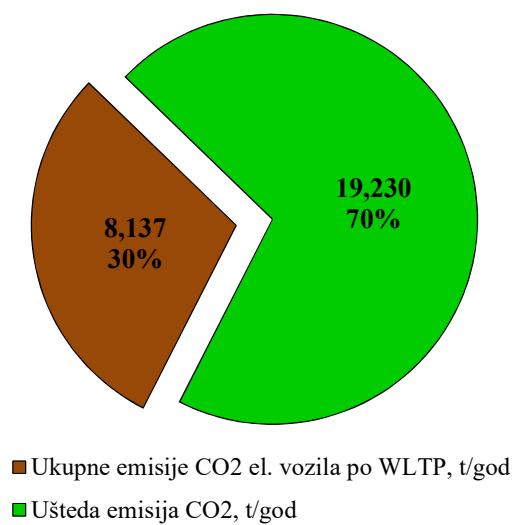
Tablica 14. Prosječne vrijednosti potrošnje i emisija jednog električnog automobila

Električni pogon	Kapacitet baterije, kWh	Potrošnja el. energije po WLTP, Wh/km	Doseg po WLTP, km	Prosječna prijeđena udaljenost, km/god	Potrošnja el. energije po WLTP, kWh/god	Emisije CO ₂ po WLTP, t/god
VW e-up!	18,7	147	133	20.000	2.948	0,734
Renault Clio	20	160	130	20.000	3.200	0,797

Ukupni rezultati ušteda na emisijama CO₂, s obzirom na brojnost vozila, prikazani su u sljedećoj tablici.

Tablica 15. Prosječne izbjegnute emisije stakleničkih plinova u 2017. godini upotrebom el. vozila, u tonama CO₂

Broj automobila	Marka i tip vozila	Ukupne emisije CO ₂ benzinskog motora po WLTP, t/god	Ukupne emisije CO ₂ el. vozila po WLTP, t/god	Ušteda emisija CO ₂ t/god
10	VW e-up!	24,500	7,340	-17,16
1	Renault Clio	2,867	0,797	-2,07
UKUPNO		27,37	8,137	-19,23



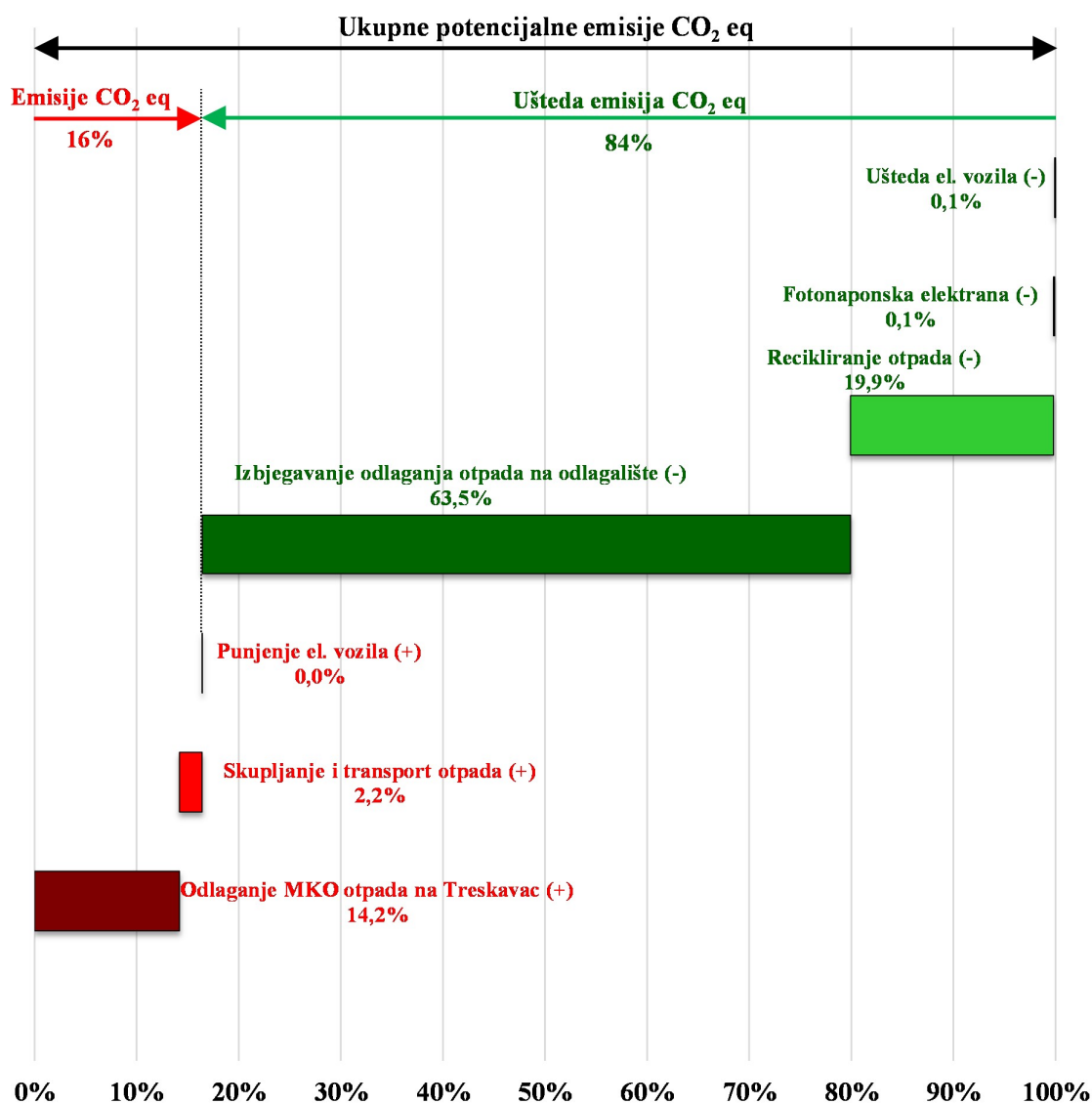
Slika 13. Udio izbjegnutih u ukupnim potencijalnim emisijama

3. Zaključci

1. Najveći potencijal za nastajanje emisija stakleničkih plinova iz djelatnosti komunalnog sektora otoka Krka potječe iz domene gospodarenja otpadom: > **99%**; ostatak: ≈1% (Fotonaponska elektrana i električni automobili)
2. Ispravnim postupanjem s otpadom - odvojenim prikupljanjem komunalnog otpada, a potom i recikliranje (papir, metali, tekstil, plastika itd.) te kompostiranje (biootpad) - postižu se značajne uštede na emisijama stakleničkih plinova
 - **najveći doprinos izbjegavanju emisija s odlagališta otpada je upravo njegovo odvojeno prikupljanje, recikliranje i kompostiranje**
 - otok Krk: zbog oko 54% odvojeno prikupljenog otpada, recikliranja i kompostiranja u 2017. godini **izbjegnuto je preko 83% ukupnih potencijalnih emisija**
 - dodatno povećanje udjela odvojeno prikupljenog otpada još će značajnije smanjiti potencijalne emisije.
3. Fotonaponska elektrana na Treskavcu, razmatrajući samo ciklus njene eksploatacije, odnosno proizvodnje energije, ne pridonosi emisijama CO₂, već „sudjeluje“ u izbjegavanju emisija
 - potrošnja električne energije dobivene iz FN elektrane iznosi oko 90% ukupno proizvedene električne energije u 2017. godini, dakle, proizvodnja je veća od potrošnje.
4. Upotreba električnih automobila u voznom parku tvrtke Ponikve d.o.o. pozitivno utječe na izbjegavanje emisija koje bi nastale upotrebom sličnih vozila na konvencionalna goriva - izbjegnute emisije korištenjem el. vozila iznose oko 70%.

Tablica 16. Pregled emisija stakleničkih plinova iz djelatnosti komunalnog sektora otoka Krka za 2017. godinu

	Emisije CO ₂ , t/god	%	
<i>Nastale emisije</i>			
Odlaganje MKO otpada na Treskavac	3.991	14,2%	
Skupljanje i transport otpada	624	2,2%	
Punjenje električnih vozila	8	0,0%	16,4%
<i>Izbjegnute emisije</i>			
Izbjegavanje odlaganja otpada na odlagalište	-17.879	63,5%	
Recikliranje otpada	-5.594	19,9%	
Fotonaponska elektrana	-38	0,1%	
Ušteda električnih vozila	-19	0,1%	83,6
UKUPNO (nastale + izbjegnute)	28.153	100,0%	



Slika 14. Udjeli emisija i ušteda stakleničkih plinova iz djelatnosti komunalnog sektora otoka Krka za 2017. godinu

5. U odnosu na ukupne emisije stakleničkih plinova po glavi stanovnika u Republici Hrvatskoj (prema *NIR 2017*), djelatnost komunalnog sektora na otoku Krku ostvaruje preko 20% ušteda na emisijama po glavi stanovnika.

Tablica 17. Uštede na emisijama stakleničkih plinova u odnosu na Republiku Hrvatsku

Ukupne emisije stakleničkih plinova u RH po glavi stanovnika	5,46 tona/st
Ukupne izbjegnute emisije stakleničkih plinova iz komunalnog sektora otoka Krka po glavi stanovnika	1,21 tona/st.
UŠTEDA	22%