

Analiza emisija stakleničkih plinova u poštanskom prometu

Antunović, Anto

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:717012>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-29**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -
Institutional Repository](#)





Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

Diplomski rad

**Analiza emisija stakleničkih plinova u poštanskom
prometu**

Anto Antunović

Zagreb, rujan 2022.



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

Diplomski rad

**Analiza emisija stakleničkih plinova u poštanskom
prometu**

**Analysing of Greenhouse Gasses Emissions in Postal
Traffic**

Student: Anto Antunović, univ.bacc.ing.traff.

Mentor: doc. dr. sc. Tomislav Kljak

Zagreb, rujan 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT

Zagreb, 5. svibnja 2022.

Zavod: **Zavod za poštanski promet**
Predmet: **Automatizacija poštanskog prometa II**

DIPLOMSKI ZADATAK br. 6711

Pristupnik: **Anto Antunović (0135241429)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Poštanski promet**

Zadatak: **Analiza emisija stakleničkih plinova u poštanskom prometu**

Opis zadatka:

U diplomskom radu je potrebno prikazati odgovarajuće utjecaje poštanskog prometa na okoliš. Opisati i primjeniti standardizirane metodologije izračuna stakleničkih plinova. Navesti neke mogućnosti prilagodbe poštanskog prometa sa ciljem smanjenja stakleničkih plinova.

Zadatak uručen pristupniku: 16. ožujka 2022.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:

doc. dr. sc. Tomislav Kljak

SAŽETAK

Poštanski operateri počinju pratiti emisije CO₂ povezane s energijom potrebnom za rad njihovih objekata i emisije iz transporta pošte do potrošača. CO₂ emisije prate i izračunavaju pomoću raznih studija kao što su IPCC i COPERT metodologija za izračunavanje.

Tema rada je analiza emisija stakleničkih plinova u poštanskom prometu. Objasnjeni su utjecaji poštanskog prometa na okoliš, kao i razne strategije poštanskih operatera koji pokušavaju smanjiti emisije stakleničkih plinova. Prikazani su trendovi emisija stakleničkih plinova u poštanskom prometu. Objasnjene su IPCC i COPERT metodologije za izračun emisija stakleničkih plinova u poštanskom prometu. Navedeni su primjeri rješenja emisija stakleničkih plinova u poštanskom prometu.

KLJUČNE RIJEČI: poštanski operateri, staklenički plinovi, CO₂, IPCC metodologija, COPERT metodologija, električna vozila, paketomati, podzemna dostava pošiljaka, recikliranje ambalaže, zelene strategije

SUMMARY

Postal operators are starting to monitor CO₂ emissions related to the energy needed to operate their facilities and emissions from transporting mail to consumers. CO₂ emissions are monitored and calculated using various studies such as the IPCC and the COPERT calculation methodology.

The topic of the paper is the analysis of greenhouse gas emissions in postal traffic. The environmental impacts of postal traffic are explained, as well as various strategies of postal operators trying to reduce greenhouse gas emissions. Trends in greenhouse gas emissions in postal traffic are presented. IPCC and COPERT methodologies for calculating greenhouse gas emissions in postal traffic are explained. Examples of solutions for greenhouse gas emissions in postal traffic are given.

KEY WORDS: postal operators, greenhouse gases, CO₂, IPCC methodology, COPERT methodology, electric vehicles, parcel machines, underground shipment delivery, packaging recycling, green strategies

Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Utjecaj poštanskog prometa na okoliš.....	3
3. Emisije stakleničkih plinova poštanskog prometa	8
3.1. Emisije stakleničkih plinova	8
3.2. IPC SMMS program.....	11
3.3. Opća formula za izračun stakleničkih plinova u poštanskom prometu.....	16
3.4. Zelene strategije davatelja poštanskih usluga	16
3.4.1. Zelena strategija Hrvatske pošte	17
3.4.2. Zelena strategija DHL-a	17
3.4.3. Zelena strategija Royal Mail-a	19
4. IPCC metodologija za izračun emisija stakleničkih plinova.....	20
4.1. Prva razina izračuna (<i>Tier 1</i>)	22
4.2. Druga razina izračuna (<i>Tier 2</i>)	23
4.3. Treća razina izračuna (<i>Tier 3</i>)	25
5. COPERT metodologija za izračun emisija stakleničkih plinova.....	27
6. Primjeri rješenja emisija stakleničkih plinova u poštanskom prometu.....	32
6.1. Električna vozila.....	32
6.2. Paketomati	34
6.3. Podzemna dostava pošiljaka.....	36
6.4. Recikliranje ambalaže	39
7. Zaključak	43
LITERATURA	44
Popis slika.....	47
Popis tablica	48
Popis grafikona.....	49
AKRONIMI	50

1. Uvod

Klimatski uvjeti koji omogućuju civilizaciju današnjice, rezultat su razvoja više stotina milijuna godina. Poštanski operateri pokušavaju smanjiti s raznim strategijama emisije stakleničkih plinova. Odnosno uvode nove načine isporuke, recikliranja i drugo koje će smanjiti emisije stakleničkih plinova u poštanskom prometu. Putem raznih metodologija za izračun emisija stakleničkih plinova i strategija koje su uvodili za smanjivanje emisija stakleničkih plinova, pokušavaju pratiti trend emisija stakleničkih plinova i prema tome vidjeti jesu li uspješni u smanjivanju emisija stakleničkih plinova.

Cilj diplomskog rada je analizirati emisije stakleničkih plinova u poštanskom prometu. Koliko emisija stakleničkih plinova se proizvodi u poštanskom prometu u zadnjih nekoliko godina. Definirati metodologije za izračun emisija stakleničkih plinova u poštanskom prometu i koja su rješenja za smanjenje emisija stakleničkih plinova u poštanskom prometu.

Rad je strukturiran u sedam poglavlja:

1. Uvod;
2. Utjecaj poštanskog prometa na okoliš;
3. Emisije stakleničkih plinova u poštanskom prometu;
4. IPCC metodologija za izračun emisija stakleničkih plinova;
5. COPERT metodologija za izračun emisija stakleničkih plinova;
6. Primjeri rješenja emisija stakleničkih plinova u poštanskom prometu;
7. Zaključak.

U drugom poglavlju rada prikazani su utjecaji poštanskog prometa na okoliš. Prikazan je trend broja pismovnih pošiljaka i paketa u odnosu na trend emisija stakleničkih plinova pismovnih pošiljaka i paketa.

Treće poglavlje opisuje općenito o emisijama stakleničkih plinova. Također je prikazano koliko u poštanskom prometu se proizvode emisije stakleničkih plinova, kao i koje su strategije pojedinih poštanskih operatera. Prikazana je i analiza trendova emisija stakleničkih plinova u poštanskom prometu unazad nekoliko godina prema IPC SMMS programu.

U četvrtom poglavlju prikazana je IPCC metodologija za izračun stakleničkih plinova. Prikazane su razine prema kojima se sve može izračunati staklenički plinovi u poštanskom prometu.

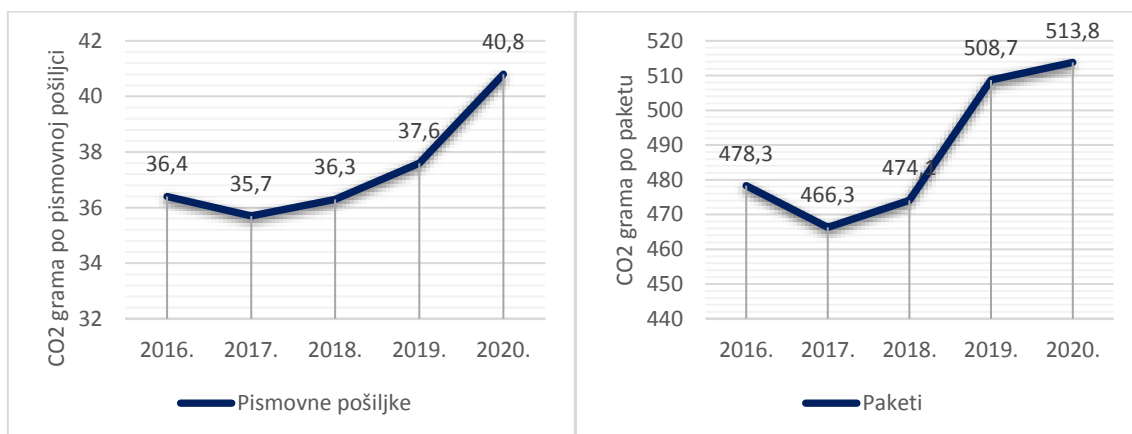
Peto poglavlje isto prikazuje izračun emisija stakleničkih plinova, ali prema COPERT metodologiji. Putem dijagrama toka prikazano je koji svi podatci su potrebni za izračun putem COPERT metodologije.

I u šestom poglavlju su prikazana rješenja za smanjivanje emisija stakleničkih plinova. Također je prikazan putem dijagrama toka koji bi bio način za recikliranje ambalaže.

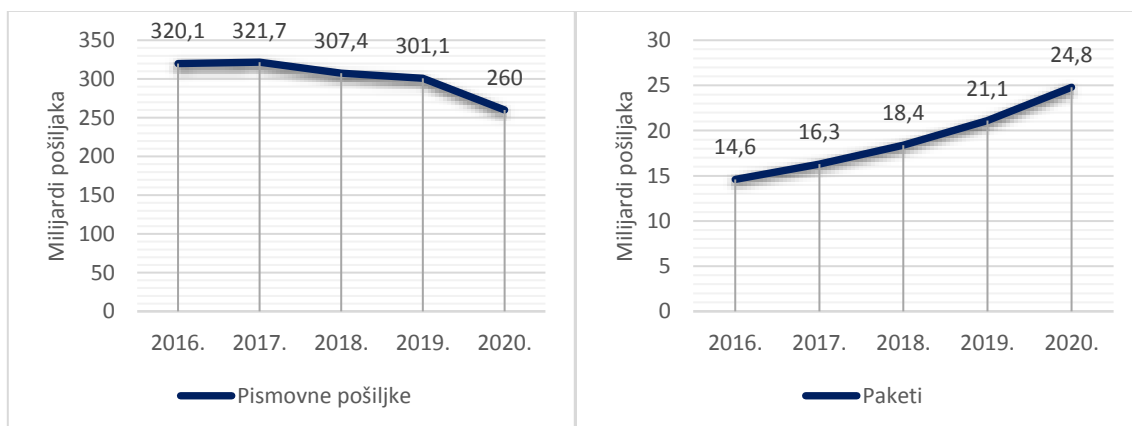
2. Utjecaj poštanskog prometa na okoliš

Mnogi poštanski operateri počinju pratiti emisije CO₂ povezane s energijom potrebnom za rad njihovih objekata i emisije iz transporta pošte do potrošača. Na temelju analiza i izračunavanja CO₂ emisije distribucija pismovnih pošiljaka stvara u prosjeku oko 36 grama CO₂ po dostavljenom pismu. Osim toga, istraživanje više od desetak studija pokazuje da je indikativni raspon emisija CO₂ povezan s pošiljkom uzvodno proces stvaranja je oko 0,9 – 1,3 grama CO₂ po gramu papira.

Na grafikonu 1. prikazani su trendovi CO₂ emisija pismovnih pošiljaka i paketa. Vidljivo je da u oba slučaja broj CO₂ emisija raste. Također kod paketa je znatno veći broj CO₂ emisije nego kod pismovnih pošiljaka, što je i logično jer paketi su puno veće težine. Na grafikonu 2. prikazan je trend ukupnog broja pismovnih pošiljaka i paketa. Vidljivo je da broj pismovnih pošiljaka je u laganom padu, dok broj paketa znatno raste.



Grafikon 1. Prikaz trenda CO₂ emisija pismovnih pošiljaka i paketa [2]



Grafikon 2. Prikaz trenda ukupnog broja pismovnih pošiljaka i paketa [28]

Kada bi se usporedio trend ukupnog broja pismovnih pošiljaka i paketa s trendom CO₂ emisija stakleničkih plinova po pošiljci. Vidljivo je da kod pismovnih pošiljaka ukupan broj je u laganom padu, dok trend CO₂ emisije stakleničkih plinova je u znatnom porastu. Kod paketa ukupan broj pošiljaka je u znatnom porastu, također trend CO₂ emisija stakleničkih plinova je isto u znatnom porastu.

Poštanske uredi su kapaciteti koji su pod posebnim uvjetima gradnje, u svrhu dostupnosti građanima - korisnicima poštanskih usluga. Stanje ovih kapaciteta upozorava na činjenicu da oni pripadaju skupini zagađivača okoliša, koji u okoliš produciraju određene količine štetnih tvari ili na drugi način onečišćuju okoliš, u zavisnosti od veličine poslovnog i drugog korisnog prostora, te broja zaposlenih radnika, načina zagrijavanja, lokacije, starosti objekta, kvalitete održavanja interijera i eksterijera, te količine otpadnih voda, otpadnih tvari i otpadnih materijala iz procesa proizvodnje poštanskih usluga i uporabe materijala pri građenju objekata. [27]

Onečišćenje se proizvodi i vizualnim učincima na okoliš, izgledom i stanjem fasada, izgledom pročelja, estetskim izgledom objekta, smještajem u prostoru u odnosu na druge objekte, pristupom za korisnike i pristupnim rampama za invalide i starije građane, bojom zgrade, vrstom materijala, izvedbom i izgledom vlastitog okoliša, natpisima, oznakama i poštanskim sredstvima na objektima.

Način održavanja motornih transportnih poštanskih kapaciteta, upravljanje vozilima po raznim kategorijama prometnicama u difuziji i koncentraciji, prijevoz poštanskih pošiljaka na stalno kritičnim ili iznimno opterećenim cestovnim pravcima, loše stanje prometnica, prosječni vijek trajanja i vrste prijevoznih sredstva. Zbog navedenih okolnosti emitiraju se velike količine štetnih plinova, buke i vibracije u okoliš.

Onečišćenje su neodgovarajućim ili nekontroliranim odlaganjem različitih vrsta otpada koji se pojavljuje u prometu:

- papir;
- tekstil;
- guma;
- metali;
- tekućine;
- plinovi;
- minerali i drugo.

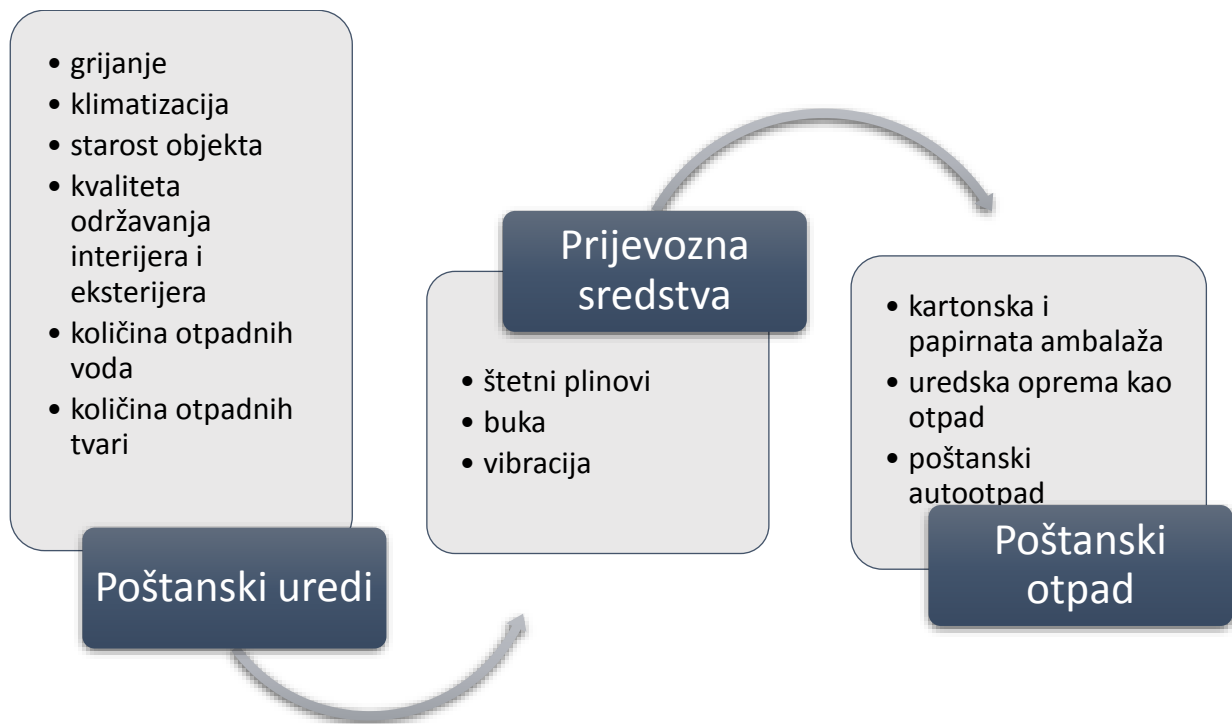
Ambalaža od papira i kartona najviše se koristi u prometu i sudjeluje sa 43,6 posto u ukupnoj proizvodnji ambalaže. Praktično ne postoji područje poštanskog prometa i proizvodnje usluga u kojem se papir i kartonska-papirna ambalaža ne koriste za pakiranje i prijenos poštanskih pošiljaka od korisnika do korisnika. Kartonska ambalaža i papir tek u nekim poštanskih središtima, u simboličnim količinama, kanalizirano odlaze u kontejnere poduzeća za zbrinjavanje papirnog otpada, dok neprocjenjive količine završavaju u kantama za smeće poštanskih objekata ili objekata drugih pravnih i fizičkih osoba. Papir je izuzetno korisni otpad, koji je moguće reciklirati gotovo sedam puta od nastanka iz osnovne sirovine. [27]

Velika količina razne uredske opreme, kao što su računski strojevi za prijam poštanskih pošiljaka, obradu dokumenata, brojanje novca i žigosanje poštanskih pošiljaka te zastarjela informatička oprema, postali su poštanski otpad koji je privremeno zbrinut na radnim mjestima ili su skladišteni u nekim mjestima.

Zastarjela poštanska vozila čine neprocjenjive štete poduzeću i okolišu na nekoliko načina, i to:

- kao vozilo s visokom potrošnjom goriva i maziva;
- s visokim troškovima održavanja;
- s primjerenom količinom otpadnih rezervnih dijelova zamijenjenih tijekom održavanja.

Na grafikonu 3. prikazani su općeniti utjecaji poštanskog prometa na okoliš. Elementi poštanskog prometa koji utječu na okoliš su poštanski uredi, prijevozna sredstva te poštanski otpad.



Grafikon 3. Prikaz utjecaja poštanskog prometa na okoliš [27]

Budući da su papirnate i elektroničke komunikacije isprepletene u različitim fazama životnog ciklusa pismonosne pošte, pokušaj da se eliminiira poštu i zamijeni je elektroničkim komunikacijama, prije predstavlja preraspodjelu ukupnog ugljičnog otiska nego njegova eliminacija. Nekoliko čimbenika i statističkih podataka osporava pojednostavljeno mišljenje da je fizička pošta uvijek, i u svakom slučaju, inferiorna u odnosu na e-poštu po svom utjecaju na okoliš. Nemoguće je napraviti široku usporedbu ugljičnog otiska pošte i e-pošte jer određivanje ugljičnog otiska oba ovisi o specifičan skup varijabli kroz životni ciklus komunikacijskog procesa.

Na tržištu koje je sve više usredotočeno na okoliš, davatelji poštanske usluge ulažu u programe i inicijative za rješavanje i daljnje smanjenje utjecaja na okoliš. Organizacije i tvrtke pošte trebaju raditi zajedno kako bi se postigao cilj i uspostavila najbolja praksa koja podržava ekološka održivost pošte.

Za uspostavljanje ovog procesa preporuča se da davatelji poštanskih usluga trebaju:

- razviti skup podataka za aktivnosti i procese životnog ciklusa koji će biti uključeni u procjenu emisije CO₂ pošte;
- poticati više partnerstava u industriji pošte kako bi se dodatno proširila ekološka održivost pošte;
- nastaviti proučavati emisije CO₂ i druge utjecaje pošte i komunikacija na okoliš;
- identificirati mogućnosti za maksimalno korištenje goleme infrastrukture poštanskih i privatnih prijevoznika i dobavljača za dobrobit okoliša;
- nastaviti educirati pošiljatelje pošte i potrošače o relativnim utjecajima pošte na okoliš u odnosu na druge aktivnosti, posebno druge komunikacijske aktivnosti, i što mogu učiniti.

3. Emisije stakleničkih plinova poštanskog prometa

Klimatski uvjeti koji omogućuju civilizaciju današnjice, rezultat su razvoja više stotina milijuna godina. Poštanski operateri pokušavaju smanjiti s raznim strategijama emisije stakleničkih plinova. Odnosno uvode nove načine isporuke koje će smanjiti emisije stakleničkih plinova u poštanskom prometu.

3.1. Emisije stakleničkih plinova

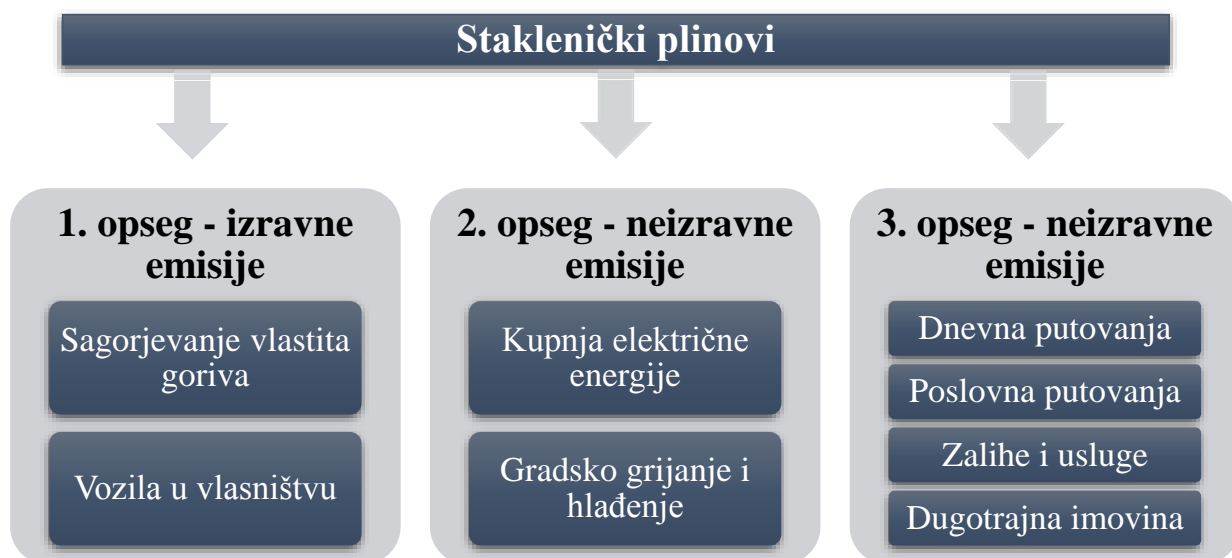
Ugljični dioksid (CO₂): Plin koji se javlja u prirodi, ali i kao nusproizvod izgaranja fosilnih goriva poput nafte, plina i ugljena, izgaranja biomase, promjena u uporabi tla i industrijskih postupaka (npr. proizvodnja cementa). Glavni je antropogeni staklenički plin i referentni plin u usporedbi s kojim se mjeri učinak ostalih stakleničkih plinova. [4]

Emisije ugljičnog dioksida glavni su pokretač globalnih klimatskih promjena. Općenito je poznato da svijet mora hitno smanjiti emisije kako bi se izbjegli najgori utjecaji klimatskih promjena. Ali, kako je ta odgovornost podijeljena između regija, zemalja i pojedinaca bila je beskrajna točka spora u međunarodnim raspravama.

Postoje prirodni i ljudski izvori emisije ugljičnog dioksida. Prirodni izvori uključuju razgradnju, oslobađanje oceana i disanje. Ljudski izvori dolaze iz aktivnosti poput proizvodnje cementa, krčenja šuma, kao i izgaranja fosilnih goriva poput ugljena, nafte i prirodnog plina.

Vrste opsega CO₂ emisija su (grafikon 4.):

- emisije opsega 1 - emisije su izravne emisije iz vlastitih ili kontroliranih izvora;
- emisije opsega 2 - neizravne emisije od proizvodnje kupljene energije;
- emisije opsega 3 - su sve neizravne emisije koje nisu uključene u opseg 2, te koje se javljaju u lancu vrijednosti poduzeća koje izvješćuje, uključujući i uzvodno i nizvodno emisije.



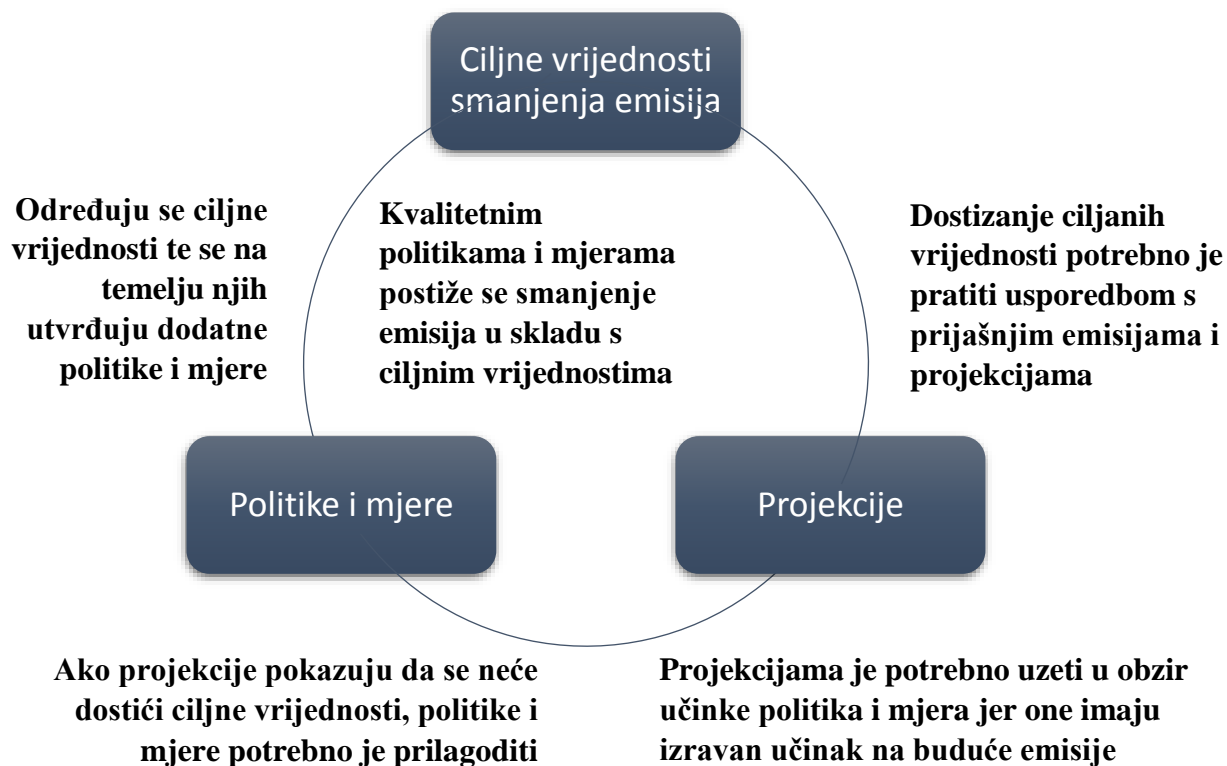
Grafikon 4. Prikaz vrsta stakleničkih plinova [1]

Kako bi postigli smanjenja emisija i pridržavali se međunarodnih pravila, EU i njegove države članice obvezali su se na to da će svake godine UNFCCC-u dostavljati podatke o svojim konačnim emisijama stakleničkih plinova.

Na temelju Protokola iz Kyota i Konvencije UNFCCC-a EU i njegove države članice dostavljaju Tajništvu UNFCCC-a sljedeće informacije:

- projekcijama budućih emisija zajedno s informacijama o načinu njihove izrade (tj. alatima za izradu modela i faktorima koji na njih utječu);
- informacijama o politikama i mjerama za ublažavanje klimatskih promjena kojima se pruža potpora održivom postizanju smanjenja emisija, uključujući opseg takvih mjera, njihove poveznice s politikama EU-a, *ex ante* i, u relevantnim slučajevima, *ex post* informacije o njihovom učinku, kao i način na koji nacionalne politike i mjere doprinose provedbi nacionalnih dugoročnih strategija niskougljičnog razvoja.

Projekcije se upotrebljavaju za procjenu budućeg napretka u smanjenju emisija te upućuju na područja u kojima će politike i mjere za ublažavanje klimatskih promjena biti djelotvorne. Na grafikonu 5. pojašnjavaju se poveznice među ciljnim vrijednostima i projekcijama te politikama i mjerama.



Grafikon 5. Poveznice među ciljnim vrijednostima, projekcijama te politikama i mjerama EU-a [7]

Metan (CH_4) je glavni sastojak prirodnog plina, ali njegova kemijska i fizikalna svojstva čine ga snažnim stakleničkim plinom i zabrinjavajućim doprinosom globalne klimatske promjene. [36]

Metanska molekula, CH_4 , napravljena je od središnjeg ugljikovog atoma okruženog s četiri vodika. Metan je bezbojni plin koji se obično formira na jedan od dva načina:

- biogeni metan proizvode mikroorganizmi koji razgrađuju određene vrste šećera u uvjetima gdje kisik nije prisutan. Ovaj biološki proizvedeni metan može se oslobađati u atmosferu neposredno nakon što se proizvede ili se može nakupiti u mokrom sedimentu samo da bi se kasnije oslobodio;
- kad se organska tvar duboko zakopa u geološkim slojevima i preko milijun godina, formira se termogeni metan, a potom se podvrgne pritisku i visokim temperaturama. Ovaj tip metana je primarni sastavni dio prirodnog plina koji čini 70 do 90%. Propan je uobičajeni sporedni proizvod koji se nalazi u prirodnom plinu. [36]

Metan, zajedno s ugljičnim dioksidom i drugim molekulama, značajno doprinosi efektu staklenika. Odražena energija iz sunca u obliku duge duljine infracrvenog zračenja uzbuđi molekule metana umjesto da putuje u prostor. To zagrijava atmosferu, dovoljno da metan pridonosi oko 20% zagrijavanja zbog stakleničkih plinova, drugi u važnosti iza ugljičnog dioksida. Zbog kemijske veze unutar svoje molekule, metan je mnogo učinkovitiji pri upijanju topline od ugljičnog dioksida (čak 86 puta više) što ga čini vrlo snažnim stakleničkim plinom. [36]

Dušikov oksid (N_2O) je bezbojni, nezapaljivi plin na sobnoj temperaturi, a nadaleko je poznat kao urnebesni ili nitro plin (NOS). Dušikov oksid je plin koji se prirodno proizvodi u okolišu i važan je za klimatsku ravnotežu, no može se proizvesti i industrijski za nekoliko primjena. [37]

Dušikov oksid (N_2O) prisutan je u znatno manjim omjerima od ugljičnog dioksida (CO_2), ali je njegov učinak mnogo veći. Njegova je prisutnost u troposferi inertna, pridonoseći samo apsorpciji toplinske energije, međutim, kada je prisutna u stratosferi, razgrađuje ozonski omotač. Dušikov oksid ima svojstvo zadržavanja topline u atmosferi oko 300 puta veće od CO_2 , odnosno jedna molekula dušikovog oksida ekvivalentna je 300 molekula CO_2 u atmosferi. Dušikov oksid također ima utjecaj na ozonski omotač, pridonoseći njegovoj razgradnji, i ostaje preko 100 godina u atmosferi dok se prirodno ne razgradi. [37]

3.2. IPC SMMS program

IPC radi na sustavnom rješavanju utjecaja globalnih klimatskih promjena i surađuje na smanjenju emisija ugljika u cijelom sektoru kroz IPC SMMS program u poštanskom sektoru. IPC Sustav mjerenja i upravljanja održivošću (SMMS) pokrenut je 2019. kako bi se pozabavio ciljevima održivosti poštanskog sektora za sljedećih deset godina, usklađeni s ciljevima održivog razvoja UN-a. Proširuje se na program sustava mjerenja i praćenja okoliša (EMMS) koji je usredotočen na smanjenje emisija ugljika, te proširuje djelokrug na sedam fokusnih područja održivosti najrelevantnijih za poštanski sektor:

- zdravlje i sigurnost;
- učenje i razvoj;
- učinkovitost resursa;
- klimatske promjene;
- kvaliteta zraka;
- cirkularna ekonomija i
- održiva nabava.

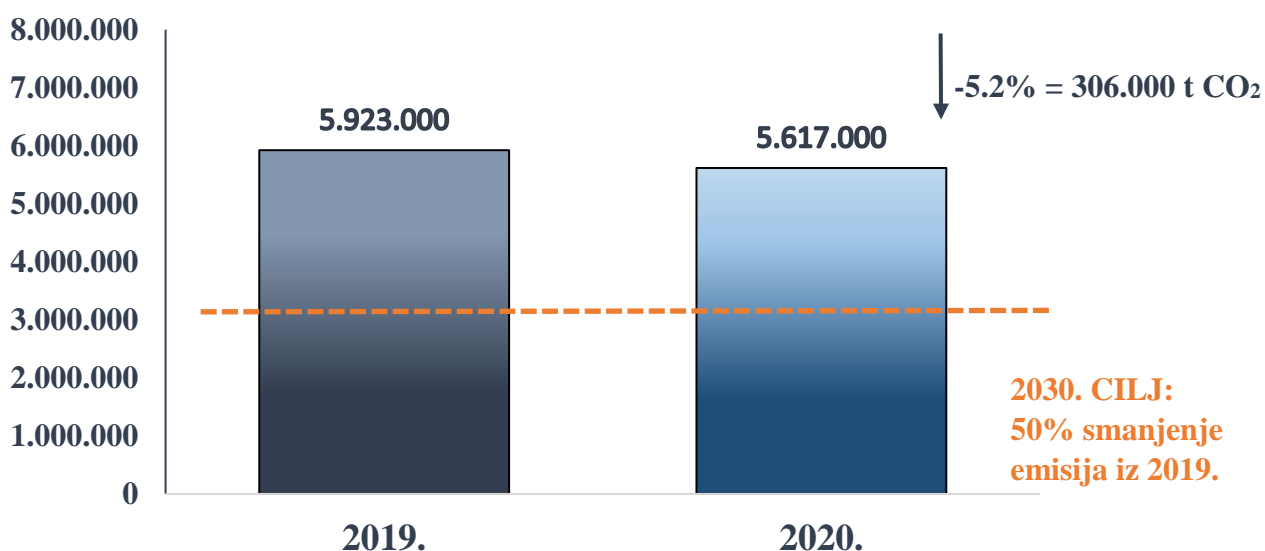
Sudionici IPC SMMS programa je 2020. izvijestila o učinkovitosti isporuke od 40,8 grama CO₂ po pismovnoj pošiljci i 513,8 grama po paketu. Ovo je povećanje u gramima CO₂ po pismovnoj pošiljci od 8% i povećanje od 1% za pakete u usporedbi s 2019. godinom. Od osnovne vrijednosti iz 2013. godine, to je jednako povećanju od 15% po pismovnoj pošiljci, ali smanjenje od 5% za pakete. U tablici 1. prikazana je učinkovitost dostave emisija stakleničkih plinova od 2013. godine do 2020. godine.

Tablica 1. Prikaz učinkovitosti dostave 2013. godine - 2020. godine

<i>Učinkovitost isporuke</i>	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2025. cilj
<i>Pismovne pošiljke (grama CO₂ po pošiljci)</i>	35.6	36.1	36.5	36.4	35.7	36.3	37.6	40.8	28.4
<i>Paketi (grama CO₂ po pošiljci)</i>	540.9	501.3	487.8	478.3	466.3	474.1	508.7	513.8	432.7

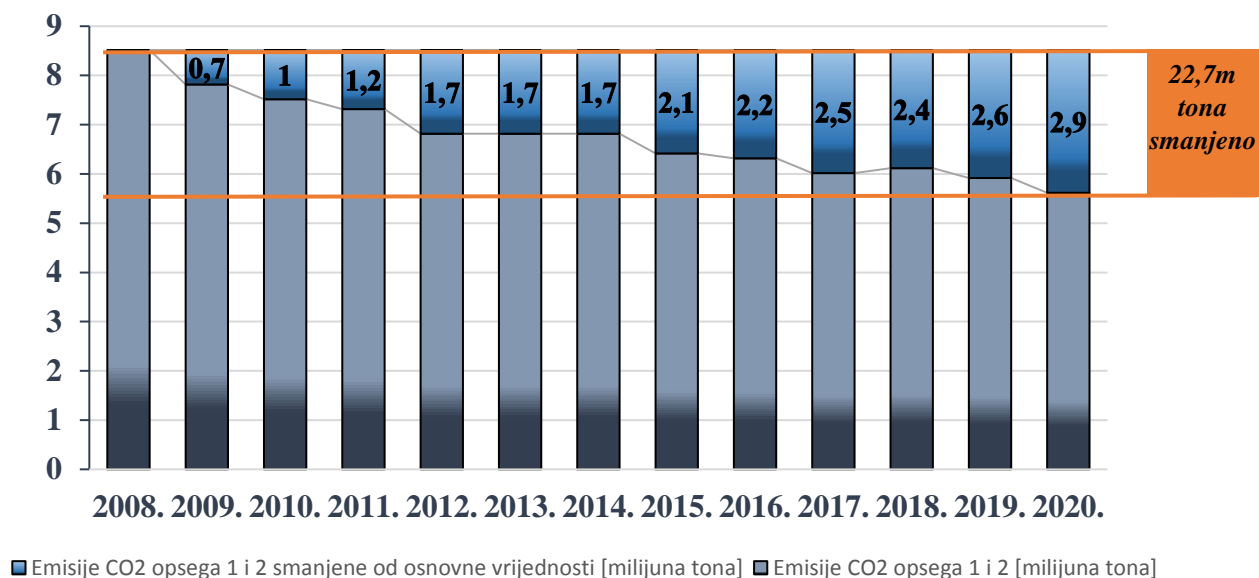
Izvor: [2]

U 2020. godini sudionici IPC SMMS programa su postavili cilj za 2030. za apsolutne emisije ugljika – smanjiti kolektivne emisije iz opsega 1 i 2 za 50% u odnosu na početnu vrijednost iz 2019. godine. U 2020. godini smanjili su emisije za 5,2% u odnosu na 2019. godinu, što je manje 306.000 tona CO₂ u odnosu na 2019. godinu. U grafikonu 6. prikazano je smanjenje emisija u opsegu 1 i 2 u odnosu na početnu vrijednost za 2019. godinu.



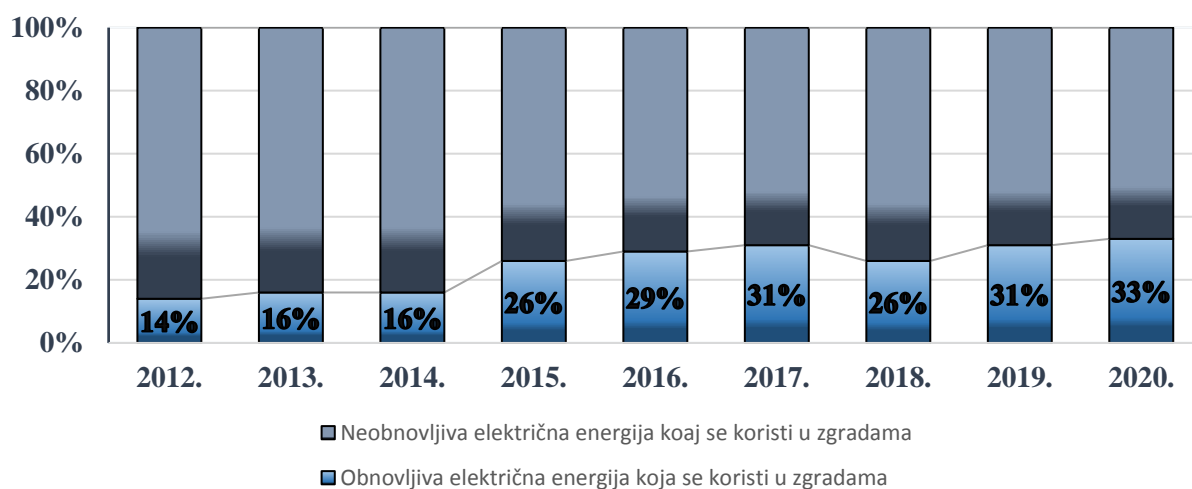
Grafikon 6. Smanjenje emisija u opsegu 1 i 2 u odnosu na početnu vrijednost 2019. godinu [2]

U 2020. godini sudionici IPC SMMS programa su izvijestili o smanjenju emisija iz opsega 1 i 2 za 34% u odnosu na početnu vrijednost iz 2008. godine. Od 2008. godine kumulativno smanjenje emisija sudionika sada iznosi 22,7 milijuna tona CO₂, kao što je prikazano na grafikonu 7.



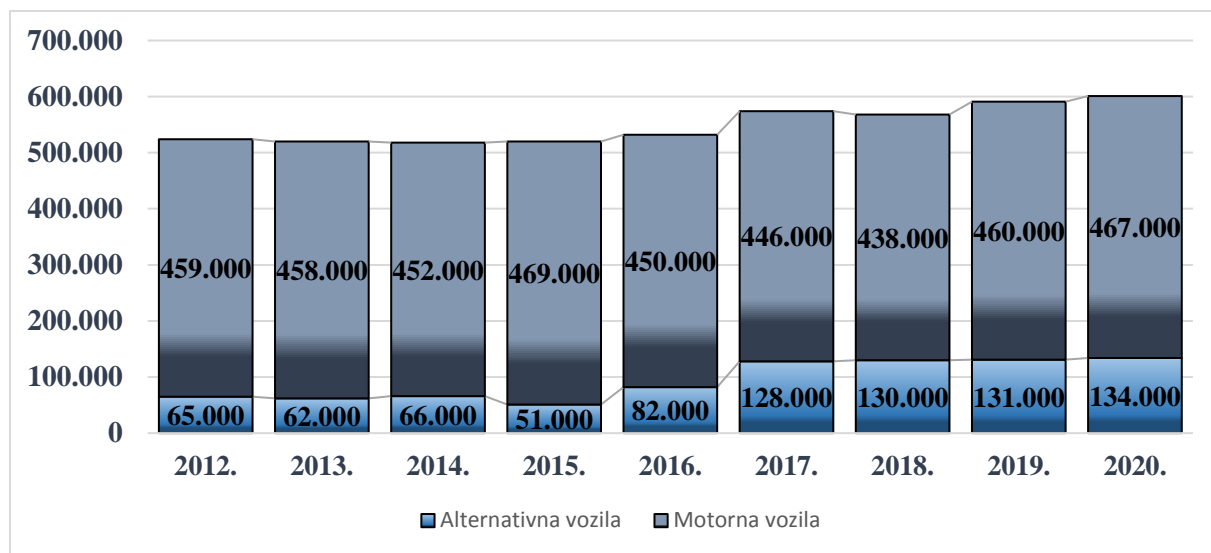
Grafikon 7. Prikaz ukupnog smanjenja CO₂ emisija od početne vrijednosti [2]

Sudionici IPC SMMS programa uspješno su povećali korištenje obnovljive električne energije s 14% ukupne potrošnje električne energije u 2012. godini na 33% u 2020. godini. U grafikonu 8. prikazano je trend obnovljive električne energije koja se koristi u zgradama od 2012. godine do 2020. godine.



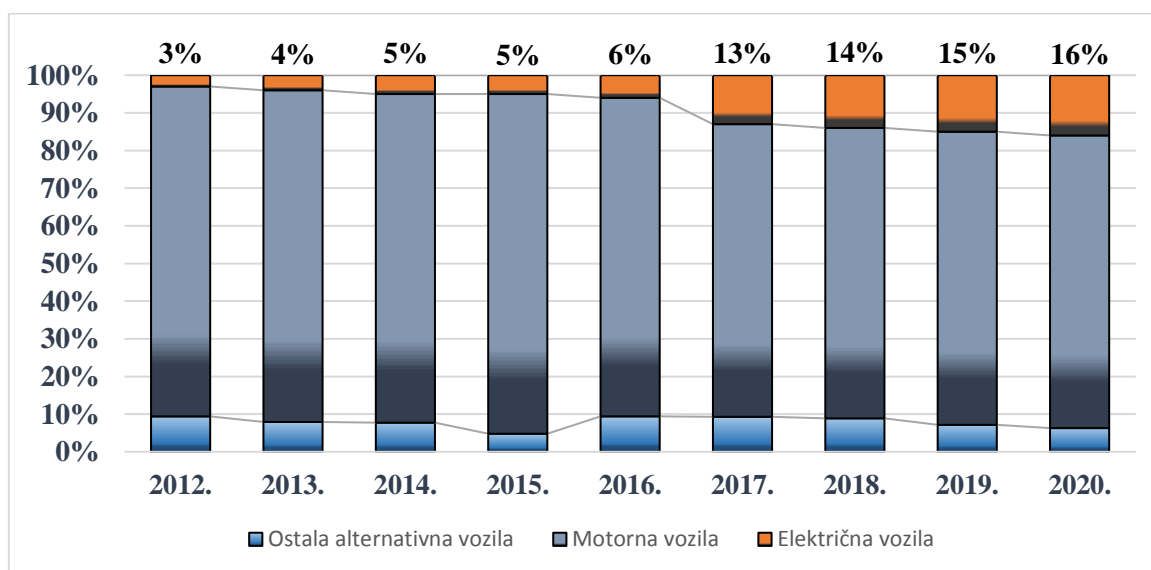
Grafikon 8. Prikaz obnovljive električne energije koja se koristi u zgradama [2]

Sudionici IPC SMMS programa povećala je svoju zajedničku flotu alternativnih vozila sa 65.000 (12% ukupnog broja vozila) u 2012. godini na više od 134.000 (22%) u 2020. godini, što je posebno impresivan rezultat s obzirom na izazovne tržišne uvjete, kao što je prikazano na grafikonu 9.



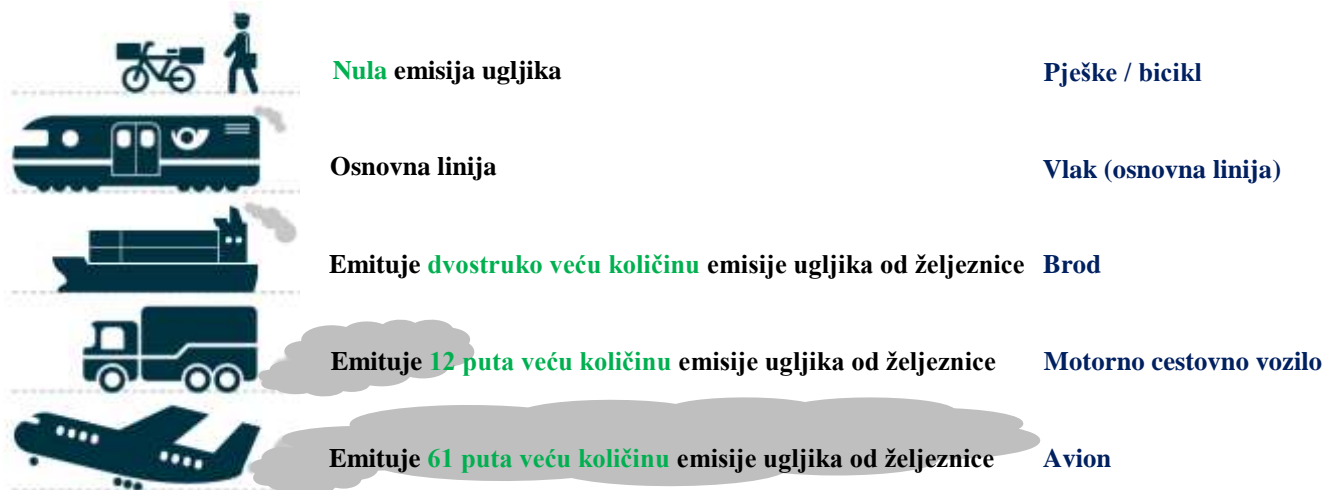
Grafikon 9. Prikaz alternativnih vozila u voznom parku [2]

Električna vozila kod sudionika IPC SMMS programa su se u 2020. godini povećala za 560%, sa 17.000 na 95.000, i čine 16% ukupnih vozila u 2020. godini. Kao udio vozila na alternativna goriva, električna vozila su činila 71% u 2020. godini. Na grafikonu 10. prikazan je trend električnih vozila u voznom parku sudionika IPC SMMS programa.



Grafikon 10. Prikaz trenda električnih vozila u voznom parku sudionika IPC SMMS programa [2]

Na slici 1. prikazan je utjecaj različitih načina prijevoza na emisije stakleničkih plinova. Vidljivo je da prijevoz pošiljaka putem zračnog prometa proizvodi 61 puta više emisija stakleničkih plinova u odnosu na željeznički promet. Najprihvatljiviji prijevoz pošiljaka je korištenje električnih vozila i nemotornih vozila.



Slika 1. Utjecaj različitih načina prijevoza na emisije stakleničkih plinova (željeznički prijevoz korišten kao polazna vrijednost) [3]

U poštanskom prometu se izravno kontroliraju emisije stakleničkih plinova u fazi distribucije pošiljaka. Dvije su ključne komponente emisija CO₂ pošte koje počinju mjeriti kako bi razumjeli i kvantificirali svoje ugljične dioksidi [26]:

1. Resursi objekta - emisije koje su povezane s poštanskom maloprodajom i objektima za obradu pošte i opremom za razvrstavanje, prvenstveno za proizvodnju toplinske i električne energije. Ovi procesi su prikazani plavom bojom na grafikonu 11.

2. Transportni resursi - emisije goriva povezane s prijevozom između objekata, bilo iz prikupljanja ili iz mjesta prijema, do određene pošte, a od tog objekta do primatelja. Ovi procesi su prikazani zelenom bojom na grafikonu 11.



Grafikon 11. Lanac vrijednosti za fazu distribucije pošiljaka [26]

3.3. Opća formula za izračun stakleničkih plinova u poštanskom prometu

Emisije se izračunavaju korištenjem međunarodno priznatih računovodstvenih standarda stakleničkih plinova, kao što je Protokol o stakleničkim plinovima (GHG) Svjetskog instituta za resurse.

Izračun emisija CO₂ iz vanjskih izvora transporta Opseg 1, Opseg 2 i Opseg 3 po pismovnoj pošiljci i po paketu. Emisije CO₂ pismovne pošiljke i paketa izražene u gramima podijeljene su s ukupnim brojem obrađenih pismonosnih pošiljaka, odnosno paketa, prema izrazu 1 [12]:

$$Emisija_{Staklenički\ plin} = \frac{Opseg\ 1 + Opseg\ 2 + Opseg\ 3}{UKP} \quad (1)$$

pri čemu je:

Emisija_{Staklenički plin} – količina emisije stakleničkih plinova po pojedinoj pošiljci [CO₂/pošiljka];

Opseg 1 - sve izravne emisije stakleničkih plinova iz operacija koje su u vlasništvu ili pod kontrolom tvrtke, uključujući one iz zgrada i transporta;

Opseg 2 - neizravne emisije stakleničkih plinova iz proizvodnje kupljene električne energije, topline, pare ili hlađenja koju troši tvrtka;

Opseg 3 - ostale neizravne emisije iz izvora unutar vrijednosnog lanca tvrtke, uključujući aktivnosti povezane s prijevozom vozila koja nisu u vlasništvu ili pod kontrolom izvještajnog subjekta, poslovna putovanja i putovanja zaposlenika na posao, vanjske aktivnosti itd;

UKP – ukupna količina pošiljaka.

3.4. Zelene strategije davatelja poštanskih usluga

Davatelji poštanskih usluga prilagođavaju se navedenim novim okolnostima, a ključni elementi uspješne transformacije poslovanja leži u njihovoj konkurentnoj prednosti - kompetencijama zaposlenika i razvijenoj poštanskoj mreži. Davatelji poštanskih usluga pomoću raznih strategija i studija pokušavaju smanjiti broj CO₂ emisija stakleničkih plinova, odnosno pokušavaju učiniti poštom zelenijom.

3.4.1. Zelena strategija Hrvatske pošte

Hrvatsku poštu čini zelenijom električna vozila, električne punionice, paketomati i održiv sustav gospodarenja otpadom. Električna vozila koje je uvela Hrvatska pošta su bicikli, četverocikli i mopedi. Hrvatska pošta ima 180 električnih bicikala što smanjuje 100,31 tonu manje štetnih plinova godišnje, 40 električnih četverocikala što smanjuju zagađenje štetnim plinovima i bukom i 26 električnih mopeda gdje je optimizacija efikasnosti smanjenjem broja vozila na fosilna goriva. Odnosno uporabom 246 električnih vozila smanjiti će se štetne emisije plinova za više od 150 tona godišnje.

Hrvatska pošta ima tri električne punionice. Snaga punionica je 50 kW, brzina punjenja je 30 minuta i električne punionice su postavljene sredinom 2020. godine. Otvaranjem punionica za električna vozila stvara se osnova za uvođenje brojnijeg voznog parka s pogonom na struju. Isporuka paketa putem paketomata smanjuje se potrošnja goriva i time emisije štetnih plinova.

Hrvatska pošta otpad sakuplja i predaje ovlaštenim sakupljačima bez naknade, kao što je odbačena elektronička i električna oprema, rasvjetna tijela i slično. U 2020. godini predali su 1.5 kilograma takvog otpada. Također predaju na daljinu uporabu ili recikliranje opasni i neopasni otpad. U 2020. godini predali su oko 380 tisuća kilograma takvog otpada. Hrvatska pošta recikliranjem papira, kartona, ambalaže od plastike, željeza i istrošenih tonera ostvaruje prihode. U 2020. godini predali su oko 440 tisuća kilograma takvog otpada. [29]

3.4.2. Zelena strategija DHL-a

DHL ima misiju postizanja neto nulte emisije do 2050. Cilj im je smanjenja štetnih emisija stakleničkih plinova do 2030. To će učiniti tako što su si postavili cilj u skladu s Pariškim sporazumom kroz inicijativu znanstveno utemeljenih ciljeva, te će uložiti 7 milijardi eura kako bi mogli ostvariti takav cilj odnosno smanjili štetne emisije stakleničkih plinova na manje od 29 milijuna tona do 2030. godine. Tom investicijom povećati će korištenje održivih zrakoplovnih goriva, dizajnirati sve nove zgrade ugljično neutralne, ponuditi sveobuhvatan portfelj zelenih proizvoda i elektrificirati 60% isporuke u zadnjoj milji. Do 2030. godine će imati više od 80.000 električnih vozila na cestama.

DHL-ov pristup održivom zrakoplovstvu su:

- miješanje održivog zrakoplovnog goriva (SAF) za zračni promet do 2030.,
- investiranje u najnoviju tehnologiju najučinkovitijeg, održivog zrakoplovnog goriva i rješenja alternativne energije dostupnih u industriji;
- poboljšanje učinkovitosti letačkih operacija korištenjem tehnologije;
- podrška inovativnim tehnologijama;
- korištenje elektrifikaciju i tehnologiju vodika;
- poticanje ponude zelenih proizvoda.

DHL-ov pristup za zelenu posljednju milju i linijski prijevoz su:

- elektrificiranje 60% dostavnih vozila u zadnjoj milji do 2030.;
- smanjiti potrošnju goriva kroz trajna poboljšanja mreže;
- podrška razvoju i dostupnosti na tržištu vodika i električnih kamiona;
- zeleno umetanje i ponuda proizvoda za krajnje kupce;
- zelena transportna rješenja kooperanata kroz standarde, obrazovanje i poticaje za ulaganje u rješenja zelenog prijevoza;
- omogućivanje doprinosa zaposlenicima kroz ekološke programe obuke vožnje.

DHL-ov pristup za ugljično neutralne zgrade prema zadanim postavkama su:

- ugljični neutralni dizajn za sve nove zgrade (u vlasništvu);
- povećanje udio zelene električne energije na više od 90% na globalnoj razini do 2030. i izravno nabavljati energiju iz održivih izvora;
- uvođenje održivih izvora energije za grijanje u više od 50% zgrada do 2030.;
- pretvaranje lokalnu proizvedenu električnu energiju iz obnovljivih izvora (npr. solarna/fotonaponska energija) u goriva za elektrificiranu flotu;
- korištenje digitalizaciju/inteligentne sustave upravljanja zgradom za daljnje smanjenje potrošnje energije.

3.4.3. Zelena strategija Royal Mail-a

Royal Mail je smanjio do sada štetnih stakleničkih plinova za 31,9 %. Smanjili su potrošnju električne energije od 10 milijuna kwh u posljednjih 5 godina. Njihov bio-CNG vozila smanjuju emisiju ugljika za 85% u usporedbi s običnim dizel motorima za teretna vozila. Uvode 295 električnih vozila s nultom emisijom ispušnih plinova.

Također Royal Mail koristi i preko 11 tisuća paketomata za isporuku poštanskih pošiljaka. Putem paketomata isporuka pošiljaka omogućuje smanjenje potrošnje goriva i time smanjuje emisije štetnih plinova. Dostavu pošiljaka putem običnih poštara obavljaju preko 70% isporuke. Royal Mail smanjuje štetnim stakleničkih plinova za 459 tona CO₂ učinkovitijom vožnjom.

4. IPCC metodologija za izračun emisija stakleničkih plinova

IPCC predstavlja Međuvladinu skupinu o klimatskim promjenama. To je grupa znanstvenika koji se zalaže za Program zaštite okoliša Ujedinjenih naroda (UN) za procjenu globalne klimatske promjene. Misija ima za cilj sažeti aktualnu znanost o klimatskim promjenama, a potencijalni učinci klimatskih promjena će imati na okoliš i ljude. IPCC ne radi nikakva izvorna istraživanja; umjesto toga se oslanja na rad tisuća znanstvenika.

S obzirom na sve veći razvoj sustava trgovine kvotama emisija i sve veći ekonomski značaj koji višak emisija stakleničkih plinova predstavljaju, porasla je potreba za što većom preciznošću izračunavanja količine emisija stakleničkih plinova. Zbog toga je porasla važnost metodologija za jamstvo kvalitete (*Quality Assurance, QA*) i za kontrolu kvalitete (*Quality Control, QC*). U svrhu vjerodostojnosti procjena emisija, od strane IPCC-a je objavljen vodič *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories* ili *Good Practice Guidance, GPG* koji je u skladu s objavljenim Smjernicama IPCC-a te ih upotpunjuje s jamstvom kvalitete. [11]

Novije smjernice iz 2006. godine su podijeljene u pet svezaka:

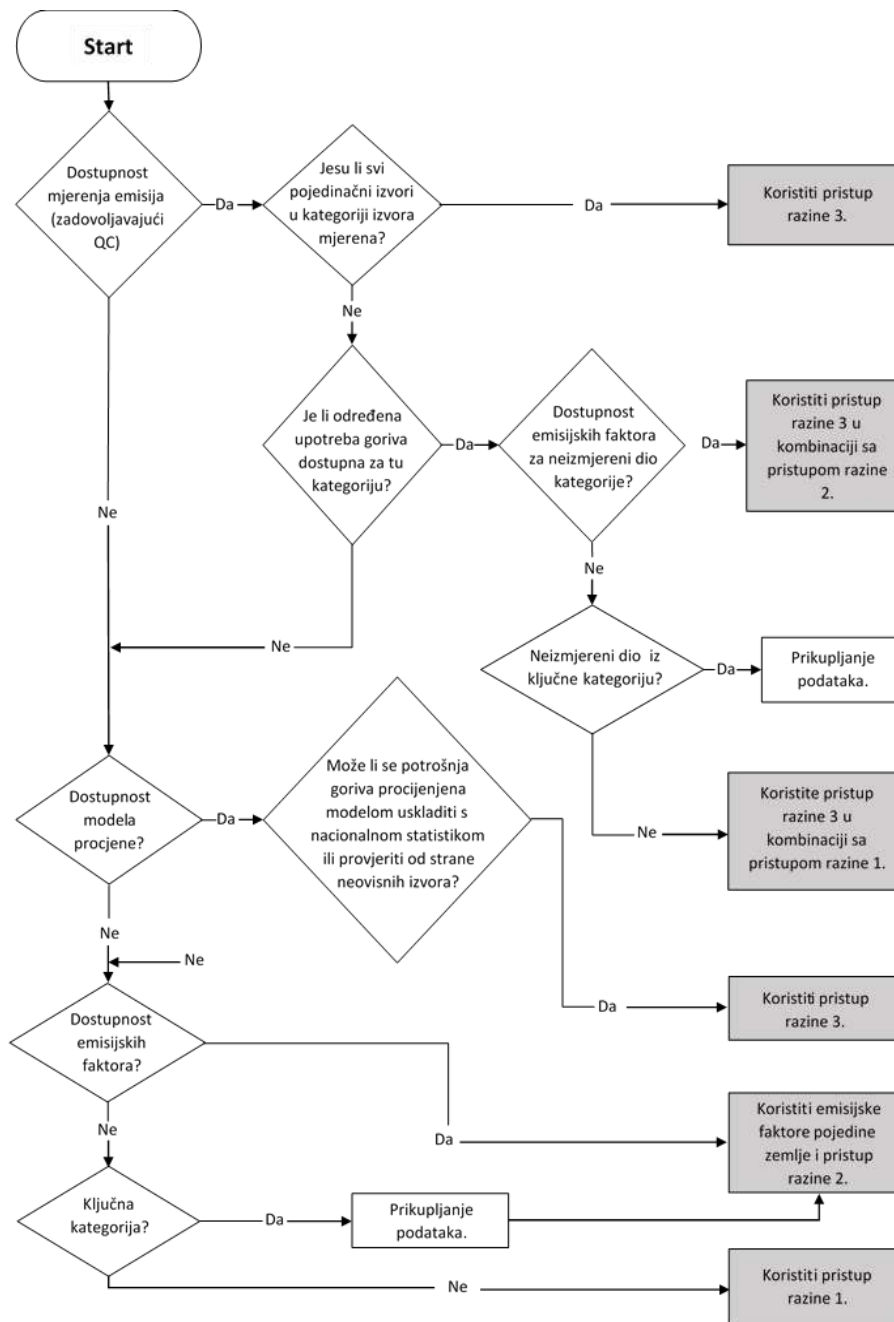
- Svezak 1.: Opće smjernice i izvještavanje (*General Guidance and Reporting*);
- Svezak 2.: Energetika (*Energy*);
- Svezak 3.: Industrijski procesi i upotreba otapala (*Industrial Processes and Product Use*);
- Svezak 4.: Poljoprivreda, šumarstvo i ostalo korištenje zemljišta (*Agriculture, Forestry and Other Land Use*);
- Svezak 5.: Otpad (*Waste*).

Svaki svezak sadrži upute za izračun emisija za sektor na koji se odnosi. Unutar sektora navedena je podjela na podsektore i kategorije, definirani su najzastupljeniji staklenički plinovi, glavni izvori emisija te opći emisijski faktori. Također, propisani su parametri ključni za izračun emisija na različitim razinama točnosti (*Tier*).

Smjernice 2006 IPCC guidelines for *National Greenhouse Inventories* razlikuje tri različite razine izračuna emisija stakleničkih plinova koje se međusobno razlikuju prema stupnju kvalitete prikupljanja podataka koji se koriste pri izračunu te prema stupnju složenosti izračuna.

Prema IPCC smjernicama za izračun ukupnih emisija stakleničkih plinova za pojedinu kategoriju čine podaci o ukupnoj potrošnji energije, odnosno goriva za proizvodnju energije.

Na grafikonu 12. prikazan je dijagram toka generaliziranog stabla za odlučivanje procjene emisija iz stacionarnog izgaranja. Putem generaliziranog stabla za odlučivanje procjene emisija iz stacionarnog izgaranja može se doći koju razinu treba koristiti ovisno o podacima koje se ima.



Grafikon 12. Generalizirano stablo odlučivanja za procjenu emisija iz stacionarnog izgaranja [17]

4.1. Prva razina izračuna (*Tier 1*)

Izračuni prve razine temelje se na poznavanju o potrošnji goriva i zadanim vrijednostima emisijskog faktora. Ovo je najjednostavniji i najčešći izračun emisije stakleničkih plinova plin. Uključuje najmanje čimbenika i također je najmanje točan. Koristi se u slučaju kada prikupljanje podataka nije dovoljno detaljno za točnije razine izračuna. Izraz za izračun emisije stakleničkih plinova za prvu razinu, izraz 2 [9]:

$$\mathbf{Emisija_{Staklenički\ plin} = Potrošnja_{Gorivo} * Emisijski\ faktor\ (2)}$$

pri čemu je:

Emisija_{Staklenički plin} – ukupna emisija stakleničkih plinova u tonama [t CO₂];

Potrošnja_{Gorivo} – količina potrošene energije [TJ];

Emisijski faktor – zadani faktor emisije koji ovisi o pojedinom gorivu koje se koristi te o stakleničkom plinu čija emisija se računa. Sadrži i faktor oksidacije ugljika za koji se na prvoj razini izračuna pretpostavlja da iznosi 1 [t CO₂/TJ].

U slučaju kada se imaju podatci o količini potrošnje goriva u jedinicama mase, tada potrošnju goriva može se odrediti tako da se pomnoži količina potrošnje u jedinicama mase sa srednjom ogrijevnom moći goriva (H) koja se obično nalazi u TJ/t ili TJ/10³ m³, prema izrazu 3 [9]:

$$\mathbf{Potrošnja_{gorivo}[TJ] = Potrošnja_{gorivo}[t\ ili\ m^3] * H_{gorivo} \left[\frac{TJ}{t} \ ili \ \frac{TJ}{10^3 m^3} \right] \ (3)}$$

pri čemu je:

Potrošnja_{gorivo} [TJ] – količina potrošene energije u teradžulu;

Potrošnja_{gorivo} [t ili m³] – količina potrošene energije u tonama ili metara kubičnim;

H_{gorivo} – srednja ogrijevna moć goriva.

4.2. Druga razina izračuna (*Tier 2*)

Izračuni razine druge temelje se na poznavanju potrošnje goriva i emisija faktor stakleničkih plinova specifičan za određenu zemlju. Ovaj izraz je sličan onom koji se koristi pri izračunu emisija izračuna prve razine, ali umjesto općeg emisijskog faktora, koristi se emisijski faktor koji je određen za konkretnu zemlju.. Pri određivanju emisijskog faktora može se u obzir uzeti sadržaj ugljika u pojedinim gorivima, dio ugljika koji oksidira pri izgaranju ili tehnologija izgaranja.

Također, mogu se tijekom vremena mijenjati. Opći faktori emisije navedeni u IPCC smjernicama ne razlikuju se mnogo od onih izračunatih za pojedine zemlje. Međutim, s obzirom na velike količine potrošenog goriva, mogu imati značajan utjecaj na konačni izračun emisije stakleničkih plinova. To je posebno bitno u sustavu trgovanja emisijama.

Definiranjem emisijskih faktora za svaku pojedinu državu se povećava preciznost izračuna ukupnih količina emisija jer opći emisijski faktori mogu, ali i ne moraju biti slični pojedinim emisijskim faktorima.

Emisijski faktori za Republiku Hrvatsku definiraju se prema izrazu 4 [11]:

$$\mathbf{Emisijski\ faktor(spec.)_{Staklenički\ plin, Gorivo} = CEF * O_C * \frac{44}{12'} \quad (4)}$$

pri čemu je:

Emisijski faktor (spec.)_{Staklenički plin, Gorivo} – emisijski faktor za pojedinu vrstu goriva;

CEF – emisijski faktor ugljika [t C/TJ];

O_C – frakcija ugljika koji oksidira;

$\frac{44}{12}$ – stehiometrijski odnos ugljikovog dioksida (CO₂) i ugljika (C).

Emisije stakleničkih plinova se prema drugoj razini izračuna dobivaju prema izrazu 5 [11]:

Emisija_{Staklenički plin}

$$= \text{Potrošnja}_{\text{Gorivo}} * \text{Emisijski faktor (spec.)}_{\text{Staklenički plin, Gorivo}} \quad (5)$$

pri čemu je:

Emisija_{Staklenički plin} – ukupna emisija ugljikova dioksida u tonama [t CO₂];

Potrošnja_{Gorivo} – količina potrošene energije [TJ];

Emisijski faktor (spec.)_{Staklenički plin, Gorivo} – zadani faktor emisije koji se računa posebno i specifičan je za svaku državu te se mijenja tijekom vremena. Ovisi o pojedinom gorivu koje se koristi te o stakleničkom plinu čija emisija se računa. Sadrži faktor oksidacije ugljika koji je drugačiji za različite vrste goriva, emisijski faktor ugljika (CEF) koji je drugačije za različite vrste goriva te stehiometrijski odnos ugljikova dioksida i ugljika [t CO₂/TJ].

Standardi druge razine zahtijevaju srednju razinu složenosti i lokalno specifične podatke.

Općenito korištenje druge razine pristupa zahtijeva:

- podatke o količini izgorjelog goriva;
- faktor emisije specifičan za zemlju za svaki plin.

Faktori emisije specifični za državu razvijaju se uzimajući u obzir podatke specifične za državu, kao što su sadržaj ugljika u korištenim gorivima, faktori oksidacije ugljika, kvaliteta goriva i (posebno za plinove koji nisu CO₂) stanje tehnološkog razvoja.

4.3. Treća razina izračuna (*Tier 3*)

Kod prve dvije razine izračuna se koriste srednje vrijednosti emisijskih faktora koje ovise o stakleničkom plinu i vrsti goriva koje se koristi. Prema tom načinu izračuna se dobiju srednje vrijednosti emisija stakleničkih plinova. U stvarnosti, emisije stakleničkih plinova ovise o vrsti goriva koje se koriste, tehnologiji sagorijevanja, uvjetima u kojima se sagorijevanje odvija, tehnologiji kontrole sagorijevanja, kvaliteti održavanja i starosti opreme koja se koristi za sagorijevanje. Koji uključuje sve te varijable glasi prema izrazu 6 [11]:

$$\begin{aligned}
 \mathbf{Emisija}_{\text{Staklenički plin, Gorivo, Tehnologija}} = \\
 \mathbf{Potrošnja}_{\text{Gorivo, Tehnologija}} \\
 * \mathbf{Emisijski faktor (spec.)}_{\text{Staklenički plin, Gorivo, Tehnologija}} \quad (6)
 \end{aligned}$$

pri čemu je:

$\mathbf{Emisija}_{\text{Staklenički plin, Gorivo, Tehnologija}}$ – ukupna emisija ugljikova dioksida u tonama ovisno o tipu goriva i tehnologiji koji se koriste [t CO₂],

$\mathbf{Potrošnja}_{\text{Gorivo, Tehnologija}}$ – količina potrošene energije ovisno o tipu tehnologije [TJ],

$\mathbf{Emisijski faktor (spec.)}_{\text{Staklenički plin, Gorivo, Tehnologija}}$ – zadani faktor emisije koji se računa posebno i specifičan je za svaku državu te se mijenja tijekom vremena. Ovisi o pojedinom gorivu koje se koristi te o stakleničkom plinu čija emisija se računa. Sadrži faktor oksidacije ugljika koji je drugačiji za različite vrste goriva, emisijski faktor ugljika (CEF) koji je drugačije za različite vrste goriva te stehiometrijski odnos ugljikovog dioksida i ugljika. Osim navedenog, u obzir se uzima i tehnologija sagorijevanja, kontrola sagorijevanje, kvaliteta održavanja i starost opreme u kojoj se sagorijevanje odvija [t CO₂/TJ].

Za treću razinu izračuna emisija stakleničkih proračuna potrebni su detaljni podaci o:

- potrošnji pojedinih tipova goriva ovisno o tipu tehnologije sagorijevanja (vrsta goriva, tehnologija sagorijevanja, uvjeti sagorijevanja, kontrola sagorijevanja, kvaliteta održavanja i starost opreme);

- specifični emisijski faktori za svaku tehnologiju (vrsta goriva, tehnologija sagorijevanja, uvjeti sagorijevanja, kontrola sagorijevanja, kvaliteta održavanja i starost opreme);
- a ponekad i podaci o preciznosti mjerenja na razini pojedinog pogona.

Treća razina izračuna (*Tier 3*) za procjenu količina emisija stakleničkih plinova se vrlo rijetko izvodi zbog velike količine podataka koje je potrebno uključiti u izračun. U Izvješćima o inventaru stakleničkih plinova najčešće se rade izračuni na prvoj i drugoj razini. No, treća razina izračuna se sve više koristi na razini pojedinih pogona jer se na taj način dobivaju najprecizniji podaci o količinama emisija stakleničkih plinova. To je osobito bitno u sustavu trgovanja emisijama koje se sve više razvija unutar Europske unije, a i šire. Precizno poznavanje vlastitih količina emisija stakleničkih plinova može često dovesti i do znatnih financijskih ušteda u okviru navedenog sustava.

5. COPERT metodologija za izračun emisija stakleničkih plinova

COPERT je kalkulator emisije štetnih plinova vozila standarda EU. Koristi populaciju vozila, kilometražu, brzinu i druge podatke kao što su temperatura okoline te izračunava emisije i potrošnju energije za određenu zemlju ili regiju.

Nadalje, COPERT je:

- međunarodno priznat - koriste ga mnoge europske zemlje za izvješćivanje službenih podataka o emisijama;
- alat za istraživanje - izračunajte emisije na nacionalnoj, regionalnoj ili lokalnoj razini i za godišnje do dnevne procjene;
- tehnološki napredna i transparentna - COPERT-ovu metodologiju objavljuju i recenziraju stručnjaci UNECE LRTAP konvencije;
- uključuje sve glavne zagađivače:
 - stakleničke plinove,
 - onečišćujuće tvari zraka i
 - otrovne vrste.

Programski paket COPERT razvila je Europska agencija za okoliš (EEA) kao dio EMEP/CORINAIR metodologije za izračunavanje emisije CO₂ iz izgaranja i isparavanja iz izgaranja na cestama.

Ukupna emisija (E_{TOTAL}) izračunava se sumiranjem emisija iz tri različita izvora, izraz 7 [15]:

$$E_{TOTAL} = E_{HOT} + E_{COLD} + E_{EVAP} \quad (7)$$

pri čemu je:

E_{TOTAL} – ukupna emisija;

E_{HOT} – emisija tijekom stabilnog rada motora, tzv. emisija toplog motora;

E_{COLD} – emisija tijekom prijelazne faze zagrijavanja motora, tzv. emisija hladnog starta;

E_{EVAP} – emisija zbog ishlapljivanja goriva.

Uz to, ukupna emisija ovisi i o režimu vožnje (gradska (urbana) područja, izvangradska (ruralna) područja i autoput), izraz 8 [15]:

$$E_{TOTAL} = E_{URBAN} + E_{RURAL} + E_{HIGHWAY} \quad (8)$$

pri čemu je:

E_{TOTAL} – ukupna emisija;

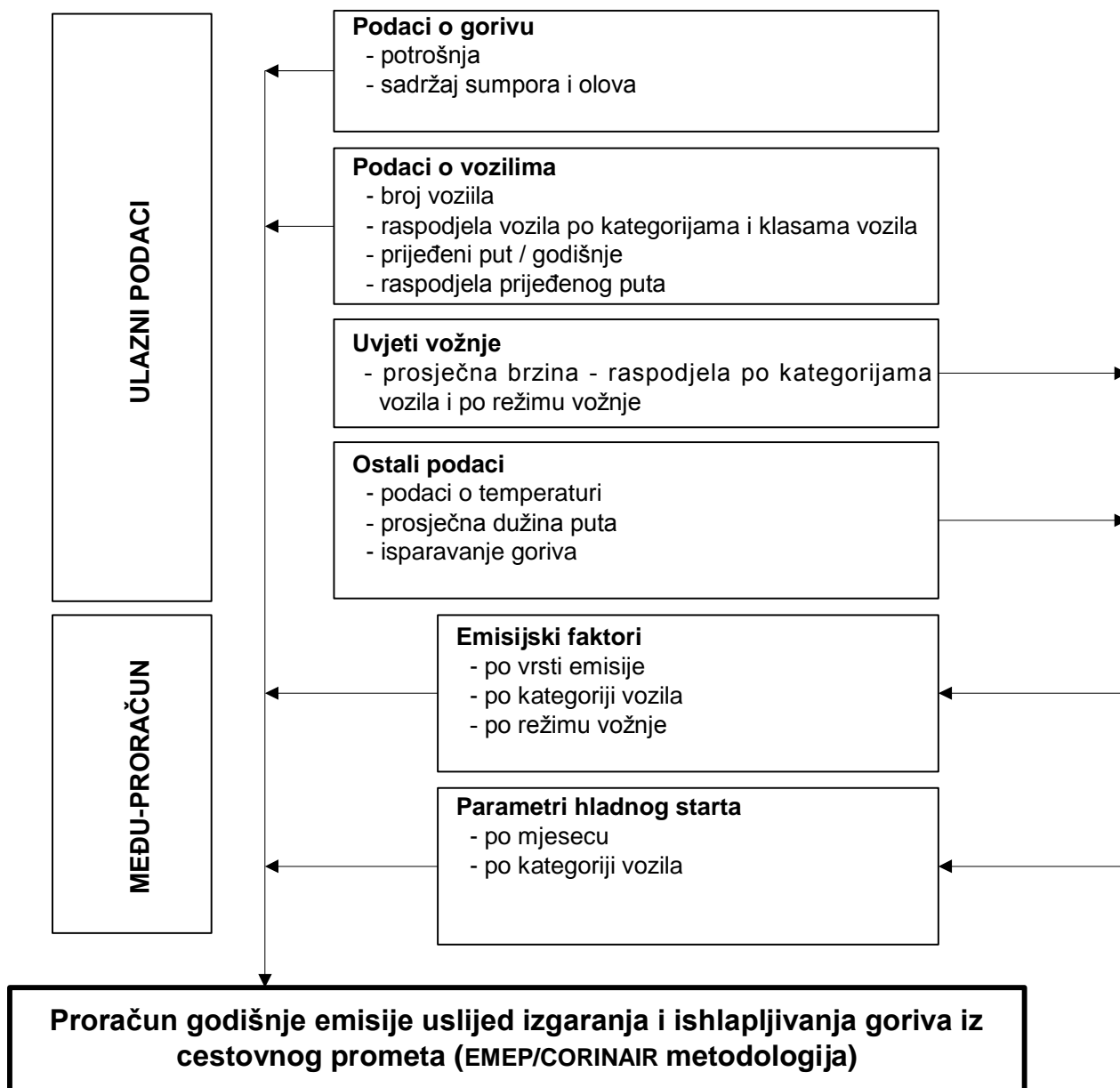
E_{URBAN} – emisija za urbana područja vožnje;

E_{RURAL} – emisija za ruralna područja vožnje;

$E_{HIGHWAY}$ – emisija za autoput područja vožnje.

Proračun emisija CO₂ u osnovi se temelji na slijedećim ulaznim podacima (grafikon 13.):

- podaci o vozilima:
 - broj vozila - raspodjela po kategorijama i klasama vozila;
 - prijeđeni put (godišnje) - po kategorijama vozila;
 - raspodjela prijeđenog puta - po kategorijama vozila - urbana područja, ruralna područja, autoput;
- uvjeti vožnje:
 - prosječna brzina - po kategorijama vozila- urbana područja, ruralna područja, autoput;
- podaci o gorivu:
 - potrošnja goriva;
 - sadržaj sumpora u gorivu;
 - sadržaj olova u gorivu;
- ostali podaci:
 - podaci o temperaturi - minimalna i maksimalna mjesečna temperatura;
 - tlak pare prema Reid-u;
 - prosječna dužina puta;
 - β vrijednost.
- emisijski faktori.



Grafikon 13. Prikaz blok dijagrama COPERT metodologije [15]

Prema COPERT metodi vozila se razvrstavaju po kategorijama i klasama prema ECE i Euro normama. ECE norma je implementirana u europskim zemljama od 1970. do 1991. godine, a europska je norma stupila na snagu 1992. godine.

Kratki opis spomenutih normi dan je u nastavku, kao što je i prikazano u tablici 2:

- PRE ECE i ECE standardi – između 1970. i 1985. godine, prema UNECE Uredbi koja se odnosi na emisije onečišćujućih tvari vozila lakših od 3,5 tone. U razdoblju od 1985. do 1990. pojavila su se suvremena tehnološka rješenja kao što su poboljšani konvencionalni motori te primjena oksidativnih i trostaznih katalizatora (otvorene i zatvorene petlje, ali bez lambda kontrole);
- Euro I tehnologija predstavljena je u lipnju 1992. godine, Direktivom 91/441/EEC. Vozila te norme su opremljena trostaznim katalizatorom zatvorene petlje te zahtijevaju upotrebu bezolovnog benzina;
- Euro II vozila su predstavljena 1996. godine, Direktivom 94/12/EC. Vozila imaju poboljšane trostazne katalizatore zatvorene petlje te niže granice emisija u usporedbi s Euro I standardom:
 - benzinska vozila - 30% smanjenje CO i 55% smanjenje HC i NOX;
 - dizelska vozila – 68% smanjenje za CO, 38% za HC i NOX te 55% za PM;
- Euro III emisijski standard je predstavljen Direktivom 98/69/EC (Korak I) u siječnju 2000. godine. U sklopu Euro III standarda u primjenu je ušao i novi test za homologaciju. Vozila spomenute norme su opremljena parom lambda senzora za zadovoljavanje granica emisija, a u usporedbi s Euro II standardima iznose za:
 - benzinska vozila: 30% manje za CO, 40% za HC i 40% za NOX;
 - dizel vozila: 40% manje za CO, 60% NOX, 14% HC 37,5% PM;
- Euro IV standard koji je trenutačno na snazi, predstavljen je Direktivom 98/69/EC (Korak 2) u siječnju 2005. godine. Prema Euro IV standardu potrebno je dodatno smanjiti emisije:
 - Benzinskih vozila u iznosu od 57% za CO, 47% za HC i NOX;
 - Dizelskih vozila: u iznosu od 22% za CO i 50% za HC, NOx i PM;
- Euro V i VI standardi – predloženi u svibnju 2007. godine. Euro V standard je u primjeni od siječnja 2010. godine, a smanjuje emisije NOX za dodatnih 25% u odnosu na Euro IV normu. U Euro VI normi nisu razmatana dodatna smanjenja emisija.

Tablica 2. Prikaz tehnoloških rješenja vozila prema ECE i Euro normama

<i>Zakonska regulativa</i>	<i>Razdoblje primjene</i>	<i>Tehnologija</i>
<i>PRE ECE</i>	do 1971.	Bez primjene tehnoloških rješenja
<i>ECE 15 00&01,</i> <i>ECE 15 02</i>	1972. – 1977. 1978. – 1980.	Početna tehnološka rješenja za smanjivanje emisije bez primjene katalizatora
<i>ECE 14 03,</i> <i>ECE 15 04</i>	1981. – 1985. 1986. – 1992.	Razvijena tehnološka rješenja za smanjivanje emisije bez primjene katalizatora
<i>EURO I</i> <i>EURO II</i> <i>EURO III</i> <i>EURO IV</i>	1993. – 1996. 1997. – 2000. 2001. – 2005. od 2006.	Oksidativni i trostazni katalizatori

Izvor: [15]

Na temelju podataka o uvjetima vožnje (prosječna brzina vožnje za različite kategorije vozila i režime vožnje), karakteristikama goriva te podacima o mjesečnim temperaturama, programski paket COPERT određuje emisijske faktore za:

- pojedinu vrstu emisije (toplog motora, hladnog starta i emisija zbog ishlapljivanja goriva);
- pojedinu kategoriju i klasu vozila;
- različite režime vožnje (gradska (urbana) područja, izvangradska (ruralna) područja i autoput).

6. Primjeri rješenja emisija stakleničkih plinova u poštanskom prometu

Postoje mnoga rješenja za smanjivanje CO₂ emisija u poštanskom prometu. U poštanskom prometu se sve više uvodi električna vozila, također tu su i paketomati, ali podzemna dostava pošiljaka koja će se vjerovatno u budućnosti koristiti za prijevoz pošiljaka.

6.1. Električna vozila

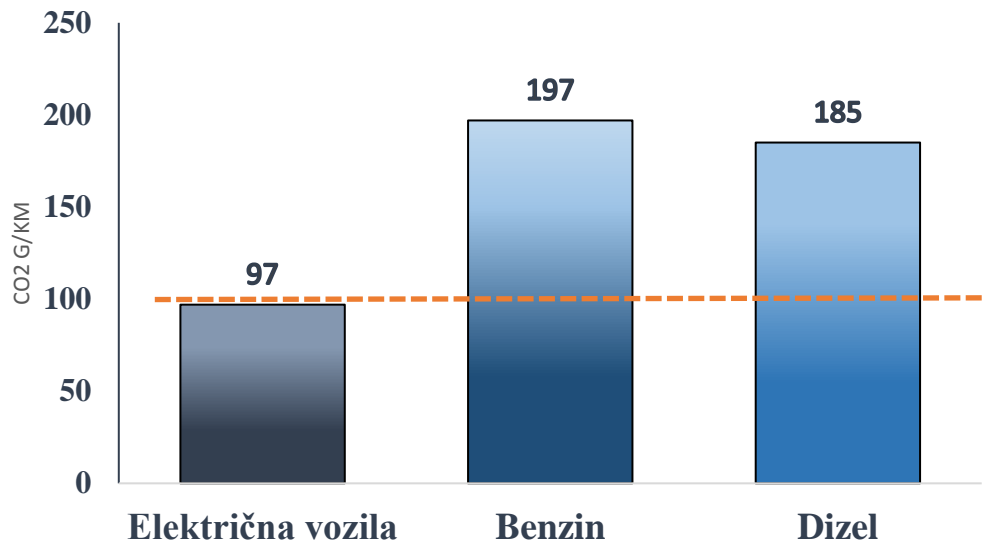
Električna vozila (EV) imaju bateriju umjesto spremnika za benzin, a električni motor umjesto motora s unutarnjim izgaranjem. Plug-in hibridna električna vozila (PHEV) kombinacija su benzinskih i električnih vozila, pa imaju bateriju, elektromotor, spremnik za benzin i motor s unutarnjim izgaranjem. [18]

EV-ovi ne proizvode emisije iz ispušne cijevi. Iako punjenje baterije može povećati zagađenje u elektrani, ukupne emisije povezane s vožnjom EV-a još uvijek su obično manje od onih za benzinske automobile - osobito ako se električna energija proizvodi iz obnovljivih izvora energije poput vjetra. PHEV-i proizvode emisije iz ispušne cijevi kada se benzin koristi kao izvor goriva.

Broj kilometara koje će EV prijeći prije nego što se baterija treba napuniti često je manji od udaljenosti koju benzinski automobil može prijeći prije nego što se napuni gorivom, ali je obično još uvijek dovoljan da ispuni dnevne potrebe prosječne osobe za vožnju. Većina električnih vozila može se puniti putem standardne utičnice od 120 V. Za brže punjenje vozila, može se instalirati namjenska utičnica od 240 V ili sustav za punjenje.

Studija *Massachusetts Institute of Technology Energy Initiative* pokazala je da proizvodnja baterija i goriva za električno vozilo stvara veće emisije od proizvodnje automobila. Ali ti veći ekološki troškovi nadoknađeni su vrhunskom energetsom učinkovitošću električnih vozila tijekom vremena.

Ukupne emisije po milji za automobile na baterije su niže od usporedivih automobila s motorima s unutarnjim izgaranjem. Prema prosjeku Europske unije najveći CO₂ zagađivači su benzinski auti s 197 g/km, a slijede dizelski modeli s 185 g/km. Električni automobili su s 97 g/km upola manji CO₂ zagađivači od benzinaca, kao što je prikazano na grafikonu 14.



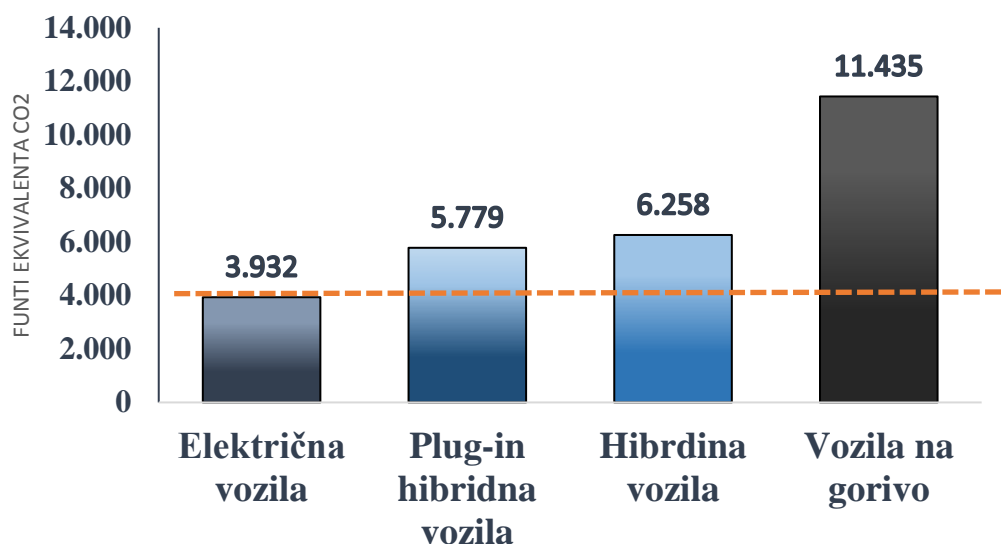
Grafikon 14. Prikaz CO₂ emisija po g/km prema vozilima prosjeka EU [19]

Europska komisija trenutačno ubraja električne automobile kao "vozila s nultom emisijom" budući da nastoji smanjiti emisije iz flote automobila u Europi ispod 95 grama CO₂ po kilometru (152,8 grama/milji) do 2021. U desetljeću koje slijedi, smanjenje je još jednog određeno je 35%, sve do 59 g/km (94,9 grama/milja).

Studija je izračunala da izrada električnog vozila i automobila s konvencionalnim motorom s unutarnjim izgaranjem stvara manje-više istu količinu CO₂ - 8,6 tona po automobilu. Oko 4,9 tona potrebno je za proizvodnju karoserije automobila i 1,9 tona emitirano tijekom procesa montaže.

EV i PHEV vozila koji rade samo na električnu energiju nemaju emisiju iz ispušne cijevi, ali emisije mogu biti proizvedene iz izvora električne energije, kao što je elektrana. U geografskim područjima koja za proizvodnju električne energije koriste relativno nisko onečišćujuće izvore energije, PHEV i EV obično imaju niže emisije u odnosu na slična konvencionalna vozila koja rade na benzin ili dizel. U regijama koje uvelike ovise o ugljenu za proizvodnju električne energije, PHEV-ovi možda neće pokazati jaku korist od emisija od dobrog do kotača.

U grafikonu 15. prikazan broj godišnjih emisija po vozilu u SAD-u. Vidljivo je da električna vozila znatno manje zagađuju okoliš ili imaju znatno manji udio CO₂ emisija u odnosu na benzin.



Grafikon 15. Prikaz godišnje emisije po vozilima prosjeka SAD-a [20]

6.2. Paketomati

Pretinac za pakete je najekološkiji oblik online kupovine. Prema InPost analiza, naručivanje paketa APM-u smanjuje emisiju CO₂ do 75% u usporedbi s drugim oblicima izravne dostave do kuće kupca. Godine 2020. sama isporuka InPost ormarića za pakete smanjila je emisiju CO₂ za više 180.000 tona. Daljnji razvoj i optimizacija paketnog ormarića mreža InPost smanjit će promet automobila u gradovima, što će se pretvoriti u poboljšanje kvalitete zraka i promicati zaštitu klime.

Što se tiče isplativosti, najupečatljiviji broj u tablici 3. je broj paketa koji se mogu isporučiti u jednom danu. Isporuka pošiljaka u paketomatima se može deset puta više isporučiti nego običnom dostavom na kućnim adresama. U isto vrijeme čini se da je dobit za okoliš u smislu emisije CO₂ znatno niža za InPost ormariće za pakete kao i potrošnju goriva.

Također se može bolje osigurati usmjeravanje vozila i smanjiti troškove isporuke. Ove prednosti se odražavaju i na vozači, koji nemaju problema s propuštenom dostavom i pogrešnim adresama te stoga mogu raditi brže i bolje. Međutim, ništa se ne govori o vremenu koliko paket može ostati u ormariću. Ovaj faktor također ima snažan utjecaj na učinkovitost.

U tablici 3. prikazana je usporedba dostave pošiljaka na adresu i isporuke na paketomatu InPost-a. Vidljivo je da se više pošiljaka može isporučiti putem paketomata, nego dostavom pošiljaka na kućnim adresama. Također zbog toga isporuka pošiljaka putem paketomata po pošiljci sadrži manje CO₂ emisija u odnosu na dostavu pošiljaka na kućnim adresama.

Tablica 3. Usporedba dostave pošiljaka na adresu i isporuke na paketomatu InPost-a

<i>Pokazatelji</i>	<i>Prijeđeni put kurira</i>	<i>Broj pošiljaka dostavljenih/isporučenih</i>
<i>Dnevni kilometri za dostavu na kućnu adresu</i>	150 [km]	70
<i>Dnevni kilometri za isporuku u paketomatu</i>	60 [km]	600
<i>CO₂ emisija po pošiljci</i>	300 [CO ₂ g po pošiljci dostavom na kućnu adresu]	14 [CO ₂ g po pošiljci isporukom na paketomatu]
<i>Potrošnja goriva po paketu</i>	0,23 [l po pošiljci dostavom na kućnu adresu]	0,01 [l po pošiljci isporukom na paketomatu]

Izvor: [21]

Pretnac za pakete je najodrživiji oblik dostave. Kurir dostavlja oko 150 paketa u ormarić odjednom - smanjujući emisiju CO₂ za 52 kg u usporedbi s dostavom na kućnu adresu. Jedan ormarić za pakete sprječava svaki dan emisiju količine CO₂ usporedive s onom koju 9 stabala apsorbira u godini. Ako ovaj se rezultat pomnoži se s 10 000 ormarića za pakete, svaki dan se radi na smanjenju emisije CO₂ kao što to čini 90 000 stabala godišnje. Ilustrativno je prikazano na slici 2.



Slika 2. Ilustrativan prikaz štednje CO₂ emisije s paketomatima [22]

"Posljednja milja" je završna faza isporuke - od lokalne poslovnice izravno do kupca. Stvara najviše CO₂ po pošiljci, osobito u slučaju izravne kućne dostave. Paketomati smanjuju problem dodatne emisije CO₂. Kurir može dostaviti više paketa na jedno mjesto, tako da dostava ne ispušta CO₂ od odlaska različitim kupcima, koji često žive daleko jedni od drugih.

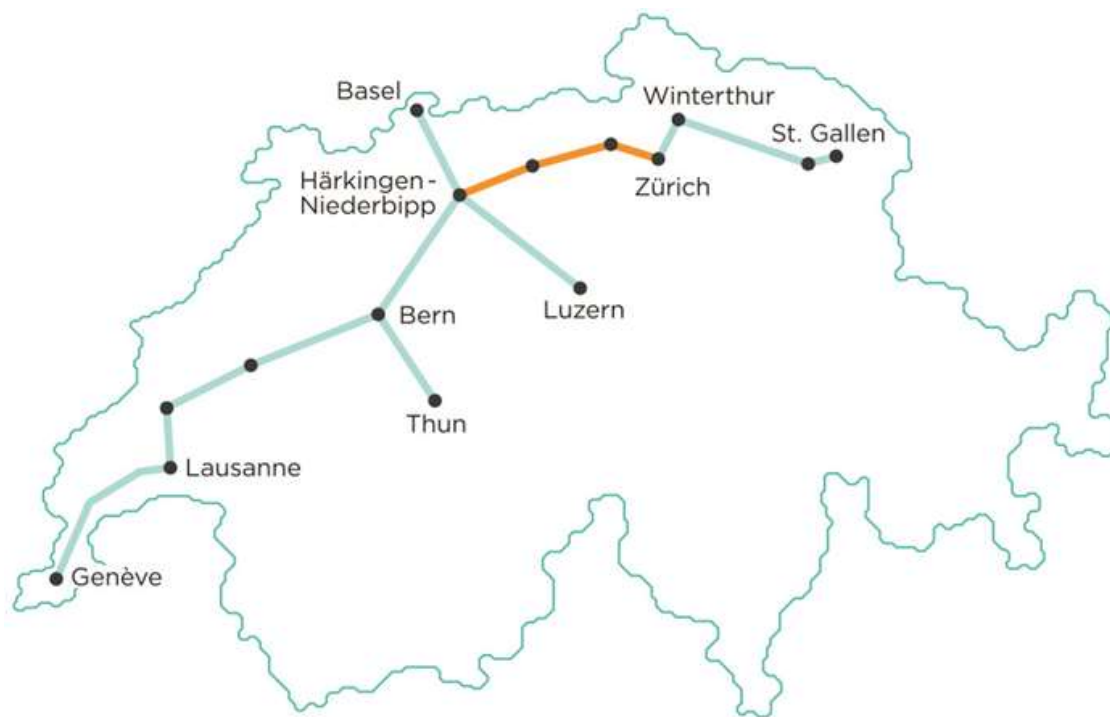
Primatelji sami odlučuju kada će preuzeti pošiljku - mogu to učiniti 24 sata dnevno, u bilo koje vrijeme koje mu odgovara. Kada idu pješice ili preuzimaju paket dok se bave drugim stvarima, pomažu okolišu.

6.3. Podzemna dostava pošiljaka

Švicarski konzorcij *Cargo sous terrain* (CST), stvoren za transformaciju logistike i digitalizaciju industrije, planira pokrenuti automatizirani, digitalno kontrolirani, end-to-end logistički sustav u zemlji do 2045. godine. CST će osigurati sigurnu, pouzdanu i pravovremenu dostavu kontejnera, paleta i paketa kroz podzemni tunelski transportni sustav koji će povezivati poslovna središta zemlje sjeverno od Alpa.

Početkom 2016. *Cargo Sous Terrain* (pod zemljom) predstavio je studiju izvodljivosti za 66 km dug tunel koji povezuje tri grada/logistička centra u Švicarskoj (Solothurn, Bern i Zürich). Rješenje za tuneliranje ima smisla za Švicarsku, jer planinski teren ne dopušta neograničeno širenje njihove infrastrukture. Tuneli imaju svoju cijenu. 66 km tunela, širine 6 metara, 50 metara ispod zemlje, koštati će oko 3,4 milijarde dolara. Bepilotna vozila kretala bi se brzinom od 30 km na sat, pokretana i upravljana elektromagnetskom indukcijom.

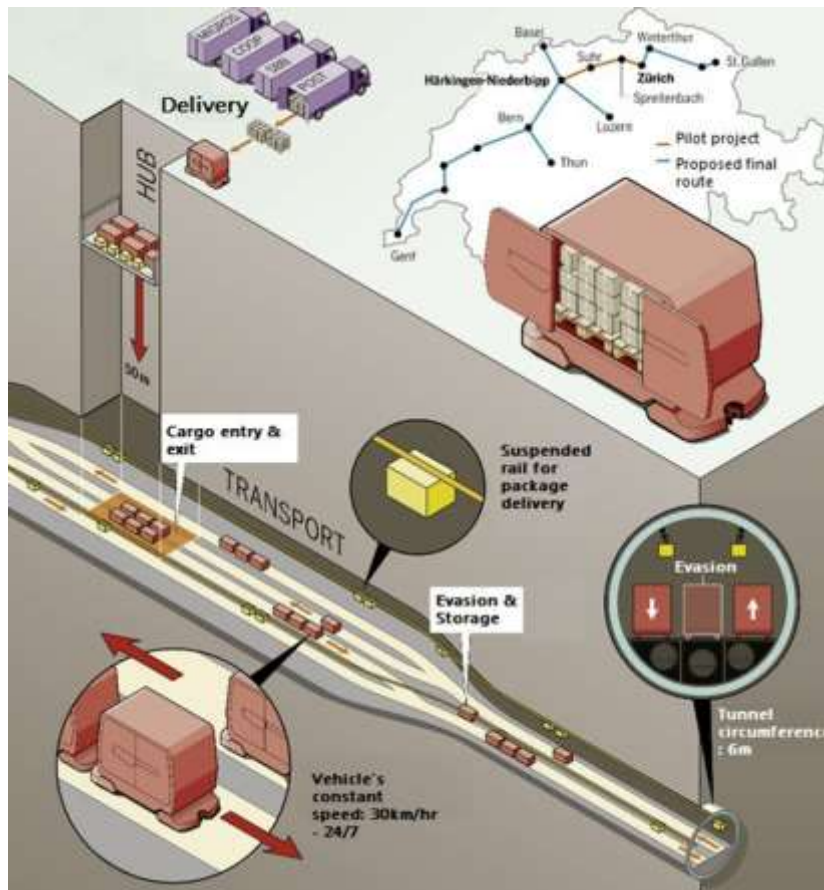
Očekuje se da će prva dionica tunelskog sustava biti gotova do 2030. godine i povezivat će logistički centar Härkingen-Niederbipp (blizu Berna) sa Zürichom. Automatizirana mreža potom će se proširiti od Ženeve do St. Gallena i od Basela do Lucerna, s dodatnim ogrankom od Berna do Thuna. Na slici 3. prikazane su dionice tunelskog sustava.



Slika 3. Prikaz dionice tunelskog sustava Härkingen-Niederbipp sa Zürichom [23]

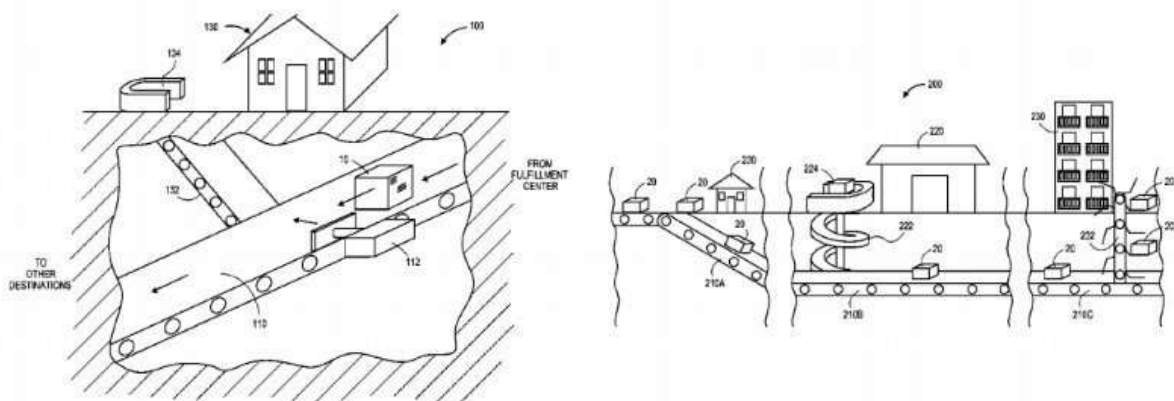
U konačnici, duljina tunela transportnog sustava bit će 500 km, a planirano je otvaranje više od 80 čvorišta za utovar/istovar i izgradnja milijun četvornih metara podzemnih skladišta. Prema izračunima konzorcija, potpuna provedba projekta omogućit će opsluživanje oko 10 milijuna ljudi. Na slici 4. prikazano je funkcioniranje prijevoza pošiljaka.

CST vjeruje da će projekt smanjiti broj kamiona na švicarskim cestama za 40%. Istodobno će se teretni promet u gradovima smanjiti za 30%, zahvaljujući sustavnoj i učinkovitoj isporuci električnih vozila. Prometni sustav će raditi isključivo na obnovljivim izvorima energije.



Slika 4. Prikaz funkcioniranja prijevoza pošiljaka [24]

Također kompanija Amazon također razmišlja i o toj ideji logističke inovacije, Amazon ima ideje i o tome. Nedavno su dobili patent za sustav koji koristi namjenske tunele za isporuku i distribuciju robe i paketa. Od dobavljača do distribucijskih centara do kupaca i natrag. Prikaz funkcioniranja distribucije pošiljaka prikazano je na slici 5.



Slika 5. Prikaz distribucije pošiljaka kroz tunnel Amazona [25]

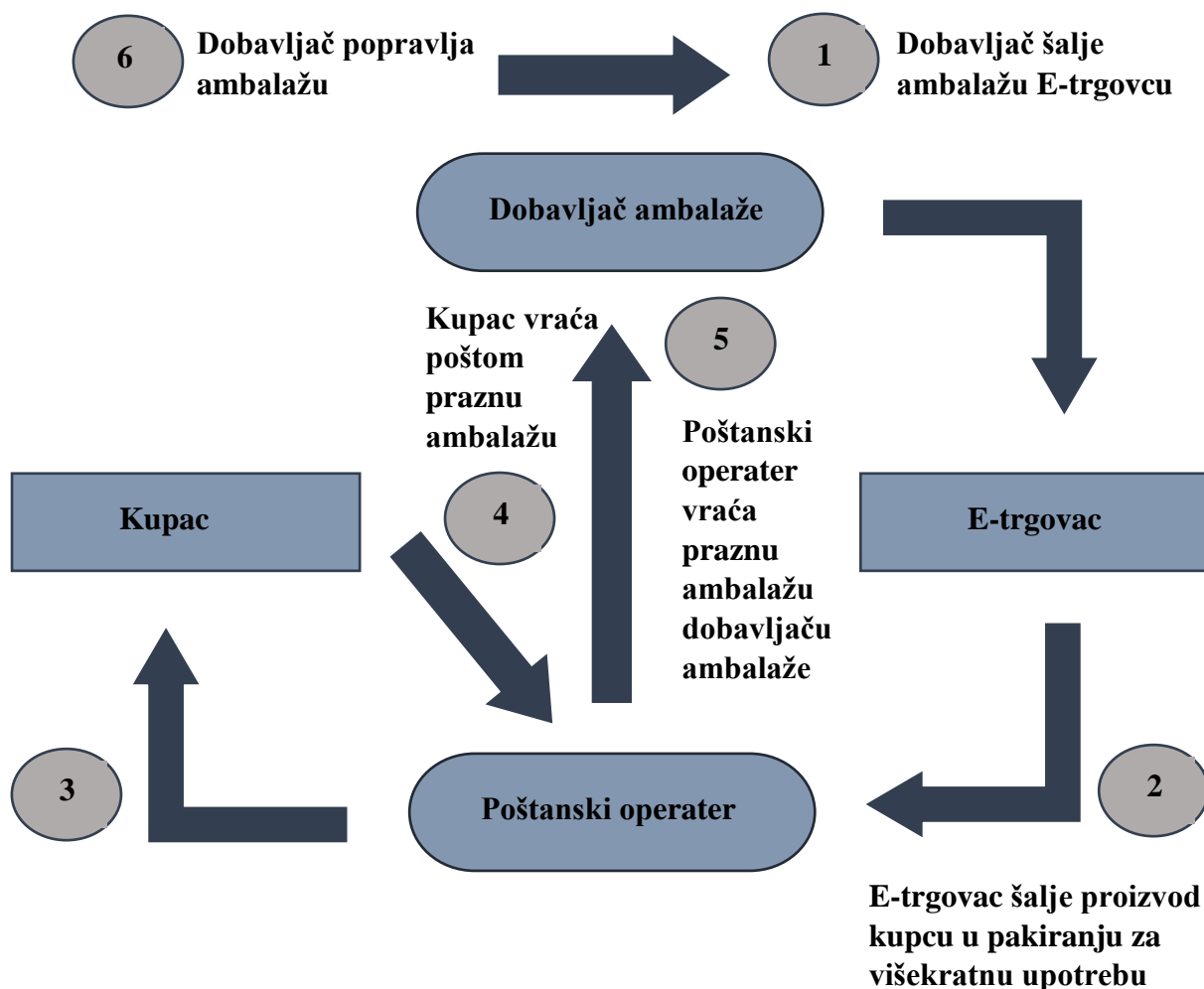
6.4. Recikliranje ambalaže

Potrošači očekuju ekološki odgovorne proizvode i usluge za tvrtke. To vrijedi i za poštanski sektor. 2020. godine diljem svijeta poslano je preko 280 milijardi pošiljaka u domaćem prometu. Velik dio ovog volumena čini ambalaža. Kada bi operateri pažljivije razmišljali o svojim proizvodima, bio bi negativan utjecaj na okoliš smanjen. Kako bi se smanjile emisije stakleničkih plinova, važno je osigurati ekološke odgovorne proizvode.

Brojne tvrtke koje se bave pakiranjem za višekratnu upotrebu prodaju poštanske pošiljke ili kutije za višekratnu upotrebu trgovcima e-trgovine. Kupci vraćaju ove artikle tvrtki za pakiranje za višekratnu upotrebu radi provjere kvalitete, popravljanja i preraspodjele trgovcima za novi ciklus otpreme. Kako bi vratili prazne pošiljke ili sklopive kutije, kupci ih mogu staviti u poštanski sandučić ili zakazati preuzimanje. Grafikonom 16. prikazan je dijagram toka pakiranja za višekratnu upotrebu.

Poštanski operater ima koristi na različite načine:

- novi obujam i prihodi paketa - to stvara tok povrata - prazna ambalaža - i stoga novi tok prihoda;
- prihodi od zaliha - partnerstvom s tvrtkom za pakiranje za višekratnu upotrebu, pošta bi mogla ostvariti dodatni prihod - na primjer, zajedničkim brendiranjem višekratnih poštanskih pošiljaka i kutija ili njihovom prodajom putem svojih maloprodajnih i poslovnih prodajnih kanala;
- imidž marke - objava bi potrošačima mogla komunicirati o prednostima svog proizvoda za okoliš.



Grafikon 16. Dijagram toka pakiranja za višekratnu upotrebu [35]

Rastući trend prometa paketskih pošiljaka potaknut u prvom redu internet prodajom s jedne strane i porast brige za očuvanjem prirode i održivim razvojem s druge strane pokrenuli su nekoliko smjernica prilagodbe i dijela poštanskog prometa koji se odnosi na same pošiljke odnosno njihovu ambalažu. Osnov je u ideji višestruke uporabe ambalaže korištene za prijenos poštanskih pošiljaka. Jedni koncepti idu u pravcu omogućavanja povrata kupljene robe prodavatelju u istoj paketnoj ambalaži u kojoj ju je kupac primio. Drugi koncepti idu za tim da se karton kao materijal za paketske pošiljke zamijeni plastičnom ambalažom koja bi se vraćala davatelju poštanskih usluga i ponovno uporabila za slijedeću dostavu. Postoji i inicijativa postavljanja reciklažnih spremnika u poštanskim uredima u koje bi korisnici poštanskih usluga

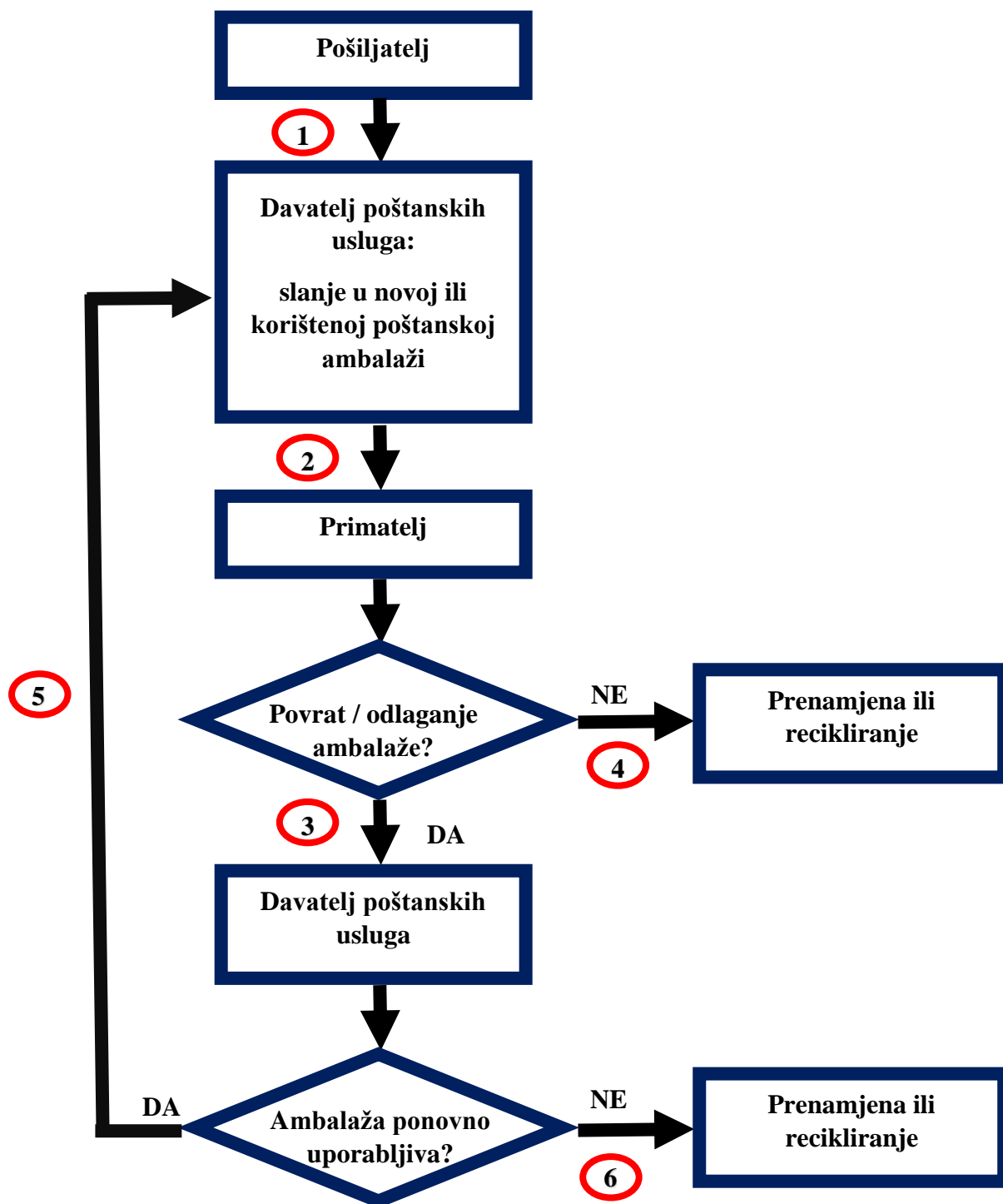
mogli odlagati iskorištenu, a neupotrebljivu, ambalažu. Svi ti koncepti se nastavljaju na slične modele kružne (cirkularne) ekonomije (circular economy) koji se više ili manje uspješno primjenjuju u brojnim drugim područjima života (tzv. povratne i nepovratne boce, palete i sl.).

Polazni koncept je zapravo kombinacija više postojećih pristupa i rješenja kako u drugim područjima gospodarstva (povratne boce), ali i unutar poštanskog prometa (kao što su RePack, LivingPackets i sl.) no polazne eksploatacijske pretpostavke i specifičnosti su slijedeće:

- odnosi se na tipizirane pošiljke dimenzionirane za paketomate ili kioske;
- kao početna (trenutna) izvedba materijala takve ambalaže razmatra se karton;
- ciljana populacija su individualni korisnici, ali je uz minimalne korekcije prilagodljivo i za sve vrste korisnika;
- kao nabavljač, prikupljač, klasifikator, obnovitelj ambalaže vodi se davatelj poštanskih usluga.

Na grafikonu 17. prikazan je dijagram toka pakiranja za višekratnu upotrebu za svu tipiziranju ambalažu. Objašnjenje procesa po aktivnostima 1 do 6:

1. pošiljatelj predaju davatelju poštanskih usluga pošiljku za prijenos do primatelja pri čemu se može odlučiti na uporabu ranije korištene i vraćene poštanske ambalaže ili uporabu nove ambalaže;
2. davatelj poštanskih usluga prenešenu pošiljku uručuje primatelju;
3. primatelj pošiljke može se odlučiti ambalažu u kojoj je pošiljku primio predati davatelju poštanske usluge za što mu se izdaje određena potvrda;
4. isto tako, pošiljatelj može odlučiti zadržati za osobnu nepoštansku namjenu ili uključivanje u drugi tok prikupljanja sirovina za recikliranje;
5. davatelj poštanskih usluga utvrđuje stanje ambalaže koju je preuzeo od primatelja te ju može uputiti na daljnju uporabu uz eventualne popravke;
6. ukoliko je davatelj poštanskih usluga utvrdio da je ambalaža preuzeta od primatelja neuporabljiva za daljnje primjenu u obliku poštanske ambalaže ona se šalje na recikliranje ili prenamjenu.



Grafikon 17. Dijagram toka pakiranja za višekratnu upotrebu za svu tipiziranu ambalažu [39]

7. Zaključak

Smanjivanje emisija stakleničkih tijekom standardnih poslovnih procesa utječe na naše globalno okruženje na više načina, kao što je kvaliteta zraka, ekonomski rast, usporene klimatske promjene, uštede troškova, poboljšani vanjski odnosi i usklađenost s propisima.

Poštanski operateri uvode razne strategije kako bi smanjili emisije stakleničkih plinova. U poštanskom sektoru najveća proizvodnja emisija stakleničkih plinova je tijekom transporta poštanskih pošiljaka. Odnosno isporuka ili uručenje pošiljaka ne samo da je najskuplja tehnološka faza u poštanskom sektoru, nego se i najviše proizvode emisije stakleničkih plinova.

Poštanski operateri većinom koriste IPCC metodologija za izračun stakleničkih plinova kako bi pratili stanje emisija stakleničkih plinova u poštanskom sektoru. Također postoji i COPERT metodologija za izračun stakleničkih plinova, ali zbog manje dostupnih podataka se ne koristi toliko često u poštanskom sektoru.

Trend emisija stakleničkih plinova je u porastu, kao i broj poštanskih pošiljaka. Uz razne strategije za smanjivanje emisija stakleničkih plinova, poštanski operateri prognoziraju da će u njihovom sektoru u budućnosti broj emisija stakleničkih plinova biti u padu.

Uvođenjem novih rješenja za smanjivanje emisija stakleničkih plinova, poštanski operateri uspijevaju smanjiti broj emisija stakleničkih plinova. Većinom kod novih rješenja uvode električna vozila, paketomate za isporuku pošiljaka, kao i također rade podzemnu dostavu ili prijevoz pošiljaka što omogućava više prevezenih poštanskih pošiljaka u što manje broja emisija stakleničkih plinova.

Također treba naglasiti i da pojedini poštanski operateri uvode i recikliranje ambalaže, koja omogućava više puta prijevoza sadržaja pošiljke. Također potiče korisnike i da oni sami pokušaju smanjiti emisije stakleničkih plinova uz recikliranje ambalaže.

LITERATURA

- [1] URL: https://www.eca.europa.eu/lists/ecadocuments/sr14_14/qjab14014hrc.pdf, (Pristupljeno: 25.03.2022.)
- [2] URL: <https://www.ipc.be/services/sustainability/smms/group-results>, (Pristupljeno: 25.03.2022.)
- [3] URL: <https://www.ipc.be/sector-data/reports-library/ipc-reports-brochures/sr2014>, (Pristupljeno: 26.03.2022.)
- [4] URL: https://www.eca.europa.eu/lists/ecadocuments/sr14_14/qjab14014hrc.pdf, (Pristupljeno: 26.03.2022.)
- [5] URL: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/support/Primer_2006GLs.pdf, (Pristupljeno: 28.03.2022.)
- [6] URL: <https://hrcak.srce.hr/file/200980>, (Pristupljeno: 28.03.2022.)
- [7] URL: <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/greenhouse-gas-emissions-18-2019/hr/index.html>, (Pristupljeno: 20.04.2022.)
- [8] URL: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/12/19R_V0_01_Overview.pdf, (Pristupljeno: 21.04.2022.)
- [9] URL: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>, (Pristupljeno: 22.04.2022.)
- [10] URL: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/medunarodni/2007_05_5_71.html, (Pristupljeno: 22.04.2022.)
- [11] URL: <https://konferencija-plin.unisb.hr/wp-content/uploads/zbornici/PLIN2015-Zbornik-radova.pdf>, (Pristupljeno: 22.04.2022.)
- [12] URL: URL: <https://www.ipc.be/sector-data/reports-library/ipc-reports-brochures/sr2019>, (Pristupljeno: 22.04.2022.)
- [13] URL: <https://www.emisia.com/utilities/copert/>, (Pristupljeno: 27.04.2022.)
- [14] URL: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/air-emissions-viewer-lrtap>, (Pristupljeno: 27.04.2022.)
- [15] URL: <https://zagreb.hr/akcijski-plan-energetski-odrzivog-razvitka-i-prila/139915>, (Pristupljeno: 27.04.2022.)
- [16] URL: <https://community.foundationfootprint.com/foundationfootprinthehelpcentre/miscellaneous/ipcc-tiers.aspx>, (Pristupljeno: 27.04.2022.)
- [17] URL: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>, (Pristupljeno: 27.04.2022.)
-

-
- [18] URL: <https://www.epa.gov/greenvehicles/explaining-electric-plug-hybrid-electric-vehicles>, (Pristupljeno: 28.04.2022.)
- [19] URL: <https://www.oryx-asistencija.hr/savjeti-za-vozace/test/koliko-zeleni-elektricni-automobili-10704>, (Pristupljeno: 28.04.2022.)
- [20] URL: https://afdc.energy.gov/vehicles/electric_emissions.html, (Pristupljeno: 28.04.2022.)
- [21] URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146520303616/pdf?md5=6d06408e7cf3a74c94ca4ee81200680b&pid=1-s2.0-S2352146520303616-main.pdf>, (Pristupljeno: 28.04.2022.)
- [22] URL: URL: <https://dl.ptwp.pl/Y5LxOGBme8/inpost-2021-eng.pdf>, (Pristupljeno: 28.04.2022.)
- [23]] URL: https://logist.today/dnevnik_logista/2019-03-06/logistika-budushhego-podzemnaja-dostavka-gruzov/, (Pristupljeno: 28.04.2022.)
- [24] URL: <https://postandparcel.info/wp-content/uploads/2016/02/Cargosoustrrainimageweb.png>, (Pristupljeno: 28.04.2022.)
- [25] URL: URL: <https://logisticsmatter.com/freight-going-underground/>, (Pristupljeno: 28.04.2022.)
- [26] The Environmental Impact of Mail: A Baseline, June 2008, ©2008 Pitney Bowes Inc.
- [27] Menadžment poštanskih kapaciteta u interakciji s okolišem: Suvremeni promet: časopis za pitanja teorije i prakse prometa; Kadoić, Zlatko; 2002.
- [28] URL: http://pls.upu.int/pls/ap/ssp_report.CreateReport2020, (Pristupljeno: 14.05.2022.)
- [29] URL: <https://www.posta.hr/zastita-okolisa-293/293>. (Pristupljeno: 14.05.2022.)
- [30] URL: <https://www.dpdhl.com/en/sustainability/environment.html>, (Pristupljeno: 14.05.2022.)
- [31] URL: <https://www.dpdhl.com/en/sustainability/environment/sustainable-aviation.html>, (Pristupljeno: 14.05.2022.)
- [32] URL: <https://www.dpdhl.com/en/sustainability/environment/green-last-mile-line-haul.html>, (Pristupljeno: 14.05.2022.)
- [33] URL: <https://www.dpdhl.com/en/sustainability/environment/carbon-neutral-buildings.html>, (Pristupljeno: 14.05.2022.)
- [34] URL: <https://www.royalmail.com/sites/royalmail.com/files/2020-10/rm-green-stats-infographic.pdf>, (Pristupljeno: 14.05.2022.)
- [35] URL: <https://www.uspsoig.gov/document/sustainability-and-postal-service-creating-greener-future-through-product-innovation>, (Pristupljeno: 19.05.2022.)
- [36] URL: <https://hr.eferrit.com/metan-snazan-staklenicki-plin/>, (Pristupljeno: 14.06.2022.)
-

[37] URL: <https://hr.renatureinc.com/627-nitrous-oxide-gas-emitted-by-the-agricultural-sector-increases-the-greenhouse-effect>, (Pristupljeno: 14.06.2022.)

[38] URL: <https://hr.eferrit.com/sto-je-ipcc/>, (Pristupljeno: 18.06.2022.)

[39] Antunović, A., Binički, M., Kljak, T.: Inventivno proširenje koncepta povrata poštanske ambalaže, 2nd International Students Conference GREEN, Osijek, 2022.

Popis slika

Slika 1. Utjecaj različitih načina prijevoza na emisije stakleničkih plinova (željeznički prijevoz korišten kao polazna vrijednost).....	15
Slika 2. Ilustrativan prikaz štednje CO ₂ emisije s paketomatima	36
Slika 3. Prikaz dionice tunelskog sustava Härkingen-Niederbipp sa Zürichom.....	37
Slika 4. Prikaz funkcioniranja prijevoza pošiljaka	38
Slika 5. Prikaz distribucije pošiljaka kroz tunel Amazona	38

Popis tablica

Tablica 1. Prikaz učinkovitosti dostave 2013. godine - 2020. godine.....	12
Tablica 2. Prikaz tehnoloških rješenja vozila prema ECE i Euro normama	31
Tablica 3. Usporedba dostave pošiljaka na adresu i isporuke na paketomatu InPost-a	35

Popis grafikona

Grafikon 1. Prikaz trenda CO ₂ emisija pismovnih pošiljaka i paketa.....	3
Grafikon 2. Prikaz trenda ukupnog broja pismovnih pošiljaka i paketa.....	3
Grafikon 3. Prikaz utjecaja poštanskog prometa na okoliš.....	6
Grafikon 4. Prikaz vrsta stakleničkih plinova.....	9
Grafikon 5. Poveznice među ciljnim vrijednostima, projekcijama te politikama i mjerama EU-a.....	10
Grafikon 6. Smanjenje emisija u opsegu 1 i 2 u odnosu na početnu vrijednost 2019. godinu [2].....	12
Grafikon 7. Prikaz ukupnog smanjenja CO ₂ emisija od početne vrijednosti.....	13
Grafikon 8. Prikaz obnovljive električne energije koja se koristi u zgradama.....	13
Grafikon 9. Prikaz alternativnih vozila u voznom parku.....	14
Grafikon 10. Prikaz trenda električnih vozila u voznom parku sudionika IPC SMMS programa.....	14
Grafikon 11. Lanac vrijednosti za fazu distribucije pošiljaka.....	15
Grafikon 12. Generalizirano stablo odlučivanja za procjenu emisija iz stacionarnog izgaranja.....	21
Grafikon 13. Prikaz blok dijagrama COPERT metodologije.....	29
Grafikon 14. Prikaz CO ₂ emisija po g/km prema vozilima prosjeka EU.....	33
Grafikon 15. Prikaz godišnje emisije po vozilima prosjeka SAD-a.....	34
Grafikon 16. Dijagram toka pakiranja za višekratnu upotrebu.....	40
Grafikon 17. Dijagram toka pakiranja za višekratnu upotrebu za svu tipiziranu ambalažu ...	42

AKRONIMI

APM – Automated Parcel Machines

CEF – emisijski faktor ugljika

CH₄ - Metan

CNG – Compressed natural gas

CO₂ – Ugljični dioksid

CORINAIR – CORe INventory AIR emissions

CST – Cargo sous terrain

ECE – Economic Commission for Europe

EEA – European Economic Area/Europska agencija za okoliš

EMEP – European Monitoring and Evaluation Programme

EMMS – Environmental Measurement and Monitoring System

EU – Europska unija

EV – Električno vozilo

GHG – Greenhouse Gas Protocol/Protokol o stakleničkim plinovima

GPG – Good Practice Guidance

IPC – International Post Corporation

LRTAP – Long-range Transboundary Air Pollution/Prekogranično onečišćenje zraka velikog dometa

N₂O – Dušikov oksid

NOS – Nitro plin

PHEV – Plug-in hibridna električna vozila

SAF – Održivo zračno gorivo

SMMS – Sustainability Measurement and Management System

UNECE – United Nations Economic Commission for Europe/Gospodarska komisija Ujedinjenih naroda za Europu

UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change

QA – Quality Assurance

QC – Quality Control

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je diplomski rad isključivo rezultat mojega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog/diplomskog rada pod naslovom Analiza emisija stakleničkih plinova u poštanskom prometu, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

U Zagrebu, 27.06.2022.

Student/ica:



(ime i prezime, potpis)