

# Smanjenje negativnog utjecaja prometa na okoliš primjenom intermodalnog transporta

---

Cetinjanin, Dario

Undergraduate thesis / Završni 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:119:302505>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-01**



*Repository / Repozitorij:*

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



**Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti**

**Dario Cetinjanin**

**SMANJENJE NEGATIVNOG UTJECAJA PROMETA NA  
OKOLIŠ PRIMJENOM INTERMODALNOG TRANSPORTA**

**Završni rad**

**Zagreb, rujan 2022.**

**Sveučilište u Zagrebu**  
**Fakultet prometnih znanosti**

**ZAVRŠNI RAD**

**SMANJENJE NEGATIVNOG UTJECAJA PROMETA NA  
OKOLIŠ PRIMJENOM INTERMODALNOG TRANSPORTA**

**Reducing The Negative Impact Of Transport On Environment  
By Applying Intermodal Transport**

Mentorica: Martina Jakara, mag. ing. traff.

Student: Dario Cetinjanin

JMBAG: 0135254796

Zagreb, rujan 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI  
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 4. svibnja 2022.

Zavod: Samostalne katedre  
Predmet: Integralni i intermodalni sustavi

## ZAVRŠNI ZADATAK br. 6717

Pristupnik: Dario Cetinjanin (0135254796)  
Studij: Inteligentni transportni sustavi i logistika  
Smjer: Logistika

Zadatak: Smanjenje negativnog utjecaja prometa na okoliš primjenom intermodalnog transporta

### Opis zadatka:

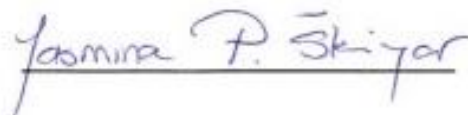
U radu je potrebno objasniti pojam klimatskih promjena i opisati koji su to negativni utjecaji prometa na okoliš. Potrebno je navesti strategije i zakonske regulative za prilagodbu klimatskim promjenama te prikazati ekološke aspekte primjene intermodalnog transporta.

Mentor:



Martina Jakara, mag. ing. traff.

Predsjednik povjerenstva za  
završni ispit:



## SAŽETAK

Veliki problem današnjice koji je izravan utjecaj prometa su klimatske promjene. Sve više može se svjedočiti promjenama koje se događaju u temperaturi zraka te vremenskim prilikama odnosno neprilikama, a koje su nastajale godinama kroz loše, neprihvatljivo i nepotrebno iskorištavanje fosilnih goriva. Razlog razvitka intermodalnog transporta je vrlo jasan i jednostavan, a to je povećanje robnih tokova, održivi razvoj i cilj postizanja što veće ekonomičnost prijevoza tereta te na kraju razviti sustav koji će biti najprihvatljiviji za očuvanje okoliša. Razvojem i ulaganjem u intermodalni transport se nastoji smanjiti korištenje cestovnog transporta kao glavnog i dominantnog vida transporta.

**KLJUČNE RIJEČI:** intermodalni transport; cestovni transport; teret; robni tokovi; klimatske promjene; ekologija.

## SUMMARY

A big problem today, which is a direct influence of traffic, is climate change. More and more we can witness the changes that are happening in the air temperature and the weather, that is, difficulties, which have been created for years through the bad, unacceptable and unnecessary use of fossil fuels. The reason for the development of intermodal transport is very clear and simple, which is the increase of goods flows, sustainable development and the goal of achieving the greatest possible economy of freight transport and ultimately developing a system that will be the most acceptable for environmental protection. The development and investment in intermodal transport aims to reduce the use of road transport as the main and dominant form of transport.

**KEY WORDS:** intermodal transport; road transport; cargo; flow of goods; climate changes; ecology.

# Sadržaj

1. Uvod .....	1
2. Klimatske promjene .....	2
3. Negativan utjecaj prometa na okoliš .....	5
3.1. Cestovni transport .....	8
3.2. Željeznički transport .....	9
3.3. Zračni transport .....	11
3.4. Pomorski transport i transport na unutarnjim plovnim putovima .....	12
4. Strategije i zakonske regulative za prilagodbu klimatskim promjenama .....	15
5. Ekološki aspekt primjene intermodalnog transporta .....	21
6. Zaključak .....	25
Literatura .....	26
Popis slika .....	30

# 1. Uvod

21. stoljeće je obilježeno kao stoljeće klimatskih promjena za koje se usko veže transport. Utjecaj transporta na okoliš nije tako jednostavan za objasniti jer on dolazi iz puno izvora. Najviše se pažnje pridodaje cestovnom prometu te emisiji štetnih plinova koja nastaje upotrebom automobila i kamiona. Međutim, i druge prometne grane također sudjeluju u dodatnom onečišćenju zraka, a to su željeznički promet, zračni promet te vodni promet koji uključuje pomorski promet te promet unutarnjim plovnim putevima. Efekti tih oblika prometa na okoliš i onečišćenje se ne mogu trenutno usporediti onima od cestovnog prometa zbog činjenice da je najzastupljeniji, ali ako se uzme u obzir da se, na primjer, zračni transport planira sedmerostruko povećati do 2050. godine onda se može pretpostaviti da će i kod drugih oblika transporta nastati velika zagađenja i problemi vezani za klimatske promjene. Intermodalni oblik transporta je za sada najbolje opcija za smanjenje emisije štetnih plinova, a u ovom radu je objašnjeno kako svaki oblik transporta, koji sudjeluju u intermodalnom transportu, ima utjecaj na okoliš.

Rad se sastoji od šest poglavlja. Nakon uvoda, u drugom poglavlju pod naslovom „Klimatske promjene“ objašnjeno je što su zapravo klimatske promjene i kako je došlo do njih. U sljedećim poglavljima opisani su štetni utjecaji pojedinih oblika transporta na okoliš te su objašnjeni načini na koje se pojedine zajednice bore protiv istih. U petom poglavlju je objašnjena glavna tema ovog rada, a to je primjena intermodalnog transporta te ekološki aspekt primjene. Šesto, ujedno i zadnje poglavlje ovog rada, je zaključak.

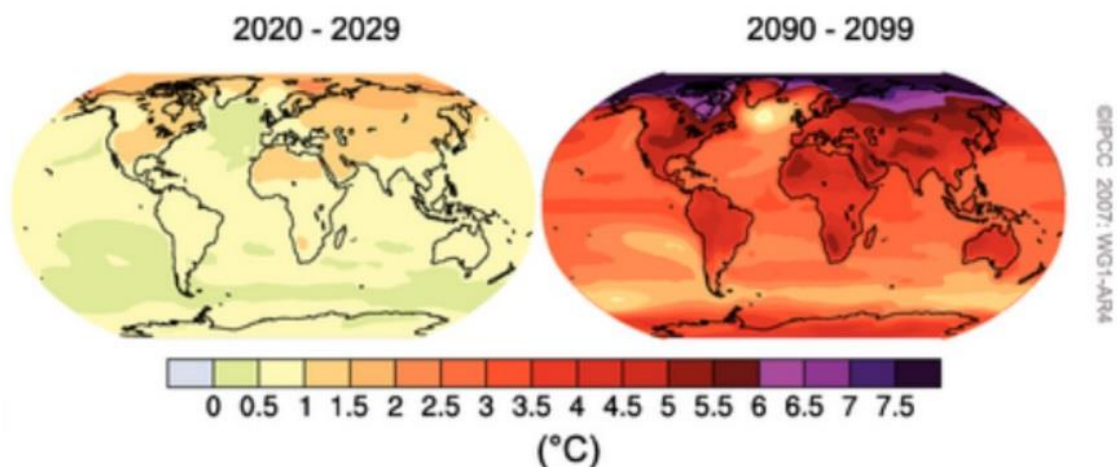
## 2. Klimatske promjene

Klima u užem smislu predstavlja prosječne vremenske prilike izražene pomoću srednje vrijednosti, ekstrema i varijabilnosti klimatskih veličina u dužem, najčešće 30-godišnjem razdoblju. Klimatske veličine su primjerice prizemna temperatura zraka, oborina i vjetar. Statistički značajne promjene srednjeg stanja ili varijabilnosti klimatskih veličina koje traju desetljećima i duže, nazivaju se klimatske promjene. Prirodno zagrijavanje atmosfere događa se kad atmosfera i oblaci zadržavaju, odnosno apsorbiraju dugovalno zračenje površine Zemlje te ga emitira u svim smjerovima. To zračenje često se vraća prema Zemlji te ono uzrokuje efekt poznat kao efekt staklenika.

Utjecaj čovjeka na klimu započinje u 18. stoljeću početkom industrijske revolucije u kojoj glavni izvor energiju postaju fosilna goriva. Sagorijevanjem fosilnih goriva, sječom šuma, razvojem poljoprivrede i promjene tipa podloge zemlje zbog urbanizacije, dovelo je do promjene kemijskog sastava atmosfere, odnosno do povećanja koncentracije stakleničkih plinova u atmosferi u odnosu na predindustrijsko doba [1].

Danas postoji popis svih plinova koji štete atmosferi i koji pridonose zagrijavanju Zemlje i oni se nazivaju staklenički plinovi. Najpoznatiji su ugljikov dioksid, metan i vodena para. Emisija tih plinova dovela je do zagrijavanja Zemljine atmosfere od 1.1 °C u usporedbi sa 1800. godinom. To zagrijavanje naziva se globalno zagrijavanje. Posljedice tog zagrijavanja su topljenje ledenjaka, ekstremne vremenske prilike, poplave i dr. U centralnoj Europi su sve češći toplinski valovi, požari, suše. Mediteran je također izložen sušama i vatri. Sjeverna Europa je pogođena čestim kišnim razdobljima. Između 1980. i 2011. poplave je osjetilo više od 5.5 milijardi ljudi te su one izazvale ekonomski gubitak od 90 milijardi eura. Slika 1 pokazuje kako će izgledati zagrijavanje u budućnosti ukoliko se ne poduzmu određene mjere kojima će se smanjiti utjecaj stakleničkih plinova [2].





Slika 1 Razlika temperature u određenim vremenskim razdobljima, [3]

2007. godine održano je Četvrto izvješće Međuvladinog panela za klimatske promjene (engl. The Fourth Assessment Report (AR4) of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)) te je iznesen podatak da se koncentracija ugljikova dioksida (CO<sub>2</sub>) u atmosferi povećala s 280 ppm (ppm – udio molekula stakleničkog plina u milijun molekula suhog zraka) u predindustrijskom dobu na 379 ppm u 2005. godina. Najveći porast koncentracije ugljikova dioksida izmjeren je u vremenskom razdoblju od 1995. do 2005. godine. Koncentracija metana (CH<sub>4</sub>) i dušikovog oksida (N<sub>2</sub>O) na globalnoj razini je povećana sa 715 ppb (ppb – udio molekula stakleničkog plina u milijardi molekula suhog zraka) u predindustrijskom dobu na 1774 ppb, odnosno 270 ppb na 319 ppb u 2005. godini [1].

Porast prizemne temperature zraka mjeri se unazad 100 godina (1906. – 2005.) te je izmjeren porast od 0,74 °C. Ako se izdvoji posljednjih 50 godina tog razdoblja, porast je gotovo dvostruko veći nego u cijelom 100-godišnjem razdoblju te još veći u posljednjih 25 godina čemu je pridonijela činjenica da su, od kad postoje instrumentalna mjerenja temperature zraka (1850. godina), najtoplije godine bile 1998. i 2005., a zatim 2002., 2003. i 2004. godina. Zagrijavanje Zemlje je globalnog karaktera, međutim ne zagrijavaju se svi dijelovi Zemlje jednako. Zagrijavanje kopnenih masa je veće nego zagrijavanje mora.

Na postajama u Hrvatskoj je također izmjereno trend promjene temperature zraka u 20. stoljeću. Stoljetni nizovi mjerenja temperature zraka upućuju na porast između 0,02 °C i 0,07 °C na 10 godina [1].

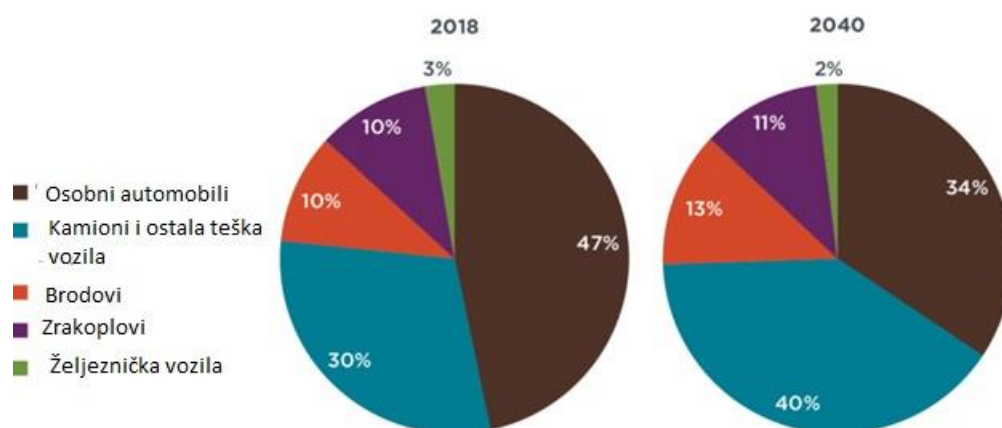
Ne postoji jedna, određena strategija da bi se zaustavilo globalno zagrijavanje. Svaki čovjek, tvrtka, država bi morala sagledati kroz koje oni procese sudjeluju u stvaranju stakleničkih plinova i sa određenim strategijama iste smanjiti ili potpuno ukloniti. Postoji nekoliko generalnih strategija koje većina ljudi može učiniti, a to su [4]:

- Korištenje obnovljivih izvora energije za napajanje kuća, zgrada. To bi dovelo do smanjenja topline koja se diže u atmosferu. Najkorišteniji oblici obnovljive energije su solarna energija i energija vjetra.
- Korištenje električnih automobila umjesto onih koje pokreću fosilna goriva. Korištenje javnog gradskog prijevoza.
- Bolja toplinska izolacija kuća i zgrada.
- Tamo gdje je moguće, uravnotežiti godišnje emisije ugljikova dioksida ulaganjem u komercijalne usluge koje izvlače ugljikov dioksid iz atmosfere.
- Poticati lokalna poduzeća koja koriste i pomiču održive, klimatski povoljne prakse.
- Postavljanje gornje granice količine ugljikova dioksida koje se mogu emitirati u atmosferu.

Stabilizacije trenutne globalne temperature zahtijeva eliminaciju svih emisija plinova koji sadržavaju toplinu i koji pridonose zagrijavanju atmosfere. Također, potrebno je stvoriti ugljično neutralno društvo gdje bi ljudi uklanjali onoliko razinu ugljika iz atmosfere koliko emitiraju [4].

### 3. Negativan utjecaj prometa na okoliš

Učinak prometa na okoliš je velik i značajan te se svake godine povećava. Promet je glavni korisnik energije te se većina svjetske nafte izvlači i koristi ponajprije za prometne potrebe. Promet uvelike doprinosi onečišćenju zraka, uključujući dušične okside i čestice te značajno doprinosi globalnom zagrijavanju kroz emisiju ugljičnog dioksida. Procjenjuje se da je nakon industrijske revolucije transport emitirao 15% i 31% od sveukupno emitiranog ugljikovog dioksida. Od svih transportnih oblika i prijevoznih sredstava najviše zagađenja proizvodi cestovni promet. Najveće onečišćenje zraka stvaraju cestovna prijevozna sredstva, dok najmanje željeznička prijevozna sredstva (slika 2) [5]. Intermodalni transport bi smanjio emisiju štetnih plinova do 77,4%, bio bi 43,34% štedljiviji pri korištenju goriva i do 80% jeftiniji u odnosu na korištenje samo cestovnog transporta [6].



Slika 2 Emisije stakleničkih plinova po obliku transporta, [26]

Potrošnja energije, fosilnih goriva događa se većinom pri korištenju prijevoznih sredstava, ali i pri proizvodnji istih. Potrošnja energije u prometnom sektoru je glavni uzrok stvaranja stakleničkih plinova te onečišćenja atmosfere. Postoji razlike pri učinkovitosti goriva ovisno o načinu i mjestu vožnje, na primjer, vožnja autocestom troši skoro duplo manje goriva nego gradska vožnja. Procjenjuje se da će u UK potrošnja goriva porasti za 125% do 2025. i neće stati rasti usprkos svim štedljivim mjerama. [5]

Današnji trend je smanjivanje emisija štetnih plinova, što se može primijetiti u ekonomskom sektoru, proizvodnji goriva te u industriji gdje se emisija štetnih plinova znatno smanjila od 1990. godine. Međutim, u automobilskoj industriji to nije slučaj već naprotiv, u toj industriji se emisije povećavaju svake godine usprkos korištenju električnih i hibridnih automobila. Postoje dva glavna razloga za to, a to su: velika potražnja za velikim i teškim strojevima i vozilima, veliki porast e-naručivanja u kojima sudjeluju cestovna vozila kao vid transporta robe do krajnjih korisnika pogotovo u vrijeme korone.

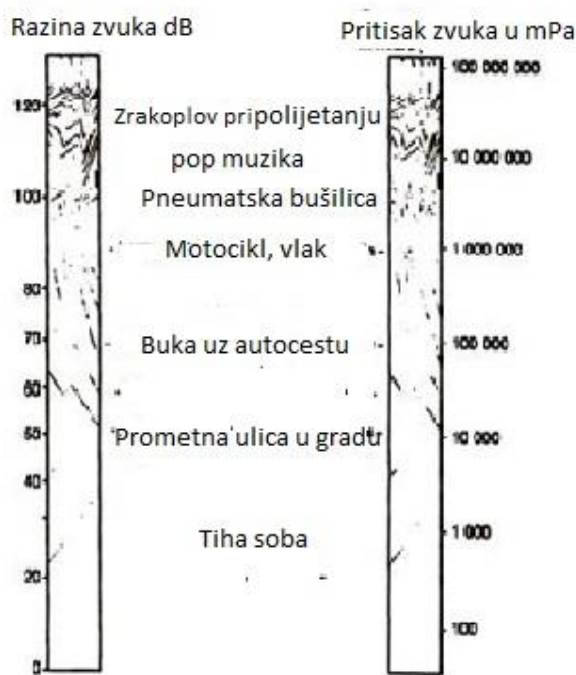
Emisije štetnih plinova iz teretnih cestovnih vozila (tegljača i sl.) i autobusa već čine gotovo četvrtinu emisija CO<sub>2</sub> u europskom cestovnom prometu, a očekuje se da će se povećati za do 10% između 2010. i 2030. Problem kod politike smanjivanje emisije štetnih tvari iz kamiona i autobusa je ta što je kasno donesena te se Europska unija bori s tim da ubrzaju smanjivanje potrošnje gorive i emisije štetnih plinova, a da uz to i dalje europska proizvodnja kamiona bude konkurentna. Dok EU ima standarde učinkovitosti goriva i praćenje ugljičnog dioksida za putnička vozila, isti nije slučaj za teška i srednja vozila [7].

Transport i transportne aktivnosti utječu na hidrološke prilike i na kakvoću vode. Gorivo, kemikalije i druge čestice izbačene iz zrakoplova, automobila, kamiona i vlakova ili lučkih i zračnih terminala mogu kontaminirati hidrografske sustave. Velik utjecaj na kakvoću vode ima pomorski promet. Potražnja za pomorskim prometom naglo je porasla u zadnje vrijeme, a sa porastom potražnje javljaju se određeni problemi vezani uz ekologiju. Glavni učinci operacija pomorskog prometa na kvalitetu vode uglavnom proizlaze iz jaružanja<sup>1</sup>, otpada, balastnih voda i izlivanja nafte. Kontaminirani sedimenti i voda podignuti jaružanjem zahtijevaju određena odlagališta otpada i tehnike dekontaminacije, a sam proces jaružanja stvara zamućenost vode koje utječe na biološku raznolikost mora. Radom plovila na moru stvara se otpad koji uzrokuje ekološke probleme budući da može sadržavati vrlo visoku razinu bakterija koje su opasne za zdravlje ljudi i ekosustava [8].

---

<sup>1</sup> Jaružanje – proces produbljivanja lučkih kanala uklanjanjem sedimenta iz dna vodene površine.

Transport stvara još jedan negativan učinak, a to je buka. Pretpostavlja se da oko 135 milijuna ljudi koji žive u urbanim područjima pate od buke uzrokovane transportom koja doseže do 65 db. Slika 3 pokazuje razinu buke koju proizvode različiti oblici izvora uključujući i vozila kao što su motocikli, vlakovi (90 dB), zrakoplov pri polijetanju (120 dB). Buka u transportu može dolaziti od različitih izvora. Primjerice kod automobila se događa kada vozilo vozi velikom brzinom, kada koči, trubi i dr. Kod vlakova ovisi po kakvoj površini vozi, o vrsti pragova, tereta. Buka kod zračnog transporta je dobro poznata, uglavnom nastaje zbog glasnih motora zrakoplova.[5]

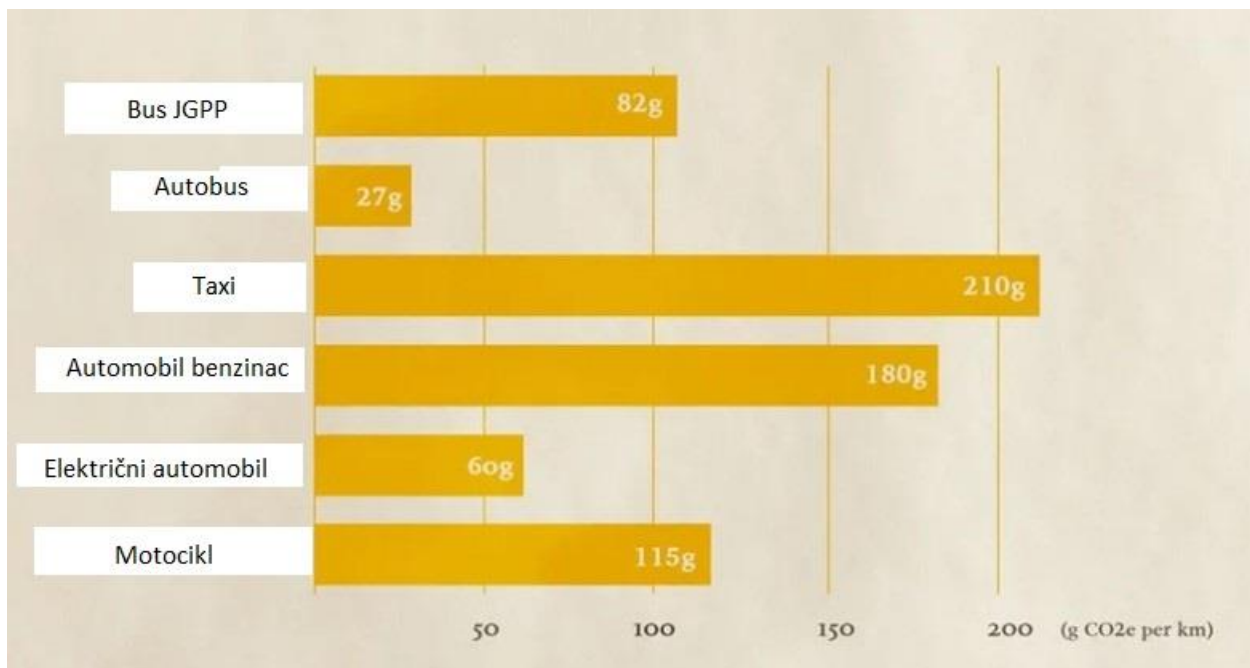


Slika 3 Razina buke, [27]

Veliki problem predstavljaju cjevovodi koji prevoze hlapljive materijale kao što je plin pod tlakom. Koridor kroz koji prolazi cjevovod mora biti nerazvijen i neizgrađen iz sigurnosnih razloga, čak i ako sam cjevovod ne uzrokuje izravnu potrošnju zemljišta. Cjevovod može ograničiti kretanje ljudi i životinja te tako umanjiti kvalitetu života.

### 3.1. Cestovni transport

Za cestovni transport je već poznato da ono emitira većinu emisija štetnih plinova. Putnički automobili i kombi vozila su zaslužna za emisiju od 12% i 2.5% od ukupne emisije CO<sub>2</sub> u Europi. Kamioni u Europi čine 2% od svih prijevoznih sredstava ali čine 23% emisije CO<sub>2</sub> iz cestovnog prometa u 2019. godini. Europska komisija je 2015. godine uvela zakon da sva registrirana vozila ne smiju emitirati više od 0.130 kg od CO<sub>2</sub> po kilometru. Cilj je da do 2021 ta razina bude 0.095 kg/km [10]. Prosječni automobil u Ujedinjenom Kraljevstvu koji vozi na benzin proizvodi oko 180 g CO<sub>2</sub> po kilometru, dok automobili sa dizelskim motorom prosječno proizvode 173 g CO<sub>2</sub> po kilometru. (Slika 4) Za prosječan teret za različite kategorije cesta trošilo se: 34,0 l/100 km na autocesti, 36,0 l/100 km na glavnim ruralnim cestama, a 47,7 l/100 km po ostalim urbanim cestama [9]. Vožnja novijeg vozila sa Otto motorom može smanjiti emisiju CO<sub>2</sub> na 123g po kilometru [10]. Svake godine se postavljaju novi pragovi te ciljevi da se postigne što veća dekarbonizacija voznog parka EU-a te postizanje klimatske neutralnosti do 2050. godine.

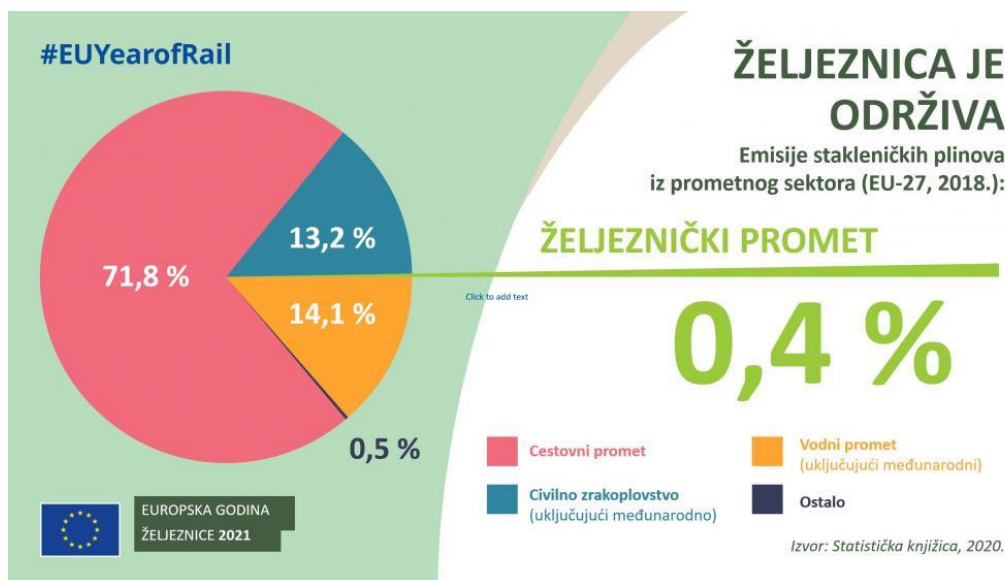


Slika 4 Emisija CO<sub>2</sub> po vozilu, [28]

Kamionski proizvođači obvezali su se proizvesti kamione koji ne koriste fosilna goriva do 2040. godine [11]. Cestovni transport robe je najbolji izbor kod transporta robe na kraćim udaljenostima, međutim kod većih udaljenosti javljaju se brojna ograničenja vezana za vozače (vrijeme vožnje), carine i sl. stoga je preporuka da se na većim udaljenostima koriste druge prometne grane.

### **3.2. Željeznički transport**

Sposobnost željezničkog transporta da smanji emisiju štetnih plinova u atmosferu je dobro poznata i u većini zemalja se prakticira. Promet željeznicom ekološki je najprihvatljivija vrsta prijevoza ljudi i dobara. Velika prednost je što jedna kompozicija može zamijeniti preko 100 kamiona. Željeznicom se prevozi 7% svih putnika i 11% sve robe, a odgovorna je za manje od 0,5% emisije stakleničkih plinova povezanih s prometom. U prosjeku putnički vlak emitira 0.17 kg CO<sub>2</sub> po putničkom kilometru. Željeznicom se prevoze sve vrste robe, od rasutog tereta do skupocjenih stvari u kontejnerima. Cilj je da se do 2050. godine emisija stakleničkih plinova smanji za 90%. Također, cilj je da se 75% kopnenog prometa koji se prevozi cestom tada počne prevoziti željeznicom i unutarnjim plovnim putovima. 2021. godina je proglašena Europskom godinom željeznice, a na slici 5 prikazano je gdje je smještena željeznica po emisiji stakleničkih plinova u prometnom sektoru. Željeznički transport ima glavnu karakteristiku efikasnosti. Naime, za prijevoz 1000 ljudi potreban je jedan vlak (cca. 10 vagona) dok za isti broj ljudi treba otprilike 15 autobusa i oko 500 automobila. Eksterni troškovi u smislu buke, zagađenja zraka, nesreća, infrastrukturnog zastarijevanja su puno manji upotrebom željeznice nego kod korištenja osobnog automobila [12].



Slika 5 Emisije stakleničkih plinova iz prometnog sektora, [12]

Potrošnja energije željezničkih lokomotiva ovisi o nekoliko čimbenika, a to su [11]:

- Vrsta i broj lokomotiva
- Ukupna dužina i duljina kompozicije
- Omjer napunjene i prazne težine vagona i transportiranog vozila
- Karakteristike pravca
- Karakteristika vožnje (brzina, akceleracija), otpor zraka.

Neki od ciljeva povećanja korištenja željezničkog transporta koje provodi HŽ Infrastruktura su [12]:

- Povećanje razine kvalitete prijevozne usluge s ciljem smanjena zagađivanja okoliša (pročišćavanje otpadnih voda, zbrinjavanje opasnih i štetnih tvari te zaštita od buke)
- smanjivanje korištenja pitke vode
- smanjivanje potrošnje energije, ponajviše pogonske energije za lokomotive, te smanjivanje korištenja fosilnih goriva (dizelske lokomotive)
- promicanje korištenja željezničkog prometa radi povećanja opsega putničkog i teretnog prijevoza
- izobrazba zaposlenih s ciljem povećanja odgovornosti za okoliš.



U UK-u su na temelju istraživanja u multimodalnom i logističkom centru došli do zaključka da je prijenos tereta s ceste na željeznicu u jednoj godini smanjio 103 milijuna kilometara kamionskih putovanja. S tom statistikom se zaključuje da je najbolji način za sprječavanje prometnih zagušenja i emisije štetnih plinova integrirano cestovno i željezničko planiranje [11]. Istraživanje u SAD-u je pokazalo kako bi se prebacivanjem 25% tereta sa kamiona na željeznički transport svake godine uštedjelo do 300 litara goriva te bi se smanjilo onečišćenje zraka do 920 000 tona [14].

### **3.3. Zračni transport**

Zrakoplovi negativno utječu na okoliš stvaranjem velikih emisija iz zrakoplovnih motora i buke. Buka je najizraženija oko zračnih luka u procesu polijetanja i slijetanja te je iz navedenog razloga kvaliteta života oko zračnih luka znatno niža. Zračne luke zauzimaju ogromnu površinu zemlje te se prilikom gradnje uvelike narušava flora i fauna tog područja, dok tlo i voda postanu onečišćene. Predviđa se da će se do 2050. godine zračni promet sedmerostruko povećati, a paralelno s time povećat će se i potrošnja goriva za tri puta te je iz toga jasno kako zračni promet ima veliki utjecaj na klimatske promjene. [15]

Zrakoplovi prilikom leta izbacuju mnoštvo štetnih plinova od kojih najveće probleme zadaju dušični oksidi (NO<sub>x</sub>)(Slika 6). Dušični oksidi u gornjoj troposferi povećavaju količinu ozona koji na tim visinama stvaraju efekt staklenika, a u stratosferi oštećuju prirodni ozonski sloj.[15]

Neki od učinaka zračnog prometa na klimatske promjene:[16]

- avion koji preleti nešto više od 5 tisuća kilometara emitira istu količinu CO<sub>2</sub> kao grijanje jedne europske kuće godinu dana
- da je zračni promet država, ona bi bila u prvih 10 država po emisiji štetnih plinova
- globalna turistička industrija je odgovorna za 8 posto globalnih emisija štetnih plinova
- jedan let emitira toliko štetnih plinova da kada bi taj let ukinuli to bi bilo ekvivalentno godini dana bez vožnje automobila.



Slika 6 Ispušni plinovi zrakoplova, [20]

### **3.4. Pomorski transport i transport na unutarnjim plovnim putovima**

Istraživanje je pokazalo da u periodu od 2007-2012 pomorski prijevoz emitirao 1000 MT(mega tona) CO<sub>2</sub> po godini dana te je pritom činio 3.1% od ukupne emisije CO<sub>2</sub> u prometnom sektoru. Brodovi uz CO<sub>2</sub> ispuštaju crni ugljik, sitne crne čestice koje nastaju izgaranjem brodskog goriva (Slika 7). Crni ugljik se javlja kod brodova koji spaljuju teško loživo ulje. Crni ugljik čini 21% emisije CO<sub>2</sub>. Trenutno ne postoje propisi koji kontroliraju emisije crnog ugljika iz brodova [17].

IMO<sup>2</sup> je 2018. godine usuglasio strategiju za smanjenje emisije stakleničkih plinova po kojoj bi se iz sektora brodarstva ta emisija smanjila za 50% do 2050. godine u usporedbi sa 2008. Stari brodovi bi morali proći kroz određene nadogradnje kako bi se povećala energetska učinkovitost. Zanimljiva činjenica je da su brodovi izgrađeni 1990. godine energetske učinkovitiji nego oni izgrađeni 2000. godine. Energetska učinkovitost

---

<sup>2</sup> IMO-međunarodno udruženje brodara

novijih brodova se uspoređuje sa brodovima izgrađenim između 1999.-2009. godine. Postoje tri faze energetske učinkovitosti [17]:

- 1. faza: očekuje se da brodovi izgrađeni između 2015. i 2019. imaju 10% bolju energetska učinkovitost
- 2. faza: brodovi izgrađeni između 2020. i 2024. godine morati će poboljšati svoju učinkovitost između 15 i 20%
- 3. faza: brodovi izgrađeni poslije 2025. godine moraju biti 30% učinkovitiji.



Slika 7 Izgaranje goriva broda, [30]

Jedan od načina kako povećati energetska učinkovitost, a smanjiti emisiju štetnih plinova je spora vožnja („slow steaming“). „Slow steaming“ je način vožnje u kojem je brzina broda smanjena odnosno, brodski motor ne radi na punoj snazi. Tim načinom se smanjuje potrošnja goriva, smanjuje se emisija CO<sub>2</sub> i drugih štetnih plinova. Smanjivanje brzine za 10% će smanjiti emisiju štetnih plinova za 27%. Kada bi se u formulu uvrstili i novo izgrađeni brodovi da nadomjeste taj nedostatak onda bi svejedno emisija CO<sub>2</sub> bila manja za 19%.

Alternativa teškom loživom ulju i brodskom plinskom ulju bio bi tekući prirodni plin (LNG). LNG može dovesti do smanjenja SO<sub>x</sub> do 100% i NO<sub>x</sub> do 90% u usporedbi s teškim

loživim uljem. Zbog svojstava LNG-a smatra se da ono može dovesti do dekarbonizacije sektora brodarstva te se zbog toga LNG smatra kao „alternativno gorivo“ [17].

# 4. Strategije i zakonske regulative za prilagodbu klimatskim promjenama

Da bi spriječili klimatsku katastrofu potrebno je što prije reagirati, trenutno se na svijetu svake godine emitira 50 milijardi tona stakleničkih plinova. Glavni cilj je smanjiti emisiju stakleničkih plinova na prihvatljivu razinu, a to je moguće jedino ako se shvati otkud potječu emisije stakleničkih plinova. Emisije su podijeljene po sektorima te su emisije izražene u postocima [33]:

1. Energija – 73.2%
  - 1.1. Energija korištena u industriji – 24.2%
    - 1.1.1. Izrada željeza i čelika – 7.2%
    - 1.1.2. Kemijska i petrokemijska industrija – 3%
    - 1.1.3. Hrana i duhan – 1%
    - 1.1.4. Obojeni metal – 0.7%
    - 1.1.5. Papir i celuloza – 0.6%
    - 1.1.6. Strojevi – 0.5%
    - 1.1.7. Ostala industrija – 10.6%
  - 1.2. Transport – 16.2%
    - 1.2.1. Cestovni transport – 11.9%
    - 1.2.2. Zrakoplovni transport – 1.9%
    - 1.2.3. Pomorski transport – 1.7%
    - 1.2.4. Željeznički transport – 0.4%
    - 1.2.5. Cjevovodi – 0.3%
  - 1.3. Energija korištena u zgradama – 17,5%
    - 1.3.1. Stambene zgrade – 10.9%
    - 1.3.2. Poslovne zgrade – 6.6%
  - 1.4. Neraspoređeno izgaranje goriva -7.8%
  - 1.5. Emisije iz proizvodnje energije – 5.8%
    - 1.5.1. Proizvodnja goriva i plina – 3.9%

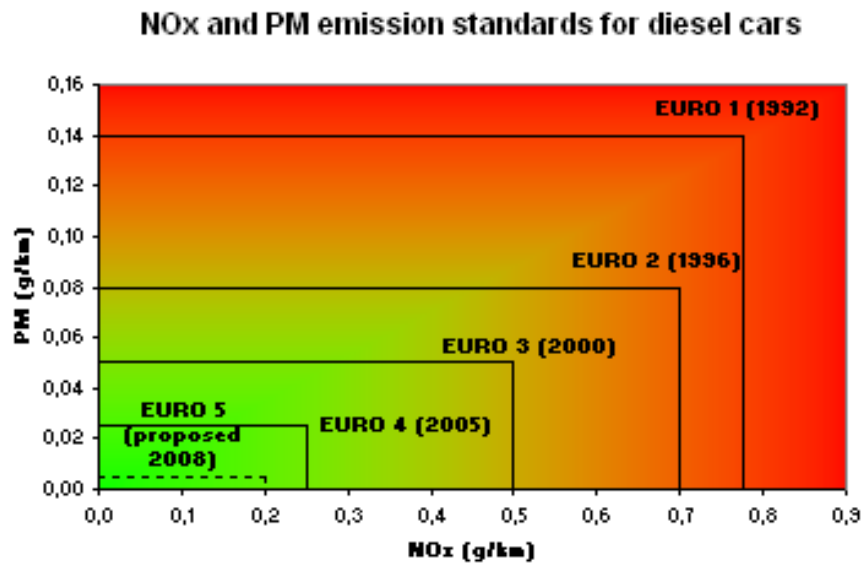
- 1.5.2. Proizvodnja ugljena – 1.9%
2. Industrijska proizvodnja (cement, kemikalije) – 5,2%
3. Otpad – 3.2%
4. Poljoprivreda, šumarstvo – 18.4%

Transport robe u posljednjih nekoliko desetljeća bilježi jako veliki rast, pogotovo od početka korištenja „online“ narudžbi. Za transport robe i tereta se uglavnom koriste teška teretna vozila (tegljači i manji kamioni) i kombiji, oba stvaraju velike količine ispušnih plinova koji se kasnije akumuliraju u atmosferi te pojačavaju utjecaj staklenika. Iz tog razloga uvedene su određene norme i strategije kako bi se taj utjecaj smanjio. Navedene norme se odnose na teretna vozila, ali i putnička vozila.

U proteklom desetljeću često se svjedočilo uvođenju raznih standarda i norma za emisiju štetnih plinova, u slučaju Republike Hrvatske to su norme primijenjene na razini Europske unije, ali i zemlje koje nisu članice kao što su Island, Norveška i Lihtenštajn. Navedene norme se zovu Euro norme te ih trenutno ima šest. Norme se odnose na sva vozila, bez obzira na vrstu motora, tako da su uključeni i hibridni i električni motori. Za svaki tip vozila primjenjuju se različiti standardi. Norma koja se trenutno primjenjuje je Euro 6 norma. Odnosi se na dizelske motore, posebno nakon skandala s lažiranjem rezultata testiranja koji se odvijao softverskim prilagođavanjem rezultata. Euro 6 norma se počela primjenjivati 1. rujna 2015. Slika 8 prikazuje grafički prikaz Euro normi od Euro 1 do Euro 5 norme. Novoproduzvedena vozila su morala tu normu zadovoljiti godinu ranije, od 6. rujna 2014. U posljednjih 15 godina granične vrijednosti dušikovih oksida za dizelske motore smanjene su za 84%, a čestice (PM) za 90%. Uredba 2019/631 stupila je na snagu 1. siječnja 2020. godine kojom su postavljeni standardi emisija CO<sub>2</sub> za nove osobne automobile i kombi vozila. Cilj za razdoblje od 2020. godine do 2024. godine je da osobni automobili emitiraju 95 g CO<sub>2</sub>/km, a kombi vozila 147 g CO<sub>2</sub>/km. Dana 14. srpnja 2021. Europska komisija usvojila je niz zakonodavnih mjera i prijedloga u kojima se utvrđuje cilj postizanja klimatske neutralnosti u Europskoj uniji do 2050. Srednji cilj je najmanje 55% neto smanjena emisija stakleničkih plinova do 2030 [18].

Slijedi popis standarda odnosno norma, na što se primjenjuju, kada stupaju na snagu i koje EU direktive daju definiciju standarda [19]:

- **Euro 1 (1992)**
  - i) Za osobna vozila - 98/69/EC
  - ii) Za osobna vozila i laka teretna vozila - 98/69/EC
- **Euro 2 (1996)**
  - i) Za osobna vozila - 98/69/EC
  - ii) Za motocikle - 98/69/EC
- **Euro 3 (2000)**
  - i) Za sva vozila - 98/69/EC
  - ii) Za motocikle- 2002/51/EC
- **Euro 4 (2005)** sva vozila - 98/69/EC
- **Euro 5 (2009)** za osobna vozila i komercijalna vozila - 715/2007/EC
- **Euro 6 (2015)** za osobna vozila i komercijalna vozila - 2016/646/EU
- **Euro 7 (2025)**



Slika 8 Euro norme za dizel motore, [20]

Postoje razne strategije i tehnologije koje pokušavaju smanjiti emisiju štetnih plinova, mnogo njih ima pozitivan učinak, međutim sve se to uvodi postepeno te je

potreban duži vremenski period da bi se u potpunosti primijenilo na sve prometne sustave te u sve dijelove društva. Neke od strategija su [21]:

- Dobro povezan, opremljen i dostupan javni prijevoz putnika je jedan od najboljih strategija. Mnoge zemlje ulažu ogromna sredstva u javni prijevoz putnika, cilj je smanjiti broj osoba koja koriste osobna vozila te povećanje korištenja javnog prijevoza.
- Treba poticati oblike prijevoza koji su najprikladniji za ispunjavanje potreba korisnika, a da ja pri tome onečišćenje okoliša svedeno na minimalnu razinu.
- Pri izgradnji novih cestovnih i željezničkih tehnologija treba poticati što bolje i detaljnije istraživanje područja gdje bi se gradila infrastruktura kako bi se sačuvala flora i fauna tog mjesta.
- Probleme urbane gužve riješiti poticanjem javnosti na korištenje javnog gradskog prijevoza te provedba odgovarajućeg ograničavanja korištenja osobnih vozila. Imperativ je da se unaprijede usluge javnog prijevoza prije ograničavanja prometa.
- Edukacija te javno informiranje građana o štetnosti vožnje automobila te apeliranje na prestanak korištenja osobnih vozila za male i nepotrebne relacije te korištenje javnog prijevoza.
- Za vrijeme stajanja automobila u koloni, na semaforu i sl. poželjno je ugastiti automobil, time se štedi gorivo te zaustavlja emisiju plinova.

Određene tehnologije mogu najviše doprinijeti u smanjenju emisija štetnih plinova, međutim njihova primjena je teža, skupocjena i ne praktična te je vremenski jako spora. Neke od tih tehnologija su [22]:

- **Tehnologija gorivih ćelija** – najefikasnije alternativno gorivo se dobiva iz vodikovih gorivih ćelija. Najbolja goriva ćelija je na bazi vodika. Ova tehnologija koristi plin vodik za stvaranje električne energije. Električna energija se pretvara u mehaničku energiju kako bi se automobil ili neki drugi oblik transporta (autobus, kamion i dr.) pokrenuo motorom. Goriva ćelija



emitira samo jedan oblik emisije, a to je H<sub>2</sub>O, voda, koja je dovoljno čista za piće. Toyota Motor Sales je 10. svibnja 2011. godine u suradnji sa Shell Oil objavila da je otvorila prvu punionicu vodika koja se napaja industrijskim cjevovodom. Ovo je prvi korak u izgradnji infrastrukture vodikovih gorivih ćelija. Vodik će se proizvoditi pomoću bakterija i otpada iz biomase.

- **Električni automobili** – Predstavljaju revoluciju i početak nove ere u razvoju automobilske industrije [23], međutim, takav oblik automobila nije nova tehnologija. Prvi prototipovi električnih automobila su izrađeni davne 1890. godine. (Slika 9), u to vrijeme je izrađeno više električnih automobila nego automobila koje pokreću fosilna goriva. Danas u prometu može se primijetiti sve više električnih automobila koja su rezultat promicanja ideje zaštite okoliša. Neke od prednosti električnih vozila su reduciranje onečišćenja okoliša, reduciranje emisije štetnih plinova, smanjenje buke, neovisnost o fosilnim gorivima i dr [23]. Baterija električnih automobila može biti građena od olova, nikal-metalhidridne i litij-ionske. Trenutno najbolja vrsta baterija na tržištu je litij-ionska baterija.
- **Ekološka vozila** - Dobro je poznato da starija vozila i neodržavana vozila troše mnogo više goriva nego novija, modernija i održavanija vozila. Iz tog razloga bi bilo poželjno da se koriste vozila ne starija od deset godina jer je njihova potrošnja goriva mnogo veća, a samim time je i emisija štetnih plinova mnogo veća. Također, današnje kontrole emisije su do tri puta bolje od automobila proizvedenih prije deset godina.



Slika 9 Punjenje baterije električnog automobila u ranom 20-om stoljeću, [31]

# 5. Ekološki aspekt primjene intermodalnog transporta

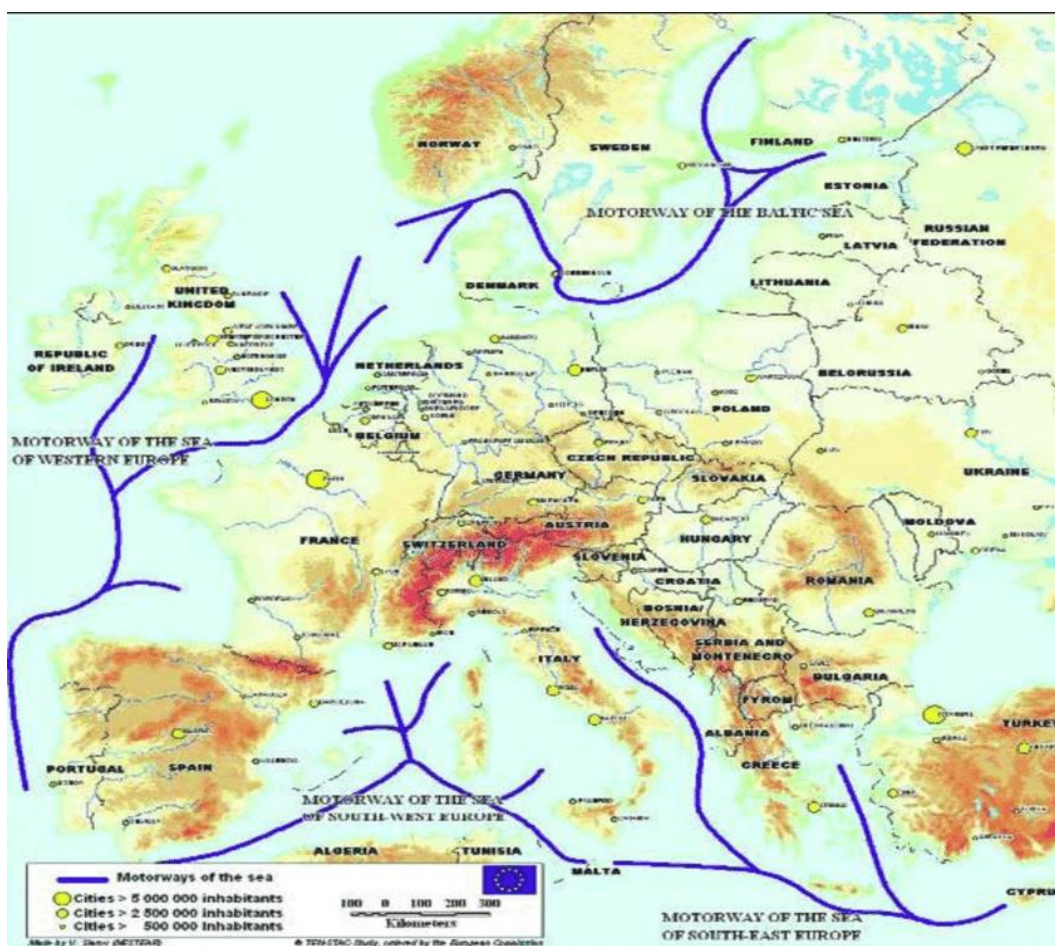
Intermodalni transport je kretanje tereta utovarenog u ukrcajnu jedinicu ili vozilo koje se prevozi od pošiljatelja do primatelja nizom različitih prijevoznih grana bez rukovanja teretom kad se mijenjaju načini prijevoza. Vozilo može biti željezničko ili cestovno ili plovno vozilo. Kombinirani prijevoz je po ECMT<sup>3</sup> objašnjen kao podskupina intermodalnog prijevoza gdje se glavni dio putovanja obavlja željeznicom, unutarnjim plovnim putem ili morem i gdje se početna i/ili krajnja faza prijevoza obavlja cestom [13].

Utjecaj transporta na okoliš u zadnje vrijeme dobiva veliku pažnju, čak i na političkoj sceni gdje se uvode nove mjere te se raspravlja o održivoj mobilnosti, također sve više akademskih istraživanja se provodi na istoimenu temu. Transport je imenovan kao glavni zagađivač okoliša zbog emisije stakleničkih plinova. Iz tog razloga uvedene su brojne strategije koje utječu na promjenu ponašanja automobilske industrije i industrija vezanih za promet, cilj je jednostavan, a to je smanjenje emisije stakleničkih plinova. Također, cilj tih strategija nije samo postizanje veće energetske učinkovitosti prijevoznih sredstava, već se proteže na kombinaciju alternativnih načina, odnosno intermodalnosti, kako bi se postigla veća učinkovitost i veća ekološka održivost. U odabiru prijevoznog oblika, najveći utjecaj imaju cijena i usluga zatim trošak, vrijeme prijevoza, pouzdanost i učestalost. Jedan bitan faktor je svo ovo vrijeme stavljen sa strane, a to je aspekt utjecaja na okoliš. Nakon brojnih istraživanja, dokazalo se da prijevoz ima značajnu ulogu u emisiji stakleničkih plinova te se faktor okoliša danas sve više uzima u razmatranje prilikom odabira prijevoznog sredstva. Navedeni faktor se najviše uzima u obzirom prilikom odabira između unimodalnog i intermodalnog transporta, odabirom intermodalnog transporta uvelike će se očuvati okoliš.

---

<sup>3</sup> ECMT-Europska konferencija ministara prometa

Europska komisija izdala je Bijelu knjigu 2011. godine u kojoj su pod naslovom „Putokaz za jedinstveni europski prometni – put ka konkurentnim i resursno učinkovitim prometnim sustavom“ dane smjernice prometne politike do 2050. godine. U dokumentu se nalaze zanimljive pojedinosti o budućnosti transportnog sektora, ponajviše u smislu buduće i postojeće infrastrukture. Dokument jasno naglašava da je trenutni prometni sustav neodrživ i štetan za okoliš te ga se treba mijenjati, uz te činjenice također se utvrđuje važnost intermodalnog transporta. Europska unija trenutno provodi politiku u kojoj se potencira korištenje željezničkog i pomorskog transporta zbog svojih karakteristika prema okolišu te prijevoznih karakteristika kao što je mogućnost prijevoza velike količine robe. Prijevoz robe željezničkim prijevozom u Španjolskoj je beznačajan, svega 4%, dok prijevoz robe pomorskim putem ima sve veći rast, ponajviše preko takozvanih „pomorskih autocesta“ (eng. Motorways of the sea) (Slika 10).



Slika 10 Pomorske autoceste, [32]

Zbivanja u prometnom sektoru u posljednjim desetljećima rezultirali su znatnim porastom transportne potrebe što je zauzvrat dovelo do povećanja utjecaja na okoliš. Promet je od 1990. zaslužan za više od 25% onečišćenja povezanog s stakleničkim plinovima, brojka koja i dalje raste. U već spomenutoj Bijeloj knjizi navedeno je kako je cilj Europske unije do 2050. godine postići smanjenje 60% stakleničkih plinova u odnosu na 1990. godine. Do 2030. godine je cilj smanjenje stakleničkih plinova do 20% ispod razine koja je bila u 2008. godini. Ostvarivanje tih ciljeva moguće je jedino djelovanjem na dva fronta. Prvo je poboljšanje učinkovitosti u svakom vidu prijevoza kako bi se smanjila potrošnja resursa i emisije stakleničkih plinova. Drugo je poticanje korištenja intermodalnosti pogotovo kod sustava dostave „od vrata do vrata“ kako bi taj transportni sustav postao što optimiziraniji i učinkovitiji. Nedavno provedena istraživanja su pokazala kako postoji interes davatelja prometne usluge za očuvanjem okoliša odnosno interes za primjenu intermodalnog transporta. Intermodalni prijevoz je izrazito porastao posljednjih godina te se smatra održivim razvojem za daljnju budućnost. Kombinacijom više oblika transporta, njihovih određenih ekoloških prednosti, dobiva se učinkovitiji, ekonomičniji i održiviji prometni sustav. Poznato je da željeznički i pomorski promet znatno manje stvaraju emisiju stakleničkih plinova za razliku od cestovnog prometa. Intemodalnost smanjuje potrošnju energije, potiče racionalnije korištenje infrastrukture i smanjuje utjecaj na okoliš iskorištavanjem velikog kapaciteta mora i željezničkog prometa, dok na kraju imaju korist od velike fleksibilnosti cestovnog prometa. Zbog karakteristika fleksibilnosti između željezničkog prometa zajedno sa pomorskim u odnosu na cestovni promet priznato je da se manje udaljenosti transporta odvijaju cestovnim prometom, dok se transport na veće udaljenosti obavlja korištenjem željeznice i pomorskih puteva. Intermodalni transport zahtjeva veliku edukaciju i međusobnu povezanost dionika koji organiziraju transport te sudjeluju u transportnom lancu. Mora postojati određeni nivo povjerenja između dionika koji su odgovorni za planiranje prijevoza kako bi na kraju sam prijevoz mogao biti obavljen.

Zbog velikog udjela kopnenog transporta u ukupnom transportu bitno je navesti razlike između transporta tereta željeznicom i cestom. Velika prednost cestovnog prijevoza je fleksibilnost u domeni vremena, destinacije i količine, volumena tereta koje prevozi. Ovaj oblik tereta je sposoban izvršiti dostavu na sva mjesta povezana cestovnom

infrastrukturu. Industrija kamiona je poznata po tome što može prilagoditi kamione i prikolice svim oblicima tereta koji se prevoze radilo se to o prehrambenim proizvodima, rasutom teretu ili izvangabaritnom teretu. Nedostaci cestovnog transporta su ovisnost o vremenskim prilikama te prilikama na cestama. Gužve nastale zbog gustoće prometa ili nesreća mogu uvelike usporiti proces prijevoza tereta te nanijeti financijske gubitke. Transport tereta željeznicom je najbrži oblik transporta na kopnu, ako se uzme u obzir volumen tereta koji se prenosi. Transport željeznicom je puno brži i sigurniji u odnosu na cestovni transport iz razloga jer ne ovisi o vremenskim prilikama te gužvama na prometnicama. Željeznički transport je ključan dio intermodalnog transporta jer većina intermodalnog transporta koristi u jednom dijelu procesa željeznički transport. Nedostaci željezničkog transporta su određena ograničenja. Na primjer, željeznički transport nije fleksibilan kao cestovni prijevoz, nije pogodan za kratke relacije, vagoni nisu namijenjeni za prijevoz svakog oblika tereta. Ukrcaj tereta nije vremenski fiksni te je teško predvidjeti koliko će sam proces utovara trajati što može stvoriti financijske gubitke[24].

Veliko pitanje koje muči logističare je koji je najbolji oblik prijevoza s obzirom na varijable cijene, vremena prijevoza, pouzdanosti te učestalosti, a u novije vrijeme i ekološkog faktora. Tako spoznaju da pomorski prijevoz je ekološki prihvatljiviji nije uvijek točna. Naime, ako brodovi nisu opterećeni punim kapacitetom, tada emisije stakleničkih plinova mogu biti veće od onih koje proizlaze iz prijevoza tereta cestom. Razlog tome je što brodski motori ne ispunjavaju tehničke zahtjeve koje ispunjavaju motori modernih cestovnih prijevoznih sredstava. Propisi koji se odnose na nadogradnju odnosno proizvodnju brodskih motora nisu ni približno rigorozni kao za cestovna motorna vozila. Provođenjem istraživanja je dokazano da pomorski promet, u ovom slučaju pomorski promet na kratke relacije, daje bolje rezultate u emisiji CO<sub>2</sub> u odnosu na cestovni prijevoz, ali daje lošije rezultate u emisiji NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> i PM koji zagađuju zrak te utječu na regionalnu kvalitetu zraka, okoliš te zdravlje ljudi [25].

## 6. Zaključak

Ako se uzmu u obzir svi ovi oblici transporta koji su obrađeni u ovom radu onda se dolazi do zaključka da je najučinkovitiji oblik transporta onaj koji uključuje željeznicu ili vodni promet. Međutim, oni imaju veliki problem fleksibilnosti jer nisu u mogućnosti izvršiti dostavu od vrata do vrata bez korištenja cestovnog prijevoza. Cestovni prijevoz globalno predstavlja problem zbog emisije štetnih plinova. Mnoge zemlje potiču svoj narod da što manje voze vozila s motorima na unutarnje izgaranje, a što više električna vozila koja su trenutno vrlo skupa zbog visoke cijene baterija, ali države trenutno podupiru elektromobilnost s određenim subvencijama. Punionice za električna vozila su većinom besplatne za korištenje, ali pitanje je do kad. Također, baterije koje pokreću automobil su litij-ionske baterije, a litij je svake godine sve skuplji i skuplji jer ga ima sve manje, a to znači još veće cijene električnih vozila.. Velike tvrtke kao što je Amazon uvode robote i dronove za prijevoz lakog tereta do vrata primatelja što je uglavnom dobra ideja, ali zbog visoke cijene samih dronova i robota neće još dugo biti primjenjiva u svim zemljama već samo onim bogatijim.

Intermodalni transport se pokazao kao jako dobar način za smanjiti emisiju štetnih plinova sada, a i u budućnosti. Europska Unija je prema službenim dokumentima prepoznala potencijal i prednost korištenja intermodalnog transporta u smanjenju negativnog utjecaja prometa na klimatske promjene. Vrlo je bitno da se intermodalni transport promovira na određeni način kako bi privukao pažnju dionika u prijevoznim procesima, važno je prikazati koje sve prednosti intermodalnost nudi u odnosu na unimodalnost.

# Literatura

[1] DHMZ. Preuzeto s:

[https://meteo.hr/klima.php?section=klima\\_modeli&param=klima\\_promjene](https://meteo.hr/klima.php?section=klima_modeli&param=klima_promjene)

(Pristupljeno: 16.05.2022.)

[2] Službene stranice EU-a. Preuzeto s: [https://ec.europa.eu/clima/climate-change/climate-change-consequences\\_hr](https://ec.europa.eu/clima/climate-change/climate-change-consequences_hr)

(Pristupljeno: 16.05.2022.)

[3] Future of life. Preuzeto s: <https://futureoflife.org/background/risks-of-climate-change/>

(Pristupljeno 18.08.2022.)

[4] David Herring, NOAA. Preuzeto s: <https://www.climate.gov/news-features/climate-qa/what-can-we-do-slow-or-stop-global-warming>

(Pristupljeno: 16.05.2022.)

[5] Geography notes. Preuzeto s: <https://www.geographynotes.com/articles/5-major-environmental-impact-of-transport-development/249>

(Pristupljeno: 16.05.2022.)

[6] ICCT. Preuzeto s: <https://theicct.org/a-world-of-thoughts-on-phase-2/>

(Pristupljeno: 16.5.2022.)

[7] Torres de Miranda Pinto J, Mistage O, Bilotta P, Helmers E. Road-rail intermodal freight transport as a strategy for climate change mitigation. *Environmental Development*. 2018; 25 :100-110.

[8] The Geography Of Transport System. Preuzeto s:

<https://transportgeography.org/contents/chapter4/transportation-and-environment/>

(Pristupljeno 18.08.2022.)

[9] BBC. Preuzeto s: <https://www.bbc.com/future/article/20200317-climate-change-cut-carbon-emissions-from-your-commute>

(Pristupljeno: 16.05.2022.)

[10] Službene stranice EU. Preuzeto s: [https://ec.europa.eu/clima/eu-action/transport-emissions/road-transport-reducing-co2-emissions-vehicles/co2-emission-performance-standards-cars-and-vans\\_en](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/transport-emissions/road-transport-reducing-co2-emissions-vehicles/co2-emission-performance-standards-cars-and-vans_en)

(Pristupljeno: 16.05.2022.)



- [11] Transport & environment. Preuzeto s: <https://www.transportenvironment.org/challenges/road-freight/trucks/> (Pristupljeno: 16.05.2022.)
- [12] HŽ INFRASTRUKTURA. Preuzeto s: <https://www.hzinfra.hr/naslovna/drustvena-odgovornost/ekologija/> (Pristupljeno: 16.05.2022.)
- [13] Brnjac N. *Intermodalni transportni sustavi*; Zagreb: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu; 2012.
- [14] Memphis business journal. Preuzeto s: <https://www.bizjournals.com/memphis/stories/2008/06/30/daily21.html> (Pristupljeno: 25.05.2022.)
- [15] Ekologija, autor A.V. Preuzeto s: <https://www.ekologija.com.hr/utjecaj-zracnog-prometa-na-okolis/> (Pristupljeno: 25.05.2022.)
- [16] David Suzuki foundation, autor Tom Green. Preuzeto s: <https://david Suzuki.org/what-you-can-do/air-travel-climate-change/> (Pristupljeno: 25.05.2022.)
- [17] Transport & environment. Preuzeto s: <https://www.transportenvironment.org/challenges/ships/greenhouse-gases/> (Pristupljeno: 25.05.2022.)
- [18] Službene stranice Europske unije. Preuzeto s: [https://ec.europa.eu/clima/eu-action/transport-emissions/road-transport-reducing-co2-emissions-vehicles/co2-emission-performance-standards-cars-and-vans\\_en#modal](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/transport-emissions/road-transport-reducing-co2-emissions-vehicles/co2-emission-performance-standards-cars-and-vans_en#modal) (Pristupljeno 19.7.2022.)
- [19] EUR-lex. Preuzeto s: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A31991L0441> (Pristupljeno 19.7.2022.)
- [20] en-academic. Preuzeto s: <https://en-academic.com/dic.nsf/enwiki/1307589> (Pristupljeno 19.7.2022.)

[21] The impacts of road transport on urban air quality – a case study of the Greater Manchester region. Preuzeto s:

<https://www.witpress.com/Secure/elibrary/papers/AIR94/AIR94036FU.pdf> (Pristupljeno 19.7.2022.)

[22] How stuff works, poveznica :

<https://science.howstuffworks.com/environmental/green-science/10-transportation-pollution-solutions.htm> (Pristupljeno 19.7.2022.)

[23] Emanović M, Jakara M, Barić D. Challenges and Opportunities for Future BEVs Adoption in Croatia. *Sustainability* 2022;14(13): 8080.

[24] López-Navarro MA. Environmental Factors and Intermodal Freight Transportation: Analysis of the Decision Bases in the Case of Spanish Motorways of the Sea. *Sustainability*, 2014;6:1544-1566.

[25] Navavta. Preuzeto s: <https://navata.com/cms/the-right-mode-of-transportation/> (Pristupljeno 19.7.2022.)

[26] Hall D, Lutsey N. Estimating the infrastructure needs and costs for the launch of zero-emission trucks. International Council on Clean Transportation. 2019

[https://www.researchgate.net/figure/Global-transport-sector-greenhouse-gas-emissions-by-mode\\_fig1\\_335104931](https://www.researchgate.net/figure/Global-transport-sector-greenhouse-gas-emissions-by-mode_fig1_335104931) (Pristupljeno: 25.05.2022.)

[27] Geography notes, autor Raghav. Preuzeto s:

<https://www.geographynotes.com/articles/5-major-environmental-impact-of-transport-development/249> (Pristupljeno: 16.05.2022.)

[28] BBC. Preuzeto s: <https://www.bbc.com/future/article/20200317-climate-change-cut-carbon-emissions-from-your-commute> (Pristupljeno: 16.05.2022.)

[29] Aviation Voice, autor Karolina Prokopovič. Preuzeto s:

<https://aviationvoice.com/easa-addresses-aviations-impact-on-climate-change-2-201711081104/> (Pristupljeno: 16.05.2022.)

[30] Shipping and freight resource. Preuzeto s: <https://www.shippingandfreightresource.com/5-adverse-effects-of-climate-change-on-maritime-transport/> (Pristupljeno: 16.05.2022.)

[31] BBC . Preuzeto s: <https://www.bbc.com/future/article/20200317-climate-change-cut-carbon-emissions-from-your-commute> (Pristupljeno: 25.05.2022.)

[32] Grigoropoulos G. Spanning 100 centuries: The rich history of the maritime industry in the Mediterranean (Historical Note). *Marine technology*. 2014; 51. 73-76.

[33] Our World in Data. Preuzeto s: <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector> (Pristupljeno: 26.08.2022.)

# Popis slika

Slika 1 Razlika temperature u određenim vremenskim razdobljima .....	3
Slika 2 Emisije stakleničkih plinova po obliku transporta .....	5
Slika 3 Razina buke .....	7
Slika 4 Emisija CO <sub>2</sub> po vozilu .....	8
Slika 5 Emisije stakleničkih plinova iz prometnog sektora .....	10
Slika 6 Ispušni plinovi zrakoplova .....	12
Slika 7 Izgaranje goriva broda .....	13
Slika 8 Euro norme za dizel motore .....	17
Slika 9 Punjenje baterije električnog automobila u ranom 20-om stoljeću .....	20
Slika 10 Pomorske autoceste .....	22

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je \_\_\_\_\_ završni rad \_\_\_\_\_


(vrsta rada)

isključivo rezultat mogega 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 \_\_\_\_\_ Smanjenje negativnog utjecaja prometa na okoliš primjenom intermodalnog transporta \_\_\_\_\_, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ica:

U Zagrebu, \_\_06.09.2022.\_\_\_\_\_

Dario Cetinjanin   
(ime i prezime, potpis)