

Utjecaj cestovnog prometa na klimatske promjene

Matoš, Zvonimir

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:302384>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-18**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

UTJECAJ CESTOVNOG PROMETA NA KLIMATSKE PROMJENE

IMPACT OF ROAD TRAFFIC ON CLIMATE CHANGE

ZAVRŠNI RAD

Mentor: doc. dr. sc. Marijan Jakovljević

Komentor: Marko Švajda mag. ing. traff.

Student: Zvonimir Matoš

JMBAG: 0135260956

Zagreb, rujan 2024.

Zagreb, 11. lipnja 2024.

Zavod: **Zavod za prometno planiranje**
Predmet: **Ekologija u prometu**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 7593

Pristupnik: **Zvonimir Matoš (0135260956)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Utjecaj cestovnog prometa na klimatske promjene**

Opis zadatka:


U radu je potrebno analizirati štetan utjecaj klimatskih promjena na čovjeka i okolinu. Također je potrebno analizirati utjecaj prometa na nastanak klimatskih promjena. Isto tako potrebno je analizirati mjere za smanjenje negativnog utjecaja cestovnog prometa na nastanak klimatskih promjena.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:



doc. dr. sc. Marijan Jakovljević



Marko Švajda, mag. ing. traff. (komentor)

SAŽETAK:

Zadatak ovog rada je opisati štetan utjecaj cestovnog prometa na klimatske promjene. Uz uvod u kojem se objašnjava problem prevelikog broja vozila na cestama koji je usko povezan s razvojem gospodarstva, u radu su nadalje opisane klimatske promjene, uzroci njihovog nastajanja te posljedice koje nose sa sobom. Najveći fokus u radu je stavljen na štetan utjecaj iz samog cestovnog prometa, na opis kako i čime vozila zagađuju putem izgaranja iz pogonskog agregata te koje to posljedice u obliku društvenog troška ostavlja za sobom. U posljednjem dijelu rada se iznosi prijedlog za uvođenje mjera koje dovode do smanjenja zagađenja raznim tehnološkim inovacijama, politikama te samom edukacijom stanovništva.

Ključne riječi: cestovni promet; klimatske promjene; staklenički plinovi; održivost

ABSTRACT:

The purpose of this thesis is to describe the harmful impact of road traffic on climate change. In addition to the introduction, which explains the problem of the excessive number of vehicles on the roads closely linked to economic development, the paper further describes climate change, its causes, and the consequences that it brings. The main focus of the paper is on the harmful impact of road traffic itself, describing how and with what vehicles pollute through emissions from the power unit and the consequences this pollution leaves in the form of social costs. The final part of the paper proposes measures to reduce pollution through various technological innovations, policies, and the education of the population.

Keywords: road traffic; climate change; greenhouse gases; sustainability

SADRŽAJ:

| | |
|--|-----------|
| 1. UVOD..... | 1 |
| 2. KLIMATSKE PROMJENE..... | 3 |
| 3. PROMET I KLIMATSKE PROMJENE..... | 7 |
| 3.1. Utjecaj cestovnog prometa na klimatske promjene | 10 |
| 3.2. Društveni trošak klimatskih promjena | 17 |
| 4. MJERE ZA SMANJENJE NEGATIVNOG UTJECAJA PROMETA NA KLIMATSKE PROMJENE | 27 |
| 4.1. Tehnološke inovacije | 28 |
| 4.2. Promjene u politikama | 30 |
| 4.3. Poticanje održivih oblika prijevoza..... | 33 |
| 4.4. Edukacija i osvještavanje javnosti | 34 |
| 5. ZAKLJUČAK..... | 36 |
| LITERATURA..... | 38 |
| POPIS SLIKA | 42 |
| POPIS TABLICA..... | 42 |

1. UVOD

Utjecaj cestovnog prometa na klimatske promjene postaje sve izraženiji. Povećanjem broja vozila na prometnicama se povećava i utjecaj odvijanja cestovnog prometa na okoliš. Povećava se broj osobnih vozila za obavljanje privatnog prijevoza i teretnih vozila kojima se prevozi teret cestovnim pravcima. Razvojem gospodarstva države se povećava i kupovna moć stanovništva što rezultira povećanjem broja vozila kućanstva. Shodno tomu, povećava se broj stanovnika u gradovima što rezultira povećanjem površine grada, a samim time i povećanjem udaljenosti dnevnih migracija ljudi. Povećanje broja vozila na prometnicama često uzrokuje zagušenja u prometnoj mreži što predstavlja situaciju u kojoj se stvara zagađenje okoliša, a vozila se ne mogu kretati kako bi obavila zadanu funkciju.

Povećanje broja cestovnih vozila rezultira povećanim utjecajem na klimatske promjene kroz sve veću emisiju produkata izgaranja fosilnog goriva u pogonskim agregatima vozila. Utjecaj rezultira povećanjem prosječne temperature zračnog omotača Zemlje kroz godinu i onečišćenjem produktima izgaranja. Odvijanje cestovnog prometa ne utječe na cjelokupni okoliš jednako, nego je njegov utjecaj proporcionalan prometnom opterećenju prometnica i strukturi vozila koja prometuju. Razlikuje se utjecaj u urbanim sredinama unutar kojih se kreće veliki broj vozila pri niskim brzinama kretanja i utjecaj odvijanja cestovnog prometa na međugradskim prometnicama. Uvođenjem regulacijskih mjera se smanjuje utjecaj jednog vozila na okoliš, ali utjecaj na okoliš se ne može u potpunosti ukloniti što u konačnici rezultira povećanjem utjecaja na okoliš zbog povećanja broja vozila na prometnicama.

Naslov završnog rada je: Utjecaj cestovnog prometa na klimatske promjene. Rad je podijeljen u 5 poglavlja:

1. Uvod
2. Klimatske promjene
3. Promet i klimatske promjene
4. Mjere za smanjenje negativnog utjecaja prometa na klimatske promjene
5. Zaključak

U drugom je poglavlju objašnjen pojam klime određenog područja, što utječe na klimatske promjene te kako se odražavaju promjene u klimi određenog područja na biljni i životinjski svijet. Detaljno su analizirane klimatske promjene koje nastaju prirodno i one koje potiče čovjek svojim djelovanjem na Zemlji te podjela po njihovom trajanju. Prikazane su posljedice koje su sada jasno postojane, a postajat će sve izraženije ne dođe li do smanjenja utjecaja cestovnog prometa na okoliš.

Treće poglavlje se temelji na povezivanju djelovanja cestovnog prometa na okoliš i reakcija okoliša kroz klimatske promjene. Analiziran je utjecaj odvijanja prometa na razini onečišćenja okoliša i na razini utjecaja na čovjeka. Prikazana je izravna poveznica između štetnih produkata izgaranja fosilnih goriva i njihovog utjecaja na čovjekovo zdravlje i okoliš.

Analizirani su troškovi koji se javljaju kao posljedica odvijanja cestovnog prometa za ljude, životinjski i biljni svijet. Uz zagađenje okoliša produktima izgaranja, obrađen je i utjecaj buke na okoliš. Također su prikazani statistički podaci o udjelima koji promet ima na razini globalnog zagađenja.

Četvrtim su poglavljem prikazane mjere pomoću kojih se može smanjiti negativan utjecaj cestovnog prometa na klimatske promjene i onečišćenje okoliša. Analizirane su mjere koje se temelje na ideji smanjenja korištenja cestovnih vozila za osobni prijevoz i njihovog prelaska na održive načine prijevoza i mjere koje se primjenjuju izravno na osobna vozila pri njihovoj konstrukciji i dizajniranju kako bi se na razini pojedinog vozila smanjio negativan utjecaj u što je većoj mjeri mogućoj. Prikazane su sve mjere slijedenjem kojih bi se trebao smanjiti negativan utjecaj kao primaran razlog primjene, a na taj način bi se povećala mobilnost ljudi pogotovo tijekom vršnih sati u kojima se trenutno javljaju zagušenja u prometnoj mreži. Prikazane su alternative osobnom prijevozu na fosilna goriva, tehnološke inovacije, mjere za edukacije javnosti i promjene u politikama koje usmjeravaju razvoj ka klimatski neutralnom prostoru.

2. KLIMATSKE PROMJENE

Klima određenog područja u određenom razdoblju se definira kao skup očekivanih vrijednosti meteoroloških elemenata i meteoroloških pojava. Kao geografski pojam, klima predstavlja skup atmosferskih stanja koja djeluju nad određenim područjem zemlje, a može se također i definirati kao prosječno stanje atmosfere nad promatranim područjem u definiranom razdoblju. [1]

Uz prirodne uzroke klimatskih promjena, u novije se vrijeme javljaju i antropogeni uzroci. Antropogeni uzroci predstavljaju uzroke koji nastaju kao posljedica ljudskog djelovanja. [1]

Kao posljedica ljudskih aktivnosti dolazi do utjecaja na klimatske promjene. Najveći uzrok ljudskog djelovanja na klimatske promjene je izgaranje fosilnih goriva što uzrokuje povećanje koncentracije stakleničkih plinova u atmosferi, a oni uzrokuju učinak staklenika. Dopuštaju neometani ulazak Sunčevog zračenja prema Zemlji, ali reflektiranu energiju i toplinu zadržavaju unutar Zemljine atmosfere što rezultira prvenstveno povećanjem temperature uz Zemljinu površinu. [1]

Klimatske se promjene očituju u atmosferi, ali su također i usko povezane sa zbivanjima u cijelom Zemljinom sustavu koji obuhvaća sve vode i oceane, ledene pokrove, tlo te sav živi svijet. Uzrokuju promjene u klimi nad određenim područjem u pogledu promjene prosječne temperature tijekom godine, a isto tako i tijekom određenih razdoblja koje mogu utjecati na razvoj vegetacije tog područja. Promjene u vegetaciji, utječu na životinjski svijet promatranog područja. Biljojedi nemaju više raspoložive hrane za opstanak, a mesojedi nemaju više plijena kojeg na tom području zadržava i hrani biljni svijet. [1]

Klimatske promjene također utječu i na životinjski svijet. Promjenom temperature zraka, vjetrova, vlažnosti zraka i padalina na određenom području se mijenja stanište životinja, a samim time i životni uvjeti. Ometa se period zimskog odmora određenih životinjskih vrsta, njihovo razmnožavanje i sezonske migracije. Određene vrste životinja migriraju u prihvatljivija područja kako bi se osigurao njihov opstanak, a vrste koje to nisu u mogućnosti izumiru ili im se smanjuje brojno stanje. Migracijom određenih vrsta životinja se mijenja i hranidbeni lanac šireg područja. Uslijed migracije je moguće da na određenom području životinje koje se lakše mogu prilagoditi na klimatske promjene ostaju bez plijena ili napadača, a životinje koje su migrirale nailaze na nove vrste s kojima nisu upoznate, a mogu također i na tom području utjecati na promjenu u hranidbenom lancu. [1]

Klimatske promjene utječu na prirodu kroz: [9]

Visoke temperature zraka: [9]

Visoke temperature zraka dovode do porasta smrtnosti, smanjenja produktivnosti i oštećenja infrastrukture. Očekuje se da će visoke temperature zraka uzrokovati promjenu geografske rasprostranjenosti klimatskih zona što bi rezultiralo promjenom rasprostranjenosti biljnih i životinjskih vrsta. Očekuje se da će porast temperature zraka utjecati na fenološke promjene koje obuhvaćaju promjene u ponašanju i životnom ciklusu životinjskih i biljnih vrsta.

Suše i šumski požari: [9]

Suša obuhvaća neuobičajeno privremeno smanjenje dostupnosti vode uzrokovano nedostatkom oborina ili većim isparavanjem vode zbog povećanih temperatura. Suše utječu na prometnu infrastrukturu, poljoprivredu, šumarstvo, vodu i bioraznolikost. Godišnji gubici unutar Europske unije uzrokovani sušom su oko 9 milijardi eura većinom nastali u sektoru poljoprivrede, energije i javne vodoopskrbe. U slučaju da bi se globalna temperatura povećala za 3 stupnja Celzijusa, apsolutni godišnji gubici bi se povećali na 40 milijardi eura. Povećanje intenziteta i trajanja sušnih perioda bi rezultiralo produljenim trajanjem sezone požara u šumi i povećanjem površine koja je izložena riziku od nastajanja požara.

Dostupnost slatke vode: [9]

Povećanjem globalne temperature se mijenjaju obrasci padalina, povećava se isparavanje vode, pospješuje se otapanje ledenjaka što u konačnici rezultira povećanjem razine mora. Očekivano je da će češće suše i porast temperature rezultirati smanjenjem kvalitete i dostupnosti slatke vode. U takvim je uvjetima povećan rast i širenje toksičnih algi i bakterija, a povećanje učestalosti iznenadne jake kiše će utjecati na kvalitetu i dostupnost slatke vode.

Poplave: [9]

Očekuje se da će kao posljedica klimatskih promjena doći do povećanja intenziteta i količine oborina što najčešće rezultira riječnim ili kišnim poplavama. U Europi su poplave česta prirodna katastrofa, a zajedno s olujama se pretpostavlja da su dovele do smrtnih slučajeva, pogodile milijune ljudi i uzrokovale velike gospodarske gubitke.

Bioraznolikost: [9]

Klimatske se promjene događaju vrlo brzo u usporedbi s mogućnošću biološkog i životinjskog svijeta da se tomu prilagode. Zbog toga se već sada pojavljuju fenološke promjene, promjene u brojnosti i rasprostranjenosti vrsta, promjene u sastavu i strukturi zajednice te procesa u ekosustavima.

Tlo: [9]

Klimatske promjene na tlo mogu utjecati uzrokovanjem erozije tla, smanjenja organskih tvari u sastavu tla, salinizacije, klizišta, pojave poplava i dezertifikacije. Dezertifikacija predstavlja proces širenja područja pustinje, a salinizacija predstavlja proces zaslanjivanja tla prirodnim ili umjetnim putem. Na degradaciju tla utječu izražene oborine, brzo otapanje snijega ili leda, izražen protok rijeka i sve veće suše. Ljudski utjecaj se očituje krčenjem šuma, intenzivnom poljoprivredom i skijanjem.

Podizanje mora i obalna područja: [9]

Razina mora se podiže zbog toplinskog širenja mora i oceana, a tome pridonosi i otapanje ledenjaka i antarktičke ledene ploče. Predviđeno je da će se razina mora u Europi podignuti za 60 – 80 [cm] ovisno o brzini topljenja antarktičke ledene ploče. Trećina stanovništva Europske unije živi unutar 50 km od obale mora ili oceana, a iz kojeg se generira više od 30 % BDP – a Unije. Posljedice klimatskih promjena su vidljive i na obalnim područjima iako će se njihov utjecaj povećavati, a sastoji se iz pojave poplava i erozije tla.

Kopnene vode: [9]

Klimatske promjene utječu na obrazac padalina, njihovu predvidljivost i intenzitet. Povećavaju vjerojatnost od nastanka iznenadnih intenzivnih oluja što u konačnici može rezultirati smanjenjem dostupnosti pitke vode, a posebno u južnoj i jugo – istočnoj Europi. Utjecaj na kopnene vode se očituje također i povećanjem temperature što negativno utječe na biološki i životinjski svijet unutar istih. Ekosustavu pogoduje samo određeni raspon temperature vode, a povećavanjem temperature se dodatno smanjuje i kvaliteta vode.

Morski okoliš: [9]

Porast površinske temperature mora i oceana, zakiseljavanje oceana, promjene struja i tokova vjetra utječe na fizičku i biološku strukturu oceana. Promjene u temperaturama mora i oceana bi moglo doći do promjene geografske rasprostranjenosti ribe. Zakiseljavanje oceana utječe na organizme koji stvaraju kalcijev karbonat što utječe na obalne i morske ekosustave.

Na slici 1 se nalaze prikazi nekih od posljedica klimatskih promjena, poput otapanja ledenjaka i ledenih vrhova, nastajanja olujnih vjetrova, tsunamija i tornada, požara velikih razmjena, suša te poplava.



Slika 1. Prikaz posljedica klimatskih promjena

Izvor: [2]

Klimatske se promjene razlikuju po svome trajanju. Promjene koje traju tijekom najdužih perioda izazivaju astronomski procesi koji posljedično dovode do razlike u osunčanosti Zemlje, a samim time i do smjene ledenih i među ledenih doba. [1]

Dijele se na: [1]

- Precesija Zemljine osi, period u trajanju oko 20 000 godina
- Promjena nagiba Zemljine osi, period u trajanju oko 40 000 godina
- Promjena oblika Zemljine putanje oko Sunca, period u trajanju oko 100 000 godina

Uzroci koji djeluju na nastanak klimatskih promjena, a u trajanju oko 1 000 godina su razlike u intenzitetu Sunčevog zračenja, dok klimatske promjene najkraćih perioda (dekadskih ili međugodišnjih) su prvenstveno posljedica međudjelovanja atmosfere i oceana. [1]

3. PROMET I KLIMATSKE PROMJENE

Promet, kao gospodarska djelatnost, generira veliku količinu štetnih plinova koji djeluju na okoliš, biljke i životinje. Razvoj prometa se odvija paralelno s razvojem gospodarstva određene države. Nije nužno da se u svim državama promet razvija s težnjom ka obnovljivim izvorima energije i korištenju vozila koja ne emitiraju štetne emisije. Uz razvoj gospodarstva države, povećava se i kupovna moć stanovništva, a ako ono nije usmjereno i educirano ka korištenju načina prijevoza koji minimalno utječe na zagađenje okoliša i emitiranje štetnih plinova, povećava se kupovina i eksploatacija osobnih automobila, a čije su specifikacije usmjerene u prvom redu ka udobnosti i ergonomiji vožnje što ne mora nužno biti povezano s učinkovitošću i ekološki prihvatljivim izborima pogonskih agregata vozila. [3]

Utjecaj odvijanja cjelokupnog prometa u velikoj mjeri utječe na klimatske promjene, ali grana cestovnog prometa je odgovorna za značajan udio tih emisija. Kroz povijest su se koristila sredstva cestovnog prometa za osobne migracije i prijevoz tereta. Vozila za osobne migracije ima veliki broj na prometnicama, ali se njihov utjecaj na klimatske promjene umanjuje uvođenjem Ekoloških normi za vozila i redovnim pregledima. Teretna vozila imaju veliki utjecaj na klimatske promjene zbog toga što se koriste za prijevoz velikih masa tereta i stoga moraju biti opremljeni pogonskim agregatima koji koriste velike količine fosilnih goriva, a samim time se izgaranjem goriva stvaraju štetni spojevi. [3]

Vozila pogonjena fosilnim gorivima emitiraju štetne plinovi koji se dijele na zagađivače zraka i stakleničke plinove. Zagađivači zraka su: sumporni spojevi, ugljikovi oksidi, dušikovi oksidi, ugljikovodici i čestice nastale izgaranjem fosilnih goriva, a u stakleničke plinove spadaju metan, dušikov oksid, ugljikov dioksid i fluorirani plinovi. Ne emitiraju svi pogonski agregati cestovnih vozila jednake vrijednosti pojedinih štetnih spojeva. Koliki udio kojih spojeva emitiraju ovisi o pogonskom gorivu, opremljenosti sustavima za pred nabijanje, kod Otto agregata o načinu stvaranja gorive smjese, a kod dizelskih agregata o načinu, tlakovima, kontroli ubrizgavanja pogonskog goriva, opremljenosti ispušnih sustava vozila filterima koji služe za naknadnu obradu ispušnih plinova itd. [3]

U zagađivače zraka spadaju:

Ugljikov (I) oksid (CO): [4]

- nastaje nepotpunim izgaranjem gorive smjese u cilindru, a udio ovog plina se povećava proporcionalno povećanju goriva u sastavu gorive smjese iznad idealne vrijednosti
- ovaj plin je veoma otrovan za ljudsko zdravlje, nema boje, okusa niti mirisa, a ono što ga čini otrovnim je to da se veže puno brže za hemoglobin u plućima osoba, nego što se veže kisik

- pri izlaganju čovjeka ovom plinu pa čak i u malim količinama, može uzrokovati gubitak svijesti, trovanje organizma i u konačnici smrt
- kako bi se spriječilo trovanje ljudi ovim plinom, ne smije se dopustiti rad pogonskog agregata vozila u zatvorenoj prostoriji, poput garaže, a koja se brzo može napuniti ovim plinom

Ugljikovodici (CH): [4]

- nastaju pri nepotpunom izgaranju goriva pri radu pogonskog agregata vozila
- najmanji udio ovog plina u sastavu ispušnih plinova vozila se postiže pri radu motora u području siromašne gorive smjese, a koncentracija raste povećanjem bogatosti gorive smjese
- pri radu motora u području značajno siromašne gorive smjese se također koncentracija ovog štetnog produkta izgaranja povećava
- plin djeluje na čovjekov živčani sustav, a djelovanje se očituje narkotičkim djelovanjem na čovjekov organizam
- pri radu Otto pogonskih agregata nastaju nisko molekularni ugljikovodici, a pri radu dizelskih agregata nastaju visoko molekularni ugljikovodici

Dušični oksidi (NO_x): [4]

- nastaju izgaranjem pogonskog goriva pri visokim temperaturama, a ovise o bogatosti gorive smjese gorivom
- najmanja koncentracija se emitira pri radu motora s neznajno siromašnom smjesom goriva i zraka, dok se koncentracija povećava smanjenjem ili povećanjem goriva u sastavu gorive smjese
- najveći udio oksida koji nastaju izgaranjem pogonskih goriva čine dušikov oksid (NO) i dušikov dioksid (NO₂), od kojih je dušikov dioksid otrovan za ljudsko zdravlje
- plin je štetan za ljudsko zdravlje jer se veže za hemoglobin u krvi brže i u većoj mjeri nego kisik, a u kombinaciji s ugljikovim monoksidom (CO) vrlo lako uzrokuje smrtonosno trovanje

Sumpor (IV) oksid (SO₂): [4]

- koncentracija ovog plina je 10 puta veća pri radu dizelskih pogonskih agregata nego pri radu Otto motora, a najveća se koncentracija ovog plina emitira pri graničnim uvjetima rada pogonskog agregata, poput rada u području okretaja u kojima proizvodi nazivnu snagu ili okretni moment
- štetan utjecaj ovog plina se očituje pogoršanjem ljudskog zdravlja, jer ga ljudska pluća ne mogu uspješno izbaciti iz sebe pri disanju, u kontaktu s vodenom parom se stvara sulfatna kiselina koja je uzrok nastanka kiselih kiša koje štetno utječu na rast i razvoj biljnog svijeta, a pospješuje koroziju izloženih metala kiselim kišama i samom plinu

Olovni spojevi: [4]

- samo olovo i spojevi olova se dodaju u pogonsko gorivo za motore kako bi se pospješio rad motora i spriječilo neželjeno detoniranje goriva koja je posebno nepoželjno pri radu Otto motora
- pri radu motora se emitira ovaj plin koji se zadržava u niskim slojevima atmosfere i na taj način onečišćuje sam okoliš i djeluje na ljude
- na olovo i spojeve su posebno osjetljivi fetusi, anemične osobe, mala djeca i kronični bolesnici.
- smanjenje koncentracije i samog udjela u sastavu štetnih plinova se postiže korištenjem alternativnih pogonskih goriva i bezolovnih benzina koji su obogaćeni aditivima te su drukčije obrađeni pri rafiniranju

Čestice čađe: [4]

- čestice čađe i dim koji je ljudskom oku vidljiv nastaju u najvećem dijelu pri radu dizelskih motora, a mogu se također javiti pri radu Otto motora koji su opremljeni sustavom za direktno ubrizgavanje goriva u cilindar te onima koji rade sa značajno bogatom gorivom smjesom, visoko iznad dozvoljenih granica
- u najvećem dijelu se čađa sastoji od čestica ugljika, koje nastaju izgaranjem goriva uz manjak kisika i visoku temperaturu ili zbog nekvalitetnog miješanja ubrizganog goriva s usisanim zrakom
- to može biti rezultat neispravnih senzora koji reguliraju rad pogonskog agregata ili samih izvršnih uređaja poput injektora, visokotlačne pumpe goriva, brtvenih pločica injektora i sl.
- čestice nisu po sebi značajno štetne za ljudsko zdravlje i okolinu, ali na sebe vrlo lako vežu ostale štetne plinove koji nastaju izgaranjem goriva

Staklenički plinovi nisu štetni pri emisiji u smislu da zagađuju i onečišćuju okoliš, ali njihovom prekomjernom emisijom dolazi do neravnoteže u zračnom omotaču Zemlje i klimatskih promjena. U stakleničke plinove spadaju: [38]

Ugljikov dioksid: [36]

- nastaje izgaranjem fosilnih goriva, krutog otpada, drveća, bioloških materijala, disanjem ljudi i životinja, odvijanjem kemijskih reakcija poput proizvodnje cementa, a iz atmosfere se uklanja apsorpcijom biljkama biološkim ciklusom fotosinteze

Metan: [36]

- nastaje pri proizvodnji i transportu ugljena, prirodnog plina i nafte, odvijanjem prirodnih procesa pri uzgoju stoke i ostalih poljoprivrednih praksi, korištenjem i obradom zemljišta i raspadanjem organskog otpada

Dušikov oksid: [36]

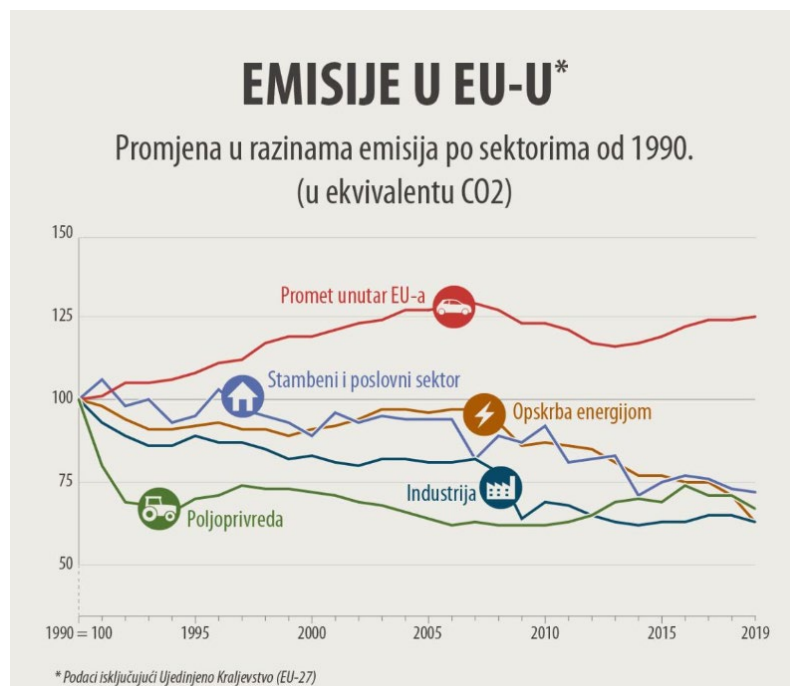
- emitira se provođenjem poljoprivrednih aktivnosti, korištenjem i obradom zemljišta, odvijanjem industrijskih aktivnosti, izgaranjem fosilnih goriva i krutog otpada te obradom otpadnih voda.

Fluorirani plinovi: [36]

- koriste se kao zamjena za plinove čijom se emisijom oštećuje stratosferski ozon. Najčešće se emitiraju nižim intenzitetom od ostalih stakleničkih plinova, ali imaju značajan utjecaj na klimatske promjene.

3.1. Utjecaj cestovnog prometa na klimatske promjene

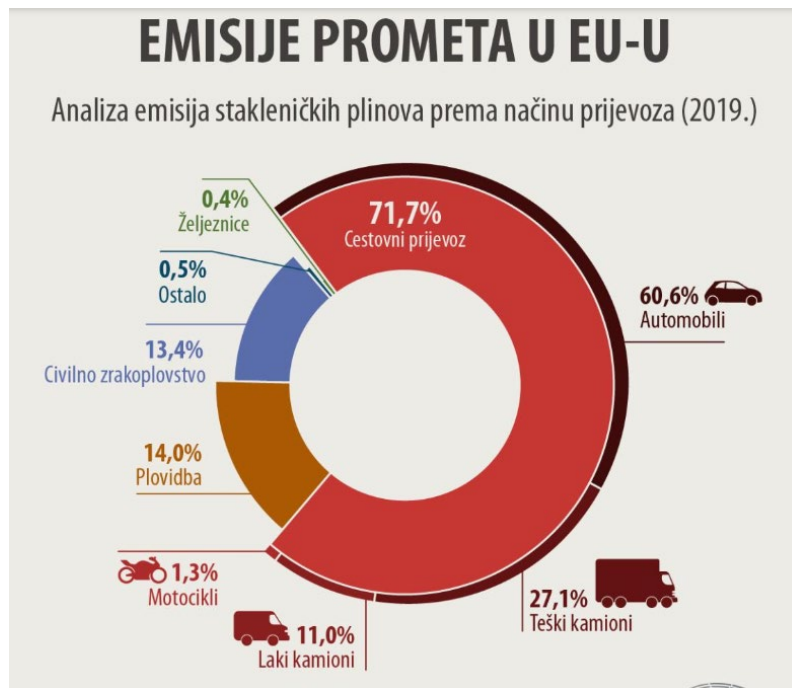
Prema podacima za 2019. godinu, u Europskoj uniji je prometni sektor odgovoran za četvrtinu ukupnih emisija CO₂ na prostoru cijele Unije, a od te četvrtine 71,7 % zagađenja odlazi na zagađenje odvijanjem cestovnog prometa. Mjerama za smanjenje utjecaja odvijanja prometa na okoliš se želi postići smanjenje za 90 %, u odnosu na razinu emisija 1990. godine, do 2050. godine. Na slici 2 su prikazane vrijednosti emisije CO₂ na prostoru Europske unije podijeljene po sektorima. [10]



Slika 2. Prikaz vrijednosti emisije CO₂ po sektorima na prostoru EU

Izvor: [10]

Prometni je sektor jedini u kojem su emisije stakleničkih plinova porasle u posljednja tri desetljeća. Porast je u iznosu od 33,5 % u periodu od 1990. godine do 2019.godine. Prema trenutnim predviđanjima smanjenje emisija iz prometa je očekivano samo za 22 % što je ispod očekivanih vrijednosti. Na slici 3 je prikazana podjela grana prometa prema utjecaju na okoliš. [10]

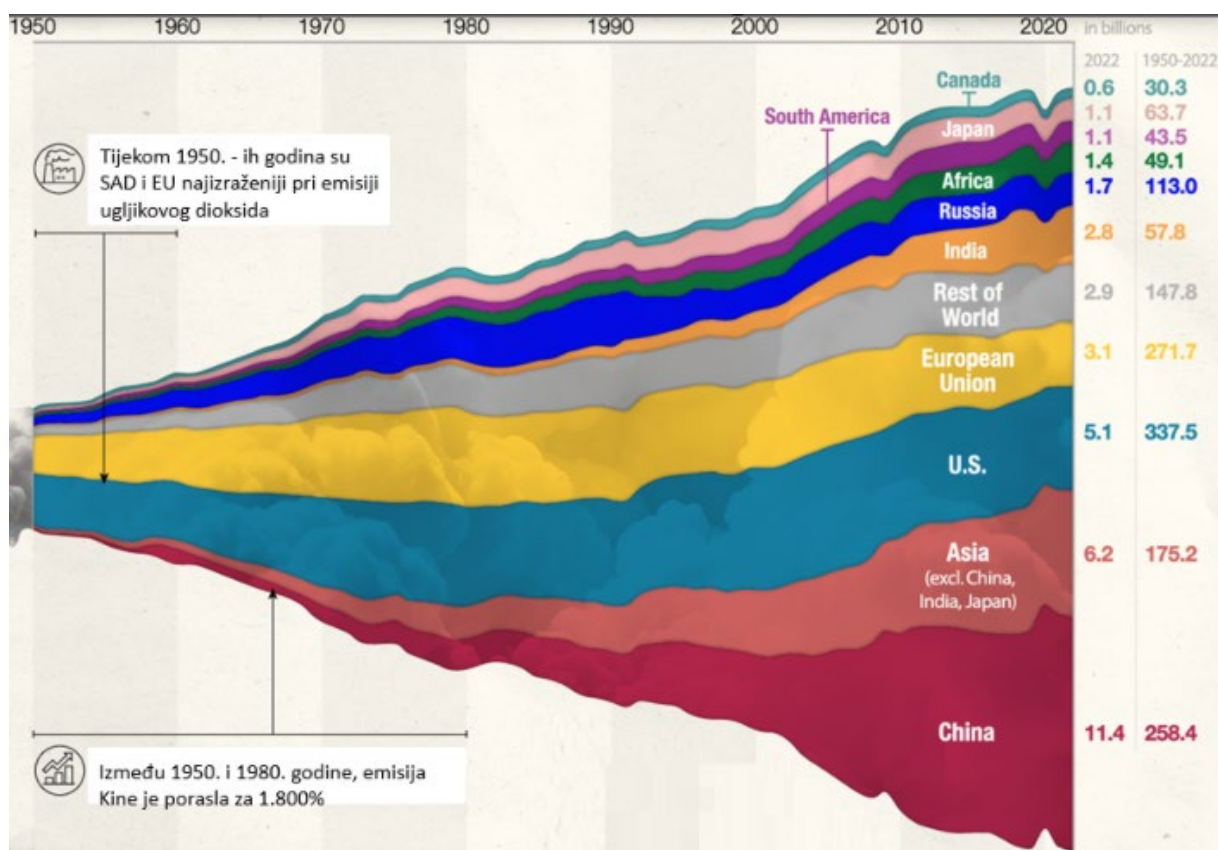


Slika 3. Prikaz utjecaja pojedinih grana prometa na emisiju stakleničkih plinova

Izvor: [10]

Odvijanje cestovnog prometa emitira stakleničke plinove koji su zaslužni za stvaranje nepoželjnog efekta staklenika. Povećana koncentracija stakleničkih plinova u atmosferi ima isti učinak kao i staklo u staklenicima, a to je da zadržava sunčevu toplinu i onemogućava joj povratak u svemir. Time se postiže efekt staklenika koji održava temperaturu Zemlje višom nego što bi bila inače. Stoga se štetan utjecaj emisija stakleničkih plinova ne očituje u trenutku emitiranja, nego nakon određenog vremenskog perioda koji je potreban da se stvori neravnoteža u zračnom omotaču Zemlje i pojave klimatske promjene. [22]

Slikom 4 su prikazane vrijednosti emisije ugljikovog dioksida prema najvećim zagađivačima na svijetu. Prikazane su vrijednosti pojedinačno za 2022. godinu i za period od 1950. godine do 2022. Tijekom 1950. – ih godina, Sjedinjene Američke Države i države Europske unije su bile najizraženiji zagađivači zraka. U periodu između 1950. i 1980. godine, emisije ugljikovog dioksida Kine su povećane za 1.800 %, a u današnjici Kina, Indija i Sjedinjene Američke Države emitiraju više od polovine svjetskih emisija. [32]



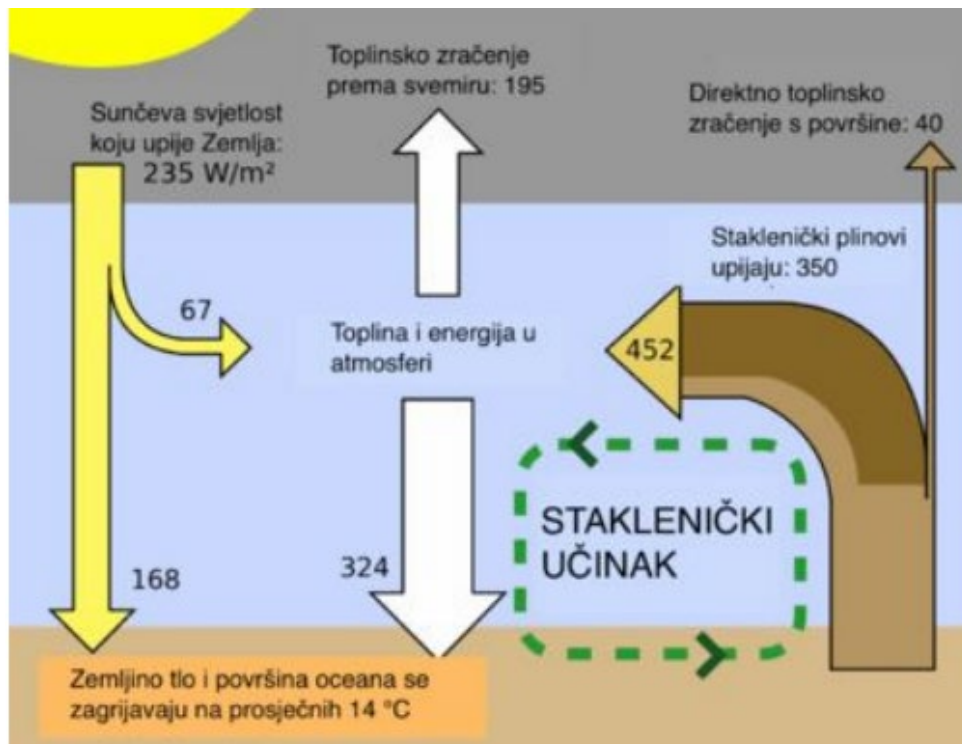
Slika 4. Prikaz emisija stakleničkih plinova u svijetu kroz povijest

Izvor: [32]

Staklenički plinovi se razlikuju po potencijalu kojeg imaju prema globalnom zagrijavanju, ali i prema tome na koji način nastaju. Plinovi koji se prirodno pojavljuju u atmosferi su ugljikov dioksid, metan i dušikov oksid. Oni nastaju prirodnim procesima, ali i ljudskim aktivnostima. Drugu vrstu stakleničkih plinova sačinjavaju fluorirani plinovi koje stvaraju ljudi, koriste se u industrijskim procesima i proizvodima, a sadržavaju visok potencijal globalnog zagrijavanja koji može biti i do nekoliko tisuća puta veći od potencijala ugljikovog dioksida. Među njima se nalaze fluorougljikovodici, perfluorougljici, sumporni heksafluorid i dušikov trifluorid. Primjena fluoriranih plinova je zamjena za tvari koje oštećuju ozonski omotač. [22]

Staklenički plinovi imaju različit potencijal globalnog zagrijavanja, no njihov se utjecaj zbog lakše uporabe pretvara u mjeru ekvivalenta ugljikovom dioksidu zbog lakše usporedbe. Emisije stakleničkih plinova iz gospodarstva Europske unije su 2021. godine iznosile 22 % manje nego što je to bio slučaj u 2008. godini. Ugljikov dioksid je 2021. godine činio 80 % svih emisija stakleničkih plinova, a nakon njega je slijedio metan sa 12 %. [22]

Slikom 5 je prikazan proces nastajanja učinka staklenika kao posljedica povećanja koncentracije ugljikovog dioksida u atmosferi. [4]



Slika 5. Prikaz nastajanja učinka staklenika

Izvor: [5]

Odvijanje cestovnog prometa je odgovorno za petinu emisija stakleničkih plinova na prostoru Europske unije, dok je za 60,6 % od toga zaslužno odvijanje putničkog prijevoza osobnim automobilima. S obzirom na to da prosječna stopa popunjenosti vozila iznosi 1,6 osoba po automobilu, dijeljenje automobila, povećanje korištenja javnog prijevoza, poticanje vožnje bicikla ili pješaćenje bi zasigurno pripomogli u procesu smanjenja emisije stakleničkih plinova. [10]

Jedna od mjera Europske unije je uvođenje zabrane prodaje osobnih automobila i kombija koji pri radu emitiraju CO₂. Idejna zamisao mjere je smanjenje emisije stakleničkih plinova što ga emitira kretanje automobila za 55 % i kretanje kombija za 50 % u usporedbi s podacima iz 2021. godine kako bi se postigao cilj nultih emisija CO₂. Nakon 2035. godine će se i dalje moći voziti automobili i kombiji pogonjeni motorom s unutrašnjim izgaranjem, ali bi moglo doći do poskupljenja pogonskog goriva, registracije i troškova održavanja. [11]

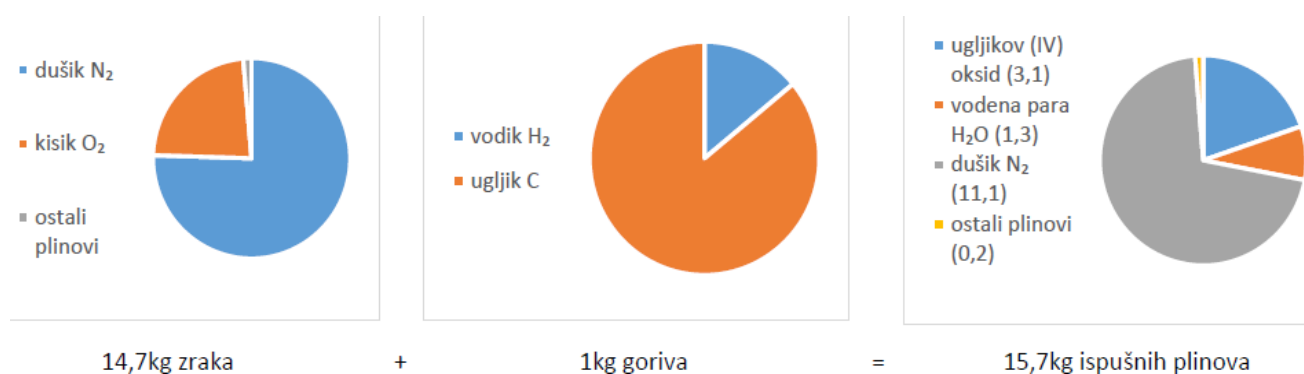
Prosječne emisije CO₂ novih automobila 2019. godine su iznosile 122,3 g CO₂/km što je pozitivnije stanje od ciljne vrijednosti Europske unije za razdoblje od 2015. do 2019. godine koja iznosi 130 g CO₂/km, ali je i dalje znatno iznad ciljne vrijednosti koja iznosi 95 g CO₂/km, a pretpostavljena je za razdoblje od 2021. godine pa na dalje. [12]

Uz stakleničke plinove, odvijanje prometa je zaslužno i za emisiju plinova koji imaju štetan utjecaj na ljudsko zdravlje i okoliš, a koji se očituje već od trenutka emitiranja.

Štetan utjecaj pogonskih agregata pogonjenih fosilnim gorivima se pojavljuje zbog nepotpunog izgaranja pogonskog goriva u prostoru cilindra agregata. U slučaju da bi izgaranje bilo potpuno, bez neizgorenih ostataka, produkti izgaranja bi bili samo ugljikov dioksid, vodena para i dušik. U stvarnosti pri eksploataciji cestovnih vozila, pogonska goriva fosilnog podrijetla ne izgaraju potpuno nego se uz gore navedene produkte izgaranja pojavljuju i štetni elementi u ispušnim plinovima. [3]

Do nepotpunog izgaranja u pogonskim agregatima koji su novi i rade prema nominalnim vrijednostima dolazi zbog nemogućnosti da se gorivo u potpunosti i u pravilnom omjeru pomiješa s okolnim zrakom u slučaju Otto agregata, dok kod dizelskih agregata štetni elementi u ispušnim plinovima nastaju zbog nemogućnosti za idealnim raspršivanjem pravilne količine goriva pri radu motora. Tijekom eksploatacije se sustavi za pripremu gorive smjese, naknadnu obradu ispušnih plinova i sami senzori te upravljački sklopovi koji upravljaju radom cijelog sustava habaju i onečišćuju, a zbog toga sve više odudaraju od nazivnih vrijednosti stvarajući sve više štetnih spojeva koji se emitiraju u okolinu. Tijekom eksploatacije agregata su dozvoljena određena odstupanja pri određenim režimima rada, ali sami senzori koji nadziru rad motora i kakvoću ispušnih plinova trebaju informirati korisnika vozila o zabilježenim smetnjama u radu. Pogonski agregat radi prema nazivnim vrijednostima kad se unutar cilindra agregata nalazi goriva smjesa u kojoj je idealan omjer goriva i zraka, a on iznosi 14,7 kilograma zraka u omjeru s jednim kilogramom goriva što se naziva stehiometrijski omjer. [3]

Ako se povećava udio goriva u gorivoj smjesi, smatra se da motor radi s bogatom smjesom, a u slučaju smanjenja udjela goriva u smjesi se smatra da motor radi sa siromašnom smjesom. Slikom 6 je prikazan sastav zraka, goriva i ispušnih plinova pri procesu izgaranja, a pri stehiometrijskom omjeru. [3]



Slika 6. Prikaz omjera elemenata pri stehiometrijskom omjeru

Izvor: [13]

Nije poželjno da motor radi ni s bogatom niti siromašnom gorivom smjesom. Otto pogonski agregati su osjetljivi na rad sa siromašnom smjesom jer može doći do nepoželjnog detoniranja gorive smjese unutar cilindra što rezultira havarijom motora.

Dizelski agregati nisu osjetljivi na udio ubrizganog goriva u usisani zrak, ali nepravilnom količinom, tlakom i raspršenjem ubrizganog goriva se povećava udio goriva koji ne izgara u prostoru cilindra nego ga napušta i odlazi u atmosferu te stvara veći udio štetnih plinova. Pri hladnom startu dizelskih motora, ubrizgava se suvišak goriva nakon glavnog ubrizgavanja što povećava potrošnju goriva i pogoršava izgaranje goriva u cilindru, ali je svrha tog sustava da se što prije zagriju elementi u ispušnom sustavu vozila, a koji služe za naknadnu obradu ispušnih plinova. [3]

Štetni elementi ispušnih plinova pogonskih agregata vozila, a koja su pogonjena fosilnim gorivima su ugljikov monoksid, ugljikovodici, dušični oksidi, sumporov dioksid, olovni spojevi i čestice čađe. Njihova koncentracija u zračnom omotaču Zemlje uzrokuje stvaranje kiselih kiša koje negativno djeluju na okoliš, a posljedice su vidljive na slici 7. [4]



Slika 7. Prikaz posljedica stvaranja kiselih kiša

Izvor: [6]

U ne štetne produkte izgaranja spadaju dušik (N_2), kisik (O_2), vodena para (H_2O) i ugljikov (IV) oksid (CO_2). [4]

Dušik ima najveći udio u ispušnim plinovima što ga emitiraju i Otto i dizelski pogonski agregati, čak i do 76 %. Ne nastaje kao produkt niti sudjeluje pri izgaranju nego je usisan s okolnim zrakom. [4]

Vodena para nastaje kao produkt izgarana oksidacijom ugljikovodika s kisikom iz usisanog zraka. [4]

Kisik se usisava u pogonski agregat i zaslužan je za uspješan rad motora, tj. uspješno i potpuno izgaranje goriva u smjesi s gorivom. Udio kisika u plinovima izgaranja se povećava nepotpunim izgaranjem goriva, odnosno pri režimu rada motora sa siromašnom smjesom u slučaju Otto motora, ili kod dizelskih motora u slučaju nepotpunog miješanja s ubrizganim gorivom. [4]

Ugljikov dioksid nije štetan za ljudsko zdravlje, ali povećava utjecaj staklenika na Zemlji zbog čega dolazi do povećanja prosječne temperature zračnog omotača. Cestovni promet je zaslužan za 72 % ugljikovog dioksida koji je emitiran, a ne postoji tehnologija niti postupak za njegovo izdvajanje iz atmosfere i stoga je važno smanjiti potrošnju fosilnih goriva i zemnog plina koji su glavni izvor zagađenja ili poticati korištenje načina prijevoza bez emisije ugljikovog dioksida. [4]

Na Tablici 1 su prikazani udjeli elemenata ispušnih plinova izražene u postotcima posebno za vozila opremljena Otto i dizelskim motorom. Vrijednosti nisu konstantne zbog različitih režima rada agregata pri svakodnevnoj eksploataciji, a također se razlikuju vrijednosti za Otto i dizel motor zbog različitog principa rada s naglaskom na zapaljenje gorive smjese, kemijskog sastava pogonskog goriva i opremljenosti agregata sustavima za pred nabijanje. Omjeri pojedinih elemenata u plinu se razlikuju zbog rada agregata pri hladnom upućivanju u rad, pri vožnji konstantnom brzinom koja je karakterizirana niskim zahtjevima za isporukom snage ili pri radu motora na nazivnom broju okretaja kako bi isporučio maksimalnu snagu. Također zbog pohabanosti motora, razlike u kvaliteti pogonskog goriva i maziva te grešaka u radu upravljačkog i senzorskog sustava može doći do različitog emisije ispušnih plinova različitog sastava. [13]

Tablica 1. Kemijski sastav ispušnih plinova vozila

| KOMPONENTE | VOZILA S OTTO MOTOROM | VOZILA S DIEZELSKIM MOTOROM |
|------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Dušik N ₂ | 74 - 77 | 76 - 78 |
| Kisik O ₂ | 0,3 - 8,0 | 2 - 18 |
| Vodena para | 3 - 5,5 | 0,5 - 4,0 |
| CO ₂ | 5,0 - 12,0 | 1,0 - 10,0 |
| CO | 5,0 - 10,0 | 0,01 - 0,5 |
| NO _x | 0,0 - 0,8 | 0,0002 - 0,5 |
| Ugljikovodici (CH) | 0,2 - 3,0 | 0,009 - 0,5 |
| Čađa, g/m ³ | 0,0 - 0,04 | 0,1 - 1,1 |

Izvor: [13]

3.2. Društveni trošak klimatskih promjena

Kao društvena zajednica, svakodnevni život nam je strukturiran prema povijesnim i postojećim klimatskim uvjetima određenog podneblja. Ljudski organizam je prirodno prilagođen i naviknut na određeno stanje klimatskih uvjeta i stoga ekstremni vremenski uvjeti mogu imati negativne posljedice cjelokupnu zajednicu.

Klimatske promjene mogu na društvo utjecati kroz promjene u ljudskom zdravlju, pogoršanje stanja i oštećenje infrastrukture i transportnih sustava, smanjiti raspoložive zalihe energije, utjecati na količinu i dostupnost vode i hrane. [23]

Iako cijela društvena zajednica snosi društveni trošak klimatskih promjena, utjecaj je izraženiji na osjetljive skupine društva. U osjetljive skupine spadaju ljudi koji žive na područjima koja su sve češće pogođena ekstremnim vremenskim uvjetima, poput poplava, tornada i potresa, osobe slabijeg imovinskog stanja i osobama u izbjeglištvu. S druge strane, određene vrste poslovnih aktivnosti i usluga se moraju prilagoditi klimatskim promjenama kako bi mogli nastaviti poslovati ili zbog značajnog utjecaja moraju prestati s djelovanjem, poput turizma, poljoprivrede i trgovine. [23]

Društveni trošak klimatskih promjena se očituje i kroz smanjenje sigurnosti opstanka društvene zajednice. Ugroza društvene zajednice se očituje kroz glad, bolesti, potiskivanje, smanjenje zaštite prema naglim i nepredvidivim vremenskim uvjetima koji utječu na svakodnevni život.

Ekstremni vremenski uvjeti, koji nastaju kao posljedica klimatskih promjena, mogu potaknuti na natjecanje čiji je cilj dostupnost pitke vode i hrane i povećanje uroda poljoprivrednih usjeva. Veliki broj već rizičnih država zbog klimatskih promjena su među politički i ekonomski najranjivijim državama, poput država Yemen, Mali, Afganistan, Somalija, Demokratska Republika Kongo. [24]

Ključni društveni troškovi povezani s klimatskim promjenama su:

Troškovi zbog ekstremnih vremenskih uvjeta: [9]

Klimatske promjene uzrokuju u velikoj mjeri ekstremne vremenske promjene koje utječu na cijelu populaciju Zemlje. Djelovanje se očituje kroz gubitak ili prisilu napuštanja doma zbog vlastite sigurnosti ili negativnog utjecaja na zdravlje. Utjecaj je izražen prema cijeloj populaciji.

Opasne su i prekidaju normalno odvijanje života. Kako utječu na mnoge aspekte u našim životima utječu i na novčane troškove, najčešće su to ulaganja u rekonstrukcije i obnovu vlastite imovine.

Visoke temperature, suše i šumski požari, poplave, tuče, mraz, podizanje razine mora i obalna područja samo su neki od klimatskih promjena koji zbog svojih posljedica ostavljaju velike troškove zbog rekonstrukcije i zbrinjavanje štete nastale od istih.

Troškovi proizlaze iz potrebe za zbrinjavanjem ugroženih ljudi o kojima se treba pobrinuti, pronaći im adekvatan smještaj, opskrbiti ih s dovoljnim količinama hrane i vode, te osnovnim potrepštinama koje su im neophodne za normalan život.

Rekonstrukcija infrastrukture, ako je došlo do urušavanja domova ili nekih poslovnih objekata u snažnim potresima te objekti nisu u normalnoj funkciji kako bi se u njima moglo boraviti. U slučaju da je došlo do potpunog gubitka imovine najveći su troškovi gradnja i osposobljavanje novog objekta u kojem bi se moglo boraviti.

Gubitak radnih mjesta u kojima ljudi koji su ostali bez posla ostaju bez svojih osnovnih prihoda za život te nemaju financijsku sigurnost pomoću koje se mogu skrbiti o svojoj obitelji.

Troškovi zdravstvene skrbi: [29]

Klimatske promjene ostavljaju velike posljedice na ljudsko zdravlje, najveća osjetljivost se pokazuje na sigurnost i ispravnost hrane u kojima poljoprivrednici moraju na sve načine spriječiti gubitak svoje proizvodnje u nastalim vremenskim nepogodama, velike posljedice su na kvaliteti zraka koji je u današnjem vremenu izrazito zagađen svim ispušnim plinovima, toplinske valove koji loše utječu najviše na ljudsko zdravlje zbog znatno velikih temperatura te naglih promjena temperatura iz ekstremno toplog vanjskog zraka po ulasku u klimatizirani prostor, kvaliteta i dostupnost vode koja je sve više zagađena i onečišćena vanjskim utjecajima.

Troškovi zdravstvene skrbi prouzrokovano klimatskim promjenama proizlazi iz financiranja zdravstvenih usluga do kojih dolazi uslijed odražavanja svih klimatskih promjena na ljudsko zdravlje, poput troškova liječenja i medicinskih pomagala. Utjecaj klimatskih promjena je najizraženiji kod ljudi u starijoj dobi koji su osjetljiviji na klimatske promjene. Negativan učinak klimatskih promjena se očituje i kroz manjak financijskih prihoda zbog nesposobnosti za rad ili potpuni gubitak prihoda.

Ekonomski gubici u poljoprivredi: [30]

Proizvodnja hrane vrlo je složen proces te ovisi o mnogobrojnim čimbenicima uz koji joj klimatske promjene predstavljaju veliki izazov. Sam opstanak biljnih i životinjskih vrsta postaje sve ugroženiji.

Tuča koja oštećuje plodove, obilna količina oborina koja izazivanjem poplava uništava cijeli prinos. Dugotrajni toplinski valovi i suša koji postaju sve učestaliji, intenzivniji i dugotrajniji stvaraju uvjete u kojima često dolazi do požara te uzrokuju velike ekonomske gubitke. Uslijed blagih zima vegetacija biljaka započinje ranije, a samim time biljke su ugroženije ako u njihovoj najosjetljivijoj fazi dođe do naglog zahladnjenja ili pojave mraza. Klimatski uvjeti postaju sve povoljniji za razvoj biljnih bolesti i štetnika koji zbog produljenja sezone rasta mogu razviti više generacija tijekom godine i uzrokovati znatnu štetu na poljoprivrednim kulturama.

Šteta se ističe i na stočarstvu gdje životinje prolaze kroz „toplinski stres“ te zbog toga imaju smanjenu dnevnu proizvodnju svojih prinosa.

Dolazi do velikih gubitaka u proizvodnji hrane u slučaju da vremenski uvjeti poput tuče, poplave, mraza ili suše uništene sve niknute biljne vrste i ako se klimatske promjene loše odraze na životinje koje će smanjiti svoje prinose. Zbog velikih oštećenja će biti potrebna sanacija i naknadna ulaganja za obnovu svih oštećenih poljoprivrednih dobara poput njiva, štala, radnih strojeva te ostalih potrebnih objekata.

Također dolazi do porasta cijena hrane kako bi trgovci pokrili svoje troškove koji su im povećani zbog nastale štete na njihovim imanjima.

Migracije i raseljavanje: [31]

Klimatske promjene potiču ljude na migracije zbog ekstremnih vremenskih uvjeta koje djeluju na njihovom geografskom području, a mogu dovesti i do gubitka domova. Česti razlozi migraciju su poplavljena područja, područja pogođena udarima vjetera i potresima. Do poplava najčešće dolazi zbog velikih količina padalina koje dovode do značajnog porasta vodostaja rijeka ili mora koja se prelijevaju iz korita, a drugi izražen razlog su snažni potresi zbog kojih ostaju domovi koji nisu više u adekvatnom stanju za boravak.

Izraženi troškovi kod migracije i raseljavanja su briga i skrb oko stanovništva koje je migriralo, kako bi ih se zbrinulo i osiguralo sa svim osnovnim potrebštinama za život. Najveći troškovi su gradnja i rekonstrukcija uništenih i stradalih objekata, stvaranje potpuno nove infrastrukture. Veliku važnost za uspjeh opstanka ljudi imaju sve socijalne usluge koje u ovakvim situacijama imaju najveću ulogu i odgovornost oko brige pogođenog stanovništva.

Uništavanje ekosustava i gubitak bioraznolikosti: [28]

Za uništavanje ekosustava i gubitak bioraznolikosti u ovom desetljeću su najzaslužnije klimatske promjene, dok su kroz povijest bile treće po intenzitetu uz prenamjenu zemljišta, invazivne vrste, iskorištavanje Zemljinih resursa i izravno onečišćenje. Klimatske promjene utječu na cjelokupni ekosustav koji obuhvaća tlo, izvorsku vodu i oceane. Negativan utjecaj na savane je uzrokovan promjenama u učestalosti i intenzitetu padalina, a na tropske šume zbog povećanih temperatura zraka i smanjenog intenziteta padalina. Zbog utjecaja na njihova staništa, mijenja se i bioritam životinja, ometa se period parenja, zbog smanjene dostupnosti pitke vode ili hrane se mijenjaju staništa, a zbog promjene klime nad njihovim staništem dolazi do seobe životinja ili izumiranja vrsta.

Klimatske promjene imaju utjecaj i na oceane budući da on apsorbira 25 % emisija ugljikovog dioksida i do 90 % topline uzrokovane dodatnom emisijom.

Zbog takve sposobnosti se oceani smatraju važnim odredištem određene emisije ugljika, ali posljedično dolazi i do povećanja kiselosti. Povećanje kiselosti utječe i na daljnju sposobnost za apsorpcijom ugljika, utječe na rast, razvoj i razmnožavanje školjaka te morskih vrsta. Gubitak bioraznolikosti i prenamjena zemljišta utječe na povećanje emisije metana u atmosfera, a posljedično i smanjenje apsorpcije. Krčenje šuma za prenamjenu zemljišta utječe kroz globalno zagrijavanje tako što se više sunčeve energije reflektira nazad ka svemiru, ali se smanjuje sposobnost prikupljanja i skladištenja ugljika iz zraka.

Troškovi koji se za posljedicu javljaju su povećanje cijene hrane zbog smanjene dostupnosti, pojave invazivnih vrsta, bolesti i nestašice određenih vrsta. Također, potreba za ljudskom intervencijom u određenim granama poljoprivrede kako bi se vratila sposobnost prikupljanja ugljika i staništa ugroženim vrstama.

Oštećenje infrastrukture: [26]

Odvijanje prometa i pružanje prijevoznih usluga emitira i štetne plinove izgaranja fosilnih goriva i stakleničke plinove čijom se povećanom koncentracijom u zračnom omotaču Zemlje što rezultira klimatskim promjenama. Za odvijanje prometa je potrebna infrastruktura, a koja je ugrožena zbog klimatskih promjena koje su u velikoj mjeri uzrokovane odvijanjem prometa. Određeni elementi prometne infrastrukture su izgrađeni na nadmorskoj visini koja nije značajno viša od razine mora i stoga tim elementima je opstanak ugrožen dođe li do povećanja razine mora.

Povećanje temperature Zemlje iznad one za koju su proračunate prometnice koje su izgrađene daleko u povijesti može rezultirati negativno kroz izvijanje prometnica uslijed značajnog zagrijavanja.

S druge strane, ekstremne hladnoće i pojava poledice te leda na prometnicama ima negativan učinak kroz pojavu pukotina u asfaltu prometnice zbog značajnog hlađenja, a opetovanim zaleđivanjem i otapanjem vode u tim pukotinama dolazi do pojave sve većih nepravilnosti u asfaltu na prometnici. Zračne luke i željeznički kolosijeci su također izloženi navedenim utjecajima. S razvojem klimatskih promjena, najveći utjecaj će biti vidljiv u zračnom prometu.

Razlog tomu su sve češće klimatske promjene koje se očituju naglim i ekstremnim vremenskim promjenama koje utječu na sigurnost letenja, visoke temperature zraka koje onemogućavaju teretnim zrakoplovima uzlet i sama lokacija zračnih luka koje se nalaze na izloženim područjima koja često može biti pogođena udarima vjetrova i izraženim oborinama.

Troškovi se najviše javljaju iz potrebe za češćim korektivnim i preventivnim održavanjem prometne infrastrukture, ugradnjom dodatne opreme na prometnice i čestim nadzorom kritičnih područja prometne mreže koja su u velikoj mjeri izložena ekstremnim vremenskim uvjetima. Nove prometne građevine se moraju dimenzionirati prema svim mogućim vremenskim uvjetima, što podrazumijeva sigurnost i stabilnost pri visokim i niskim temperaturama zbog toplinskog širenja materijala, stabilnost pri potresima i naletima vjetrova visoke brzine i otpornost na poplave.

Gubitak radnih mjesta i ekonomske sigurnosti: [27]

Prema međunarodnoj organizaciji rada (International Labour Organization), u idućih sedam godina bi se 3,8 % radnih sati izgubilo zbog povećanih temperatura uslijed klimatskih promjena. Taj broj radnih sati je ekvivalentan 136 milijuna stalnih radnih mjesta i ekonomskom gubitku od 2.400 milijuna američkih dolara. Posljedice klimatskih promjena se očituju i smanjenjem kvalitete zraka, povećanjem broja insekata koji mogu prenijeti zarazne bolesti, požarima i poplavama koje utječu na radnike čiji se posao obavlja na otvorenom. Smanjenjem radne sposobnosti ljudi i općenito populacije se smanjuje i njihova ekonomska sigurnost koja je usko povezana s iznosom financijskih primanja. Posljedice na radnike koji su izloženi posljedicama klimatskih promjena su: srčane bolesti, poteškoće s disanjem i dišnim sustavom, psihičke bolesti, zaraze i posljedice uzrokovane pesticidima.

Gubitak radnih mjesta i smanjenje učinkovitosti radnika na radnom mjestu rezultira povećanjem troškova.

Troškovi rastu zbog potrebe za većim brojem ljudstva da obavi određeni posao, dodatan broj radnika koji mijenja sve veći broj radnika na bolovanju zbog smanjenje radne sposobnosti uslijed obavljanja posla i izloženosti navedenim čimbenicima, povećanje troškova zdravstvene skrbi, trajna zdravstvena oštećenja koja onemogućavaju daljnji rad ljudi.

Socijalne nejednakosti: [25]

Kroz posljednja desetljeća se porastom i razvojem gospodarstva na području cijele Zemlje veliki dio ljudske zajednice financijski razvio te prestao biti financijski ugrožen.

Uz ekonomsku stabilnost se smanjuje i nejednakost među ljudima. Napredak je ugrožen, ne dođe li do reguliranja emisije stakleničkih plinova jer klimatske promjene svojim intenzitetom sprječavaju ekonomski napredak ljudi i ponovno se izražava ekonomska nejednakost među ljudima određenih područja Zemlje.

Prema izvješćima Svjetske Banke, 68 – 135 milijuna ljudi bi se moglo vratiti u stanje siromaštva do 2030. godine ne dođe li do uspostave kontrole nad klimatskim promjenama.

Troškovi koji se stvaraju ne bi li se smanjio neželjeni utjecaj klimatskih promjena na socijalne nejednakosti na prostoru cijele Zemlje su: pružanje i organizacija zdravstvenog osiguranja i njege osobama lošeg ekonomskog statusa, trošak razvijenih zemalja ka stvaranju novih politika gospodarenja čiji je primarni cilj značajno smanjenje emisije stakleničkih plinova, stvaranje i financiranje fondova čija je svrha prijenos ekonomskih dobara iz ekonomski razvijenih zemalja u one ne toliko razvijene.

Emisije stakleničkih plinova u atmosferu dovode do globalnog zagrijavanja i promjena u klimi pojedinih podneblja. Odvijanje prometa u sve većoj mjeri utječe na globalno zagrijavanje jer povećava količinu stakleničkih plinova u zraku.

Prema Međuvladinom panelu o klimatskim promjenama, bez strogih i učinkovitih mjera bi se do kraja stoljeća temperatura Zemljinog zračnog omotača mogla povisiti značajno, što u konačnici predstavlja negativan utjecaj na Zemljin ekološki sustav, ljudsko zdravlje i društvenu zajednicu. [16]

Društveni trošak klimatskih promjena obuhvaća sve aspekte i posljedice globalnog zagrijavanja poput: [16]

- Podizanje razine mora i oceana
- Gubitak bioraznolikosti
- Problem s količinom i dostupnošću pitke vode
- Slab urod usjeva
- Nagle i drastične vremenske nepogode

Troškovi klimatskih promjena se računaju za svih 5 načina prijevoza: cestovni, željeznički, promet unutarnjim plovnim putevima, pomorski i zračni prijevoz. Za željeznički se prijevoz analizira trošak samo kretanja dizelskih lokomotiva. Promet uzrokuje emitiranje najviše ugljikovog dioksida, metana i dušikovog oksida, a značajka odvijanja zračnog prometa je emisija štetnih plinova na visokoj nadmorskoj visini. Zrakoplovi emitiraju vodenu paru, sulfate i čađave aerosole, a svi elementi su štetni pogotovo jer se emitiraju na visokoj nadmorskoj visini. Pozitivan utjecaj na klimatske promjene i globalno zagrijavanje ima odvijanje pomorskog prometa, zbog emisije dušikovitih oksida i sumporovitog dioksida koji uzrokuju kratkotrajno snižavanje temperature zraka. [16]

Metodologija izračuna troškova utjecaja na klimatske promjene se računa za svih 5 načina prijevoza. Metodologija se temelji na sustavnom pristupu pri proračunu. Tri potrebna ulazna podatka su: emisija stakleničkih plinova po vozilu, podaci o značajkama vozila i trošak klimatskih promjena po toni ekvivalentan emisiji CO₂.

Iz podataka o značajkama pojedinih vozila za koja se proračunava utjecaj i podataka o emisiji stakleničkih plinova pojedine vrste vozila se izrazi ukupna vrijednost emisije ugljikovog dioksida po kategoriji vozila, a podjelom i grupiranjem kategorija vozila prema granama prometa i umnažanjem s troškom klimatskih promjena po toni ekvivalentnog emisiji ugljikovog dioksida se dobije trošak pojedine grane prometa na klimatske promjene. Emisija stakleničkih plinova po vozilu se izračunava množenjem broja prijeđenih kilometara vozila s faktorom za pojedini staklenički plin. Pomoću GWP (Global Warming Potentials – potencijal globalnog zagrijavanja) se mogu svi staklenički plinovi prikazati preko emisije CO₂. GWP je relativna mjera koja služi za uspoređivanje količine topline koja se nalazi u određenoj masi plina s onom količinom topline koja se nalazi u istoj toj masi ugljikovog dioksida.

Stoga, GWP za ugljikov dioksid iznosi 1. Prema istraživanjima Međuvladinog panela o klimatskim promjenama GWP metana iznosi 34, a dušikovog oksida 298. [16]

Ulazni podaci za proračun troška su: [16]

- Emisija stakleničkih plinova po vrsti vozila:
 - Analiza se vrši pojedinačno po državama za određenu vrstu vozila. Množi se faktor pojedine emisije stakleničkog plina po kilometru s vrijednošću kilometara što ga prijeđe ta vrsta vozila u određenom vremenskom intervalu. Dobiveni podaci su realni prikaz stanja, a ne dobiveni ispitivanjima u određenim uvjetima.
- GWP po vrstama stakleničkih plinova:
 - Kako bi se jasno mogli uspoređivati utjecaji pojedinih stakleničkih plinova, pomoću faktora se preračunavaju u GWP. Prema istraživanjima Međunarodnog vladinog panela o klimatskim promjenama izračunat je GWP za metan i dušikovog oksida prema podacima unatrag 100 godina. GWP metana iznosi 30, a dušikovog oksida 265.
- Trošak klimatske promjene po toni ekvivalentan trošku CO₂:
 - Trošak se može računati prema dvije metode. Jedna je metoda izračunava troškove posljedica koje mogu nastati zbog klimatskih promjena, a druga se metoda temelji na troškovima koji bi se izbjegli za slučaj da ne dođe do negativnog utjecaja klimatskih promjena. Pri proračunima se koristi drugi pristup koji se temelji na izbjegavanju troškova, jer prvi pristup koji se temelji na troškovima posljedica ima ograničenja jer se teško mogu precizno proračunati troškovi za drastične promjene na Zemlji poput otapanja ledenjaka Grenland – a i zapadne Antarktike.

Kako bi se uzele u obzir emisije stakleničkih plinova koje emitira odvijanje zračnog prometa, GWP se koristi kao težinski faktor emisije. Prema studijama, utjecaj zrakoplovstva se kreće između vrijednosti 1,3 i 1,4 što znači da je toliko puta veći ukupni utjecaj odvijanja zračnog prometa od same emisije ugljikovog dioksida. [16]

Prema dogovorima u Parizu je određeno najveće dozvoljeno zagrijavanje zračnog omotača od 2 stupnja Celzijusa, jer se pretpostavlja da veće zagrijavanje može biti previše rizično za buduće naraštaje. Stoga pristup preko metode izbjegavanja troškova ima precizniji proračun jer u obzir uzima veliki broj slučajeva koji se mogu izbjeći pravilnom politikom regulacije globalnog zagrijavanja. Kako bi se postigli ciljevi dogovora, potrebno je ograničiti emisiju ugljikovog dioksida na 450 elemenata po milijunu CO₂ u atmosferi. Kratkoročni i srednjoročni troškovi ostvarenja cilja do 2030. godine iznose 100 €/ toni CO₂, a središnja vrijednost dugoročnog ostvarenja cilja do 2060. godine iznosi 269 €/ toni CO₂. Tablicom 2 su prikazane vrijednosti troškova izbjegavanja troškova uslijed klimatskih promjena. [16]

Tablica 2. Troškovi izbjegavanja troškova klimatskih promjena

| | Niski troškovi | Srednja vrijednost | Visoki troškovi |
|-----------------------------------|-----------------------|---------------------------|------------------------|
| Srednjoročni cilj do 2030. godine | 60€ | 100€ | 189€ |
| Dugoročni cilj do 2060. godine | 156€ | 269€ | 498€ |

Izvor: [16]

Tablicom 3 su prikazane izlazne vrijednosti troškova klimatskih promjena za putnički i teretni prijevoz cestovnim prometnicama po vrstama korištenih vozila. Prikazane su ukupne kratkoročne i srednjoročne vrijednosti do 2030. godine prema određenom faktoru od 100 €/toni CO₂. [16]

Zbog razlike u principu rada Otto i dizelskog motora su rezultati odvojeno prikazani, a podaci prikazani za Otto motor reprezentiraju samo troškove vezane za vozila pogonjena benzinskim gorivom, a ne svim mogućim pogonskim gorivima Otto motora. Putnički kilometri se razlikuju od kilometara vozila jer nije uvijek jednak broj osoba koji se prevoze jednim vozilom na određenoj udaljenosti. [16]

Tonski se kilometri koriste za precizan prikaz troškova jer nije svako vozilo jednako opterećeno, a količina ispušnih plinova ovisi u konačnici i o opterećenju vozila. [16]

Tablica 3. Troškovi prijevoza za teretni i putnički prijevoz cestovnim prometom

| Putnički prijevoz | [bilioni €] | [€/putnički kilometar] | [€/kilometru vozila] |
|------------------------------------|-------------|------------------------|----------------------|
| Osobni automobil - Otto motor | 32,02 | 1,22 | 1,97 |
| Osobni automobil - dizel motor | 23,54 | 1,12 | 1,8 |
| Motocikl | 1,47 | 0,89 | 0,94 |
| Gradski autobus | 0,84 | 0,47 | 8,83 |
| Međugradski autobus | 1,61 | 0,44 | 8,66 |
| Teretni prijevoz | [bilioni €] | [€/tonski kilometar] | [€/kilometru vozila] |
| Lako dostavno vozilo - Otto motor | 0,71 | 3,76 | 2,56 |
| Lako dostavno vozilo - dizel motor | 12,45 | 3,99 | 2,77 |
| Teško teretno vozilo | 9,63 | 0,53 | 6,48 |

Izvor: [16]

Za proračun troška klimatskih promjena, marginalni troškovi su jednaki prosječnima. To prikazuje da emisija dodatnog kilograma ugljikovog dioksida dovodi do jednakih eksternih troškova kao i prosječna emisija kilograma istog plina jer se jednako raspoređuje u atmosferi. Prosječni trošak klimatskih promjena se za različite načine i režime rada te vrste vozila računa množenjem faktora emisije s troškom izbjegavanja emisije ugljikovog dioksida. [16]

Robusnost rezultata ovisi o metodi koja se koristi za proračun i pouzdanosti podataka koji se koriste. Za proračun i prikaz troškova je korištena metoda izbjegavanja troškova koja se pri istraživanjima prikazala preciznijom i sveobuhvatnijom, ali i dalje postoje, te se na njih mora računati, sitna odstupanja koja nastaju iz razloga što nijedna metoda ne može obuhvatiti sve moguće slučajeve. Prikazane su vrijednosti za blage i drastične slučajeve, ali ekstremi se ne mogu uvijek predvidjeti te stoga može doći do odudaranja rezultata. [16]

4. MJERE ZA SMANJENJE NEGATIVNOG UTJECAJA PROMETA NA KLIMATSKE PROMJENE

Smanjenje štetnog utjecaja cestovnog prometa na klimatske promjene je zahtjevan i složen proces koji se u najvećoj mjeri temelji na smanjenju emisije CO₂. Složen je proces jer je cestovni promet vrlo razvijen, koristi se u velikoj mjeri i značajan udio dnevnih migracija stanovništva i prijevoza tereta pogotovo u ruralnim i zabačenim područjima se obavlja cestovnim prometom. Uvođenje rigoroznih i strogih ograničenja te uvođenja dodatnih naplata za korištenje cestovnog prometa bi poremetilo opskrbne lance, ali se treba težiti ka tom trendu kako bi se motiviralo korisnike da koriste druge grane prijevoza umjesto cestovnog u situacijama u kojima je to moguće, a prijevoznike da koriste učinkovita i moderna vozila, a za pogonsko gorivo odaberu ono koje odgovara potrebama mjerodavnih vozila, a emitira najmanju koncentraciju štetnih plinova pri eksploataciji vozila. [3]

Sve mjere koje bi se uvodile prema cestovnom prometu, a vezane su za smanjenje štetnog utjecaja na klimatske promjene bi se trebale temeljiti na porezima i naknadama prema emisijama CO₂, a sva sredstva koja se na taj način prikupe se trebaju koristiti za razvoj novih tehnologija i grana prometa koje za istu količinu prevezenog tereta ili broja ljudi emitira manju koncentraciju štetnih produkata izgaranja. Uvođenje naknada će motivirati prijevoznike koje u svojim voznim parkovima koriste stara i neučinkovita vozila da moderniziraju vozni park u pogledu kupovine i korištenja novih vozila koja su ekološki prihvatljivija. Vozače osobnih vozila koje prelaze velike udaljenosti i tijekom dana na međugradskim putovanjima, a i one koji često putuju na velikim udaljenostima među državama da to obavljaju načinom prijevoza koji emitira nižu stopu štetnih plinova poput prijevoza željeznicom, a ako to nije moguće onda da se odluče za korištenje vozila koja koriste biološki dobivena goriva ili električnu energiju. [3]

Razvoj i uvođenje naknada za korištenje cestovnog prometa treba popratiti i industrija koja se bavi razvojem biogoriva kako bi se mogla zadovoljiti veća potražnja zbog uvedenih mjera, a isto tako kako bi ta goriva koja bi predstavljala primaran odabir pogonskog goriva bila učinkovita, mogla se koristiti u vozilima bez dodatnih prerada na pogonskim agregatima i sustavima za dobavu goriva i u konačnici pri eksploataciji vozila da se emitira niža koncentracija plinova koji negativno utječu na klimatske promjene. [3]

4.1. Tehnološke inovacije

Emisiju štetnih plinova koja nastaju korištenjem cestovnih vozila je moguće smanjiti na dva glavna načina. Jedan se temelji na optimizaciji procesa izgaranja goriva u pogonskom agregatu vozila, kako bi se što veći udio pogonskog goriva pretvorio u koristan rad za pogon vozila, a isto tako uz optimizaciju procesa izgaranja smanjenje otpora vožnje značajno utječe na samu potrebu za visokom pogonskom snagom agregata pri raznim eksploatacijskim uvjetima. Drugi se način temelji na prelasku s korištenja fosilnih goriva na korištenje biološki dobivenih goriva u potpunosti ili u kombinaciji oba goriva kako bi se smanjilo korištenje goriva koja sadrže ugljik, a u konačnici i ostvario zadani cilj. [3]

Pri dizajniranju, konstruiranju i konačnoj izgradnji pojedinačnih vozila se koriste i ugrađuju dodatni sustavi i elementi koji služe za smanjenje štetnog utjecaja cestovnih vozila, a temelje se na naknadnoj obradi ispušnih plinova. Sustavi koji se koriste na suvremenim vozilima su katalizatori i filteri čestica koji se nalaze u ispušnom sustavu vozila i EGR ventil koji služi za recirkulaciju ispušnih plinova. [7]

Kroz povijest su se prvo počeli ugrađivati katalizatori u ispušni sustav vozila. Služe za naknadnu obradu ispušnih plinova, odnosno kako bi štetni sastojci iz ispušnih plinova, koji su nastali kao produkt nepotpunog izgaranja, do kraja reagirali sa zrakom i postali ekološki prihvatljiviji. Na slici 8 je prikazan izgled strukture katalizatora. [7]



Slika 8. Prikaz unutrašnjosti katalizatora

Izvor: [7]

Najčešće se koriste troputni katalizatori. Ta vrsta katalizatora, a prema tome je i dobila ime, služi za odvijanje tri kemijska procesa u jednom kućištu katalizatora: [8]

- NO_x (dušikov oksid) se reducira u N (dušik), a oslobađa se O (kisik)

- CO (ugljičkov monoksid) oksidira u CO₂ (ugljičkov dioksid), a koristi se prethodno oslobođeni kisik
- HC (ugljičkovodik) oksidira u CO₂ (ugljičkov dioksid) i H₂O (voda), dodatnim korištenjem preostalog oslobođenog kisika

Kako bi se odvile sve potrebne kemijske reakcije unutar katalizatora, mora biti zagrijan na radnu temperaturu i motor mora raditi s omjerom goriva i zraka što je bliže moguće idealnom. [8]

Tehnološke inovacije čiji je cilj smanjenje emisije stakleničkih plinova su:

Električni i hibridni pogon vozila: [38]

- Korištenje hibridnih vozila i vozila na električni pogon pozitivno utječe na smanjenje emisije stakleničkih plinova budući da se dio potrebne energije prikupi u određenim režimima kretanja vozila.
- Hibridna vozila najčešće koriste dva pogonska agregata, jedan je pogonjen električnom energijom dok je drugi fosilnim gorivom. U uporabi su potpuna hibridna vozila i priključni hibridi. Smanjenje emisija stakleničkih plinova se postiže na način da se pri niskim brzinama vožnje u urbanim područjima, vozilo može kretati samo na električni pogon čime se na mjestu kretanja vozila ne emitiraju ispušni plinovi, a pri naglim i žustrim ubrzanjima se koristi akumulirana električna energija za dodatan pogon vozila čime se rasterećuje motor s unutarnjim izgaranjem. Energija se akumulira u dodatne akumulatora koji se nalaze u vozilu, a akumulira se pomoću rekuperativnog kočenja ili vožnjom jednolikom brzinom pri niskom opterećenju. Priključni se hibridi dodano mogu priključiti na električnu mrežu za dodatno punjenje akumulatora.
- Vozila na električni pogon ne emitiraju ispušne plinove pri obavljanju prijevoza čime se smanjuje utjecaj na klimatske promjene na području eksploatacije, a u kombinaciji sa stvaranjem električne energije iz obnovljivih izvora se utjecaj smanjuje na minimalnu mjeru.

Korištenje alternativnih pogona vozila: [37]

- Pod alternativne pogone spadaju energenti koji se koriste kao zamjensko pogonsko gorivo vozila. Njihova je svrha smanjenje uporabe fosilnih goriva.
- Alternativna goriva za vozila s nultom emisijom ugljika su električna energija, vodik i amonijak.
 - o Električna energija, za pogon vozila, se dobije iz termo – elektrana, nuklearnih elektrana i obnovljivih izvora energije.
 - o Vodik se u trenutnoj fazi razvoja najviše koristi za pogon teretnih vozila. Proizvodi se iz vode i organskih spojeva. Konačan utjecaj vodika na okoliš i njegova energetska učinkovitost ovisi o načinu proizvodnje, koji može biti pomoću fosilnih goriva ili energijom iz obnovljivih izvora.

- Amonijak kao pogonsko gorivo pridonosi smanjenju utjecaja na klimatske promjene zato što njegovim izgaranjem nastaju samo voda i dušik.
- Uz alternativne pogone, postoje i obnovljiva goriva, koja se proizvode iz obnovljivih izvora, poput biomase. To su biorazgradiva goriva, proizvode se iz biljnih ulja, životinjske masti ili reciklirane korištene masti. Glavni utjecaj na smanjenje stakleničkih plinova se sastoji iz načina proizvodnje. Koristi li se energija iz obnovljivih izvora, utjecaj je smanjen. Potencijalan nedostatak korištenja obnovljivih goriva je sve veća potražnja za istima, što bi moglo rezultirati prenamjenom zemljišta iz uzgoja hrane u uzgoj potrebnih sirovina za proizvodnju goriva.
- Još jedan od alternativnih pogona vozila su goriva s niskim udjelom ugljika, a na bazi prirodnog plina:
 - Ukapljeni naftni plin: proizvodi se iz sirove nafte i prirodnog plina, a u budućnosti se pretpostavlja da bi se mogao proizvesti i iz biomase. Emitira 35 % manje ugljičnog dioksida od ugljena, a 12 % od nafte, s vrlo niskom emisijom čestica. Iako ima prednosti u usporedbi s korištenjem fosilnih goriva, neće biti dovoljan za snižavanje razine ugljikovog dioksida na zadanu razinu.
 - Stlačeni prirodni plin: proizvodi se komprimiranjem prirodnog plina, od kojih se najčešće koristi metan. Značajke pri eksploataciji su slične ukapljenom naftnom plinu.
 - Ukapljeni prirodni plin: predstavlja još jednu vrstu alternativnog goriva, koja se proizvodi pročišćenjem prirodnog plina i njegovim hlađenjem kako bi postao tekućina. Nije zaživio u uporabi jer nema značajan utjecaj na smanjenje emisije ugljikovog dioksida.

4.2. Promjene u politikama

Strategije koje predstavljaju početak pri smanjenju korištenja cestovnog prometa se temelje na pružanju alternativa prijevozu osobnim vozilom i uvođenjem zabrana prilaska osobnim vozilima određenim zonama. [3]

Kako bi se povećala mobilnost u određenim dijelovima grada, primjerice stare jezgre grada ili poslovne i trgovačke zone korisno je zabraniti prilaz osobnim vozilima tim lokacijama, ali uz tu zabranu se treba razviti sustav koji bi motivirao korisnike na korištenje niskom cijenom, visokom razinom mobilnosti i sigurnosti pri korištenju. Uz razvoj novih prijevoznih sustava je bitno osigurati veliki broj parkirnih mjesta na rubovima tih zona kako bi svi korisnici mogli na siguran i ekonomski prihvatljiv način ostaviti svoje osobne automobile i putovanje nastaviti drugim modom prijevoza. [3]

Koraci koje je potrebno slijediti kako bi se uspješno ostvario ekološki prihvatljiv prijevozni sustav su: [3]

- Stupnjevito uklanjanje osobnih vozila i motiviranje korisnika ka korištenju javnog prijevoza

- Preusmjeravanje prometa ka obodu gradova
- Edukacija vozača ka poboljšanju tehnike vožnje
- Smirivanje prometa kako bi se i povećala propusna moć postojeće prometne mreže, spriječilo nastajanje zagušenja i smanjila koncentracija štetnih emisija zbog nižih ograničenja brzine

Stratešku ulogu pri provođenju mjera imaju: [3]

Naftna industrija: [3]

- Razvoj pogonskih goriva koja u sebi sadrže minimalan udio štetnih sastojaka za okoliš ili onih koji pri izgaranju postaju toksični i štetni
- Razvoj maziva i emulzija koje su potrebne za ispravan i uspješan rad pogonskog agregata
- Razvojem se smanjuju otpori u samom agregatu ako se u njemu nalaze kvalitetna maziva, a isto tako agregat pri eksploataciji duže ostaje u ispravnom stanju što znači da radi prema predviđenim parametrima i emitira štetne plinove kao i u trenutku proizvodnje

Motorna industrija: [3]

- Razvoj vozila koja imaju nizak udio otpora vožnje, poput razvoja aerodinamičnih vozila koja pri svim brzinama vožnje imaju manju potrebu za pogonskom snagom
- Razvoj hibridnih vozila koja koriste suvremeni motor s unutarnjim izgaranjem za pogon vozila, a električni sustav koji potpomaže rad pogonskog agregata i u slučaju visokog opterećenja i pri gradskoj vožnji koja je u konačnici glavni razlog povećane potrošnje goriva
- Uz razvoj hibridnih vozila je bitno koristiti i sustav rekuperativnog kočenja koji predstavlja prikupljanje energije koja bi se inače bespovratno pretvorila u toplinu, a može se prikupiti i pohraniti u akumulator vozila te kasnije koristiti za pogon vozila
- Razvoj pogonskih agregata koji mogu raditi na više pogonskih goriva, poput Otto motora koji mogu biti pogonjeni benzinom, bio etanolom i metanom, a dizelski motori da mogu raditi i s dizelskim gorivom fosilnog podrijetla i bio dizelom koji je agresivan pri eksploataciji jer nagriza gumene elemente sustava za dobavu pogonskog goriva

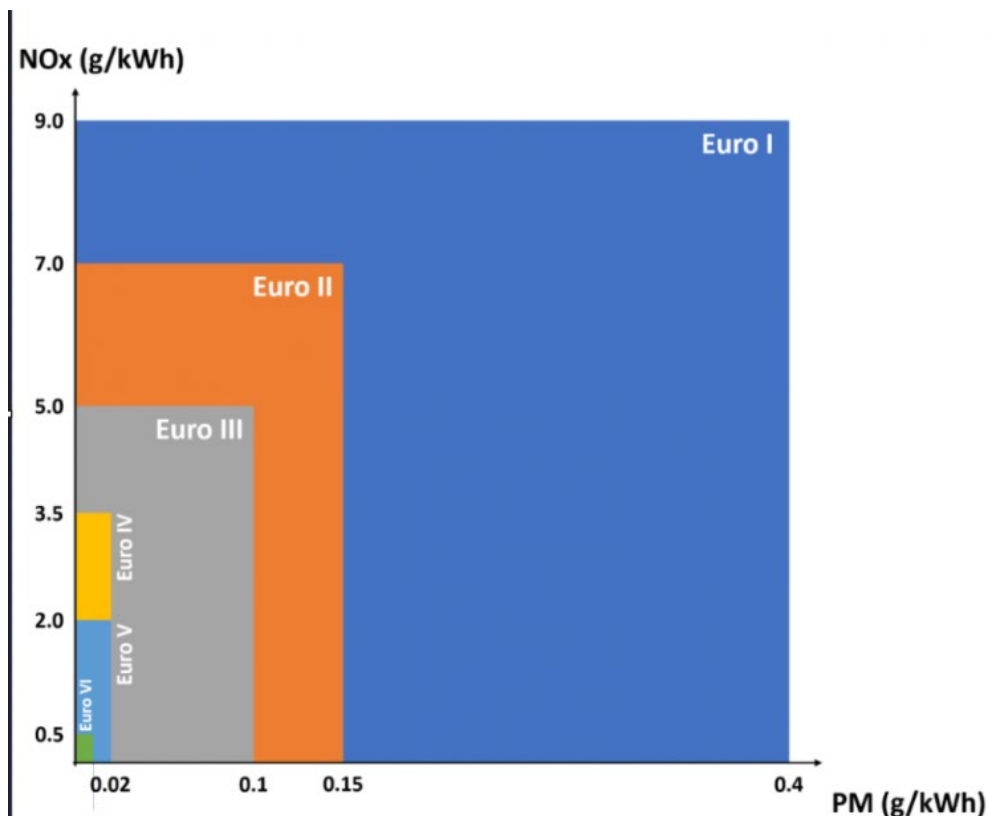
Uvođenjem europskih ekoloških normi motornih vozila 1992. godine su postavljeni standardi u pogledu štetnosti emisija ispušnih plinova vozila. Predstavljaju minimalne standarde koje emisije ispušnih plinova svakog vozila u trenutku proizvodnje moraju zadovoljiti, a redovna kontrola se vrši pri obavljanju redovnog tehničkog pregleda vozila. Norme se razlikuju kroz povijest, odnosno njihovim razvojem, standardi postaju sve stroži i dozvoljene vrijednosti sve niže kako bi se utjecaj cestovnog prometa smanjio. [3]

Prva norma je EURO 1 koja je nastala 1992. godine, prema njoj su sva proizvedena cestovna vozila morala biti opremljena katalizatorom, što je standardiziralo korištenje elektronskog ili mehaničkog sustava za ubrizgavanje goriva, umjesto dotadašnjeg rasplinjača koji se ugrađivao na Otto motore za pripremu gorive smjese. Trenutno je na snazi EURO 6 norma koja se kao i njene prethodnice obuhvaćaju samo emisije ispušnih plinova, a ne uzima u obzir emisije tvari koje generira vozilo kretanjem, a nisu povezane s izgaranjem goriva, poput čestica nastala kočenjem zbog trenja između elemenata kočionog sustava vozila ili čestica pneumatika koji se troše pri kretanju vozila. [33]

Svrha uvođenja i strogog nadzora pridržavanja normama je smanjenje emisija dušikovih oksida, ugljikovog monoksida, ugljikohidrata i finih čestica. Prema istraživanju društva proizvođača i trgovaca vozilima (Society of Motor Manufacturers and Traders), 50 vozila koja se proizvedu prema EURO 6 normi imaju jednak utjecaj na okoliš kao jedno vozilo proizvedeno 1970. godine. Također je prikazan i pad analiziranih vrijednosti emisija: [33]

- Ugljikov monoksid: za Otto motore smanjenje za 82 %, a za dizel motore 63 % od 1993. godine
- Ugljikovodik: za Otto motore smanjenje za 50 % od 2001. godine
- Dušikov dioksid: smanjenje za 84 % od 2001. godine
- Fine čestice: za dizel motore smanjenje za 96 % od 1993. godine.

Za teška gospodarska vozila postoje norme 6A, 6B i 6C. Norma 6A obuhvaća vozila proizvedena do 2015. godine, odnosno godine stupanja na snagu norme EURO 6. Norma EURO 6B obuhvaća sva nova gospodarska vozila proizvedena tijekom 2015. i 2016. godine, a norma 6C se zahtijeva na gospodarskim vozilima od 2017. godine. Razlika između 6A i 6B norme nije izražena, dok su vozila koja moraju zadovoljiti normu 6C opremljena naprednim sustavima za praćenje emisija konkretnog vozila. Slikom 9 su grafički prikazane vrijednosti pojedine ekološke norme. [35]



Slika 9. Prikaz graničnih vrijednosti pojedine emisije

Izvor: [37]

4.3. Poticanje održivih oblika prijevoza

Budući da je cestovni promet izražen i značaj uzročnik globalnog zagrijavanja sve veća važnost postaje poticati održive oblike prijevoza. Ova mjera se dijeli na poticanje korištenja vozila koja za prometovanje koriste održiva pogonska goriva poput biološki dobivenih dizelskih i benzinskih goriva i na razvoj te korištenje sustava javnog prijevoza na gradskoj, prigradskoj i međugradskoj razini. [17]

Prema podacima izvora [18] u 2001. godini je broj registriranih vozila na motorni pogon iznosio 1.494.745 vozila dok prema podacima izvora [19] u 2023. godini broj iznosi 2.554.524 vozila što predstavlja povećanje od 70,9 %. Broj vozila je povećan iz raznih razloga poput povećanja kupovne moći stanovništva, potrebe za mobilnošću pri odlasku na posao, školovanje i odmor, a i sniženja cijena i povećanja dostupnosti kupovine osobnih vozila. Također je uočen trend povećanja broja teretnih vozila kojima se prevozi sve više tereta cestovnim prometnim pravcima.

Jedan od načina implementacije održivog oblika prijevoza je poticanje korištenja i povećanje pristupačnosti javnog gradskog prijevoza. Predstavlja alternativnu prijevoza osobnim vozilom za dnevne potrebe ljudi.

Povećanjem broja korisnika javnog gradskog prijevoza se smanjuje korištenje osobnih vozila što ima koristi u pogledu smanjenja zagušenja na prometnicama i smanjenje onečišćenja što ga emitiraju vozila dok stoje zaustavljeni u prometu ili pri vožnji kreni – stani. Značajke koje utječu na korištenje su cijena usluge, udaljenost između stajališta, pokrivenost područja grada, učestalost polazaka vozila, pouzdanost i sigurnost prometovanja. [17]

Drugi način bi predstavljao korištenje biološki dobivenih pogonskih goriva za vozila pa bi stoga vozila kojima se i dalje obavlja prijevoz smanjio negativan utjecaj na okoliš. Korištenjem biološki dobivenih goriva se smanjuje onečišćenje na području kretanja vozila pri njegovom izgaranju i pri njegovoj proizvodnji u odnosu na transport i rafiniranje nafte u potrebna goriva. Uz biogoriva, poticaj je i na korištenju bioplina i električnih automobila. [17]

Biogoriva predstavljaju obnovljivi izvor energije i od velikog su značaja jer zamjenjuju fosilna goriva za pogon vozila koja u ukupnoj potrošnji energije sudjeluju i dalje u velikom udjelu, a predstavljaju značajan izvor emisija stakleničkih plinova. Značajka korištenja biogoriva je smanjenje emisije štetnih plinova i čađi pri izgaranju do 50 %. [17]

Negativna strana korištenja biogoriva je potreba za samom sirovinom iz usjeva koji služe i za prehranu ljudi što utječe na povećanje cijene hrane i potreba za velikom količinom vode koja se izuzima iz vodenih tokova za navodnjavanje polja. [17]

4.4. Edukacija i osvještavanje javnosti

Prema istraživanjima Europske unije 2023. godine, javnost je velikim dijelom, oko 93 %, upoznata s klimatskim promjenama. Veliki broj osoba uviđa klimatske promjene kao veliki problem, odmah nakon siromaštva, gladi i nestašice pitke vode te oružanih sukoba. 93 % građanstva je poduzelo najmanje jednu aktivnost kako bi se smanjio njihov utjecaj na klimatske promjene, a 88 % se slaže i prihvaća aktivnost čiji je cilj smanjenje emisija stakleničkih plinova kako bi Europska unija postala klimatski neutralna do 2050. godine. [20]

Klimatske su promjene fenomen koji se odvija na cijeloj Zemlji, a za kojeg su također svi odgovorni, a ne samo građanstvo Europske unije i stoga je potrebno djelovali usuglašena na globalnoj razini jer rigorozne sankcije i ograničenja samo na području Europske unije neće imati dovoljan utjecaj. [21]

Početak međunarodnih pregovora i postizanje dogovora predstavlja konvencija Ujedinjenih naroda o promjeni klime koja je sklopljena 1992. godine, a predstavlja glavni međunarodni ugovor o borbi protiv klimatskih promjena na razini čovjekovog uplitanja i utjecaja na globalne promjene.

Sve članice Europske unije se nalaze unutar 197 stranaka Konvencije. Konferencijom stranaka je godišnji događaj tijekom kojega se sve države okupljaju kako bi se pronašla nova rješenja i shodno tomu postigli dogovori vezana za rješenja za klimatsku krizu. [21]

Konferencijom u Parizu koja je održava 2015. godine sve stranke konvencije Ujedinjenih naroda o promjeni klime su donijele Pariški sporazum koji predstavlja prvi univerzalni, pravno obvezujući globalni sporazum o klimi. Ograničen je porast globalne temperature na 2 stupnja Celzijusa za tada, a u prognozama se nalaze podaci o sniženju ograničenja na 1,5 stupanj Celzijusa koji bi se trebao potvrditi na dogovorima „COP 28“ u Dubaiju. [21]

Protokol iz Kyota, koji je potpisan prije Pariškog sporazuma, je bio tada jedini pravno obvezujući instrument na svijetu za smanjenje emisija stakleničkih plinova, a potpisan je 1997. godine. Ne smatra se učinkovitim protokolom jer ga nisu potpisali glavni zagađivači svijeta nego je njime obuhvaćeno 12 % globalnih emisija. [21]

Svim navedenim sporazumima se određuju ograničenja vezana za dozvoljene emisije stakleničkih plinova. [21]

Ta ograničenja se odnose i na glavne zagađivače poput automobilske industrije, ali isto tako povećanjem cijena naftnih derivata i davanja za odvijanje cestovnog prometa se utječe na građanstvo. Europska unija projektima vezanim za osnovno obrazovanje utječe na edukaciju mlađih naraštaja i generacija, a ograničenjima i pravilnim ispunjavanjem medijskog prostora se sve više cjelokupnog građanstva osvještava o značajnosti klimatskih promjena. [21]

5. ZAKLJUČAK

Utjecaj cestovnog prometa na klimatske promjene raste s povećanjem broja vozila. Razvoj gospodarstva omogućava veću kupovnu moć stanovništva koje se sve češće opredjeljuje za kupovinu osobnog automobila, a isto tako se snižavaju cijene novih osobnih vozila zbog konkurencije na tržištu što u konačnici rezultira povećanjem broja vozila koja se svakog dana kreću prometnicama i emitiraju štetne spojeve u okoliš. Razvojem gospodarstva se povećava i potreba čovjeka za kretanjem kako bi zadovoljio osobne životne potrebe. Svrha primjena mjera za smanjenje štetnog utjecaja cestovnog prometa je smanjenje utjecaja pojedinog vozila na okoliš i motiviranje pojedinca na korištenje javnog prijevoza koji predstavlja alternativu osobnom prijevozu.

Utjecaj pojedinog vozila je kroz povijest bio značajan jer su agregati radili bez precizne regulacije procesa izgaranja goriva i ispušni sustavi nisu bili opremljeni elementima za naknadnu obradu ispušnih plinova. Uvođenjem ekoloških normi se potiče proizvođače osobnih i teretnih vozila na opremanje vozila agregatima koji rade učinkovito i pogonjeni su gorivima čiji sastav nije štetan za okoliš te čijim izgaranjem se ne stvaraju dodatni štetni spojevi. Uz razvoj agregata, pogonskih goriva i maziva se potiče razvoj i korištenje sustava za naknadnu obradu ispušnih plinova kako bi se neizgoreni sastojci goriva naknadno obradili i promijenili sastav u manje štetan za okoliš.

Prometni je sektor odgovoran za četvrtinu ukupnih emisija ugljikovog dioksida na području cijele Europske unije, od čega 71,7 % zauzima cestovni promet. Emisije stakleničkih plinova su u porastu kroz protekla desetljeća. Tokom analiziranog perioda od 1990. do 2019. godine, uočen je porast od 33,5 %. Najveći utjecaj na klimatske promjene uzrokuju kretanja osobnih automobila sa 60,6 %, a slijedi ga kretanje teških teretnih vozila sa 27,1 % te kretanje lakih teretnih vozila sa 11 %. Analizom utjecaja cjelokupnog gospodarstva na klimatske promjene vidljiv je pad emisija stakleničkih plinova za 22 % 2021. godine u odnosu na 2008. godinu. Predviđanja za prometni sektor na tu temu uključuju smanjenje od 22 % u budućnosti što i dalje predstavlja nedovoljno smanjenje za ostvarenje traženih ciljeva.

Važnost shvaćanja koliki utjecaj odvijanje cestovnog prometa ima na okoliš je na visokoj razini. Na području Europske unije je javnost u velikoj mjeri educirana, ali zagađivači se nalaze na cijeloj Zemlji i stoga je potrebno ujednačeno djelovati na području cijele Zemlje kako bi se utjecaj smanjio. Poštivanje međunarodnih odredbi o klimatskim promjenama je potrebno provoditi što prije iz razloga što su očigledne posljedice globalnog zagrijavanja poput otapanja ledenjaka, izumiranja određenih životinjskih vrsta, promjena staništa i pojava bolesti te anomalija kako kod ljudi tako i kod životinja.

Ne dođe li do promjena u ponašanju pojedinca i cijele zajednice, doći će do značajnih problema koji će utjecati na sve, poput nestašice pitke vode, gubitka bioraznolikosti, ograničene dostupnosti hrane, visokih temperatura zračnog omotača te prodora štetnih sunčevih zraka. Poštivanjem međunarodnih konvencija o klimatskim promjenama se čovjekov štetan utjecaj smanjuje, a samim time i zagrijavanje. Priroda se oporavlja automatskim procesima, samo je važno maksimalno suzbijanje čovjekova negativnog utjecaja. Ubrzanje oporavka je ostvarivo i putem izuma koji prikupljaju štetne elemente iz atmosfere te ih pretvaraju u manje štetne spojeve.

LITERATURA

- [1] Branko Grisogono, „*Klimatske promjene*“, travanj 2010. Dostupno na: https://klima.hr/razno/priopcenja/priopcenje_klimatske_promjene.pdf
- [2] Bug. (2021, listopad 20). *Više od 99,9% studija se slaže da su ljudi krivi za klimatske promjene*[Online]. Dostupno na: <https://www.bug.hr/ekologija/vise-od-999-studija-se-slaže-da-su-ljudi-krivi-za-klimatske-promjene-23798>
- [3] Hernest M. *Utjecaj cestovnog motornog prometa na klimatske promjene i mjere zaštite*. Završni rad. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti; 2016. Preuzeto s: <https://zir.nsk.hr/islandora/object/fpz%3A436/datastream/PDF/view> [pristupljeno: 3. svibnja 2024.]
- [4] Miklič I. i Milanović B. *Sustavi za redukciju emisije ispušnih plinova motornih vozila*. Seminarski rad. Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet u Rijeci; 2011. Preuzeto s: <https://www.scribd.com/document/369581157/Sustavi-Za-Redukciju-Emisije-Ispunih-Plinova-Motornih-Vozila> [pristupljeno: 5. svibnja 2024.]
- [5] Jajčević I. *Produkti izgaranja goriva*. Preuzeto s: https://arhiva-2021.loomen.carnet.hr/pluginfile.php/4546471/mod_resource/content/1/Produkti%20izgaranja%20goriva.pdf [pristupljeno: 5. svibnja 2024.]
- [6] Zaštita – prirode.hr. (2019.). *Što su kisele kiše i kako nastaju* [Online]. Dostupno na: <https://zastita-prirode.hr/ekologija-i-okolis/sto-su-kisele-kise-i-kako-nastaju/>
- [7] CarThrottle. (2016, studeni 3). *What is a catalytic converter and why do you need one* [Online]. Dostupno na: <https://www.carthrottle.com/news/what-catalytic-converter-and-why-do-you-need-one>
- [8] G.P. Popović. *Tehnologija motornih vozila*, Zagreb; Pučko otvoreno učilište Zagreb; 2004.
- [9] Europska komisija. (2023, svibanj 22). *Posljedice klimatskih promjena* [Online]. Dostupno na: https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change_hr
- [10] Europski Parlament. (2019, ožujak 22). *Emisije CO2 u prometu EU-a: Činjenice i brojke* [Online]. Dostupno na: <https://www.europarl.europa.eu/topics/hr/article/20190313STO31218/emisije-co2-u-prometu-eu-a-cinjenice-i-brojke>
- [11] Europski parlament. (2022, studeni 03). *Sve što trebate znati o EU zabrani prodaje novih automobila na benzin i dizel od 2035* [Online]. Dostupno na: <https://www.europarl.europa.eu/topics/hr/article/20221019STO44572/sve-o-eu-zabrani-prodaje-novih-automobila-na-benzin-i-dizel-od-2035>
- [12] Europski Parlament. (2018, rujan 28). *Smanjenje emisija u prometu: objašnjenje novih ciljeva za smanjenje emisija CO2 iz automobila i kombija* [Online]. Dostupno na: <https://www.europarl.europa.eu/topics/hr/article/20180920STO14027/smanjenje-emisija-u-prometu-objasnjenje-novih-ciljeva-za-smanjenje-emisija-co2>

- [13] Bakić D. *Utjecaj cestovnog prometa na klimatske promjene i mjere zaštite*. Završni rad. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti; 2020. Preuzeto s: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:895908> [pristupljeno: 13. srpnja 2024]
- [14] European Environment Agency. *Onečišćenje bukom značajan je problem za ljudsko zdravlje i okoliš* [Online]. Preuzeto s: <https://www.eea.europa.eu/hr/articles/oneciscenje-bukom-znacajan-je-problem> [pristupljeno: 27. kolovoza 2024]
- [15] European Environment Agency. (2021, studeni 05). *Onečišćenje bukom i dalje je rasprostranjeno u Europi, ali postoje načini za smanjenje njene jačine* [Online]. Dostupno na: <https://www.eea.europa.eu/hr/signals/signali-2020/articles/oneciscenje-bukom-i-dalje-je>
- [16] European Commission. *Handbook on the external costs of transport. Version 2019 – 1.1.* Dostupno na: https://cedelft.eu/wp-content/uploads/sites/2/2021/03/CE_Delft_4K83_Handbook_on_the_external_costs_of_transport_Final.pdf
- [17] Butorac E. *Održivi prijevoz*. Završni rad. Sveučilište u Rijeci, Filozofski fakultet; 2019. Preuzeto s: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:186:399310> [pristupljeno: 1. rujna 2024.]
- [18] Ministarstvo unutarnjih poslova Republike Hrvatske. (2001.) *Bilten o sigurnosti cestovnog prometa* Dostupno na: https://mup.gov.hr/UserDocImages/statistika/2023/8/Bilteni%202001-2004/Bilten_promet_2001.pdf
- [19] Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske. (2023) *Registrirana cestovna vozila i cestovne prometne nesreće u 2023.* Dostupno na: <https://podaci.dzs.hr/2024/hr/77312>
- [20] Europska komisija. (2023.) *Podrška građana za klimatsku politiku* [Online]. Dostupno na: https://climate.ec.europa.eu/citizens/citizen-support-climate-action_hr
- [21] Europska komisija. (2023, svibanj 22) *Globalno djelovanje u području klime* [Online]. Dostupno na: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/international-action-climate-change/global-climate-action_en?prefLang=hr
- [22] Europski parlament. (2023, ožujak 23). *Klimatske promjene i staklenički plinovi koji uzrokuju globalno zagrijavanje* [Online]. Dostupno na: <https://www.europarl.europa.eu/topics/hr/article/20230316STO77629/klimatske-promjene-i-staklenicki-plinovi-koji-uzrokuju-globalno-zagrijavanje>
- [23] United States Environmental Protection Agency (2016, prosinac 22). *Climate change impacts* [Online]. Dostupno na: https://19january2017snapshot.epa.gov/climate-impacts/climate-impacts-society_.html
- [24] United Nations. (2021, rujna 23). *Five ways the climate crisis impacts human security* [Online]. Dostupno na: <https://www.un.org/en/climatechange/science/climate-issues/human-security>

- [25] International monetary fund. (2021, rujan). *Linking climate and inequality* [Online]. Dostupno na: <https://www.imf.org/en/Publications/fandd/issues/2021/09/climate-change-and-inequality-guivarch-mejean-taconet>
- [26] The University of Sydney. (2019, studeni 27). *How climate change impacts infrastructure: experts explain* [Online]. Dostupno na: <https://www.sydney.edu.au/news-opinion/news/2019/11/27/how-climate-change-impacts-infrastructure--experts-explain.html>
- [27] World Economic Forum. (2023, listopad 19). *3 ways the climate crisis is impacting jobs and workers* [Online]. Dostupno na: <https://www.weforum.org/agenda/2023/10/climate-crisis-impacting-jobs-workforce/>
- [28] Global Association of Risk Professionals. (2023, lipanj 6). *Understanding How Biodiversity and Climate Change Are Interconnected* [Online]. Dostupno na: https://www.garp.org/risk-intelligence/sustainability-climate/understanding-how-biodiversity-060523?utm_term=&utm_campaign=RP+-+SCR+-+Performance+Max&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=5835942607&hsa_cam=21446291917&hsa_grp=&hsa_ad=&hsa_src=x&hsa_tgt=&hsa_kw=&hsa_mt=&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gad_source=1&gclid=EAIaIQobChMI97ew6cGxiAMVHbCDBx23BxR7EAAYASAAEgLzufD_BwE
- [29] Hrvatski zavod za javno zdravstvo. *Utjecaj klimatskih promjena na zdravlje i kvalitetu života ljudi* [Online]. Dostupno na: https://mint.gov.hr/UserDocsImages/2022_odrzivi_web/221207_5_utjecaj.pdf
- [30] Državni hidrometeorološki zavod. (2023, srpanj 14). *Utjecaj klimatskih promjena na budućnost poljoprivrede* [Online]. Dostupno na: https://meteo.hr/objave_najave_natjecaji.php?section=onn¶m=objave&el=zanimljivosti&daj=zn14072023
- [31] Europski parlament. (2020, srpanj 02). *Zašto ljudi migriraju?* [Online]. Dostupno na: <https://www.europarl.europa.eu/topics/hr/article/20200624STO81906/zasto-ljudi-migriraju>
- [32] Visual Capitalist. (2023, prosinac 11). *Visualised: global CO₂ Emissions Through Time (1950 – 2022)* [Online]. Dostupno na: <https://www.visualcapitalist.com/global-co2-emissions-through-time-1950-2022/>
- [33] RAC. (2024, travanj 30). *Euro 1 to Euro 5 guide – find out your vehicle's emissions standard* [Online]. Dostupno na: <https://www.rac.co.uk/drive/advice/emissions/euro-emissions-standards/>
- [34] Kamion & Bus. (2017, ožujak 03). *Što je norma Euro 6C?* [Online]. Dostupno na: <https://www.kamion-bus.hr/973/sto-je-norma-euro-6c>
- [35] Land Transport Guru. (2018, siječanj 1). *European Emission Standard* [Online]. Dostupno na: <https://landtransportguru.net/european-emission-standards/>

- [36] United States Environmental Protection Agency. (2024, travanj 11). *Overview of Greenhouse Gases*[Online]. Dostupno na: <https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases>
- [37] Europski parlament. (2023. rujanj 28). *Alternativna goriva za automobile: kako povećati njihovu uporabu*[Online]. Dostupno na: <https://www.europarl.europa.eu/topics/hr/article/20221013STO43019/alternativna-goriva-za-automobile-kako-povecati-njihovu-upotrebu>
- [38] Science Direct. (2024. siječanj 1). *Greening and roads: Assesing the role of electric and hybrid vehicles in curbing CO₂ emissions*[Online]. Dostupno na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652623040660>

POPIS SLIKA

| | |
|---|----|
| Slika 1. Prikaz posljedica klimatskih promjena..... | 6 |
| Slika 2. Prikaz vrijednosti emisije CO ₂ po sektorima na prostoru EU | 10 |
| Slika 3. Prikaz utjecaja pojedinih grana prometa na emisiju stakleničkih plinova..... | 11 |
| Slika 4. Prikaz emisija stakleničkih plinova u svijetu kroz povijest..... | 12 |
| Slika 5. Prikaz nastajanja učinka staklenika..... | 13 |
| Slika 6. Prikaz omjera elemenata pri stehiometrijskom omjeru | 14 |
| Slika 7. Prikaz posljedica stvaranja kiselih kiša..... | 15 |
| Slika 8. Prikaz unutrašnjosti katalizatora..... | 28 |
| Slika 9. Prikaz graničnih vrijednosti pojedine emisije | 33 |

POPIS TABLICA

| | |
|---|----|
| Tablica 1. Kemijski sastav ispušnih plinova vozila | 17 |
| Tablica 2. Troškovi izbjegavanja troškova klimatskih promjena | 25 |
| Tablica 3. Troškovi prijevoza za teretni i putnički prijevoz cestovnim prometom | 26 |

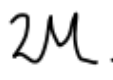
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

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 **UTJECAJ CESTOVNOG PROMETA NA KLIMATSKE PROMJENE**, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

U Zagrebu, 10.09.2024.

Student/ica:
Zvonimir Matoš, 
(ime i prezime, *potpis*)