

Prometna ekologija

Gozdan, Noemi

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Rijeka / Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:755487>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-29**



Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet
University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies - FMSRI Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

NOEMI GOZDAN

PROMETNA EKOLOGIJA

ZAVRŠNI RAD

Rijeka, 2023.

SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET

PROMETNA EKOLOGIJA
TRAFFIC ECOLOGY

ZAVRŠNI RAD

Kolegij: Održiva logistika

Mentor: prof. dr. sc. Edvard Tijan

Komentor: Adrijana Agatić, mag. ing. logist.

Studentica: Noemi Gozdan

Studijski smjer: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112084239

Rijeka, rujan 2023.

Studentica: Noemi Gozdan

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112084239

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom Prometna ekologija izradila samostalno pod mentorstvom prof. dr. sc. Edvarda Tijana te komentorstvom Adrijane Agatić, mag. ing. logist.

U radu sam primijenila metodologiju izrade stručnog/znanstvenog rada i koristila literaturu koja je navedena na kraju završnog rada. Tuđe spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno ili parafrazirajući navela u završnom radu na uobičajen, standardan način citirala sam i povezala s fusnotama i korištenim bibliografskim jedinicama, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Rad je pisan u duhu hrvatskoga jezika.

Studentica



(potpis)

Noemi Gozdan

Studentica: Noemi Gozdan

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112084239

IZJAVA STUDENTA – AUTORA
O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG ZAVRŠNOG RADA

Izjavljujem da kao student – autor završnog rada dozvoljavam Pomorskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci da ga trajno javno objavi i besplatno učini dostupnim javnosti u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta.

U svrhu podržavanja otvorenog pristupa završnim radovima trajno objavljenim u javno dostupnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta, ovom izjavom dajem neisključivo imovinsko pravo iskorištavanja bez sadržajnog, vremenskog i prostornog ograničenja mog završnog rada kao autorskog djela pod uvjetima *Creative Commons* licencije CC BY Imenovanje, prema opisu dostupnom na <http://creativecommons.org/licenses/>

Studentica – autor


(potpis)

SAŽETAK

Promet donosi značajne društveno-ekonomske prednosti, ali istovremeno ima negativne posljedice za okoliš, ljudsko zdravlje i naše općenito okruženje. Najveći izazov prometne ekologije je održivost nesmetanog odvijanja prometa uz minimalne ili nikakve štetne utjecaje na okoliš. Prometni zagađivači su prvenstveno emisije ispušnih plinova u okoliš i buka koji se mogu riješiti primjenom ekološki prihvatljivih strategija, zakonima i uvođenjem raznih propisa. U ovome radu definirani su pojmovi prometa, ekologije i prometne ekologije te je analiziran utjecaj pojedinih prometnih grana na okoliš sa primjerima najvećih zagađivača iz svake. Cilj ovog rada je, kroz analizu primjera, ukazati na načine organizacije ekološki prihvatljivog prometa.

Ključne riječi: ekologija, grane prometa, održivi promet, promet, prometna ekologija

SUMMARY

Transport brings significant socio-economic advantages, but at the same time it has negative consequences for the environment, human health and our general environment. The biggest challenge of transport ecology is the sustainability of the smooth flow of transport with minimal or no harmful effects on the environment. Transport pollutants are primarily emissions of exhaust gases into the environment and noise, which can be solved by applying environmentally friendly strategies, laws and introducing various regulations. In this paper, the concepts of transport, ecology and traffic ecology are defined, and the impact of individual transport branches on the environment is analysed using the examples of the biggest polluters from each. The aim of this paper is, through the analysis of examples, to point out ways of organizing environmentally friendly transport.

Keywords: ecology, transport, transport branches, transport ecology, sustainable transport

SADRŽAJ

SAŽETAK	II
SUMMARY	II
SADRŽAJ.....	III
1. UVOD	1
2. OSNOVNE ZNAČAJKE PROMETA.....	2
2.1. POJAM I OBILJEŽJA PROMETA.....	2
2.2. TRENDVI U PROMETU	2
3. EKOLOGIJA U PROMETU.....	4
3.1. EKOLOGIJA I PROMETNA EKOLOGIJA.....	4
3.2. NAČELA PROMETNE EKOLOGIJE.....	5
3.3. MJERE PROMETNE EKOLOGIJE	6
3.4. PROMETNA ODRŽIVOST	8
3.4.1. <i>Održivi promet</i>	8
3.4.2. <i>Upravljanje prometnom potražnjom</i>	10
4. ANALIZA PRIMJENE PROMETNE EKOLOGIJE	12
4.1. CESTOVNI PROMET	12
4.1.1. <i>Predviđanja</i>	13
4.1.2. <i>Alternativna goriva</i>	14
4.1.3. <i>Buka u cestovnom prometu</i>	17
4.1.4. <i>Utjecaj buke na zdravlje ljudi</i>	20
4.2. ZRAČNI PROMET	21
4.2.1. <i>Ekološki aspekt zračnog prometa</i>	21
4.2.2. <i>Propisi u zračnom prometu</i>	22
4.2.3. <i>Buka u zračnom prometu</i>	24
4.2.4. <i>Emisije štetnih plinova</i>	25
4.3. ŽELJEZNIČKI PROMET	27
4.3.1. <i>Ekološki aspekt željezničkog prometa</i>	27
4.3.2. <i>Ekološke prednosti željeznice</i>	29
4.4. POMORSKI PROMET	30
4.4.1. <i>Ekološki aspekt pomorskog prometa</i>	30
4.4.2. <i>Onečišćenje zraka</i>	31
4.4.3. <i>Balastne vode</i>	32
5. ZAKLJUČAK	34

LITERATURA.....	35
POPIS SLIKA	38
POPIS TABLICA.....	38

1. UVOD

Promet je svakodnevno prisutan u našim životima i donosi značajne društveno-ekonomske prednosti, ali istovremeno ima negativne posljedice za okoliš, ljudsko zdravlje i naše općenito okruženje. Dok ispunjava rastuće potrebe za mobilnošću putnika i tereta, prometne aktivnosti također ostavljaju negativan trag, pogotovo zbog emisija iz prijevoznih sredstava kao što su automobili, vlakovi, zrakoplovi, brodovi itd. U posljednjim desetljećima, povećanje osobne i teretne mobilnosti rezultiralo je većom emisijom onečišćivača, što predstavlja izazov za okoliš.

Problem istraživanja je ekologija u prometu koja je analizirana pomoću postupaka, raznih provedbi te dokumentacijom kako bi se smanjio štetan utjecaj prometa na okoliš.

Svrha i cilj rada je objasniti obrađenu temu način da se ekologija u prometu prikaže kroz utjecaj pojedinih vrsta prometa na okoliš, odnosno cestovnog, zračnog, željezničkog i pomorskog prometa.

Ovaj završni rad se sastoji od 5 poglavlja. Prvo poglavlje je „Uvod“ u kojem je pojašnjena struktura i tematika rada. U drugom poglavlju pod naslovom „Osnovne značajke prometa“ objašnjena je povijesna razvijenost prometa, definiran je pojam prometa, obilježja i trendovi u prometu.

Treće poglavlje s naslovom „Ekologija u prometu“ definira pojam ekologije i prometne ekologije te analizira načela i mjere. U ovom poglavlju obrađuje se tema održivog prometa koji je ekološki prihvatljiviji i kako upravljati prometnom potražnjom.

Naslov četvrtog poglavlja je „Analiza primjene prometne ekologije“ gdje je obrađena svaka vrsta prometa i utjecaj koji ima na okoliš. Posebice se ističu problemi onečišćenja zraka, problemi buke te kod pomorskog prometa problem balastnih voda. Dotiču se teme kako na ekološki osvješteniji način održavati prometnu potražnju.

Zadnje poglavlje je „Zaključak“ gdje su sumirani svi najbitniji zaključci u vezi s ciljem i problemom istraživanja ističući bitnu osvještenost o ekologiji u prometu.

2. OSNOVNE ZNAČAJKE PROMETA

U ovome poglavlju definirati će se pojam prometa te će se navesti njegova obilježja. Analizirati će se prometni trendovi, važnost prometa i na primjeru Europske unije usporediti će se postotak korištenja prijevoznih sredstava.

2.1. POJAM I OBILJEŽJA PROMETA

Promet, u najužem smislu, predstavlja aktivnost pružanja prijevoznih usluga koja se odnosi na premještanje različitih stvari, uključujući ljude, životinje, teret, informacije i druge resurse, s jednog mjesta na drugo. U širem kontekstu, promet obuhvaća sve elemente koji su uključeni u proces prijevoza, kao što su infrastruktura (poput cesta i putova), vozila (kao što su automobili i brodovi), energija, organizacija, osoblje i slično. Operacije povezane s prijevozom obuhvaćaju utovar, istovar i premještaj tereta, kao i ukrcaj, iskrcaj i presjedanje putnika. Danas se promet često odvija putem razvijenih prometnih mreža koje olakšavaju različite faze putovanja¹.

Razlikujemo različite vrste prijevoza, uključujući kopneni, vodeni, zračni, kombinirani i poštansko-telekomunikacijski prijevoz. Također, možemo kategorizirati promet prema tehnološkim karakteristikama, uključujući cestovni, željeznički, cjevovodni, pomorski i unutarnji vodeni promet. Ovisno o vrsti prevoženih sredstava, možemo razlikovati putnički, teretni, mješoviti i podatkovni prijevoz. Prijevoz se može i klasificirati prema geografskom doseg, kao međukontinentalni, kontinentalni, međunarodni i unutarnji (domaći)².

2.2. TRENDOWI U PROMETU

Promet je oduvijek bio bitan aktivni razvojni čimbenik za ljudsko društvo, djelujući na naseljenost, proizvodnju, razmjenu i potrošnju. Inicijalni je čimbenik ekonomskog razvoja i danas o prometu i prometnoj povezanosti ovise gospodarstvo, kultura i životni standard. Napredak prometne tehnologije ukinuo je prostornu izoliranost, smanjio prijevozne troškove i omogućio cjelokupno povezivanje, dok su suvremene telekomunikacije omogućile globalnu informiranost prometne industrije i različiti oblici prijevoza konkuriraju jedni drugima na

¹ Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, *Promet*, 2021.

<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=50633> (20.3.2023.)

² Ibidem

tržištima prijevoza, a moderni pristupi razmatraju mogućnost koordinacije između različitih prometnih sustava. Povećana je upotreba telekomunikacijskih i računalnih tehnologija za nadzor i upravljanje kretanjem vozila, poboljšanje sigurnosti u prometu, održavanje vozila, pružanje usluga i prilagodbu ponude i potražnje u prometu, te za upravljanje prometom i drugim aspektima. Razvoj prometne infrastrukture pod utjecajem različitih faktora, pri čemu ima značajnu ulogu i prometna politika³.

Znanost o prometu koristi koncepte iz znanosti i tehnologije kako bi razvijalo strategije, oblikovalo funkcionalne strukture, upravljalo operacijama i omogućilo učinkovito, sigurno, praktično, udobno, ekonomično i ekološki održivo kretanje ljudi i tereta u svim vrstama prijevoza. Ovo područje pripada u znanstvenu domenu prometnih sustava u urbanim okruženjima, koja se bavi planiranjem, projektiranjem oblika prometnih objekata i upravljanjem njihovim operacijama na autocestama, mrežama javnog gradskog prijevoza i terminalima, uz poseban naglasak na interakciji s okolišem i vezama s drugim oblicima prijevoza⁴.

U razvijenim zemljama, suvremeni putnički promet uglavnom se temelji na korištenju osobnih automobila, što je očito kad analiziramo broj putovanja i broj vozila u upotrebi. U međugradskom putničkom prijevozu, autobusi se uspješno natječu sa željezničkim prijevozom. U Europskoj uniji, primjerice, u 2009. godini većinu putničkih prijevoza činili su osobni automobili i motocikli, s udjelom od 75,9% u ukupnim putničkim kilometrima (što se računa kao broj putnika pomnožen s brojem prijeđenih kilometara). Autobusi su činili 7,8%, tramvaji i podzemne željeznice 1,4%, željeznice 6,2%, zrakoplovi 8%, a brodovi 0,6%⁵.

Što se tiče teretnog prometa, većina razvijenih zemalja također se oslanja na kopneni prijevoz. U 2009. godini u Europskoj uniji, udio cestovnog prijevoza u ukupnim ton-kilometrima (što se računa kao broj tona pomnožen s brojem prijeđenih kilometara) iznosio je 46,6% (primjerice, Italija je imala udio od 87%, a Ujedinjeno Kraljevstvo 94,3%). Željeznica je činila 10%, prijevoz morem 36,8%, zračni prijevoz 0,1%, unutarnji vodeni putovi 3,3%, dok je prijevoz cjevovodima također iznosio 3,3%⁶.

³ Ibidem

⁴ Vilke, S.: *Urbani promet i okoliš* - prezentacija, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet u Rijeci, https://www.pfri.uniri.hr/web/dokumenti/uploads_nastava/20180403_152532_vilke_1.pptx (20.3.2023.)

⁵ Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje, Leksikografski zavod Miroslav Krleža: *Cestovni promet*, 2021., <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=11341> (2.4.2023.)

⁶ Ibidem

3. EKOLOGIJA U PROMETU

U ovome poglavlju definiran je pojam ekologije te se analiziraju načini istraživanja i nastanak ekologije. Zatim je definirana prometna ekologija, njezina obilježja te mjere prometne ekologije gdje je u fokusu kombinirani prijevoz. Nadalje, definirati će se o održivi promet i analizirati će se upravljanje prometnom potražnjom.

3.1. EKOLOGIJA I PROMETNA EKOLOGIJA

Ekologija je izvedena iz grčkih riječi "oikos", što znači dom ili kuća, i "logos", što znači riječ ili znanje. Ona se definira kao znanost koja proučava odnose između živih organizama i njihove okoline. Ekologija je interdisciplinarna znanost koja nije izolirana, već čvrsto povezana s čovjekom i svim aspektima njegove aktivnosti⁷. Ova znanost integrira različite prirodne znanosti, uključujući biologiju, geologiju, kemiju i fiziku, kako bi istražila kompleksne sustave u prirodi. Stoga se može opisati kao multidisciplinarna znanost koja proučava strukturu i funkciju makrosustava na Zemlji⁸.

Kako bi istražili okoliš, znanstvenici postavljaju pitanja kao što su⁹:

- Kako organizmi stupaju u interakciju sa živim i neživim čimbenicima oko sebe?,
- Što je organizmima potrebno da prežive i napreduju u svojim trenutnim okruženjima?

Da bi pronašli odgovore na ta pitanja, ekolozi moraju proučavati i promatrati sve oblike života i njihove ekosustave diljem našeg svijeta. Osim što ispituju kako ekosustavi funkcioniraju, ekolozi proučavaju što se događa kada ekosustavi ne funkcioniraju normalno. Promjene u ekosustavima mogu biti rezultat mnogih različitih čimbenika, uključujući bolesti među organizmima koji žive u tom području, povećanje temperature i povećane ljudske aktivnosti. Razumijevanje ovih promjena može pomoći ekolozima da predvide buduće ekološke izazove i informiraju druge znanstvenike i političare o izazovima s kojima se suočavaju njihovi lokalni ekosustavi¹⁰.

⁷ Ekologija: Što je ekologija?, <https://www.ekologija.com.hr/sto-je-ekologija/> (20.3.2023.)

⁸ Ibidem

⁹ National Geographic: *Ecology*, 2022., <https://education.nationalgeographic.org/resource/ecology/> (28.6.2023.)

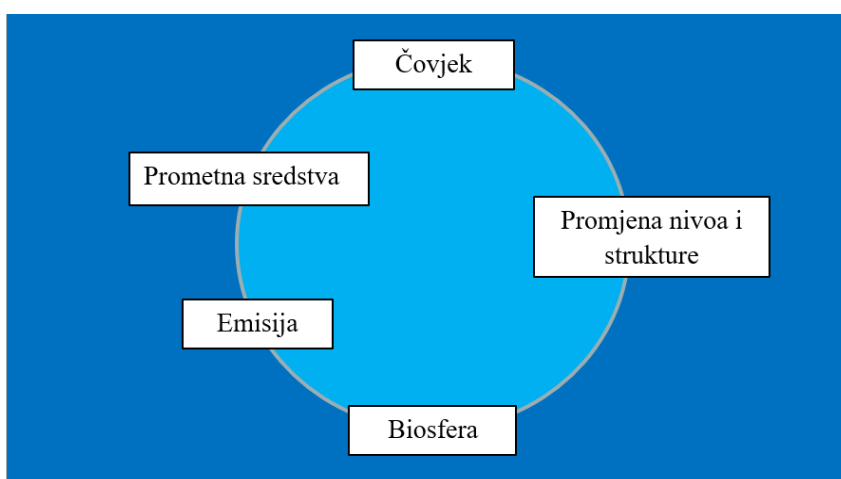
¹⁰ Ibidem

Ekologija je počela dobivati na popularnosti 1960.-ih, kada su pitanja zaštite okoliša izbila u prvi plan javne svijesti. Iako znanstvenici stoljećima proučavaju svijet prirode, ekologija u modernom smislu postoji tek od 19. stoljeća. Otprilike u to vrijeme europski i američki znanstvenici počeli su proučavati način funkcioniranja biljaka i njihov učinak na staništa oko njih. Naposljetku je dovelo do proučavanja interakcije životinja s biljkama, drugim životinjama i oblikovanja ekosustava u kojima su živjele. Danas se moderni ekolozi oslanjaju na podatke koje su prikupili njihovi prethodnici i nastavljaju prenositi informacije o ekosustavima diljem svijeta. Informacije koje prikupljaju i dalje utječu na budućnost našeg planeta. Ljudska aktivnost igra važnu ulogu u zdravlju ekosustava diljem svijeta. Onečišćenje koje emitiraju fosilna goriva ili tvornice može kontaminirati opskrbu hranom za određenu vrstu, potencijalno mijenjajući cijelu hranidbenu mrežu¹¹.

3.2. NAČELA PROMETNE EKOLOGIJE

Prometna ekologija predstavlja znanstvenu disciplinu koja se fokusira na utjecaj prometa na okoliš i proučava odnose između prometa i okoline. Njen glavni cilj je očuvati okoliš za čovjeka, osiguravajući zdravu okolinu i zaštitu biosfere od negativnih ljudskih utjecaja¹².

Ovaj odnos između čovjeka i okoline u prometu može se prikazati kao kružni tok s prirodnim ravnotežama i posljedicama koje se proširuju, kao na slici 1.



Slika 1: Odnos čovjeka i okoliša na području prometa

Izvor: Golubić, J., *Promet i okoliš*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1999., p. 9

¹¹ Ibidem

¹² Vilke, S.: *Urbani promet i okoliš*, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet u Rijeci, https://www.pfri.uniri.hr/web/dokumenti/uploads_nastava/20180403_152532_vilke_1.pptx (20.3.2023.)

Ključni koraci u zaštiti okoliša uključuju obrazovanje, razvoj sustava za mjerenje i istraživanje faktora kao što su buka, ispušni plinovi i otpad nastao prometom¹³. Poseban naglasak je na razvijanju ekološki prihvatljive tehnologije koja neće štetiti okolišu i doprinosit će očuvanju prirode, primjerice zamjenom unutarnjeg izgaranja s elektromotorima.

Aktivne mjere zaštite kod izvora onečišćenja i pasivne mjere za smanjenje štetnih emisija, kao što je buka, također su važan dio ekologije prometa. Međutim, ključno je pronaći ravnotežu između troškova zaštitnih mjera i koristi kako bi se postigao optimalni okolišni zaštitni standard¹⁴.

3.3. MJERE PROMETNE EKOLOGIJE

Cilj i fokus upravljanja potražnjom za prometom je smanjiti ovisnost o korištenju osobnih vozila i potaknuti promjenu pri odabiru načina putovanja kako bi se postigao održivi prometni sustav¹⁵. Prometna potražnja podrazumijeva skup svih potreba čija je materijalna osnova nastala kao želja za promjenom mjesta, uzevši u obzir mjesto i vrijeme nastanka i pod uvjetom da je promjenu mjesta nemoguće ostvariti bez korištenja prijevoznih sredstava i prometne infrastrukture. Prometnu potražnju nemoguće je u potpunosti raširiti po pojedinim vrstama prometa, pogotovo ako se obavlja integralnim ili multimodalnim načinom prijevoza. Takav način distribucije prometne potražnje po vrstama služi kako bi se utvrdili globalni odnosi između pojedinih vrsta prometa. Tim načinom ustanovljena prometna potražnja, koja predstavlja prometni tok, raspoređuje se na izvor-cilj uz odgovarajuće prometnice na kojima će se odvijati prijevoz¹⁶.

Kombinirani prijevoz podrazumijeva prijevoz gdje se koristi više od jednog načina prijevoza, na primjer pomorski, željeznički i cestovni¹⁷. Definicija kombiniranog prijevoza Ministarstva mora, prometa i infrastrukture glasi: „Kod kombiniranog prijevoza tereta kojim se smatra prijevoz tereta između država članica, pri čemu se kamion, prikolica, poluprikolica, s vučnim vozilom ili bez njega, izmjenjivi sanduk ili kontejner od 20 stopa ili više, koristi na

¹³ Golubić, J., *Promet i okoliš*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1999., p. 9

¹⁴ Ibidem

¹⁵ Brčić D., Šimunović Lj., Slavulj M.: *Upravljanje prijevoznom potražnjom u gradovima*, Priručnik, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2016., <http://files.fpz.hr/Djelatnici/dbrcic/Brcic-Simunovic-Slavulj-Upravljanje-prijevoznom-potraznjom-u-gradovima-prirucnik.pdf> (30.8.2023.)

¹⁶ Ivaković, Č.: *Prometna potražnja i robni tokovi u funkciji integralnog transporta*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1991., <https://traffic.fpz.hr/index.php/PROMTT/article/view/428> (30.8.2023.)

¹⁷ GEMET – General Multilingual Environmental Thesaurus: Kombinirani prijevoz, <https://www.eionet.europa.eu/gemet/hr/concept/11296> (31.8.2023.)

cesti pri početnoj ili završnoj dionici putovanja, a u dionici prijevoza željeznicom, unutarnjim vodama ili morem, ta dionica mora biti dulja od 100 km zračne linije. Pri tome prijevoz tereta koji se odvija cestom čini početnu ili završnu dionicu cestovnog prijevoza: između mjesta utovara tereta i najbližeg odgovarajućeg pretovarnog kolodvora pri početnoj dionici te između najbližeg odgovarajućeg pretovarnog kolodvora i mjesta istovara pri završnoj dionici ili unutar promjera koji nije veći od 150 km zračne linije od luke unutarnjih voda ili pomorske luke utovara ili istovara.“¹⁸. Neke od prednosti kombiniranog prijevoza, osim tehničko-tehnoloških i ekonomskih osobitosti, su¹⁹:

- Ušteda potrošnje energije
- Manji troškovi prijevoza
- Iskorištenost željeznice
- Produljenje životnog vijeka cestovnih teretnih vozila
- Iskorištenost autoprijevoznih poduzeća
- Brži, kvalitetniji i sigurniji prijevoz robe od proizvođača do potrošača
- Zaštita okoliša od ispušnih plinova iz kamiona

Klasični oblici prijevoza značajno onečišćuju okoliš i ne uspijevaju ispuniti suvremene zahtjeve tržišta. Iz tog razloga se sve češće koriste novi oblici prijevoza kao što su kombinirani i multimodalni prijevoz²⁰.

¹⁸ Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture: *Kombinirani prijevoz*, <https://mmpi.gov.hr/promet-163/kombinirani-prijevoz/19222> (30.8.2023.)

¹⁹ Baričević H. *Tehnologija kopnenog prometa*, Pomorski fakultet, Rijeka, 2001., str. 248

²⁰ Ibidem

3.4. PROMETNA ODRŽIVOST

Održivi promet je sposobnost da se podrže potrebe mobilnosti društva na način koji najmanje šteti okolišu i ne narušava potrebe mobilnosti budućih generacija²¹.

Početne akcije zaštite okoliša bile su povezane s nacionalnim propisima o kvaliteti zraka, zaštiti vode, gospodarenju otpadom i opasnim materijalima. Ovi nacionalni problemi, posebno u razvijenim gospodarstvima, preslikani su kao tradicionalna pitanja koja obuhvaćaju svijet i njima se treba pozabaviti. Proces je započeo Konferencijom Ujedinjenih naroda o ljudskom okolišu 1972. godine, identificirajući ključna ekološka načela kao što su očuvanje prirodnih resursa, zaštita divljih životinja i kontrola onečišćenja. Završio je 1987. godine objavljivanjem Izvješća Brundtland, gdje je pojam održivog razvoja prvi put formalno definiran i postao korišten. Koncept je dodatno proširen Konferencijom Ujedinjenih naroda o okolišu i razvoju 1992. godine, posebice postavljanjem Agende 21, neobvezuće akcijskog plana za načela održivosti. Nakon niza ponavljanja, 2015. godine, Opća skupština Ujedinjenih naroda izdala je rezoluciju pod nazivom Agenda 2030 koja definira 17 ciljeva održivog razvoja²².

3.4.1. Održivi promet

Promet, kao ključna komponenta koja podupire interakcije i razvoj socioekonomskih sustava, također je bio predmet mnogih razmatranja u kojoj je mjeri održiv²³.

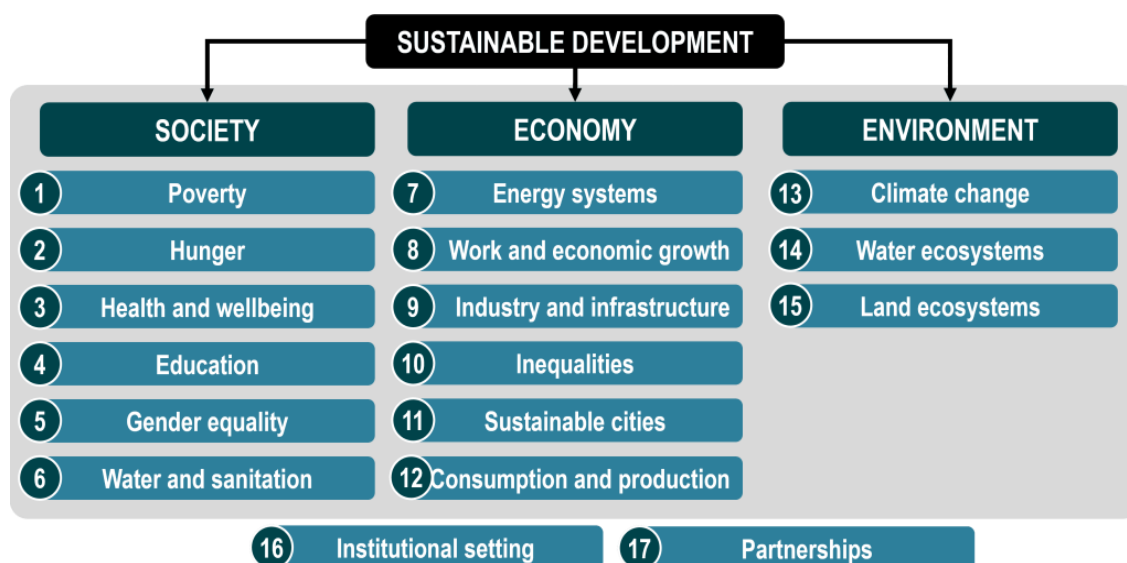
Održivi razvoj primijenjen na prometne sustave zahtijeva promicanje veza između zaštite okoliša, ekonomske učinkovitosti i društvenog napretka. Očekivani ishodi održivog prometa uključuju poboljšanja učinkovitosti, sigurnosti i okoliša. Pod dimenzijom okoliša, cilj se sastoji od razumijevanja uzajamnih utjecaja fizičkog okoliša i praksi industrije te da se svi aspekti prometne industrije bave pitanjima okoliša. Pod gospodarskom dimenzijom, cilj se sastoji od promicanja ekonomske učinkovitosti poticanjem pružanja potrebne infrastrukture i sustava mobilnosti. Prijevoz mora biti isplativ i sposoban prilagoditi se promjenjivim zahtjevima. Pod

²¹ The Geography of Transport Systems: *Transportation, Sustainability and Decarbonization*, <https://transportgeography.org/contents/chapter4/transportation-sustainability-decarbonization/> (28.6.2023.)

²² Ibidem

²³ Ibidem

socijalnom dimenzijom cilj se sastoji od poboljšanja životnog standarda i kvalitete života, kao što je prikazano na slici 2²⁴.



Slika 2: Ciljevi održivog razvoja

Izvor: <https://transportgeography.org/contents/chapter4/transportation-sustainability-decarbonization/three-e-development/> (28.6.2023.)

Ovisnost o automobilu je situacija koja se obično povezuje s neodrživim urbanim okolišem. Nedavni napredak u tehnologijama dijeljenja automobila i potencijalni razvoj samovozećih vozila naglašavaju mnogo održiviju upotrebu imovine automobila koja bi mogla ukloniti do 90% vozila s ulica. Ovo doprinosi stalnom poboljšanju tehnologije motora i pogona te smanjujući emisije iz vozila. To je u suprotnosti s pristranošću uočenu u prometnoj zajednici prema naglašavanju javnog prijevoza i nemotoriziranog prijevoza kao dominantne strategije za održivi prijevoz. Ipak, gotovo svi sustavi javnog prijevoza financijski su neodrživi, namećući teret društvu koji je prihvatljiv jer omogućuje pristup svim socioekonomskim skupinama. Prijevoz tereta također se mora uzeti u obzir u ovom procesu, s obzirom na značajan rast sirovina i robe kojima se trguje u globalnom gospodarstvu. Prijevoz tereta više se oslanja na ekološki prihvatljive načine kao što su željeznički promet na kopnu i pomorski promet²⁵.

²⁴ Ibidem

²⁵ Ibidem

3.4.2. Upravljanje prometnom potražnjom

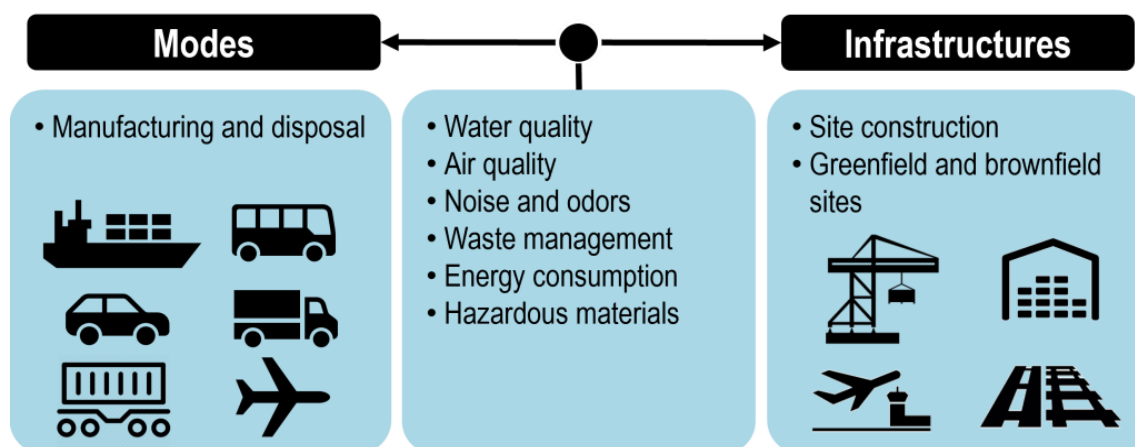
Kako bi se učinkovito ublažili štetni utjecaji sadašnjih prometnih sustava, mogu se osmisliti strategije za upravljanje (smanjenje) potražnje za prijevozom putnika i tereta, kao i za preraspodjelu te potražnje u prostoru ili vremenu (izvan vršnih sati) kada je to moguće. Profitabilan, pristupačan i nesubvencionirani prijevoz dobar je pokazatelj njegove održivosti. Sve veći troškovi prijevoza i pritisak da se subvencioniraju mogu se protumačiti kao signali da su možda neodrživi. Postoji nekoliko međusobno povezanih načina na koje se prometni sustavi mogu prilagoditi kako bi se nosili s prometnom potražnjom i postigli bolju razinu održivosti²⁶:

- **Određivanje cijene po punom trošku:** potpuni (ili djelomični) povrat troškova povezanih s javnim ulaganjima nastaje izgradnjom, održavanjem i radom prometnih mreža. Oni uklanjaju umjetne signale kao što su subvencije i dopuštaju korisnicima da pretpostave stvarne troškove prijevoza, uključujući cijene cesta i poreze i naknade za zagađenje (ugljik). Vozačima se naplaćuje promjenjiva naknada (ovisno o varijabilnosti potražnje u vršnim satima i izvan vršnih sati) za korištenje ciljanih cesta. To se može provesti različitim tehnikama, kao što su cestarine ili naknade za licenciranje. Porezi i naknade za onečišćenje uključivali bi uvođenje povećanih poreza na kupnju vozila i goriva, kao i nametanje naknada vlasnicima vozila koja rade na niskim razinama energetske učinkovitosti. Takav pristup ima za cilj potaknuti korisnike na održivije izbore mobilnosti.
- **Kontrole parkiranja:** povećanjem cijena parkiranja ili smanjenjem količine parkirnog mjesta, takva strategija može odvratiti korištenje privatnih vozila u područjima s najvećom potražnjom povećanjem cijene putovanja automobilom u područja visoke gustoće. Očekivani rezultat je poticanje (ili prisiljavanje) putnika da traže alternative u masovnom prijevozu ili zajedničkom prijevozu.
- **Izbjegavanje putovanja:** izravnija metoda smanjenja potražnje za prometom, ali izbjegavanje putovanja složen je pothvat. Uključuje strategije u kojima se aktivnost i dalje odvija dok je s njom povezana mobilnost ublažena. To se ponajviše odnosi na korištenje informacijskih tehnologija koje, istovremeno mogu nadomjestiti i podržati mobilnost. Na primjer, e-trgovina može smanjiti broj odlazaka u kupnju, ali to uključuje zamjenu za dostavu paketa. Za teretni prijevoz,

²⁶ Ibidem

izbjegavanje putovanja uglavnom je rezultat promjena u strategijama nabave kao što je nearshoring, gdje se stvara manje tona-km.

- **Zabrane prometa:** kroz zabrane prometa, regulatorna institucija bi vršila izravnu kontrolu nad dopuštenom granicom vozila u određenom urbanom području ili duž određenih koridora ovisno o mjerama funkcije prometne ponude i potražnje ili proizvoljnim procjenama nosivosti. Mnoga središnja područja visoke gustoće zatvorila su ulice za pješake kako bi se stvorili javni prostori pogodniji za komercijalne i društvene aktivnosti. Provedba takvih strategija uvelike se oslanja na postojeću prostornu strukturu, tokove putnika i materijala te prometne mreže. Očekuje se da će se potražnja pomaknuti prema više ugljično neutralnim načinima rada s boljom energetske učinkovitosti, kao što je prikazano na slici 3.



Slika 3: Dimenzije održivosti u prometnoj industriji

Izvor: Sustainability Dimensions in the Transport Industry, (Dimenzije održivosti u prometnoj industriji)
<https://transportgeography.org/contents/chapter4/transportation-sustainability-decarbonization/sustainability-dimensions-transport-industry/> (28.6.2023.)

U situacijama u kojima struktura naknada nije učinkovita (npr. stanovništvo s niskim primanjima), strategije temeljene na ograničenjima mogu biti prikladnije od strategija temeljenih na naknadama. Takve prisilne strategije time bi ograničile broj vozila u prometu i, shodno tome, smanjile zagušenost i onečišćenje zraka uz promicanje alternativnih prijevoznih sredstava. Njihov temeljni nedostatak je što pretpostavljaju da državni (planski) subjekti znaju rješenja za probleme gradskog prometa (kao što je odgovarajući broj parkirnih mjesta), što nije nužno slučaj²⁷.

²⁷ Ibidem

4. ANALIZA PRIMJENE PROMETNE EKOLOGIJE

U ovom poglavlju svaka analizirane su prometne grane te njihov utjecaj na okoliš. Kod cestovnog prometa definirano je što je i njegova osnovna obilježja, zatim predviđanja o njenoj održivosti u budućnosti gdje se spominju alternativna goriva te na kraju problem buke koju prouzrokuje cestovni promet i kako ona utječe na zdravlje ljudi. Zatim slijedi zračni promet, kod kojeg je, osim definicije, analiziran njegov ekološki aspekt i propisi kako ga poboljšati te problem buke i ispušnih plinova urokovani zračnim prijevozom. S obzirom da je željeznički promet ekološki najprihvatljiviji, analizirani su njegovi ekološki aspekti i ekološke prednosti. Na kraju je definiran pomorski promet i analizirani su njegovi ekološki aspekti te su više objašnjeni onečišćenje zraka i balastne vode koje uzrokuje.

4.1. CESTOVNI PROMET

Cestovni promet je sektor promet koji služi za prijevoz ljudi i tereta putem cestovnih vozila. Razvijen je kako bi omogućio povezanost s udaljenim i manjim područjima, nudeći priliku za prijevoz od vrata do vrata uz razumnu brzinu i kvalitetu usluge po prihvatljivim cijenama²⁸.

Međutim, porast motorizacije i korištenja automobila širom svijeta donosi sa sobom niz nepoželjnih i nepredvidivih posljedica za ljude i okoliš²⁹. Već u šezdesetima prošlog stoljeća, veliki svjetski gradovi suočavali su se s problemom koncentracije štetnih tvari u okolišu, često uzrokovanih procesima izgaranja goriva u vozilima. Primjerice, u SAD-u su od osamdesetih godina prošlog stoljeća propisani zakoni koji obvezuju ugradnju katalizatora u nova vozila kako bi se smanjile emisije. S obzirom na brzi gospodarski rast i razvoj, cestovni prijevoz je rapidno porastao, što je rezultiralo većim opterećenjem prometnica, zagađenjem voda i tla, bukom, potrošnjom energije i negativnim utjecajem na okoliš. Slični standardi primjenjuju se i u drugim dijelovima svijeta³⁰.

²⁸ Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje, Leksikografski zavod Miroslav Krleža: *Cestovni promet*, 2021.

<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=11341> (2.4.2023.)

²⁹ Ibidem

³⁰ Ibidem

4.1.1. Predviđanja

Sukladno sadašnjim trendovima u razvoju prometa, prognozira se da će karakteristike cestovnog prometa u mnogim zemljama članicama OECD-a do 2030. godine uključivati sljedeće³¹:

- Značajan rast broja automobila i ukupnih prijeđenih kilometara, unatoč većoj energetske učinkovitosti i manjoj ekološkoj šteti vozila.
- Očekuje se manji pad potrošnje goriva po vozilu u istoj usporedbi.
- Dizel gorivo i benzin i dalje će ostati najdominantniji izvor energije, uz blagi porast korištenja alternativnih goriva.
- Teretni cestovni promet bit će snažniji od prometa osobnim automobilima.

S ovakvim naglaskom na razvoju cestovnog prometa, logično je da će i dalje imati negativan utjecaj na okoliš do 2030. godine. Unatoč planiranim politikama, emisije ugljičnog dioksida (CO₂) iz prometa će se udvostručiti, što će rezultirati visokim koncentracijama CO₂ u atmosferi. Također, očekuje se daljnji porast uporabe zemljišta za izgradnju prometne infrastrukture, što će dovesti do povećanja onečišćenja vode, degradacije staništa i gubitka biološke raznolikosti³².

Smanjenje udjela cestovnog prometa u ukupnoj strukturi teretnog prometa, intenzivnije korištenje pomorskog prometa i prometa unutarnjim plovnim putevima te željezničkog prometa predviđeno je i planirano temeljnim nacionalnim strateškim dokumentima - Pretprisutna pomorska strategija i Pretprisutna strategija željezničkog prometa. Oni imaju jasne kvalitativne i kvantitativne ekološke benefite, no nažalost nisu još ostvareni temeljni preduvjeti snažnijeg razvoja kombiniranog prijevoza³³.

³¹ Golubić, J., op. cit., p. 14

³² Ibidem

³³ Ibidem, p. 84

4.1.2. Alternativna goriva

Povećana svijest o zaštiti okoliša i rastuće ekološko opterećenje u urbanim područjima tijekom devedesetih godina prošlog stoljeća ponovno je potaknulo interes za korištenje alternativnih goriva u osobnim vozilima. Briga o dostupnosti energetske resursa na Zemlji, posebno nafte koja je temeljni izvor energije za vozila, potaknula je brojna istraživanja o novim izvorima energije³⁴.

U Europskoj uniji, čak petina emisija ugljičnog dioksida dolazi iz cestovnog prometa (slika 4). Stoga EU promiče uporabu održivih goriva s niskim udjelom CO₂ kako bi se umanjio negativan utjecaj na klimu³⁵.



Slika 4: Petina vozila u Europskoj uniji koristi alternativna goriva

Izvor: Europski opservatorij za alternativna goriva i Eurostat, <https://www.europarl.europa.eu/news/hr/headlines/economy/20221013STO43019/alternativna-goriva-za-automobile-kako-povecati-njihovu-upotrebu> (24.5.2023.)

³⁴ Ibidem

³⁵ Europski parlament: *Alternativna goriva za automobile: kako povećati njihovu upotrebu*, 2022., ažurirano 2023., <https://www.europarl.europa.eu/news/hr/headlines/economy/20221013STO43019/alternativna-goriva-za-automobile-kako-povecati-njihovu-upotrebu> (24.5.2023.)

Među alternativnim gorivima za vozila s nultim emisijama nalaze se električna energija, amonijak i vodik. Električna energija za vozila može potjecati iz različitih izvora, uključujući obnovljive izvore energije, konvencionalne elektrane i nuklearne elektrane. Hibridna vozila smanjuju potrošnju nafte i emisije CO₂, dok električna vozila ne proizvode emisije štetnih tvari. Vodik se proizvodi iz vode i organskih spojeva, ali njegova upotreba u vozilima još je u razvoju i najčešće se koristi u teretnom prijevozu. Utjecaj vodika na okoliš ovisi o načinu proizvodnje, budući da može potjecati iz obnovljivih izvora energije, poput sunca i vjetra, ili iz fosilnih goriva. Amonijak je još jedno alternativno gorivo koje ima potencijal za smanjenje emisija CO₂, budući da njegovi nusproizvodi uključuju samo dušik i vodu³⁶.

Obnovljiva goriva uključuju parafinska i sintetička goriva te goriva proizvedena iz biomase. Biogoriva, proizvedena od biljnih ulja, životinjskih masti ili recikliranih masti iz restorana, trenutno su među najvažnijim alternativama goriva i čine 4,4% ukupne potrošnje goriva u cestovnom prometu Europske unije. Njihov ekološki doprinos ovisi o održivim metodama proizvodnje, kako bi se izbjeglo suparništvo s proizvodnjom hrane. Postoji i niz drugih niskougljičnih goriva na bazi prirodnog plina, poput ukapljenog naftnog plina (LPG), stlačenog prirodnog plina (CNG) i ukapljenog prirodnog plina (LNG), koja mogu doprinijeti smanjenju emisija CO₂. Međutim, važno je osigurati da takva goriva ispunjavaju stroge ekološke standarde kako bi smanjila emisiju CO₂³⁷.

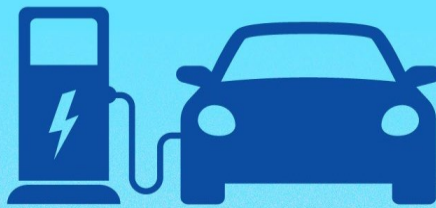
Trenutno, oko 5% vozila u Europskoj uniji koristi alternativna goriva. Električna vozila su značajno povećala svoj broj, dosežući 4,4 milijuna u 2022. godini, što je 16 puta više nego u 2015. godini. Da bi se potaknula uporaba alternativnih goriva, važno je razvijati infrastrukturu za punjenje električnih vozila i točenje drugih alternativnih goriva duž glavnih prometnica EU. To bi trebalo pratiti prelazak na vozila s nultom emisijom CO₂. Trenutno postoji oko 360.000 javno dostupnih električnih punionica u EU (slika 5), ali većina ih se nalazi u nekoliko zemalja poput Nizozemske, Njemačke, Francuske, Italije i Švedske³⁸.

³⁶ Ibidem

³⁷ Ibidem

³⁸ Ibidem

U EU-u ima oko 360 000
punionica od čega se 1068
nalazi u Hrvatskoj.



Izvori: Europski opservatorij za alternativna goriva i Eurostat

Slika 5: Električne punionice u EU

Izvor: Europski opservatorij za alternativna goriva i Eurostat,
<https://www.europarl.europa.eu/news/hr/headlines/economy/20221013STO43019/alternativna-goriva-za-automobile-kako-povecati-njihovu-upotrebu> (24.5.2023.)

Kako bi se potaknula uporaba održivih goriva, Europski parlament je usvojio stajalište u listopadu 2022. godine koje se odnosi na razvoj potrebne infrastrukture za bolju dostupnost održivih goriva u Europi. Planira se postavljanje punionica za električna vozila na glavnim cestama EU s većim kapacitetom, kao i postavljanje punionica za kamione i autobuse na ključnim transeuropskim mrežama. Također zastupnici se zalažu za postavljanje stanica za punjenje vodikom duž glavnih cesta najkasnije do 2028. godine na maksimalnoj udaljenosti od 100 kilometara. U cijeloj EU 2021. godine postojalo je tek 136 punionica za vodik³⁹.

³⁹ Ibidem

4.1.3. Buka u cestovnom prometu

Buka se može opisati kao svaki zvuk koji ima negativan utjecaj na fizičko i mentalno blagostanje ljudi, ometajući njihov rad, smanjujući produktivnost, uzrokujući nelagodu, otežavajući normalan odmor, utječući na ljudsko raspoloženje i zdravlje. Prometna buka, među ostalim karakteristikama, ističe se po svojoj promjenjivoj prirodi s brzim i intenzivnim oscilacijama koje mogu izazvati razne fiziološke reakcije⁴⁰.

Utjecaj buke nije ograničen samo na vozače i putnike u prometnim sredstvima; različiti oblici prometa, kao što su cestovni promet, željeznica i zračni promet, predstavljaju izvor smetnji za mnoge ljude koji žive uz prometnice, pruge ili aerodrome. Ozbiljnost problema buke postala je predmetom intenzivnih istraživanja tek nedavno, kada je postalo očito da izloženost prejakoj buci može ozbiljno utjecati na zdravlje ljudi i smanjiti njihovu radnu učinkovitost.⁴¹

U velikim gradovima, većina komercijalne buke (oko 80%) proizlazi iz prometa. Od tog udjela, više od 50% odnosi se na cestovni promet, 18% na željeznički promet, dok 13% otpada na zračni promet.

Definicija buke može varirati⁴²:

- Subjektivno: Buka je svaki neugodan, glasan zvučni podražaj, bez obzira na njegove akustičke karakteristike.
- Objektivno: Buka je kompleksan zvučni podražaj koji često ima malo ili nimalo perioda u svom kontinuitetu.
- Kvantitativno: Buka se definira putem vremenskih parametara, frekvencijskog spektra (u Hz) i intenziteta (u dB).
- Kvalitativno: Buka može biti kontinuirana, impulsivna ili eksplozivna.

Od kraja 1980-ih godina, automobili su postali znatno tiši, s razinama buke koje su se smanjile deset puta. Propisi o dopuštenim razinama buke variraju između različitih zemalja, ali postoje standardi utvrđeni od strane organizacija poput Ujedinjenih naroda, Ekonomske komisije za Europu (ECE) i Europskog ekonomskog saveza koji postavljaju smjernice za

⁴⁰ Golubić, J., op. cit., p.116

⁴¹ Ibidem

⁴² Ibidem, p. 117

prihvatljive razine buke⁴³. U tablici 1 prikazani su dopušteni nivoi buke koji su objavljeni u Narodnim novinama.

Tablica 1: Dopušteni nivoi buke

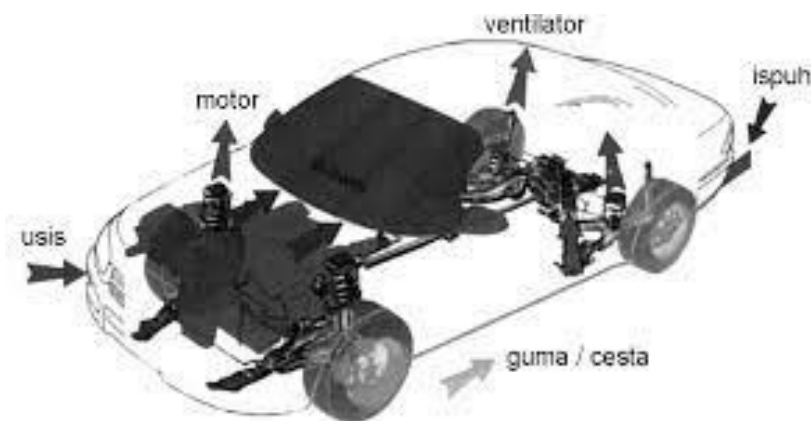
KATEGORIJA VOZILA	GRANIČNE VRIJEDNOSTI U dB
1. Putničko vozilo s brojem mjesta manjim od 9 uključujući i vizača	74
2. Putničko vozilo s kapacitetom mjesta većim od 9 uključujući vozačko sjedalo i maksimalno dozvoljene težine od 3,5 tona a) Snage motora manje od 150 kW b) Snage motora 150 kW ili veće	a) 78 b) 80
3. Vozila za prijevoz putnika koja imaju više od 9 sjedala uključujući vozačko sjedalo; vozila za prijevoz tereta a) Najveće mase do 2 tone b) Najveće mase od 2 tone do 3,5 tona	a) 76 b) 77
4. Vozila za prijevoz tereta najveće dopuštene mase veće od 3,5 tona a) Snage motora manje od 75 kW b) Snage motora od 75 kW do 150 kW c) Snage motora od 150 kW	a) 77 b) 78 c) 80

Izvor: : Pripremila studentica prema *Zakon o normizaciji*, Narodne novine Republike Hrvatske, 14.5.1998., Zagreb, 55/96 https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/1998_05_69_840.html (29.6.2023.)

Najrasprostranjenija vrsta buke je buka u cestovnom prometu i u urbanim zemljama predstavlja jedan od ozbiljnijih društvenih problema. Pri razmatranju cestovne buke potrebno je razmotriti izvore buke za dvije osnovne kategorije vozila: putnička i teška teretna vozila i

⁴³ Golubić, J., op. cit., p. 118

autobuse, čija se buka razlikuje po jačini i spektru. Pomoću slike 6 jasnije će se predložiti izvori buke iz cestovnih vozila⁴⁴.



Slika 6: Izvori buke u vozilu

Izvor: *Ekologija u prometu*, Nastava cestovni promet 3, Sveučilište u Zagrebu, http://e-student.fpz.hr/Predmeti/E/Ekologija_u_prometu/Materijali/Nastava_cestovni_promet_3.pdf (3.6.2023.)

Dva osnovna i nezavisna izvora buke kod svih cestovnih vozila potječu od kontakta guma s površinom kolnika i pogonskog sustava. U gradskoj vožnji najbučniji je motor, na autocesti su dominantne gume, a kod punog opterećenja najviše se čuju ispuh i usis. Moderni motori i ispušni sustavi danas su više prigušeni te stvaraju manje buke. S druge strane, gume postaju sve glasnije te kako bi se smanjio otpor kotrljanja, gazeća površina guma je sve kruća. Zbog povećavanja sigurnosti površina se kolnika izvodi sve hrapavije pa struganje guma nadglasa motor⁴⁵.

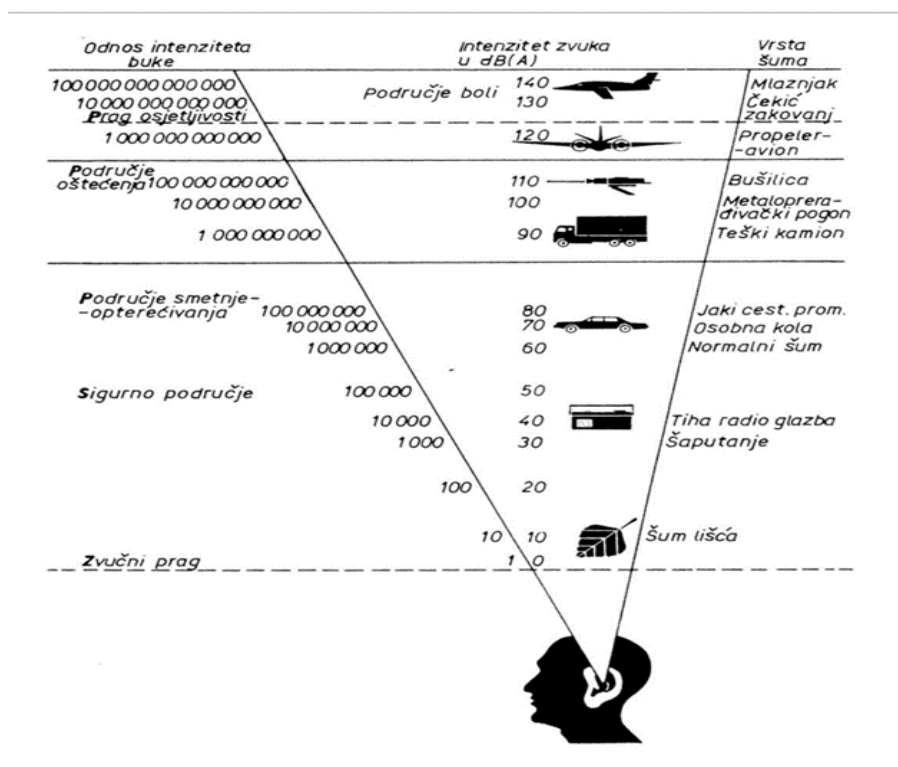
⁴⁴ Ibidem, p. 119

⁴⁵ Ibidem

4.1.4. Utjecaj buke na zdravlje ljudi

Štetno djelovanje buke motornih vozila se može podijeliti na djelovanje buke unutar vozila na vozača i putnike i djelovanje buke prometnog toka u okolini prometnice. Intenzitet djelovanja buke na čovjeka prema razinama prikazano je na slici 7 te na sljedećim kategorijama⁴⁶:

- Buka do 50 dB prekida san
- Buka do 60 dB izaziva slabije psihološke učinke
- Buka od 60 do 90 dB stvara ozbiljne psihološke i neurovegetativne smetnje, rast krvnog tlaka, ubrzano disanje, povećava broj crvenih krvnih tjelešca, poremećaja u regulaciji šećera u krvi
- Buka iznad 90 dB dovodi do oštećenja sluha
- Buka iznad 120 dB dovodi do akutnog oštećenja sluha i izaziva bol



Slika 7: Prosječna razina pojedinih izvora buke

Izvor: *Ekologija u prometu*, Nastava cestovni promet 3, Sveučilište u Zagrebu, http://e-student.fpz.hr/Predmeti/E/Ekologija_u_prometu/Materijali/Nastava_cestovni_promet_3.pdf (3.6.2023.)

⁴⁶ Ibidem, p. 125

Dopuštena razina buke koju emitira vozilo za vrijeme upravljanja vozilom je 80 dB, a dopuštena razina buke izvora kojom vozač ne rukuje, primjerice ventilator, i buke iz prirodnih izvora (okolni promet) je 70 dB. Osim neposrednog djelovanja na sluh, buka može uzrokovati i razne psihofizičke reakcije⁴⁷.

4.2. ZRAČNI PROMET

Zračni promet predstavlja prijevoz putnika, tereta i pošte zračnim putem. U suštini, to je posebna grana prijevoza koja uključuje prijevoz putnika i robe kao komercijalnu aktivnost. U širem kontekstu, zračni promet obuhvaća aerodrome, zračne putove te kontrolu zračnog prometa. Glavne prednosti zračnog prometa su brz, udoban i siguran prijevoz te sve jeftinije i vrsnije usluge. Kako svijest o ekologiji sve više raste, tako se gledaju i štetni utjecaji pojedine djelatnosti pa tako i zrakoplovstva⁴⁸.

4.2.1. Ekološki aspekt zračnog prometa

Postojeći sustav zračnog prometa bori se da održi postojeću razinu funkcioniranja na zadovoljavajućoj razini, a danas je sasvim jasno da se neće moći nositi s povećanim potrebama u bliskoj budućnosti⁴⁹.

Temeljem toga došlo je do razvoja novih koncepcija čija je svrha povećanje sigurnosti, optimizacije troškova, smanjenje nepovoljnog utjecaja zrakoplovstva na okoliš, poboljšanje vojne i civilne suradnje, unapređenje postojeće kvalitete načina upravljanja i standarda te kompatibilnost s drugim međunarodnim i međudržavnim planovima. Upravo je buka zrakoplova jedan od značajnih elemenata koji širenjem gradova i urbanizacijom, ali i rastom zračnog prometa, dobiva na važnosti. Tako su udruge stanovnika, poglavito u mjestima koja se nalaze u blizini aerodroma, uspjele svojim angažmanom nametnuti vlastima zahtjeve za izradbu

⁴⁷ Ibidem., p. 126

⁴⁸ Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje, Leksikografski zavod Miroslav Krleža: *Zračni promet*, 2021. <https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=67447> (19.4.2023.)

⁴⁹ Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti: *Ekološki problemi prometnog razvoja*, Zbornik radova, Međunarodni znanstveni skup, Znanstveno vijeće za promet, Zagreb, 2011., p. 47

zakonskih odredbi ograničenja buke kako bi se održala prihvatljiva razina standarda življenja, odnosno ekološkog onečišćenja⁵⁰.

Povećanje prometnih kapaciteta na zemlji ne može se razmatrati bez razvoja i implementacije infrastrukture i sustava koji bi optimizirali protok i odvijanje takvog prometa, odnosno njegovu distribuciju na samom aerodromu. Time se pojavljuje pitanje buke i ostali ekološki problemi zagađenja okoliša vezani uz emisije ispušnih plinova koje stvaraju vozila na putu do i od zračne luke, odnosno na parkirališnim prostorima oko aerodromskih terminala⁵¹.

4.2.2. Propisi u zračnom prometu

Glavni ekološki kriterij vezani za zrakoplovstvo su emisije iz zrakoplovnih motora, zrakoplovna buka, manipulacija otpadnim materijalom te onečišćenje zemlje i vode u zračnim lukama. Svjetske organizacije, IATA (International Air Transport Association – Međunarodno udruženje zračnih prijevoznika) i ICAO (International Civil Aviation Organisation – Međunarodna organizacija civilnog zrakoplovstva) aktivno djeluju na rješavanju problema na području očuvanja okoliša. IATA je na 50. redovitoj godišnjoj skupštini donijela Rezoluciju o okolišu (The Resolution on the Environment) koja je podržala inicijativu ICAO-a o reviziji limita pri izdavanju uvjerenja kojima se potvrđuje da zrakoplovne kompanije zadovoljavaju kriterije buke i ispuštanja štetnih kemikalija sa ciljem da se smanji negativan učinak na okoliš⁵².

Antropogeno onečišćenje podrazumijeva onečišćenje unutarnjih slojeva prirode zbog svakodnevno provođenih ljudskih aktivnosti. To uključuje povećanje ili smanjenje krute, tekuće ili plinovite tvari te bilo kojeg oblika zvučne, kalorijske, ili radioaktivne energije koja se nalazi u okolišu u znatnim količinama te se ne može reciklirati, razgraditi, razrijediti ili uskladištiti.⁵³ Štetni učinci suvremenih zrakoplova, koji spadaju među antropogene onečišćivače, znatno narušavaju globalnu ekološku ravnotežu kroz tri glavne manifestacije⁵⁴:

- U promjeni ravnoteže zemljine radijacije, koja je povezana s antropogenim stakleničkim efektom i, posljedično, globalnim zagrijavanjem donjih slojeva atmosfere

⁵⁰ Ibidem

⁵¹ Ibidem

⁵² Golubić, J., op.cit., p.151

⁵³ Thapanorama: *Što je antropogeno onečišćenje?*,

<https://hr.thpanorama.com/articles/medio-ambiente/qu-es-la-contaminacion-antropogena.html> (19.4.2023.)

⁵⁴ Golubić, J., op.cit., p.151-152

- U promjeni koncentracije ozona u atmosferi, što značajno utječe na intenzitet zračenja na površini Zemlje i sposobnost filtriranja štetnog UV-zračenja
- U promjeni oksidacijskog kapaciteta atmosfere uslijed povećanja koncentracije ozona u troposferi i u promjeni cirkulacije drugih ekološki važnih tragova kemijskih supstanci.

Učestali napori međunarodne zajednice u zaštiti okološa u novije vrijeme donijeli su mnoštvo restriktivnih mjera zaštite, kao i najave operativnih restrikcija, koje predstavljaju ograničavajući čimbenik daljnjeg razvoja konvencionalnih prometnih oblika⁵⁵.

Procjene su da će se u idućih 15 godina zračni promet udvostručiti. U tom kontekstu, ekološka tehnologija u izgradnji zrakoplova trebat će pronaći inovativna rješenja koja će ravnotežno zadovoljiti potrebu za sigurnošću letenja i zaštitom okoliša u svijetlu prometne ekspanzije. Današnja tehnologija već može odgovoriti na mnoge od tih izazova, posebno kroz poboljšanje dizajna svih komponenti zrakoplova i opremljenosti. To znači da noviji zrakoplovi trebaju biti ekološki prihvatljiviji, tiši i opremljeni naprednijom tehnologijom, osobito kokpit. U fazi definiranja normativa i daljnjih istraživanja su i ostali štetni utjecaji na okoliš, primjerice ispuh zrakoplova tijekom faze krstarenja, osobito supersoničnih te njihov udio u razaranju ozonskog sloja i zagrijavanju atmosfere, ergonomske problemi kao što su vibracija. Razina buke i emisija ispušnih plinova su regulirane međunarodnim (ICAO) i nacionalnim propisima. ICAO je obradio ove propise u Annex-u 16 Čikaške konvencije pod nazivom „Zaštita okoliša“ u dva dijela (Volume I i Volume II) u kojem prvi dio obrađuje buku zrakoplova, a drugi dio emisiju ispušnih plinova motora zrakoplova te je tako zaštita okoliša postala obavezan dio nacionalnih i međunarodnih propisa⁵⁶.

⁵⁵ Ibidem., p.152

⁵⁶ Ibidem., p.152-153

4.2.3. Buka u zračnom prometu

Pitanje buke uzrokovane zrakoplovima postalo je važno krajem 60-ih godina. To je istaknuti ekološki problem u zrakoplovstvu koji je potaknuo mnoga istraživanja, studije i dokumentaciju s glavnim ciljem smanjenja negativnih učinaka na okoliš. Buka koju stvaraju zrakoplovi razmatrana je prvi put kao ozbiljni problem na ICAO Vijeću 2. travnja 1971. godine, a u skladu s odredbama članka 37 Chicago – konvencije iz 1944. godine, i to u obliku preporuka koji dobiva službeno ime – Annex 16 ICAO. Dokument je nekoliko puta revidiran, posljednji put 11. studenog 1993. godine i danas je to temeljni dokument za reguliranje problematike buke u zrakoplovstvu⁵⁷.

Djelovanje Međunarodne organizacije civilnog zrakoplovstva – ICAO u kontekstu angažmana cjelokupne međunarodne zajednice na planu globalne zaštite okoliša, očitovalo se utemeljenjem Povjerenstva za zaštitu okoliša – CAEP (Committee on Aviation Environmental Protection (Organizacija civilnog zrakoplovstva za zaštitu okoliša)) sa zadaćom koordinacije ICAO – članstva u primjeni ekoloških normi u zrakoplovstvu. Prihvaćene norme za homogaciju postojećih i novih tipova zrakoplova, odnosno za izdavanje certifikata, ovisno o težini zrakoplova i broju motora, sa specifikacijom tehničkih uvjeta za dvije glavne kategorije zrakoplova, sadržane su u posebnom aneksu Čikaške konvencije⁵⁸.

Prema dokumentu *JAR-36 Aircraft Noise (Joint Aviation Requirements – Zahtjevi zajedničkih zrakoplovnih vlasti)* propisuju se referentne točke za mjerenje buke za zrakoplove različitih uzletnih masa u određenim režimima leta, kao najveći dopušteni intenzitet buke iznad tih točaka. Postupci leta koji su dani za uzlijetanje, prelet i slijetanje, a pri kojima se definira putanja leta, moraju udovoljavati svim zahtjevima sigurnosti (nadvisivanje prepreka), te biti odobreni od zrakoplovnih vlasti države registra ili operatera zrakoplova. Time se nadmeće zaključak da razina buke ne ovisi samo o konstruktivnim karakteristikama zrakoplova (broj i vrsta motora), već i o načinu i režimima leta u prilaznim i odlaznim putanjama⁵⁹.

Buka zrakoplova obično je ključna ekološka briga za zajednice na koje utječu zrakoplovne operacije, bilo da je riječ o velikim međunarodnim zračnim lukama, noćnim teretnim operacijama, objektima poslovnog zrakoplovstva, helikopterima, zračnim lukama s

⁵⁷ Ibidem, p.153

⁵⁸ Ibidem

⁵⁹ Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti: *Ekološki problemi prometnog razvoja*, Zbornik radova, Međunarodni znanstveni skup, Znanstveno vijeće za promet, Zagreb, 2011., p. 47

ponavljajućim aktivnostima poput kružnih staza ili akrobatskih vježbi ili rezultat promjena putanje leta. Ekološke i zdravstvene posljedice povećanja zračnog prometa dovele su do pitanja i sve veće zabrinutosti među stanovnicima u blizini zračnih luka. Zagađenje bukom oko zračnih luka predmet je stalnih sukoba između vlasti zračnih luka i lokalnog stanovništva te se smatra glavnim čimbenikom stresa za okoliš. Prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije (WHO), poremećaj spavanja najozbiljnija je posljedica buke iz okoliša u zapadnoj Europi⁶⁰.

Proizvodnja buke i potrošnje goriva može se smanjiti kontinuiranim usavršavanjem tehnologije zrakoplovnih motora. Također, predviđa se optimizacija procedura pri polijetanju i slijetanju kako bi se smanjio negativni ekološki utjecaj zračnog prometa⁶¹.

4.2.4. Emisije štetnih plinova

Zračni promet ima štetan utjecaj na okoliš emisijama štetnih plinova i bukom. Zrakoplovi generiraju buku koja smanjuje kvalitetu života u blizini zračnih luka, te dolazi do narušavanja okoliša zbog izgradnje infrastrukture zračnih luka, što utječe na floru i faunu. Osim toga, zrakoplovi oslobađaju emisije koje pridonose klimatskim promjenama. Emisije iz zračnog prometa, posebno CO₂ i dušični oksidi (NO_x), imaju negativne učinke na klimu. Dušični oksidi u gornjoj atmosferi povećavaju količinu ozona, uzrokujući efekt staklenika i šteteći ozonskom sloju u stratosferi. Osim CO₂, učinci zagrijavanja nastaju i zbog tragova pare i stvaranja oblaka izazvanih visinom leta zrakoplova. Ovi učinci, koji nisu vezani uz CO₂, doprinose globalnom zagrijavanju dvostruko više nego emisije CO₂ iz zračoplova⁶².

Emisije iz zrakoplovstva značajno pridonose klimatskim promjenama. Zrakoplovi sagorijevaju fosilna goriva koja ne samo da oslobađaju emisije CO₂, već imaju i jake učinke zagrijavanja koji nisu povezani s CO₂ zbog dušikovih oksida (NO_x), tragova pare i stvaranja oblaka izazvanih visinom na kojoj zrakoplov leti. Ti učinci koji nisu povezani s CO₂ dvostruko više doprinose globalnom zagrijavanju nego CO₂ iz zrakoplova i odgovorni su za dvije trećine utjecaja zrakoplovstva na klimu u 2018. godini⁶³.

⁶⁰ National Library of Medicine: *Effects of Aircraft Noise Exposure on Heart Rate during Sleep in the Population Living Near Airports*, 2019., <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6352139/> (3.6.2023.)

⁶¹ Ekologija: *Utjecaj zračnog prometa na okoliš*, <https://www.ekologija.com.hr/utjecaj-zracnog-prometa-na-okolis/> (26.5.2023.)

⁶² Ibidem

⁶³ Ibidem

Emisije iz zrakoplovstva kontinuirano rastu brže nego u većini drugih sektora prijevoza. To stavlja teret na okoliš jer emisije CO₂ iz letova unutar Europe rastu, dok drugi sektori smanjuju svoje emisije. Prognoze su da će se emisije iz zračnog prometa znatno povećati do 2050. godine, osim ako se ne poduzmu ozbiljne mjere za njihovo smanjenje⁶⁴.

E-goriva, kao što je e-kerozin, predstavljaju potencijalno održiv izvor alternativnih goriva s niskim udjelom ugljika. Međutim, njihova proizvodnja zahtijeva znatne količine obnovljive energije i ekološka učinkovitost ovisi o izvoru CO₂ korištenog za proizvodnju goriva. Zrakoplovi s nultom emisijom, kao što su električni ili vodikovi avioni, mogu pomoći u smanjenju emisija iz zrakoplovstva na kratkim dionicama, ali zahtijevaju značajna ulaganja kako bi postali operativni do sredine 2030-ih⁶⁵.

Zrakoplovi s nultom emisijom, poput vodikovih ili električnih aviona, mogu pomoći u smanjenju emisija iz zrakoplovstva za kraće domete, ali trebat će značajne količine financiranja da budu u funkciji do sredine 2030. godine⁶⁶.

⁶⁴Transport&Environment: *Airplane pollution*,

<https://www.transportenvironment.org/challenges/planes/airplane-pollution/> (3.6.2023.)

⁶⁵ Ibidem

⁶⁶ Ibidem

4.3. ŽELJEZNIČKI PROMET

Željeznički promet obuhvaća prijevoz putnika i tereta putem željeznice. Teretni prijevoz obavlja se vlakovima s različitim vrstama vagona, dok se putnički prijevoz obično organizira prema željezničkom voznom redu⁶⁷.

S obzirom na prenapučenost europskih autocesta i povećanje zračnog prometa, sve se više razgovara o budućnosti prijevoza, pri čemu željeznice privlače pažnju zbog svojih prednosti. Željeznički prijevoz nudi brojne prednosti u usporedbi s cestovnim prometom, uključujući kapacitet za prijevoz velikih tereta uz relativno niske troškove, smanjenu potrošnju energije, manju ovisnost o vremenskim uvjetima i vremenu putovanja, visoku brzinu, sigurnost i udobnost putovanja, te manji ekološki utjecaj u usporedbi s drugim oblicima prijevoza. Nedostatci željezničkog prometa su linijski oblik prometa, odnosno ne omogućuje prijevoz od vrata do vrata, češće potrebe za presjedanjem i pretovarom robe što uzrokuje velike gubitke vremena⁶⁸.

4.3.1. Ekološki aspekt željezničkog prometa

S jedne strane, razvoj željeznica visokih brzina predstavlja alternativu (osobito u Europi) umjesto pretjeranog širenja cesta i povećanja zračnog prometa. Očito je da željeznički promet pruža značajnu korist okolišu, osobito kada se razmatraju posljedice umjerene i visoke razine onečišćenja, kao što je efekt staklenika⁶⁹.

S druge strane, potreba zaštite okoliša podrazumijeva primjenjivanje strogih uvjeta za gradnju nove infrastrukture što je proces koji može odgoditi njezin razvoj, a u nekim slučajevima čak ga i spriječiti. Također, buka je i dalje izazov u željezničkom prometu velikih brzina, stoga je važno fokusirati se na istraživanje smanjenja buke i njezino prigušivanje. Ključno je postići ravnotežu između zaštite okoliša i ekonomske održivosti u procesu izgradnje novih pruga, uzimajući u obzir priznate ekonomske kriterije kako bi se osigurao uravnotežen kompromis⁷⁰. Uzevši sve u obzir, ispada da prednosti željezničkog prometa nadmašuju mane u

⁶⁷ Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje, Leksikografski zavod Miroslav Krleža: *Željeznički promet*, 2021.

<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=67681> (16.4.2023.)

⁶⁸ Ibidem

⁶⁹ Golubić, J., op.cit., p. 209

⁷⁰ Ibidem, p. 209-210

gradnji novih pruga. Iz tog razloga, razvoj mreže brzih pruga izuzetan je plan za usklađivanje želja za većom mobilnošću i potrebe za zaštitom okoliša te samim time i kvalitetom življenja. Međutim, naglasci stavljeni na zaštitne čimbenike ne smiju zasjeniti prednosti željeznice velikih brzina u interesu zajednice⁷¹:

- Njezinu učinkovitost u uvjetima potrošnje energije koja će se još poboljšati s razvojem „double-deck“ voznog parka
- Njezinu učinkovitost u uvjetima oduzimanja zemljištva

Prema trima glavnim utjecajnim čimbenicima degradiranja okoliša, željeznički promet gledajući onečišćenje zraka, zauzimanje površina i utrošak energije najpovoljniji je oblik prometa. Smatra se da željeznica ima zanemarujući udio u onečišćenju okoliša, no proučavanje čak i takve količine ima važnu ulogu u sigurnosti prometa i život prirode i ljudi⁷².

Svake godine željeznicom se preveze deset milijuna tona opasnih tereta bez ikakvih ozbiljnih incidenata. Tehnologija prijevoza željeznicom sigurna je i dobro prilagođena prijevozu opasnih tvari. Kako bi se uspostavila ravnoteža između pojedinih načina prometa i brige da zaštita okoliša bude prioritet, potrebno je uzeti u obzir vanjske štete vezane za zaštitu okoliša te ih ugraditi u cijenu koju korisnik mora platiti. Prema procjeni stručnjaka CER-a (Community of European Railways), vanjski troškovi prijevoza vezano za zaštitu okoliša najviše bi opteretili troškove infrastrukture sa čak 60-70%. Moderan željeznički promet, baš kao i drugi sustavi prijevoza, može doprinijeti onečišćenju okoliša, stoga se planiranje, izgradnja i operacija željezničkih sustava, posebno onih visokih brzina, predstavljaju kao značajan ekološki izazov⁷³.

⁷¹ Ibidem

⁷² Ibidem

⁷³ Ibidem, p. 210

4.3.2. Ekološke prednosti željeznice

Sve prometne grane imaju utjecaj na okoliš; kod nekih grana prometa negativni utjecaj je jače, a kod nekih manje izražen. Razvojem tehnologije i prelaskom na električni pogon, željeznički sustav je postao sve manje negativan za okoliš. U povijesti željeznica je imala značajnu ulogu u razvoju cijelog društva kojem je preko mehanizama cijena služila za poticanje s obzirom da je dugo bila u rukama države.⁷⁴

Cestovni promet naglo se razvijao masovnom eksploatacijom nafte kao goriva, ali profite koje je ostvarivao, za razliku od željeznice, nije prelijevao na cijelu zajednicu, već ih je koristio za svoj urbani razvoj. Industrije vezane za proizvodnju automobila i nafte postale su vrlo značajne i često su donosile odluke za razvojne projekte u društvu. Snažni rast cestovnog prometa potaknuo je velika ulaganja u cestovnu infrastrukturu, ali i bez obzira na to rast te prometne grane često je nadmašio kapacitete infrastrukture te je bio vrlo podložan zagušenjima prometa. Bez obzira na razvoj tehnologije i poboljšanje karakteristika motora s unutarnjim izgaranjem, cestovni promet svejedno je postao jedan od najvećih zagađivača okoliša. U takvim okolnostima željeznički prijevoz sve više je gubio na značenju i zaostao na tržištu prometnih usluga te je tako od dominantnog kopnenog prijevoznika postala prijevoznik koji sudjeluje u ukupnom prijevozu svega 10-20%⁷⁵.

⁷⁴ Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti: *Ekološki problemi prometnog razvoja*, Zbornik radova, Međunarodni znanstveni skup, Znanstveno vijeće za promet, Zagreb, 2011., p. 113 i 114

⁷⁵ Ibidem

4.4. POMORSKI PROMET

Pomorski promet se odnosi na prijevoz putnika i tereta morem. U užem smislu, odnosi se na aktivnosti vezane uz brodarstvo, morske luke, špediciju i pomorsku agenturu. U širem smislu, obuhvaća i druge aktivnosti poput pakiranja robe za međunarodni prijevoz, osiguranje brodova, tereta i putnika, nadzora nad ukrcajem i iskrcajem robe te opskrbu brodova. Pomorski prijevoz ima ključnu ulogu u svjetskoj trgovini, a prema podacima Svjetske trgovinske organizacije, otprilike 90% svjetske trgovine obavlja se morskim putem⁷⁶.

4.4.1. Ekološki aspekt pomorskog prometa

Sektor pomorskog prometa uzrokuje znatne količine emisija, iako su provedene brojne mjere usmjerene na ekološki prihvatljiviji rad brodova i luka, što ima značajan utjecaj na razvoj klime, okoliša, a time i na ljudsko zdravlje. Prema trenutnim procjenama, svjetski pomorski promet odgovoran je za oko od 2 do 2.5% globalne emisije CO₂ i predviđa se da bi taj udio mogao dramatično porasti u sljedećim desetljećima⁷⁷.

Emisije NO_x i SO_x, kao i čađa/posebne tvari iz operacija brodova doprinose onečišćenju globalnog ekosustava, na primjer zakiseljavanju i eutrofikaciji oceana i rijeka, dok na lokalnoj razini povećavaju opasnosti za zdravlje u lučkim regijama. Daljnji negativni utjecaj pomorskog sektora proizlaze iz radnih procesa brodova, kao što su buka, otpad, kanalizacija, balastne vode te rastavljanje broda na kraju životnog vijeka. Iz tog razloga uvedeni su brojni propisi i neobvezujuće ili dobrovoljne inicijative čiji je cilj smanjenje ovih negativnih utjecaja i očekuje se da će pokrenuti daljnje mjere prema održivijem pomorskom prometu. Stoga se treba analizirati i procijeniti veze gospodarstva i okoliša u odnosu na postojeće i nadolazeće regulatorne mjere kao i alternativne pristupe s ciljem smanjenja negativnih utjecaja lučkih i brodskih operacija na okoliš – npr. uvođenjem dobrovoljnih sustava poticaja ili modeliranjem i simulacijama makro i mikroekonomskih scenarija⁷⁸.

⁷⁶ Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje, Leksikografski zavod Miroslav Krleža: *Pomorski promet*, 2021.

<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=49365> (20.4.2023.)

⁷⁷ Institute of Shipping Economics and Logistics: *Maritime Environment*, <https://www.isl.org/en/fields-of-competence/maritime-environment> (25.5.2023.)

⁷⁸ Ibidem

Zaštita okoliša i klime te s njima usko povezano pitanje energetske učinkovitosti stvaraju ogromne izazove za globalni pomorski sektor. Bitna pitanja odnose se primjerice na smanjenje emisija korištenjem mogućih alternativnih goriva i njihovu tehničku realizaciju. Politički okvirni uvjeti kao što su smanjenje emisije CO₂ i provedba regionalnih područja kontrole emisija (ECA) za NO_x i SO_x pokreću pitanja o ekonomskim učincima⁷⁹.

Uloga održivosti okoliša u lukama sve je više u fokusu vlasti, tvrtki i javnosti. Među najhitnijim pitanjima u vezi s planiranjem i razvojem luka su poboljšanje kvalitete zraka unutar lučkog područja, smanjenje potrošnje energije i emisije buke u operacijama na kopnu i moru, kao i osiguranje učinkovitog gospodarenja otpadom⁸⁰.

4.4.2. Onečišćenje zraka

Svake godine, brodovi ispuštaju gotovo 8% globalnih emisija sumpornog oksida (SO_x) i 15% globalnih emisija dušikovog oksida (NO_x). Tijekom sagorijevanja goriva u brodskim motorima, također se emitira prašina, čađa i sitne čestice. Emisije onečišćenja zraka iz brodova neprestano rastu. Dok se emisije na kopnu općenito smanjuju, predviđalo se da će se emisije iz brodskog prometa povećati za 5% do 2020. godine, zbog rasta međunarodnog brodskog prometa u sjevernoj hemisferi⁸¹.

Iako su se zdravstveni troškovi u Europi zbog onečišćenja zraka smanjili između 2000. i 2020. godine, doprinosom pomorskog prometa očekuje se porast ukupnih zdravstvenih troškova s 7% (58,4 milijarde eura) na 12% (64,1 milijardu eura) do 2020. godine⁸². Na primjer, emisije čestica povezanih s brodskim aktivnostima pridonose otprilike 60 000 smrtnih slučajeva godišnje na globalnoj razini, s koncentriranim utjecajem u obalnim regijama na glavnim trgovačkim rutama. IMO, Međunarodna pomorska organizacija, posebno je aktivna u ovom području. Očekuje se da će budući zahtjevi za smanjenjem emisija NO_x-a, uz očekivano povećanje emisija SO_x-a, predstavljati glavni ekološki izazov za brodarstvo u idućih deset

⁷⁹ Ibidem

⁸⁰ Ibidem

⁸¹ Schroders: *The costly future of green shipping*, 2015.,
<https://prod.schroders.com/pl/sysglobalassets/digital/insights/pdfs/the-costly-future-of-green-shipping-schroders.pdf> (25.5.2023.)

⁸² Ibidem

godina. Smanjenje emisija NO_x-a i SO_x-a vjerojatno će također doprinijeti smanjenju emisija malih čestica, iako za sada nema posebnih zahtjeva koji se odnose na njih⁸³.

4.4.3. Balastne vode

Balastna voda je velika količina vode koja se ukrca na brod kako bi pomogla brodu u podešavanju trima, popravljanju nagiba, kontroli gaza i održavanju stabilnosti ili naprezanja trupa broda unutar dopuštene granice. Tone vode unose se kako bi se napunili balastni tankovi u donjem dijelu trupa broda. Voda u balastnom tanku može kontrolirati stabilnost prilikom ukrcanja i iskrcanja tereta zbog nejednake težine broda, a posebno kada brod manevrira na moru tijekom putovanja⁸⁴.

Tisuće morskih vrsta su odnesene tijekom procesa unošenja i uklanjanja balastnih voda, što rezultira razmjenom organizama u tom području i to može poremetiti ravnotežu morskih ekosustava u određenim područjima. Miješanje autohtonih organizama koji su dugo nastanjivali neko područje sa stranim organizmima također može uzrokovati kompetitivnost. Invazija morskih vrsta nošenih balastnom vodom ozbiljna je prijetnja morskom okolišu te ulazak novih vrsta u novi okoliš čak utječe na gospodarstvo i zdravlje ljudi na određenom području. Ekološki utjecaji koji se javljaju uključuju pojavu natjecanja između domaćih i stranih vrsta u traženju hrane, što rezultira mogućnošću da domaće vrste budu plijen pridošlica. Ovo stanje može promijeniti izvorno stanište i uzrokovati smanjenje domaće bioraznolikosti zbog zamjene domaćih vrsta stranim. Znakovi invazije novih vrsta prepoznati su oko 1903. otkrićem azijske fitoplanktonske alge (*Biddulphia sinensis*) od strane znanstvenika u Sjevernom moru (IMO, 2001.). IMO (2017) je također izvijestio da približno 10 milijardi tona vodenog balasta prebačenog diljem svijeta nosi različite vrste organizama, poput bakterija, virusa, ličinki, morskih životinja i biljaka, koji se slobodno prenose ispuštanjem vodenog balasta u nova područja. Kanada i Australija su osamdesetih godina prošlog stoljeća o invaziji novih vrsta obavijestile Odbor za zaštitu morskog okoliša (MEPC), koji je dio IMO-a⁸⁵.

⁸³ Ibidem

⁸⁴ ScienceDirect: *Ecological impacts of ballast water loading and discharge: insight into the toxicity and accumulation of disinfection by-products*, 2022.,
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844022003954> (25.5.2023.)

⁸⁵ Ibidem

Ekonomski učinci koji nastaju zbog onečišćenja okoliša balastom uključuju smanjenje proizvodnje u ribarstvu, što može biti uzrokovano prijenosom novih vrsta koje napadaju autohtone vrste, te mogućnost odnošenja štetnih algi tijekom procesa odlaganja balastnih voda. Ljudsko zdravlje je također ugroženo, s dokazima o epidemiji kolere zbog ispuštanja balasta koja se dogodila u Mobile Bayu, Alabama, na američkoj obali Meksičkog zaljeva 1992. godine. Osim toga, nekoliko je istraživača pronašlo slučajeve prijenosa *Vibrio cholerae*, koji je patogen i uzrokuje bolest kod ljudi, nošen izmjenom balastne vode koja ulazi u zaljev Chesapeake. Stoga je potreban sustav za obradu balastnih voda kako bi se smanjio rizik od izmjene organizama⁸⁶.

⁸⁶ Ibidem

5. ZAKLJUČAK

Promet je ispunio ključne potrebe za prijevozom tereta i ljudi, ali ima značajano negativan utjecaj na okoliš. Jasno je da trenutni prometni sustavi nisu održivi u kontekstu okoliša. Globalne emisije ugljika neprestano rastu, a promet čini 25% tih emisija zbog upotrebe fosilnih goriva. Osim toga, promet proizvodi emisije hlapivih organskih spojeva i dušikovih oksida, koji su odgovorni za stvaranje ozona, esencijalnog za život na Zemlji. Negativni utjecaj prometa na okoliš manifestira se kroz onečišćenje zraka, vode i tla, buku, vibracije i sveopće štetne posljedice na okoliš. Promet također dovodi do degradacije prirodnih područja jer zauzima zelene površine i važne dijelove prostora.

Sve vrste prijevoza znatno negativno utječu na okoliš i zdravlje ljudi. S razvojem automobilske industrije, automobili su postali sveprisutni. Procjenjuje se da će svjetski vozni park udvostručiti u idućih dvadeset godina, a fosilna goriva i dalje će biti dominantan izvor energije. To će rezultirati povećanjem emisija CO₂ i povećanjem koncentracije CO₂ u atmosferi. Istovremeno, izgradnja prometne infrastrukture povećava upotrebu zemljišta, što dovodi do gubitka biološke raznolikosti, uništavanja prirodnih ekosustava i onečišćenja voda.

Zračni promet, zbog svoje brze ekspanzije u nekim regijama, donosi nepodnošljivu buku i smanjuje kvalitetu života u blizini zračnih luka. Tijekom leta, zrakoplovi ispuštaju štetne plinove koji oštećuju ozonski omotač i uzrokuju formiranje oblaka i druge negativne posljedice.

Željeznički promet ima najmanji ekološki utjecaj i smatra se ekološki prihvatljivijim i ekonomičnijim od drugih oblika prijevoza poput cestovnog i zračnog. Za izgradnju željezničkih pruga i infrastrukture potrebno je manje zemljišta u usporedbi s cestama i zračnim lukama.

Pomorski promet donosi onečišćenje rijeka i mora tijekom iskrcavanja i ukrcaja tereta, dok su balastne vode poseban izazov jer prenose širok spektar organizama, prijeteći morskom okolišu i ekosustavima.

Sve u svemu, cestovni promet ima najveći negativan utjecaj na okoliš, iako ga široko koristimo. Kako bismo očuvali okoliš, moramo hitno razvijati održive metode prijevoza koje će zadovoljiti prijevozne potrebe, ali istovremeno smanjiti ekološki otisak

LITERATURA

KNJIGE

1. Baričević H.: *Tehnologija kopnenog prometa*, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, Rijeka, 2001.
2. Golubić, J.: *Promet i okoliš*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1999.
3. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti: *Ekološki problemi prometnog razvoja*, Zborik radova, Međunarodni znanstveni skup, Zagreb, 2011.

INTERNETSKI IZVORI

1. Brčić D., Šimunović Lj., Slavulj M.: *Upravljanje prijevoznom potražnjom u gradovima*, Priručnik, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2016.
<http://files.fpz.hr/Djelatnici/dbric/Brcic-Simunovic-Slavulj-Upravljanje-prijevoznom-potraznjom-u-gradovima-prirucnik.pdf> (30.8.2023.)
2. Ekologija: Što je ekologija?
<https://www.ekologija.com.hr/sto-je-ekologija/> (20.3.2023.)
3. Ekologija: Utjecaj zračnog prometa na okoliš
<https://www.ekologija.com.hr/utjecaj-zracnog-prometa-na-okolis/> (26.5.2023.)
4. Europski parlament: *Alternativna goriva za automobile: kako povećati njihovu upotrebu*, 2022., ažurirano 2023.
<https://www.europarl.europa.eu/news/hr/headlines/economy/20221013STO43019/alternativna-goriva-za-automobile-kako-povecati-njihovu-upotrebu> (2.4.2023.)
5. GEMET – General Multilingual Environmental Thesaurus: *Kombinirani prijevoz*
<https://www.eionet.europa.eu/gemet/hr/concept/11296> (31.8.223.)
6. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje, Leksikografski zavod Miroslav Krleža: *Cestovni promet*, 2021.
<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=11341> (2.4.2023.)
7. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje, Leksikografski zavod Miroslav Krleža: *Pomorski promet*, 2021.
<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=49365> (20.4.2023.)

8. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje, Leksikografski zavod Miroslav Krleža: *Promet*, 2021. <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=50633> (20.3.2023.)
9. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje, Leksikografski zavod Miroslav Krleža: *Zračni promet*, 2021. <https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=67447> (19.4.2023.)
10. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje, Leksikografski zavod Miroslav Krleža: *Željeznički promet*, 2021. <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=67681> (16.4.2023.)
11. Institute of Shipping Economics and Logistics: *Maritime Environment*, <https://www.isl.org/en/fields-of-competence/maritime-environment> (25.5.2023.)
12. Ivaković, Č.: *Prometna potražnja i robni tokovi u funkciji integralnog transporta*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1991. <https://traffic.fpz.hr/index.php/PROMTT/article/view/428> (30.8.2023.)
13. Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture: *Kombinirani prijevoz*, <https://mmpi.gov.hr/promet-163/kombinirani-prijevoz/19222> (30.8.2023.)
14. National Geographic: *Ecology*, 2022., <https://education.nationalgeographic.org/resource/ecology/> (28.6.2023.)
15. National Library of Medicine: *Effects of Aircraft Noise Exposure on Heart Rate during Sleep in the Population Living Near Airports*, 2019., <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6352139/> (3.6.2023.)
16. Schrodgers: *The costly future of green shipping*, 2015., <https://prod.schrodgers.com/pl/sysglobalassets/digital/insights/pdfs/the-costly-future-of-green-shipping-schrodgers.pdf> (25.5.2023.)
17. ScienceDirect: *Ecological impacts of ballast water loading and discharge: insight into the toxicity and accumulation of disinfection by-products*, 2022., <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844022003954> (25.5.2023.)
18. Thapanorama: *Što je antropogeno onečišćenje?*, <https://hr.thpanorama.com/articles/medio-ambiente/qu-es-la-contaminacion-antropogena.html> (19.4.2023.)
19. The Geography of Transport Systems: *Transportation, Sustainability and Decarbonization*, <https://transportgeography.org/contents/chapter4/transportation-sustainability-decarbonization/> (28.6.2023.)
20. Transport&Environment: *Airplane pollution*, <https://www.transportenvironment.org/challenges/planes/airplane-pollution/> (3.6.2023.)

21. Vilke, S.: *Urbani promet i okoliš*, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet u Rijeci, https://www.pfri.uniri.hr/web/dokumenti/uploads_nastava/20180403_152532_vilke_1.pptx (20.3.2023.)

POPIS SLIKA

Slika 1: Odnos čovjeka i okoliša na području prometa	Error! Bookmark not defined.
Slika 2: Ciljevi održivog razvoja.....	Error! Bookmark not defined.
Slika 3: Održive dimenzije u prometnoj industriji	Error! Bookmark not defined.
Slika 4: Petina vozila u Europskoj uniji koristi alternativna goriva	Error! Bookmark not defined.
Slika 5: Električne punionice u EU	Error! Bookmark not defined.
Slika 6: Izvori buke u vozilu	Error! Bookmark not defined.
Slika 7: Prosječna razina pojedinih izvora buke.....	Error! Bookmark not defined.

POPIS TABLICA

Tablica 1: Dopusćeni nivoi buke	18
---------------------------------------	----