Utjecaj cestovnog prometa na zdravlje i okoliš

Mamić, Valentina

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:128:415701

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-25**

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu

Odjel Sigurnosti i zaštite

Stručni studij sigurnosti i zaštite

Valentina Mamić

UTJECAJ CESTOVNOG PROMETA NA ZDRAVLJE I OKOLIŠ

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, svibanj 2018.

Veleučilište u Karlovcu

Odjel Sigurnosti i zaštite

Stručni studij sigurnosti i zaštite

Valentina Mamić

UTJECAJ CESTOVNOG PROMETA NA ZDRAVLJE I OKOLIŠ

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Igor Peternel, prof

Karlovac, svibanj 2018.

Karlovac University of Applied Sciences
Safety and Protection Department
Professional undergraduate study of Safety and Protection

Valentina Mamić

The Impact of Road Traffic on Health and Environment

Final paper

Karlovac, May 2018.

PREDGOVOR

Nakon razdoblja studiranja, pohađanja predavanja i knjižnica, pretraživanja internetskih materijala i svih napetosti i zabavnih trenutaka, izrada završnog rada pokazala se kao višeslojni izazov.
S jedne strane pojavilo se uzbuđenje u toj pripremi za posljednji čin studija. S druge strane stajalo je pitanje što to mogu otkriti drugačije, što kaže različita stručna literatura o izabranoj temi i koliko različitih znanstvenih disciplina može biti uključeno u jednu temu.
Sažeto rečeno, izrada završnog rada bez obzira na svijest o obvezi koju sa sobom nosi njegova obrana, ostaje kao jedno vrlo zanimljivo i snažno iskustvo.

Zahvale

Zahvaljujem svojem mentoru, profesoru Igoru Peternelu na sveukupnoj pomoći, od smjernica koje sam dobila za izbor teme jer sam nadogradila svoje opće znanje iz više različitih novih područja, savjeta kako pristupiti izradi kojima mi je olakšano istraživanje materijala do povjerenja koje mi je pružio smatrajući da bez puno konzultacija mogu uspješno obaviti taj zadatak.

Zahvaljujem obitelji i prijateljima koji su mi pomogli savjetima i diskusijama o nekim temama kojima su me uveli u meni nepoznata područja tzv. općeg znanja, a što je rezultiralo utvrđivanjem ispravnih zaključaka i nadogradnji mog općeg znanja i specifičnih potreba za izradu ovog rada.

Posebno zahvaljujem svojim roditeljima koji su mi omogućili studiranje i pružali podršku na svakom koraku iako moje odluke nisu uvijek bile sukladne njihovim uvjerenjima.

SAŽETAK

Čovjek ne može sebe i svoj život, životne želje i prohtjeve ostvarivati izvan zajednice s kojoj život dijeli, a to je okoliš u svojoj cjelokupnosti. Takav život prije svega znači uzajamno djelovanje. Čovjek je svojim načinom ponašanja i korištenjem tehnologija najutjecajniji član te zajednice i samo o njegovom ponašanju u toj zajednici ovisi njegova budućnost. Neke čovjekove djelatnosti, osobne i preko tehnoloških rješenja izrazito negativno utječu na stanje okoliša kao zajednice. Posebno neslavno mjesto u tome drži cestovni promet svim svojim elementima, cestama i njihovom popratnim konstrukcijama i infrastrukturom, vozilima s motorima s unutrašnjim izgaranjem, odnosno korištenjem pogonskih goriva čije izgaranje stvara negativne produkte te čovjek kao jedini korisnik tih građevina koji svojim neprimjerenim korištenjem cestovnog prometa uništava razvoj životinjskog i biljnog svijeta, zraka, vode te tla, čime remeti ravnotežu u prirodnim ciklusima, a dodatno uništava i građevine kao svoje vlastito kulturno nasljeđe, naposljetku i svoje zdravlje. Ovaj rad obrađuje negativne utjecaje cestovnog prometa upravo na zdravlje čovjeka i okoliš.

Ključne riječi: cestovni promet, ispušni plinovi, zdravlje, okoliš, ekologija prometa

ABSTRACT

Man can not make himself and his life, life wishes and demands outside the communities with which life divides, and this is the environment in its entirety. Such a life primarily means mutual action. By behavior and using technology, man is the most influential member of that community and on his behavior alone depends his future. Some human activities, personal and technological solutions have a very negative impact on the state of the environment as a community. Particularly insubstantial in this is road traffic with all its elements, roads and their ancillary constructions and infrastructures, vehicles with internal combustion engines, usage of propellant fuels which combustion produces negative products, and man as the sole user of those buildings that by their improper use of road traffic destroys the development of flora and fauna, air, water and ground, which disturbs the balance in natural cycles, further destroys buildings as their cultural heritage and ultimately his health. This paper deals with negative impacts of road traffic on human health and the environment.

Ključne riječi: road traffic, exhaust gases, health, environment, traffic ecology

SADRŽAJ

1. UVOD 1

1.1. Predmet i cilj rada 1

1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja 1

2. CESTOVNI PROMET 2

2.1. Pojam cestovnog prometa 2

2.2. Razvoj cestovnog prometa 3

2.3. Značaj cestovnog prometa 4

3. ZDRAVLJE ČOVJEKA 6

3.1. Pojam zdravlja 6

3.2. Učinci na zdravlje 7

4. OKOLIŠ 12

4.1. Pojam okoliša 12

4.2. Odnos prema okolišu 13

4.3. Svijest o očuvanju okoliša 13

4.4. Zakonodavstvo u službi očuvanja okoliša 14

4.4.1. Problematika okoliša 14

4.4.2. Gospodarenje otpadom 15

4.4.3. Moguće primjene rješenja za očuvanje okoliša 17

5. UTJECAJ CESTOVNOG PROMETA NA ZDRAVLJE I OKOLIŠ 20

5.1. Ceste 20

5.1.1. Cesta kao objekt 20

5.1.2. Prometni tok – gustoća, brzina i struktura 23

5.1.3. Svjetlosno zagađenje 25

5.1.4. Stradavanje životinja u cestovnom prometu 28

5.2. Ispušni plinovi cestovnih vozila 30

5.3. Metali 33

5.4. Buka 34
5.5. Vibracije 37
5.6. Cestovno motorno vozilo kao otpad 40
6. ZAKLJUČAK 42
LITERATURA 43
POPIS SLIKA 47
POPIS TABLICA 48

1. UVOD

1.1. Predmet i cilj rada

Predmet ovog rada obuhvaća tri vrlo važna pojma čovjekovog življenja - zdravlje čovjeka, okoliš i cestovni promet. Obradom tih pojmova, cestovni promet se promatra kao činitelj i djelovatelj na čovjeka i okoliš. Nedvojbeno je da je cestovni promet mnogostrano i jako utjecao na razvoj civilizacija, a danas utječe na razvoj gospodarstva od lokalnih preko regionalnih pa nadalje do nacionalnih i međunarodnih zajednica te na jačanje komunikacije ljudi i razmjenu dobara. U svijesti čovjeka kao pojedinca, taj je pojam prvenstveno obilježen kao boljitak u svakodnenom privatnom i poslovnom životu. No, sva ta blagodat ima i svoju drugu stranu jer cestovni promet djeluje i negativno na zdravlje čovjeka i okoliš. Zbog važnosti upravo tih dvaju pojmova, čovjekovog zdravlja i okoliša te sve većim osvješćivanjem potrebe o očuvanju zdravlja i okoliša na svjetskoj razini, cilj ovog rada je istaknuti te negativne učinke, svakako ne kao kritiku već kao činjenice kojima se ljudska zajednica bavi nastojeći ih što više smanjiti.

1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja

Za obradu naslovne teme rada i njegovu izradu korišteni su sekundarni izvori podataka, prikupljeni proučavanjem raznih publikacija, kao što su domaća i strana literatura, odnosno knjige, internetski članci i drugi izvori te informacija regulatornih agencija i institucija s njihovih službenih internetskih stranica.
S obzirom na vrstu i opseg rada provedeno je teorijsko istraživanje s tim da su korištene metode analize i sinteze, metode generalizacije te komparativne i deskriptivne metode.

2. CESTOVNI PROMET

2.1. Pojam cestovnog prometa

Promet kao izraz složenica je glagola „metnuti“, dakle, „staviti“ i prefiksa „pro-“ koji u tvorbi glagola označava i kretanje kroz što, između čega. [1] Kao imenica ima vrlo široko značenje pa ga tako *Hrvatska enciklopedija*[1] definira kao „...premještanje osoba, životinja, stvari, dobara, podataka, informacija i sl. s jednoga mjesta na drugo. Pojam u širem smislu obuhvaća prometnu infrastrukturu (putovi, prometnice), prometala (vozila, brodovi, letjelice), energiju, organizaciju, osoblje i dr., a u užem smislu, djelatnost pružanja prijevoznih usluga, što se češće naziva prijevoz (transport).“ [2] *Hrvatski jezični portal*[2] opisuje promet kao „prenošenje, prevoženje ljudi, robe itd. pomoću prijevoznih sredstava (željeznice, brodova, autobusa, aviona itd.) [1]

Cestovni promet *Hrvatska enciklopedija* definira kao prometnu granu koja obavlja prijevoz ljudi i robe cestovnim vozilima, dok je cesta građevina namijenjena prometu cestovnih vozila [2], odnosno, prema *Hrvatskom jezičnom portalu*, cesta je javna, uređena prometna površina veće širine za vozila i pješake, obično međumjesna ili izvan mjesta. [1]

Cestovni promet nedvojbeno je čovjekova djelatnost te se on javlja kao subjekt, jedna od tri sastavnice predmetnog pojma. Zadnja sastavnica naslovnog pojma su vozila. Iz navedenog, a za potrebe obrade naslovne teme ovog rada, razmatraju se vozila koja se ne kreću na ljudski ili životnjski pogon već koriste umjetna goriva kao pogonsku energiju u motorima s unutrašnjim izgaranjem.

Osnovna podjela dijeli ih po vrsti tereta koji se njima prevozi na dvije grupe:

a) putnička vozila
   - osobna vozila
   - autobusi

b) teretna vozila
   - laka dostavna vozila izvedena iz osobnih putničkih vozila
   - srednja dostavna vozila
   - teška teretna vozila. [5]

Udio pojedine vrste cestovnih motornih vozila, statistički podaci dijele nešto drugačije, kako prikazuje tablica 1 u nastavku.

[1] Hrvatska enciklopedija on-line - pretraživo internetsko izdanje. Dostupno na: http://www.enciklopedija. hr

[2] Hrvatski jezični portal - internetska rječnička baza hrvatskoga jezika s inicijalnom potporom Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa 2004. godine. Dostupno na: http://hjp.znanje.hr.

Tablica 1. Udio pojedinih vrsta vozila u ukupnom broju [5]

Vrsta cestovnog motornog vozila	Udio u ukupnom broju
osobni automobili	85,00 - 90,00 %
autobusi	0,50 - 1,00 %
teretni automobili	8,00 - 12,00 %
ostalo	1,00 - 2,00 %

Iz gornje tablice razvidna je dominacija automobila, vozila za osobne potrebe te vrlo mali postotak autobusa što jasno govori koji način prijevoza čovjek preferira.

2.2. Razvoj cestovnog prometa

Ceste i automobili nisu se razvijali istovremeno.

Prvi je automobil konstruirao i napravio Karl Benz, 1886. godine u Mannheimu (Njemačka). Slijede ga vrlo brzo i drugi, a s prvom proizvodnjom automobila na tekućoj traci počeo je Henry Ford 1913. godine u Detroitu (Sjedinjene Američke Države) [7].

No, promatraju li se ceste kao građevine, prve, kamenom popločane, građene su na indijskom podkontinentu i u Mezopotamiji još oko 4000. p.n.e. (iako je kotač izumljen čak 1000 godina prije toga). U Rimskom carstvu ceste već imaju višestruke slojeve materijala u iskopanim koritima i s temeljima od drobljenog kamena za odvod vode.

Suvremene tehnike izgradnje cesta s višeslojnim voznim trakom temelje se na procesu koji je razvio škotski inženjer John McAdam[3] i prvi puta primjenio 1816. godine. Udubljenja u tlu punjena su zemljom i zdrobljenim kamenim agregatom te utisnuta teškim valjcima, a na temeljima od velikog kamenja s tim da je sva konstrukcija bila blago nakošena radi odljeva padalina. Suvremene asfaltne ceste koje mogu izdržati vozila 20. stoljeća građena su njegovom tehnikom uz uporabu katrana kao veziva. Tijekom 20. stoljeća dramatično se mijenja način gradnje (Slika 1) od manuelnog s mnogo radnika do ogromnih specijaliziranih strojeva te najnovijih tehnologija i veziva. [8]

[3] Prema Johnu McAdamu dobio je ime „makadam“, vrsta ceste koju karakterizira sloj krupnog lomljenog kamena izmiješan sa slojem sitnije lomljenog kamena i pijeska.

Slika 1. Primjeri gradnje cesta kroz povijest [9]

2.3. Značaj cestovnog prometa

Značaj cestovnog prometa očituje se u utjecaju cestovnog prometa na sve ono s čime je u doticaju. U gospodarskom smislu, razvoju ljudskog društva, komunikaciji među ljudima, te u razvoju civilizacija uopće nedvojben je pozitivan utjecaj, međutim, značajnu ulogu ima i njegov negativni utjecaj na zdravlje čovjeka i okoliš.

Razvoj čovjeka i društva prvenstveno je ovisio o međusobnoj komunikaciji pojedinih ljudskih zajednica, odnosno o mogućnostima komuniciranja na veće udaljenosti. U tom smislu cestovni promet pokazao se kao prvi izbor zbog mogućnosti dosega najudaljenijih te zemljopisno i reljefno najrazličitijih mjesta (lokacija) koje čovjek nije mogao doseći vodenim putovima, a kasnije i zračnim prometom, a koji i danas svoju efektivnost zaslužuju upravo postojanju cestovnog prometa jer se njime zračne i pomorske luke povezuju s urbanim područjima.

U gospodarstvu, cestovni promet još uvijek nudi najviše pogodnosti i praktičnosti pri transportu roba i putnika jer vodeni (rijeke, jezera i mora) i zračni promet samo su djelomično pogodniji cijenom ili brzinom, međutim, u konačnici ne mogu bez cesta i motornih vozila. Naravno, i željeznički promet u tome ima svoj udjel ali on nije u sklopu naslovne teme rada.

Čovjek kroz svoju osobnost uvijek teži komociji pa je i u tom segmentu cestovni promet najčešći izbor od svih vrsta kretanja, a automobil još uvijek zauzima prvo mjesto u izboru načina kretanja. Spomenuta komocija ne uključuje samo udobnost automobila, mogućnost prijevoza veće količina stvari za osobne potrebe nego i brzina dospijeća na željeno mjesto, mogućnost zaustavljanja po želji te činjenicu da se automobil uvijek nalazi u blizini mjesta stanovanja.

Kako cestovni promet ima najveći udio u cjelokupnom prometu ljudi i roba, opis prometa iz natuknice *Hrvatske enciklopedije* može se i na njega primjeniti, posebno gledajući s povijesnog aspekta: „Oduvijek je promet bio bitan čimbenik razvoja i funkcioniranja ljudskoga društva, djelujući na naseljenost, proizvodnju, razmjenu i potrošnju; igrao je važnu ulogu u obrani nekog prostora, ali i uspješnosti ratnih osvajanja. Danas gospodarstvo, kultura i životni standard ovise o prometnoj povezanosti. Napredak u prometnoj tehnologiji ukinuo je prostornu izoliranost,...“ [3]

Opisanom napretku i blagostanju koje je čovjek stekao razvojem cestovnog prometa suprotstavljeni su njegovi negativni učinci na čovjeka i okoliš.
Kako je spomenuto, cestovni promet kao negativni činitelj u odnosu s okolišem i čovjekom, podrazumijeva više segmenata kako slijedi:

a) izgradnjom cesta smanjuje se površina pod vegetacijom
b) ceste kao kolnici sa svim potrebnim građevinskim dodacima niskogradnje i infrastrukture smanjuju (uništavaju) broj biljnih i životinjskih staništa
c) dodatno djeluju na okoliš produktima korištenja motornih vozila s unutrašnjim izgaranjem i propadanjem pokrova ceste
d) izgradnjom cesta i ulica smanjuje se ili čak onemogućava razvoj potrebne površine urbane vegetacije
e) ispušni plinovi iz motora s unutrašnjim izgaranjem onečišćuju sve elemente okoliša
f) metalni i druge vrste otpada od motornih vozila djeluje prije svega na tlo gdje se deponira putem oborinskih voda (ili pranjem ulica)
g) buka djeluje kao fizikalna pojava na čovjeka, vegetaciju i životinjski svijet
h) vibracije također djeluju na sva tri elementa okoliša, čovjeka, biljke i životinje.

Zaključno, valja spomenuti i graničan pogled na negativne učinke cestovnog prometa kojim se i čovjeka može definirati kao negativnog činitelja. Čovjek je korisnik i vozila i cesta, dakle, aktivan sudionik cestovnog prometa, a svojim izborom načina korištenja i doprinosi ali i negativno utječe na okoliš i čovjekovo zdravlje, kako drugih tako i svoje.

3. ZDRAVLJE ČOVJEKA

3.1. Pojam zdravlja

Kroz povijest, zdravlje kao pojam vrlo se različito definiralo, a i danas postoji vrlo mnogo opisa. Definicije su se mijenjale kako se mijenjalo i poimanje zdravlja, od razdoblja u kojima se uopće o zdravlju nije niti mislilo do današnjih, izuzetno detaljnih i kompleksnih rasprava i postavki. Danas se zdravljem bave ne samo medicina već i druge znanosti i mnoge znanstvene discipline te vladine i nevladine organizacije. Tako prema principima za osnivanje *Svjetske zdravstvene organizacije*[4] definicija zdravlja glasi: „Zdravlje je stanje potpunog fizičkog, mentalnog i društvenog blagostanja, a ne samo odsutnost bolesti ili slabosti.“ [11]

Značajno je spomenuti da i svaki čovjek posebno, u svakodnevnom životu, sam o svom osobnom zdravstvenom stanju, vrlo često ima svoje kruto mišljenje i uvjerenje. Često puta i o tuđem. Posljedično tome, čovjek i postupa prema sebi i svojem tjelesnom i netjelesnom statusu, često puta rješavajući simptome sam, nestručno i u konačnici neučinkovito.

Kako bi se zdravlje moglo ispravno poimati, potrebno je prije svega razumijeti ukupnost pojma čovjeka, dakle, kao biološkog, misaonog i društvenog bića. U tom smislu, treba imati na umu:

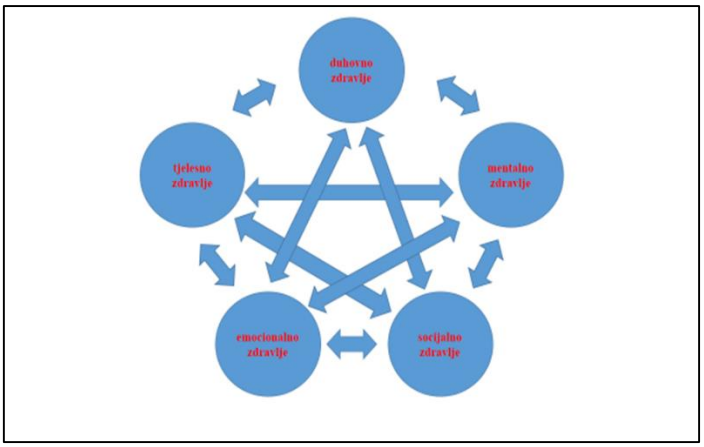
- tijelo čovjeka i njegovu fiziologiju
- poriv i sposobnost za stvaranjem složenih društvenih struktura (od obitelji do kompleksnih zajednica kao što je država ili savez država)
- mozak i um kojim oblikuje misli, rasuđuje i zaključuje, a na netjelesnoj razini i osjeća
- odlikuje ga svjesnost i podsvijest te duhovnost. [12]

Svi su ti dijelovi čovjeka u neraskidivom odnosu i stalnom međusobnom djelovanju. Stoga, govoreći o zdravlju treba imati u vidu:

- tjelesno zdravlje
- mentalno zdravlje
- socijalno zdravlje
- emocionalno zdravlje
- duhovno zdravlje [12]

i njihov međusobni utjecaj kako prikazuje slika 2.

[4] *Svjetska zdravstvena organizacija* (izvorno: *World Health Organization*, WHO) - neovisna je i specijalizirana ustanova UN-a sa sjedištem u Ženevi, formalno utemeljena 7. 4. 1948. Zadaća joj je pomaganje u ostvarenju najviše razine zdravlja za sve ljude u svijetu. [10]



Slika 2. Shematski prikaz djelovanja zdravlja

3.2. Učinci na zdravlje

Na zdravlje se može izravno utjecati u svakodnevnom životu osobnim izborom načina života (duhan, alkohol, opijati, nezdrava prehrana, odsustvo kretanja, nedovoljno spavanja...) te situacijama koje čovjek ne može kontrolirati, kao što su nesreće ili uvjeti u kojima živi, a ne može ih promijeniti ili ih sam birati.

Na zdravlje utječu vanjski i unutarnji činbenici. Vanjski čimbenici mogu biti vrlo primjetljivi, vrlo kratkotrajni i stresni (do šoka), ali mogu biti i vrlo suptilni, dugo neprimjetljivi i utječu svojom dugotrajnošću njihovim izlaganjem. No, čovjek i sam iz sebe može utjecati na osobno zdravlje, svojim unutrašnjim emocionalnim i misaonim procesima.

Od vanjskih čimbenika, na zdravlje vrlo izravno djeluju:

- **zrak** koji udišemo, jer čovjek bez disanja ne može živjeti, a koji može biti različite kvalitete, od vrlo čistog stanja do smrtno opasne zagađenosti
- **voda** koju pijemo, koristimo za održavanje osobne higijene te održavanje kućanstava i drugih potreba, a koja je već u vodovodnim sustavima većine stanovništva na Zemlji degradirana u odnosu na izvor, načinima dovođenja do krajnjih korisnika te kemijskim postupcima za njeno pročišćavanje
- **hrana** koju svakodnevno unosimo u svoj organizam, a koja vrstom, načinom proizvodnje i prerade, skladištenjem te obradom za konzumaciju može imati vrlo jake pozitivne i negativne učinke
- **tlo** koje koristimo za uzgoj različitih vrsta biljnog svijeta, služi za uzgoj stoke i divljači koji su sastavni dio čovjekove prehrane ili ga umjetno oblikujemo gradnjom objekata i podloga za različite životne potrebe

- **kretanje** koje bi trebalo biti sastavni dio svakodnevnice jer je čovjek kao biće tako konstruiran, ali se sve više ljudi premalo ili neispravo kreće ili je ono svedeno na minimum.

Međutim, na zdravlje kao opće stanje cjelokupnog čovjekovog bića, a ne samo organizma i fiziologije tijela, može se utjecati preko bilo kojeg segmenta ljudskog bivanja i odnosa. Tako se može spomenuti sljedeće:

- **međuljudski odnosi** kao osobni odnosi koji na zdravlje čovjeka mogu djelovati vrlo povoljno ali i uništavajuće, utjecajem na raspoloženje, uvjerenja, mentalnu stabilnost, podsvjest i uopće psihologiju čovjeka
- **socijalni elementi** kojima čovjek postavlja sebe u odnos prema obiteljskoj i široj društvenoj zajednici i traži prihvaćanje kao sudionika društva
- **misaone sposobnosti** koje mogu biti urođene ali se izuzetno dobro ravijaju i vježbom (učenjem), a mogućnost stjecanja znanja ili odsustvo toga te svijest o odnosu osobnog znanja prema znanju drugih može utjecati na tjelesno zdravlje
- **emocionalna inteligencija**[5] kao sposobnost upravljanja emocijama, njihovo reguliranje, reagiranje na odgovarajući način i sposobnost reagiranja na tuđe emocije vrlo su važan aspekt emocionalnog angažmana i o ovoj sposobnosti ovisi cjelokupna emocionalna inteligencija, posljedično i uspjeh, kako u poslovnom, tako i u privatnom životu.[6] [13] Sve više znanstvenika i stručne literature potvrđuje kako emocije mogu mijenjati tjelesno stanje, dakle, zdravlje čovjeka uopće.

Čovjek se danas prepustio negativnom utjecaju tzv. tempa života i u principu za sve nevolje okrivljuje taj pojam. Drugim riječima, čovjek nema vremena osluškivati sebe i otkriti što mu njegov organizam javlja o svom stanju. Naime, opće je poznato da ljudi, trčeći za poslovima, zaradom i drugim životnim „zahtjevima“, ambicijama i željama, ne reagiraju na prve znakove poremećaja vlastitog organizma. Tu fazu čovjek ne primjećuje, a kad se pojave prve nelagode i smetnje pojedinih organa ili funkcija dijelova organizma, čovjek vrlo često „prehoda“ bolest

[5] Godine 1990. Peter Salovey i John D. Mayer, vodeći znanstvenici u području emocionalne inteligencije, u svom utjecajnom članku "*Emocionalna inteligencija*" definirali su ovu sposobnost kao "sposobnost uočavanja, procjene i izražavanja emocija; sposobnost pristupa i/ili priziva osjećaja kad oni olakšavaju razmišljanje; sposobnost razumijevanja emocija i emocionalnih spoznaja, te sposobnost regulacije emocija u svrhu pomaganja emocionalnom i intelektualnom razvitku." [13]

[6] Referenca broj 13 - *Krenizdravo.com* - zdravstveni je i lifestyle web portal koji uz zdravstvene teme obrađuje područja ljepote, prehrane i vitalnosti. Portal je posvećen promicanju zdravog i uravnoteženog načina života, a ima preko milijun čitatelja mjesečno što ga čini jednim od najposjećenijih portala u svojem segmentu. [14]

nesvjestan stvarnog stanja, obezvređujući te znakove. Konačno simptomi postanu izraziti, vrlo primjetljivi i često puta nepopravljivi.

Zrak je čovjeku najbliži i o njemu je najovisniji jer bez disanja čovjek ne može živjeti. Kao dio naslovne teme, u nastavku se opisuje učinak zraka na organizam čovjeka.

Zrak je smjesa plinova [15], kako pokazuje tablica 2, i oni nisu škodljivi okolišu i čovjekovom zdravlju.

Tablica 2. Udio pojedinih kemijskih elemenata u smjesi zraka

Smjesa zraka			
Stvarna mjera		**Uobičajeno određivanje**	
Udio [%]	**Element**	**Udio [%]**	**Element**
78,084000	N_2	78,00	dušik
20,946000	O_2	21,00	kisik
0,934000	Ar	1,00	plemeniti plinovi
0,040700	CO_2		
0,001818	Ne		
0,000524	He		
0,000180	CH_4		
0,000114	Kr		
0,000055	H_2		

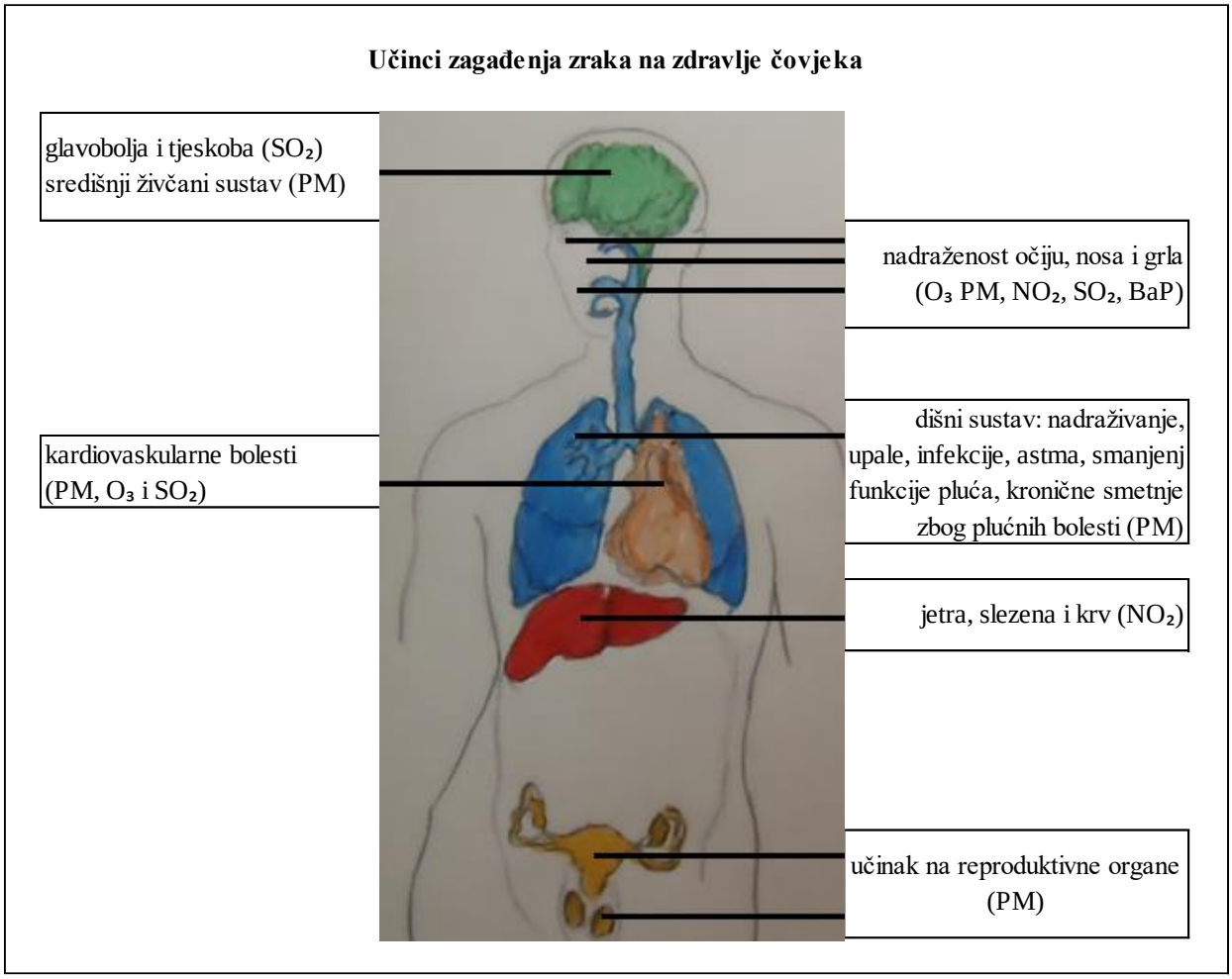
No, u zraku se nalaze kemijski elementi, kemijski spojevi i čestice (čestične tvari) koje negativno utječu na posebne organske sustave u ljudskom tijelu [16], kako prikazuje slika 3.

Prema podacima *Europske agencije za okoliš*[7] iz članka *Zdravstveni učinci zagađenja zraka* (izvorno: *Health impacts of air pollution*), od 2014. godine, njihove osnovne karakteristike su kako slijedi:

O_3 - površinski ozon, blizu tla, nastaje kemijskom reakcijom (potaknutom sunčevom svjetlošću) sa zagađivačima u zraku, uključujući one iz cestovnog prometa, ekstrakcije prirodnog plina, odlagališta i kućanskih kemikalija

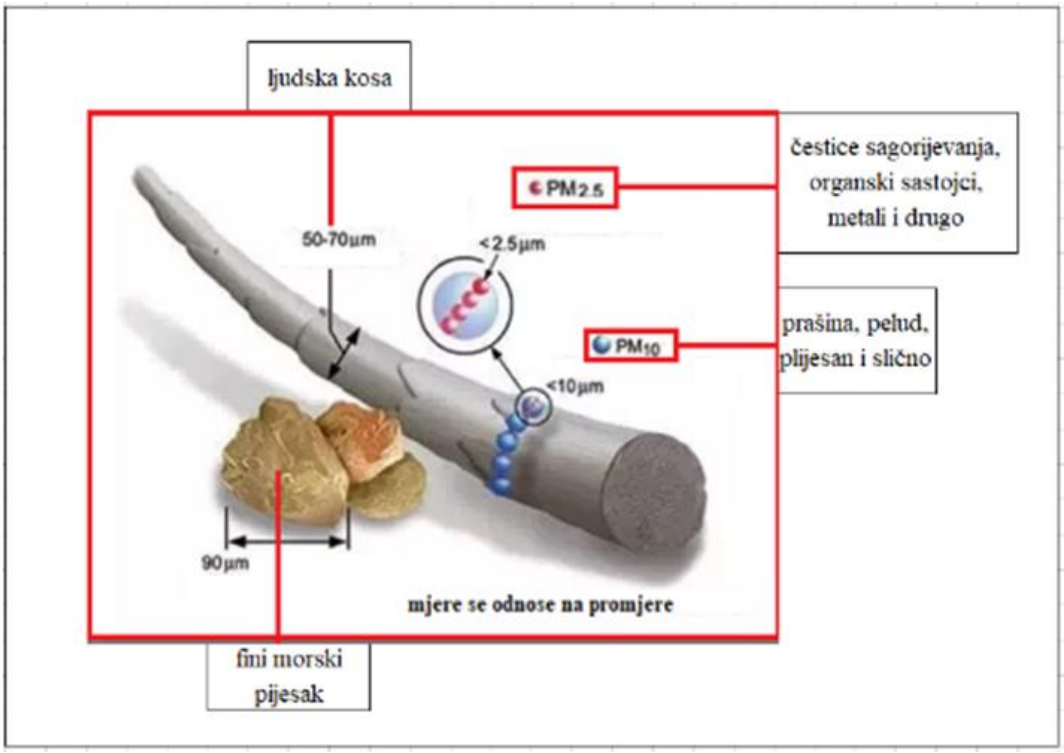
[7] *Europska agencija za okoliš* (izvorno: *European Environmental Agency*, EEA) doprinosi održivom razvoju, te znatnim i mjerljivim poboljšanjima u europskom okolišu osiguravajući pravodobne, ciljane i pouzdane informacije za donositelje politika i javnost. Naš je ključni cilj da postanemo vodeći izvor znanja o okolišu na europskoj razini i imamo vodeću ulogu u razmjeni tih znanja i izgradnji kapaciteta, te da doprinosimo dugoročnoj tranziciji prema održivom društvu. Dostupno na: https://www.eea.europa.eu/hr.

NO_2 - dušični dioksid, nastaje uglavnom pri procesima izgaranja (motorna vozila, elektrane)
SO_2 - sumporni dioksid, ispušta se pri sagorijevanju goriva koji sadrže sumpor, pri radu generatora i iz ispušnih plinova motornih vozila
BaP – benzo(a)pyren, stvara se iz nepotpunog izgaranja goriva, uglavnom uključuje drvo, otpad od gorenja kod procesuiranja koksa i čelika te kao rezultat rada samog motora motornih vozila.



Slika 3. Lokacije i vrste utjecaja na ljudski organizam

PM – (*particulate matter*, $PM_{2,5}$ i PM_{10}) – čestične su tvari raspršene u zraku kao što su morska sol, crni ugljen i prašina pa i kondenzirane čestice određenih kemikalija; vrlo su malih promjera, 2,5 i 10 mikrona (Slika 4) tako da prodiru u najdublje dijelove pluća i praktički su nezaustavljive, a samo mali dio ih se otopi u prednjim dijelovima dišnog sustava. [16]



Slika 4. Odnos promjera ljudske kose i čestičnih tvari [9]

Od navedenih učinaka, ovaj rad u nastavku posebno obrađuje one koji su vezani za pojam cestovnog prometa i njegov utjecaj na zdravlje čovjeka i okoliš.

4. OKOLIŠ

4.1. Pojam okoliša

Okoliš se, kao i mnogi drugi pojmovi, definiraju različito već prema tome tko se njima bavi, istražuje ih ili koristi.

Općenito gledajući, a prema definiciji *Hrvatske enciklopedije* okoliš je „...prirodno ili stvoreno okruženje u kojem žive čovjek i druga bića; ukupnost svih prirodnih i stvorenih vrijednosti, kojima svojim djelovanjem upravlja čovjek.“ [2] *Zakon o zaštiti okoliša*, zbog svoje svrhe, definira ga šire i detaljnije pa tako u *Članku 4. Pojašnjenje pojmova, t.(1), podtočka 34*. stoji da je okoliš: „...prirodno i svako drugo okruženje organizama i njihovih zajednica, uključivo i čovjeka koje omogućuje njihovo postojanje i njihov daljnji razvoj: zrak, more, vode, tlo, zemljina kamena kora, energija te materijalna dobra i kulturna baština kao dio okruženja koje je stvorio čovjek; svi u svojoj raznolikosti i ukupnosti uzajamnog djelovanja.“ [17]

Biologijskim riječnikom, okoliš je biosfera jer se definira kao prostor koji uključuje litosferu, hidrosferu i atmosferu te živa bića koja taj prostor nastanjuju, žive u njemu [18], a kako prikazuje slika 5.

Slika 5. Prikaz sastavnica okoliša

Za obradu teme rada posebno treba istaći tvrdnju o uzajamnom djelovanju jer ništa na svijetu ne živi izvan konteksta već je sve sa svime u nekom odnosu, a o tome kakvi su to odnosi, u smislu ponašanja i utjecaja jedne sastavnice prema drugima, ovisi čovjekova stvarnost, odnosno čini održivost okoliša u ukupnosti njegovog značenja.

4.2. Odnos prema okolišu

Izraz „uništiti“ kao pojam odnosi se na djelovanje, a uključuje dovođenje u vrlo teško stanje, izlaganje nevoljama, gubicima, razaranju, upropaštavanje uopće kao što se to može načinom života, pićem, nebrigom i sličnim postupcima i, u konačnici, učiniti da tko ili što više ne postoji; pobiti, razoriti, zatrti. [19]

Djelovati može svaka sastavnica pojma okoliša. Priroda uništava namjerno, zbog potrebe životinja i biljaka za egzistencijom i nenamjerno, reagirajući na postupke prema njoj (odroni zemlje, otapanje leda i slično). No, čovjekovo djelovanje ima najjače učinke, bilo da aktivno i namjerno djeluje uništavajući, bilo da ne čini ništa kako bi se uništavanje spriječilo ili smanjilo na najmanju moguću mjeru. Naime, neosporna je činjenica da svaki čovjek utječe na okoliš i najjednostavnijim svojim postupcima i ponašanjem. Nastavno tome, aktivnosti kojima se čovjek bavi povećavaju taj utjecaj, a neke su u tome vrlo izražene.

Ukratko, može se reći da uništavanje okoliša uključuje:

- čovjekovo prekomjerno i nekontrolirano korištenje ostalih sastavnica pojma okoliša nesukladno pojmovima održivog razvoja i korištenja
- nebrigu za održavanje potrebne raznolikosti okoliša, njegov razvoj i obnavljanje
- neprimjereno, nekontrolirano postupanje s otpadom, posebno štetnim i toksičnim tvarima
- namjerno uništavanje radi političkih interesa određenih društvenih struktura ili psihičkih deformacija pojedinaca i devijacija u njihovom ponašanju.

4.3. Svijest o očuvanju okoliša

Tijekom razvoja čovječanstva, čovjek je živio u skladu s prirodom, nesvjesno poštujući svoj okoliš, dok razvojem tehnologije, posebno tijekom razdoblja industrijalizacije, ambicije i želja za dobiti (profitom) nije postala jača od svijesti za potrebom očuvanja okoliša i suživotom s okolišem temeljenim na poštovanju sveg živog i neživog i umjetno stvorenog.

Svijest o očuvanju okoliša rodila je ekologiju kao znanost koja proučava načine i mogućnosti preživljavanja i mijenjanja životnih zajednica i biosfere u cjelini.[8] Iako se pojam prvi puta pojavljuje još 1866. godine, može se reći da ekološko osvješćivanje počinje tek poslije 1945. godine (Njemačka) nakon uočenog brzog povećanja broja razboljelih od određenih bolesti upravo u industrijskim središtima, a s obzirom da se tada i reagiralo protumjerama. Stoga se smatra da je to vrijeme i prvih koraka ekologije kao znanosti.

Zbog međudjelovanja sudionika okoliša, briga za okoliš posebno je važna zbog posrednog utjecaja na čovjekovo zdravlje preko zraka koji udišemo, vode koju pijemo i koristimo na druge načine te hrane (biljnog i životinjskog porijekla) kojoj je izvor upravo u zdravom, čistom ili onečišćenom ili zagađenom okolišu. Zbog kompleksnosti, odnosno širine pojma, ekologija kao znanost podijeljena je na više disciplina koje se tako mogu aktivnije posvetiti određenom području istraživanja kao što su ekologija ponašanja ili matematička ekologija.

Zbog širine pojma i promet ima svoju ekologiju. Ta znanstvena disciplina bavi se utjecajem prometa na okoliš, odnosno odnosima između svih živih organizama i okruženja u kojem žive. Bavi se i potrebnim mjerama i načinima kojima bi se postigla ravnoteža suživota između čovjeka, okoliša i tehnologije, tj. ostvario okoliš kakav je nužan za čovjekovo zdravlje istovremeno zaštićujući biosferu od neprimjerenih čovjekovih postupaka uz nastojanja otklanjanja već prouzročene štete. [21]

4.4. Zakonodavstvo u službi očuvanja okoliša

Zakonodavne odluke te drugi dokumenti slične važnosti i utjecaja u primjeni potvrđuju koliko je neka materija važna svojom političkom razinom (nacionalno, međunarodno, globalno) i zemljopisnim utjecajem (lokalno, regionalno, globalno). Okoliš i ekološka pitanja uopće, imaju izuzetno mjesto i udio u tom smislu.

4.4.1. Problematika okoliša

Okolišna pitanja globalno postaju sve značajniji element gospodarsko-poslovnog okruženja. Važnost te problematike najjasnije se očituje kroz nacionalna zakonodavstva. U toj hijerarhiji,

[8] Osnivačem ekologije smatra se Ernst Haeckel (Potsdam, 16. 2. 1834. - Jena, 9. 8. 1919.), njemački zoolog i filozof-prirodoslovac, koji ju je tada definirao kao ekonomiju prirode, istraživanje totalnih odnosa organizama prema organskoj i neorganskoj okolini i kao učenje o kompleksnim međuodnosima koji su uvjet borbe za opstanak, a pojam je uveo 1866. godine. [20]

Republika Hrvatska u okviru je zakonodavstva Europske Unije, vrlo obimnog i složenog područja koje broji oko tri stotine pravnih dokumenata i niz dodatnih obveza za poslovni sektor. Zakonodavstvo zaštite okoliša u Republici Hrvatskoj čine međunarodni ugovori, u naravi konvencije i protokoli, zakoni i njihovi provedbeni propisi, a krovno stoji prije spomenut *Zakon o zaštiti okoliša* kojim je osigurano donošenje niz provedbenih akata, u potpunosti usklađenih s europskim zakonodavstvom. [22] Posebnim su pak zakonima uređeni utjecaji na posebne dijelove okoliša, a od njih je desetak o zaštiti vode, zraka, šuma, protiv buke i drugi. Posebno je važno spomenuti i *Zakon o održivom gospodarenju otpadom*. Temeljem njih doneseno je niz potrebnih provedbenih propisa koji detaljno uređuju i propisuju sve elemente provedbe zakonskih odredbi kao što su načini i rokovi za postizanje normi zaštite okoliša i tehničkih normi zaštite okoliša. [23]

4.4.2. Gospodarenje otpadom

Gospodarenje otpadom područje je okolišne politike kojeg je Europska Unija posljednjeg razvila. Već 1975. godine usvojena je *Okvirna direktiva o otpadu 75/442/EEC*[9] kojom se od država članica tražilo da uspostave institucionalni okvir za gospodarenje otpadom. Neminovno, pozornost se nadalje usmjerila na specifične vrste otpada koje su sadržavale opasne tvari ili na neki drugi način predstavljale problem moguće ugroze Europskoj Uniji u cjelini. Tako se opći okvir proširuje dodatnim direktivama. [24]

Pravno područje gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj uređeno je prethodno spomenutim *Zakonom o održivom gospodarenju otpadom* iz 2013. godine koji je usklađen s odredbama, također spomenute, *Okvirne direktive o otpadu* i međunarodnom *Konvencijom o kontroli prekograničnog prometa opasnim otpadom i njegovom odlaganju*.[10] [25]

Nažalost, koliko god ljudska zajednica očituje svoju brigu za okolišem kroz zakonske i druge okvire administrativnog djelovanja, djelovanje čovjeka vodi vrlo tijesnu utrku s uništavanjem okoliša, dakle, samog sa sobom.

Automobilska industrija zastupljena je u ovoj materiji s nekoliko dokumenata. Osim navedenih zakona, direktiva i konvencija, Republika Hrvatska donijela je i *Pravilnik o gospodarenju otpadnim gumama* kojim se propisuju postupci, uvjeti i ciljevi gospodarenja otpadnim gumama,

[9] Jedna u nizu direktiva *Europskog Vijeća* o otpadu kojom se nadopunjuje osnovni dokument, odluka.

[10] Baselska konvencija – konvencija koja regulira cijelokupnu promlematiku opasnog otpada (Konvencija o kontroli prekograničnog prometa opasnim otpadom i njegovom odlaganju njen je dio), a usvojena je 1989. godine (NN – Međunarodni ugovori /94). [26]

vrste koje se moraju sakupljati odvojeno, način njihove obrade, sakupljanje i skladištenje te još mnogi uvjeti. Ozbiljnost ove materije potvrđuje i osnivanje *Registra gospodarenja posebnim kategorijama otpada*[11] gdje se gume registriraju. [27] Prema tom registru u posebne kategorije spadaju i otpadna ulja i otpadna vozila a *Fond za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost* odredio im je i obvezujuće upozoravajuće oznake (Slika 6)

Slika 6. Obvezujuće oznake za dijelove motornih vozila kao posebne vrste otpada [28]

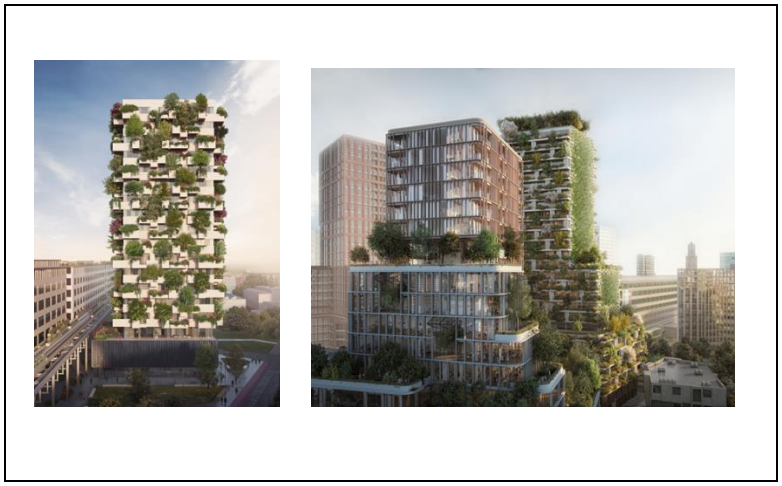
Zakon o održivom gospodarenju otpadom definirao je i red prvenstva gospodarenja otpadom što potvrđuje posebno ozbiljan pristup ovoj problematici. Red prvenstva je sljedeći:

- sprječavanje nastanka otpada (mjere kojima se smanjuju količine otpada uključujući ponovnu uporabu proizvoda ili produženje životnog vijeka proizvoda)
- priprema za ponovnu uporabu (postupci oporabe kojima se proizvodi ili dijelovi proizvoda koji su postali otpad provjerom, čišćenjem ili popravkom, pripremaju za ponovnu uporabu bez dodatne prethodne obrade)
- recikliranje (svaki postupak oporabe, kojim se otpadni materijali prerađuju u proizvode, materijale ili tvari za izvornu ili drugu svrhu, osim uporabe otpada u energetske svrhe, odnosno prerade u materijal koji se koristi kao gorivo ili materijal za zatrpavanje)
- drugi postupci oporabe, npr. energetska oporaba
- zbrinjavanje otpada. [23]

[11] *Registar gospodarenja posebnim kategorijama* otpada osnovao je *Fond za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost* a obvezuje sve pravne osobe i institucije na prijavu u evidenciju Registra onih materijala koji zbog svog sastava kao otpad mogu negativno utjecati na okoliš i čovjeka.

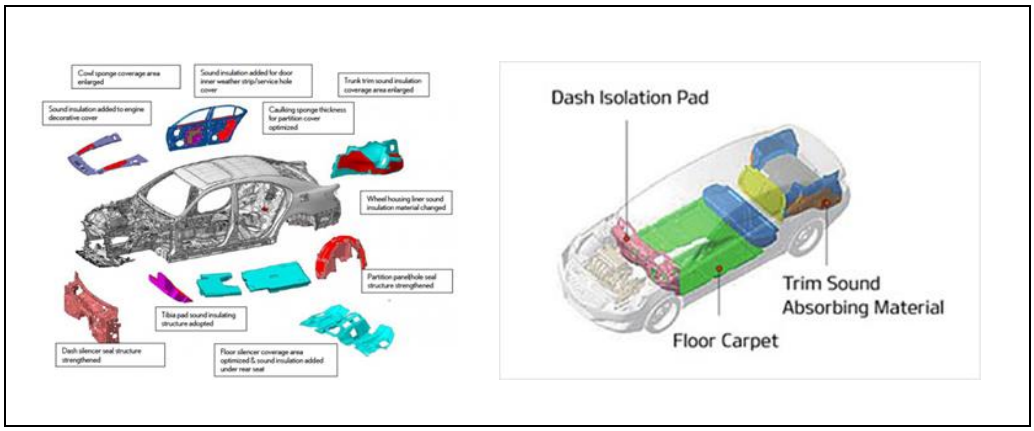
4.4.3. Moguće primjene rješenja za očuvanje okoliša

Iako je stanje okoliša upozoravajuće, mora se istaći da ljudska aktivnost provodi rješenja kojima se nastoji smanjiti njegovo onečišćenje i spriječiti daljnja narušavanja ravnoteže svih ekosustava u biosferi. Prije svega, nastoji se ostvariti optimalan omjer urbanog i drugog umjetnog okoliša u odnosu na zelenilo i životinjski ekosustav koji bi ih nastanjivao. S obzirom da je urbanizacija okupirala tlo do maksimalnih vrijednosti, jedno od rješenja gornjih navoda nudi i tzv. vertikalna šuma *Trudo* na slici 7 koja sa 125 stabala i 5200 grmova i biljaka predstavlja pravi ekosustav s više od 70 različitih biljnih vrsta koje bi trebale smanjivati onečišćenja zraka i godišnje apsorbirati više od 50 tona ugljičnog dioksida (Slika 7). [29]



Slika 7. Primjeri jednog od načina pročišćavanja zraka [29]

Glede cestovnog prometa, rješenja se mogu naći i u izmjenama na samim vozilima (bolja goriva, katalizatori, poboljšani materijali pneumatika i drugih habajućih dijelova vozila, dodaci za zaštitu od proizvodnje buke iz automobila...), kako prikazuju primjeri na slici 8.



Slika 8. Prikaz lokacija u automobilu kojima se smanjuje proizvodnja buke [9]

Također se može utjecati i admministrativnim mjerama (ograničavanja prometa u urbanim sredinama, ograničavanja maksimalnih brzina na prometnicama...) te građevinskim zahvatima (nagibima temelja cesta, zaštitnim zastorima između cesta i okoliša, gradnjom tunela i vijadukata umjesto odsijecanja dijelova tla radi same izgradnje, zaštitne mreže za životnje...), a sve kako prikazuju slike 9 i 10.

Slika 9. Primjeri realiziranih rješenja za smanjenje zagađivanja okoliša u cestovnom prometu [9]

Slika 10. Primjeri zaštite od buke [9]

Iako izneseni primjeri nisu u globalnoj primjeni, vrijedni su pozornosti jer potvrđuju da se može, da ideje treba razvijati, slušati ih i proaktivno raditi na njihovim realizacijama počevši od mjerenja stanja, njihovih analiza, predlaganja promjena do uspostave uvjeta za njihovu realizaciju.

5. UTJECAJ CESTOVNOG PROMETA NA ZDRAVLJE I OKOLIŠ

Negativnni utjecaj cestovnog prometa neosporan je, a može ga se promatrati preko tri glavna izvora podijeljeno kako slijedi:

a) **ceste** – tijekom izgradnje, u razdoblju postojanja, tj. korištenja, tijekom održavanja, popravaka i rekonstrukcija, a uključuje sve dodatne građevinske dodatke koji same kolničke trakove čine prometnicom, popratna infrastruktura
b) **cestovna motorna vozila** s unutrašnjim izgaranjem – u razdoblju uporabe što znači njihovu aktivnost u cestovnom prometu te u razdoblju neaktivnosti koje uključuje skladištenje, parkiranje te njihovo zbrinjavanje kao otpad, a može se odijeliti nekoliko čimbenika/izvora negativnog utjecaja:
    - ispušni plinovi
    - metalni otpad cestovnih motornih vozila
    - buka
    - vibracije
    - otpad
    - prometni tok
c) **čovjek** – kao izvorni sudionik cestovnog prometa, dakle, kao korisnik cestovnih motornih vozila i cesta izvorni je čimbenik svakog utjecaja na čovjekovo zdravlje i okoliš preko svojih postupaka, izborom ponašanja u cestovnom prometu i načinima korištenja cestovnih motornih vozila.

U nastavku se obrađuju negativni učinci navedenih sastavnica cestovnog prometa.

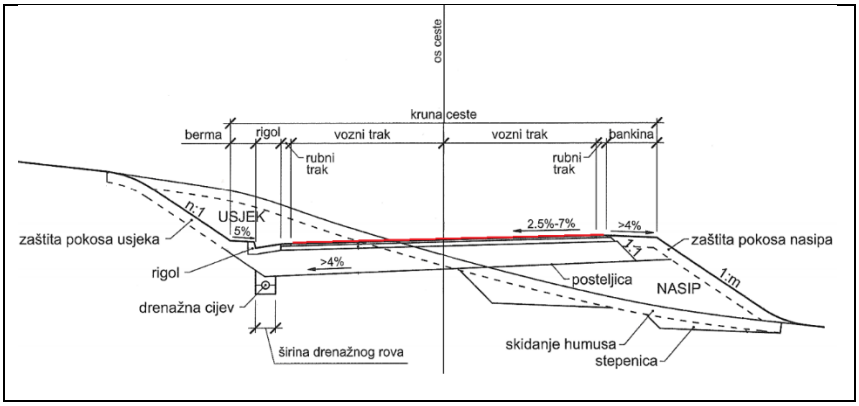
5.1. Ceste

5.1.1. Cesta kao objekt

Ceste su umjetne građevine pri samom tlu (osim mostova i vijadukata), a sadrže niz specifičnosti po kojima se razlikuju od ostalih građevinskih objekata kako slijedi:

- duljina gradilišta
- opsežni zemljani i transportni radovi
- izgradnja objekata na trasi (mostovi, tuneli, potporni i uporni zidovi)
- prisustvo velikog broja radnika i mehanizacije. [30]

Takav zahvat negativno utječe na okoliš već pri samoj gradnji što direktnim uništavanjem zelenog pojasa radi izmjene namjene tla (radovi kao što su čišćenje terena od raslinja i kamenja, skidanje humusa te iskop materijala radi izvedbe usjeka [30]), što kao rezultat rada strojeva, korištenih materijala te dugotrajne izloženosti, jer za izgradnju ceste treba i vremena, a i zemljopisno pokriva veće područje, a ulazi u sve vrste okoliša s obzirom na izduženi oblik. Iz prikaza na slici 11 razvidan je odnos potrebnog prostora za same vozne trakove (crvena crta) prema potrebnoj širini prostora za ukupni garđevinski zahvat kod gradnje ceste. [31]



Slika 11. Shematski prikaz presjeka ceste [31]

Izgradnjom ceste smanjuje se površina biljnog pokrova, i primarne (prirodne) ali i antropogene vegetacije, dakle, smanjuje se ukupna masa važnog sudionika okoliša s izuzetnom ulogom u životu čovjeka i okoliša kao zajednice uopće. Naime, smanjuje se broj biljnih i životinjskih staništa svim vrstama životinja od kojih svaka vrsta ima svoju posebnu ulogu u toj zajednici, a posredno i na čovjeka čime se remeti ravnoteža ekosustava. Primjeri s različitim omjerom zelenila prikazani su na slici 12.

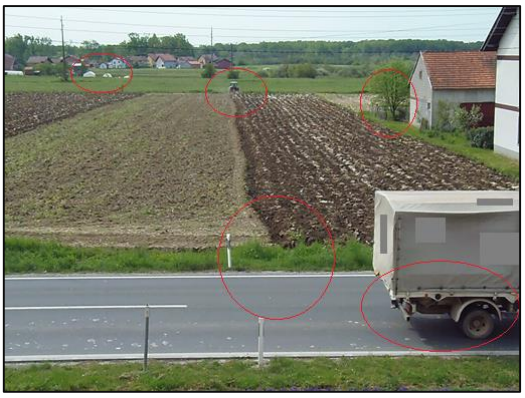
Slika 12. Čvorišta u Birminghamu (lijevo) i Los Angelesu (desno) [9]

Pokrov ceste sastoji se od asfaltnih mješavina, a trajnost konstrukcija kreće se od 10 do 20 godina, kada već dolazi do oštećenja od zamora te pojave temperaturnih i drugih pukotina. No, već u prvih pet godina počinju se pojavljivati određene neispravnosti, koje uz meteorološke uvjete i u doticaju s pneumaticima motornih vozila stvaraju štetne produkte za okoliš. Neki se preko zraka prosljeđuju na zelene površine, a drugi se s oborinskim vodama povlače u tlo kroz kanale. U tlo također ulazi i dio čestica koje su otpuhane s pokrova cesta nakon čega se putem padalina spuštaju u tlo. [32]

Također, na pokrovu ceste, a ovisno o količini vozila i frekvenciji te brzinama kretanja, skupljaju se štetne stvari kao teški metali (olovo, cink, kadmij...), organske tvari, otpatci pneumatika, motornih ulja ali i drugih tekućina iz motornih vozila, bitumen i razne masnoće. Sve to može dospjeti u tlo slijevanjem vode (oborinske vode, otapanje snijega, pranje ulica...). Izvješća iznose da okvirno 75 % onečišćenja okoliša izvor ima u samom motornom vozilu, a za ostalih 25 % izvor je u postupcima čišćenja i održavanja prometnica. Onečišćenje cestovnih prometnica može biti uzrokovano stalnim onečišćenjem produkata izgaranja motornih goriva, istjecanjem ulja, habanjem dijelova kočionog sustava, pneumatika, samog kolika i sl., sezonskim djelovanjem zbog uporabe soli radi održavanja te pri građevinskim radovima i na kraju povremeno zbog nezgoda vozila za prijevoz opasnih, štetnih i toksičnih tvari. [21]

Zbog sve većih potreba gradskog stanovništva, urbanizacija ne prati primjeren omjer zelenila i površine tla pokrivenog umjetnim materijalima za potrebe stanovanja, prometa i drugih čovjekovih potreba, a koje ublažava utjecaj toplinskih otoka, pruža prirodni hlad te ublažava štetni utjecaj oborinskih voda koje mogu uzrokovati klizišta, što je jedna od specifičnih funkcija vegetacije u gradskom ekosustavu. [33]

Lokacija cesta usko je povezana s brojem stanovništva. Naime, ceste prolaze kroz potpuno nenaseljena mjesta, djelomično naseljena i urbane zone, a glede vegetacije i konfiguracije tla u kojem se prometnice smještaju, one se nalaze u područjima s minimalnom vegetacijom, livadnim područjima, šikarama i šumama te uz područja s vodenim površinama (more, jezera, rijeke). Negativan učinak cestovnog prometa primjetljivo se povećava kad su prometnice u području veće gustoće naseljenosti, uz oranice i povrtnjake (Slika 13) te uz vodene tokove koji su izvor pitke vode.



Slika 13. Primjer oranica i staklenika uz prometnicu

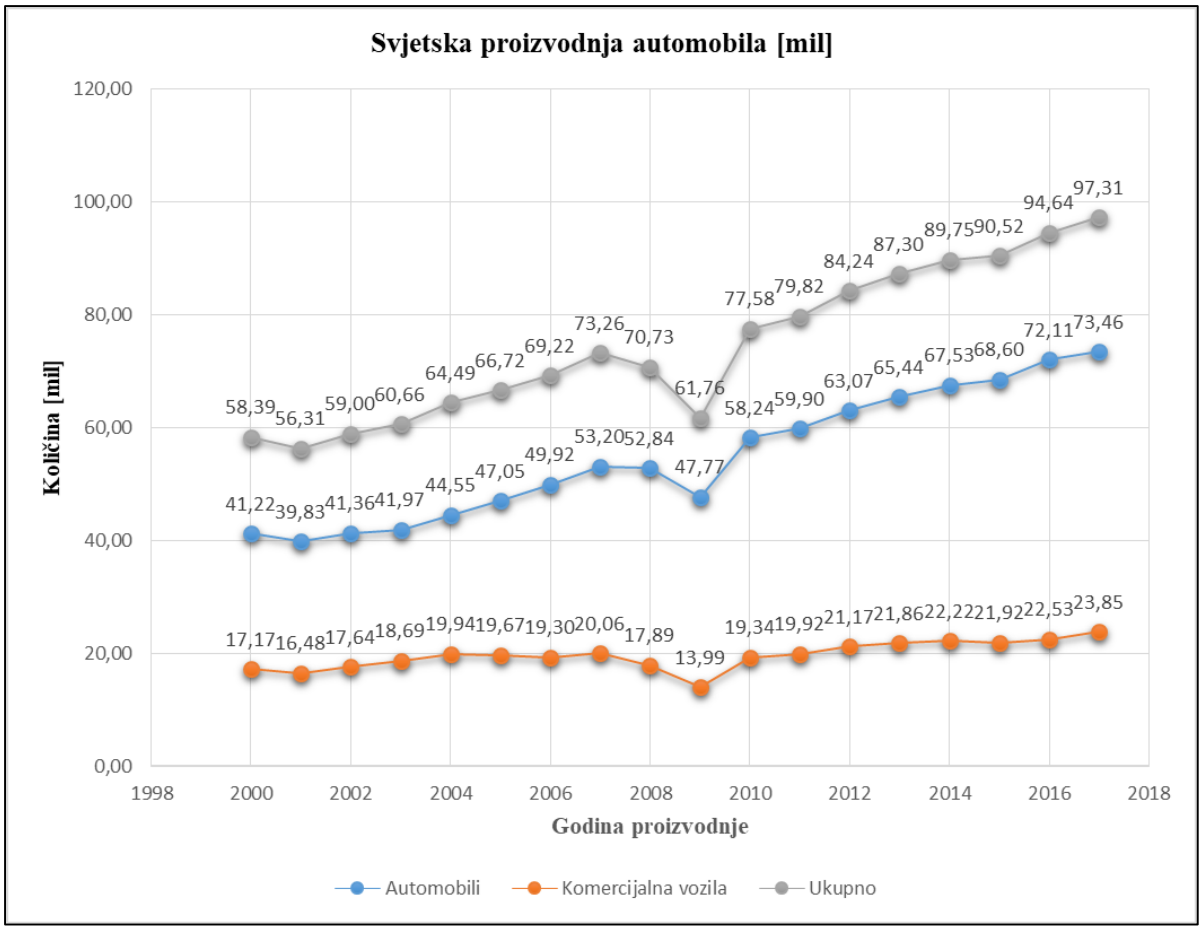
Bez obzira o kakvom se onečišćenju cestovnih prometnica radi, s obzirom na blizinu tla, veći dio utječe na stanje tla, mogućnost dosega podzemnih voda je velika, a one hrane tlo za vegetaciju ili mogu biti u uskoj vezi s crpilištima pitke vode. Utjecaj na okoliš preko zraka manjeg je opsega.

Prema godišnjem *Izvješću o emisijama plinova u transportu iz 2011. godine (Europske agencije za okoliš):* „Ceste, željeznice i autoceste "režu" europski krajolik u sve manje parcele, s ozbiljnim posljedicama na biološku raznolikost. Gotovo 30 % zemljišta u Europskoj Uniji umjereno je, visoko ili vrlo visoko fragmentirano, ograničavajući kretanja i uzgoj mnogih različitih vrsta.“ [34]

Većina literature koja obrađuje ceste i cestovni promet iznosi podatak da cestovni promet u svojoj ukupnosti zahtijeva velike zemljišne površine što je posebice uočljivo u gradskim sredinama gdje prometna mreža zauzima od 20 do 50 % ukupne urbane površine.

5.1.2. Prometni tok – gustoća, brzina i struktura

Prometni tok je izravna aktivnost sve tri sastavnice cestovnog prometa, cesta kao objekata, cestovnih motornih vozila i čovjeka. Kolika je ta aktivnost najbolje govori podatak o količini svjetske proizvodnje cestovnih motornih vozila. Iz prikaza na slici 14 razvidan je zapravo linearni porast proizvodnje tijekom posljednjih dvadesetak godina uz jedino smanjenje tijekom svjetske krize koje je kulminiralo 2009. godine, ali se nakon toga proizvodnja naglo i višestruko povećala. Očekivano, proizvodnja cestovnih motornih vozila za osobni prijevoz veća je od proizvodnje teretnih vozila koja čini oko trećine ukupne godišnje proizvodnje. [35]



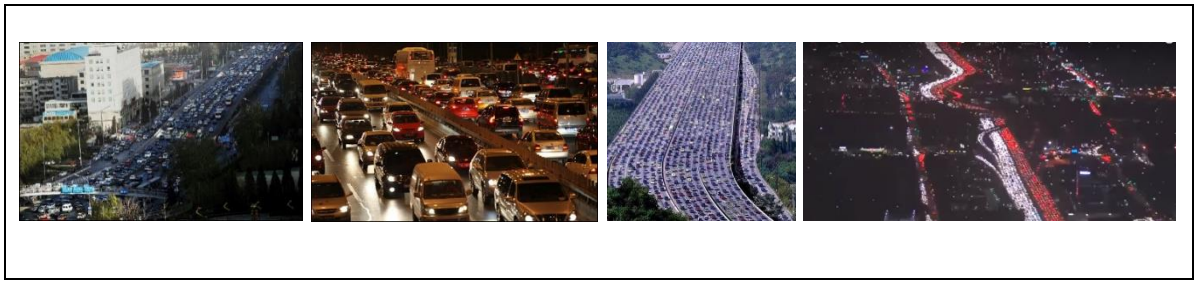
Slika 14. Prikaz svjetske proizvodnje automobila 2000. - 2017.

Potrebno je napomenuti da odnos svjetske populacije i cestovne prometne aktivnosti nije ravnomjerno raspoređen. Koncentracija stanovnika u urbanim je područjima daleko viša od prosječnih vrijednosti pa time i cestovni promet. Utjecaj cestovnog prometa u nekim se izuzetno gusto naseljenim urbanim područjima poklapa s drugim negativnim učincima kao što je industrijsko zagađenje i loša infrastruktura gradova (Azija u odnosu na europska i američka urbana područja) pa procjene nisu relevantne u smislu globalnih statistika. Tzv. zapadni svijet počeo je već polovicom prošlog stoljeća izvlačiti industrijske subjekte iz gradova i uključivati ih u buduće planove.[12]

Prometni tok povećava negativan utjecaj na okoliš i ljude gustoćom, brzinom i strukturom. Negativni učinci proporcionalni su gustoći i brzini prometnog toka, a u okviru strukture svakako je jači negativni utjecaj teretnih vozila, a iako je u gradovima njihov broj smanjen (prometna

[12] Krajem 1952. godine u Londonu je od smoga (smjese magle i SO_2) umrlo oko 15.000 ljudi (tzv. londonska magla) nakon čega se počelo iseljavati industriju iz gradova.

politika koja ograničava prometanje kamiona u užim gradskim područjima), to nažalost nadoknađuje količina manjih vozila i onih za osobni prijevoz. Gustoća i prometni protok uvećavaju negativni utjecaj buke, vibracija i ispušnih plinova. [36] Slika 15 zorno otkriva koliko se vremena provodi u automobilu u razvijenijim urbanim područjima što daje naslutiti koje količine zagađenja to proizvodi. Dva desna primjera snimci su tzv. prometnih čepova, posebno karakterističnih za Los Angeles, a Kina u takvim situacijama prednjači.



Slika 15. Primjeri uobičajene gustoće prometa u urbanim naseljima (prva i druga slika) i prometnih čepova u velegradovima (Šangaj i Los Angeles) [9, 9, 42, 43]

5.1.3. Svjetlosno zagađenje

Kada se svjetlost rasprostire na područja na kojima nije poželjna naziva se svjetlosno zagađenje. Za razliku od drugih zagađivača privlači vrlo malu pozornost znanstvenika i društvenih struktura, a razina se gotovo uopće ne mjeri.

No, grupa znanstvenika na čelu s Fabiom Falchijem[13] u lipnju 2016. godine objavila je neke činjenice kao rezultat ozbiljnog i dugotrajnog istraživanja. Prema njegovim tvrdnjama, 80 % svijeta i 99 % SAD-a i zapadne Europe živi pod nebom zagađenim umjetnim osvjetljenjem, a čak trećina stanovništva na Zemlji nikada ne može vidjeti Mliječni put (Slika 16) zbog takvog, svjetlosnog zagađenja. Posebno ukazujući na sve popularniju LED tehnologiju, ujedno upozorava: „Svjetlosne razine LED tehnologije i njezine boje mogle bi nažalost prouzročiti dvostruko pa čak i trostruko veće osvjetljavanje neba tijekom crnih noći." Spomenuta grupa znanstvenika sastavila je 2001. godine prvi *Međunarodni atlas umjetnog osvjetljenja*, a karta objavljena u lipnju 2016. godine u američkom časopisu *ScienceAdvances* omogućit će proučavanje umjetnog osvjetljenja kao zagađivača s potencijalnim utjecajem na zdravlje i ekologiju. [37]

[13] Fabio Falchi – Sveučilište u Milanu (fizika), bavi se područjima astronomije i okoliša, a poznat je po istraživanju svjetlosnog zagađenja. Radi kao istraživač na talijanskom *Institutu za tehnologiju i znanost svjetlosnog zagađenja*.

Istraživanja potvrđuju da svjetlosno zagađenje može dovesti do promjene ponašanja ljudi, životinja i biljaka. Svjetlo noću je važno, ali samo na određenim mjestima. No, ulična i cestovna osvjetljenja, svjetla na ulazima objekata, svjetleće reklame te siguronosna svjetla šire se i izvan potrebnih područja. To se odnosi i na cestovni promet, osnosno svjetlo čiji je izvor na vozilu, svjetlosnu signalizaciju i prometne svjetlosne obavijesti (Slika 18). Tri su moguća načina utjecaja: direktno svjetlo ili bljesak, indirektno svjetlo s nebeskog svoda osvjetljenim velikom količinom gradske svjetlosti s tla (Slika 17) te mnogobrojna svjetla s objekata.

Slika 16. Mliječni put vidljiv sa Zemlje [37]

Slika 17. Nebo osvjetljeno urbanim izvorom [38]

Slika 18. Prometnice noću [9]

Čovjek, biljke i životinje žive po dnevnom bioritmu što znači da organizam svoje funkcije dijeli na dnevne i noćne, a one su izuzetno važne za normalan rad organizma kao cjeline. Svaki poremećaj odnosa svjetla i mraka izaziva nepovoljne reakcije organizama, posebno ako su svjetlu izloženi u neiprimjereno vrijeme (osvjetljeno okruženje noću ili zamračeno danju) ili je izloženost dugoročna. Kod životinja je primjećena promjena u prehrani jer je potreba za hranom vezana za svjetli dio dana pa n oćna osvjetljenja ometaju taj ritam. Ljudski organizam pak neraskidivo veže svjetlo i mrak s proizvodnjom melatonina.[14] Iako kao osobe možda ne pridajemo važnost snu i odmoru, organizam osjeti promjene i s vremenom dolazi do poremećaja više njegovih funkcija koje onda indirektno štete općem zdravlju i ponašanju ljudi i njihovoj svakodnevnoj učinkovitosti. Osim toga, pokusi na hrčcima izloženima svjetlosti tijekom noćnih

[14] Melatotin, - hormon, luči ga epifiza a njime se uređuje ritam spavanja (odmor) i najveće aktivnosti organizma (prehrana, kretanje, pražnjenje), a luči se tijekom 12 noćnih sati. [39]

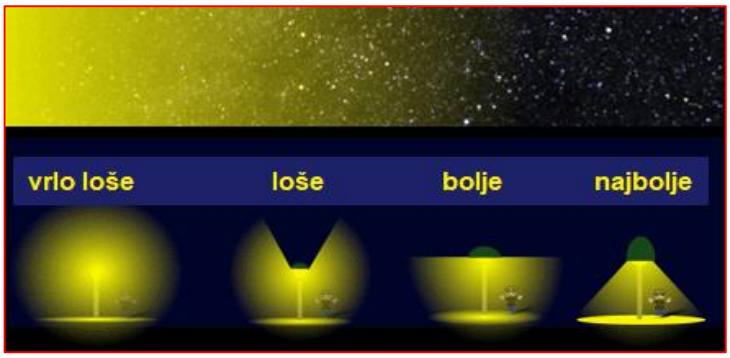
sati, otkrili su smanjenje sinapsi u mozgu, pojavu prepoznatu i kod depresivnih ljudi, kada su kao obuhvaćeni nekim mrtvilom, neaktivni. [40]

Slika 18. Osvjetljene biljke kad bi trebale mirovati [9]

Kod biljaka se također može poremetiti razvoj jer su vezane uz razdoblja svjetla u proljeće, u doba rasta i cvatnje, a mirovanja u jesen. Biljkama koje rastu uz jako osvjetljene prometnice (Slika 19) može se zbog takvih uvjeta promijeniti vrijeme sazrijevanja plodova, a ta se promjena onda reflektira i na ponašanje kukaca koji čine s određenim biljkama zajednicu. Svjetla gradova mogu zbuniti i ptice selice koje putuju noću jer su razvile sustave za orijentaciju putem udaljene blijede svjetlosti. Izraziti izvori gradskog svjetla zbunjuju ih i dovode do ponašanja kao noćnih leptira i mnogobrojnih uginuća. Morske kornjače pri izlasku na obalu radi polaganja jaja orijentiraju se svjetlošću oceana koji reflektira svjetlost s neba (mjesec i zvijezde) prema tamnome tlu. Mlade kornjače po izlegnuću ometene su osvjetljenjem priobalnih objekata (hoteli, kuće, prometnice) pa ne nalaze na vrijeme put do mora i ugibaju. [41]

Više od 90 % informacija koje vozač koristi vizualne su. Stoga su neoštećen vid, čistoća stakala na motornim vozilima i pojačana opreznost vrlo važne. No, koliko je noćna vožnja pod utjecajem raznih osvjetljenja opisanih u ovom podpoglavlju, govori podatak da se 73 % ispitanika žali na vizualnu nelagodu od nadolazećih prednjih svjetala motornih vozila. U nadolazeća svjetla može se uključiti i sva ostala na cestama s obzirom da su vozaču u kretanju ona također „nadolazeća“. Neka od njih mogu biti stalna, a neka se pojavljuju naglo. Kod promjenjive konfiguracje tla, tj. nagiba ceste, često se događa da obvezna spuštena svjetla imaju povišen pravac pa na vozače iz suprotnog smjera djeluju kao duga svjetla. Njihova kombinacija ima najgori utjecaj. Mokre ceste zbog vremenskih prilika (kiša, snijeg) dodatno utječu jer se svjetla okruženja odbijaju i pojačavaju ukupni utjecaj. To potvrđuje i statistika prometnih nesreća noću koje su brojnije od onih po danu. Poznato je da oku treba pola sata prilagodbe na osvjetljenja ako je bilo u mračnom okruženju. [40] Na cestama se ta dva uvjeta mogu izmjenjivati i time još više negativno utjecati. Osim toga, kad se oko fokusira na objekt u mraku, svaki izvor svjetlosti jači od toga onemogućuje jasno raspoznavanje ciljanog objekta. U takvim uvjetima, tijelo se napreže, potrebna je veća koncentracija pa to izaziva dodatni umor koji onda može utjecati na opće raspoloženje, a psihološkim putevima i na tjelesno stanje organizma, posebno kod profesionalnih vozača teretnih i putničkih vozila. Navedenome se dodaje i

povećana odgovornost za teret, a još više za živote putnika. Izvori umjetnog svjetla trebali bi biti pravilno usmjeravani već svojom konstrukcijom odnosno izradom (Slika 20).



Slika 19. Različiti smjerovi osvjetljenja i njihova ocjena [44]

Sve je više urbanih područja koja „ne spavaju“, odnosno, u kojima je noćna aktivnot skoro identična dnevnoj, a to znači da negativni učinci svjetla cestovnog prometa „rade prekovremeno“. Koliko je to područje potvrđuje i Slika 21., koja prikazuje vidljivost umjetno osvjetljenog tla iz svemira na cijelom području naseljenosti Zemlje.

Slika 20. Koncentracija umjetnog osvjetljenja na Zemlji [44]

5.1.4. Stradavanje životinja u cestovnom prometu

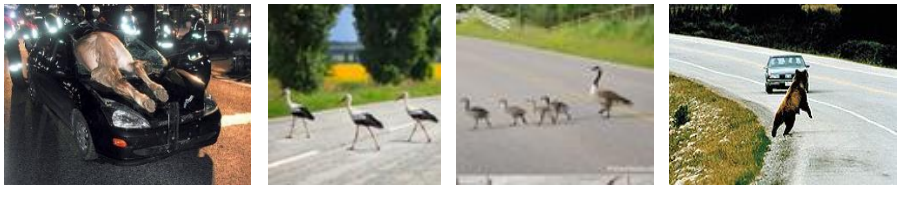
Osim što cestovni promet negativno utječe na životnjki ekosustav, posebno se istražuju nesreće u cestovnom prometu koje uključuju životinje. One mogu biti obostrano pogubne. U prometnim nesrećama te vrste evidentirane su različite jačine šteta na vozilima, ozljede vozača i putnika pa do smrtnih slučajeva zbog jačine naleta na životinju, zbog izbjegavanja sudara s njom ili se dogodi lančani sudar zbog nagloga kočenja. Ovdje je potrebno napomenuti da su stručne službe i organizacije svjesne manjkavosti podataka jer se određeni broj sudara sa životinjama niti ne prijavljuje, posebno ako je riječ o manjim životinjama i procjeni materijalne štete koju je vozač spreman zanemariti.

No, u najvećem broju slučajeva stradaju životinje i ta se pojava posebno istražuje. S jedne strane tom se problematikom bave tehničke znanosti kako bi se iznašla rješenja za smanjenje takvih

događaja postavljanjem zaštita uz ceste ili tzv. zelenih mostova, prijelaza ili prolaza za životinje kojima bi one izbjegle izlazak na vozne trakove, odnosno u područje prometnice (Slika 22). S druge strane, time se bave i institucije čiji opseg rada ili zanimanja pokriva životnjski svijet, zaštitu životinja, ekologiju i slično. Treća strana ove problematike pripada administrativnoj vlasti koja kroz zakonske propise obvezuje određene pravne ali i fizičke osobe na postupke kojima bi se trebao smanjiti broj prometnih nesreća i stradavanje životinja.

Slika 21.Primjeri prijelaza za životinje preko prometnica [9]

Jedan je takav dokument i *Pravilnik o prijelazima za divlje životinje* (NN 5/07), koji je početkom siječnja 2007. donijelo *Ministarstvo kulture*. Tim *Pravilnikom*, (*Čl.1, t.(1)*): „...propisuju se mjere zaštite, utvrđuju obveznici zaštite i način održavanja prijelaza za divlje životinje preko javnih cesta, drugih prometnica ili drugih građevina koje prelaze preko poznatih migracijskih putova divljih životinja...“ [45] Naime, izgradnja cesta rascjepkala je staništa životinja ali je isto tako razdvojila čopore, krda i druge vrste zajednica, a područje takvog učinka cesta može biti veliko. Na autocesti Rijeka – Zagreb, od 174 km, stanište medvjeda proteže se na 68,50 km. [46] Procjena iz 1996. godine kaže da u Europi oko pola milijuna prometnih nesreća izazovu divlji papkari, a od tog broja bilježi se oko 300 smrti i oko 30000 ozljeđenih. [47] Takvi i drugi slučajevi potvrđuju učestalost životinja na cesti i potrebu za brigom oko osiguranja i njih ali i prometne sigurnosti i posredno od truljenja lešina (Slika 23).



Slika 22. Životinje kao sudionici u cestovnom prometu [9]

S obzirom na raznolikost područja kojima se cestovne prometnice pružaju, vrste i načini stradavanja su različiti. Naime, osim autocesta gdje najčešće stradaju divlji kopitari i ostale vrste divljih životinja, ali i ptice različite veličine, stradavaju i domaće životinje i kućni ljubimci. [47]

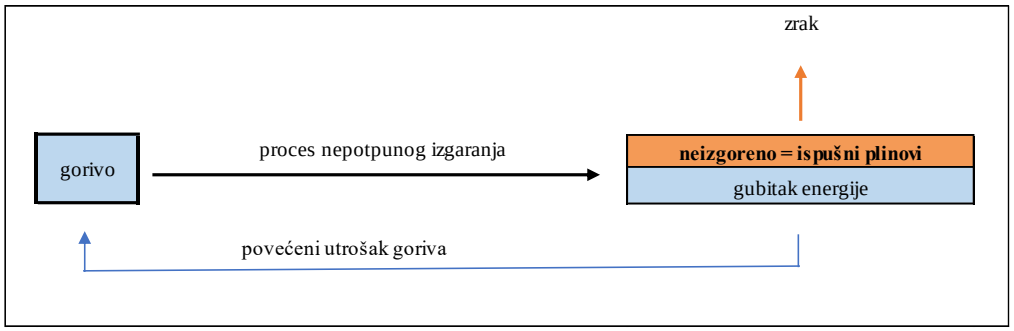
5.2. Ispušni plinovi cestovnih vozila

Ukupno gledajući sve prirodne procese kao dio jedinstvenog sustava, oni neminovno rezultiraju i nepoželjnim sastojcima koji negativno utječu na čovjeka i okoliš, kao što su erupcije vulkana, prašina nanesena vjetrom, raspršena morska sol i emisija hlapivih organskih spojeva iz biljaka. Oni se smatraju primarnim izvorima onečišćenja. Osim tog, prirodnog izvora onečišćenja zraka postoje i oni antropogeni kojima je izvor čovjek svojim djelovanjem, a u koje se ubrajaju postupci obrade otpada, poljoprivreda, industrijski procesi i uporaba otapala (kemijska i mineralna industrija), ali najveći udio svakako ima izgaranje fosilnih goriva za proizvodnju električne energije, promet, industriju i kućanstva. Pri tome određeni spojevi reagiraju sa sastojcima zraka zbog čega se stvaraju novi spojevi. Njih se smatra sekundarnim onečišćivačima zraka. [16]

Pogonski sustav cestovnih vozila koja su predmet ovog rada, motori su s unutrašnjim izgaranjem, a smatra se da oni imaju čak 80 % udjela u ukupnom onečišćenju okoliša. [36]

Motori s unutrašnjim izgaranjem su oni kod kojih gorivo izgara u radnom prostoru, a koji ujedno služi i za pretvaranje kemijske energije goriva u toplinsku energiju, a potom iz toplinske energije u mehanički rad negativnim utjecajem izvan njih. [48]

Ispušni plinovi rezultat su izgaranja u motoru vozila. „Izgaranje je kemijski proces kod kojeg dolazi do oksidacije gorivih sastojaka nekog goriva. Kemijske reakcije, a posebno izgaranja uvijek su vezana s energijskom pretvorbom. U gorivu vezana kemijska energija oksidacijom pretvara se u toplinsku energiju, iz koje se dalje pokriva potreba recimo za mehaničkom ili električnom energijom. Sudionici reakcije su gorivo i zrak potreban za izgaranje, dok su reakcijski produkti dimni plinovi i pepeo. Izgaranje se naziva potpunim ako svi izgorivi sastojci iz goriva potpuno oksidiraju u svoje konačne produkte, obratno se naziva nepotpunim izgaranjem.“ [48] Pojednostavljen proces prikazan je na slici 24.



Slika 23.Shematski prikaz izgaranja motornog vozila [21]

Najvažniji kemijski elementi goriva su ugljik (C) i vodik (H), a kisik (O_2) služi za izgaranje. U tom procesu potrebno je 14,7 kg zraka za izgaranje 1 kg goriva [21], odnosno za 1 litru goriva[15] troši se 11,03 kg zraka.

Kako proces izgaranja kod motora s unutrašnjim izgaranje nije kontinuiran, gotovo nikad nema potpunog izgaranja. Zbog toga neizgoreni nusprodukti odlaze u atmosferu, onečišćuju zrak, tj. štete okolišu i čovjekovom zdravlju. Osim toga, zbog navedene pojave nepovratno se gubi dio energije, što rezultira povećanom potrošnjom goriva pa se proces zagađenja time povećava. [21] Kemijski sastav ispušnih plinova i njihovu podjelu po kriteriju škodljivosti prikazuje tablica 3 u nastavku teksta.

Tablica 3. Kemijski sastav ispušnih plinova [21]

Kemijski sastav ispušnih plinova			
Neškodljivi		**Škodljivi**	
Naziv	**Znak**	**Znak**	**Naziv**
dušik	N_2	CO	ugljik (II) oksid
vodena para	H_2O	CH	ugljikovodici
kisik	O_2	SO_2	sumpor (IV) oksid
		NO_x	dušični oksidi
		Pb +	olovo i njegovi spojevi
		-	čađa i dim

[15] Okvirno uzevši benzin i dizel goriva po jednoj litri teže oko 750g.

Dio stručne literature smatra da bi se emisije štetnih plinova iz motornih vozila najdjelotvornije mogle kontrolirati kad bi se o tome vodilo računa već kod projektiranju motornih vozila. S ugrađenim naprednim kontrolama emisija ispušnih plinova u usporedbi s nekontroliranom emisijom, moglo bi se ugljikovodika i ugljičnog monoksida smanjiti za više od 95 %, a emisija dušikovih oksida za 80 % ili više. [49]

Odnos količine proizvodnje cestovnih motornih vozila i smanjenja emisije stakleničkih plinova vezanih uz promet, za sada je samo prividan, što potvrđuje i *Izvješće o prometu i okolišu Europske agencije za okoliš*. Naime, novi automobili u 2010. godini za oko petinu su učinkovitiji nego oni iz 2000. godine. No, ovi relativno skromni pozitivni pomaci često su nadmašeni porastom potražnje, čak iako je recesija usporila aktivnost u nekim područjima. Između 1990. i 2009. godine potražnja za prijevozom je porasla za oko trećine, što je dovelo do 27 %-tnog povećanja emisije stakleničkih plinova vezanih uz promet u istom razdoblju. [34]

Najočitiji učinci ispušnih plinova su [6, 16, 50]]:

Ugljik (II) oksid (CO) - CO je otrovan plin s velikom sklonošću vezivanja na hemoglobin u krvi. Kemijskom reakcijom nastaje karboksihemoglobin koji izaziva sljedeće reakcije:

- 1 % ljudi - nakon nekoliko udisaja pada u nesvijest
- 0,5 % ljudi - blaže trovanje i glavobolja
- 0,1 % ljudi - otežano disanje
- 0,0016 % - bezopasna koncentracija

Ugljikovodici (CH) - uzrokuju nastajanje smoga, djeluju na središnji živčani sustav i imaju narkotično djelovanje

Dušični oksidi (NOx) – toksičnost

Olovo (Pb) i njegovi spojevi

- onečišćuju okoliš
- stvaraju kisele kiše kad u kontaktu s vodom nastaje sulfatna kiselina
- uzrokuju koroziju

Dim – na dim se vežu toksične tvari (kancerogene)

Čađa – čestice ugljika, djeluju na respiratorne organe

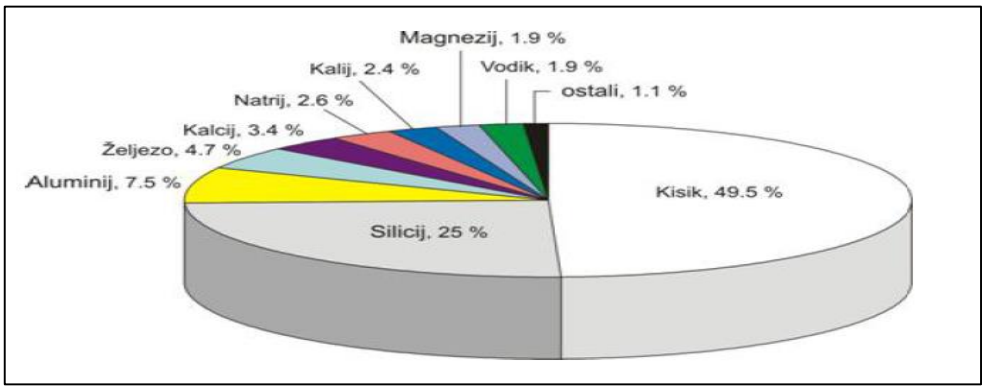
Neka istraživanja povezuju zemljopisnu lokaciju, vrstu goriva kao izvor zagađenja i samog zagađivača [49] kako prikazuje tablica 4.

Tablica 4.Izvor i zagađivač prema zemljopisnoj lokaciji [49]

Lokacije i zagađivači iz goriva motornih vozila		
Lokacija	**Izvor**	**Zagađivač**
većina gradova	benzin	olovni aerosol, ugljični monoksid (CO),
	dizel	čestice (PM)
Azija, Afrika, dio Latinske Amerike	mješavina (benzin + 3% ulja) za dvotaktne motore i	čestice (PM)
gotovo svaki grad	benzinski motori i njihov sustav opskrbe	hlapivi organski spojevi (VOC), svaki spoj s ugljikom (C) kod brtvi, otapala i dr.
većina gradova	dizel	NO_x glavni izvori toksičnih zagađenja, najvažniji izvor izloženosti javnosti na takve kontaminante

5.3. Metali

Većina danas poznatih kemijskih elemenata su metali, a njihova je zastupljenost u Zemljinoj kori oko 25 %, kako prikazuje slika 25. [51]



Slika 24.Zastupljenost kemijskih elemenata u Zemljinoj kori [53]

Posebnu ulogu imaju teški metali (gustoće veće od 5 g/cm³). Svi živi organizmi imaju ih u svom sastavu, a nalaze se i u okolišu. No, njihova povišena koncentracija može dovesti do poremećaja i toksičkih učinaka s različitim posljedicama. Ljudskom su organizmu esencijalni željezo (Fe), kobalt (Co), bakar (Cu), cink (Zn) i mangan (Mn), dok prisustvo olova (Pb), kadmija (Cd) i žive (Hg) može uzrokovati oštećenje zdravlja. Okoliš je onečišćen olovom, cinkom, kadmijem, kromom, bakrom, vanadijem, niklom, manganom, željezom, molibdenom, arsenom i živom, a

njihov je izvor osim metalske industrije i promet. [52] Kako se ti metali neograničeno nakupljaju u organizmu, tj. biljnom tkivu, opasni su posebno na zagađenim staništima i pri uzgoju biljaka koje imaju visoki afinitet prema tim elementima. Jedne od njih su upravo povrće, sastavni dio čovjekove prehrane. [53]

Put teških metala u principu ide preko tla gdje dospijeva odljevom (oborine) ili odnošenjem sa cesta (vjetar) i drugih objekata cestovne infrastrukture i motornih vozila u kretanju i mirovanju (divlja odlagališta otpada motornih vozila, ostavljena vozila uz stambene objekte, mehaničke radionice u blizini zelenog pojasa i drugo).

No, teški metali ujedno djeluju vrlo nepovoljno na živi svijet tla, kao što su mikroorganizmi i podzemni životinjski svijet. Uništavajući korisne mikroorganizme izazivaju sterilizaciju tla. Uništenjem živog svijeta dolazi do pogoršanja hidrofizikalnih karakteristika tla, kao što su kvarenje strukture, pogoršanje vodopropusnosti, zbijenost i dr. Krajnja posljedica je dobivanje nekvalitetne hrane i smanjenje prinosa poljoprivrednih kultura. No, tlo hrani i životinjski svijet, a dijelom njega čovjek se hrani pa se ciklus zagađenja zatvara za sve sudionike, biljnu, životinjsku i ljudsku zajednicu. [54]

Povišena koncentracija teških metala može biti uzrok nastanka autoimunih oboljenja, pri čemu se stvaraju protutijela usmjerena protiv vlastitih organa. Najčešći primjeri su različite vrste alergija, bolovi u mišićima i česte prehlade koje ruše imunitet pa se tako utjecaj teških metala širi na cijeli organizam. [53]

5.4. Buka

Buku je potrebno dvostruko promatrati. Jedno je njena kvalifikacija kao fizikalne veličine, a drugo je psihološki osjećaj. Tako *Hrvatska enciklopedija* iznosi definiciju buke kao „...vrlo glasni, čovjeku neugodni, čak i bolni zvukovi. Osnovne značajke buke sadržane su u njezinu intenzitetu, ali i u njezinoj kakvoći (dodatni šumovi), visini, trajanju, isprekidanosti ili kontinuiranosti. Stupanj smetanja ovisi o psihološkim čimbenicima (o vrsti zvučnih informacija, očekivanju ili nenadanosti i dr.).“ [55] Čovjek se navikne na buku ako je ona neizbježna, međutim, to ne otklanja posljedice buke na zdravlje čovjeka i stanje okoliša.

Fizikalno, buka je zvuk, mehanički val frekvencija od 16 Hz do 20 kHz, to jest u rasponu u kojem ga čuje ljudsko uho, ali o njenoj jačini ovisi osjetljivost živih organizama na nju. U komunikacijskom smislu, ona je svaki zvuk koji ometa poruku, a poruka je onaj dio zvuka koji nosi informaciju, ono što slušatelj očekuje dobiti od govornika. Pri tome buka ne mora biti jačeg intenziteta od glasa govornika, no može, posebno ako je dugotrajna, izazvati smetnje, prije

svega u raspoloženju i ponašanju slušatelja, ali i govornika. Na takve situacije ljudi obraćaju pozornost vrlo kratko iako može ostaviti posljedice kojima naknadno neće prepoznati uzrok.
Jačina zvuka mjeri se u decibelima (dB), a njen osjet u ljudskom uhu kao subjektivna veličina kojom se opisuje fiziološki osjet zvuka naziva se glasnoća i mjeri se u fonima,[16] a ovisi i o frekvenciji i o jačini zvuka. [56] Primjeri razine glasnoće različitih zvukova dani su u tablici 5:

Tablica 5. Primjeri razine glasnoće [56]

Vrsta zvuka	**Razina glasnoće [fon]**
prag osjeta	0
šaptanje	20
tiha glazba	40
bučan govor	60
prometna ulica	80
prolazak brzog vlaka	100
motor zrakoplova	120
prag bola	130

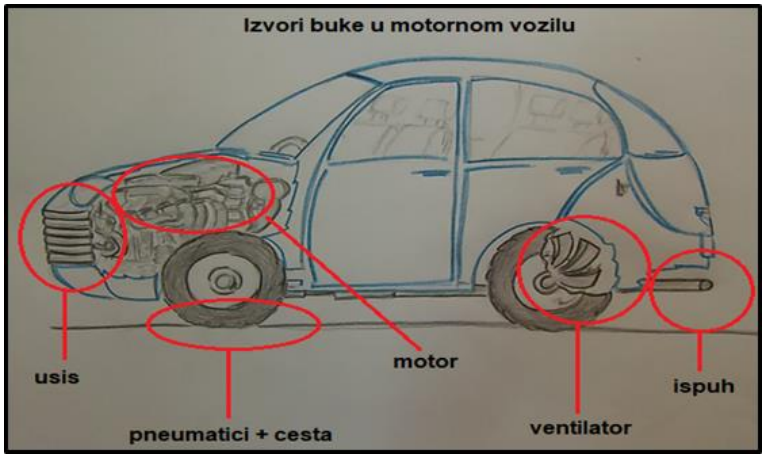
Osnovna negativnost buke njena je kontinuiranost u okruženju čovjeka, a najbliže i najjače djeluju upravo prometni tokovi.
Buka se smatra onečišćivačem okoliša, pa se propisuju maksimalno dopuštene granice, izražene u decibelima (dB). Postoje vrlo restriktivni hrvatski i europski propisi za buku koju u naseljenim područjima stvaraju industrijska postrojenja i prometna sredstva. Standardi maksimalno dopuštene buke, koje propisuje Europska unija, posebno su restriktivni prema motorima s unutrašnjim izgaranjem za automobile i zrakoplove. [57]
Čimbenici koji djeluju na razinu buke u okolini prometnica mogu biti različitih vidova:

- urbanistički – prostorna orijentacija objekata
- građevinski – položaj prometnice, kvaliteta pokrova kolnika, zastori protiv buke i sl.
- tehnički – motorno vozilo kao izvor buke
- prometni – gustoća, brzina i struktura prometnog toka
- psihološki – subjektivni osjet buke, osjetljivost na buku. [57]

[16] Razina glasnoće izražena u fonima dogovorno je jednaka razini jakosti u decibelima za zvuk frekvencije od 1000 Hz u cijelom području od granice čujnosti do granice bola. [56]

Izvori buke u cestovnim motornim vozilima su (Slika 26):

- motor – vibracije od rada klipova
- usisni sustav – otvaranje i zatvaranje usisnih ventila
- ispušni sustav – otvaranje ispušnog ventila i naglo otpuštanje plina u sustav
- ventilator – stvara širokopojasnu buku
- pneumatici – dodir s kolnikom, ovisi o pokrovu kolnika, konstrukciji pneumatika i brzini vožnje. [57]



Slika 25. Izvori buke u motornom vozilu

Najizrazitiji je utjecaj buke na čovjekovo zdravlje, a neka mjerenja potvrđuju njen utjecaj i na životinjski i biljni svijet. Kod čovjeka buka od 50 dB prekida san, od 60 dB izaziva slabije psihološke učinke, ubrzani rad srca, znojenje, depresije, bronhitis i dr., a kod 90 dB primjetan je porast krvnog pritiska i druge vaskularne smetnje. Buka jakog cestovnog prometa od 80 dB smatra se granicom kad buka pogađa izravno organ sluha, a povećava rizik od srčanog udara za dva do tri puta. Čovjekov osjet boli pojavljuje se u rasponu od 120 do 140 dB, kako kod kojih autora. [58]

Učinci buke utjecali su i na zakonodavstvo ali i na tijela međunarodnih organizacija pa postoji izuzetno mnogo dokumenata koji ju tretiraju na nacionalnim, regionalnim i svjetskim razinama, kako vladinih tako i nevladinih organizacija. U Republici Hrvatskoj na snazi je *Zakon o zaštiti od buke* iz 2016. godine. [58]

5.5. Vibracije

Vibracija je čista mehanička pojava. Kad se neko tijelo (bilo koje veličine) odmakne iz ravotežnog položaja (mirovanja) i otkloni se maksimalno pa se istim putem vrati do ravnotežnog položaja, napravilo je jedan njihaj. Zbog inercije tijelo se nakon povratka u ravnotežni položaj nastavlja kretati do maksimalnog otklona nasuprot prethodnoj najudaljenijoj točki pomaka od ravnotežnog položaja. Tijelo je time napravilo novi njihaj ali na suprotnu stranu. Te dvije akcije zajedno zovu se jedan titraj. Kad se ta akcija ponavlja, tijelo titra ili vibrira. Vibriraju i najmanje, subatomske čestice i najveća svemirska tijela. Makimalni otklon ili amplituda može biti različite veličine, a valna duljina (put od kretanja iz mirovanja do ponovnog vraćanja nakon titraja može biti vrlo kratak pa do izuzetno velikih duljina. Broj titraja u sekundi poznat je kao frekvencija i označava mjernom jedinicom – herc (Hz).

Vibracija može biti jako korisna (struja u kućanstvima ima frekvenciju od 50 Hz), međutim kad bi čovjeka netko protresao na opisan način (glavu) uopće mu ne bi godilo. Niti je poželjno tijelom isprobavati što to znači 50 Hz struje iz zida. Kad tijelo vibrira u zraku kao mediju, energija se (dijelovi rijeđeg i gušćeg zraka, različitih tlakova) mehanički prenosi od tijela koje titra i sudara se s energijama drugih tijela, prema tome koliko su njihove vibracije jake. Ako ta dva tijela sudare svoje energije, a istih su frekvencija, energija se zbraja, a pojava se zove rezonancija i može biti vlo ugodna i vrlo štetna.

Ljudsko tijelo nema poseban organ za primanje i prepoznavanje vibracija već skuplja informacije preko živčanih stanica (receptora) u abdomenu, kostima, mišićima, kožom i djelomično vestibularnim dijelom uha, a sve to obrađuje u mozgu. Ljudsko tijelo može percipirati i apsorbirati frekvencije od 1 do 1000 Hz, ali se razlikuje prema položaju tijela. Ako frekvencije zvuka podijelimo samo na niske i visoke, može se reći da ljudsko tijelo niske frekvencije osjeća pretežno u području abdomena, a visoke će osjetiti u uhu.[17] Ta osjetljivost organizma može usmjeravati na moguće teškoće u predjelu organa sluha ako je izloženost visokim frekvencijama velika ili dugotrajna.

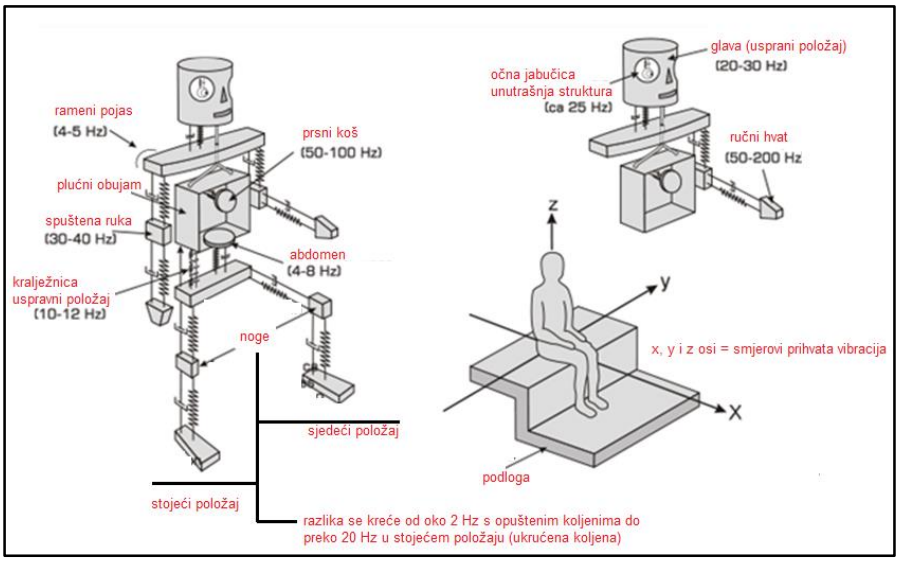
Potrebno je reći da je vibracija u direktnoj vezi sa zvukom, a odatle i s bukom. No, za razliku od buke, čovjek je na vibracije drugačije osjetljiv. Uopćeno uzevši tijelo najviše reagira na vibracije manje od 20 Hz što može uzrokovati neželjene učinke, od smanjene ugode i iritacije do ozbiljnih lokomotornih, vaskularnih, probavnih i neuroloških poremećaja, a ovisno o intenzitetu, duljini trajanja, mjestu i smjeru djelovanja vibracije. [59]

[17] Tvrdnja se može provjeriti ako stanemo pred ogroman zvučnik kroz koji se pušta izdvojen zvuk bubnjeva (niske frekvencije) i violine (visoke frekvencije) ili glazba u kojoj pretežu ti instrumenti.

Cestovna motorna vozila izraziti su izvor vibracija s djelovanjem prije svega na ljudski organizam, na putnike u vozilu.

Dopuštena izloženost čovjeka vibracijama regulirana je *Međunarodnim ISO normama* (*International Organisation for Standardisation*), a prema njima trebalo bi normirati vibracije u rasponu od 1 do 100 Hz. [59] Prekoračenje navedenih vrijednosti izazviva fizički i psihički zamor, umanjuje radnu sposobnost i stvara posebnu opasnost od pojave vibracijske bolesti[18].

Vozači u motornim vozilima mogu biti izloženi zvuku i vibracijama koje mogu postati štetne. Stoga je izuzetno važno pratiti ih, mjeriti i analizirati. Razvijeni su modeli za zaštitu od te vrste vibracija i normirani za ljude, bez obzira što norme *ISO 2631-1* i *ISO 2631-5* uključuju cijelo tijelo iako dominiraju vibracije sjedala. Slika 27 shematski prikazuje koje raspone frekvencija može apsorbirati ljudsko tijelo u sjedećem položaju. [61]



Slika 26. Prikaz apsorpcije vibracija pojedinih dijelova tijela [prema 61]

Vibracije niskog intenziteta kroz dulje vrijeme iritiraju i dosađuju izloženim osobama te dalje često vode do povećanog krvnog tlaka i drugih simptoma povezanih sa stresom.

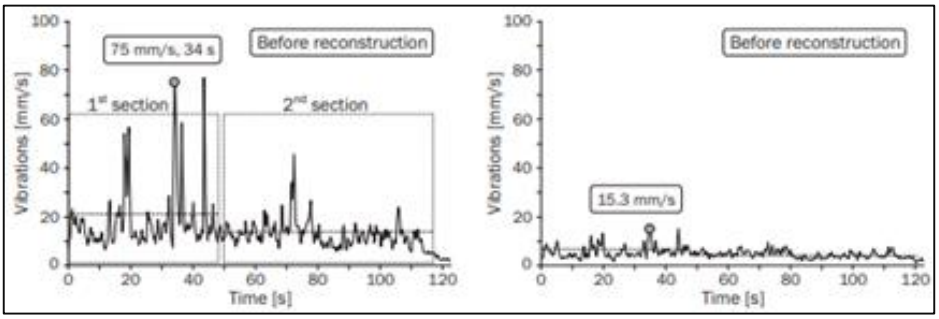
U istraživanju provedenom na 20 ispitanika (stadimetry, MRI i CT) koji su 15 godina profesionalno vozili strojeve za zemljane radove i koji su zbog bolova u donjem dijelu leđa

[18] Vibracijski sindrom ili vibracijska bolest - bolest uzrokovana dugotrajnim djelovanjem grubih mehaničkih vibracija na čovječji organizam, npr. na ruke radnika koji pretežito rade pneumatskim čekićem, ili sjekača motornom pilom. Počinje kao Raynaudov sindrom, oštećenjem malih krvnih žila, a ako se utjecaj vibracija nastavi, postupno se razvijaju ograničenja kretnji u zglobovima šaka, laktovima i ramenima, što može prouzročiti trajnu invalidnost različita stupnja. Uznapredovala vibracijska bolest u određenim se okolnostima smatra profesionalnom bolešću (npr. »bolest pneumatskog čekića«). [60]

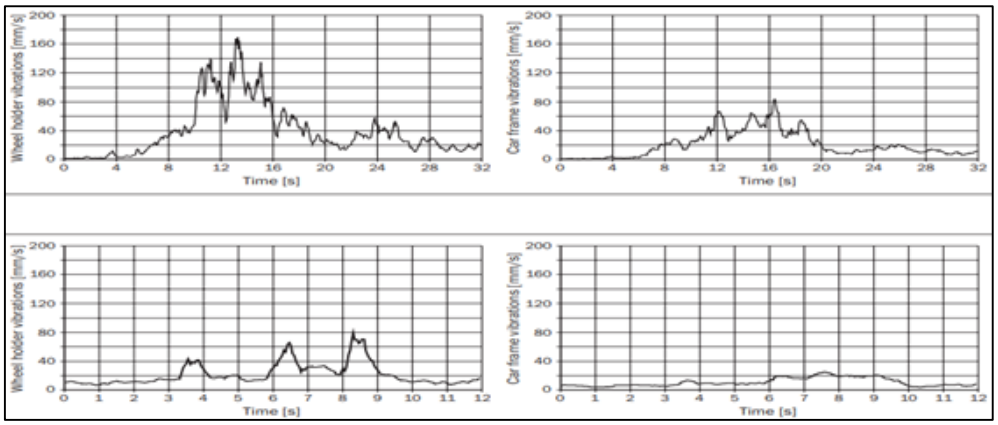
otišli u prijevremenu mirovinu, nije pronađena značajna promjena na lumbalnim diskovima u odnosu na prosječnu populaciju. [59]

Značajnije vibracije uzrokuju teška cestovna vozila kao što su autobusi i kamioni. Vibracije uzrokovane prometom su niskofrekvencijski poremećaji nastali uslijed djelovanja dinamičkih i oscilatornih sila kotača. Poremećaji se šire kroz tlo u svim pravcima, prolaze kroz temelje građevina i izazivaju vibracije koje mogu nepovoljno djelovati na zgrade, ljude ili osjetljivu opremu. Vibracije uzrokovane prometom rijetko mogu izazvati plastična oštećenja kod starih građevina, ali njihov utjecaj na ljude u gradovima može biti neugodan. Postoji više zemalja u kojima se razina dopuštenih vibracija uzrokovanih prometom definira odgovarajućim propisima. [62]

Kako izgleda odnos vibracija na cesti prije i nakon popravka pokrova ceste pokazuju grafikoni temeljem mjerenja dviju lokacija u Zagrebu, Zagrebačke avenije te križanja Savske ceste i Vukovarske ulice. Razvidan je mogući utjecaj, odnosno koliki je izvor vibracija oštećen, odnosno dotrajao pokrov ceste. Na slikama 28 i 29 vidljive su vibracije automobila [63], a ispitivanja na poluosovinama motornih vozila iskazuju još veće vibracije.



Slika 27. Izmjera vibracija na Zagrebačkoj aveniji (lijevo: prije rekonstrukcije, desno: nakon rekonstrukcije) [63]



Slika 28. Izmjera vibracija na križanju Savska - Vukovarska (gore: Savska c., dole: Vukovarska ul.; lijevo: prije rekonstrukcije, desno: nakon rekonstrukcije) [63]

Zbog rada pogonskog motora, sustava transmisije u motornim vozilima, nepravilnog oblika kotača, pomicanja tereta i strujanja zraka oko karoserije vozila, cijeli automobil oscilira ne samo akustički već i mehanički. Tako generirane vibracije prenose se prije svega na putnike, a onda i na okoliš. Prijenos navedenih vibracija na tijelo čovjeka znači utjecaj vibracija na organe tijela, a vrlo nepovoljan je utjecaj moguća rezonanca u tim trenucima, odnosno vibracije s velikim amplitudama. Te situacije izazivaju psihofizičko naprezanje čovjeka u motornom vozilu što dovodi do ubrzanog zamaranja, a dulja izloženost dovodi i do trajnih promjena i oštećenja u pojedinim organima i tkivima što narušava ljudsko zdravlje, a može izazvati i invaliditet. [21] Opisane vibracije štetno djeluju i na biljni i na životinjski svijet, međutim te pojave nisu dovoljno istražene da bi bile relevantno prikazane u ovom završnom radu. Utjecaj na mehaničke i građevinske konstrukcije primjetljiv je kao zamor materijala i lomovi dijelova vozila. Posljedično tome uništavaju se ceste i objekti.

5.6. Cestovno motorno vozilo kao otpad

Svako motorno vozilo ima vijek trajanja. Kad on istekne, postupci s vozilima su vrlo različiti (Slika 30):

- prodaju se pojedinačni dijelovi kao rezervni
- završe u prirodi bez nadzora, na divljim deponijama, gdje se polako raspadaju, a svaka vrsta materijala korištena za njegovu proizvodnju (tekućine u vozilu, metali, plastika, tkanine, staklo, veziva) štetno djeluje na prirodu
- završe u odlagalištu koja posebnim postupcima razlažu vozilo; neki dijelovi se izdvajaju za predaju kao rezervni dijelovi, neki za buduću reciklažu, ponovno korištenje kao sekundarne sirovine, a ostatak odlazi posebnim tvrtkama radi odlagaganja. [64]

Slika 29. Primjeri postupaka s automobilskim otpadom [9]

Smatra se da je dobrom organizacijom moguće ponovo koristiti do 85 % vozila. U bilo kojem slučaju i usprkos kvalitetnim tehnologijama i postupcima koje propisuje *Fond za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost* i *Pravilnik o gospodarenju otpadnim vozilima*, dio mortornog vozila završi na odlagalištu koja djelomično štete prirodi [64]

No, ovdje je potrebno spomenuti onaj, na prvi pogled neuočljiv element, a to su tekućine u automobilu. Njih je vrlo teško odstraniti bez ostataka, a ako se vozilo ne tretira ispravnim postupkom, sve su tekućine opasne za okoliš i čovjeka, posebno ako meteorološke prilike tome doprinose. Dio tekućina hlapi i tako odlazi u zrak i dolazi u doticaj s okolišem i čovjekom. Dio tekućina iscuri ili iskapa u tlo. Vrućine će dovesti do kemijskih reakcija i stvoriti nove spojeve, a kiše spuštaju jedan dio na biljni pokrov i tlo.

6. ZAKLJUČAK

Cestovni promet kao cjelina koju čine ceste, motorna vozila i prometni tok prevladava tržištem prijevoza putnika i tereta u svijetu, a također je nerazdvojivi dio aktivnog privatnog života ljudi. Pozitivno utječe na političke, gospodarstvene, financijske, kulturne i druge djelatnosti čovjeka. Doprinosi mješanju naroda i osobnoj komunikaciji te širenju kulturne raznolikosti.

Zbog navedenih korisnosti te niskog početnog troška izgradnje cesta i proizvodnje motornih vozila, mogućnosti cestogradnje na izuzetno teškim terenima i nepristupačnim područjima i različitim klimatskim uvjetima, a u odnosu na druge vrste transporta na kopnu, vodama i u zraku, njihov razvoj i širenje samo se može povećavati.

No, negativni učinci cestovnog prometa i posebno motornih vozila s unutrašnjim izgaranjem, odnosno pogona na fosilna goriva, a kako je obrađeno u radu, danas skoro pa zasjenjuju ugroze kao što su nuklearne elektrane, deforestizacija šuma radi prenamjene tla i ratovi. Podaci i statistike sa svih razina nepobitne su i potrebno ih je shvatiti kao upozorenje.

Naime, čovjek je stvoritelj svoje stvarnosti i navedeno ide samo njemu na teret.

Ako se čovjek prisjeti da nije vlasnik prirode već samo njen korisnik, lako je osvijestiti i činjenicu da čovjek bez prirode ne može preživjeti, ali priroda bez čovjeka može. O čovjeku, dakle, ovisi kako, od čega i u kojim će uvjetima živjeti jer ima na raspolaganju i znanje i tehnologiju za primjenu mjera protiv onečišćenja okoliša, odnosno njegovo očuvanje i razvoj.

Mogućnosti su jasno prepoznatljive: nove tehnologije u dijelu samih cestovnih vozila (konstrukcija i vrsta pogonskog goriva), primjena arhitektonskih rješenja prometnica (pri izgradnji i adaptaciji radi zaštite od negativnih čimbenika na čovjeka i okoliš), administrativne mjere (za smanjenje negativnih učinaka i kao poticaj prema boljim rješenjima) te aktivnosti na masovnom osvješćivanju ljudi o potrebi očuvanja okliša.

Glede novih naraštaja i budućnosti čovjeka i okliša, velike mogućnosti može pružiti proaktivni odgoj i obrazovanje od najranije životne dobi. Time bi se prije svega razvijala svijest o načinu života s okolišem i stvarala podloga za ugradnju te svijesti u ponašanje koje se u odrasloj životnoj dobi može oduprijeti svim izazovima tehnologija blagodati na štetu okoliša, zajednice o kojoj čovjek ovisi, posebno kad to ne bi bilo samo u smislu tehničkih znanosti i znanstvenih disciplina u službi praćenja stanja okoliša, istraživanja i pronalaženja rješenja za optimizaciju sustava već i kao društvena znanost, psihologija ponašanja i poštovanja raznolikosti u okolišu, životnoj zajednici čiji je čovjek vrlo utjecajan sudionik.

LITERATURA

1. http://hjp.znanje.hr/index.php?show=search, (promet), pristupljeno 22 4. 2018.
2. http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=50633 (promet), pristupljeno 22 4. 2018.
3. http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=50633 (cestovni promet), pristupljeno 22 4. 2018
4. http://hjp.znanje.hr/index.php?show=search, (cesta), pristupljeno 22 4. 2018.
5. Gecan M.: „Cestovna vozila“, Željeznička tehnička škola Moravice, http://ss-zeljeznickatehnicka-moravice.skole.hr/upload/ss-zeljeznickatehnicka-moravice/newsattach/164/Cestovna%20vozila.pdf, pristupljeno 26. 4. 2018.
6. Baričević H., Vilke S.: „Urbani promet i okoliš“, predavanje, www.pfri.uniri.hr/~svilke/pdf/, pristupljeno 26. 4. 2018.
7. https://hr.wikipedia.org/wiki/Automobil, (automobil), pristupljeno 23. 4. 2018.
8. Abrams S.: „The Unseen History of Our Roads“, članak, https://www.roadandtrack.com/car-culture/a4447/the-road-ahead-road-evolution/, pristupljeno 24. 4. 2018.
9. https://www.google.hr/search, (slike cesta kroz povijest), pristupljeno 4. 5. 2018.
10. http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=59134, (Svjetska zdravstvena organizacija), 23. 4. 2018.
11. WHO: definicija zdravlja: http://www.who.int/about/mission/en/, početna stranica, pristupljeno 21. 4. 2018.
12. https://hr.wikipedia.org/wiki/, (čovjek, mentalno zdravlje, socijalno zdravlje, emocionalno zdravlje, duhovno zdravlje i psihologija), pristupljeno 25. 4. 2018.
13. Dedić A.: „Emocionalna inteligencija – što je to i zašto je važna“, https://www.krenizdravo.rtl.hr/psihologija_p/emocionalna-inteligencija-sto-je-to-i-zasto-je-vazna, pristupljeno 25. 4. 2018.
14. https://www.krenizdravo.rtl.hr/o-nama, pristupljeno 25. 4. 2018.
15. https://bs.wikipedia.org/wiki/Zrak, (zrak), pristupljeno 25. 4. 2018.
16. „Health impacts of air pollution“, (2014.), članak, https://www.eea.europa.eu/signals/signals-2013/infographics/health-impacts-of-air-pollution/view#tab-based-on-data, pristupljeno 27. 4. 2018.
17. Zakon o zaštiti okoliša, pročišćeni tekst, NN 80/13, 153/13, 78/15, 12/18, https://www.zakon.hr/z/194/Zakon-o-za%C5%A1titi-okoli%C5%A1a, pristupljeno 24. 4. 2018.

18. http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=67790, (životni prostor), pristupljeno 24. 4. 2018.
19. http://hjp.znanje.hr/index.php?show=search_by_id&id=f19jXBd1 (uništiti), pristupljeno 24. 4. 2018.
20. http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=24049 (Ernst Haeckel), pristupljeno 24. 4. 2018.
21. Golubić J.: „Promet i okoliš“, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, (1999.), ISBN 953 – 6221 – 3, 20. 4. 2018.
22. EUR-Lex, Access to European Union Law, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/, pristupljeno 23. 4. 2018.
23. „Zakon o održivom gospodarenju otpadom“, NN 94/2013, https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_07_94_2123.html, pristupljeno 24. 4. 2018.
24. „Okvirna direktiva o otpadu 75/442/EEZ“, (1975.) http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/hr/displayFtu.html?ftuId=FTU_2.5.6.html, pritupljeno 20. 4. 2018.
25. „Konvencija o kontroli prekograničnog prometa opasnim otpadom i njegovom odlaganju“, http://www.greenhome.co.me/fajlovi/greenhome/attach_fajlovi/lat/projekti/zeleni-resursni-centar/2011/10/pdf/Bazelska_Konvencija_o_nadzoru_prekograncnog_prometa_opasnog_otpada.pdf, pritupljeno 20. 4. 2018.
26. http://www.enciklopedija.hr /natuknica. aspx?id=6410, (Baselska konvencija)
27. „Pravilnik o gospodarenju otpadnim gumama“, NN 40/06, 31/09, 156/09, 111/11, 86/13, 40/15 i 113/16, https://www.propisi.hr/index.php?page=g_law&g_id=66, pristupljeno 25. 4. 2018.
28. Fond za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost, Posebne kategorije otpada, http://www.fzoeu.hr/hr/gospodarenjeotpadom/posebne.kategorije.otpada/otpadnegume/, pristupljeno 25. 4. 2018.
29. Ekovjesnik: „Vertikalna šuma kao projekt socijalne stanogradnje u Eindhovenu“, (17 .1 2018.), članak, https://www.ekovjesnik.hr/clanak/359/vertikalna-suma-kao-projekt-socijalne -stanogradnje-u-, 25. 4. 2018.
30. Cindori Kovačević M.: „Ceste - gornji i donji ustroj“, skripta, odobrenje Agencije za strukovno obrazovanje i obrazovanje odraslih, klasa UP/I-602-03/13-08/1, ur. broj. 332-02-02/2-13-3 od 9. 5. 2013., http://ss-graditeljsk8.a-zg.skole.hr/upload/ss-graditeljska-zg/images /static3/2021 /File/CESTE_2_RAZ.pdf, pristupljeno 26. 4. 2018.

31. „Osnove prometne infrastrukture“, http://e-student.fpz.hr/Predmeti/O/Osnove_prometne_infrastrukture_(1)/Materijali/3_Osnove_infrastrukture_cestovnog_prometa.pdf, pristupljeno 26. 4. 2018.
32. Androić I., „Starenje vrućih asfaltnih mješavina“, Građevinar 6/2016, DOI: 10.14256/JCE.1420.2015, https://hrcak.srce.hr/file/238519, pristupljeno 22. 4. 2018.
33. U Majić I.: „Detekcija urbane vegetacije snimanjem georeferenciranog videozapisa modificiranom GoPro kamerom“, istraživanje, Geodetski fakultet Zagreb, (2016.), https://bib.irb .hr/datoteka/820725.rad.pdf, pristupljeno 24. 4. 2018.
34. Zelena energija: „Europski sektor prijevoza...“, članak, http://www.zelenaenergija.org/clanak/europski-sektor-prijevoza-moze-ostvariti-postavljene-ciljeve-samo-ambicioznim-mjerama/2027, pristupljeno 24. 4. 2018.
35. Statista – The Statistic Portal: „Worldwide automobile production from 2000 to 2017 (in million vehicles)“, (2018.), https://www.statista.com/statistics/262747/worldwide-automobile-production-since-2000/, pristupljeno 20. 4. 2018.
36. Baričević H., Vilke S.: „Urbani promet i okoliš“, predavanje 3, prema izvoru [21]
37. RTL.HR, Vijesti.hr, „Objavljen novi atlas“, 11. 6. 2016., članak, https://vijesti.rtl.hr/novosti/zanimljivosti/1948789/cak-trecina-stanovnistva-na-planetu-nikada-ne-moze-vidjeti-mlijecni-put-zbog-svjetlosnog-zgadjenja/, pristupljeno 26. 4. 2018.
38. Alegri Photos: „Lights at the horizon“, http://www.alegriphotos.com/Lights-at-the-horizon-photo-f554a0fb5cc1715f6e5152d02aaa1f9b.html, pristupljeno 27. 4. 2018.
39. https://sh.wikipedia.org/wiki/Melatonin, (melatonin), pristupljeno 29. 4. 2018.
40. Kelly Plahay, „How does driving at night affect your vision?“, 2014., https://www.westfieldhealth.com/blog/how-does-driving-after-dark-affect-your-vision, pristupljeno 22. 4. 2018.
41. „Light pollution“, članak, https://www.sciencenewsforstudents.org/article/night-lights-have-dark-side, pristupljeno 26. 4. 2018.
42. Prometni čep u Kini (Šangaj), slika, https://www.quora.com/How-bad-is-traffic-in-China, pristupljeno 27. 4. 2018.
43. Prometni čep u Americi (LA), slika, https://www.express.hr/life/prometni-cep-kakav-se-rijetko-vi-a-cak-i-u-americi-8192, pristupljeno 27. 4. 2018.
44. Osnovna škola Prelog: „Svjetlosno onečišćenje“, članak, http://os-prelog.skole.hr/skola/projekti/european_schools_for_a_living_planet/svjetlosno_one_i_enje, pristupljeno 29. 4. 2018.

45. Ministarstvo kulture: „Pravilnik o prijelazima za divlje životinje“, NN 5/2007, https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2007_01_5_278.html, pristupljeno 26. 4. 2018.
46. Vivoda B. i drugi: „Divlje životinje i promet na autocestama“, glasilo Hrvatskih cesta Ceste i mostovi, stručni rad, god. 61., br. 2 i god. 62., br. 1, Zagreb, 6. 2013. / 6. 2014. http://dinalpbear.eu/wp-content/uploads/Ceste-i-mostoviDivlje-%C5%Beivotinje-i-promet-na-autocestama.pdf, pristupljeno 23. 4 2018.
47. Glavaš M.: „Stradavanje životinja u prometu na državnoj cesti D1 na području dionica 8 i 9“, završni rad, Veleučilište u Karlovcu, (2016), https://repozitorij.vuka.hr/islandora/object/vuka%3A460/datastream/PDF/view, pritupljeno 25. 4. 2018.
48. https://hr.wikipedia.org/wiki/Plinovi_izgaranja, (prema Galović, A. „Termodinamika II“, 3. izd., Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2003., ISBN 953-6313-52-9, str. 328), pristupljeno 28. 4. 2018.)
49. Asif Faiz & all: „Air Pollution from Motor Vehicles Standards and Technologies for Controlling Emissions, The World Bank Washington, D.C. (1996.) ISBN 08213-3444-1, http://www.un.org/esa/gite/iandm/faizpaper.pdf, pristupljeno 28. 4.2018.
50. Smojver Ž.: „Promet i ekologija“, predavanje 2, Veleučilište u Rijeci, (2016.), https://www.veleri.hr/files/datotekep/nastavni_materijali/k_promet_1/Promet_i_ekologija_predavanje_0002.pdf, pristupljeno 29. 4. 2018.
51. Kemijski riječnik (prema: Generalić, Eni.: "Rasprostranjenost elemenata." Englesko-hrvatski kemijski rječnik & glosar. 29 Aug. 2017. KTF-Split. 29 Apr. 2018. <https://glossary.periodni.com>.), https://glossary.periodni.com/glosar.php?hr=rasprostranjenost+ele menata, pristupljeno 29. 4. 2018.
52. Sofilić T.: “Ekotoksikologija“, Metalurški fakultet Sveučilišta u Zagrebu, (2014.), https://bib.irb.hr/datoteka/743709.Tahir_Sofilic_EKOTOKSIKOLOGIJA.pdf, pristupljeno 29. 4. 2018.
53. Jug I.: „Štetne tvari u tlu“, predavanje iz Osnova agroekologije, http://ishranabilja.com.hr /literatura/osnove_agroekologije/Stetne%20tvari%20u%20tlu.pdf, pristupljeno 29. 4. 2018.
54. Bukalo E.: „Istraživanje biljnog materijala za općinu Zenica“, www.ekoforumzenica.ba/pdf/teski%20metali%20u%20biljkama%20ZENICA.pdf, pristupljeno 29. 4. 2018.
55. http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=10060 (buka), pristupljeno 24. 4. 2018.
56. www.enciklopedija.hr, (pojmovi o zvuku i glasnoći), pristupljeno 29. 4. 2018.

57. „Buka u cestovnom prometu“, skripta, Fakultet prometnih znanosti, http://e-student.fpz.hr/Predmeti/E/Ekologija_u_prometu/Materijali/Nastava_cestovni_promet_3.pdf, pristupljeno 29. 4. 2018.
58. „Zakon o zaštiti od buke“, pročišćeni tekst zakona, NN 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, /https://www.zakon.hr/z/125/Zakon-o-za%C5%A1titi-od-buke, pristupljeno 20. 4. 2018.
59. „Utjecaj vibracija na ljudski organizam“, članak, https://www.kif.unizg.hr/_download/repository/Utjecaj_vibracija_klaric.pptx, pristupljeno 25. 4. 2018.
60. http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=64463, (vibracijski sindrom) pristupljeno 25. 4. 2018.
61. Qirra Sound, Human Applications, članak, http://www.qirrasound.co/vehicle-applications/, pristupljeno 25. 4. 2018.
62. Petronijević M. i dr.: „Analiza vibracija okvirnih konstrukcija uzrokovanih prometom“, Građevinar 9/2013, UDK 624.072.33+625.6/.7:628.072.33, https://hrcak.srce.hr/file/160676, pristupljeno 25. 4. 2018.
63. Lakušić S., Brčić D. i Tkalčević Lakušić V.: „Analysis of Vehicle Vibrations – New Approach to Rating Pavement Condition of Urban Roads“, Promet – Traffic & Transportation, Vol. 23, 2011, No. 6, 485-494, https://hrcak.srce.hr/file/122064, pristupljeno 25. 4. 2018.
64. http://www.piskornica-sanacijsko-odlagaliste.hr/Dokumenti/Izvjestaj_mjerenje_buke_09-2016_-61516484.pdf, (slika) 20. 4. 2018.

POPIS SLIKA

Slika 1. Primjeri gradnje cesta kroz povijest 4
Slika 2. Shematski prikaz djelovanja zdravlja 7
Slika 3. Lokacije i vrste utjecaja na ljudski organizam 10
Slika 4. Odnos promjera ljudske kose i čestičnih tvari 11
Slika 5. Prikaz sastavnica okoliša 12
Slika 6. Obvezujuće oznake za dijelove motornih vozila kao posebne vrste otpada 16
Slika 7. Primjeri jednog od načina pročišćavanja zraka 17
Slika 8. Prikaz lokacija u automobilu kojima se smanjuje proizvodnja buke 18
Slika 9. Primjeri rješenja za smanjenje zagađivanja okoliša u cestovnom prometu 18

Slika 10. Primjeri zaštite od buke 19
Slika 11. Shematski prikaz presjeka ceste 21
Slika 12. Čvorišta u Birminghamu (lijevo) i Los Angelesu (desno) 21
Slika 13. Primjer oranica i staklenika uz prometnicu..... 23
Slika 14. Prikaz svjetske proizvodnje automobila 2000. - 2017. 24
Slika 15. Primjeri uobičajene gustoće prometa u urbanim naseljima (prva i druga slika) i prometnih čepova u velegradovima (Šangaj i Los Angeles)..... 25
Slika 16. Mliječni put vidljiv sa Zemlje..... 26
Slika 17. Nebo osvjetljeno urbanim izvorom 26
Slika 18. Osvjetljene biljke kad bi trebale mirovati 27
Slika 19. Različiti smjerovi osvjetljenja i njihova ocjena 28
Slika 20. Koncentracija umjetnog osvjetljenja na Zemlji]..... 28
Slika 21.Primjeri prijelaza za životinje preko prometnica 29
Slika 22. Životinje kao sudionici u cestovnom prometu 29
Slika 23.Shematski prikaz izgaranja motornog vozila 31
Slika 24.Zastupljenost kemijskih elemenata u Zemljinoj kori 33
Slika 25. Izvori buke u motornom vozilu..... 36
Slika 26. Prikaz apsorpcije vibracija pojedinih dijelova tijela..... 38
Slika 27. Izmjera vibracija na Zagrebačkoj aveniji (lijevo: prije rekonstrukcije, desno: nakon rekonstrukcije) 39
Slika 28. Izmjera vibracija na križanju Savska - Vukovarska (gore: Savska c., dole: Vukovarska ul.; lijevo: prije rekonstrukcije, desno: nakon rekonstrukcije) 39
Slika 29. Primjeri postupaka s automobilskim otpadom 40

POPIS TABLICA

Tablica 1. Udio pojedinih vrsta vozila u ukupnom broju..... 3
Tablica 2. Udio pojedinih kemijskih elemenata u smjesi zraka..... 9
Tablica 3. Kemijski sastav ispušnih plinova..... 31
Tablica 4.Izvor i zagađivač prema zemljopisnoj lokaciji 33
Tablica 5. Primjeri razine glasnoće 35