Smanjenje CO2 uzrokovano pandemijom COVID-19

Lepčić, Mihaela

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:122:367226

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

University North Digital Repository

Smanjenje CO2 uzrokovano pandemijom COVID-19

Mihaela Lepčić, 0336031833

Koprivnica, rujan 2022. godine

Sveučilište Sjever

Logistika i mobilnost

Smanjenje CO2 uzrokovano pandemijom COVID-19

Student

Mihaela Lepčić, 0336031833

Mentor

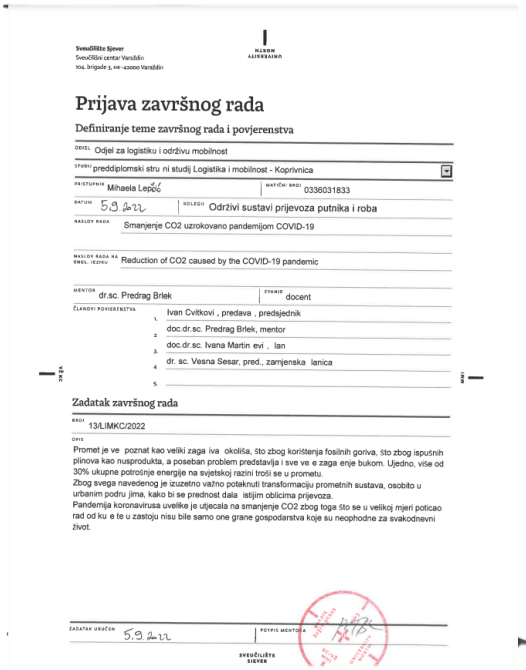
doc.dr.sc. Predrag Brlek

Koprivnica, ~~srpanj~~rujan 2022. godine

Predgovor

Smjer Logistiku i mobilnost sam sasvim slučajno odabrala. Dok sam upisivala fakultet nisam znala ni sama što bih. Stoga sam istraživala polje koje me interesira. I naletjela sam na Sveučilište Sjever te sam smjer logistika. Iskreno nisam znala što to je. Međutim to polje me zanimalo. Ovu temu sam odabrala povodom prošlo semestralnog predmeta Planovi održive urbane mobilnosti. Ova tema je veoma zahvalna. Smatram da svaka osoba može svojom promjenom načina života poboljšat te pridonijeti zdravijem i boljem životu. Samim istraživanjem sam shvatila koliko se može zapravo bolje i ljepše živjeti samo da si daju ljudi truda. Potrebna su razna te poveća oglašavanja kako bi se ljudima probudila svijest o ekologiji te raznim varijantama prijevoza.

Zahvaljujem mentoru dr.sc. Predragu Brleku koji mi je poveliko pomogao u samoj izradi završnom radu te svojim znanjem i savjetima mi pomogao u raznim preprekama za vrijeme rada. Hvala i mojoj obitelji te dečku Dominiku koji su mu bili velika podrška, pomagači te oslonci za vrijeme cijelog mog studiranja.



Sveučilište Sjever
Sveučilišni centar Varaždin
104. brigade 3, HR-42000 Varaždin

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL: Odjel za logistiku i održivu mobilnost

STUDIJ: preddiplomski stru ni studij Logistika i mobilnost - Koprivnica

PRISTUPNIK: Mihaela Lepčić | MATIČNI BROJ: 0336031833

DATUM: 5.9.2022 | KOLEGIJ: Održivi sustavi prijevoza putnika i roba

NASLOV RADA: Smanjenje CO2 uzrokovano pandemijom COVID-19

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU: Reduction of CO2 caused by the COVID-19 pandemic

MENTOR: dr.sc. Predrag Brlek | ZVANJE: docent

ČLANOVI POVJERENSTVA:
1. Ivan Cvitkovi , predava , predsjednik
2. doc.dr.sc. Predrag Brlek, mentor
3. doc.dr.sc. Ivana Martin evi , lan
4. dr. sc. Vesna Sesar, pred., zamjenska lanica
5.

Zadatak završnog rada

BROJ: 13/LIMKC/2022

OPIS:
Promet je ve poznat kao veliki zaga iva okoliša, što zbog korištenja fosilnih goriva, što zbog ispušnih plinova kao nusprodukta, a poseban problem predstavlja i sve ve e zaga enje bukom. Ujedno, više od 30% ukupne potrošnje energije na svjetskoj razini troši se u prometu.
Zbog svega navedenog je izuzetno važno potaknuti transformaciju prometnih sustava, osobito u urbanim podru jima, kako bi se prednost dala istijim oblicima prijevoza.
Pandemija koronavirusa uvelike je utjecala na smanjenje CO2 zbog toga što se u velikoj mjeri poticao rad od ku e te u zastoju nisu bile samo one grane gospodarstva koje su neophodne za svakodnevni život.

ZADATAK URUČEN: 5.9.2022 | POTPIS MENTORA:

SVEUČILIŠTE SJEVER

Sažetak

Ugljikov dioksid i drugi plinovi koji se sastoje od dva ili više različitih atoma apsorbiraju infracrveno (IC) zračenje na karakterističan način. Vodena para, metan, CO2 i CO mogu se mjeriti IC senzorima, stoga se za analizatore CO2 najčešće rabe IC detektori. Karakterizira ih stabilnost i visoka selektivnost za CO2, dug vijek trajanja i, budući da plin nije u kontaktu sa senzorom, otpornost na visoku vlažnost, prašinu, prljavštinu i druge teške uvjete. Poznavanje koncentracije CO2 u atmosferi važno je pri procjeni globalnog zagrijavanja. Instrumenti koji se upotrebljavaju za mjerenje koncentracija ugljikova dioksida u atmosferi moraju imati točnost do 1 ppm ili čak bolju.

U prošlosti se koncentracija CO2 određivala laboratorijskim analizama uzoraka iz zraka uzetih u blizini Zemljine površine. Kao standardi uzimale su se smjese CO2 i N2, a ostvarena točnost bila je ± 0,2 ppm. Osim laboratorijskih analiza uzetih uzoraka, kontinuirano mjerenje CO2 u industriji provodi se prijenosnim ili instaliranim nedisperzivnih infracrvenim (NDIR) analizatorima CO2. Takvi prijenosni uređaji uzimaju uzorak kombinacijom difuzije i konvekcije u glavi senzora, bez potrebe za usisom i filtriranjem.

Za vrlo točna mjerenja u atmosferi primjenjuju se pulsirajući laserski detektori (laserski inducirani diferencijalni apsorpcijski radar – LIDAR). Oni rade na valnim duljinama nešto većim od 2 μm na kojima se CO2 dobro apsorbira, a apsorpcijska područja vodene pare i CO2 minimalno preklapaju. [1]

Ključne riječi: Ugljikov dioksid, atmosfera, atomi, infracrveno zračenje, Zemljina površina

Abstract

Carbon dioxide and other gases composed of two or more different atoms absorb infrared (IC) radiation in a characteristic way. Water vapor, methane, CO2 and CO can be measured with IR sensors, therefore IR detectors are most often used for CO2 analyzers. They are characterized by stability and high selectivity for CO2, long service life and, since the gas is not in contact with the sensor, resistance to high humidity, dust, dirt and other harsh conditions. Knowing the concentration of CO2 in the atmosphere is important when assessing global warming. Instruments used to measure carbon dioxide concentrations in the atmosphere must be accurate to 1 ppm or even better.

In the past, CO2 concentration was determined by laboratory analysis of air samples taken near the Earth's surface. Mixtures of CO2 and N2 were used as standards, and the achieved accuracy was ± 0.2 ppm. In addition to laboratory analysis of the samples taken, continuous measurement of CO2 in industry is carried out with portable or installed non-dispersive infrared (NDIR) CO2 analyzers. Such portable devices take a sample by a combination of diffusion and convection in the sensor head, without the need for suction and filtering.

Pulsed laser detectors (laser-induced differential absorption radar – LIDAR) are used for very accurate measurements in the atmosphere. They work at wavelengths slightly higher than 2 μm where CO2 is well absorbed, and the absorption regions of water vapor and CO2 minimally overlap. [1]

Key words: Carbon dioxide, atmosphere, atoms, infrared radiation, Earth's surface

Popis korištenih kratica

IC Infracrveno zračenje

CO2 Ugljikov dioksid

Ppm Parts per milion

N2 Dinitrogen

NDIR Nedisperzivnih infracrvenim

°C stupnjevi Celzijevi

NP – nema podataka

Sadržaj

1. Uvod 1-12
2. Ugljik 2-13

2.1. Svojstva i upotreba ugljika 2-15
2.1.1. Spojevi ugljika 2-17

3. Utjecaj CO2 na okolinu 3-20

3.1. Restrikcije za smanjenje CO2 3-21
3.1.1. Primjena alternativnih goriva 3-23
3.1.2. Biogoriva 3-24
3.1.3. Etanol i metanol 3-25
3.1.4. Električna energija 3-26
3.1.5. Sunčeva energija 3-27
3.1.6. Vodik 3-27
3.1.7. Prirodni plin 3-28

4. Količina CO2 za vrijeme pandemije 4-30

4.1. Pozitivni učinci pandemije COVID-19 na okoliš 4-33
4.2. Negativni učinci pandemije COVID-19 na okoliš 4-36

5. Promjena mobilnosti za vrijeme pandemije u RH 5-40

5.1. 16. 02. 2020 – 29.03.2020 5-40
5.2. 15.06.2020 – 27.07.2020 5-41
5.3. 16.10.2020. – 27.11.2020 5-42
5.4. 16.01.2021. – 27.02.2021 5-43
5.5. 15.06.2021. – 27.07.2021 5-44
5.6. 16.10.2021. – 27.11.2021 5-45
5.7. 16.01.2022. – 27.02.2022 5-46
5.8. Ukupan utjecaj pandemije na mobilnost u RH 5-47

6. Zaključak 6-50
7. Literatura 7-53

1. Uvod

Promet je već poznat kao veliki zagađivač okoliša, što zbog korištenja fosilnih goriva, što zbog ispušnih plinova kao nusprodukta, a poseban problem predstavlja i sve veće zagađenje bukom. Ujedno, više od 30% ukupne potrošnje energije na svjetskoj razini troši se u prometu. Dodajmo tome i da su emisije stakleničkih plinova iz prometa u 2014. godini skoro za 70% više nego što su bile 1990., što ga čini sektorom s najvećim izazovima. Zbog svega navedenog je izuzetno važno potaknuti **transformaciju prometnih sustava**, osobito u urbanim područjima, kako bi se prednost dala čistijim oblicima prijevoza. To prvenstveno podrazumijeva efikasan javni promet u gradskim središtima, ali i razvoj ostalih oblika mobilnosti, poput biciklističke infrastrukture, sustava javnih bicikala, car-sharing sheme i slično, koje imaju za cilj smanjiti broj vozila na cestama, smanjiti količinu ispušnih plinova, a ujedno i umanjiti gradske gužve. Međutim, s obzirom na činjenicu da većina kućanstava ima bar jedan osobni automobil, važno je poticati i korištenje modernijih i čišćih tehnologija kod osobnih automobila odnosno poticati odabir električnih vozila. Ponuda takvih vozila iz dana u dan sve je bogatija, što je posljedica činjenice da su neke europske zemlje kroz idućih 25-30 godina već najavile zabranu prodaje klasičnih automobila koji koriste motore s unutarnjim izgaranjem. Trendu razvoja e-mobilnosti priključila se i Hrvatska, a na situaciju u zemlji su u velikoj mjeri u proteklim godinama utjecali i programi sufinanciranja Fonda za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost. Programima vrijednima **oko 300 milijuna kuna** Fond je od 2014. -2020. godine poticao razne načine povećanja energetske učinkovitosti u prometu: od planiranja prometnih sustava na lokalnoj razini, do poticanja učinkovitijeg javnog prijevoza te tehnika eko vožnje, ali i energetski i ekološki prihvatljivijih vozila. [9] Pandemija koronavirusa uvelike je utjecala na smanjenje CO2 zbog toga što se u velikoj mjeri poticao rad od kuće te u zastoju nisu bile samo one grane gospodarstva koje su neophodne za svakodnevni život.

Završni rad je pisan u šest dijelova. U prvom djelu rada se općenito piše o ugljiku, njegovim spojevima te o ugljikovom dioksidu i njegovim svojstvima. U drugom djelu se obrađuje koliko je bio CO2 prije same pandemije te kako se pokušavao smanjiti. U trećem djelu se obrađuje za koliko se CO2 smanjio za vrijeme pandemije te kako se sad razvija za vrijeme polukaranternog načina života. Sami rad je baziran na internetskom istraživanju koji je proveden. U četvrtom dijelu rada se nalaze podaci te članci o količinama CO2 za vrijeme pandemije COVIDA-19. U samom petom dijelu se nalazi istraživanje vezano za promjenu mobilnosti u Hrvatskoj u periodu od 2020. te do danas te je opisan utjecaj cjelokupne pandemije na mobilnost. U šestom dijelu nalazi se zaključak rada te je na kraju navedena literatura koju sam koristila za vrijeme izrade rada.

2. Ugljik

Eksploatacija ugljika (i ugljikovodika) za široku upotrebu obično ne zahtijeva kemijsku obradu, nego samo vađenje iz nalazišta (kopanje ugljena, grafita ili dijamanata, vađenje nafte i zemnog plina kroz bušotine). Međutim, iako se veći dio potreba za čistim ugljikom (grafitom i osobito dijamantima) danas podmiruje iz prirodnih izvora, razvijeni su postupci za njihovu proizvodnju. Umjetni dijamanti se za industrijske potrebe proizvode iz grafita. Postoje dvije glavne metode sintetiziranja umjetnog dijamanta: žarenjem grafita pri visokoj temperaturi (2500°C) uz katalizator (npr. krom i mangan) pod vrlo visokim tlakom (1010 Pa) te kemijskim taloženjem iz parovitog stanja, također uz prisutnost katalizatora, pri čemu se dobiva ultračist dijamant procesom kristalnog rasta. Zadnjih godina sličnim se postupcima dobivaju tanki dijamantni filmovi na odabranim podlogama. Najveće količine grafita dobivaju se umjetnim putem, tzv. Achesonovim postupkom. Smjesa petrolkoksa (ili granuliranog visokovrijednog kamenog ugljena antracita), katrana i kvarcnog pijeska (SiO_2) induktivno se zagrijava izmjeničnom strujom. Tijekom reakcije, najprije se SiO_2 pomoću ugljika iz katrana reducira u silicij:

$SiO_2(S) + 2C(s) \rightarrow Si(s) + 2CO(g)$

Nastali silicij s ugljikom stvara karbid (SiC) koji se pri visokim temperaturama razlaže na silicij i grafit. S oslobođenim silicijem ugljik opet stvara karbid pa se proces ponavlja dok sav ugljik ne prijeđe u grafit. Proces traje prosječno pet dana. [3]

. Ugljikov dioksid (ugljikov(IV) oksid), CO_2, kemijski spoj u kojem su dva atoma kisika vezana dvostrukom vezom na jedan atom ugljika (O=C=O). Pri standardnim uvjetima to je plin bez boje i mirisa, teži od zraka. Dobro je topljiv u vodi, s kojom stvara nestabilnu ugljičnu kiselinu (H_2CO_3). U kapljevito stanje može prijeći hlađenjem tek pri tlakovima višima od 5,1 bar. Kapljeviti ugljikov dioksid dolazi u trgovinu u čeličnim bocama pod tlakom. Pri ispuštanju iz boce, zbog velikoga gubitka topline pri isparavanju, djelomično prelazi u čvrsto stanje u obliku bijele mase; to je tzv. suhi led, koji se ne tali nego sublimira pri –78 °C. Volumni udjel ugljikova dioksida u atmosferi iznosi približno 0,03%. Veliki su spremnik ugljikova dioksida oceani, u kojima je otopljeno 50 puta više ugljikova dioksida nego što ga ima u atmosferi. Proizvode ga životinje, biljke i mikroorganizmi tijekom stanične respiracije, a troše ga biljke (uključujući i fitoplankton) tijekom fotosinteze. Stoga je ugljikov dioksid od životne važnosti praktički za sva živa bića. Ugljikov dioksid jedan je od konačnih proizvoda izgaranja ugljika i svih organskih tvari, a u atmosferu dolazi i vulkanskim i drugim geotermalnim procesima. Značajna količina ugljikova dioksida nastaje djelovanjem čovjeka, tj. izgaranjem fosilnih goriva i biomase. Industrijski se

dobiva pri alkoholnom vrenju, termičkim raspadom kalcijeva karbonata, kao sporedni proizvod u proizvodnji amonijaka, vodika i natrijeva fosfata. Upotrebljava se u prehrambenoj (gazirana pića) i kemijskoj industriji (proizvodnja ureje, karbonata i bikarbonata), zatim kao pogonski plin, kao sredstvo za gašenje požara te za stvaranje kemijski inertne zaštitne atmosfere. U kapljevitoj fazi rabi se kao medij u rashladnim sustavima, kao otapalo te za superkritičnu ekstrakciju, a u čvrstoj koncentraciji znatno većoj od normalnih nadražuje sluznicu zbog stvaranja ugljične kiseline. Međutim, kako se zbog veće gustoće zadržava uz tlo, istiskuje kisik, što može uzrokovati gušenje čak i na otvorenom prostoru. Ugljikov dioksid jedan je od prirodnih stakleničkih plinova nužnih za regulaciju temperature na Zemlji (→ efekt staklenika). Njihova je koncentracija u troposferi bila prirodno uravnotežena do početka industrijskog doba (1850), kada je započeo njezin porast. Povećana koncentracija tih plinova uzrokuje prekomjerno zagrijavanje Zemlje (globalno zagrijavanje), što rezultira velikim klimatskim poremećajima (topljenje ledenih kapa, poplave, uragani i sl.) koji bi Zemlju mogli učiniti posve neprikladnom za život. Od početka industrijalizacije koncentracija ugljikova dioksida u atmosferi povećala se za ~35%, uglavnom zbog izgaranja fosilnih goriva i uništavanja šuma. Globalno zagrijavanje prepoznato je kao ozbiljan problem tek tijekom 1990-ih. Predstavnici brojnih država postigli su 1997. u Kyotu načelni sporazum (tzv. Protokol iz Kyota) u vezi s klimatskim promjenama, a radi smanjivanja emisije ugljikova dioksida i drugih stakleničkih plinova. Protokol je stupio na snagu 2005. i traje do kraja 2012., do kada su se industrijski razvijene zemlje obvezale na smanjenje emisije ugljikova dioksida od 5,2% u odnosu na 1990. godinu. [2]

2.1. Svojstva i upotreba ugljika

Ugljik je tvar bez mirisa i okusa i kemijski prilično stabilna. Tek kod razmjerno visokih temperatura reagira s drugim elementima, npr. s vodikom se spaja tek u električnom luku. U elementarnom stanju ugljik se javlja u više alotropskih modifikacija: kao amorfni ugljik, dijamant i grafit, a utvrđeno je i postojanje četvrte modifikacije ugljika, tzv. "bijeli" ugljik u kojoj se nalaze kuglaste molekule ugljika C60 (fulereni).

U prirodi postoje dva stabilna izotopa ugljika 12C (98,89%) i 13C (1,11%), pet prirodnih radioaktivnih i nekoliko umjetno dobivenih, također radioaktivnih. U prirodi postoji slabo radioaktivan izotop 14C s vremenom polu raspada t1/2 = 5730 g. u vrlo malim koncentracijama (oko 10-8 ppm), ali je vrlo važan jer se pomoću sadržaja tog izotopa u fosilnim ostacima određuje starost tih nalazišta (radioaktivno datiranje pomoću izotopa 14C).

Međunarodna udruga za čistu i primijenjenu kemiju (IUPAC) usvojila je masu izotopa 12C kao alternativnu jedinice mase - unificirana jedinica mase u = 1,6605420 x 10^-27 kg, odnosno 1 g = 1/12 (mol 12C), koja se primjenjuje u kemiji, atomskoj i nuklearnoj fizici.

Prirodni amorfni ugljik (razne vrste ugljena, nastale procesima pougljavanja organskih materijala) obično sadrži i primjese drugih elemenata u različitim količinama (sumpor, vodik, fosfor, uranij itd.). Iz raznih izvora (kao što su nafta i ugljen) dobiva se koks koji se u velikim količinama upotrebljava u metalurgiji kao redukcijsko sredstvo za oksidne rude i kao gorivo. Proizvodi se i čađa koja nastaje nepotpunim izgaranjem ugljena ili ugljikovih spojeva, a upotrebljava se za proizvodnju crnog tuša i boja te kao punilo za kaučuk.

Posebna vrsta amorfnog ugljika je aktivan ugljen. To je prah velike specifične površine s velikom moći adsorpcije (laganog vezanja) raznih atoma, iona i molekula na površinu praha pa se upotrebljava za uklanjanje neželjenih mirisa, adsorpciju plinova, itd.

Dijamant je metastabilna alotropska modifikacija ugljika koja je pri sobnoj temperaturi u ravnoteži s grafitnom modifikacijom tek pri tlaku od 1,5 GPa (15000 atm), a transformacija u stabilniji grafit izuzetno je spora pri toj temperaturi. U strukturi dijamanta svaki atom ugljika tetraedarski povezan kovalentnom vezom sa četiri druga. Ovakvim rasporedom atoma ugljika

dobiva se beskonačna prostorna rešetka pa je svaki kristal zapravo golema kovalentna molekula. Zahvaljujući takvoj strukturi dijamant je izvanredno tvrd (najtvrđa poznata prirodna tvar) i ima izuzetno visoko talište (3600°C). Upotrebljava se kao abraziv za brušenje najtvrđih materijala, za rezanje stakla, za izradu alata za bušenje i rezanje tvrdog kamena, za izradu osovinskih ležajeva preciznih instrumenata, ekstruzijskih elemenata za izvlačenje tankih žica tvrdih materijala i sl. Za dobivanje ultravisokog tlaka do oko 5 Mbara izrađene su dijamantske 'glave', a takvi visokotlačni članci koriste se za ispitivanje materijala pod uvjetima enormnog tlaka. Pored tvrdoće velika je prednost i prozirnost dijamanta tako da se pojave u ispitivanoj tvari mogu optički istraživati. Kako su u strukturi svi elektroni ugljikovih atoma spareni, u dijamantu nema slobodnih elektrona pa je on gotovo savršen električni izolator. Naravno, prisutnost malih količina primjesa donekle mu smanjuje izolacijska svojstva. Dijamant se odlikuje i visokim indeksom loma svjetlosti - iznosi 2,42.

Prirodni dijamant je bezbojan, poput vode proziran kristal iz kojeg se, brušenjem, izrađuje skupocjeni dijamantni nakit. Primjese malih količina drugih elemenata daju boju dijamantskim kristalima (žutu, crvenu, smeđu, modru, ljubičastu ili zelenu). Zagrijavan na zraku dijamant na temperaturi iznad 800°C polagano izgara, a u čistom kisiku, uz bijelu svjetlost, stvara ugljik(IV)-oksid. Zagrijavanjem na temperaturu iznad 1500°C bez prisutnosti zraka dijamant ubrzano prelazi u stabilniji grafit uz oslobađanje topline. Na njega ne djeluju neoksidativne kiseline i lužine.

Grafit je energetski stabilnija alotropska modifikacija ugljika koja se javlja u dva oblika: alfa-grafit heksagonske strukture i beta-grafit romboedarske strukture istih svojstva. U kristalnoj strukturi alfa-grafita atomi ugljika međusobno su povezani s tri susjedna atoma u ravnini. Preostali nespareni (valentni) elektron može lagano prelaziti s jednog na drugi atom u strukturi preko tzv. delokalizirane pi-veze. Ove veze su usmjerene okomito na ravninu u kojoj se nalaze ugljikovi atomi pa slojevi mogu lagano kliziti jedan preko drugog, odnosno provoditi struju samo u smjeru ravnine slojeva. Grafit se odlikuje i visokom vatrostalnošću jer sublimira tek pri temperaturi 3670°C (ne tali se). Stoga se upotrebljava kao elektrodni materijal za različite elektrokemijske procese i za izradu posuda i lončića za taljenje metala.

Grafit je mekan i masna opipa. Upotrebljava se kao mazivo otporno na visoke temperature (tzv. grafitna mast), za izradu posuda za taljenje ili lijevanje metala visokog tališta, a služi i za izradu grafitnih uložaka običnih olovaka. Novim grafitnim tehnologijama iz grafita se izrađuju izuzetno čvrsta grafitna vlakna (pirolizom pri temperaturama iznad 1500°C), organska polimerna vlakna usmjerenog rasta (poliakrilonitrili, poliakrilatni esteri i celulozna vlakna). Grafitna vlakna koriste

se za izradu metalnih ili nemetalnih kompozitnih materijala male gustoće i izuzetno visoke čvrstoće koji se koriste u zrakoplovnoj i svemirskoj tehnologiji, ali i u građevinarstvu. Polimerna grafitna vlakna dodaju se u plastične mase te tvore grafitno-plastične kompozite također visoke čvrstoće i povećane tvrdoće (tzv. poliakrilni kompoziti).

Na zraku i u kisiku grafit izgara pri temperaturi od 700°C. Reagira s fluorom i jakim oksidacijskim sredstvima, npr. kalijev klorat u smjesi nitratne i sulfatne kiseline oksidira grafit u tzv. grafitnu kiselinu. Bijeli ugljik nov je oblik ugljika koji se ne nalazi na Zemlji u mjerljivim količinama. Njegova prisutnost je, međutim, registrirana spektroskopski u međuzvjezdanom prostoru. Sastoji se od kuglastih molekula koje sadrže više od 40 atoma ugljika i nazivaju se fulerenima prema čuvenom američkom arhitektu Fulleru Buckminsteru, otkrivaču geodetske kupole. Mogućnost postojanja ovih molekula ugljika objavio je D. E. Jones 1966. g. u časopisu "New Scientist", a 1990. g. Kratschmer i Huffman su u Heidelbergu odnosno Tucsonu proizveli prve znatnije količine fulerena (100 mg čistog C60 dnevno) tehnikom lučnog isparavanja grafita u vakuumu i njegovim taloženjem u atmosferi helija pri tlaku 10 kPa. Istraživanja su pokazala da tanki slojevi fulerena, nazvani fuleriti, ne provode električnu struju, ali da im se vodljivost povećava izlaganjem djelovanju kalijevih para i da postaju supravodljivi ispod -255°C (48 K). Fulereni zasad nemaju primjene, ali se intenzivno istražuju jer imaju vrlo specifična svojstva. [3]

2.1.1. Spojevi ugljika

Ugljik stvara vrlo veliki broj spojeva u kojima ima oksidacijski broj -4, +2 i +4. Ogromna većina su organske molekule u kojima se pored atoma ugljika, prostorno različito smještenih, nalaze i drugi elementi, prvenstveno vodik, kisik, dušik, fosfor i drugi. Postoji više tisuća organskih spojeva koji su vitalni u svim živim organizmima, a spomenut ćemo samo neke izuzetne kao što su: molekule deoksiribonukleinske kiseline (DNK, engl. DNA), bjelančevine, masti i šećeri. Kemija organskih spojeva tvori zasebnu znanstvenu disciplinu - organsku kemiju pa ovdje nećemo navoditi brojne organske spojeve s ugljikom.

Najvažnije skupine ugljikovih spojeva:

- Karbidi su spojevi ugljika s drugim elementima (izuzevši vodik) i svi su krutine. Općenito se mogu podijeliti na ionske, intersticijske i kovalentne karbide. Ionski karbidi su spojevi ugljika s elektropozitivnim metalima I., II., i III. skupine (alkalnim, zemnoalkalnim metalima i aluminijem) u kojima se ugljikovi atomi ponašaju kao anioni C4- i Cl-. Primjeri

su Na2C2, CaC2 i Al4C3. Intersticijski karbidi su karbidi prijelaznih metala, a naziv dolazi zbog činjenice što su atomi ugljika smješteni u tetraedarske šupljine guste slagaline kristalne rešetke metala. Ovi karbidi u pravilu imaju vrlo veliku tvrdoću i visoko talište (posebno karbidi težih elemenata), a električki su vodljivi. Volframov karbid (WC) jedna je od najtvrđih tvari i koriste se za izradu brzoreznih alata ili kao kompozitni sastojak. Karbidi lakših prijelaznih metala (Cr, V, Ni, Mn, Fe, itd.) imaju neke karakteristike ionskih karbida. Kovalentni karbidi kovalentni su spojevi ugljika s polumetalima. Najvažniji su silicijev karbid (SiC) i borov karbid (B4C). To su također izuzetno tvrde, netaljive i kemijski inertne krutine. SiC ima strukturu dijamanta gdje je atom jednog elementa tetraedarski vezan sa četiri atoma drugog elementa. Koriste se kao abrazivi i za specijalne visoko-temperaturne elemente otporne na agresivna kemijska djelovanja.

- oksidi ugljika su ugljikov(II)-oksid (CO, ugljični monoksid) i ugljikov(IV)-oksid (CO2, ugljični dioksid). Ugljični monoksid je otrovan plin koji nastaje izgaranjem ugljika i njegovih organskih spojeva bez dovoljne prisutnosti kisika. Vrelište mu je pri -191°C. U zraku je zapaljiv, a s čistim kisikom reagira eksplozivno. Koristi se kao reducens u procesu dobivanja nekih metala (prvenstveno željeza, nikla i olova). S prijelaznim metalima stvara karbonile, a s klorom poznati bojni otrov fozgen (Cl2CO). U organskoj se kemiji koristi u sintezama kao karbonilator (organski spoj s CO). Ugljični dioksid nastaje potpunim izgaranjem ugljika i njegovih spojeva te disanjem živih organizama pa se kao takav nalazi u sastavu atmosfere. Industrijski se dobiva izgaranjem fosilnih goriva (npr. koksa) kao dimni plin, te zagrijavanjem karbonata. Sublimira pri temperaturi -78,5°C. Dobro je topljiv u vodi gdje uglavnom daje hidrate. Molekula mu je linearna, oblika O=C=O, koja apsorbira infracrveno zračenje te je u atmosferi uzrok "efekta staklenika". Koristi se u rashladnim sustavima u tekućoj fazi ili kao "suhi led", kao kemijski reagens i kemijski inertna zaštitna atmosfera te za gašenje požara. Velike se količine koriste za gaziranje mineralne vode i bezalkoholnih pića.
- Karbonati su soli ugljične kiseline oblika MCO3 gdje je M metal. Najznačajniji karbonati su CaCO3, Na2CO3, K2C03, MgCO3 i ZnCO3. Karbonati zemnoalkalijskih metala netopljivi su u vodi. Hidrogen-karbonati sadrže ion [HCO3]^-. Kod žarenja karbonati, izuzev alkalijskih, gube CO2.
- Karbonili spojevi su oblika MCO gdje je M metal. To su npr. Cr(CO)6, Fe(CO)S, Ni(CO)4 itd.
- Ugljkovi(IV)-halogenidi su CF4 (tetrafluor ugljik), CCl4 (tetraklor ugljik), CBr4 (tetrabrom ugljik), CI4 (tetrajod ugljik). Tehnički je najvažniji tetraklorid. To je bistra

tekućina s talištem pri -23°C, a vrelištem pri 76,5°C. Uglavnom se koristi kao organsko otapalo, kao fumigant i u sustavima za gašenje požara. Od ostalih halogenida tetrafluorid je inertan plin niskog vrelišta (-128°C), a bromid i jodid su kristali (crveni, odnosno bijeli). [3]

3. Utjecaj CO2 na okolinu

Prometne gužve, redovi na semaforima i kolone na parkiralištima svakodnevica su vozača u gradovima. No malo tko razmišlja o tome što sudjelovanje u takvim gužvama i dugotrajno izlaganje zagađenom zraku čini našem organizmu. Magistra Ankica Džono Boban, dr. med., spec. javnog zdravstva iz Zavoda za javno zdravstvo, upozorava na problem zagađenja CO2. Globalna emisija ugljikova dioksida (CO2) jedan je od najvećih svjetskih problema, koji ugrožava i sam opstanak na Zemlji. A za 25% emisija CO2, zbog uporabe fosilnih goriva, odgovoran je promet. Prosječan automobil godišnje ispušta toliko CO2 koliko je težak. Za jedan sat vožnje autocestom brzinom od 130 km/h potroši se isto toliko kisika koliko ga jedan čovjek potroši u deset dana za disanje. Zbog zagađenja zraka, vjerojatnost da prosječni Amerikanac oboli od raka je 1:100.000. Za stanovnike gradova rizik je 20 puta veći (1:5000). Posljednjih dvadeset godina u Hrvatskoj je prisutan uzlazni trend emisije CO2 uzrokovan cestovnim prometom, pa je npr. koncentracija CO2 na nekim križanjima u Zagrebu 35 mg/m3, što je 3,5 puta više od svjetskih standarda (10 mg/m3). Iako su na nekim mjestima u gradu postavljeni mjerači zagađenja zraka, rijetko tko na njih obraća pažnju i reagira na brojke. A trebali bismo, jer koncentracija ugljikova dioksida (CO2) u zraku je 0,03% volumena, a već kratkotrajna izlaganja koncentracijama CO2 većim od 2% imaju štetne učinke na zdravlje. Studija utjecaja CO2 na zdravlje provedena u Kanadi utvrdila je sljedeće: 15-minutno izlaganje koncentracijama CO2 od 3,3% do 5,4% povećava dubinu disanja, a pri koncentraciji od 7,5% uz dispneju (otežano disanje), ubrzava se srčani ritam, javlja se glavobolja, vrtoglavica, znojenje, nemir, dezorijentacija i smetnje vida, 20-minutno izlaganje koncentracijama CO2 od 6,5% do 7,5% smanjuje mentalne sposobnosti, izlaganje koncentraciji CO2 od 10% samo minutu i pol uzrokuje očno svjetlucanje i nadraženost te povećava aktivnost i grčenje mišića, 15-minutno izlaganje koncentracijama CO2 većim od 10% uzrokuje teško disanje, slabljenje sluha, mučninu, povraćanje, osjećaj gušenja, znojenje, stupor i gubitak svijesti.

Neke druge studije pokazale su da dugotrajno izlaganje (42-44 dana) koncentraciji CO2 od 1,5% uzrokuje reverzibilni acidobazni disbalans u krvi i povećanje minutnog volumena pluća. S ciljem smanjenja emisije CO2 i drugih stakleničkih plinova te poučavanja građana o važnosti korištenja javnoga gradskog prijevoza, vožnje biciklom, pješačenja i drugih (alternativnih) oblika održivog prijevoza za sadašnje i buduće generacije, mnogi europski gradovi već godinama obilježavaju Europski tjedan kretanja (16. do 22. rujna). Godine 2011. Europska je komisija u povodu Tjedna kretanja, pod motom “Alternative mobility”, pozvala gradove i njihove lokalne vlasti na promicanje alternativnih održivih oblika prijevoza. [4] Električna vozila troše tri puta manje energije, gotovo dvostruko snižavaju emisije CO2 te znatno snižavaju emisiju drugih

stakleničkih plinova i štetnih polutanata u odnosu na vozila na fosilna goriva (benzinska i dizelska) te tako značajno smanjuju zagađenje okoliša. Empirijskim promatranjima utvrđeno je da javni prijevoz troši prosječno 60% manje energije po putniku po prijeđenom kilometru u odnosu na potrošnju u prijevozu osobnim vozilima na fosilna goriva. Alternativni oblici prijevoza, osim što smanjuju proizvodnju stakleničkih plinova i osiguravaju održivost čistog i sigurnog urbanog okruženja, višestruko pridonose zdravlju. U tome vitalnu ulogu ima kretanje. Krećite se i pridonesite vlastitom zdravlju i zdravlja zajednice!

Promjene na osobnoj razini u smislu promjene ponašanja i korištenja alternativnog načina prijevoza pridonijet će ublažavanju štetnih utjecaja na okoliš. Stoga ovakva strategija pridonosi i zdravlju, što zbog bolje kvalitete zraka, što zbog povećane tjelesne aktivnosti. To podrazumijeva da oni koji kreiraju politike (politiku korištenja obnovljivih izvora energije, infrastrukturnu politiku, zdravstvenu politiku i sl.) i donose odluke bilo na lokalnoj, regionalnoj ili nacionalnoj razini moraju zajedničkim djelovanjem osigurati okruženje za smanjenje emisije CO2, alternativne načine prijevoza te očuvanje zdravlja populacije. To su pokazale i studije procjene utjecaja javnog prometa na zdravlje lokalne zajednice provedene u nekim zemljama i gradovima, poput Australije i Barcelone. [4]

3.1. Restrikcije za smanjenje CO2

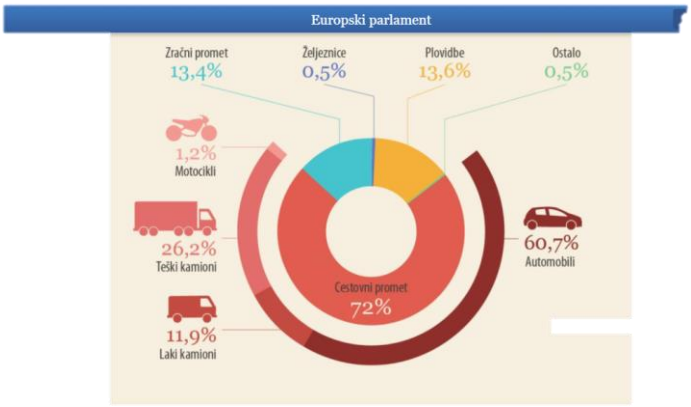
Kako doskočiti problemu izlaganja zagađenju? Najviše možemo učiniti svi zajedno. U nekim svjetskim državama zabranjeno je da u vrijeme gužvi u automobilu bude samo jedna osoba. U drugim zemljama prednost se daje automobilima u kojima su tri ili više osoba. Također, radi smanjenja zagađenja, uvodi se vožnja parnih i neparnih registracijskih oznaka. Hrvatska još nije došla do tako radikalnih mjera, ali prevencija je ionako najbolji lijek. Zato brojni hrvatski gradovi ulažu u punionice električnom energijom za električne automobile, biciklističke staze i razvoj javnog prijevoza koji bi zamijenio prekomjernu upotrebu osobnih vozila. [4]

Sektor prometa odgovoran je za gotovo 30 posto emisija CO2 u EU-u, od čega 72 posto odlazi na cestovni promet. Jedan od ciljeva koje Europska unija poduzima kako bi ostvarila smanjenje emisija ugljičnih plinova je smanjenje emisija iz prometa za 60 posto do 2050. u usporedbi s razinama emisija iz 1990. Postizanje ovog cilja neće biti lako s obzirom da se stopa smanjenja emisija usporila. Ostali sektori su od 1990. srezali razinu emisija, dok su one u prometu porasle zbog veće mobilnosti ljudi.

Promijenjen kod polja

Napori za poboljšanje učinkovitosti potrošnje goriva u novim automobilima također se usporavaju. U 2017. novi automobili proizvodili su u prosjeku 0,4 grama emisija CO2 po kilometru više nego u 2016.

Kako bi se zaustavio ovaj trend, EU uvodi strože standarde koji za cilj imaju smanjiti štetne emisije kod novih osobnih automobila. Zastupnici su nova pravila usvojili na plenarnoj sjednici 27. ožujka. Na posljednjem plenarnom zastupanju u ovom parlamentarnom sazivu, zastupnici su 18. travnja odobrili prijedlog smanjenja emisija CO2 iz novih kamiona za 30% do 2030. u usporedbi s razinama emisija u 2019. Emisije CO2 iz putničkog prijevoza značajno se razlikuju ovisno o načinu prijevoza. Osobni automobili glavni su zagađivači i čine 60,7 posto ukupnih emisija CO2 iz cestovnog prometa u Europi. Što je prikazano na slici 1.



Slika 1. Prikaz emisija CO2, izvor: Europska agencija za okoliš, https://www.europarl.europa.eu/, Pristupljeno 14.1.2021.

Međutim, noviji automobili mogu biti među najčišćim oblicima prijevoza ako se u njima prevozi više putnika.

S europskim prosjekom od 1,7 putnika po automobilu, drugi oblici prijevoza, poput autobusa, trenutno predstavljaju čišću alternativu. Postoje dva načina za smanjenje emisija CO2 kod automobila: učinkovitijim vozilima ili promjenom potrošenog goriva. Danas većina automobila u Europi koristi benzin (52 posto); međutim, struja dobiva na snazi.

Unatoč malom tržišnom udjelu (oko 1,5 posto novih vozila), broj novih registracija električnih automobila u EU-u u stalnom je porastu posljednjih nekoliko godina. U odnosu na 2016., prodaja

električnih akumulatora porasla je za 51 posto u 2017. U obzir se moraju uzeti ne samo emisije CO2 tijekom vožnje automobila, već i emisije uzrokovane njegovom proizvodnjom i odlaganjem.

Proizvodnja i odlaganje električnog vozila manje je ekološki prihvatljivo od automobila s motorom s unutarnjim izgaranjem, a razina emisija iz električnih vozila varira ovisno o tome kako se proizvodi električna energija. Ipak, uzimajući u obzir prosječnu miješanju energiju u Europi, električni automobili već dokazuju da su čišći od vozila koja koriste benzin. Kako će se u budućnosti povećavati udio električne energije iz obnovljivih izvora, električni će automobili postati još manje štetni za okoliš. [4]

Mjere kojima sve možemo smanjiti utjecaj stakleničkih plinova iz cestovnog prometa su:

- mjere za smanjenje štetnih tvari kod Otto motora
- mjere za smanjenje štetnih tvari kod diesel motora
- primjena alternativnih goriva
- tehničke mjere
- ekonomske mjere
- zakonodavne mjere.

3.1.1. Primjena alternativnih goriva

Uporaba alternativnih goriva za pogon cestovnih vozila predstavlja jedan od mogućih načina za smanjenje štetne emisije ispušnih plinova. Osim što bi se uporabom alternativnih goriva smanjio udio u emisiji štetnih plinova, smanjila bi se i ovisnost o konvencionalnim pogonskim gorivima dobivenim iz nafte kao što je benzin i diesel. Stoga u alternativna goriva spadaju sva goriva za pogon SUI osim benzina i dieselskih goriva, koja mogu efikasno izgarati u motoru i koja imaju mogućnost masovne proizvodnje. Da bi neko gorivo postalo alternativno, mora zadovoljavati i neke kriterije za ocjenjivanje potencijalnog alternativnog goriva:

- mogućnost masovne proizvodnje
- specifičnost pripreme smjese
- utjecaj na okoliš
- ekonomski uvjeti tj. konkurentnost cijene
- stupanj opasnosti pri manipulaciji.

Trenutno u svijetu poznajemo ove vrste alternativnih goriva:

- biogoriva (biodiesel, bioetanol, biogorivo od algi)

- etanol i metanol
- električna energija
- sunčeva energija
- vodik
- prirodni plin.

Sva navedena goriva, zbog svoje jednostavnije kemijske strukture u odnosu na benzinsko i dieselsko gorivo, imaju manje emisije štetnih ispušnih plinova. U kemijskom sastavu alternativna goriva imaju manju koncentraciju atoma ugljika, pa stoga alternativna goriva automatski proizvode i manju količinu CO2, a u slučaju npr. vodika emisija CO2 potječe isključivo samo od izgaranja ulja za podmazivanje. Uporabom alternativnih goriva se i dalje ne mogu u potpunosti eliminirati emisije štetnih ispušnih plinova, zbog toga što i u alternativnim gorivima postoji mali dio ugljičnog goriva ali i zbog same konstrukcije motornog mehanizma. [5]

3.1.2. Biogoriva

Goriva koja se dobivaju preradom biomase nazivamo biogorivima. Daleko su prihvatljivija što se tiče okoliša od fosilnih, ali im je proizvodnja i dalje skuplja nego kod fosilnih. Uz mnoge prednosti u odnosu na fosilna goriva postoje naravno i brojni nedostaci. Najveći problem s biogorivima je zapravo činjenica da je njihova proizvodnja „pretvaranje“ hrane u gorivo, a to loše utječe i na cijenu te na dostupnost diljem svijeta. Od zemalja u svijetu koje se ističu po proizvodnji biogoriva tu su Brazil koji ga proizvodi iz šećerne trske te SAD iz kukuruza. Kao što je već ranije navedeno, glavna biogoriva su: biodiesel, bioetanol te bio gorivo od algi. Bioetanol koji spada u prvi i drugu generaciju biogoriva je bio prva alternativa koja se pojavila kao zamjena za fosilna goriva. Može se proizvesti od šećerne trske, kukuruza, ječma, suncokreta, slatkog sirka, drva i još od nekoliko biomasa. Glavna prednost bioetanola je što značajno smanjuje emisiju stakleničkih plinova u odnosu na fosilna goriva. U odnosu na fosilna goriva, bioetanol koji je dobiven iz biomase predstavlja obnovljiv izvor energije. Metilni ester repičinog ulja, puno poznatiji kao biodiesel dobiva se od ulja uljane repice ili recikliranog otpadnog jestivog ulja. Za proizvodnju biodiesela u Europi se najviše koristi uljana repica sa više od 83%, slijedi suncokret sa 12,5%, dok se primjerice u SAD-u najviše koristi ulje soje te u azijskim zemljama palmino ulje. Biljna ulja ne sadrţe sumpor te je moguća i njihova naknadna obrada pomoću oksidacijskog katalizatora stoga je biodiesel ekološki prihvatljiv. Iako biljna ulja smanjuju emisiju štetnih plinova ona zapravo povećavaju emisiju NOx izuzev palminog ulja koje smanjuje emisije NOx za 20%. Transport biodiesela je

potpuno neopasan za okoliš, jer se dospjevši u tlo razgradi nakon 28 dana. Ako tijekom manipulacije ili transporta nafta dospije u vodu, jedna litra zagadi gotovo milijun litara vode, dok se kod biodiesela takvo zagađenje ne postoji, jer se on u vodi potpuno razgradi već nakon nekoliko dana. Neke od glavnih prednosti biodiesela su:

- emisija štetnih plinova manja za 50%
- količina čađe manja za 50%
- gotova da nema sumpora
- biorazgradivo gorivo
- nema štetnih utjecaja po zdravlje tokom proizvodnje
- nije opasna tvar
- dodaje se 20% klasičnom diesel gorivo radi smanjenja emisije štetnih tvari za 35%.

Biogorivo iz algi ima mnoge prednosti koje ga čine gotovo savršenim izvorom goriva. Alge rastu 50 do 100 puta brže od ostalih tradicionalnih kultura koje se koriste za proizvodnju biogoriva. Dodatna velika prednost je to što su alge jednostanični organizmi koji ne zahtijevaju svježu plitku vodu znatno pojednostavljuje proizvodnju. Biogoriva temeljena na algama definitivno imaju potencijala pokrenuti revoluciju u energetskoj industriji i mogla bi igrati vodeću ulogu u borbi protiv stakleničkih plinova i klimatskih promjena. [5]

3.1.3. Etanol i metanol

Metanol i etanol su najniži alkoholi i na sobnoj temperaturi dolaze kao bezbojne kapljevine. Etanol se može dobivati fermentacijom kultura bogatih šećerima i škrobom, a to je gorivo za koje se smatra da kratkoročno ima najveći potencijal. Metanol se ekstrahira katalizacijom sintetičkog plina koji se filtrira destilacijom. I etanol i metanol mogu se miješati s benzinom u različitim omjerima i imaju isti sadržaj energije.16 Etanol i metanol se moraju miješati sa benzinom pri čemu se prilikom miješanja moraju koristiti otapala i to im je jedan od glavnih nedostataka uz skupu proizvodnju. Prednosti etanola i metanola kao altenativnog goriva je da smanjuju emisije ugljikovodika za 66%. Dosadašnja smjesa etanola i metanola je iznosila 90% benzina i 10% etanola dok se u budućnosti planira razviti smjesu u kojoj bi udio etanola iznosio 85%, a udio benzina samo 15%. Prednosti primjena alkohola nisu samo u smanjenju ugljikovodika već i u manjim emisijama čađe i NOx kod diesel motora. No još uvijek njihova proizvodnja nije isplativa iako imaju relativno dobru ogrjevnu moć, njihova proizvodnja je neekonomična. Nedostaci su što je metanol relativno štetan za ljudsko zdravlje i njime se mora baratati u potpuno hermetički

zatvorenim sustavima. U uzgoju i proizvodnji moraju se koristiti obnovljivi izvori energije kako bi se spriječio negativan utjecaj etanola na klimu.

3.1.4. Električna energija

Automobili na električni pogon pojavili su se skoro u isto vrijeme kada i oni na fosilno gorivo, no ubrzo su nestali. Kako vrijeme ide i kako su zalihe fosilnih goriva sve manje, tako se i razvijaju novi električni automobili. Automobili koji se danas proizvode na električni pogon mogu biti hibridi koji koriste klasični način pogona uz dodatnu uporabu elektromotora te automobili koji koriste samo električni pogon. Električni automobili imaju nekoliko mogućih prednosti u odnosu na konvencionalne automobile s unutarnjim izgaranjem, koje uključuju značajno smanjenje onečišćenja zraka u gradovima, jer oni ne ispuštaju onečišćenja iz svojih izvora energije tijekom rada, smanjene emisije stakleničkih plinova, ovisno o gorivu i tehnologiji koja se koristi za proizvodnju električne energije za punjenje akumulatora, manju ovisnost o nafti, što je u razvijenim zemljama i zemljama u razvoju uzrok zabrinutosti zbog njihove izloženosti naglim promjenama cijene i poremećaja u opskrbi. Unatoč potencijalnim prednostima, široko prihvaćanje električnih automobila suočava se s nekoliko prepreka i ograničenja. Električni automobili su znatno skuplji od konvencionalnih vozila s unutarnjim izgaranjem i hibridnih električnih vozila zbog dodatnog troška njihovih litij-ionskih akumulatora. Druge prepreke za opće korištenje električnih automobila su nedostatak javne i privatne infrastrukture za punjenje i strah vozača od nestanka energije prije dostizanja svog odredišta zbog ograničenog dosega postojećih električnih automobila. Prikaz takvog automobila je na slici 2.



Slika 2. Prikaz električnog automobila, izvor: https://www.autonet.hr/ , Pristupljeno 14.1.2021.

3.1.5. Sunčeva energija

Sunčeva energija uz sekundarne solarne izvore kao što su vjetar i biomasa se gledaju kao najčešće dostupnim obnovljivim izvorima energije na Zemlji. Solarna energija pruža električnu energiju pomoću toplinskih strojeva ili fotonaponskih ćelija. Električna energija iz fotonaponskih ćelija može se upotrebljavati za rasvjetu, za rad kućanskih aparata, ili se skladištiti u akumulatorima. U novije vrijeme počeli su se razvijati i automobili koji za pogon koriste fotonaponske ćelije. Sunčevo vozilo je vrsta električnog vozila, koja u cijelosti ili značajno koristi sunčevu energiju za pogon elektromotora. Uobičajeno je da sunčevo vozilo koristi fotonaponske ploče za pretvaranje sunčeve energije u električnu energiju. Za sada su takva vozila uglavnom u razdoblju ispitivanja, ali postoji nekoliko modela koja se mogu naći na tržištu. [5]

3.1.6. Vodik

Kao alternativno gorivo zakonom priznat 1992. godine, iako se već davne 1870. godine govorilo o značaju vodika kao goriva. U današnje vrijeme vodik se smatra jednim od najozbiljnijih kandidata za gorivo budućnosti. Velika prednost vodika, kao goriva, je ta što je vodik obnovljivo gorivo. Samo dobivanje vodika ima veliko ekološko-ekonomsko značenje. Na Zemlji se nalazi u kombinaciji s drugim elementima kao što su kisik, ugljik i dušik. Kada ga odvojimo od drugih elemenata tek se onda može upotrebljavati kao alternativni izvor energije. Visoka cijena dobivanja vodika jedan je od najvećih razloga zašto vodik do sad nije zamijenio naftu. U odnosu na fosilna goriva vodik je gorivo visoke ogrjevne moći koje svojim izgaranjem u odnosu na naftu ne onečišćuje okoliš te je jedini nusprodukt njegovog izgaranja voda. Kao pogonsko gorivo vodik nije moguć kod diesel motora zbog svojeg nisko cetanskog broja. Automobili pogonjeni vodikom ne proizvode buku koja također jedan od bitnih faktora koji utječu na čovjeka. Što se tiče ubrzanja i krajnje brzine automobili na vodik se ne razlikuju od automobila pogonjenih fosilnim gorivom. Jedan od glavnih razloga zašto današnja vozila nisu pogonjena vodikom su spremnici današnjih vozila koji nisu u stanju zadržati vodik čak ni do nekoliko dana. Neke od bitnih prednosti vodika su:

- može se pretvoriti u korisne oblike energije s visokim stupnjem efikasnosti
- najlakša tvar poznata čovjeku
- nema emisije štetnih plinova
- obnovljiv izvor energije

- najstariji plin koji je poznat čovjeku.

Neki od nedostataka vodika su:

- skupa proizvodnja
- niska energetska gustoća
- potrebni su veliki spremnici pod tlakom
- potrebno ga je držati na temperaturi od -253
- iskoristivost mu je od 50-90%.

3.1.7. Prirodni plin

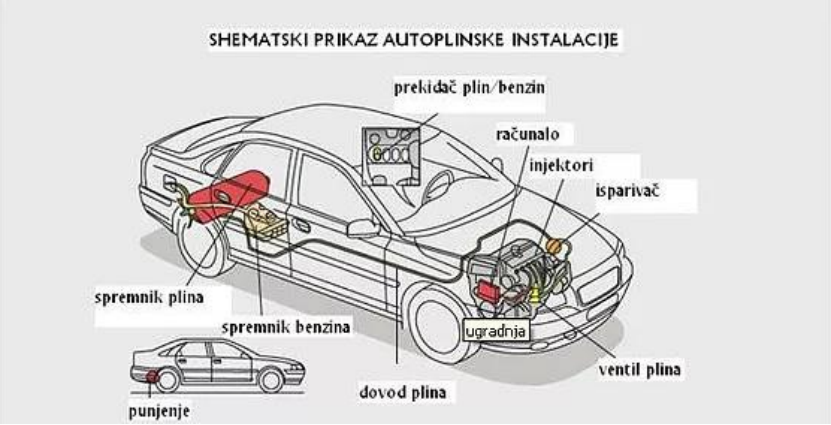
Motorna vozila danas za svoj pogon sve više koriste prirodni plin koji se većinom sastoji od metana koji zbog svoje jednostavne kemijske strukture, pruža znatne mogućnosti smanjenja emisije zagađivača. Današnji motori koji koriste prirodni plin kao pogon predstavljaju konvencionalne motore s unutrašnjim izgaranjem koji su bili prilagođeni korištenju prirodnog plina. Po svom kemijskom sastavu prirodni plin najbliži je benzinskim osobinama stoga se motori na prirodni plin rade po Otto ciklusu. Najveću ulogu u emisiji štetnih plinova kod prirodnog plina ima proces izgaranja pa tako što je bolja smjesa zraka i goriva to će emisija plinova biti manja. Plin u vozilu skladištimo na više načina i to kao komprimirani i adsorbirani. Komprimirani je uskladišten u rezervoare pod tlakom od 200-250 bara, a adsorbirani je adsorbiran u nekoj supstanci pod tlakom od 7-10 bara. Glavni problem kod upotrebe plina je volumen odnosno težina samog spremnika sa plinom. Najbitnije prednosti upotrebe prirodnog plina kao pogonskog goriva su:

- manje emisije CO za oko 80%
- manje emisije NOx za oko 70%
- manje emisije HC za oko 45%
- nema emisije sumpornih spojeva
- nema čađe, nema mirisa.

Glavni nedostaci prirodnog plina kao pogonskog goriva su:

- veća potrošnja goriva
- manja snaga motora
- mala jedinična energija pri okolišnom stanju. [5]

Te na sljedećoj slici 3. može se vidjeti prikaz ugradnje autoplina.



Slika 3. Prikaz autoplinske instalacije, izvor: https://www.autoservis.co/, Pristupljeno 14.1.2021.

Promijenjen kod polja

4. Količina CO2 za vrijeme pandemije

Pandemija COVID-19 i njome izazvana ekonomska kriza utjecale su na gotovo sve aspekte proizvodnje, opskrbe i potrošnje energije širom svijeta. Pandemija je u 2020. odredila trendove u energetici i trendove vezane uz emisiju stakleničkih plinova: u većem dijelu godine smanjena je potrošnja fosilnih goriva, dok su obnovljivi izvori energije i električna vozila, dva glavna pokretača zelene tranzicije, uglavnom ostali imuni na pandemiju.

Prema podacima Međunarodne agencije za energetiku (IEA), potražnja za primarnom energijom u prošloj godini pala je za gotovo 4 posto pa je posljedično i globalna emisija ugljičnog dioksida (CO_2) smanjena za 5,8 posto. To je najveći postotni pad na godišnjoj razini od Drugog svjetskog rata. U apsolutnom iznosu emisija ugljičnog dioksida smanjena je za gotovo 2.000 milijuna tona, što odgovara doprinosu Europske unije ukupnoj globalnoj emisiji. Najviše je pala potražnja za fosilnim gorivima: za naftom (-8,6%) i ugljenom (-4%). Pad potražnje za naftom je najveći do sada zabilježen pad i zaslužan je za gotovo pola smanjenja ukupne emisije CO_2 u prošloj godini.

Globalne emisije kao posljedica upotrebe nafte smanjene su za više od 1.100 Mt CO_2, u odnosu na 11.400 Mt emitiranih u 2019. godini. Pad aktivnosti u cestovnom prijevozu potaknuo je 50 posto pada globalne potražnje za naftom, a pad u zrakoplovnom sektoru oko 35 posto. U međuvremenu su goriva i tehnologije s niskim udjelom ugljika, posebno solarni fotonaponski izvori i vjetroelektrane, povećali svoj udio u globalnoj proizvodnji energije na više od 20 posto, odnosno za više od jednog postotnog boda.

U svim gospodarstvima jedna od glavnih tema je koliko su epidemiološke mjere i ograničenja utjecali na prometnu aktivnost. Pad emisija CO_2 zbog manje upotrebe nafte u prometnom sektoru predstavljao je više od 50 posto ukupnog pada emisije u prošloj godini, a ograničenja kretanja na lokalnoj i međunarodnoj razini dovela su do pada emisije za gotovo 1.100 Mt na razini sektora, što je za gotovo 14 posto manje od razine iz 2019. Sektor koji je najteže pogođen raznim mjerama i ograničenjima je međunarodni zrakoplovni promet. Zrakoplovne aktivnosti u travnju prošle godine pale su za 70 posto u odnosu na isti mjesec 2019. godine. Emisije CO_2 nastale kao posljedica međunarodnog zrakoplovnog prometa lani su smanjene za 45 posto, odnosno za 265 Mt CO_2. To je razina posljednji put zabilježena 1999. godine. Takav pad ekvivalentan je uklanjanju s ceste oko 100 milijuna konvencionalnih automobila. [8]

Cestovni prijevoz također je bio ozbiljno pogođen: potražnja za naftom pala je za 10 posto u odnosu na 2019. Učinak pandemije na globalnu prodaju automobila bio je još veći: pad za 15 posto. No, prodaja električnih automobila porasla je lani za više od 40 posto. Prodano je više od 3

milijuna električnih vozila. Uglavnom zahvaljujući poticajima u Europskoj uniji i Kini. To je ohrabrujući znak za zelenu tranziciju, iako je rast emisije stakleničkih plinova zbog kontinuiranog pomaka prema većim vozilima poput SUV-a nadoknadio smanjenje emisija zbog veće prodaje električnih automobila.

Budući da promet generira oko 60 posto ukupne potražnje za naftom, a pad potražnje za naftom ponajviše je pridonio smanjenju emisija stakleničkih plinova u 2020., oporavak globalne prometne aktivnosti važan je signal da potražnja za naftom i globalna emisija CO_2 ponovo rastu. U gospodarstvima u razvoju, oporavak djelatnosti cestovnog prometa tijekom druge polovice 2020. bio je jedan od glavnih pokretača oporavka emisija. U naprednim gospodarstvima, aktivnost cestovnog prijevoza i dalje je potiskivana tijekom druge polovice 2020. u odnosu na razinu iz 2019.

Utjecaj na regionalnoj razini ovisio je o različitim odgovorima lokalnih vlasti na pandemiju. Napredne ekonomije su, logično s obzirom na to da su najveći potrošači, u prosjeku zabilježile najveći pad godišnjih emisija CO_2 od gotovo 10 posto, dok su emisije zemalja u tranziciji i onih u razvoju pale za 4 posto u odnosu na 2019. Većina gospodarstava zabilježila je pad između 5 i 10 postotnih bodova u usporedbi s nedavnim stopama rasta emisija, uz manji pad u Brazilu i ponajviše u Kini. Kina je jedino veliko gospodarstvo koje je lani zabilježilo povećanje godišnje emisije CO_2. Rast emisije lani je usporen za samo jedan postotni bod u odnosu na prosječnu stopu rasta u razdoblju od 2015. do 2019. godine.

Prošle godine IEA je počela pratiti trendove potražnje za energijom i emisiju CO_2 na mjesečnoj osnovi. U siječnju 2020. vremenske prilike bile su glavni razlog nižih globalnih emisija CO_2 u odnosu na 2019. godinu. Zbog povoljnijeg vremena, potrebe za grijanjem u glavnim gospodarstvima poput Sjedinjenih Država, Njemačke, Ujedinjenog Kraljevstva i Rusije bile su za 15 do 20 posto niže nego u siječnju 2019. Učinak pandemije počeo se osjećati krajem veljače, a do travnja su globalne emisije zabilježile najveći mjesečni pad nakon što je većina naprednih gospodarstava počela uvoditi razne oblike ograničenja kretanja i putovanja. Kako je prvi val pandemije stavljen pod kontrolu i kako su se gospodarske aktivnosti sredinom godine počele obnavljati, rasle su i emisije. Trend oporavka nastavio se do kraja godine, tako da su u prosincu 2020. globalne emisije bile za 2 posto veće nego u istom mjesecu prethodne godine.

Oporavku su potpomogli vodeći emiteri, jer je pojačana ekonomska aktivnost obnovila potražnju za energijom. Mnoga gospodarstva već sada imaju emisije iznad razina kakve su imala prije COVID-a. Kina, prva velika ekonomija koja je izašla iz pandemije i ukinula ograničenja, u prosincu je emitirala 7 posto više plinova nego prethodne godine. Emisije u SAD-u smanjile su se

u 2020. za 10 posto. Nakon što su dosegle najniže razine u travnju i svibnju, počele su se vraćati. U prosincu su se približile razinama zabilježenim u istom mjesecu prethodne godine, jer su veća gospodarska aktivnost i kombinacija viših cijena prirodnog plina i hladnijeg vremena pogodovale povećanju potrošnje ugljena. [8]

U Europskoj uniji sve članice uvodile su ograničenja i blokade, a godišnja emisija CO_2 u 2020. pala je za 10 posto u odnosu na 2019. Smanjenje potražnje za električnom energijom u cijeloj Uniji i 8-postotni porast proizvodnje iz obnovljivih izvora posljedično su smanjili proizvodnju električke energije iz ugljena za 20 posto. Rezultat smanjene potrošnje ugljena je povećanje udjela obnovljivih izvora u proizvodnji električne energije u prošloj godini na rekordnih 39 posto, četiri postotna boda više nego u 2019.

Potražnja za naftom u transportu pala je za 12 posto zbog strogih epidemioloških mjera i ograničenja kretanja unutar Unije. U Njemačkoj su ukupne emisije CO_2 povezane s energijom smanjene za gotovo 9 posto, a proizvodnja iz elektrana na ugljen pala je za više od 20 posto zbog manje potražnje za električnom energijom i veće proizvodnje iz obnovljivih izvora. U Francuskoj su zbog proljetne i jesenske blokade godišnje emisije bile 11 posto niže nego 2019. godine, a emisije nastale prometnim aktivnostima smanjene su za gotovo 20 Mt CO_2 i činile su 60 posto ukupnog smanjenja emisija.

Iako je 2020. obilježio najveći apsolutni pad globalnih emisija CO_2 u povijesti, podaci o brzom oporavku potražnje za energijom i emisijama u mnogim gospodarstvima naglašavaju rizik da će se emisije CO_2 ove godine znatno povećati. Što će se dogoditi s potražnjom za energijom i emisijama 2021. i kasnije, ovisit će o tome koliko će vlade insistirati na prijelazu na zelenu energiju prilikom oporavka gospodarstva.

Izvješće IEA o održivom oporavku, objavljeno u lipnju 2020., naznačilo je kako bismo mogli izbjeći ponovni skok emisija, a Plan održivog oporavka pruža jasne preporuke o tome kako istovremeno stvoriti radna mjesta, potaknuti gospodarski rast i značajno smanjiti emisije. [6]

Koalicija o okolišu i klimatskim promjenama UNECE-a (Gospodarske komisije Ujedinjenih naroda za Europu) navodi kako je danas prevladavajuća pretpostavka da je COVID-19 “dobar za okoliš”, zbog toga što su mjere zaključavanja (eng. lockdown) i rad na daljinu pomogli smanjiti emisije ugljičnog dioksida (CO2) te poboljšati kvalitetu zraka u najonečišćenijim dijelovima svijeta. Pomisao da se priroda oporavlja dok čovječanstvo ostaje kod kuće sviđa se mnogima. Međutim, malo se zna o dugoročnim posljedicama krize na okoliš. Osim toga, učinci klimatskih

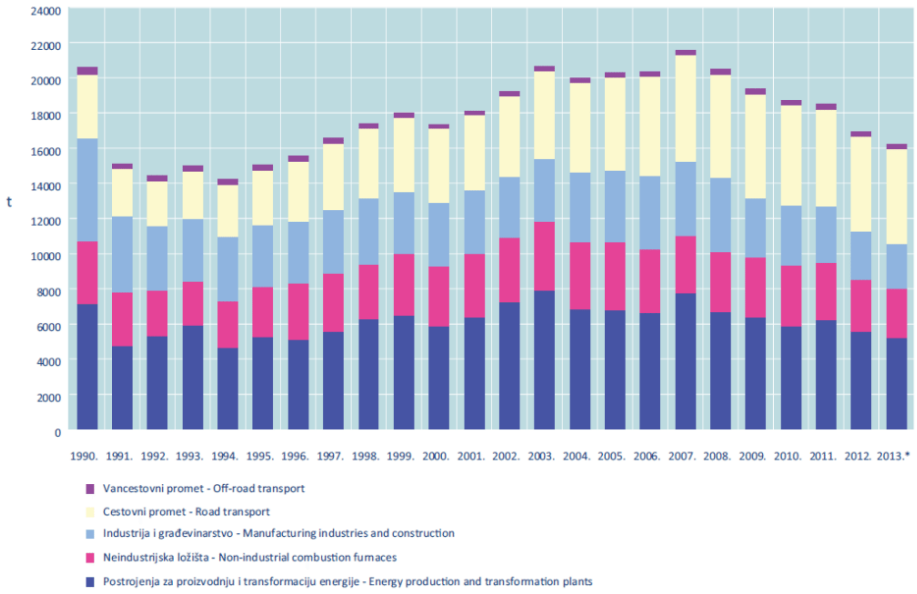
promjena i dalje su prisutni i dalje utječu na poljoprivredu i život ljudi te mogu pridonijeti ukupnoj recesiji u pogođenim državama kao posljedice pandemije COVID-19.

Organizacija za ekonomsku suradnju i razvoj (OECD) ističe da će se kroz bolju kvalitetu zraka, bolji pristup pitkoj vodi i odvodnji, boljem gospodarenju otpadom te zaštitom biološke raznolikost smanjiti ranjivost zajednica na pandemije. Napominju da izloženost onečišćenom zraku povećava rizik od razvoja kardiovaskularnih i respiratornih bolesti, kao i preranu smrt, a pojedince čini više ranjivima na COVID-19. Dostupnost i kvaliteta pitke vode te zaštita biološke raznolikosti ključni su za borbu protiv širenja pandemije, a učinkovito gospodarenje otpadom neophodno je kako bi se smanjili mogući sekundarni utjecaji na zdravlje i okoliš. [8]

4.1. Pozitivni učinci pandemije COVID-19 na okoliš

Prve objavljene studije o utjecaju pandemije COVID-19 na okoliš pokazale su pozitivan utjecaj pandemije koronavirusa na okoliš. Zaustavljanje i smanjenje gradskog, međugradskog i međudržavnog prijevoza proizvelo je pozitivne učinke u brojnim državama. Osim toga, zatvaranje tvornica također je doprinijelo smanjenju emisija CO2. Ove promjene omogućile su oporavak prirode, odnosno smanjenje onečišćenja, čišći i kvalitetniji zrak, čišću vodu, oporavljanje ozonskog omotača.

Tako su, na primjer, u provinciji Hubei (Kina) krajem 2019. godine provedene snažne mjere socijalnog distanciranja koje su utjecale na glavne gospodarske aktivnosti. Industrija je zaustavila svoju proizvodnju, a znatno se smanjio i promet. Sve je to dovelo do čišćeg zraka i dramatičnog smanjenja koncentracija dušikovog dioksida (NO2) i lebdećih čestica (PM2,5) u glavnim kineskim gradovima. Prosječna nacionalna razina PM2,5 pala je za 33 %, dok je razina NO2 pala za 40 %, u usporedbi s istim razdobljem 2019. godine. Emisije CO2 smanjile su se prema procjenama 25 %, dok su, prema podacima Centra za istraživanje energije i čistog zraka (CREA) sa sjedištem u Helsinkiju, koji je izvijestio o podacima o onečišćenju iz Kine, proizvodnja električne energije na ugljen, proizvodnja cementa i potrošnja nafte zabilježile strmoglavi pad. Na priloženoj slici se može vidjeli trend emisija CO2 izgaranjem goriva.



Slika 4. Prikaz trenda emisije CO2 uslijed izgaranja, izvor: https://www.enu.hr/, Pristupljeno 6.10.2021.

Promijenjen kod polja

U drugim dijelovima svijeta, poput Europe, onečišćenje zraka dramatično je smanjeno nakon što su nacionalne vlade od svojih građana zahtijevale ostanak kod kuće kako bi se spriječilo širenje novog koronavirusa. Zaustavljen je rad glavnih industrija kao i obavljanje ostalih redovitih aktivnosti. Primjerice, smanjilo se korištenje automobila što je uzrokovalo smanjenje stakleničkih plinova. Podaci sa satelita Copernicus Sentinel-5P pokazali su značajno smanjenje koncentracije NO2 nad Rimom, Madridom i Parizom, prvim gradovima u Europi koji su primijenili stroge karantenske mjere.

Manjak turista, kao rezultat mjera socijalnog distanciranja zbog nove pandemije koronavirusa, promjenio je izgled mnogih popularnih plaža u svijetu. Kao rezultat smanjenja otpada koji stvaraju turisti mnoge plaže poput onih u Acapulcu (Meksiko) i Barceloni (Španjolska) izgledale su bitno čistije i s kristalno čistim morem. Slične slike dolazile su i iz Venecije gdje se, zbog smanjenja plovidbe brodovima i gondolama po venecijanskom kanalu, more drastično razbistrilo.

Isto tako, u većini država svijeta značajno je pala razina buke. Nametanje karantenskih mjera prisililo je ljude da ostanu kod kuće, čime se znatno smanjila uporaba privatnog i javnog prijevoza. Također, komercijalne su aktivnosti gotovo u potpunosti zaustavljene. Te promjene dovele su do značajnog smanjenja razina buke u većini gradova u svijetu.

Globalna emisija ugljičnog dioksida (CO_2) jedan je od najvećih svjetskih problema ugrožavajući i sam opstanak na planeti Zemlji. Promet je odgovoran za 25% emisija CO_2, zbog uporabe fosilnih goriva. Prosječan automobil godišnje ispušta toliko CO_2 koliko je i sam težak. Za jedan sat vožnje autocestom brzinom 130 km/h potroši se isto toliko kisika koliko jedan čovjek potroši u deset dana za disanje. Kao posljedica zagađenja zraka, prosječni Amerikanac ima vjerojatnost da oboli od raka 1:100000. Za stanovnike gradova rizik je 20 puta veći (1:5000).

Zadnjih dvadeset godina u Hrvatskoj je prisutan uzlazni trend emisije CO_2 uzrokovan cestovnim prometnom, pa je npr. koncentracija CO_2 na nekim križanjim u Zagrebu 35 mg/m3 što je 3,5 puta više od svjetskih standarda (10 mg/m3). 80% komunalne buke u gradovima otpada na prometnu buku.

Koncentracija ugljičnog dioksida (CO_2) u zraku iznosi 0,03% volumena. Već kratkotrajna izlaganja koncentracijama CO_2 većim od 2% uzrokuju štetne učinke po zdravlje. Studija utjecaja CO_2 na zdravlje provedena u Kanadi utvrdila je sljedeće:

- 15-minutno izlaganje koncentracijama CO_2 od 3,3% do 5,4% povećavaju dubinu disanja, a pri koncentraciji od 7,5% uz dispneju (otežano disanje) ubrzava se srčani ritam, javlja glavobolja, vrtoglavica, znojenje, nemir, dezorijentacija i smetnje vida,
- 20-minutno izlaganje koncentracijama CO_2 od 6,5% do 7,5% smanjuje mentalne sposobnosti,
- izlaganje koncentraciji CO_2 od 10% u vremenu od jedne i pol minute uzrokuje očno svjetlucanje i nadraženost te povećava aktivnost i grčenje mišića,
- 15-minutno izlaganje koncentracijama CO_2 većim od 10% uzrokuje teško disanje, smanjenje sluha, mučninu, povraćanje, osjećaj gušenja, znojenje, stupor i gubitak svijesti.

Neke druge studije pokazale su da dugotrajno izlaganje (42-44 dana) koncentraciji CO_2 od 1,5% uzrokuje reverzibilni acido-bazni disbalans u krvi i povećanje minutnog volumena pluća.

S ciljem smanjenja emisije CO_2 i drugih stakleničkih plinova i senzibilizacije građana o važnosti korištenja javnog gradskog prijevoza, vožnje biciklom, pješačenja i drugih (alternativnih) oblika održivog prijevoza za sadašnje i buduće generacije, mnogi europski gradovi već godinama obilježavaju Europski tjedan kretanja (16. do 22. rujna).

2011. godine Europska komisija povodom Tjedna kretanja, pod motom „Alternative mobility“, poziva gradove i njihove lokalne vlasti na promicanje alternativnih održivih oblika prijevoza. Električna vozila troše tri puta manje energije i stvaraju gotovo dvostruko niže emisije CO_2 i

znatno niže emisije drugih stakleničkih plinova i štetnih polutanata nego vozila na fosilna goriva (benzinska i dizelska) te tako značajno smanjuju zagađenje okoliša. Empirijskim promatranjima utvrđeno je da javni prijevoz troši prosječno 60% manje energije po putniku po prijeđenom kilometru u odnosu na potrošnju pri prijevozu osobnim vozilima na fosilna goriva. [10]

4.20.4.2. Negativni učinci pandemije COVID-19 na okoliš

Unatoč istaknutim pozitivnim utjecajima na okoliš, novi koronavirus također je imao i negativne utjecaje na okoliš. Količine otpada su se povećale. Politike karantene, uspostavljene u većini zemalja, navele su potrošače da povećaju potražnju za internetskom kupnjom i kućnom dostavom. Posljedično, povećao se otpad koji generiraju domaćinstva. Između ostalog, hrana kupljena online isporučuje se pakirana, pa se povećala i količina ambalažnog plastičnog otpada. Ove su godine nova ograničenja uporabe plastike trebala stupiti na snagu u mnogim zapadnim državama: na primjer, Francuska i Velika Britanija planirale su zabraniti uporabu jednokratnog plastičnog posuđa, a Europska unija u cjelini planirala je smanjiti uporabu plastičnog posuđa. Opseg trenutne pandemije vjerojatno će potaknuti preispitivanje ovih zakonodavnih odluka i općenito ulogu plastike čiji je utjecaj na bakterijsku i virusnu sigurnost društva već poznat. Teško je zamisliti razmjere i posljedice pandemije u velikim gradovima u uvjetima zaustavljanja proizvodnje takvog pribora.

Medicinski otpad također je u porastu. Bolnice u Wuhanu (Kina) u prosjeku su proizvodile 240 metričkih tona medicinskog otpada dnevno tijekom izbijanja pandemije, dok je njihov prijašnji prosjek bio oko 40 tona. U mnogim državama došlo je do povećanja otpada poput zaštitne opreme, maski i rukavica. Zanimljivo je istaknuti kako su centri za prikupljanje i obradu medicinskog otpada u svijetu bili suočeni i s priljevom otpada iz neobičnih izvora, poput aviona i kruzera na kojima su putnici imali pozitivan test i bili stavljeni u karantenu.

Smanjilo se i recikliranja otpada. U SAD-u su neki gradovi obustavili programe recikliranja jer su se vlasti zabrinule zbog rizika od širenja virusa u centrima za reciklažu. S druge strane, tijekom tzv. zaključavanja u posebno ugroženim europskim državama ograničeno je održivo gospodarenje otpadom. Na primjer, Italija je u vrijeme najgoreg razdoblja zaraženim stanovnicima zabranila da razvrstavaju svoj otpad. Također, industrija je iskoristila priliku za ukidanje zabrane vrećica za jednokratnu uporabu.

Kina je od postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda zatražila da ojačaju postupke dezinfekcije (uglavnom povećanom uporabom klora) kako bi se spriječilo širenje novog koronavirusa kroz

otpadne vode. Međutim, prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije nema dokaza o opstanku virusa SARS-CoV-2 u vodi za piće ili otpadnim vodama.

Iako su se emisije nekih stakleničkih plinova smanjile kao rezultat pandemije, ovo smanjenje ima mali utjecaj na ukupne koncentracije stakleničkih plinova koji su se desetljećima akumulirali u atmosferi. Za postizanje značajnog pada nužna je dugoročna strukturna promjena u gospodarstvima najvećih onečišćivača. Smanjenje emisija stakleničkih plinova koje je trenutno zabilježeno u nekim državama samo je privremeno. Kada se pandemija završi, države će najvjerojatnije oživjeti svoja gospodarstva, a emisije stakleničkih plinova ponovno će naglo porasti.

To se dogodilo u Kini. Njezino iskustvo kao prve zemlje koja se zatvorila kad ju je virus pogodio te jedne od prvih koja je započela ponovno otvaranje, primjer je onoga što bi se moglo dogoditi drugdje. Razine onečišćujućih tvari u zraku (PM2.5, NO2, SO2, O3) drastično su pale tijekom lockdowna u veljači. Dramatična poboljšanja kvalitete zraka izazvana zaustavljanjem proizvodnje i prometa u svibnju su uglavnom prestala. Kako su tvornice pokušale nadoknaditi izgubljeno vrijeme, onečišćenje se početkom svibnja vratilo na razinu prije pojave koronavirusa, a ponegdje ju je za kratko vrijeme i nadmašilo. [8]

Najveći gradovi, Peking i Šangaj, još uvijek zaostaju za prošlom godinom. Gledajući ostala područja, porast NO2 je manji u gusto naseljenim urbanim područjima nego u ostalim područjima u zemlji, što ukazuje na to da su mjesta gdje je prijevoz ključni izvor onečišćenja imala manja povećanja. PM2.5 i NO2 povećavali su se više na mjestima s višom razinom SO2, što ukazuje na to da su mjesta gdje je izvor onečišćenja bilo sagorijevanje ugljena imala povećan rast. S obzirom na izvore, u Kini je SO2 povezan sa sagorijevanjem ugljena, PM2.5, NO2 i ozon povezani su s elektranama, industrijom i prometom. U međuvremenu, provincijski dužnosnici željni investicija daju prednost novim elektranama na ugljen što će u budućnosti dovesti do velikih zdravstvenih i klimatskih problema. A razine ozona su blizu rekordne razine iz 2018. godine.

Aktivnosti na očuvanju ekosustava i biološke raznolikosti za vrijeme pandemije bile su ograničene što je dovelo do povećanja ilegalnog odlaganja otpada, lova i sječe drva. U Brazilu su ilegalni drvosječe ubrzali uništavanje amazonske prašume, dok je koronavirus pustošio državu. Prema satelitskim podacima brazilske Agencije za istraživanje svemira INPE, 64 posto više zemljišta očišćeno je u travnju 2020. nego u istom mjesecu prethodne godine – iako je 2019. bila godina najvećeg krčenja šuma tijekom razdoblja dužeg od desetljeća. Prenamjene zemljišta, krčenje šuma, legalna i ilegalna trgovina divljim životinjama u proteklim desetljećima dovela su do alarmantnog gubitka staništa i vrsta. Takvo uništavanje staništa olakšava širenje patogena. Čim ljudi prodru u

prethodno netaknuta područja, smanjuje se barijera između divljih životinja i ljudi čime se povećava rizik od daljnjeg širenja virusa s divljih životinja na ljude. [8]

5. Promjena mobilnosti za vrijeme pandemije u RH

U ovom je dijelu tablično prikazano i opisano kako je pandemija utjecala na posjećenost određenih mjesta za vrijeme pandemije u RH za svaku županiju. Svi su podaci uspoređivani sa osnovnom (prosječnom) vrijednošću prije početka pandemije.

5.1. 16. 02. 2020 – 29.03.2020.

Tablica br. 1 Promjena trenda mobilnosti za početno razdoblje pandemije, Izvor: 2020-03-29_HR_Mobility_Report_en, Pristupljeno: 10.06.2022 .

Županija	maloprodaja i rekreacija	trgovine i ljekarne	Parkovi	Javni prijevoz	poslovni objekti	stambeni objekti
Bjelovarsko-bilogorska	-85%	-58%	-23%	-70%	-46%	20%
Brodsko-posavska	-81%	-59%		-83%	-51%	23%
Grad Zagreb	-85%	-61%	-51%	-76%	-51%	16%
Dubrovačko-neretvanska	-78%	-54%	-29%	-66%	-52%	22%
Istarska	-74%	-55%	-35%	-76%	-45%	15%
Karlovačka	-83%	-56%	-16%	-66%	-48%	30%
Koprivničko-križevačka	-81%	-58%	NP	NP	-44%	25%
Krapinsko-zagorska	-87%	-63%		-72%	-48%	34%
Ličko-senjska	-73%	-44%	-58%	-83%	-46%	
Međimurska	-86%	-64%		-84%	-54%	27%
Osječko-baranjska	-83%	-54%	-14%	-73%	-47%	17%
Požeško-slavonska	-83%	-58%	NP	-75%	-49%	0%
Primorsko-goranska	-82%	-58%	-47%	-81%	-48%	15%
Sisačko-moslavačka	-76%	-61%	-51%	-71%	-43%	21%
Splitsko-dalmatinska	-83%	-52%	-33%	-76%	-55%	17%
Varaždinska	-86%	-61%	-62%	-83%	-50%	30%
Virovitičko-podravska	-80%	-53%	NP	-79%	-46%	1%
Vukovarsko-srijemska	-81%	-52%		-70%	-48%	24%
Zadarska	-77%	-51%	-19%	-75%	-47%	25%
Zagrebačka	-85%	-59%	-64%	-72%	-53%	15%
Šibensko-kninska	-78%	-47%	-12%	-67%	-48%	15%

~~Tablica br. 1 Promjena trenda mobilnosti za početno razdoblje pandemije, Izvor: 2020-03-29_HR_Mobility_Report_en, Pristupljeno: 10.06.2022.~~

Komentirano [A2]: Ide iznad tablice

Ova tablica prikazuje kretanje mobilnosti za razdoblje od početka pandemije 16.02.2020. pa do 29.03.2020. Kao što se vidi iz priloženog, mobilnost je porasla jedino u stambenim objektima jer je to bilo jedino mjesto gdje su se ljudi mogli družiti s obzirom da su svi ugostiteljski objekti bili zatvoreni. Jedina iznimka od toga su Virovitičko-podravska i Požeško-slavonska županija gdje se ljudi nisu družili po kućama i stanovima više nego što je uobičajeno za te dijelove zemlje. S obzirom da se ljude i poslodavce poticalo da rade od kuće te da djeca nisu pohađala kontaktnu nastavu smanjio se i broj posjećenosti poslovnih objekata te maloprodaje zbog većeg broja online narudžbi.

5.2. 15.06.2020 – 27.07.2020.

Tablica br. 2 Promjena trenda mobilnosti nakon prvog vala, Izvor: 2020-07-27_HR_Mobility_Report_en, Pristupljeno: 10.06.2022.

Županija	maloprodaja i rekreacija	trgovine i ljekarne	Parkovi	Javni prijevoz	poslovni objekti	stambeni objekti
Bjelovarsko-bilogorska	-52%	-7%	38%	-53%	-30%	1%
Brodsko-posavska	3%	2%		-33%	-31%	1%
Grad Zagreb	-24%	-25%	-6%	-44%	-42%	0%
Dubrovačko-neretvanska	93%	47%	347%	141%	-16%	-1%
Istarska	128%	89%	467%	151%	-13%	-2%
Karlovačka	23%	-1%	140%	10%	-34%	-1%
Koprivničko-križevačka	-4%	-14%	NP	NP	-32%	1%
Krapinsko-zagorska	0%	-15%	NP	-8%	-37%	2%
Ličko-senjska		98%		139%	-15%	
Međimurska	1%	3%		-48%	-36%	3%
Osječko-baranjska	-11%	-5%	23%	-37%	-34%	2%
Požeško-slavonska	-2%	-8%		-52%	-38%	
Primorsko-goranska	83%	61%	501%	58%	24%	-1%
Sisačko-moslavačka	-3%	2%	NP	-16%	-34%	1%
Splitsko-dalmatinska	64%	47%	427%	113%	-24%	-1%
Varaždinska	-5%	-5%	-21%	-59%	-34%	2%
Virovitičko-podravska	-6%	-2%	NP	-42%	-33%	0%
Vukovarsko-srijemska	-4%	0%	NP	-14%	-32%	3%
Zadarska	186%	144%	369%	148%	-13%	-1%

Zagrebačka	-7%	-18%	4%	-23%	-37%	2%
Šibensko-kninska	185%	130%	NP	109%	-14%	-1%

U ovoj tablici prikazano je razdoblje pandemije kada je broj zaraženih na dnevnoj bazi bio jako nizak. Sve se to događalo u vrijeme turističke sezone te se očigledan porast odlaska u trgovine, parkove i javni prijevoz vidi u županijama koje imaju obalu. Posjećenost parkova je drastično porasla u odnosu na sva ostala mjesta te se ta činjenica može objasniti time da ako boravimo na otvorenom mogućnost zaraze je svedena na minimum. No, glavni razlog većeg interesa za parkove je turistička sezona i boravak na plažama.

5.3. 16.10.2020. – 27.11.2020.

~~5.3.~~ Tablica br. 3 Promjena trenda mobilnosti početkom drugog vala, Izvor: 2020-11-27_HR_Mobility_Report_en, Pristupljeno: 10.06.2022 .

Oblikovano: Normal, Lijevo

Županija	maloprodaja i rekreacija	trgovine i ljekarne	parkovi	javni prijevoz	poslovni objekti	stambeni objekti
Bjelovarsko-bilogorska	-9%	4%	-21%	-76%	-18%	5%
Brodsko-posavska	-11%	2%		-33%	-16%	3%
Grad Zagreb	-19%	6%	-34%	-40%	-25%	10%
Dubrovačko-neretvanska	-5%	-2%	-24%	-17%	-15%	3%
Istarska	-5%	1%	10%	-40%	-19%	5%
Karlovačka	-15%	-3%	13%	-21%	-15%	4%
Koprivničko-križevačka	-6%	-2%	NP	NP	-16%	6%
Krapinsko-zagorska	-14%	1%	NP	-22%	-20%	8%
Ličko-senjska	-11%	-7%		-39%	-20%	
Međimurska	-10%	13%		-41%	-17%	8%
Osječko-baranjska	-17%	9%	-3%	-21%	-29%	8%
Požeško-slavonska	-7%	14%		-77%	-16%	1%
Primorsko-goranska	-9%	-3%	-22%	-25%	-13%	5%
Sisačko-moslavačka	-20%	18%		-33%	-23%	6%
Splitsko-dalmatinska	-9%	5%	-8%	-26%	-14%	3%
Varaždinska	-46%	-4%	-28%	-72%	-33%	12%
Virovitičko-podravska	-12%	12%	NP	NP	-14%	1%
Vukovarsko-srijemska	-10%	-1%	NP	-11%	-16%	4%
Zadarska	-10%	8%	2%	-13%	-16%	4%

Zagrebačka	-16%	1%	-21%	-31%	-18%	8%
Šibensko-kninska	-5%	7%	23%	-28%	-14%	2%

~~Tablica br. 3 Promjena trenda mobilnosti početkom drugog vala, Izvor: 2020-11-27_HR_Mobility_Report_en, Pristupljeno: 10.06.2022.~~

Komentirano [A3]: iznad

Kada je u jesen nastupio drugi val pandemije koronavirusa ponovo bilježimo pad mobilnosti u svim segmentima te blagi porast u stambenim objektima. Taj pad nije ni blizu onom padu koji se dogodio u veljači i ožujku jer se više toga saznalo o virusu i na neki smo način naučili zaštititi se i živjeti sa virusom.

5.4. 16.01.2021. – 27.02.2021.

~~5.4.~~ Tablica br. 4 Promjena trenda mobilnosti početkom drugog vala, Izvor: 2021-02-27_HR_Mobility_Report_en, Pristupljeno: 10.06.2022 .

Oblikovano: Normal, Lijevo

Županija	maloprodaja i rekreacija	trgovine i ljekarne	parkovi	javni prijevoz	poslovni objekti	stambeni objekti
Bjelovarsko-bilogorska	-30%	14%	-1%	-55%	-12%	1%
Brodsko-posavska	-33%	3%		-27%	-17%	-1%
Grad Zagreb	-36%	12%	87%	-33%	-12%	2%
Dubrovačko-neretvanska	-38%	1%	13%	-19%	-24%	2%
Istarska	-29%	3%	70%	-15%	-18%	-2%
Karlovačka	-36%	2%	55%	-9%	-15%	-2%
Koprivničko-križevačka	-41%	-3%	NP	NP	-15%	-1%
Krapinsko-zagorska	-33%	17%		-18%	-21%	1%
Ličko-senjska	-29%	13%		-27%	-16%	
Međimurska	-38%	0%		-12%	-11%	1%
Osječko-baranjska	-37%	12%	47%	14%	-17%	1%
Požeško-slavonska	-37%	24%		-52%	-20%	-4%
Primorsko-goranska	-32%	5%	25%	-7%	-17%	1%
Sisačko-moslavačka	-26%	32%		-29%	-10%	-3%
Splitsko-dalmatinska	-41%	1%	37%	-10%	-21%	1%

Varaždinska	-36%	3%	-7%	-46%	-15%	1%
Virovitičko-podravska	-37%	21%	NP	-45%	-19%	-3%
Vukovarsko-srijemska	-35%	16%	NP	-1%	-13%	1%
Zadarska	-29%	9%	105%	0%	-22%	0%
Zagrebačka	-39%	0%	90%	-29%	-15%	2%
Šibensko-kninska	-30%	5%	103%	6%	-23%	0%

~~Tablica br. 4 Promjena trenda mobilnosti početkom drugog vala, Izvor: 2021-02-27_HR_Mobility_Report_en, Pristupljeno: 10.06.2022.~~

Komentirano [A4]: iznad. I sve do kraja urediti

U ovoj fazi pandemije stiglo je i cjepivo te se vidi blagi oporavak mobilnosti svih segmenata osim maloprodaje i rekreacije (kafići, restorani, teretane) koji je pretrpio najveću štetu u ovoj pandemiji. Što se tiče poslovnih objekata, poslodavci su shvatili da se puno poslova u današnje vrijeme može obavljati od doma te je to jeftinije za obje strane, kako za poslodavca tako i zaposlenika te bez obzira kako ova pandemija završila, u puno poduzeća će ovo postati praksa. Isto tako i klijentima određenih poduzeća lakše je sve riješiti beskontaktno.

5.5. 15.06.2021. – 27.07.2021.

~~5.5.~~ Tablica br. 5 Promjena mobilnosti nakon drugog vala, Izvor: 2021-07-27_HR_Mobility_Report_hr, Pristupljeno: 11.06.2022.

Oblikovano: Normal, Lijevo

Županija	maloprodaja i rekreacija	trgovine i ljekarne	parkovi	javni prijevoz	poslovni objekti	stambeni objekti
Bjelovarsko-bilogorska	7%	36%	75%	-58%	-30%	-1%
Brodsko-posavska	17%	29%		-11%	-36%	-3%
Grad Zagreb	-16%	0%	101%	-38%	-36%	1%
Dubrovačko-neretvanska	150%	96%	408%	277%	-8%	-5%
Istarska	220%	176%	669%	326%	0%	-4%
Karlovačka	37%	36%	191%	47%	-31%	-4%
Koprivničko-križevačka	6%	24%			-28%	-3%
Krapinsko-zagorska	19%	27%		-5%	-30%	1%
Ličko-senjska		96%			-8%	
Međimurska	12%	15%		-44%	-34%	1%
Osječko-baranjska	-4%	19%	26%	9%	-32%	-1%
Požeško-slavonska	17%				-33%	-2%
Primorsko-goranska	118%	107%	564%	107%	-17%	-1%

Sisačko-moslavačka	11%	47%		-4%	-35%	-4%
Splitsko-dalmatinska	94%	98%	689%	202%	-18%	-3%
Varaždinska	5%	26%	-6%	-54%	-24%	0%
Virovitičko-podravska	4%	31%		-38%	-34%	-4%
Vukovarsko-srijemska	7%	36%		7%	-32%	-2%
Zadarska	230%	225%	384%	240%	-10%	-2%
Zagrebačka	4%	8%	54%	12%	-37%	1%
Šibensko-kninska	222%	199%		164%	-17%	-2%

~~Tablica br. 5 Promjena mobilnosti nakon drugog vala, Izvor: 2021-07-27_HR_Mobility_Report_hr, Pristupljeno: 11.06.2022.~~

U ovoj tablici vidimo veći porast posjećivanja parkova i maloprodajnih i rekreacijskih objekata. Taj je porast veći od onoga koji se dogodio nakon prvoga vala u razdoblju od 15.06.2020. do 27.07.2020. Razlog većeg porasta je u tome što je već dosta ljudi bilo cijepljeno i pandemija se mogla kontrolirati do određene granice pa je na hrvatsku obalu dolazilo sve više turista. Taj porast mobilnosti nije zabilježen samo u županijama koje imaju izlaz na more već i u svim ostalim županijama.

5.6. 16.10.2021. – 27.11.2021.

~~5.6.~~ Tablica br. 6 Promjena mobilnosti 16.10.2021. – 27.11.2021. Izvor: 2021-11-27_HR_Mobility_Report_hr, Pristupljeno: 12.06.2022.

Oblikovano: Normal, Lijevo

Županija	maloprodaja i rekreacija	trgovine i ljekarne	parkovi	javni prijevoz	poslovni objekti	stambeni objekti
Bjelovarsko-bilogorska	5%	32%	10%	-72%	-8%	0%
Brodsko-posavska	-9%	8%		-30%	-13%	-3%
Grad Zagreb	-6%	28%	98%	-21%	-3%	3%
Dubrovačko-neretvanska	-3%	14%	-26%	-7%	-16%	3%
Istarska	5%	18%	86%	-20%	-6%	0%
Karlovačka	-1%	16%	42%	-15%	-1%	-2%
Koprivničko-križevačka	4%	26%			-3%	-1%
Krapinsko-zagorska	-1%	24%		-29%	-9%	0%
Ličko-senjska	5%	23%		-15%	-2%	

Međimurska	10%	25%		-43%	-5%	2%
Osječko-baranjska	-4%	28%	35%	10%	-8%	0%
Požeško-slavonska	-6%			-64%	-19%	-2%
Primorsko-goranska	-3%	11%	-24%	-21%	-10%	3%
Sisačko-moslavačka	-6%	40%		-48%	-9%	-2%
Splitsko-dalmatinska	-4%	15%	-13%	-18%	-10%	2%
Varaždinska	5%	25%	-50%	-26%	15%	1%
Virovitičko-podravska	1%	34%		-59%	-15%	-1%
Vukovarsko-srijemska	2%	27%		-20%	-11%	-1%
Zadarska	0%	19%	55%	-22%	-4%	1%
Zagrebačka	-1%	11%	-2%	-13%	-5%	2%
Šibensko-kninska	2%	23%	34%	-25%	-14%	1%

~~Tablica br. 6 Promjena mobilnosti 16.10.2021. 27.11.2021. Izvor: 2021-11-27_HR_Mobility_Report_hr, Pristupljeno: 12.06.2022.~~

U ovoj tablici prikazana je mobilnost za razdoblje kada se najviše provodila kampanja cijepljenja te kada su uvedene covid potvrde. Broj zaraženih je na dnevnoj bazi tada bio jako visok te iako covid potvrda nije bila potrebna za javni prijevoz vidimo da je mobilnost javnog prijevoza pala u svim županijama. Pad se isto vidi i kod poslovnih objekata jer su covid potvrde bile obavezne za sve djelatnike i klijente u državnom i javnom sektoru.

5.7. 16.01.2022. – 27.02.2022.

Tablica br. 7 Promjena mobilnosti 16.01.2022. – 27.02.2022. Izvor: 2022-02-27_HR_Mobility_Report_hr, Pristupljeno: 12.06.2022.

Županija	maloprodaja i rekreacija	trgovine i ljekarne	parkovi	javni prijevoz	poslovni objekti	stambeni objekti
Bjelovarsko-bilogorska	-8%	32%	-2%		-10%	1%
Brodsko-posavska	-5%	17%		3%	-6%	-1%
Grad Zagreb	-21%	8%	-25%	-29%	6%	1%
Dubrovačko-neretvanska	-12%	12%	-9%	13%	-14%	2%
Istarska	3%	12%	39%	-12%	-2%	1%
Karlovačka	4%	8%	38%	-17%	-8%	1%
Koprivničko-križevačka	-12%	22%			-8%	-1%

Krapinsko-zagorska	5%	32%		-6%	7%	2%
Ličko-senjska	9%	31%		83%	-5%	
Međimurska	10%	24%		-57%	-9%	0%
Osječko-baranjska	2%	26%	-4%	36%	1%	0%
Požeško-slavonska	11%				0%	0%
Primorsko-goranska	-16%	1%	-35%	9%	-5%	2%
Sisačko-moslavačka	-8%	40%		-34%	5%	0%
Splitsko-dalmatinska	-5%	5%	15%	9%	-4%	1%
Varaždinska	0%	21%	-37%	-36%	11%	1%
Virovitičko-podravska	-1%	38%		-43%	-20%	-1%
Vukovarsko-srijemska	3%	27%		-17%	-8%	0%
Zadarska	-10%	11%	12%	-1%	-16%	2%
Zagrebačka	-5%	-5%	-21%	12%	-2%	2%
Šibensko-kninska	-1%	24%	63%	-35%	-20%	4%

~~Tablica br. 7 Promjena mobilnosti 16.01.2022. 27.02.2022. Izvor: 2022-02-27_HR_Mobility_Report_hr, Pristupljeno: 12.06.2022~~.

Ova tablica prikazuje razdoblje kada su covid potvrde već bile u upotrebi u cjelokupnom javnom sektoru te se i dalje bilježi pad mobilnosti u poslovnim objektima. Pad mobilnosti u javnom prijevozu je manji zbog toga što su se ljudi cijepili i stekli imunitet na koronavirus pa se više nisu bojali zaraze u toj mjeri.

5.8. Ukupan utjecaj pandemije na mobilnost u RH

Oblikovano: Normal, Lijevo

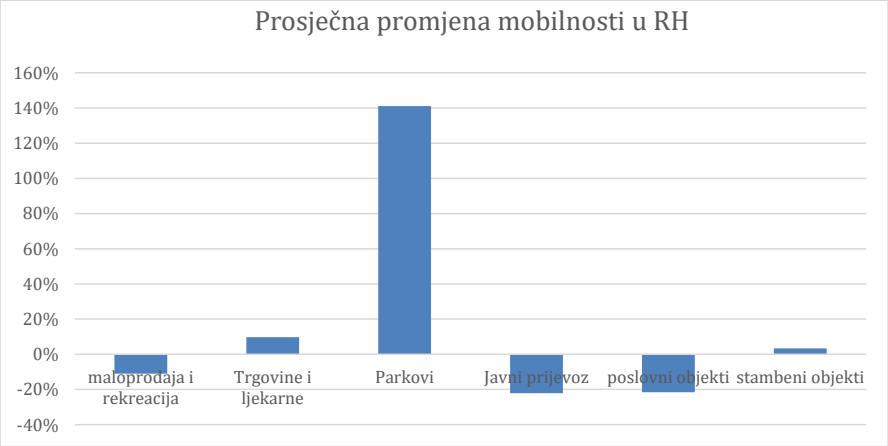
~~5.8.~~ Tablica br. 8 Promjena mobilnosti 16.01.2022. – 27.02.2022. Izvor: 2022-02-27_HR_Mobility_Report_hr, Pristupljeno: 22.06.2022.

	maloprodaja i rekreacija	**Trgovine i ljekarne**	**Parkovi**	**Javni prijevoz**	**poslovni objekti**	**stambeni objekti**
16.02.2020 - 29.03.2020.	-82%	-57%	-45%	-74%	-50%	15%
15.06.2020. - 27.07.2020.	27%	20%	410%	-6%	-32%	0%
16.10.2020. - 27.11.2020.	-16%	4%	-12%	-33%	-20%	7%
16.01.2021. - 27.02.2021.	-36%	7%	42%	-28%	-15%	1%
15.06.2021. - 27.07.2021.	45%	63%	590%	21%	-27%	-1%

16.10.2021. - 27.11.2021.	-4%	21%	15%	-23%	-5%	1%
16.01.2022. - 27.02.2022.	-11%	10%	-12%	-12%	-2%	1%
Prosjek	-11%	10%	141%	-22%	-22%	3%

~~Tablica br. 8 Promjena mobilnosti 16.01.2022. 27.02.2022. Izvor: 2022-02-27_HR_Mobility_Report_hr, Pristupljeno: 22.06.2022.~~

Kao što se može vidjeti u tablici pad mobilnosti se u prosjeku najviše odrazio na maloprodaju i rekreaciju. Tome su najviše pridonijele restrikcije stožera civilne zaštite u vezi rada ugostiteljskih objekata te je pad mobilnosti na tim prostorima u prosjeku pao za 11%. Pad mobilnosti još je izraženiji kod javnog prijevoza i poslovnih objekata gdje doseže 22%. Kod javnog prijevoza jedan od glavnih razloga je taj što se ljudi boje zaraze, a poznato je da se javnim prijevozom vozi velik broj osoba. Pad mobilnosti vezan je na neki način i sa padom mobilnosti u poslovnim objektima jer se sve više popularizirao rad od kuće pa onda ljudi nisu putovali na posao. Porast mobilnosti zabilježen je u trgovinama i ljekarnama, parkovima te stambenim objektima. Taj se porast jednim dijelom može objasniti bogatom turističkom sezonom te dolaskom stranaca na našu obalu. Iako su zbog pandemije ugostiteljski objekti bili većinom zatvoreni ili im je radno vrijeme bilo ograničeno, porast mobilnosti u stambenim objektima nije bio posebno izražen.



Slika br. 5. Prikaz prosjećne promjene mobilnosti za RH u razdoblju od 16.02.2020. – 27.02.2022. Izvor: autor, Izrađeno: 22.06.2022.

Na ovom se grafikonu najbolje vidi koliko je posjećenost parkovima porasla u odnosu na sve drugo što je uglavnom bilo u padu ili blagom porastu. Takav odskok se najviše dogodio zbog

turističke sezone gdje su ljudi posjećivali plaže i druge parkove jer je rad ugostiteljskih objekta bio ograničen.

Usprkos tome što se početkom pandemije emisije CO2 smanjile, potkraj 2021. one su iznosile 1,041 milijuna tona ekvivalenta ugljičnog dioksida što je povećanje u odnosu na 1,005 milijuna tijekom početka pandemije. To se povećanje odnosi na sve zemlje EU-a. U Hrvatskoj je taj rast iznosio 6,2%. [11]

Iz svega toga se može izvesti zaključak kako je pandemija imala jako velik utjecaj na promjenu mobilnosti i na CO2 u zraku. S jedne strane, pandemija je imala loš utjecaj na svijet zbog toga što su se mnogi zarazili, razboljeli i umrli. S druge strane, pandemija je imala dobar utjecaj na okoliš. Na većini se mjesta smanjila mobilnost, poticao se rad od kuće, industrija nije radila punim kapacitetom te kao što je gore prikazano, mobilnost javnog prijevoza je pala. Sve se to lijepo odrazilo na okoliš smanjenjem emisije CO2 u zraku. No, kao što se vidi iz priloženog, emisije su se već krajem 2021. godine ne samo izjednačile već su se i povećale budući da se sav taj zastoj proizvodnje koji je trajao oko dvije godine jednostavno mora nadoknaditi.

6. Zaključak

Još uvijek ne postoji sveobuhvatna procjena utjecaja pandemije COVID-19 ili nekih prethodnih pandemija na okoliš, no prema podacima UNECE-a , primijećeni su ili se mogu očekivati brojni utjecaji. Kako je pandemija ograničila ekonomske aktivnosti, potrošnju i kretanje, onečišćujuće emisije i iskorištavanje resursa privremeno su usporeni, te je stopa štete u okolišu privremeno pala u većini područja. To je dokaz koliku štetu okolišu nanosi ljudska aktivnost. Pandemija je samo potvrdila da su budućnosti prirode i ljudskih aktivnosti usko isprepletene, pa uzajamna međuovisnost ekoloških interakcija i socioekonomskih dimenzija zahtijevaju novi odnos prirode i ljudi.

Mnogi su gradovi i države privremeno ograničile promet, pa su se emisije onečišćujućih tvari u zraku znatno smanjile. Stope gradnje i uništavanja staništa u nekim su državama također privremeno smanjene (u drugima, pak, kao na primjer u Brazilu nisu). Smanjeno je i ispuštanje industrijskih otpadnih voda. Svijet je postao tiši. U većini država te se promjene sada poništavaju i okreću u suprotnom smjeru.

Unatoč ograničenjima kretanja i gospodarskih aktivnosti koje dovode do smanjenih emisija, koncentracije CO2 u atmosferi nastavile su rasti. Zabrinjavajuća je i povećana uporaba plastike, osobito ambalaže. [20]

Mjere zaključavanja i otkazivanje letova u cijelom svijetu doveli su do odgađanja velikih konferencija i pregovora o globalnom upravljanju okolišem i to u godini koja je trebala biti “super godina” za područja klimatskih promjena i bioraznolikosti. Predviđanja govore da će se, nakon ublažavanja pandemije, puni pritisak na okoliš nastaviti. Također postoji i određeni rizik da će investicije za oporavak od pandemije ići u smjeru tzv. prljavih industrija, onih koje više onečišćuju (npr. u Kini) te da će zbog recesije biti manje dostupna sredstva za “zelene” investicije . Inicijative s razine Europske unije predviđaju provedbu novog Europskog zelenog plana, prelazak na zelenu energiju i dekarbonizaciju industrije.

Korona kriza jasno je pokazala da društva moraju ojačati svoju otpornost na pandemije. Države su se kratkoročno koncentrirale na jačanje zdravstvenih sustava i rješavanje neposrednih ekonomskih utjecaja krize. Ali, srednjoročno ili dugoročno promatrano, poboljšanje aspekata ljudskog zdravlja i blagostanja koji jačaju otpornost na pandemije i koji su određeni okolišnim faktorima ključna su komponenta gospodarskog oporavka i stimulirajućih mjera koje vlade trenutno osmišljavaju. Ograničavanje izloženosti ljudi opasnim fizičkim, kemijskim i biološkim agensima u zraku, vodi,

tlu, hrani i drugim okolišnim sastavnicama smanjit će njihovu ranjivost na buduće pandemije, povećati njihovo zdravlje i dobrobit te pružiti važnu pomoć sustavima javnog zdravstva. [8]

7. Literatura

[1] Bolf N., Mjerenje CO2 u atmosferi, MJERNA I REGULACIJSKA TEHNIKA, Kem. Ind. 68 (5-6) (2019) 262–266, 2019., https://hrcak.srce.hr/file/322451, [Pristupljeno 11.1.2021.]

[2] ugljikov dioksid. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje.* Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2020. Pristupljeno 11. 1. 2021. http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=63000

[3] Dopuđa B., UGLJIK, C, 2008., http://www.pse.pbf.hr/hrvatski/elementi/c/spojevi.html , Pristupljeno 11.1. 2021.

[4] Nepoznati autor, I kratkotrajno izlaganje većoj količini CO2 ima ozbiljne posljedice na zdravlje, 2016., https://www.oryx-asistencija.hr/savjeti-za-vozace/sve-o-zagadenju-u-gradovima-6572, Pristupljeno 14.1.2021.

[5] Nepoznati autor, Emisije CO2 u prometu EU-a: Činjenice i brojke, 2019., https://www.europarl.europa.eu/, Pristupljeno 14.1.2021.

[6] Birin, D, Strategije i metode smanjenja emisija ugljičnog dioksida iz cestovnog prometa, 2015., : https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:954601, Pristupljeno 14.1.2021.

[7] Dokonal, T, Pandemija COVID-19 rezultirala je rekordnim padom emisije CO2, 2021. ,: https://www.tehnoeko.com.hr/, Pristupljeno 5.10.2021.

[8] Funduk, M; Kako je pandemija COVIDA-19 utjecala na okoliš?, 2020., https://www.odraz.hr/ , Pristupljeno 5.10.2021.

[9] Nepoznati autor, Mobilnost s niskom razinom emisije, 2021., https://www.fzoeu.hr/, Pristupljeno 6.10.2021.

[10] mr. Džono-Boban, A, dr.med., spec., Više kratanja- manje emisije CO2, https://www.zzjzdnz.hr/ , Pristupljeno 6.10.2021.

[11] Nepoznati autor, Emisije CO2 u EU-u premašile razinu prije pandemije, https://vijesti.hrt.hr/eu/emisije-co2-u-eu-premasile-razinu-prije-pandemije-7399356, Pristupljeno 24.6.2022.

Promijenjen kod polja

Promijenjen kod polja

Promijenjen kod polja

Promijenjen kod polja

Promijenjen kod polja

Promijenjen kod polja

Promijenjen kod polja

Promijenjen kod polja

Promijenjen kod polja

Promijenjen kod polja

Popis slika

[1] Slika 1. Prikaz emisija CO2, izvor: Europska agencija za okoliš, https://www.europarl.europa.eu/, Pristupljeno 14.1.2021.

[2] Slika 2. Prikaz električnog automobila, izvor: https://www.autonet.hr/ , Pristupljeno 14.1.2021.

[3] Slika 3. Prikaz autoplinske instalacije, izvor: https://www.autoservis.co/, Pristupljeno 14.1.2021.

[4] Slika br. 4. Prikaz trenda emisije CO2 uslijed izgaranja, izvor: https://www.enu.hr/, Pristupljeno 6.10.2021.

[5] Slika br. 5. Prikaz prosjećne promjene mobilnosti za RH u razdoblju od 16.02.2020. – 27.02.2022. Izvor: autor, Izrađeno: 22.06.2022.

Promijenjen kod polja

Promijenjen kod polja

Promijenjen kod polja

Popis tablica

[1] Tablica 1. Promjena trenda mobilnosti za početno razdoblje pandemije, Izvor: 2020-03-29_HR_Mobility_Report_en, Pristupljeno: 10.06.2022.

[2] Tablica 2. Promjena trenda mobilnosti nakon prvog vala, Izvor: 2020-07-27_HR_Mobility_Report_en, Pristupljeno: 10.06.2022.

[3] Tablica 3. Promjena trenda mobilnosti početkom drugog vala, Izvor: 2020-11-27_HR_Mobility_Report_en, Pristupljeno: 10.06.2022.

[4] Tablica 4. Promjena trenda mobilnosti početkom drugog vala, Izvor: 2021-02-27_HR_Mobility_Report_en, Pristupljeno: 10.06.2022

[5] Tablica 5. Promjena mobilnosti nakon drugog vala, Izvor: 2021-07-27_HR_Mobility_Report_hr, Pristupljeno: 11.06.2022.

[6] Tablica 6. Promjena mobilnosti 16.10.2021. – 27.11.2021. Izvor: 2021-11-27_HR_Mobility_Report_hr, Pristupljeno: 12.06.2022.

[7] Tablica 7. Promjena mobilnosti 16.01.2022. – 27.02.2022. Izvor: 2022-02-27_HR_Mobility_Report_hr, Pristupljeno: 12.06.2022.

[8] Tablica br. 8 Promjena mobilnosti 16.01.2022. – 27.02.2022. Izvor: 2022-02-27_HR_Mobility_Report_hr, Pristupljeno: 22.06.2022.