

# VPLIV OMEJITVE GIBANJA MED EPIDEMIJO COVID-19 NA OBREMENJEVANJE OZRAČJA V SLOVENIJI

MARJAN SENEGAČNIK, DAVORIN ŽNIDARIČ &  
DRAGO VUK

Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede, Kranj, Slovenija, e-pošta:  
marjan.senegacnik@um.si, davorinznidaric@gmail.com, drago.vuk@guest.um.si.

**Povzetek** V letu 2020 je cel svet zelo prizadela epidemija nalezljive bolezni COVID 19. V obdobju epidemije je bilo zaradi preprečevanja širjenja koronavirusa SARS Cov-2 potrebno precej omejiti mobilnost. To je imelo tudi precej negativnih učinkov na gospodarstvo. Ker pa je posebej cestni promet velik povzročitelj obremenjevanja okolja, predvsem emisij polutantov in toplogrednih plinov v ozračje, je možno predvidevati, da so imeli ukrepi tudi določene pozitivne učinke na okolje. Prispevek bo skušal podati oceno stanja ozračja med obdobjem, ko je bila zaradi ukrepov za preprečevanje širjenja virusa precej omejena mobilnost (druga polovica marca in april 2020, druga polovica oktobra, november in december 2020). Pri tem bi se omejili na tiste polutante, pri katerih je promet posebej pomemben vir in, ki tudi sodijo med najbolj problematične (dušikovi oksidi, trdni delci, ozon) ter ogljikov dioksid kot najpomembnejši toplogredni plin.

## Ključne besede:

epidemija  
COVID,  
omejitve  
gibanja,  
cestni  
promet,  
polutanti,  
toplogredni  
plini.

# IMPACT OF MOVEMENT RESTRICTIONS DURING THE COVID-19 EPIDEMICS ON AIR POLLUTION IN SLOVENIA

MARJAN SENEGAČNIK, DAVORIN ŽNIDARIČ &  
DRAGO VUK

Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede, Kranj, Slovenija, e-pošta:  
marjan.senegacnik@um.si, davorinznidaric@gmail.com, drago.vuk@guest.um.si

**Abstract** In 2020 the entire world was severely affected by COVID -19 epidemics. Because of preventing of the SARS Cov 2 virus spread there was necessary to introduce considerable restrictions of movement of citizens. This resulted in various negative effects in the field of economy. However, as road traffic is an important source of pollution – particularly of emissions of air pollutants and greenhouse gases it could be expected that these mobility restrictions result in certain positive effects on the environment. The paper will try to estimate the air quality during the period of epidemics when mobility was severely restricted (second half of March and April 2020, second half of October, November and December 2020). The review will be limited to those kinds of pollutants which are particularly related to road traffic (nitrogen oxides, particulate matter, ozone) as well as to carbon dioxide as the most important greenhouse gas.

**Keywords:**

COVID-19  
epidemics,  
movement  
restrictions,  
road traffic,  
pollutants,  
greenhouse  
gases.

## **1 Uvod**

Cestni promet je eden najpomembnejših načinov mobilnosti prebivalstva tako v Sloveniji kot v Evropi nasploh. Brez njega bi si težko predstavljali normalno funkcioniranje družbe in gospodarstva. Po drugi strani pa predstavljajo cestna motorna vozila tudi enega izmed najpomembnejših virov obremenjevanja ozračja tako glede emisij polutantov kot toplogrednih plinov.

V mesecu marcu 2020 je Slovenija tako kot tudi večina drugih držav v Evropi in drugod zaradi hitrega širjenja virusa SARS – Cov-2 razglasila epidemijo. Z namenom preprečevanja širjenja virusa je bilo nujno uvesti vrsto ukrepov, ki so s ciljem zmanjševanja stikov med ljudmi v precejšnji meri omejili mobilnost prebivalstva. Poleg mnogih negativnih učinkov, ki so jih te omejitve imele na življenje in gospodarstvo pa tovrstni ukrepi poleg osnovnega namena – upočasnjevanja širjenja virusa – lahko prinesejo tudi nekatere stranske pozitivne učinke. Tako zmanjšano število vozil na cestah lahko prispeva k izboljšani prometni varnosti kot tudi k manjšemu obremenjevanju ozračja.

Kar se tiče prometne varnosti, so vsekakor vidni pozitivni rezultat. Tako je na cestah v Republiki Sloveniji v letu 2020 umrlo 80 oseb, kar je najnižje število mrtvih v obdobju 2014-2020. Letno povprečje smrtnih žrtev za obdobje 2014-2020 v Republiki Sloveniji sicer znaša 105. Predvsem pa je razveseljiv podatek, da je bil mesec december 2020 prvi mesec v zgodovini Slovenije brez mrtvih na cestah (Javna agencija Republike Slovenije za varnost prometa, 2021).

Seveda ugodni rezultati na področju prometne varnosti nikakor niso samo posledica omejitev gibanja in s tem manjšega prometa na cestah, ampak vsekakor predvsem sistematičnih prizadevanj za izboljšanje prometne varnosti, ki jo že vrsto let izvajajo Agencija za varnost prometa, Policija in druge organizacije. Verjetno pa so k dobrim rezultatom nekoliko prispevale tudi omejitve gibanja.

Namen pričujočega prispevka pa bo poiskati ali obstajajo kakšne korelacije med ukrepi omejitve gibanja in stanjem obremenitve ozračja. Seveda je potrebno upoštevati, da k obremenjevanju ozračja prispevajo tudi drugi sektorji, kot so energetika, industrija, individualne ogrevalne naprave itd. in da je bile vsaj v prvem obdobju epidemije (marec – april 2020) tudi v nekaterih izmed teh

področij (npr. industrijska proizvodnja) zmanjšana aktivnost, vendar bo v tem prispevku poudarek predvsem na cestnem prometu.

## 2 Vpliv emisij iz avtomobilskih emisij na obremenjevanje ozračja

Čeprav v zadnjem obdobju narašča število električnih avtomobilov, pa še vedno ogromno večino avtomobilov poganja motor z notranjim izgorevanjem – motorji s prisilnim vžigom (Ottovi oziroma bencinski motorji) in motorji s kompresijskim vžigom (dizelski motorji). Ti avtomobili pa s svojimi izpušnimi plini emitirajo v ozračje polutante in ogljikov dioksid. Sicer pa tudi električni avtomobili niso povsem brez vplivov na ozračje – vsaj v primeru, če je električna energija za polnjenje baterij pridobljena iz fosilnih goriv.

### 2.1 Polutanti

Kot polutante označujemo spojine, ki jih zaradi različnih dejavnosti (energetika, industrija, promet, kurilne naprave itd.) emitiramo v ozračje in, ki so škodljive za človekovo zdravje in tudi za druge žive organizme.

Polutanti, ki so v izpušnih plinih motorjev z notranjim izgorevanjem, so ogljikov monoksid (CO), ogljikovodiki (HC), dušikovi oksidi (NO<sub>x</sub>) in trdni delci (PM). Med tem, ko so ostale vrste polutantov v izpušnih plinih prisotne zaradi nepopolnega izgorevanja, pa dušikovi oksidi nastanejo pri visokih temperaturah v motorju. Poleg navedenih polutantov velja omeniti še prizemni ozon (O<sub>3</sub>), ki sicer ni prisoten v izpušnih plinih, nastaja v zraku pod vplivom sončne svetlobe pri reakciji med ogljikovodiki in dušikovimi oksidi.

Med navedenimi polutanti kakovost zraka in s tem zdravje prebivalcev v Sloveniji ogrožajo predvsem trdni delci in ozon. Mejne vrednosti koncentracij trdnih delcev so pogosto presežene v hladnem delu leta, povišane koncentracije ozona pa v poletnem obdobju (ARSO, 2020).

Povišane koncentracije trdnih delcev v zraku prizadenejo dihala in tudi živčni sistem, predvsem pa so raziskave pokazale izrazit vpliv trdnih delcev na srčno-žilni sistem (Curry Brown, 2013; Suglia, Gryparis, Wright, Schwartz & Wright, 2007). Škodljivi učinki se pojavijo tako ob dolgotrajni izpostavljenosti povišanim

koncentracijam trdnih delcev, problematična pa je tudi kratkotrajna izpostavljenost povišanim vrednostim, saj se srčno-žilni zapleti pogosteje pojavljajo v dnevih s povišano koncentracijo trdnih delcev (Brook, Rajagopalan, Pope, Brook, Bhatnagar, Diez-Roux et al., 2010; Dominici, McDermott, Daniels, Zeger, & Samet, 2005; Janssen, Hoek, Simic-Lawson, Fischer, van Bree, ten Brink et al., 2011; Katsouyani, Touloumi, Samoli, Gryparis, Le Tertre, Monopolis et al., 2001; Pope, Burnett, Thurston, Thun, Calle, Krewski et al., 2004; Zanobetti, Schwartz, Samoli, Gryparis, Toloumi, Peacock et al., 2003). Rezultati raziskave iz leta 2010 kažejo, da so trdni delci vzrok za okrog 3 milijone prezgodnjih smrti letno po svetu (Curry Brown, 2013).

Čeprav gre pri trdnih delcih za različno kemično sestavo in izvor, pomemben delež predstavljajo sajasti delci, ki nastanejo zaradi nepopolnega izgorevanja. Predvsem v mestnih središčih pomemben vir njihovih emisij predstavlja tudi promet. V preteklosti so glede emisij trdnih delcev kot problematični veljali le dizelski motorji. Klasični bencinski motorji s posrednim vbrizgom goriva so bili glede emisij PM delcev praktično povsem neproblematični. V zadnjih letih pa so se zaradi dobrih zmogljivosti in energetske učinkovitosti uveljavili bencinski motorji z neposrednim vbrizgom goriva, ki pa imajo podobne ali pa celo še višje emisije teh delcev kot dizelski motorji (Kirchstetter, Harley, Kreisberg, Stolzenburg & Hering, 1999 in Fruin, Winer, & Rodes, 2004; Miguel, Kirchstetter, Harley & Hering, 1999 in Fruin et al. 2004). Emisije trdnih delcev je možno zmanjšati s filtri. Problem predstavljajo predvsem avtomobili z dizelskim motorjem starejših letnikov, ki niso opremljeni s temi filtri. Zato so mnoga mesta v Evropi uvedla omejevalne ukrepe za vstop teh avtomobilov (Urban Access Regulations In Europe, 2021).

Druga vrsta polutanta, pri kateri so v Sloveniji pogosto ugotovljene prekoračitve mejnih vrednosti, je troposferski (prizemni) ozon. Ozon je označen kot sekundarni polutant, ker ni prisoten v izpušnih plinih, ampak nastaja v ozračju pod vplivom sončne svetlobe pri reakcijah med ogljikovodiki in dušikovimi oksidi. Tako so seveda povečane koncentracije ozona posledica emisij ogljikovodikov in dušikovih oksidov.

Ogljikovodiki in dušikovi oksidi so sicer zdravju in okolju škodljivi že sami po sebi, vendar pri nadzoru kakovosti zraka na merilnih mestih v Sloveniji pri teh dveh kategorijah polutantov preseganja mejnih vrednosti niso pogosta (ARSO, 2020). Tako je bila pri pregledu podatkov ARSO za obdobje 2015-2020 zabeležena le ena prekoračitev mejne urne vrednosti koncentracije NO<sub>2</sub> (200 µg/m<sup>3</sup>), medtem ko je bila mejna prekoračena letna vrednost NO<sub>2</sub> (40 µg/m<sup>3</sup>) zabeležena v letih 2017 in 2019 le na enem merilnem mestu – to je merilno mesto Ljubljana Center, ki je zelo izpostavljeno vplivu prometa. Emisije dušikovih oksidov in ogljikovodikov pa so zato morda še bolj problematične posredno, saj so te spojine prekursorji ozona, katerega mejne vrednosti pa so pogosto prekoračene (ARSO, 2015-20).

## 2.2 Toplogredni plini

Promet je pomemben vir emisij toplogrednih plinov. Zaenkrat še vedno veliko večino avtomobilov poganjajo motorji z notranjim izgorevanjem. Pri katerem koli gorivu, ki vsebuje ogljik, je končni produkt izgorevanja ogljikov dioksid (CO<sub>2</sub>). Za razliko od polutantov, kjer je mogoče z uporabo katalizatorjev ali filtrov močno zmanjšati emisije, pa je emisije ogljikovega dioksida možno zmanjšati le z manjšo porabo goriva oziroma z uporabo alternativnih pogonov. Specifične emisije ogljikovega dioksida so tako za bencin 3,30 kg CO<sub>2</sub>/kg goriva, za dizelsko gorivo pa 3,15 kg CO<sub>2</sub>/kg goriva (The Engineering Toolbox, 2009).

Zaradi navedenega je seveda veliko prizadevanj za uvedbo alternativnih goriv in pogonov ter povečanje uporabe trajnostne mobilnosti. Seveda pa tudi alternativni načini pogona niso nujno povsem brez emisij ogljikovega dioksida. Biogoriva veljajo za ogljično nevtralna, v praksi pa imajo vseeno določen ogljični odtis. Ta je odvisen od vira in načina proizvodnje biogoriva. Ravno tako so pri električnih avtomobilih emisije ogljikovega dioksida močno odvisne od načina pridobivanja električne energije za polnjenje baterij. V kolikor električna energija izvira pretežno iz termoelektarn, je zmanjšanje ogljičnega odtisa precej vprašljivo.

### **3 Primerjava stanja ozračja med epidemijo in običajnimi pogoji**

V prispevku bi skušali oceniti, ali je med obdobjem, ko je bil zaradi omejitev mobilnosti posledično tudi zmanjšan promet, zaznati kakšna odstopanja kazalnikov obremenitve ozračja v Sloveniji. Pri tem bi izhajali iz podatkov o kakovosti ozračja, ki jih objavlja Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO, 2015-2020).

Ob tem je potrebno poudariti, da so koncentracije nekaterih polutantov v ozračju odvisne tudi od letnega časa in vremenskih pogojev. Tako so koncentracije trdnih delcev v zimskem obdobju praviloma višje kot v toplem obdobju. Poleg povečanih emisij, saj se ostalim virom pridružijo tudi kurilne naprave, k zvišanju koncentracij delcev prispeva temperaturna inverzija. Obratno pa so koncentracije prizemnega ozona precej višje poleti, ko so temperature višje in je več sončnega sevanja.

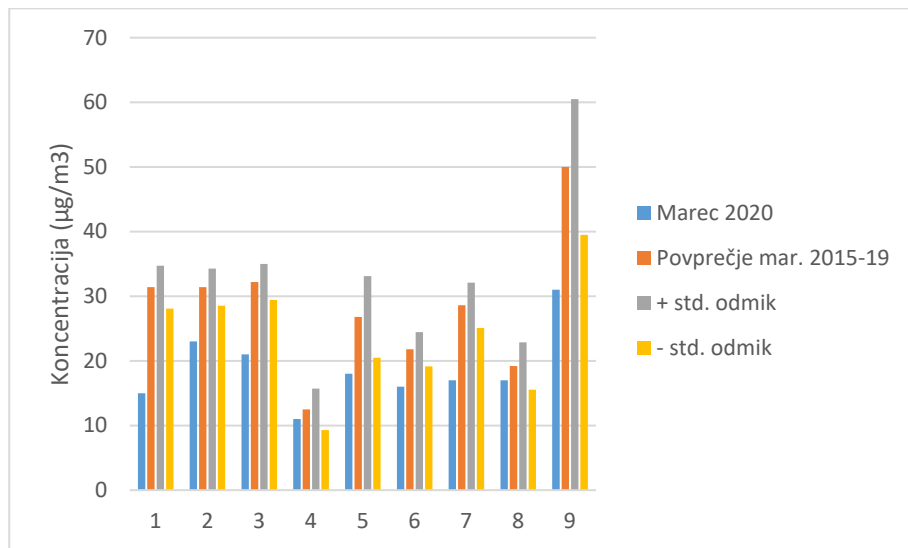
Zaradi vpliva letnih časov je bilo ocenjeno, da je bolj smiselno mesece, ko je bilo gibanje omejeno zaradi epidemije (marec, april, oktober in november 2020) primerjati z istimi meseci v predhodnih letih (2015-2019) kot pa z drugimi meseci v letu 2020. Tako so podane primerjave za vsakega izmed navedenih mesecev – marec, april, oktober in november v letu 2020 s povprečjem za isti mesec v obdobju 2015-2019. Upoštevati je tudi treba, da so ukrepi omejitve gibanja zaradi epidemije v marcu in oktobru veljali približno polovico meseca, v aprilu in novembru pa ves mesec. Mesec december v primerjave ni vključen, saj v času priprave prispevka še ni na voljo podatkov za december 2020.

V pregledu smo se omejili na vrste polutantov, pri katerih je promet še posebej pomemben vir: dušikove okside, ogljikovodike in trdne delce.

#### **3.1 Dušikovi oksidi**

Dušikovi oksidi predstavljajo tisto vrsto polutantov, ki je najbolj odvisna od emisij avtomobilskih motorjev. Tako je možno pričakovati, da bo pri dušikovih oksidih najbolj opazen vpliv zmanjšanja prometa. Na slikah 1 in 2 so tako prikazane povprečne koncentracije dušikovega dioksida (NO<sub>2</sub>) za mesca marec

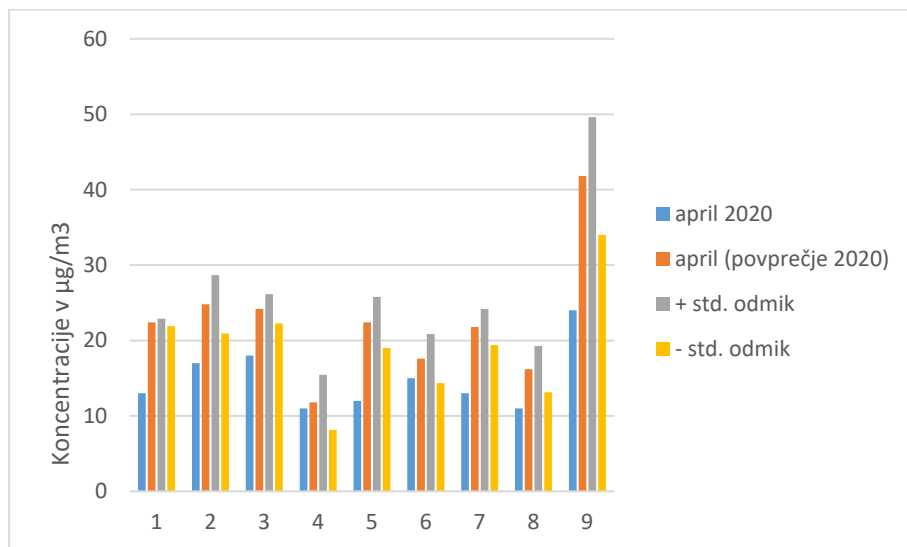
in april 2020, izmerjene na različnih merilnih mestih po Sloveniji, v primerjavi s povprečjem mesecev marca in aprila v obdobju 2015–2019 (ARSO, 2015–2020).



**Slika 1: Povprečne koncentracije dušikovega dioksida (NO<sub>2</sub>) na različnih merilnih mestih v Sloveniji za mesec marec 2020 v primerjavi s povprečjem vrednosti za mesec marec v letih od 2015 do 2019. Merilna mesta: 1 - Ljubljana Bežigrad, 2 – Maribor Center, 3 – Celje, 4 – Murska Sobota, 5 – Nova Gorica, 6 – Trbovlje, 7 – Zagorje, 8 – Koper (vse merilna mreža DKMZ), 9 – Ljubljana Center (merilna mreža OMS Ljubljana)(ARSO, 2015 – 2020)**

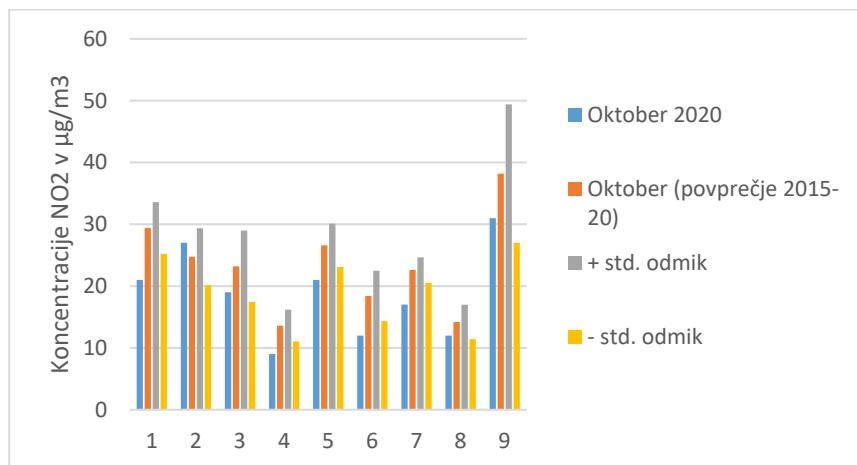
Koncentracije dušikovega dioksida so bile v mesecih marcu in aprilu 2020, ko so bile v veljavi omejitve, kot je razvidno iz slik 1 in 2, res opazno pod nivojem preteklih let tudi, če upoštevamo nihanja. To je opazno tudi za merilno mesto št. 9 na lokaciji Ljubljana center, ki je najbolj pod vplivom emisij iz prometa. Na tem merilnem mestu so praviloma izmerjene najvišje vrednosti. Tako je bilo tudi marca in aprila 2020, vendar so tudi tu opazno nižje vrednosti, kot pa je znašalo povprečje v predhodnih letih. V marcu 2020 je bila na merilnem mestu Ljubljana Center izmerjena povprečna vrednost NO<sub>2</sub> 31 µg/m<sup>3</sup>, povprečje 2015-2019 za mesec marec pa je 50 +/- 10 µg/m<sup>3</sup>. V mesecu aprilu 2020 pa je bila izmerjena vrednost 24 µg/m<sup>3</sup>, povprečje 2015-2019 za mesec april pa je 42 +/- 8 µg/m<sup>3</sup> (ARSO, 2015-2020).



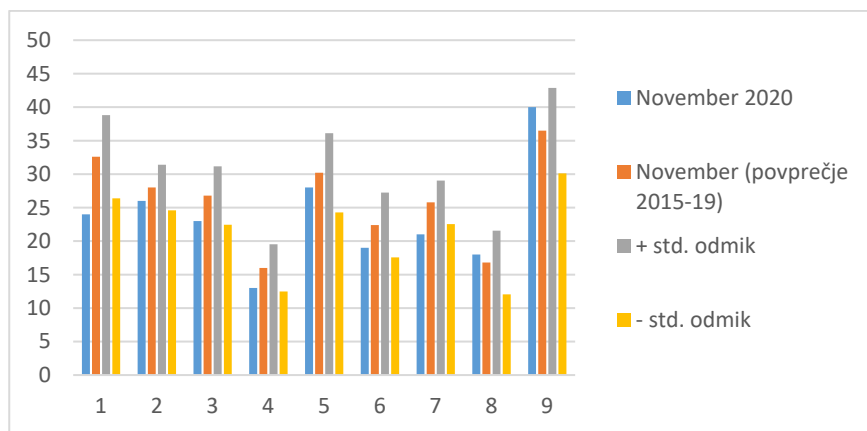


**Slika 2: Povprečne koncentracije dušikovega dioksida (NO<sub>2</sub>) na različnih merilnih mestih v Sloveniji za mesec april 2020 v primerjavi s povprečjem vrednosti za mesec april v letih od 2015 do 2019. Merilna mesta: 1 - Ljubljana Bežigrad, 2 – Maribor Center, 3 – Celje, 4 – Murska Sobota, 5 – Nova Gorica, 6 – Trbovlje, 7 – Zagorje, 8 – Koper (vse merilna mreža DKMZ), 9 – Ljubljana Center (merilna mreža OMS Ljubljana)(ARSO, 2015 – 2020)**

Ni pa opaziti tako izrazitega znižanja v jesenskem obdobju omejitve gibanja zaradi epidemije, kot je razvidno iz slik 3 in 4, kjer so prikazane povprečne vrednosti koncentracij NO<sub>2</sub> za mesec oktober in november 2020. Na primeru merilnega mesta Ljubljana Center, ki je najbolj izpostavljeno obremenitvam iz prometa, je koncentracija NO<sub>2</sub> v oktobru 2020 znašala 31 µg/m<sup>3</sup>, kar je sicer nekoliko nižje od povprečja 2015-19 (38 +/- 11 µg/m<sup>3</sup>), a ni tako izrazito odstopanje kot v pomladnih mesecih; v novembru 2020 pa je bila izmerjena vrednost 40 µg/m<sup>3</sup> celo višja od povprečja preteklih let (36 +/- 6 µg/m<sup>3</sup> (ARSO, 2015-2020)).



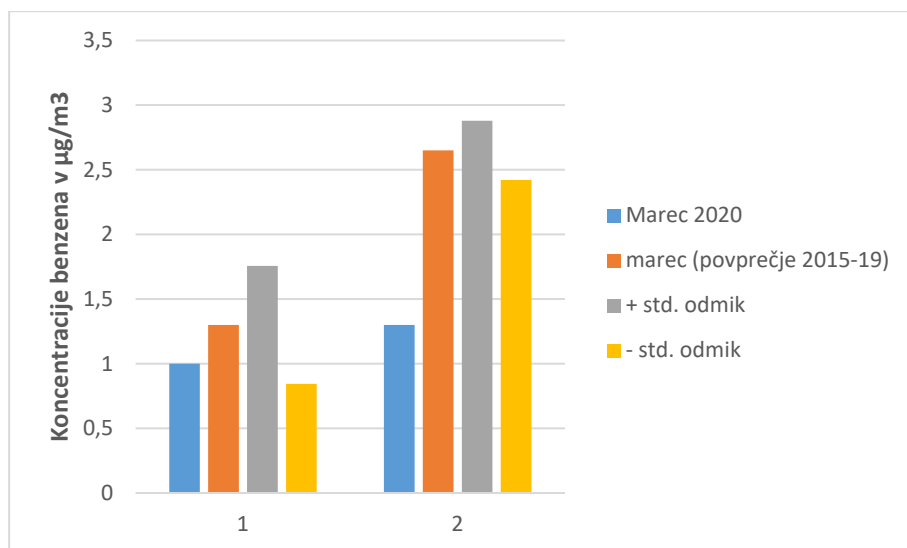
**Slika 3:** Povprečne koncentracije dušikovega dioksida (NO<sub>2</sub>) na različnih merilnih mestih v Sloveniji za mesec oktober 2020 v primerjavi s povprečjem vrednosti za mesec oktober v letih od 2015 do 2019. Merilna mesta: 1 - Ljubljana Bežigrad, 2 – Maribor Center, 3 – Celje, 4 – Murska Sobota, 5 – Nova Gorica, 6 – Trbovlje, 7 – Zagorje, 8 – Koper (vse merilna mreža DKMZ), 9 – Ljubljana Center (merilna mreža OMS Ljubljana)(ARSO, 2015 – 2020)



**Slika 4:** Povprečne koncentracije dušikovega dioksida (NO<sub>2</sub>) na različnih merilnih mestih v Sloveniji za mesec november 2020 v primerjavi s povprečjem vrednosti za mesec november v letih od 2015 do 2019. Merilna mesta: 1 - Ljubljana Bežigrad, 2 – Maribor Center, 3 – Celje, 4 – Murska Sobota, 5 – Nova Gorica, 6 – Trbovlje, 7 – Zagorje, 8 – Koper (vse merilna mreža DKMZ), 9 – Ljubljana Center (merilna mreža OMS Ljubljana)(ARSO, 2015 – 2020)

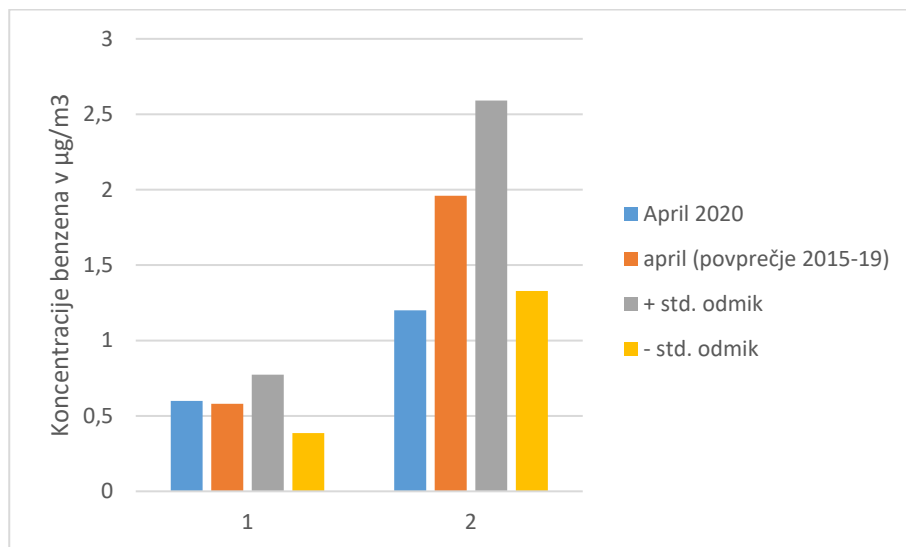
### 3.2 Ogljikovodiki

Med spojinami iz skupine ogljikovodikov potekajo redne mesečne meritve za več spojin (benzen, toluen, etilbenzen, m,p-ksilen, o-ksilen), a je največ pozornosti posvečeno benzenu. Izmerjene vrednosti benzena na dveh merilnih mestih v Ljubljani, v marcu in aprilu 2020 in povprečje vrednosti za ista meseca v obdobju 2015-19 sta prikazana na slikah 5 in 6 (ARSO, 2015-2020).



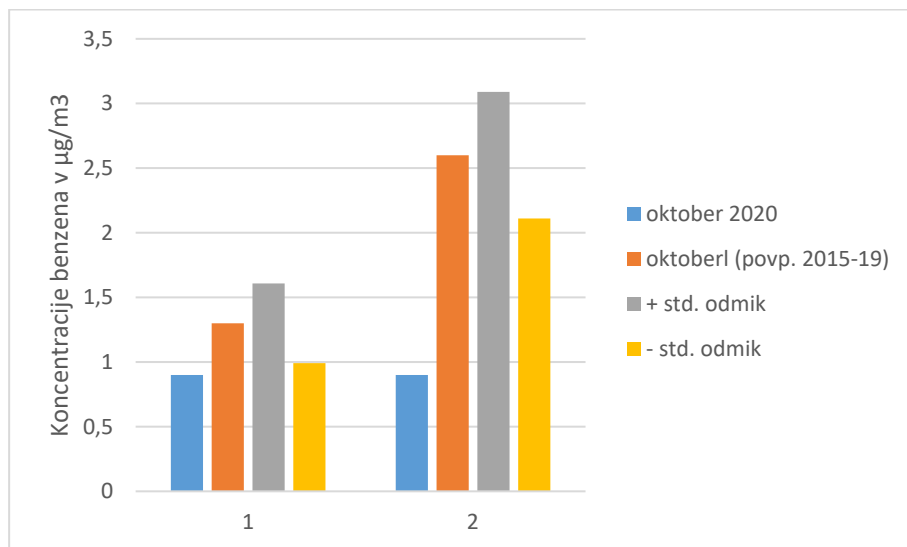
Slika 5: Povprečne koncentracije benzena na različnih merilnih mestih v Sloveniji za mesec marec 2020 v primerjavi s povprečjem vrednosti za mesec marec v letih od 2015 do 2019. Merilna mesta: 1 – Ljubljana (DMKZ), 2 – Ljubljana Center (OMS Ljubljana) (ARSO, 2015 – 2020)

Na sliki 5 in 6 so prikazani le rezultati meritev za dve merilni mesti v Ljubljani, merilno mesto v Mariboru zaradi okvare merilnika ni vključeno (ARSO, 2020). Merilno mesto št. 2 na lokaciji Ljubljana Center je pod močnim vplivom emisij iz prometa, v mesecu marcu in tudi aprilu 2020 so bile tu izmerjene koncentracije nižje od povprečja za isti mesec v obdobju 2015-2019, medtem ko na merilnem mestu 1 ni opaznih razlik. Podobne trende kot pri benzenu je opaziti tudi pri toluenu, katerega koncentracije pa na slikah niso prikazane (ARSO, 2015-20).

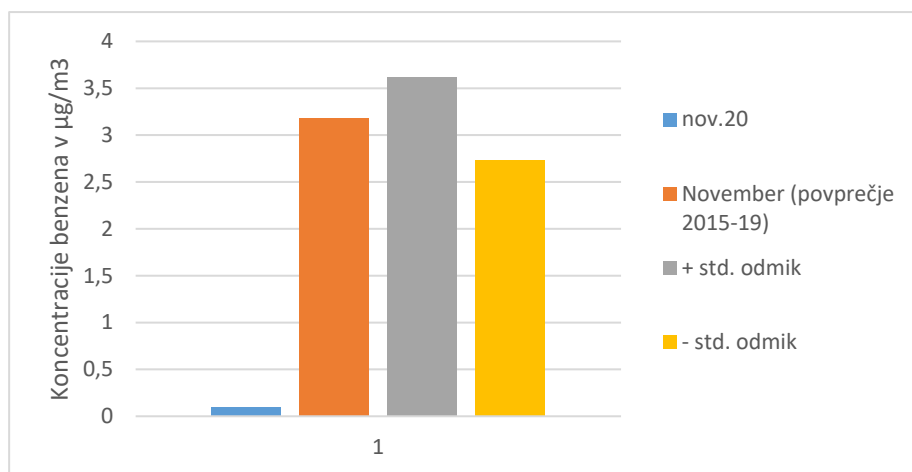


**Slika 6: Povprečne koncentracije benzena na različnih merilnih mestih v Sloveniji za mesec april 2020 v primerjavi s povprečjem vrednosti za mesec april v letih od 2015 do 2019. Merilna mesta: 1 – Ljubljana (DMKZ), 2 – Ljubljana Center (OMS Ljubljana) (ARSO, 2015 – 2020)**

Koncentracije benzena v mesecih novembru in oktobru 2020 in njihova primerjava s petletnim povprečjem za isti mesec (2015-2019) pa je prikazana slikah 7 in 8. Za koncentracije benzena v oktobru 2020 in primerjave s preteklimi leti je razmerje zelo podobno kot je bilo v marcu in aprilu (slika 7). Je pa zanimivo, da pa je bila v oktobru 2020 izmerjena bistveno večja koncentracija toluena kot je povprečje za obdobje 2015-19, kar sicer ni prikazano na sliki (ARSO, 2015-2020). V novembru pa so prikazane le vrednosti na merilnem mestu Ljubljana Center, saj zaradi okvare merilnika ni podatkov za drugo merilno mesto v Ljubljani (ARSO, 2020). Izmerjena koncentracija benzena  $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pa je izredno nizka, podobno pa velja tudi za toluen.



Slika 7: Povprečne koncentracije benzena na različnih merilnih mestih v Sloveniji za mesec oktober 2020 v primerjavi s povprečjem vrednosti za mesec oktober v letih od 2015 do 2019. Merilna mesta: 1 – Ljubljana (DMKZ), 2 – Ljubljana Center (OMS Ljubljana) (ARSO, 2015 – 2020).

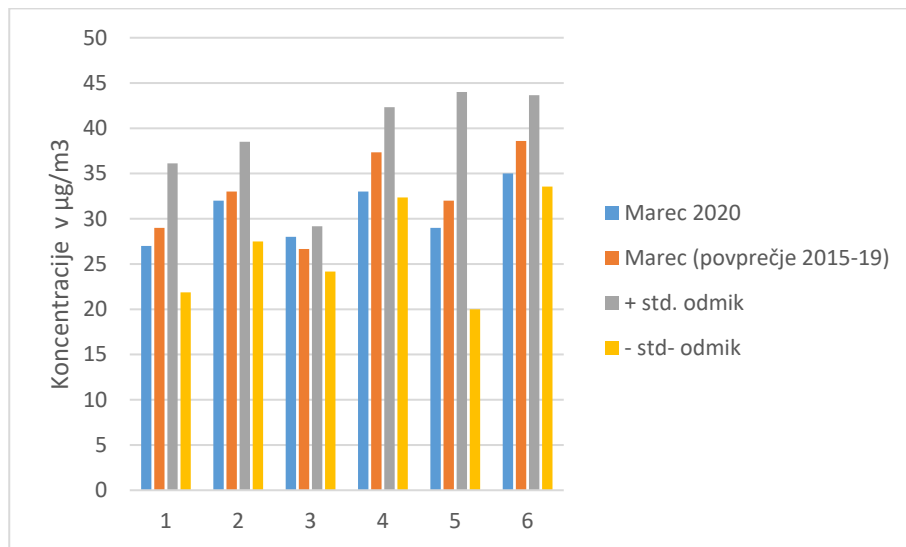


Slika 8: Povprečne koncentracije benzena na merilnem mestu Ljubljana Center (OMS Ljubljana) za mesec november 2020 v primerjavi s povprečjem vrednosti za mesec november v letih od 2015 do 2019 (ARSO, 2015 – 2020)

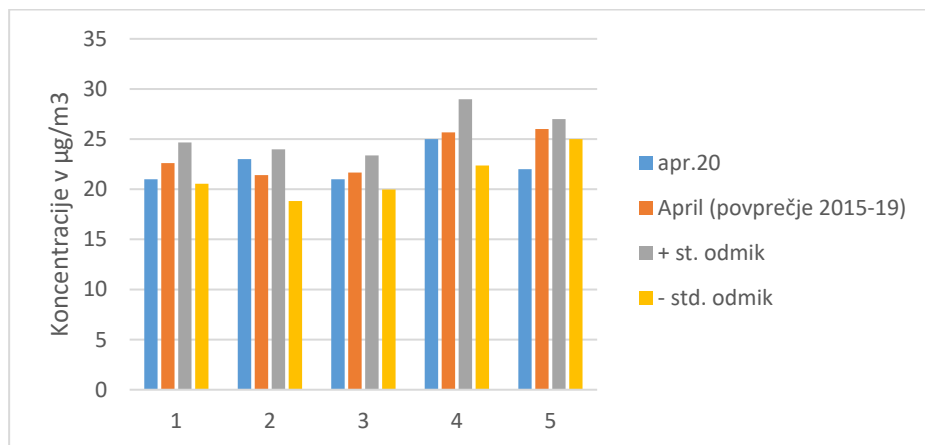
### 3.3 Trdni delci

Meritve koncentracij trdnih delcev  $PM_{10}$  se izvajajo na večjem številu merilnih mest. V tem prispevku smo se omejili le na tista merilna mesta, ki so pod vplivom prometa. Vrednosti delcev  $PM_{10}$  v mesecih marcu in aprilu 2020 ter njihova primerjava s povprečjem vrednosti za ta dva meseca v preteklih letih so prikazane na slikah 9 in 10 (ARSO, 2015-2020).

Vrednosti v obeh mesecih se niso bistveno razlikovale od povprečja istih mesecev za pretekla leta. Je pa v mesecu marcu na vrednosti koncentracij delcev  $PM_{10}$  vplival oblak puščavskega peska, ki pa je seveda naravnega izvora in ni posledica antropogenih emisij (ARSO, 2020).

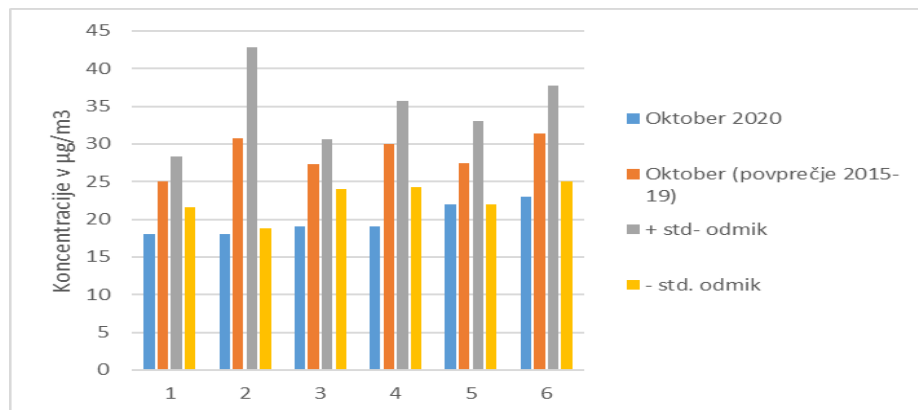


**Slika 9: Povprečne koncentracije trdnih delcev  $PM_{10}$  na različnih merilnih mestih v Sloveniji za mesec marec 2020 v primerjavi s povprečjem vrednosti za mesec marec v letih od 2015 do 2019. Merilna mesta: 1 - Maribor Center, 2 - Zagorje, 3 - Nova Gorica Grčna, 4 - Celje Mariborska, 5 - Murska Sobota Cankarjeva (vse merilna mreža DKMZ), 6 - Ljubljana Center (merilna mreža OMS Ljubljana) (ARSO, 2015 - 2020)**

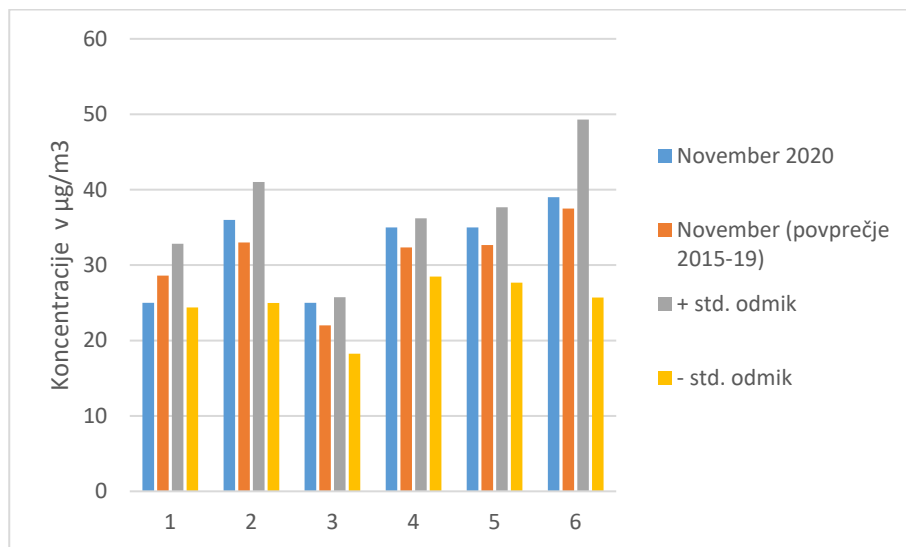


Slika 10: Povprečne koncentracije trdnih delcev PM10 na različnih merilnih mestih v Sloveniji za mesec april 2020 v primerjavi s povprečjem vrednosti za mesec april v letih od 2015 do 2019. Merilna mesta: 1 - Maribor Center, 2 - Zagorje, 3 - Nova Gorica Grčna, 4 - Celje Mariborska, 5 - Murska Sobota Cankarjeva (vse merilna mreža DKMZ)(ARSO, 2015-2019)

Vrednosti trdnih delcev za meseca oktober in november 2020 ter primerjave s povprečjem teh mesecev za pretekla leta so prikazane na slikah 11 in 12.



Slika 11: Povprečne koncentracije trdnih delcev PM10 na različnih merilnih mestih v Sloveniji za mesec oktober 2020 v primerjavi s povprečjem vrednosti za mesec oktober v letih od 2015 do 2019. Merilna mesta: 1 - Maribor Center, 2 - Zagorje, 3 - Nova Gorica Grčna, 4 - Celje Mariborska, 5 - Murska Sobota Cankarjeva (vse merilna mreža DKMZ), 6 - Ljubljana Center (merilna mreža OMS Ljubljana) (ARSO, 2015 - 2020)



**Slika 12: Povprečne koncentracije trdnih delcev PM10 na različnih merilnih mestih v Sloveniji za mesec november 2020 v primerjavi s povprečjem vrednosti za mesec november v letih od 2015 do 2019. Merilna mesta: 1 - Maribor center, 2 – Zagorje, 3 – Nova Gorica Grčna, 4 – Celje Mariborska, 5 – Murska Sobota Cankarjeva (vse merilna mreža DKMZ), 6 – Ljubljana Center (merilna mreža OMS Ljubljana) (ARSO, 2015 – 2020)**

V jesenskem obdobju epidemije so bile v oktobru (slika 11) praktično na vseh merilnih mestih izmerjene pomembno nižje vrednosti, kot je povprečje preteklih let. To pa ne velja za mesec november, ko so bile na večini merilnih mest celo nekoliko višje od povprečja preteklih let (slika 12). Treba pa je upoštevati, da so pri trdnih delcih poleg prometa pomembni tudi drugi viri emisij ter, da tudi v istem letnem času na koncentracije trdnih delcev v zraku vpliva dinamika vremena – saj se koncentracija ob bolj vetrovnem vremenu ali intenzivnih padavinah lahko precej zniža (ARSO, 2015-2020)

### 3.4 Ogljikov dioksid

Emisije ogljikovega dioksida so neposredno sorazmerne količini porabljenega goriva. Zato je možno emisije iz prometa oceniti iz količine porabljenih goriv. V pričujočem prispevku je podana le groba ocena za mesec april 2020, ko so bili ukrepi za zamejitev epidemije precej restriktivni in niso zajemali le omejitve mobilnosti ampak so bile precej omejene tudi mnoge gospodarske dejavnosti. Iz



podatkov o porabi bencina in dizelskega goriva za meseca april 2020 in april 2019 je podana okvirna vrednost zmanjšanja ogljičnega odtisa. Vrednosti o porabljeni količini obeh vrst goriv so pridobljene iz podatkov, objavljenih na spletni strani statističnega urada Republike Slovenije (SURS, 2020a). Vrednosti so prikazane v tabeli 1.

**Tabela 1: Primerjava porabe goriv in zmanjšanje ogljičnega odtisa za meseca april 2019 in april 2020**

Vrsta goriva	April 2019 (poraba/t)	April 2020 (poraba/t)	Razlika (april 2019 – april 2020)	Zmanjšane emisije (t CO <sub>2</sub> )
Bencin	35.116	19.877	15.239	50.289
Dizelsko gorivo	120.417	42.111	78.306	246.664

Vir: <https://www.stat.si/StatWeb/News/Index/8852>

Iz tabele 1 je razvidno, da je bila poraba obeh vrst goriv in s tem posledično tudi emisije ogljikovega dioksida v mesecu aprilu 2020 v primerjavi z mesecem aprilom 2019 bistveno zmanjšana. Pri bencinu je indeks porabe za april 2020/2019 0,57 in posledično zmanjšanje emisij CO<sub>2</sub> 50.289 ton. Še bolj izrazito je zmanjšanje pri dizelskem gorivu, kjer je indeks april 2020/2019 le 0,35, večje pa so tudi količine (verjetno je vključeno v bilanco tudi dizelsko gorivo za pogon delovnih strojev), zmanjšanje ogljičnega odtisa pa je po izračunu kar 246.664 ton. Tako bi bilo po grobi oceni zaradi zmanjšanja aktivnosti v aprilu 2020 samo pri porabi bencina in dizelskega goriva ogljični odtis znižan za 297.000 ton,

#### 4 Ocena in zaključki

V letu 2020 je bilo iz zdravstvenih razlogov večkrat potrebno sprejeti različne omejitvene ukrepe. Poleg mnogih negativnih učinkov predvsem na gospodarstvo, pa je možno pričakovati, da bodo omejitve aktivnosti imele tudi nekatere pozitivne stranske učinke na okolje.

Predvsem kar se tiče emisij toplogrednih plinov, okvirni izračuni za mesec april 2020 v primerjavi z aprilom 2019 pokažejo znatno znižanje emisij. Vendar so se po zaključku epidemije v maju in predvsem juniju porabe goriv spet povečale, sorazmerno s tem pa tudi emisije ogljikovega dioksida (SURS, 2020b). Zanimivo bi bilo opraviti primerjalne izračune tudi za jesensko obdobje, ko pa kljub slabši epidemiološki situaciji zaprtje dejavnosti ni bilo tako intenzivno.

Pri pregledu kakovosti ozračja smo se izmed večjega števila polutantov, katerih koncentracije ARSO sistematično beleži, omejili le na dušikov dioksid, benzen in trdne delce. Tu je za koncentracije dušikovega dioksida in benzena opaziti v marcu in aprilu pomembno nižje vrednosti, kot so bile v istih mesecih v preteklih letih, V jesenskem obdobju pa je znižanje glede na prejšnja leta tako v oktobru kot novembru opazno pri benzenu, medtem ko so bile za dušikove okside koncentracije nižje le v oktobru, v novembru pa celo nekoliko višje kot je povprečje v obdobju 2015-2019. Pri trdnih delcih PM<sub>10</sub> pa za leto 2020 v nobenem izmed mesecev razen v oktobru 2020 ni zaznati nižjih vrednosti kot v preteklih letih. To je možno razložiti morda s tem, da so tudi drugi sektorji poleg prometa pomeni viri trdnih delcev ter, da na njihove koncentracije pomembno vplivajo tudi vremenski pogoji.

V pričujočem prispevku smo lahko podali le približno oceno omejitvenih ukrepov glede gibanja na ozračje. Za bolj natančen odgovor na to vprašanje pa bi bila potrebnejša obširnejša raziskava z bolj podrobno statistično analizo podatkov.

## Literatura

- ARSO (2015). Naše okolje, Bilten Agencije RS za okolje – marec, april, oktober in november 2015.
- ARSO (2016). Naše okolje, Bilten Agencije RS za okolje – marec, april, oktober in november 2016.
- ARSO (2017). Naše okolje, Bilten Agencije RS za okolje – marec, april, oktober in november 2017.
- ARSO (2018). Naše okolje, Bilten Agencije RS za okolje – marec, april, oktober in november 2018.

- ARSO (2019). Naše okolje, Bilten Agencije RS za okolje – marec, april, oktober in november 2019.
- ARSO (2020). Naše okolje, Bilten Agencije RS za okolje – marec, april, oktober in november 2020.
- Brook, R.D., Rajagopalan, S., Pope C. A., Brook, J. R., Bhatnagar, A.; Diez-Roux, A.V., Holguin, F., Hong, Y., Luepker, R.V. Mittleman, M.A., Peters, A., Siscovick, D., Smith, S.C.Jr, Whitsel, L., Kaufman, J.D. (2010). Particulate matter air pollution and cardiovascular disease – An update to the scientific statement of the American Heart Association. *Circulation*, Vol. 121, pp. 2331-2378.
- Curry Brown, A. (2013). Health Effects of particulates and black carbon. Transport and clean air seminar, U.S. EPA, December 2013. Pridobljeno 9.1. 2021 na <https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-05/documents/health-effects.pdf>
- Dominici, F., McDermott, A., Daniels, M., Zeger, S.L., & Samet, M.J. (2005). Revised Analysis of the National Morbidity, Mortality and Air Pollution Study: Mortality among residents of 90 cities. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, Vol 68 (13-14), pp. 1071-1092.
- Janssen, N.A.H., Hoek, G, Simic-Lawson, M., Fischer, P., van Bree, L., ten Brink, H., Keuken, M. Atkinson, R.W., Anderson, H.R., Brunekreef, B. Casee, F.R. (2011). Black carbon as an additional indicator of the adverse health effects of airborne particles compared with PM10 and PM2,5. *Environ. Health Perspectives*, Vol. 119, pp. 1691-1699.
- Javna Agencija Republike Slovenije za varnost prometa (2021). Stanje varnosti cestnega prometa – Prometne nesreče in posledice – mesečni prikaz. Pridobljeno 5.1. 2021 na <https://www.avp-rs.si/management-varnosti-cestnega-prometa/stanje-varnosti-cestnega-prometa/>
- Katsouyanni, K. Touloumi, G. Samoli, E. Gryparis, A, Le Tertre, A., Monopoli, Y., Rossi, G., Zmirou, D., Ballester, F., Boumghar, A., Anderson, H.R., Woityniak, B., Paldy, A., Braunstein, R., Pekkanen, J., Schindler, C. Schwartz, J. (2001). Confounding and effect modification in the short-term effects of ambient particles on total mortality: results from 29 European cities in the APHEA-2 project. *Epidemiology*, Vol. 12(5), pp. 521-531.
- Kirchstetter, T.W., Harley, R.A., Kreisberg, N.M., Stolzenburg, M.R., & Hering, S.V. (1999). On-road measurement of fine particle and nitrogen oxide emissions from light- and heavy-duty motor vehicles. *Atmospheric Environment*, Vol. 33, pp. 2955-2968.
- Miguel A.H, Kirchstetter, T.W., Harley, R.A. & Hering, S.V. (1999). On-road emissions of particulate polycyclic aromatic hydrocarbons and black carbon from gasoline and diesel vehicles. *Environmental Science and Technology*, Vol. 32, pp.450-455.

- Pope, C.A. Burnett, R.T., Thurston, G.D, Thun, M.J., Calle, E.E., Krewski, D., & Godleski, J.J. (2004). Cardiovascular mortality and long-term exposure to particulate air pollution – Epidemiological evidence of general pathophysiological pathways of disease. *Circulation*, Vol. 109, pp. 71-77.
- Smith, J.L. (2017). Major city bans diesel cars to combat illegal levels of air pollution. *Express*, June, 15, 2017. Pridobljeno 9.1. 2021 na <https://www.express.co.uk/life-style/cars/817610/diesel-cars-ban-Munich-air-pollution-government>
- Suglia, S.F., Gryparis, A., Wright, R.O., Schwartz, J., & Wright, R.J. (2007). Association of black carbon with cognition among children in prospective birth cohort study. *American Journal of Epidemiology*, Vol. 167 (3), pp. 280-286.
- SURS (2020a). *Energetika*, Slovenija, april 2020. Oskrba z energenti, Slovenija. Republika Slovenija Statistični urad. Pridobljeno 2.2. 2021 na <https://www.stat.si/StatWeb/News/Index/8852>
- SURS (2020b). *Energetika in Covid-19: Oskrba z motornimi gorivi*, Slovenija, 2020. Republika Slovenija Statistični urad. Pridobljeno 2.2. 2021 na <https://www.stat.si/StatWeb/File/DocSysFile/11082/sl-energetika-covid.pdf>
- The Engineering Toolbox (2009). *Combustion of Fuels – Carbon Dioxide Emission*. Pridobljeno 2.2. 2021 na [https://www.engineeringtoolbox.com/co2-emission-fuels-d\\_1085.html#privacy](https://www.engineeringtoolbox.com/co2-emission-fuels-d_1085.html#privacy)
- Urban Access Regulations In Europe (2021). *Emergency, odd-even, diesel bans, traffic ban*. Pridobljeno 3.2. 2021 na <https://urbanaccessregulations.eu/countries-mainmenu-147>
- Zanobetti, A, Schwartz, J., Samoli, E., Gryparis, A., Toloumi, G., Peacock, J., Anderson, R.H., Le Tertre, A., Bobros, J., Celko, M., Goren, A., Forsberg, B., Michelozzi, P., Rabczenko, D., Perez Hoyos, S., Wichmann, H.E. & Katsouyanni, K. (2003). The temporal pattern of respiratory and hearth disease mortality in response to air pollution. *Environ Health Perspectives*, Vol. 111 (9), pp. 1188-1193.