



POZOR: tukaj je dihanje nevarno!

POROČILO MERITEV NO₂ V LJUBLJANI

Partnerstvo za okolje in zdravje
Focus, društvo za sonaraven razvoj
Inštitut za zdravje in okolje
Deutsche Umwelthilfe e.V.

Ljubljana, 2021



Poročilo pripravila:

Marjeta Benčina, Focus

Tomaž Gorenc, Inštitut za zdravje in okolje

Pregled:

dr. Andreja Kukec, Katedra za javno zdravje, Medicinska fakulteta, Univerze v Ljubljani

Darja Valenčič, Focus

Urša Šetina, Inštitut za zdravje in okolje

* Aktivnost v okviru programa Partnerstvo za okolje in zdravje 2.0 sofinancira Ministrstvo za zdravje RS. Izvedbo meritev je finančno podprla tudi organizacija Deutsche Umwelthilfe e.V.

1.	Uvod	4
2.	Značilnosti dušikovega dioksida (NO ₂)	5
2.1	Zakonski okviri in mejne vrednosti v Sloveniji	5
2.2	Vpliv na zdravje	6
3.	Meritve NO ₂ z difuzivnimi vzorčevalniki v Ljubljani februarja 2021	9
3.1	Delovanje difuzivnih vzorčevalnikov	9
3.2	Vključevanje prebivalcev v meritve	11
Določanje lokacij s pomočjo prebivalcev	12	
3.3	Terensko delo	13
3.4	Osnovni podatki o meritvah v Ljubljani	15
4.	Zunanji vplivi	16
4.1	Stanje prometa v času meritev	16
Ukrepi v času razglašene epidemije nalezljive bolezni COVID-19	16	
Obremenitev cest z motornim prometom v Ljubljani	16	
Delež dizelskih vozil na naših cestah	21	
4.2	Vpliv vremena	22
5.	Rezultati meritev	24
5.1	Vrednosti meritev na uradni merilni postaji	24
5.2	Rezultati meritev z difuzivnimi vzorčevalniki februarja 2021	25
5.3	Primerjava z meritvami v 2019	29
5.4	Nadaljevanje meritev	31
6.	Predlogi ukrepov na različnih ravneh	31
6.1	Monitoring	34
6.2	Ukrepi na področju trajnostne mobilnosti	35
6.3	Omejitev kapacitet cest in parkirnih mest za motorni promet	36
6.4	Nizko-emisijske in brez-dizelske cone	36
7.	Viri	38

1. Uvod

Onesnaženje zraka, zlasti na mestnih območjih, je javnozdravstveni problem, saj je čist zrak ključnega pomena za kakovostno življenje in dobro počutje prebivalcev. Nedavne raziskave za Evropsko zvezo za javno zdravje (EPHA) so pokazale, da vsak evropski državljan zaradi slabe kakovosti zraka utrpi zmanjšanje blaginje v znesku, ki presega 1.250 EUR na leto. Upravljanje kakovosti zraka pa je skupen izziv številnih evropskih mest, kjer izpostavljenost prebivalstva visokim stopnjam onesnaženosti zraka povzroča najvišje zdravstvene stroške.

Prometni sektor trenutno prispeva približno 40-50 % emisij NO_x in 10-15 % emisij trdih delcev (PM). Po trenutnih ocenah promet v povprečju prispeva 50 % h koncentracijam NO₂ v zunanjem zraku, vendar med posameznimi mesti in regijami obstajajo velike razlike. Enako velja za koncentracije PM_{2,5} v zunanjem okolju zaradi prometa, ki prispeva približno 25 % (CE Delft, 2020)

Glavne vire onesnaženosti zunanjega zraka predstavljajo promet, individualna kurišča, industrija. Merjenje onesnaženosti zraka z NO₂ nam pokaže stopnjo onesnaženosti zaradi prometa, predvsem dizelskih vozil, ki so glavni vir NO₂. Onesnaženost z NO₂ je najvišja ob bolj obremenjenih cestah, ob katerih živi in se premika več tisoč prebivalcev, ki so tako izpostavljeni visokim vrednostim onesnaževala. V Ljubljani je edino merilno mesto, ki meri koncentracije NO₂, v okviru državne mreže za spremljanje kakovosti zunanjega zraka, in sicer na križišču Vošnjakove ulice in Tivolske ceste, nekoliko odmaknjeno od prometne ceste. Kot smo ocenili že z meritvami NO₂ v letu 2019 in potrdili z letošnjimi meritvami, to ni lokacija, kjer so koncentracije NO₂ v Ljubljani najvišje.

Ker so meritve NO₂ z difuznimi vzorčevalniki enostavne in dokaj natančne, predstavljajo enostavno, poceni in zanesljivo metodo za ugotavljanje onesnaženosti zunanjega zraka. Namen meritev, ki smo jih izvedli v marcu 2019 in ponovili v februarju 2021, je opozoriti na resnost onesnaženosti zraka z NO₂ v Ljubljani in njenega vpliva na zdravje ter spodbujati odločevalce, da sprejemajo pogumnejše in smotrnejše odločitve pri omejevanju motornega prometa v mestih ter hkrati zmanjšati družbene stroške prometa in povečati kakovost življenja v mestih. Ker meritve niso bile izvedene v "običajnih" razmerah, temveč v času epidemije Covid-19 in delnega zaprtja storitev, se moramo zavedati, da bi bili rezultati v takšnih pogojih, kot so bili večino delovnih dni pred epidemijo, še veliko bolj zaskrbljujoči.

Meritve koncentracij NO₂ z difuzivnimi vzorčevalniki so bile sicer v Ljubljani izvedene že večkrat v preteklosti, in sicer v letih 2005/06 in 2013/14. Izvedli so jih raziskovalci iz Oddelka za geografijo Filozofske fakultete, ki so izpopolnili samo metodologijo meritev z difuzivnimi vzorčevalniki.

2. Značilnosti dušikovega dioksida (NO₂)

Dušikov dioksid je kemična spojina s formulo NO₂ in eden od več dušikovih oksidov. Je rdečkasto rjav plin z značilnim ostrim jedkim vonjem in pomemben onesnaževalec zunanjega zraka (Dušikov dioksid, 2021). Glavni vzrok za veliko obremenitev z NO₂ v zunanjem zraku so dizelska vozila. Dizelska vozila Euro 5 in Euro 6 morajo upoštevati zakonsko določene mejne vrednosti NO_x samo v laboratoriju, a v realnosti med vožnjo spuščajo v zrak veliko večje količine, kot je predpisano (Dušikov dioksid, 2021).

Dizelski avtomobili, tudi novejši, nekaj let po izbruhu dizelskega škandala še vedno prekomerno onesnažujejo zrak. Meritve emisij NO_x, ki so jih opravili v laboratorijih in z merjenjem na daljavo v več mestih po svetu, kažejo, da so emisije dizelskega avtomobila Euro 5 le malo nižje od dizelskega avtomobila Euro 2. Prav tako so tudi pri avtomobilih z dizelskim Euro 6 motorjem izmerili še vedno zelo previsoke emisije NO_x, emisije so se le malo znižale v primerjavi s starejšimi dizelskimi avtomobili (MOP, 2021).

2.1 Zakonski okviri in mejne vrednosti v Sloveniji

Evropska unija za države članice predpisuje standarde kakovosti zunanjega zraka. Delno so določeni v Direktivi o kakovosti zunanjega zraka in čistejšem zraku za Evropo. Direktiva med drugim določa mejne, ciljne, opozorilne, alarmne ter kritične vrednosti, metode ocenjevanja za različna onesnaževala ter načine obveščanja javnosti v primeru prekoračitev. V slovenski pravni red je bila prenesena z Uredbo o kakovosti zunanjega zraka in Pravilnikom o ocenjevanju kakovosti zunanjega zraka. Za NO₂ so standardi Evropske unije skladni s smernicami Svetovne zdravstvene organizacije in dovoljujejo, da se lahko mejne vrednosti nekajkrat presežejo.

Določbe in zahteve glede doseganja mejnih vrednosti koncentracije dušikovih oksidov za zaščito zdravja ljudi ter vegetacije:

- urna mejna koncentracija NO₂ za zaščito zdravja ljudi: 200 µg/m³ (dovoljeno preseganje 18-krat v enem letu);
- letna mejna koncentracija NO₂ za zaščito zdravja ljudi (velja od 1. 1. 2011 dalje): 40 µg/m³; kritična letna koncentracija NO_x za zaščito vegetacije in ekosistemov v naravnem okolju: 30 µg/m³ (Kazalci okolja, 2018).

Švica je letno mejno koncentracijo za zaščito zdravja ljudi postavila pri $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in jo uzakonila že leta 1986, ko je tudi jasno načrtno smer prometne politike. Zadnje epidemiološke študije pa kažejo, da so za zdravje škodljive že povprečne letne koncentracije nad $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, predvsem za otroke, nosečnice, astmatike, prezgodaj rojene otroke, starejše s pridruženimi kroničnimi boleznimi in ljudi s predhodno okvaro pljuč (Umwelt Bundesamt, 2018).

Svetovna zdravstvena organizacija (SZO) v 2021 napoveduje spremembo zastarelih smernic in znižanje letnih mejnih koncentracij NO_2 za zaščito zdravja ljudi iz 40 na $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

2.2 Vpliv na zdravje

Onesnažen zrak, ne glede na vir onesnaževanja, predstavlja obremenitev za okolje kot tudi za družbo. Onesnaženost zraka je tudi pomemben okoljski vzrok prezgodnje umrljivosti v Evropski Uniji, saj vpliva na kar 400.000 prezgodnjih smrti na leto, pri nas pa 1.700. Künzli in sodelavci (2000) ocenjujejo, da v Evropi na leto umre od 40.000 do 130.000 ljudi za posledicami izpostavljenosti onesnaženemu zunanjemu zraku zaradi prometa. Dosedanje raziskave kažejo, da so ocene o številu umrlih in obolelih za posledicami izpostavljenosti onesnaženemu zunanjemu zraku podcenjene, saj temeljijo na rezultatih raziskav, v katerih je bil proučevan le kratkotrajen učinek onesnaženja. V Evropi je okoli 90 % mestnega prebivalstva izpostavljenega prekomernim vrednostim trdnih delcev, dušikovih oksidov (NO_x), ozona (O_3) in benzena v zunanjem zraku.

Domače in tuje epidemiološke raziskave kot najbolj pogosti opazovani zdravstveni izid omenjajo bolezni dihal, kot so astma, kronični bronhitis, alergično obolenje zgornjih dihal in akutni respiratorni simptomi. Od opazovanih izidov so v povezavi z onesnaženostjo zunanjega zraka pogosto obravnavane tudi bolezni obtočil, novejši trend v ocenjevanju vpliva onesnaženega zunanjega zraka na zdravje predstavljajo tudi povezavo z boleznimi živčevja, presnovnimi boleznimi in zapleti med nosečnostjo (porodna teža in nedonošenost otroka) (Elliott in sod., 2007, Wilhelm, 2003).

Opazovane zdravstvene izide lahko prikažemo s številnimi kazalniki, najpogosteje pa kot prevalenco in prve obiske na primarni ravni zdravstvenega varstva (Eržen in sod., 2016, Šimac in sod., 2008, Kukec in sod., 2008, Rems-Novak, 2013, Kukec in sod., 2013, Kukec in sod., 2014, Galičič, 2016).

Ocene epidemioloških raziskav so jasne glede na izpostavljenost viru onesnaženosti in zdravstvenemu izidu. V primeru astme je tveganje pri tistih, ki živijo na bolj onesnaženem območju, večje za 1,30-krat, za alergijsko obolenje zgornjih dihal pa za 1,6-krat (Eržen in sod.,

2006). Kukec in sodelavci (2008) so za šoloobvezne otroke v Zasavju ugotovili, da so obeti za kronične bolezni dihal 2,91-krat in za akutne respiratorne simptome 2,02-krat višji na območju z ocenjeno visoko stopnjo onesnaženosti zunanjega zraka glede na območje z ocenjeno nizko stopnjo onesnaženosti zunanjega zraka.

Tudi številni mednarodni epidemiološki dokazi nakazujejo pomemben vpliv onesnaženosti zraka na zdravje ljudi. Ljudje, ki živijo v bližini prometnic in so izpostavljeni onesnaženosti zraka zaradi prometa bolj pogosto poročajo o večjih zdravstvenih težavah (Host in sod., 2012). Bližina bivališča pri prometnih cestah je pomemben dejavnik ranljivosti. Tveganje za nastanek sladkorne bolezni tipa 2 se poveča za 30 % pri tistih, ki živijo do 100 metrov od prometnice v primerjavi s tistimi, ki so od nje oddaljeni 200 metrov ali več (Weinmayr in sod., 2015). Pregled epidemioloških študij ocenjuje povezanost med izpostavljenostjo delcem različnih velikosti (PM) in zmanjšano kognitivno sposobnostjo. Kilan in Kitazawa (2018) sta ocenila neposredno povezanost med izpostavljenostjo PM_{2,5} in pojavnostjo Alzheimerjeve bolezni.

V okviru poljudno znanstvene kampanje "Pozor: tukaj je dihanje nevarno!" smo se osredotočili na onesnaženost zraka z NO₂ iz prometa. Ker je cestni promet največji vir NO₂, lahko najvišje koncentracije pričakujemo ravno ob prometnih cestah in ulicah, z oddaljenostjo od le-teh pa tudi koncentracija NO₂ pada. Z uporabo katalizatorjev v avtomobilih so se izpusti NO₂ iz prometa sicer zmanjšali, a kljub temu je stanje še zmeraj zaskrbljujoče, saj je promet v mestih vedno gostejši, kar vpliva na povišane koncentracije onesnaževal, tudi NO₂. Doseganje mejnih vrednosti koncentracije dušikovih oksidov za zaščito zdravja ljudi ter vegetacije:

- urna mejna koncentracija NO₂ za zaščito zdravja ljudi: 200 µg/m³ (dovoljeno preseganje - 18-krat v enem letu);
- letna mejna koncentracija NO₂ za zaščito zdravja ljudi (velja od 1. 1. 2011 dalje): 40 µg/m³; kritična letna koncentracija NO_x za zaščito vegetacije in ekosistemov v naravnem okolju: 30 µg/m³ (Kazalci okolja, 2018).

Poleg omenjenega je NO₂ pomembno onesnaževalo pri tvorjenju ozona (O₃) oz. fotokemičnega smoga kot sekundarna onesnaževala (Costa in sod., 2014).

Številne študije ocenjujejo povezanost z dnevnimi razlikami v vrednostih NO₂ na eni strani in umrljivostjo, sprejemi v bolnišnice in akutnimi primeri respiratornih obolenj. Podatki kažejo na šibke do zmerne spremembe pljučnih celic v študijah na živalih pri 1-urni koncentracijah 380–500 µg/m³ (0,2–0,8 ppm). Tovrstne koncentracije NO₂ so primerljive ob prometnicah več ur (SZO, 2013). Ocene SZO in Environmental Protection Agency (EPA) iz ZDA nakazujejo na pomembno povezanost pri splošnih ocenah povečanja koncentracij NO₂ (odstotek povečanja na 10 µg/m³) za sprejem v bolnišnice zaradi respiratornih težav za 1,8 % pri vseh starostih skupinah. Ocene učinkov koncentracije za sprejem v bolnišnico zaradi astme so bile pri vseh starostnih skupinah 1,37 % (Costa in sod., 2014). Ocenjujejo tudi povezanost med onesnaženostjo z NO₂ in

sprejemom dihal v bolnišnico ter obiski urgentnih ambulant zaradi astme (Barnett in sod., 2005; Halonen in sod., 2008; Giovannini in sod., 2010; Ueda in sod., 2010). Dodatno je ocenjena povezanost med onesnaženostjo z NO₂ in pojavnostjo ali poslabšanjem stanja številnih drugih zdravstvenih izidov kot so na primer alergijski rinitis, dermatitis, kronična obstruktivna bolezen pljuč, itd. (Copat in sod., 2020).

Najnovejše kohortne raziskave potrjujejo, da imajo koncentracije onesnaževal, ki so pod predpisanimi evropskimi mejnimi vrednostmi, znatne učinke na zdravje ljudi. Tako Liu in sodelavci (2021) ugotavljajo pozitivno povezanost med incidenco za kronično obstruktivno boleznijo pljuč (KOPB) in povečano stopnjo onesnaženosti zraka z NO₂ za 10 µg/m³ (razmerje ogroženosti je 1,11). Podobna pozitivna povezanost se je pokazala tudi pri drugih opazovanih onesnaževalih (Liu in sod., 2021).

Preglednica 1: Rezultati povezanosti med dolgotrajno izpostavljenostjo različnim vrednostim onesnaženega zraka z NO₂ in prvo hospitalizacijo s kronično obstruktivno pljučno boleznijo (Liu in sod., 2021).

Nivoji koncentracij NO ₂	Število opazovancev	Razmerje ogroženosti (HR) standardiziran na potencialne moteče dejavnike s pripadajočim intervalom zaupanja (IZ)
Vsi nivoji	98.508	1,11 (IZ: 1,06, 1,16)
<40 µg/m ³	96.657	1,12 (IZ: 1,07, 1,17)
<30 µg/m ³	69.973	1,20 (IZ: 1,11, 1,30)
<20 µg/m ³	28.144	1,06 (IZ: 0,85, 1,33)

Na splošno pa je pri onesnaženosti zraka in učinkih na zdravje ključno poudariti, da onesnažen zrak ne učinkuje na vsak človeški organizem enako. Med ranljive demografske skupine uvrščamo starejše zaradi pridruženih bolezni, nosečnice, socialno in ekonomske šibke, bolnike s kroničnimi obolenji in otroke. Pri slednjih nekatere epidemiološke raziskave potrjujejo, da je zgodnja izpostavljenost onesnaženemu zunanemu zraku povezana z razvojem otroške astme in drugih respiratornih obolenj, na katero imata raven in vir onesnaženosti zraka pomembno vlogo. Slednje se razlikuje tudi glede na razdaljo od bivalnega okolja do najbližje ceste in obseg prometa (Deng in sod., 2015; Gauderman in sod., 2005; Barret, 2005; Khreis in sod., 2017;). Zato je pomembno, kako je urejen motoriziran promet v okolici šol, vrtcev ali drugih ustanov, kjer se zadržujejo ranljivejše skupine prebivalstva.

Povprečen odrasel človek dnevno vdihne in izdihne okoli 11.000 litrov zraka, kar je neprimerljivo več glede na količino dnevno zaužite hrane ali tekočine. Če ima pri slednjem posameznik večjo izbiro, kakšno hrano ali pijačo bo užival, pa to ne drži za kakovost zraka. Posameznik je relativno nemočen, kakšen zrak bo dihal, zato je ključno, da z javnozdravstvenega in okoljskega vidika poskrbimo za sistemske ukrepe.

Onesnažen zrak, njegovi vplivi na zdravje in posledično družbeni stroški onesnaženosti zraka so zaradi gostote poselitve in samih virov onesnaževanja iz prometa najvišji v urbanem okolju. To potrjuje tudi raziskava CE Delft (2020), ki vključuje kar 432 evropskih mest s 130 milijoni prebivalcev iz 30 držav – med njimi tudi slovenski mesti Ljubljano in Maribor. Omenjena raziskava ocenjuje, da onesnažen zrak Evropejce v povprečju stane več kot 166 milijard EUR letno. Tako družbeni stroški onesnaženosti zraka povprečnega Evropejca stanejo 1.276 EUR na leto, prebivalca Ljubljane 1.502 EUR in prebivalca Maribora 965 EUR na leto (CE Delft, 2020). Družbeni stroški, ki so posledica onesnaževanja zraka, vplivajo na blaginjo ljudi in zajemajo tako neposredne izdatke za zdravstveno oskrbo (npr. za sprejem v bolnišnico) kot tudi posredne vplive na zdravje (npr. bolezni, kot je kronična obstruktivna pljučna bolezen ali krajša pričakovana življenjska doba).

V času pandemije COVID-19, ki velja za bolezen dihal, je pomembno ocenjevanje epidemioloških dokazov v povezavi z onesnaženostjo zraka ne glede na vir onesnaženosti. Najnovejši znanstveni dokazi nakazujejo na pomemben prispevek kronične izpostavljenosti onesnaženosti zraka k širjenju in smrtnosti COVID-19, čeprav potencialni učinek izpostavljenosti virusu v zraku še ni dokazan. Povezava s COVID-19 je bolj značilna pri izpostavljenosti onesnaženosti s $PM_{2,5}$ in NO_2 (Copat in sod., 2020).

3. Meritve NO_2 z difuzivnimi vzorčevalniki v Ljubljani februarja 2021

3.1 Delovanje difuzivnih vzorčevalnikov

Za obsežnejše meritve so se kljub pomanjkljivostim kot najboljša opcija izkazali difuzivni vzorčevalniki (angl. diffuse samplers) v obliki nekaj centimetrov dolgih tubic. So relativno poceni in enostavni za namestitve, rezultati meritev pa so zanesljivi (slika 1).

Za merjenje prisotnosti NO_2 v zraku difuzivni vzorčevalniki uporabljajo metodo pasivnega vzorčenja, medtem ko so nekaj tednov pritrjeni na drogove ob cestah in izpostavljeni zunanjemu zraku. V notranjosti tubice je reagent v obliki gela, na katerega se nalepijo molekule NO_2 in se spremenijo v nitrite, ki ostanejo na notranji membrani. Pomembno je, da vzorčevalniki niso predolgo izpostavljeni onesnaženem zraku, saj lahko reagent postane prenasičen z onesnaževalom in rezultati tako niso ustrezni. Primerno obdobje merjenja je dva do štiri tedne.



Slika 1: Difuzivni vzorčevalniki za meritve NO_2 .

Pri meritvah z difuzivnimi vzorčevalniki lahko pride do odstopanj. Kadar tubice niso zaščitene, se lahko zaradi vdora vetra na vhodu v cev zgodi reakcija med NO in O_3 , kar bi lahko v zaledju mesta povzročilo tudi 25 % pozitivnega odstopanja. V takem primeru so zakloni dobra rešitev. Takšna odstopanja so tik ob cesti in na podeželju nižja. Negativna odstopanja tudi do 75 % so navadno povezana z večtedenskimi meritvami v vročih in sončnih razmerah z visoko relativno vlažnostjo. V času naših meritev so bili vremenski pogoji ravno nasprotni (Heal in sod., 2019).

Glede na poročilo Skupnega raziskovalnega središča Evropske komisije so difuzivni vzorčevalniki podjetja Passam primerni za indikativne in fiksne meritve. Podatki o natančnosti vzorčevalnika

kažejo, da so odkloni običajno manjši od 5 %, načeloma pa se gibljejo od 20 do 25 % za posamezne meritve (Hafkenscheid in sod., 2009).

Za fiksne meritve je v Prilogi 1 k Direktivi AAQD dovoljena razširjena merilna negotovost največ 15 % (95-odstotni interval zaupanja), za indikativne meritve pa velja vrednost 25 %. Negotovost velja za posamezne meritve glede na mejno vrednost emisije 40 µg/m³. Pri meritvah z uporabo obeh postopkov je treba upoštevati predpisano razpoložljivost podatkov vsaj 90 % (AAQD, 2008)

3.2 Vključevanje prebivalcev v meritve

Ljubiteljska znanost (angl. *citizen science*) se nanaša na aktivno sodelovanje širše javnosti za namene znanstvene raziskave. Gre za raziskovanje, ki ga kot prostočasno dejavnost opravljajo neprofesionalni oziroma ljubiteljski raziskovalci, ki lahko pri tem sodelujejo tudi s profesionalnimi raziskovalci in raziskovalnimi ustanovami ter so tako lahko celo vključeni v širše zastavljene raziskovalne projekte. Takšne raziskave so se začele uveljavljati v 90-ih letih prejšnjega stoletja in od takrat pridobivajo na priljubljenosti. Prepoznavnost in veljavnost ljubiteljske znanosti raste na področjih znanosti, politik, izobraževanja in v širši družbi. V Sloveniji ljubiteljsko znanost razumemo kot uporabo participativnih pristopov k raziskovalnim dejavnostim, s poudarkom na oblikovanju politik, priporočil. To pomeni krepitev vloge deležnikov (strokovnjaki, oblikovalci politik, aktivni prebivalci) pri prepoznavanju problematike in razvoju družbeno koristnih rešitev (The Science of Citizen Science, 2021).

Naj navedemo nekaj primerov ljubiteljske znanosti. Evropska komisija v okviru programa spodbujanja odprte znanosti namenja sredstva tudi projektom ljubiteljske znanosti. Po podatkih repozitorijev SciStarter in Zooniverse je teh največ na področjih ekologija in okolje, narava ter biologija. V Sloveniji je bilo opravljenih že precej raziskav, ki so vključevale ljubiteljske znanstvenike. Eden najbolj aktualnih, povezanih z epidemijo COVID-19, je portal [Sledilnik COVID-19](#). Pobuda zanj je prišla ravno tako izven akademije, vendar ekipa sodeluje tudi s strokovnjaki na Nacionalnem inštitutu za javno zdravje in drugimi raziskovalci, ki pomagajo pri analizi in interpretaciji podatkov. Na področju okolja pa so denimo v zadnjem času v Sloveniji najrazličnejši posamezniki sodelovali pri raziskovanju hrupa (IJS, projekt [CitieS-Health](#)) in pri izpostavljanju vročih točk v mestih zaradi podnebnih sprememb ([ProstoRož](#)).


Določanje lokacij s pomočjo prebivalcev


V okviru projekta Partnerstvo za okolje in zdravje in pod okriljem nemške okoljske organizacije Deutsche Umwelthilfe smo želeli z vključitvijo posredno ali neposredno prizadetih prebivalcev s poceni a učinkovito metodo izmeriti koncentracije NO₂ na različnih predelih Ljubljane.

Poleg 50 lokacij, na katerih smo merili NO₂ že v 2019 in smo jih želeli zaradi primerjave ponovno vključiti, smo se za dodatne predloge, kje meriti onesnaženost zraka zaradi prometa, obrnili na prebivalce in prebivalke Ljubljane. Na platformi [Canvis](#) so lahko približno en mesec zainteresirani označili točke, kjer je po njihovem mnenju onesnaženost zraka zaradi prometa visoka. Na ta način smo želeli priti do mikrolokacij, na katerih je po mnenju prebivalcev vpliv prometa na onesnaženost zraka lahko velik, hkrati pa gre za lokacije, kjer se vsakodnevno giba veliko ljudi, predvsem iz ranljivih skupin in bi bile informacije o stanju onesnaženosti zraka tam informativne.


Komunikacijska kampanja z naslovom **Pozor - tukaj je dihanje nevarno!** je bila obsežna, poziv prebivalcem Ljubljane je bil objavljen v različnih medijih. Anonimni sodelujoči so na [zemljevidu](#) (slika 2) označili natančno lokacijo, kjer jih zanima stanje onesnaženosti zraka z NO₂, ter rešili kratek vprašalnik (opis onesnaženja, točen opis lokacije, kontaktni podatki).

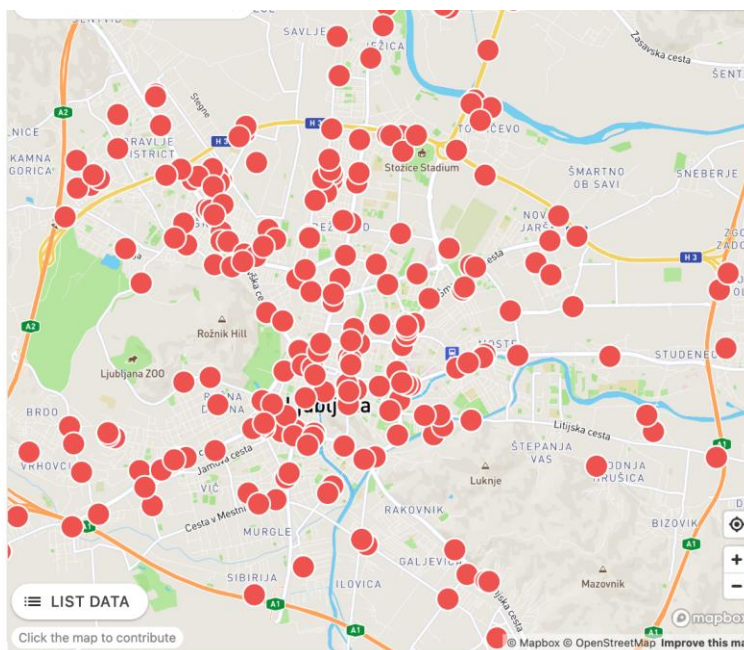
Označi točke, kjer je zrak zaradi prometa zelo onesnažen!

 **Klikni na zemljevid**, da označiš točko, kjer se ti zdi zrak zaradi prometa onesnažen, in shrani lokacijo.

 **Označi točko** (npr. ulica, cesta, križišče, podhod, parkirišče ali kakšen drug del mesta). Vse lokacije štejejo!

 **Označi lahko več točk** na zemljevidu. Če se giblješ po Ljubljani, jih verjetno poznaš več.

 Če se zmotiš, lahko vnose zbrišeš in potem še enkrat vpišeš novo lokacijo onesnaženega zraka. Ko je lokacija enkrat shranjena, je ne moreš več spreminjati.



Slika 2: Prikaz predlaganih lokacij na spletnem zemljevidu z navodili.

Na podlagi 245 vnosov prebivalcev MO Ljubljana in na podlagi lokacij že izvedenih meritev iz 2019 (marec–april) smo določili 156 lokacij, na katerih smo postavili 185 difuzivnih vzorčevalnikov.

Ker je bil namen zbiranja lokacij s strani prebivalcev MOL predvsem iskanje tistih lokacij, kjer se zadržuje veliko ljudi in ki so potencialno onesnažene zaradi prometa, smo pri določanju lokacij naredili kompromis in izbrali tiste predloge, ki so ustrezali določenim kriterijem: bližina storitev, kjer se zadržuje več ranljivih skupin prebivalcev (npr. OŠ, vrtci, zdravstvene ustanove, DSO, avtobusne postaje ...), bližina prometnih cest ter podvajanje z lokacijami, na katerih smo merili onesnaženost z NO₂ že v 2019. Ker smo bili omejeni s številom difuzivnih vzorčevalnikov, smo v primerih večje koncentracije predlogov, le-te združili v eno.

.Izločili smo nezanemarljivo število predlogov lokacij, ki se ne nahajajo ob prometnih cestah. V večini teh primerov so bili predlogi podani zaradi “smradu” iz na primer industrijskega obrata ali sosedove male kurilne naprave. Takšnih predlogov nismo upoštevali tudi zato, ker se lokacije nahajajo v skoraj vaškem okolju, kjer onesnaženost zraka izvira iz energetike ali industrije in v manjši meri iz prometa. Ne smemo pa zanemariti dejstva, da so mnogi prebivalci izpostavljeni onesnaženemu zraku, čeprav zaradi drugih onesnaževal. Problematika neustreznosti malih kurilnih naprav, ustreznosti energentov in počasnega inšpekcijskega nadzora je še kako aktualna in potrebna velike pozornosti pri načrtovanju ukrepov za zmanjšanje onesnaženosti zraka.

3.3 Terensko delo

Nameščanje in odstranjevanje difuzivnih vzorčevalnikov smo izpeljali s pomočjo 9 oseb, od tega je bilo 6 prostovoljcev. Slednji so se predhodno udeležili izobraževanja o sami kampanji ter se seznanili s pravilnim načinom nameščanja tubic (Slika 3). Vsak prostovoljec je na sedežu društva Focus prevzel vse potrebne pripomočke (tubice, zelene pokrovčke, kabelske vezice, škarje, zemljevid, pisalo, tabelo lokacij za vpisovanje števil tubic).



PARTNERSTVO ZA
OKOLJE IN ZDRAVJE



Inštitut
za zdravje
in okolje



Slika 3: Pregled trase merilnih mest s prostovoljci.

Po opravljenem delu smo zbrali fotografije s terena (fotografija tubice od blizu in od daleč) ter neprodušne pokrovčke, ki smo jih skrbno shranili do zaključka akcije (Slika 4). Po treh tednih so prostovoljci prevzeli pokrovčke, šli na teren in zbrali nameščene difuzivne vzorčevalnike.

22. februarja smo v analizo poslali 174 tubic iz 148 lokacij, 12 tubic smo izgubili (6,5 %). Razlogi za izgubo so bili predvsem vandalizem, pa tudi konstrukcijska dela (npr. odstranjen je bil semafor na Tržaški).



PARTNERSTVO ZA
OKOLJE IN ZDRAVJE



Inštitut
za zdravje
in okolje



Slika 4: Nameščanje merilnih tubic.

3.4 Osnovni podatki o meritvah v Ljubljani

V Ljubljani smo merili onesnaženost zraka z NO₂ 21 dni (od 1. 2. do 22. 2. 2021). Tubice smo namestili na izbrane lokacije tako, da smo jim najprej zamenjali rdeč nepropusten pokrovček z zelenim, ki prepušča zrak, a ščiti pred vetrom in dežjem. Z odprtino navzdol smo jih s kabelskimi vezicami pritrdili na drogove, prometne znake, svetilke ipd., v višini približno dveh metrov nad tlemi. Po koncu meritev smo zopet zamenjali pokrovčke in tubice hermetično zaprli. Izgubili smo 12 tubic, v analize smo poslali 174 tubic. Vzorčevalnike smo nato poslali v laboratorij [Passam AG](#) v Švico. Po nekaj tednih so nam posredovali rezultate meritev.

Zaradi večje natančnosti smo na 39 lokacijah merili NO₂ s po 2 tubicama, na 117 lokacijah pa s po 1 tubico. Na lokacijah z dvema tubicama so bile običajno med rezultatoma majhne razlike, kot rezultat na lokaciji pa smo vzeli srednjo vrednost $((v_1 + v_2)/2)$. Največja absolutna razlika med vrednostma na isti lokaciji je znašala 5,7 µg/m³ (križišče Slovenska Šubičeva, ena vrednost 34,6

in druga 28,9), najnižja 0,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (podhod Ajdovščina, ena vrednost je 28,3 in druga 28,1), povprečje na vseh lokacijah pa je 2,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Pri uradni merilni postaji na križišču Vošnjakove ulice in Tivolske ceste smo merili z dvema tubicama, vrednosti sta bili 38,1 in 34,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Srednja mesečna koncentracija uradnih meritev za februar je znašala 34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, srednja koncentracija za obdobje od 1. do 22. 2. 2021 pa je znašala 31,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ocenjujemo, da so meritve s Passam difuznimi vzorčevalniki precej natančne, nekoliko nižje vrednosti na uradni merilni postaji pa pripisujemo večji oddaljenosti od Tivolske ceste.

4. Zunanji vplivi

4.1 Stanje prometa v času meritev

Ukrepi v času razglašene epidemije nalezljive bolezni COVID-19

V času meritev je bila v državi razglašena epidemija nalezljive bolezni COVID-19, omejeno je bilo prehajanje med občinami in regijami (ki se je sprostilo po 15. 2.), v času med 21. in 6. uro je bilo gibanje omejeno s policijsko uro. V osrednjeslovenski regiji so bili odprti vrtci in osnovne šole za razrede prve triade (1. do 3. razred). Višji razredi OŠ, srednje šole, glasbene šole in visokošolski zavodi so izvajali pouk na daljavo. 15. februarja so se v šole vrnili učenci višjih razredov, dijaki zaključnih letnikov, možno je bilo opravljanje izpitov na fakultetah. Storitve so bile omejene na prodajo živil in nujnih storitev, s 6. februarjem so se odprle manjše trgovine in nekatere storitve in s 15. februarjem še ostale trgovine. Javni potniški promet je deloval po običajnem voznem redu.

Glede na podatke Statističnega urada RS je v času meritev od doma ves čas delalo približno 9 % prebivalcev, občasno 10 %, zaradi bolezni, dopusta, čakanja na delo ali varstva otrok pa je bilo odsotnih 9 % zaposlenih (Brodnik, 2021) Glede na te podatke lahko sklepamo, da poti na delo ni opravilo od 10 do 30 % delovno aktivnih prebivalcev.

Obremenitev cest z motornim prometom v Ljubljani

Z namenom ugotovitve, ali so bile prometne obremenitve z motornimi vozili v času meritev nižje od "običajnih", smo pregledali podatke za merilna mesta v MO Ljubljana, in sicer **povprečni dnevni promet za februar 2021** in jih **primerjali s povprečnim dnevnim prometom za februar**



Inštitut
za zdravje
in okolje

2020. Ugotovili smo, da je povprečni dnevni promet za februar 2021 v povprečju dosegal **78,3 %** povprečnega dnevnega prometa za februar 2020. To lahko pripišemo delnim omejitvam zaradi razglašene epidemije zaradi bolezni COVID-19, ki so prispevale k temu, da je bilo opravljenih manj poti z motornimi vozili.

Preglednica 2: Primerjava povprečnega dnevnega prometa za februar 2021 in 2020.

Števno mesto	Povprečni dnevni promet za februar 2021	Povprečni dnevni promet za februar 2020	pdp feb21/pdp feb 20 (%)
1001-156 Tivolska Tobačna > Delavski dom	11405	15619	73,0
1002-170 Tivolska Mladika smer Vič	11340	15649	72,5
1005-230 Barjanska Sibirija (obe smeri)	15996	19184	83,4
1006-220 Obvozna Roje (obe smeri)	13100	16448	79,6
1007-126 Drenikova žel. podvoz > Bežigrad	9243	11446	80,8
1008-140 Drenikova žel. Podvoz smer Šiška	9706	11514	84,3
1009-160 Celovška Mercator > Center	15085	17826	84,6
1010-180 Celovška 250 > Šentvid	18061	21458	84,2
1011-210 Tacenska Sava <obe smeri>	9091	11634	78,1
1012-236 Večna pot TP Brdnikova <obe smeri>	8496	10390	81,8
1013-176 Šmartinska 104 > Center	10515	13116	80,2



PARTNERSTVO ZA
OKOLJE IN ZDRAVJE



Inštitut
za zdravje
in okolje

1014-150 Šmartinska 104 smer BTC	12309	14632	84,1
1015-120 Zaloška Toplarna smer Zalog	11275	13490	83,6
1016-140 Zaloška Toplarna smer Center	11723	13848	84,7
1017-246 Litijška Hrušica (obe smeri)	11385	13309	85,5
1018-166 Dolenjska London > Rudnik	9558	11304	84,6
1019-186 Dolenjska London > Center	8707	11040	78,9
1021-156 Tržaška Gruda > Center	12879	16717	77,0
1022-176 Tržaška Gruda > Dolgi Most	13400	17415	76,9
1023-266 Pot za Brdom Kin. Društvo (obe smeri)	11241	13869	81,1
1025-116 Slovenska Drama smer Ajdovščina	2312	3559	65,0
1026-136 Slovenska Drama smer Trnovo	2567	3110	82,5
1027-166 Celovška žel. podvoz > Center	13239	16368	80,9
1028-180 Celovška Žel. Podvoz smer Šiška	13954	17525	79,6
1030-246 Zaloška Ranž. postaja <obe smeri>	10134	10940	92,6
1034-216 Kajuhova Gruberjev prekop <obe smeri>	14814	17912	82,7
1035-136 Dunajska Gospodarsko r. smer center	9725	14026	69,3



PARTNERSTVO ZA
OKOLJE IN ZDRAVJE



Inštitut
za zdravje
in okolje

1036-110 Dunajska Gospodarsko r. smer Bežigrad	10323	13454	76,7
1038-276 Hrdeckega (obe smeri)	9005	10320	87,3
1039-266 Hladnikova Ljubljana <obe smeri>	n/a	13504	
1040-236 Ižanska 154 <obe smeri>	6800	7525	90,4
1042-225 Obvozna c. Kleče <obe smeri>	n/a	11827	
1043-246 Avšičeva Kleče <obe smeri>	4010	5066	79,2
1044-240 Letališka Špar skladišče (obe smeri)	4957	11214	44,2
1045-216 Zadobrovska žel. podvoz <obe smeri>	n/a	7385	
1046-134 Kajuhova žel. Podvoz smer Moste	10255	13464	76,2
1047-114 Kajuhova žel. Podvoz smer Žale	9697	13797	70,3
1050-230 Verovškova Plinarna (obe smeri)	7725	9033	85,5
1051-230 Slovenčeva Mercator Diskont (obe smeri)	8249	6792	121,5
1052-210 Vojkova Nove Stožice (obe smeri)	6375	7280	87,6
1054-276 Črna vas 29 <obe smeri>	n/a	6224	
1055-166 Gosposvetska Cerkev smer Ajdovščina	3681	4710	78,2



PARTNERSTVO ZA
OKOLJE IN ZDRAVJE



Inštitut
za zdravje
in okolje

1056-186 Gosposvetska Cerkev smer Delavski dom	3330	4971	67,0
1057-256 Gradole <obe smeri>	1279	1506	84,9
1058-250 Šmartinska Šmartno <obe smeri>	9635	19640	49,1
1059-246 Podutik AC <obe smeri>	9913	11205	88,5
1060-256 Zgornje Gameljne 55 <obe smeri>	3487	3615	96,5
1061-286 Kajakaška MNZ poligon <obe smeri>	4934	7079	69,7
1062-210 Predor pod Gradom (obe smeri)	8381	10482	80,0
			78,3 % = povprečje

Vir: MOL, 2021.

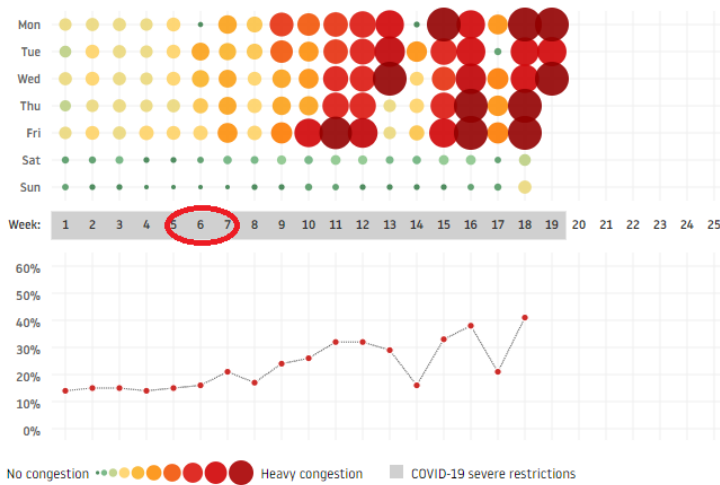
Iz podatkov o zastojih v Ljubljani (tomtom.com) je razvidno, da je bilo v času meritev med 1. in 22. februarjem 2021 manjše število zastojev. V primerjavi podatki o zastojih v letu 2019 je bilo v treh tednih meritev zastojev približno 40 % manj. To sicer ne pomeni tudi 40 % nižjo obremenitev cest, vendar okvirno ocenjujemo, da je bila prometna aktivnost v februarju 2021 za okoli 20 % nižja kot februarja 2019.



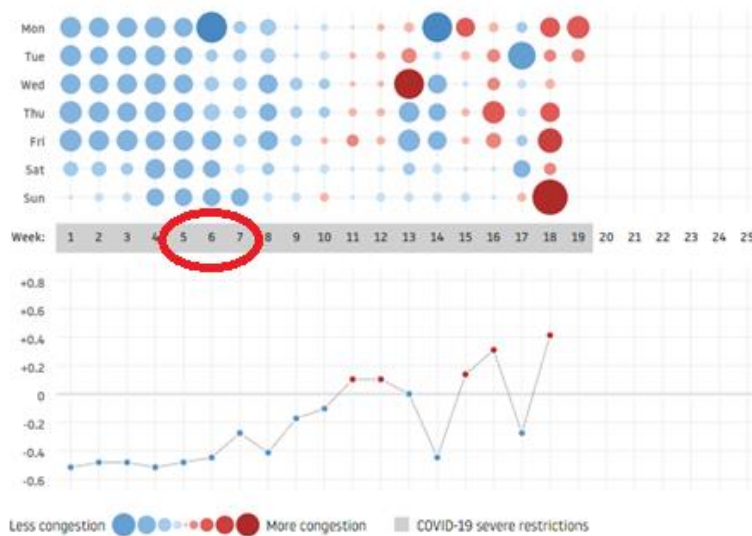
PARTNERSTVO ZA
OKOLJE IN ZDRAVJE



Inštitut
za zdravje
in okolje



Slika 5: Povprečni zastoji v Ljubljani 2021 po tednih in dnevih.



Slika 6: Dnevni in tedenski zastoji v Ljubljani po tednih v 2021 v primerjavi z 2019.

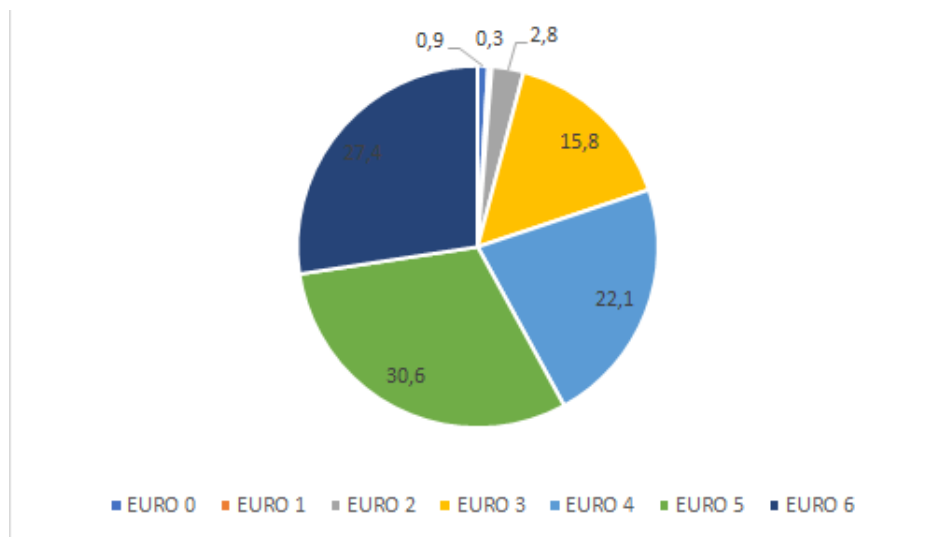
Delež dizelskih vozil na naših cestah

Dizelska vozila, kot glavni vir izpustov NO_2 , predstavljajo še vedno visok delež vozil na naših cestah. Naredili smo pregled registriranih osebnih vozil v letu 2020, ko se je na naših cestah vozilo še nekaj manj kot 60 % dizelskih vozil. Pri prvič registriranih vozilih je ta delež nekoliko nižji (nekaj manj kot 40 %). Delež dizelskih vozil med novimi je sicer po 2015 padal na račun avtomobilov na bencinski motor, a je bilo v Sloveniji v letu 2020 zopet zaznati 18 % rast glede na leto 2019 (iz 30,5 na 35,9 %). Podrobnejši opis je predstavljen v preglednici 3.

Preglednica 3. Registrirana dizelska osebna vozila v 2020 (OPSI, 2021).

Osebna vozila	Število	Delež
Vsa osebna vozila	1.253.985	100 %
Dizelska vozila	726.054	57,9 %
Uvožena dizelska vozila	275.655	38 %
Prvič registriranih osebnih vozil v 2020	55.507	
Prvič registrirana dizelska vozila	19.903	35,9 %

Zanimiv je tudi razrez osebnih vozil registriranih v letu 2020 glede na emisijski razred EURO.



Slika 7: Delež vozil glede na emisijski razred EURO, 2020 (OPSI, 2021).

4.2 Vpliv vremena

Stopnja onesnaženosti je odvisna še od stanja ozračja, to pa od geografskih značilnosti prostora in meteoroloških pogojev v ozračju. Med prve uvrščamo reliefne značilnosti, med druge pa spadajo sami vremenski pogoji, pri katerih je še posebej pomembna prevetrenost, pogostost padavin in temperaturna inverzija. Tako lahko v dolinskih in kotlinskih legah s slabo prevetrenostjo in pogostimi temperaturnimi inverzijami, kar velja tudi za Ljubljano, že zmerni izpusti onesnaževal povzročijo relativno veliko onesnaženost ozračja.

Glede na fizikalne lastnosti NO₂ sta prevetrenost in temperaturna inverzija najpomembnejša dejavnika spreminjanja onesnaženosti. V času izvajanja meritev med 1. 2. 2021 in 22. 2. 2021 je prevladovalo razmeroma nestanovitno vreme (Preglednica 4). V obdobju meritev je v 10 deževnih dneh padlo skupaj 30 mm padavin. Povprečne dnevne temperature so se v izbranem obdobju gibale od - 4,6 °C do 11,1 °C (povprečna temperatura zraka 8 °C). V obdobju meritev ni bilo meglenih dni. V času meritev je pihal relativno šibek veter od 0,3 do 3,8 m/s (povprečna hitrost vetra 1,6 m/s).

Ugodni vremenski pogoji v času meritev so prispevali k nižji onesnaženosti zraka. NO₂ je namreč izredno lahek plin, na katerega ima šibek veter velik vpliv. Poleg omenjenega je bilo veliko meritev opravljenih ob križiščih, ki so praviloma bolje prevetrena.

Preglednica 4: Vremenske značilnosti za meteorološko postajo Ljubljana - Bežigrad v času meritev (1. 2. 2021 do 22. 2. 2021).

<i>Datum</i>	<i>povp. dnevna T [°C]</i>	<i>povp. veter [m/s]</i>	<i>oblačnost [%]</i>	<i>padavine</i>	<i>količina padavin [mm]</i>	<i>megla</i>	<i>megla z vidnim nebom</i>	<i>talna megla</i>
2021-02-01	0,7	0,8	73	da	3,5	ne	ne	ne
2021-02-02	2,4	0,3	70	ne	0	da	ne	ne
2021-02-03	8,8	1,7	97	ne	0	ne	ne	ne
2021-02-04	10,2	2	93	da	1,1	ne	ne	ne
2021-02-05	10,7	2	97	da	0,2	ne	ne	ne
2021-02-06	11,1	2	100	da	0,3	ne	ne	ne
2021-02-07	10,1	1	97	ne	0	ne	ne	ne
2021-02-08	8	1,1	67	da	17,7	ne	ne	ne
2021-02-09	5,5	1,1	100	da	12,3	ne	ne	ne
2021-02-10	4,9	0,6	100	da	19,1	ne	ne	ne

2021-02-11	-0,7	2,1	87	da	30	ne	ne	ne
2021-02-12	-4,6	1,4	17	da	0,9	ne	ne	ne
2021-02-13	-3,8	2,9	20	da	0	ne	ne	ne
2021-02-14	-1,2	1,7	3	ne	0	ne	ne	ne
2021-02-15	-0,3	1,3	7	ne	0	ne	ne	ne
2021-02-16	4,4	2,4	63	ne	0	ne	ne	ne
2021-02-17	5,4	1	27	ne	0	ne	ne	ne
2021-02-18	5,6	1,1	93	da	0,2	ne	ne	ne
2021-02-19	8,3	1,7	97	ne	0	ne	ne	ne
2021-02-20	8,9	1,5	70	ne	0	ne	ne	ne
2021-02-21	9,6	2,5	80	ne	0	ne	ne	ne
2021-02-22	10,6	3,8	27	ne	0	ne	ne	ne

Vir: Meteo.si, 2021.

5. Rezultati meritev

5.1 Vrednosti meritev na uradni merilni postaji

Edina uradna merilna postaja v Ljubljani, ki meri koncentracije NO₂, stoji na križišču Vošnjakove ulice in Tivolske ceste. Za februar 2021 so bili za to merilno postajo zabeleženi naslednji podatki (Slika 8) (Dolšak Lavrič in sod., 2021):

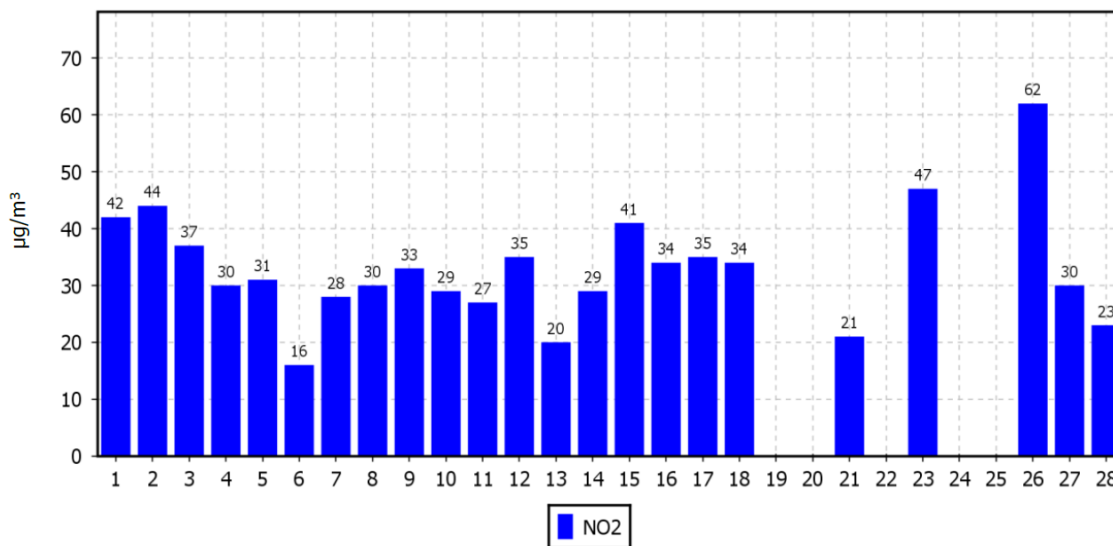
Urna mejna vrednost 200 µg/m³ v februarju ni bila nikoli presežena. Maksimalna urna koncentracija je bila 130 µg/m³ (26.2. ob 19.00). Maksimalna dnevna koncentracija je bila na isti dan 62 µg/m³, minimalna pa 16 µg/m³ (6.2.). Srednja mesečna koncentracija za februar je znašala 34 µg/m³.

Za obdobje meritev 1.2.2021 - 1.3.2021 je bilo razpoložljivih 545 oziroma 89 % urnih podatkov.

DNEVNE KONCENTRACIJE - NO₂

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

01.02.2021 do 01.03.2021



Slika 8: Dnevne koncentracije – NO₂ (Dolšak Lavrič in sod., 2021).

Srednja letna koncentracija za leto 2020 (začetek razglašene epidemije zaradi bolezni COVID-19) je znašala 35 µg/m³,

2019 45 µg/m³,

2018 48 µg/m³,

2017 50 µg/m³,

2016 32 µg/m³,

2015 36 µg/m³.

Na podlagi uradnih povprečnih dnevni vrednosti v obdobju od 1. do 22. februarja 2021 smo izračunali uradno povprečno vrednost za obdobje naših meritev. **Ta znaša 31,4 µg/m³.**

5.2 Rezultati meritev z difuzivnimi vzorčevalniki februarja 2021

Analiza 174 tubic, s katerimi smo merili na 148 lokacijah, je pokazala zanimive rezultate. Glede na izmerjene koncentracije NO₂ smo lokacije razvrstili v štiri kategorije, in sicer nad 40 µg/m³, kolikor znaša letna mejna vrednost za zaščito zdravja ljudi, med 30 in 40 µg/m³, med 20 in 30 µg/m³ ter pod 20 µg/m³.

Preglednica 5: Rezultati meritev 1. 2. – 22. 2. 2021.

Povprečne koncentracije NO ₂ (µg/m ³)	Število lokacij
Več kot 40 µg/m ³	10
Med 30 in 40 µg/m ³	60
Med 20 in 30 µg/m ³	67
Pod 20 µg/m ³	11
Skupaj	148

Na 10 lokacijah so bile izmerjene koncentracije višje kot 40 µg/m³, na 60 lokacijah med 30 in 40 µg/m³ in na 67 lokacijah med 20 in 30 µg/m³. **Iz tega ugotavljamo, da je kar na 137 lokacijah onesnaženost zunanje zraka z NO₂ bolj ali manj škodljiva za zdravje ljudi.**

Preglednica 6: Rezultati meritev na 10 najbolj onesnaženih lokacijah

Lokacija - ulica	Začetek meritev	Konec meritev	Vrednost koncentracij NO ₂ (µg/m ³)
Šmartinska 22 (pri Ortobaru)	01. 02. 2021	22. 02. 2021	50,3
Trg mladinskih delovnih brigad 8	01. 02. 2021	22. 02. 2021	44,4
Trg Osvobodilne fronte (pri AP)	01. 02. 2021	22. 02. 2021	43,1
Križišče Tržaška cesta in Cesta v Gorice	01. 02. 2021	22. 02. 2021	42,3
križišče Dunajska ceste Topniška cesta	01. 02. 2021	22. 02. 2021	41,6



PARTNERSTVO ZA
OKOLJE IN ZDRAVJE



Inštitut
za zdravje
in okolje

Zaloška cesta (nadvoz nad AC A1)	01. 02. 2021	22. 02. 2021	41,3
Drenikova 32 (GIB)	01. 02. 2021	22. 02. 2021	41,2
Križišče Zaloška in Grablovičeva cesta	01. 02. 2021	22. 02. 2021	41,2
Križišče Litostrojska in Celovška cesta	01. 02. 2021	22. 02. 2021	40,5
Roška cesta 2	01. 02. 2021	22. 02. 2021	40,1

Uradna merilna postaja na križišču Vošnjakove ulice in Tivolske ceste je v obdobju od 1. do 22. februarja 202 zabeležila povprečje dnevni koncentracij $31,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Na podlagi tega podatka lahko ugotovimo, da so bile na 54 lokacijah povprečne vrednosti koncentracij NO_2 višje kot na uradni merilni postaji. To pomeni, da smo samo z našimi meritvami odkrili potencialnih 54 lokacij, kjer je onesnaženost zraka z NO_2 višja kot na uradni merilni postaji.

Poleg zahtev glede lokacij uradnih merilnih postaj, ki jih opredeljuje Direktiva 2008/50/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 21. maja 2008 o kakovosti zunanjega zraka in čistejšem zraku za Evropo (Aneks III, sekcija A), naj omenimo še nedavno odločitev Evropskega sodišča (European Court of Justice) iz 26. 6. 2019 (odločitev C-723/17). Prebivalci EU imajo pravico do spremljanja kakovosti zraka na lokacijah z **največjo** pričakovano obremenitvijo onesnaženja zraka - na teh lokacijah je treba tudi obvezno upoštevati mejne vrednosti onesnaževal v zraku ali standarde kakovosti zraka. Tako je Sodišče Evropske unije okrepilo pravico Evropejcev do "čistega zraka" (InfoCuria, 2019).

Pri lokacijah meritev smo bili pozorni na območja, kjer se zadržujejo ranljivejše skupine prebivalstva. Tako smo izvedli meritve na 54 lokacijah, kjer so vrtci, osnovne šole in zdravstvene ustanove. Rezultati meritev kažejo, da je bila povprečna onesnaženost na omenjenih lokacijah v času meritev $27,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, kar je pod zakonsko letno mejo. Kljub temu ta rezultat lahko interpretiramo kot relativno slab, saj novejša epidemiološke raziskave ocenjujejo negativne zdravstvene učinke pri mejnih vrednostih (npr. $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$), ki so močno pod zakonskimi mejami. Poleg omenjenega je ključno izpostaviti, da so vrednosti onesnaženosti NO_2 zaradi izpušnih



PARTNERSTVO ZA
OKOLJE IN ZDRAVJE

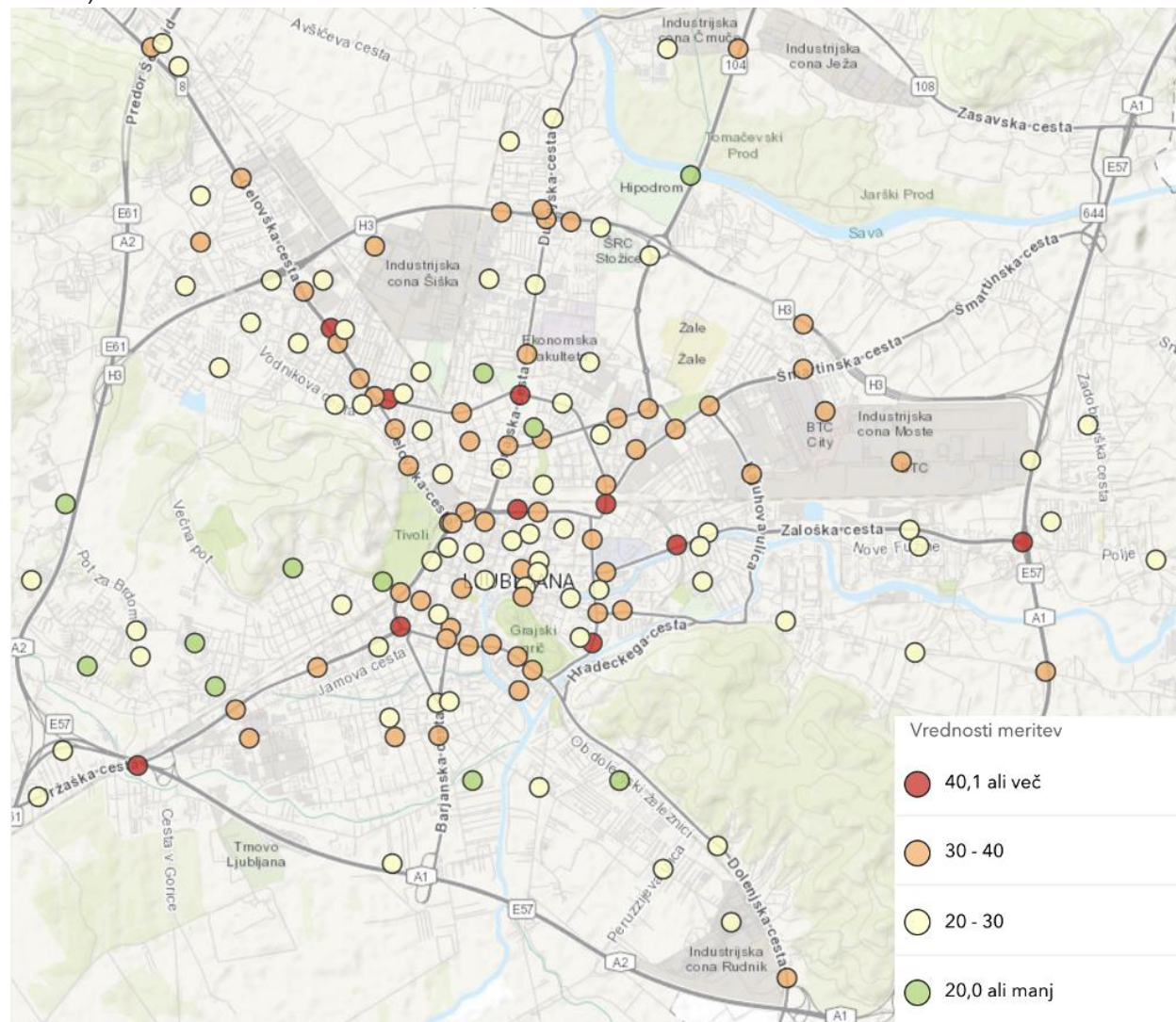


Inštitut
za zdravje
in okolje

plinov pri tleh višje kot so bile v višini, na kateri so bile postavljene naše merilne tubice (1,80 - 2,0 m). Slednje je pomembno predvsem v okolici šol, saj otroci, ki so nižje rasti, dihajo bolj onesnažen zrak. Najslabši rezultat ($41,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) je bil izmerjen na križišču Zaloške ceste in Grablovičeve ulice, kjer so v bližini številne klinike Univerzitetnega kliničnega centra Ljubljana.

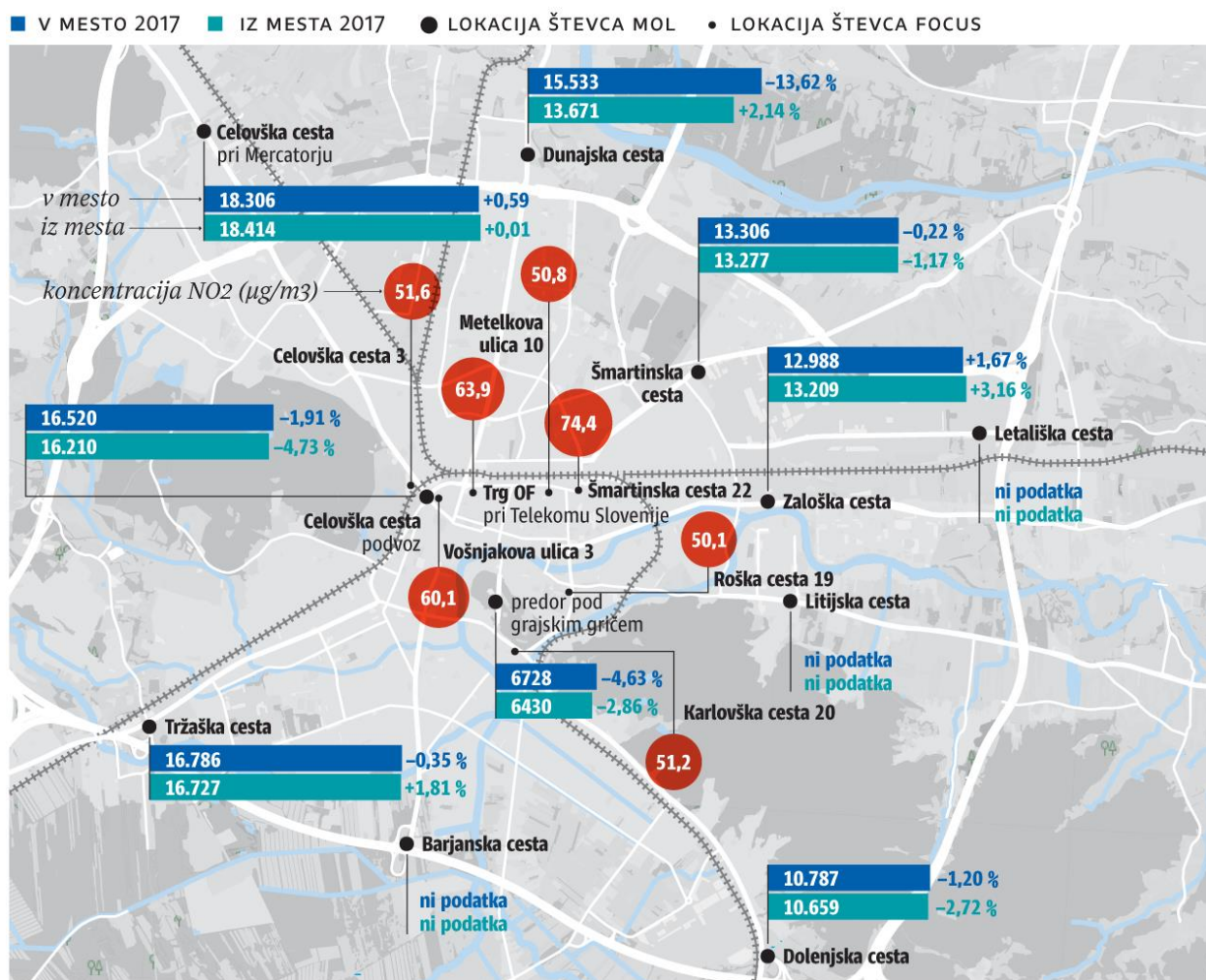
Dodatno lahko opazimo, da so pričakovano višje vrednosti onesnaževala NO_2 prisotne v centru mesta in ob mestnih vpadnicah. V primeru osnovnih šol in vrtcev so višje vrednosti onesnaženosti pogojene z bližino prometnice ter verjetno parkirišč, na katerih starši ustavijo, ko peljejo otroke v šolo.

Slika 9: Karta z rezultati meritev onesnaženosti z NO_2 v Ljubljani v $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (avtor: Nejc Bobovnik, FF UL).



5.3 Primerjava z meritvami v 2019

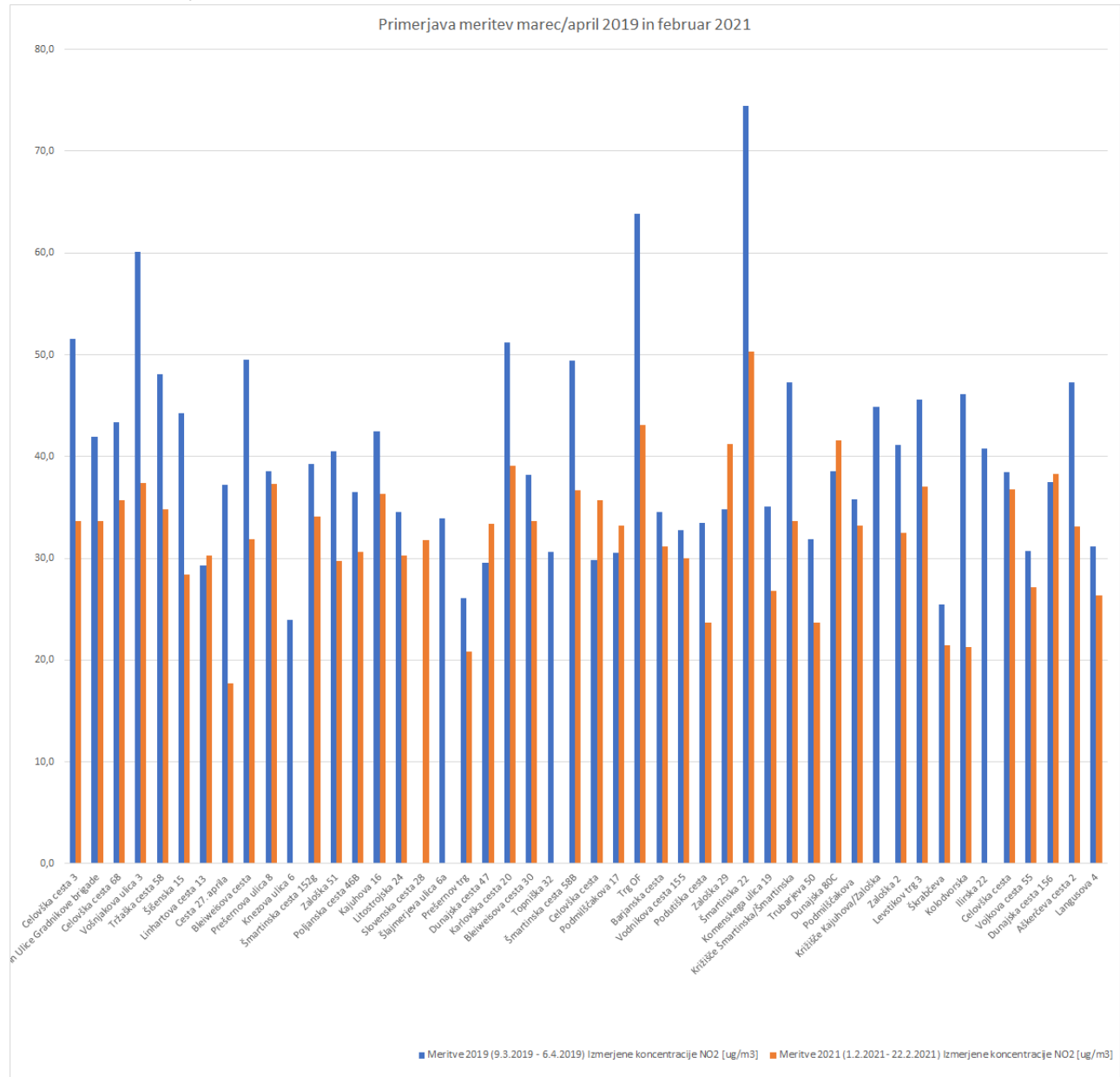
V društvu Focus smo podobno raziskavo že izvedli med marcem in aprilom 2019 na 51 lokacijah v Ljubljani. Na kar 22 od 51 merilnih mestih so rezultati pokazali vrednosti nad 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, kolikor znaša letna mejna vrednost za zaščito zdravja ljudi. Od lokacij so izstopale predvsem območja šmartinskega podvoza, Tivolske ceste, Trga OF, Karlovške ceste pri križišču z Roško cesto in Celovške ceste pri Iliriji.



Slika 10: Povprečni dnevni promet 2017-18 in rezultati meritev NO₂ 2019 (Vir: Pahor, 2019)

Primerjava rezultatov meritev iz leta 2019 in leta 2021 kaže, da so bile v povprečju izmerjene vrednosti NO₂ v letu 2021 za skoraj 20 % nižje kot leta 2019. Na 7 lokacijah pa je bila izmerjena vrednost v 2021 višja kot pred dvema letoma.

Slika 11: Primerjava rezultatov meritev NO2 2019 in 2021.



5.4 Nadaljevanje meritev

Na 4 lokacijah bomo izvajali meritve še 12 mesecev med 1. in 22. v mesecu, začeni z aprilom. Marca še nismo nadaljevali z meritvami, saj še nismo imeli rezultatov glavne meritve, na podlagi katerih smo se odločili za lokacije celoletnih meritev koncentracij NO₂.

6. Predlogi ukrepov na različnih ravneh

Ljubljana je nacionalno politično in gospodarsko središče, kamor pride večinoma z osebnim avtomobilom dnevno preko 130.000 delovnih migrantov iz drugih občin. Zato potrebujemo regionalne ukrepe in strategije za mobilnost, ki bodo naslovile družbene stroške prometa. Mestna občina Ljubljana je že implementirala nekaj učinkovitih ukrepov za zmanjšanje onesnaženja zraka zaradi prometa in za samo zmanjšanje prometa v mestnem jedru. Med učinkovitimi ukrepi v pravi smeri za zmanjšanje onesnaženosti zraka so zaprtje starega mestnega jedra za avtomobilski promet, sistem P+R v kombinaciji s podaljšanjem linij javnega potniškega prometa v sosednje občine, posebni vozni pasovi za avtobuse v mestnem jedru in sistem deljenja koles.

Kljub temu pa je še veliko možnosti za izboljšave obstoječih sistemov. V zadnjem obdobju so namreč vidni negativni trendi na mestni in regionalni ravni. V Ljubljani ima namreč infrastruktura za aktivno mobilnost precej omejitev, še posebej izven mestnega jedra. Regionalno pa se pojavljajo pobude za gradnjo dodatnih cest in avtocest do Ljubljane ali do drugih regionalnih središč (npr. Maribor), kar je jasen signal, da bo v mestih čedalje več osebnih avtomobilov in prometa. To pa pomeni, da bo za obiskovalce in prebivalce Ljubljane onesnaženost zraka čedalje večja. Poleg povečanja zdravstvenih družbenih stroškov zaradi onesnaženosti zraka bodo povečali tudi drugi negativni učinki, ki so povezani s hrupom, prometnimi nesrečami, emisijami toplogrednih plinov zaradi povečanega prometa. Povečanje kapacitet cestnega omrežja samo po sebi ne vodi v zmanjšanje prometnih zamaškov.

Visoki zunanji stroški prometa in močan vpliv na zdravje, kakovost življenja, okolje in podnebne spremembe nas silijo k čimprejšnjemu ukrepanju, sploh ker je v mestu zrak dokazano preveč onesnažen. Izboljšana tehnologija v dizelskih motorjih in elektrifikacija prometa lahko to nekoliko omilita, a ker si dolgoročno želimo tudi več prostora za ljudi, moramo uresničiti že vsem dobro znane ukrepe za zmanjšanje motornega prometa v mestih in izboljšati izbor prevoznih sredstev v korist trajnostne mobilnosti.

Čeprav bodo evropski emisijski standardi za vozila in alternativna goriva vodili v zmanjšanje emisij izpušnih plinov, kar bo v obdobju do leta 2030 pozitivno vplivalo na kakovost zraka, se predvideva,



PARTNERSTVO ZA
OKOLJE IN ZDRAVJE



Inštitut
za zdravje
in okolje

da bodo imele koncentracije NO₂ in PM kljub temu znatne negativne učinke na zdravje. Ker je izpostavljenost tem onesnaževalcem v mestih razmeroma velika, je ravno tukaj javno zdravje najbolj ogroženo. Posledično bodo ukrepi, usmerjeni v zmanjšanje emisij in izboljšanje kakovosti zraka v mestih, pri zmanjševanju zdravstvenega bremena in s tem povezanih stroškov bolj učinkoviti (Preglednica 7).

Preglednica 7: Pregled ukrepov zniževanja emisij onesnaževal iz prometa in posledično družbenih stroškov (CE Delft, 2021).

#	Ukrep	Vrsta ukrepa	Tip	Učinkovitost ^{a)}	Vnaprejšnji investicijski stroški
1	Mestna cestnina	Izogibanje/prestavlanje	Cene/davčna spodbuda	Zelo učinkovito (++++)	Visoka (++)
2	Prepoved avtomobilov na dizelsko gorivo	Izogibanje/prestavlanje	Norma	Zelo učinkovito (++++)	Visoka (++)
3	Nizko-emisijska cona	Izogibanje/prestavlanje	Cene/davčna spodbuda	Zelo učinkovito (++++)	Visoka (++)
4	Parkirne politike (vplivanje na cene)	Izogibanje/prestavlanje	Prostorsko načrtovanje	Učinkovito (+++)	Nizka (--)
5	Parkirne politike (vplivanje na dostopnost)	Izogibanje/prestavlanje	Prostorsko načrtovanje	Učinkovito (+++)	Srednja (+/-)
6	Prilagoditev cestne infrastrukture -zmanjšanje pretočnosti za avtomobile	Izogibanje/prestavlanje	Prostorsko načrtovanje	Učinkovito (++)	Visoka (+)
7	Omejitve hitrosti	Izogibanje/prestavlanje	Prostorsko načrtovanje	Učinkovito (+++)	Nizka (-)
8	Brezogljčni mestni avtobusi	Izboljšanje	Norma	Učinkovito (+++)	Visoka (++)
9	Brezogljčna mestna logistika - druga vozila	prestavlanje	Prostorsko načrtovanje	Učinkovito (+++)	Visoka (++)
10	Kolesarska infrastruktura in logistika	prestavlanje	Prostorsko načrtovanje	Zmerno učinkovito (++)	Srednja (+/-)



PARTNERSTVO ZA
OKOLJE IN ZDRAVJE



Inštitut
za zdravje
in okolje

11	Povečanje zmogljivosti javnega prevoza	prestavljanje	Cene/davčna spodbuda	Zmerno učinkovito (++)	Visoka (++)
12	Spodbujanje kolesarjenja / kolesarska infrastruktura	prestavljanje	Norma	Zmerno učinkovito (++)	Visoka (++)
13	Subvencije za modernizacijo voznega parka	izboljšanje	Prostorsko načrtovanje	Zmerno učinkovito (++)	Visoka (++)
14	Subvencije za električna vozila	izboljšanje	Subvencija	Zmerno učinkovito (++)	Visoka (++)
15	Upravljanje prometa	izboljšanje	Prostorsko načrtovanje	Zmerno učinkovito (++)	Srednja (+/-)
16	Subvencije za mikro-mobilnost	prestavljanje	Prostorsko načrtovanje	Rahlo učinkovito (+)	Srednja (+/-)
17	Privilegiranje brezogljčnih vozil (cestni pasovi)	izboljšanje	Norma	Rahlo učinkovito (+)	Nizka (--)
18	Souporaba e-skirojev	prestavljanje	Norma	Rahlo učinkovito (+)	Srednja (+/-)
19	Zračno filtriranje predelov mest z visoko onesnaženostjo (t. i. hotspots)	izboljšanje	Prostorsko načrtovanje	Rahlo učinkovito (+)	Srednja (+/-)
20	Dan brez avtomobila (t.i. Car free (Sun)day)	Izogibanje/prestavljanje	Prostorsko načrtovanje	Rahlo učinkovito (+)	Nizka (--)
21	Sheme za skupno uporabo avtomobilov (t. i. Car sharing)	prestavljanje	Norma	Rahlo učinkovito (+)	Srednja (+/-)
22	Zeleno javno naročanje	izboljšanje	Subvencija	Rahlo učinkovito (+)	Srednja (+/-)
23	Subvencioniran (ali brezplačen) javni prevoz	prestavljanje	Cene/davčna spodbuda	Rahlo učinkovito (+)	Visoka (++)
24	Povečanje polnilne infrastrukture	izboljšanje	Prostorsko načrtovanje	Nevtralno	Visoka (++)
25	Koncept 15-minutnega mesta (ang. 15-minute city)	prestavljanje	Prostorsko načrtovanje	Neznano	Visoka (++)

26	Mobilnost kot storitev (t. i. MaaS)	prestavljanje	Prostorsko načrtovanje	Neznano	Neznano
27	Brezogljčna mestna logistika - prostorsko načrtovanje infrastrukture	Izboljšanje	Zeleno javno naročanje	Neznano	Visoka (++)
28	Brezogljčna gradbišča v mestih	Izboljšanje	Norma	Neznano	Visoka (++)

*V primeru ustreznega, optimiziranega izvajanja politike. Učinkovitost z vidika potenciala za zmanjšanje emisij NO_x in PM.

Na podlagi meritev, pregleda relevantne literature, politik, primerov dobrih praks in analiz prometnega načrtovanja predlagamo spodaj opisane predloge za spremljanje in zmanjševanje onesnaženosti zraka z NO₂ in deloma tudi drugih onesnaževal.

6.1 Monitoring

Februarske meritve so izpostavile nekaj lokacij, kjer je onesnaženost z NO₂ v Ljubljani višja kot na uradnem merilnem mestu, ki se nahaja na križišče Vošnjakove ulice in Tivolske ceste. Ugotovili smo, da so bile na 54 lokacijah, kar predstavlja tretjino meritev, povprečne vrednosti koncentracij NO₂ višje kot na uradni merilni postaji. To pomeni, da smo samo z našimi meritvami odkrili potencialnih 54 lokacij, kjer je onesnaženost zraka z NO₂ višja kot na uradni merilni postaji. Poleg zahtev glede lokacij uradnih merilnih postaj, ki jih opredeljuje Direktiva 2008/50/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 21. maja 2008 o kakovosti zunanjega zraka in čistejšem zraku za Evropo (Aneks III, sekcija A), naj omenimo še nedavno odločitev Evropskega sodišča (European Court of Justice) iz 26. 6. 2019 (odločitev C-723/17), da imajo prebivalci EU pravico do spremljanja kakovosti zraka na lokacijah z **največjo** pričakovano obremenitvijo onesnaženja zraka (InfoCuria, 2019).

Predlagamo, da Mestna občina Ljubljana razširi mrežo merilnih mest za merjenje koncentracij NO₂ tudi na lokacije, kjer so pretekle meritve pokazale visoke vrednosti (šmartinski podvoz pri Situli, Trg OF pri Avtobusni postaji Ljubljana, Celovška cesta, Zaloška cesta).

6.2 Ukrepi na področju trajnostne mobilnosti

Ukrepe na področju trajnostnega prometa je potrebno uvajati celovito z ozirom na vse prometne sisteme. Taktni vozni redi, visoke frekvence in čim manjše izgube pri prestopanju med različnimi prometnimi sistemi lahko naredijo alternative osebnemu avtu prijaznejše in privlačnejše za uporabo.

Javni potniški promet (JPP) potrebuje regionalni in nacionalni pristop urejanja s ciljem zmanjšati dnevne migracije z osebnimi vozili v mesto in povečati kapacitete JPP. Na regionalni ravni so kapacitete JPP tako nizke, da trenutno lahko zadovoljijo le potrebe prevoza dijakov v šole. Velik potencial potnikov v Osrednjeslovenski regiji kaže, da bi morali čimprej posodobiti železniške povezave in ponuditi pogostejše avtobusne povezave z različnimi zaposlovalnimi/storitvenimi središči.

Javni potniški promet v Ljubljani je dobro razvit in na nekaterih relacijah časovno konkurenčen osebnemu avtomobilu. Na nekaterih relacijah pa so proge zastarele in še vedno v veliki meri peljejo čez središče mesta, čeprav rastejo tudi druga središča, do katerih bi potrebovali neposredne povezave. Avtobusi LPP bi morali imeti prednost na vseh mestnih vpadnicah, kar najlažje zagotovimo z rumenimi pasovi.

Zaradi ukrepov v času razglašene epidemije zaradi bolezni COVID-19 je prav JPP utrpel največje izgube, verjetno tudi kar velik delež potnikov. Čeprav je ob upoštevanju vseh preventivnih ukrepov možnost prenosa okužb na sredstvih JPP majhna, bo potrebno še veliko energije usmeriti v izboljšanje varnosti in prepričevanje potnikov, da začnejo (zopet) uporabljati JPP za prevoz po vsakodnevnih opravkih.

Pešci in kolesarji si zaslužijo več površin! Njihovo število je v času razglašene epidemije zaradi bolezni COVID-19 močno naraslo. Primeri dobrih praks iz številnih evropskih in svetovnih prestolnic (Berlin, Pariz, Milano, Dunaj) kažejo, da so z dodatnimi površinami namenjenimi najranljivejšim skupinam močno izboljšali njihovo varnost, kakovost zraka in tudi samo vzdušje v mestih. Pričakujemo, da bo tudi Ljubljana namenila kakšen avtomobilski pas ali parkirišče za spodbujanje aktivne mobilnosti ali razširitev zelenih površin.

Velik problem predstavlja tudi lastništvo avtomobilov – v Sloveniji imamo registriranih več kot 1.200.000 vozil, ki jim namenimo tudi več kot 17 % družinskega proračuna. Sheme za deljenje avtomobilov in ponudbe mobilnosti kot storitve so vsekakor dobra alternativa lastništvu. Ljubljana bi potrebovala tudi svetovalno pisarno, kjer bi posameznikom izdelali trajnostne mobilnostne načrte.

Politike souporabe avtomobilov in spodbujanje kolesarjenja/pešačenja so z vidika zmanjševanja emisij PM in NO_x bistveno manj učinkovite kot nizko-emisijske cone ali parkirna politika, vendar pa prinašata kolesarjenje ali pešačenje druge koristi, kot sta izboljšanje zdravja zaradi aktivne mobilnosti in boljša kakovost mestnega življenja, če pride istočasno do zmanjšanja območij, ki so namenjena avtomobilskemu prometu.

6.3 Omejitev kapacitet cest in parkirnih mest za motorni promet

Širjenje cestne infrastrukture je v tem stoletju nesprejemljivo! Izhajajoč iz teorije inducirane prometa, po kateri študije številnih primerov iz mest po svetu kažejo, da izboljšava ali širitev posamezne ceste vpliva na povečanje avtomobilskega prometa na tej cesti in na širšem območju, predstavlja vsaka izboljšava pretočnosti za osebna vozila potencialno tveganje za povečan, dodaten promet. Širitev ljubljanskega obroča in vpadnic v mesto ocenjujemo kot strokovno, finančno in okoljsko neutemeljene, v nasprotju s strateškimi dokumenti MO Ljubljana ter vizijo prometnega razvoja občin ljubljanske urbane regije.

Parkirna politika mest je pomemben dejavnik uravnavanja količine motornih vozil v mestu. Ljubljana mora s postopnim zmanjševanjem števila parkirnih mest jasno pokazati, da avtomobili niso dobrodošli in jih je potrebno zaježiti čim bližje izvoru. **Parkirne politike so tudi lahko razmeroma učinkovite, saj omogočajo zmanjšanje emisij PM in NO_x za približno 5-10 %.**

6.4 Nizko-emisijske in brez-dizelske cone

Na podlagi najnovejše analize prometnih politik je bilo ugotovljeno, da ima ukrep uvedbe **nizko-emisijskih con** (*angl. low-emission zones*) oziroma okoljskih con **največji potencial za zmanjšanje emisij PM in NO_x** zaradi prometa v mestih. Na podlagi ocen iz mest, kjer so se ukrepi izvajali, lahko ugotovimo, da je mogoče doseči 10 do 20-odstotno zmanjšanje emisij. Vendar je učinkovitost ukrepov v veliki meri odvisna od tega, kako strogo je njihovo izvajanje in kako veliko je območje cone, kar pomeni, da so za izkoriščanje celotnega potenciala potrebne rešitve po meri (CE Delft, 2021).

Ali je Ljubljana pripravljena na brez-dizelsko cono?

Društvo Focus je leta 2018 pri Pravno-informacijskem centru nevladnih organizacij naročilo **Analizo možnosti uvedbe brez-dizelskih con v mestih** (Šifkovič Vrbica, Kovič Dine, 2018) in

jo posredovalo pristojnemu oddelku na Mestni občini Ljubljana. Uvedba brez-dizelskih con v mestnih središčih je eden izmed učinkovitih ukrepov izboljšanja kakovosti zraka po zgledu nekaterih nemških mest, kjer so uvedli režim prepovedi vstopa dizel vozil v mestno središče. Vozila na dizel gorivo imajo večji vpliv na slabšo kakovost zraka kot druga. Uvedba tovrstnih con bi pomembno vplivala na izboljšanje kakovosti zraka v slovenskih mestih, poleg tega pa bi odvrčala kupce od nakupa starih dizelskih goriv, ki bodo zaradi pospešenega uvajanja brez-dizelskih con v nemških mestih preplavila trg vzhodnoevropskih držav, morda tudi Slovenijo.

Razlog za uvedbo brez-dizelskih in nizko emisijskih con v mestih je predvsem v pomanjkljivih ureditvah evropskih držav članic na nacionalni ravni za zmanjšanje onesnaževanja zunanjega zraka, ali v njihovem pomanjkljivem izpolnjevanju. Ker med glavne vzroke za onesnaženost zunanjega zraka v evropskih mestih, ki presega s pravom Evropske unije (EU) določene standarde kakovosti zraka, spadajo izpusti iz mestnega prometa in glede na to, da se po evropskih cestah vozi kar 40 milijonov izredno onesnažujočih dizelskih vozil, so takšni ukrepi mestnih oblasti dobrodošli.

Na podlagi analize je bilo ugotovljeno, da ni zakonskih ovir za uvedbo prometnega režima v mestih, kjer v nekatere cone določena vrsta vozil nima vstopa (na primer tista, ki povzročajo največ delcev PM iz prometa). Občina je pri določanju prometnega režima samostojna in to ureja z odlokom. Vendar pa je pri uvajanju takšnega prometnega režima potrebno posvetiti posebno skrb naslednjim tveganjem oziroma kritičnim točkam (Šifkovič Vrbica, Kovič Dine, 2018):

1. Ukrep ne sme biti diskriminatoren niti posredno diskriminatoren do udeležencev prometa. Glede na to, da je prometni režim določen z odlokom, bi šlo lahko za posredno diskriminacijo po 2.3. odstavku 6. člena Zakona o varstvu pred diskriminacijo. Posredna diskriminacija pa je sicer dopustna, če sta izpolnjena dva pogoja:

- o če tako ukrepanje objektivno upravičuje zakoniti cilj – to bi bilo verjetno izkazano, saj gre za ukrep varstva pravice do zdravega življenjskega okolja (72. člen Ustave RS), tako glede izboljšanja kakovosti zraka zaradi manjše vsebnosti PM delcev, kot zaradi zmanjšanja izpustov CO₂ glede podnebnih sprememb;
- o sredstva za doseganje cilja so ustrezna in potrebna: potrebnost sredstev bi se lahko izkazovala z verodostojnim izkazovanjem najmanj: a) da je zrak dalj časa ali dalj časa v posameznih obdobjih onesnažen s trdimi delci; b) da bo ukrep prinesel merljive učinke na izboljšanje kakovosti zraka; c) se bo nanašal na vozila, ki največ prispevajo k onesnaževanju zraka s PM delci. Ustreznost sredstev pa bi se morala izkazovati na način, da se preučijo vsi možni ukrepi za izboljšanje nastale situacije in se potem izbere najbolj ustrezen ukrep (ustreznost bi se verjetno morala meriti tako po učinkih ukrepa, kot po družbeni sprejemljivosti).

2. Ukrep mora biti razumljiv in sprejemljiv: ukrep se mora tehnično tako izvesti, da je udeležencem prometa jase, dosega največji učinek na kakovost zraka in je dobro podprt z javnim potniškim prometom (glede na izkušnje po predstavljenih mestih in ob ustrezni promociji).
3. Ukrep se mora nanašati na vozila, ki jih lahko redarji na podlagi vpogleda v uradne evidence ali dokumente enostavno identificirajo kot vozila, na katera se nanaša ukrep (v sodelovanju z Ministrstvom za infrastrukturo). Tukaj bi bilo smiselno razmisliti o metodi »eko« nalepk, ki so jih uvedli v Nemčiji.
4. Način nadzora: glede izvajanja ukrepa je po uvajalni dobi ukrepa potrebno zagotoviti učinkovit nadzor. Ta bi bil lahko analogen že delujočemu sistemu nadzora prepovedi dostopa določenih tovornih vozil v mestna središča (opisano v točki 3.3.), s kampanjskimi obdobjnimi akcijami kontrole, ali bi ga izvajali mestni redarji ob pregledovanju plačila parkirnin.

7. Viri

- AAQD. 2008. Directive 2008/50/Ec Of The European Parliament And Of The Council of 21 May 2008. Official Journal of the European Union, L 152/1. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0050&from=EN>
- Barrett, J. R. 2010. From roadways to wheeze: child asthma associated with traffic exposures at home and at school. Environmental health perspectives, 118, 7, A305. <https://doi.org/10.1289/ehp.118-a305b>
- Barnett, A. G., Williams, G. M., Schwartz, J., Neller, A. H., Best, T. L., Petroeschovsky, A. L., and Simpson, R. W. 2005. Air pollution and child respiratory health—A case-crossover study in Australia and New Zealand. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 171, str. 1272 – 1278. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15764722/>
- Brodnik, M. 2021. Februarja 2021 delalo od doma manj zaposlenih kot decembra 2020. SURS. URL: <https://www.stat.si/StatWeb/News/Index/9498>
- CE Delft, 2021. Air pollution and transport policies at city level. Module 2: policy perspectives. Delft, CE Delft. URL: <https://epha.org/wp-content/uploads/2021/03/ce-delft-200218-air-pollution-and-transport-policies-at-city-level.pdf>

- CE Delft, 2020. Health costs of air pollution in European cities and the linkage with transport. Delft, CE Delft.
- Copat, C., Cristaldi, A., Fiore, M., Grasso, A., Zuccarello, P., Signorelli, S. S., Conti, G. O., Ferrante, M. 2020. The role of air pollution (PM and NO₂) in COVID-19 spread and lethality: A systematic review. Environmental research, 191, 110129. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110129>
- Costa, S., Ferreira, J., Silveira, C., Costa, C., Lopes, D., Relvas, H., Borrego, C., Roebeling, P., Miranda, A. I., Teixeira, J. (2014). Integrating Health on Air Quality Assessment—Review Report on Health Risks of Two Major European Outdoor Air Pollutants: PM and NO₂. Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B, 17, 6, str. 307 – 340. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25333993/>
- Dušikov dioksid, 2021. URL: https://sl.wikipedia.org/wiki/Du%C5%A1ikov_dioksid
- Elliott, P., Shaddick, G., Wakefield, J. C., de Hoogh, C., & Briggs, D. J. 2007. Long-term associations of outdoor air pollution with mortality in Great Britain. Thorax, 62, 12, 1088–1094. URL: <https://doi.org/10.1136/thx.2006.076851>
- Eržen I, Vertačnik G, Podkrajšek D in sod. (2006). Proučevanje vpliva okolja na pojav določenih bolezni in povečano stopnjo umrljivosti prebivalcev na območju občine Zagorje ob Savi. Zaključno poročilo. Celje: Zavod za zdravstveno varstvo Celje.
- Eržen I, Kukec A, Zaletel-Kragelj L (2010). Air pollution as a potential risk factor for chronic respiratory diseases in children: A prevalence study in Koper Municipality. Healthmed 4: 945–54.
- Galičič A, Kranjec N (2015). Vpliv ultrafinih delcev v ozračju na bolezni dihal pri prebivalcih Mestne občine Ljubljana. Raziskovalna naloga. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta.
- Galičič, A. 2016. Izboljšanje metodologije prostorskega povezovanja zdravstvenih in okoljskih podatkov na razgibanem terenu Zasavja. Magistrsko delo. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta. URL: <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=84065>
- Giovannini, M., Sala, M., Riva, E., and Radaelli, G. 2010. Hospital admissions for respiratory conditions in children and outdoor air pollution in Southwest Milan, Italy. Acta



PARTNERSTVO ZA
OKOLJE IN ZDRAVJE



Inštitut
za zdravje
in okolje

Paediatr. 99, str. 1180 – 1185. URL:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1651-2227.2010.01786.x>

- Hafkenscheid T, Fromage-Marriette A, Goelen E, Hangartner M, Pfeffer U, Plaisance H, De Santis F, Saunders K, Swaans W, Tang S, Targa J, Gerboles M. Review of the Application of Diffusive Samplers for the Measurement of Nitrogen Dioxide in Ambient Air in the European Union. EUR 23793 EN. URL: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC51106>
- Halonen, J. I., Lanki, T., Yli-Tuomi, T., Kulmala, M., Tiittanen, P., and Pekkanen, J. 2008. Urban air pollution, and asthma and COPD hospital emergency room visits. Thorax 63, str. 635 – 641. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18267984/>
- Halonen, J. I., Blangiardo, M., Toledano, M. B., Fecht, D., Gulliver, J., Ghosh, R., Anderson, H. R., Beevers, S. D., Dajnak, D., Kelly, F. J., Wilkinson, P., & Tonne, C. 2016. Is long-term exposure to traffic pollution associated with mortality? A small-area study in London. Environmental pollution, 208, str. 25–32. URL: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.06.036>
- Heal, M. R., Laxen, D. P. H., & Marnier, B. B. (2019). Biases in the Measurement of Ambient Nitrogen Dioxide (NO₂) by Palmes Passive Diffusion Tube: A Review of Current Understanding. Atmosphere, 10(7), 357. doi:10.3390/atmos10070357
- InfoCuria, Case number C-723/17. 2019. URL: <https://curia.europa.eu/juris/liste.jsf?num=C-723/17>
- Kazalci okolja. Onesnaženost zraka z dušikovim dioksidom. 2018. URL: <http://kazalci.arso.gov.si/sl/content/onesnazenost-zraka-z-dusikovim-dioksidom-3>
- Khreis, H., Kelly, C., Tate, J., Parslow, R., Lucas, K., Nieuwenhuijsen, M. 2017. Exposure to traffic-related air pollution and risk of development of childhood asthma: A systematic review and meta-analysis. Environment international, 100, str. 1–31. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.11.012>
- Kukec A, Zaletel-Kragelj L, Eržen I in sod. (2008). Bolezni dihal pri šolskih otrocih v Zasavju v povezavi s stopnjo onesnaženosti okolja. Zaključno poročilo. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta.
- Kukec, A., Erzen, I., Farkas, J., Kragelj, L. 2013. Impact of air pollution with PM₁₀ on primary health care consultations for respiratory diseases in children in Zasavje, Slovenia:

a time-trend study. Slovenian Journal of Public Health, 53, 1, str. 55 - 68. URL: <https://doi.org/10.2478/sjph-2014-0007>

- Kukec A, Zaletel-Kragelj L, Farkaš-Lainščak J., Eržen, I., Herakovič, A., Božnar, M. Z., Mlakar, P., Grašič, B., Zadnik, V. 2014b. Health geography in case of Zasavje: linking of atmospheric air pollution and respiratory diseases data. Acta Geogr Slov 54, 2, str. 345 – 362. URL: <https://ojs.zrc-sazu.si/ags/article/view/1924>
- Lavrič Dolšak, P., Hofer, B., Ivanovski, M., Kovačič, D., Miklavčič, N., Vončina, R. 2021. Rezultati meritev okoljskega merilnega sistema Mestne občine Ljubljana. Ljubljana, Elektroinštitut Milan Vidmar. URL: http://www.okolje.info/OokUtils/classes/get-report.php/OMS_IMI_2021-02.pdf?file=javno/mol_oms/OMS_IMI_2021-02.pdf
- Leem, J. H., Kim, S. T., Kim, H. C. 2015. Public-health impact of outdoor air pollution for 2(nd) air pollution management policy in Seoul metropolitan area, Korea. Annals of occupational and environmental medicine, 27, 7. URL: <https://doi.org/10.1186/s40557-015-0058-z>
- Liu, S., Jørgensen, J. T., Ljungman, P., Pershagen, G., Bellander, T., Leander, K., ... Andersen, Z. J. 2021. Long-term exposure to low-level air pollution and incidence of chronic obstructive pulmonary disease: The ELAPSE project. Environment International, 146, 106267. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106267>
- McConnell, R., Islam, T., Shankardass, K., Jerrett, M., Lurmann, F., Gilliland, F., Gauderman, J., Avol, E., Künzli, N., Yao, L., Peters, J., Berhane, K. 2010. Childhood incident asthma and traffic-related air pollution at home and school. Environmental health perspectives, 118, 7, str. 1021–1026. <https://doi.org/10.1289/ehp.0901232>
- MOP. 2021. CO₂, onesnaževala in avtomobili. URL: <https://www.gov.si teme/co2-onesnazevala-in-avtomobili/>
- Ogrin, M., Vintar Mally, K., Planinšek, A., Močnik, G., Drinovec, L., Gregorič, A., Iskra, I. 2018. Onesnaženost zraka v Ljubljani: koncentracije dušikovih oksidov, ozona, benzena in črnega ogljika v letih 2013 in 2014. Ljubljana, Znanstvena založba Filozofske fakultete, 2018. GeograFF, 14. URL: <https://e-knjige.ff.uni-lj.si/znanstvena-zalozba/catalog/view/51/111/1198-1>,
- Ogrin, Matej (avtor, fotograf). Prometno onesnaževanje ozračja z dušikovim dioksidom v Ljubljani. 1st ed., digital ed.,. Ljubljana: Znanstvena založba Filozofske fakultete, 2018. GeograFF, 1. URL: <https://e-knjige.ff.uni-lj.si/znanstvena-zalozba/catalog/view/64/152/2022-1>,

- Rems-Novak, M. M., 2013. Effects on fair pollution with ozone on primary health care consultations for upper respiratory tract diseases in children in Koper municipality. Magistrsko delo. Nova Gorica: Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za podiplomski študij. URL: <http://www.ung.si/~library/magisterij/okolje/27RemsNovak.pdf>
- Reynolds, P., Von Behren, J., Gunier, R. B., Goldberg, D. E., Hertz, A., Smith, D. F. 2003. Childhood cancer incidence rates and hazardous air pollutants in California: an exploratory analysis. Environmental health perspectives, 111, 4, str. 663 – 668. URL: <https://doi.org/10.1289/ehp.5986>
- Šifkovič Vrbica, S., Kovič Dine, M. 2018. Analiza možnosti uvedbe brez dizelskih con v mestih. Ljubljana, PIC. URL: <https://focus.si/wp-content/uploads/2021/05/Brezdizelske-cone-v-mestu-analiza-koncna-cistopis.pdf>
- Šimac N (2008). Onesnaženost zraka z ozonom na goriškem - ocena vplivov na zdravje ljudi. Specialistična naloga. Nova Gorica: Zavod za zdravstveno varstvo Nova Gorica.
- Pahor, P. 2019. V Ljubljani se najslabše diha pri Orto baru. Dnevnik, 24. 6. 2019. URL: <https://www.dnevnik.si/1042890184>
- The Science of Citizen Science, 2021: <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-030-58278-4>
- Ueda, K., Nitta, H., and Odajima, H. 2010. The effects of weather, air pollutants, and Asian dust on hospitalization for asthma in Fukuoka. Environ. Health Prev. Med. 15, str. 350–357. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2955906/>
- Umwelt Bundesamt, 2018. Nitrogen dioxide has serious impact on health. UBA study assesses health impact of nitrogen dioxide in Germany. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/en/press/pressinformation/nitrogen-dioxide-has-serious-impact-on-health>
- Wilhelm, M., Ritz, B. 2003. Residential Proximity to Traffic and Adverse Birth Outcomes in Los Angeles County, California, 1994–1996. Environ Health Perspect 111, 2, Str. 207–16. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1241352/>
- World Health Organization. 2013a. Review of evidence on health aspects of air pollution—REVIHAAP project technical report. World Health Organization Regional Office for Europe. Geneva, Switzerland: World Health Organization. URL: https://www.euro.SZO.int/_data/assets/pdf_file/0004/193108/REVIHAAP-Final-technical-report-final-version.pdf