

ČIST ZRAK ZA ZDRAVJE

Zbornik povzetkov predstavitev



Maribor, 29. januar 2025

Srečanje ČIST ZRAK ZA ZDRAVJE

Zbornik povzetkov predstavitev

Uredniki:

Simona Uršič, Bojana Bažec, Matjaž Krošel,
Simona Perčič, Majda Pohar, Andrej Uršič

Jezikovni pregled:

Mihaela Törnar

Oblikovanje:

Kati Rupnik

Založnik:

Nacionalni inštitut za javno zdravje, Trubarjeva cesta 2, Ljubljana

Kraj in leto izdaje:

Ljubljana, 2025

Zbornik povzetkov je dostopen na spletni strani www.nijz.si.

Zaščita dokumenta

©2025 NIJZ

Vse pravice pridržane. Reprodukcijska po delih ali v celoti na kakršni koli način in v katerem koli mediju ni dovoljena brez pisnega dovoljenja avtorjev. Kršitve se sankcionirajo skladno z avtorsko pravno in kazensko zakonodajo.



Čist zrak za zdravje

Čist zrak je pomemben za zdravje in vsakdanje življenje ljudi, medtem ko **predstavlja onesnažen zrak, poleg podnebnih sprememb, eno največjih okoljskih tveganj za zdravje ljudi**. Onesnažen zrak je eden glavnih vzrokov smrti in bolezni v svetu. V primerjavi z drugimi tveganji za prezgodnjo umrljivost se namreč onesnažen zrak uvršča ob bok dejavnikom za razvoj kroničnih nenalezljivih bolezni, kot so kajenje, sedeč način življenja oziroma pomanjkanje gibanja, pitje alkohola in neustrezen način prehranjevanja (preveč sladkorja, preveč soli, premalo zelenjave in sadja itd.).

Onesnaževal v zraku je veliko, so tako plinasta kot trdna (delci) ter tudi biološkega izvora (npr. cvetni prah). Onesnažen zrak vpliva na vse organske sisteme, po klasifikaciji Mednarodne agencije za raziskave raka sodi onesnažen zrak med dokazano rakotvorne snovi.

Problematike se zavedajo tudi odločevalci, decembra 2024 je začela veljati nova direktiva EU, ki zaostruje mejne vrednosti onesnaževal v smeri priporočil Svetovne zdravstvene organizacije.

Danes se celotna mednarodna skupnost strinja tudi, da lahko izboljšanje kakovosti zraka pripomore k blaženju podnebnih sprememb in da lahko prizadevanja za blažitev podnebnih sprememb izboljšajo kakovost zraka. Posledice podnebnih sprememb (vročinski valovi, suša, poplave ...) so tudi v Sloveniji vse bolj pogoste in prizadenejo praktično celotno populacijo. Najbolj ranljive skupine so poleg starejših odraslih, otrok, bolnikov s kroničnimi boleznimi tudi socialno šibkejši prebivalci, ki pogosto nimajo dostopa do ustrezne zaščite.

Zaradi vse večjega zanimanja mednarodne skupnosti za čist zrak in ob poudarjanju potrebe po nadaljnjih prizadevanjih za izboljšanje kakovosti zraka za zaščito zdravja ljudi, so na Generalni skupščini Združenih narodov (ZN) leta 2019 sprejeli resolucijo o določitvi 7. septembra za »Mednarodni dan čistega zraka za modro nebo«. Prvič je bil ta dan obeležen 7. septembra 2020 (<https://www.un.org/en/observances/clean-air-day>). **Resolucija poudarja pomen in nujnost ozaveščanja javnosti na vseh ravneh ter spodbujanje in omogočanje ukrepov za izboljšanje kakovosti zraka.**

Tokratno srečanje »Čist zrak za zdravje« v Mariboru je namenjeno osveščanju javnosti o problematiki onesnaženega zraka, prikazani z različnih vidikov. **Za čistejši zrak si moramo namreč prizadevati vsi, saj vsako izboljšanje kakovosti zraka pomeni boljše možnosti za ohranjanje zdravja prebivalcev.**



<i>Rezultati meritev kakovosti zunanjega zraka v merilni mreži Maribora in sosednjih občin Uroš Lešnik, NLZOH.....</i>	5
<i>Strategija na področju zunanjega zraka Špela Žohar, Alenka Fritzel MOPE</i>	7
<i>Priporočila za prebivalce in Indeks kakovosti zraka, AQI Bojana Bažec, Matjaž Krošel, Simona Perčič, Majda Pohar, Andrej Uršič, Simona Uršič NIJZ.....</i>	8
<i>Podnebne spremembe v Sloveniji Katja Kozjek Mihelec, ARSO</i>	10
<i>Podnebne spremembe: največja grožnja globalnemu zdravju v 21. stoletju Ana Hojs, Katarina Bitenc, Majda Pohar, Vesna Viher Hrženjak, Matjaž Krošel, Vladimira Lampič, Nives Letnar Žbogar, Simona Perčič NIJZ.....</i>	11
<i>Cvetni prah sestavni del bioaerosola Andreja Kofol Seliger, NLZOH.....</i>	12
<i>Demonstracija: Aerosol cvetnega prahu - pogled skozi mikroskop Urška Razboršek, Anja Simčič, NLZOH</i>	14
<i>Demonstracija: Meritve delcev PM₁₀ z optičnim merilnikom Jan Radanovič, NLZOH</i>	15
<i>Kakšen zrak dihamo? Mateja Gjerek, Tanja Koleša ARSO</i>	16
<i>Vplivi onesnaženega zraka na zdravje Bojana Bažec, Matjaž Krošel, Simona Perčič, Majda Pohar, Andrej Uršič, Simona Uršič NIJZ.....</i>	16
<i>Avtorji prispevkov</i>	17

Rezultati meritev kakovosti zunanega zraka v merilni mreži Maribora in sosednjih občin

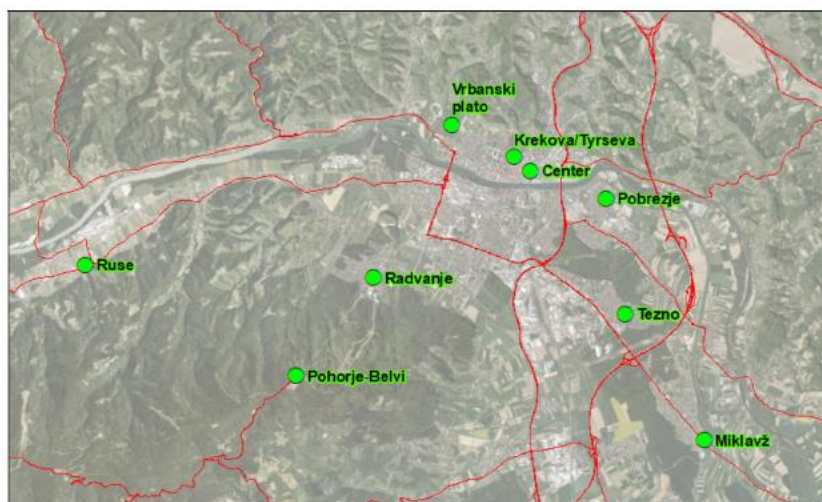


Uroš Lešnik

Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano

Meritve so najzanesljivejši pokazatelj stanja kakovosti zunanega zraka. V Mariboru in okolici se meritve izvajajo že od leta 1978. Podatki nam pokažejo da se je kakovost zraka z leti izboljšala, kljub temu pa so koncentracije onesnaževal trenutno še vedno nad priporočenimi vrednostmi Svetovne zdravstvene organizacije. Velik vpliv na koncentracije onesnaževal imajo meteorološke razmere, saj je zrak v primeru neugodnih razmer (temperaturni obrat) bistveno bolj onesnažen, onesnaževala pa lahko z zračnimi masami prepotujejo tudi večje razdalje (saharski prah, izbruhi ognjenikov).

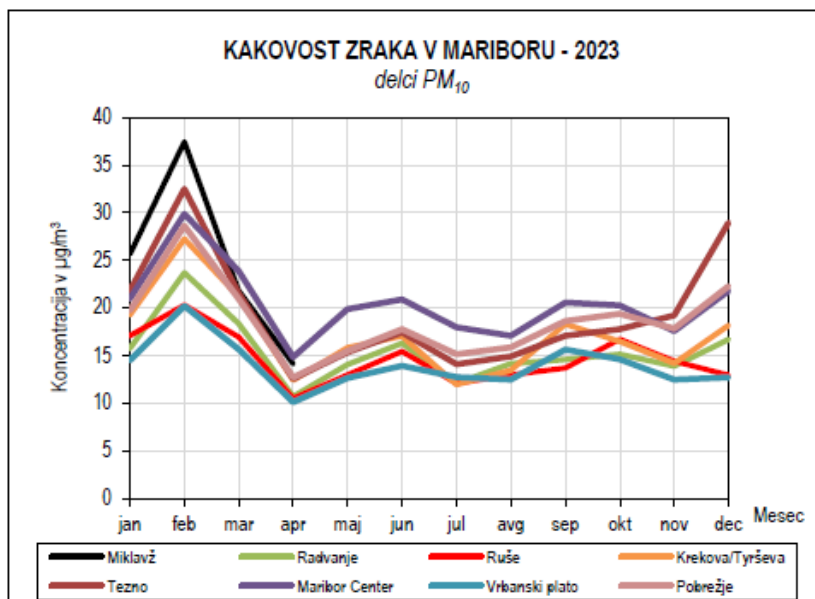
V letu 2023 so meritve v Mariboru in okolici potekale na merilnih mestih: Maribor Center (Maribor Titova), Vrbanski plato, Krekova/Tyrševa, Tezno, Radvanje, Pobrežje, Pohorje – Belvi, Ruše ter Miklavž. Lokacije merilnih mest so prikazane na Sliki 1. Ob neugodnih vremenskih razmerah se na merilnih mestih praviloma izmerijo preseganja predpisane mejne dnevne vrednosti za delce PM₁₀. Najvišje koncentracije delcev PM₁₀ na letnem nivoju so bile izmerjene v Miklavžu, sledijo merilna mesta Center, Tezno, Pobrežje in Krekova/Tyrševa, najnižje koncentracije pa so bile izmerjene na merilnih mestih Vrbanski plato, Radvanje ter Ruše.



Slika 1: Merilna mesta v merilni mreži Maribora in sosednjih občin v letu 2023.

Med merilnimi mesti se na mesečnem nivoju kažejo še določene razlike v onesnaženosti z delci PM₁₀, ki so razvidne iz Slike 2:

- Onesnaženost zraka z delci PM₁₀ je v zimskih mesecih zunaj mestnega središča višja (Tezno, Miklavž, občasno tudi Pobrežje), kar pa ne velja za Ruše ter za Radvanje.
- Izven kurilne sezone (april do oktober) je najbolj obremenjeno merilno mesto Maribor Center (Maribor Titova).
- Najnižje koncentracije v skoraj vseh mesecih v letu 2023 so bile izmerjene na merilnem mestu Vrbanski plato z izjemo julija (Krekova/Tyrševa) ter septembra (Ruše).



Slika 2: Mesečne koncentracije delcev PM₁₀.

Razlike v izmerjenih vrednostih izhajajo iz večje uporabe lesne biomase za ogrevanje zunaj mestnega središča, kjer pa so koncentracije onesnaževal v zunanjem zraku velikokrat neznanka. Kot kaže primer Merilne mreže Maribora in sosednjih občin je lahko zrak v primestnih naseljih v zimskih mesecih bolj obremenjen z delci PM₁₀ kot v mestnih središčih. Ker zrak ne »priznava« občinskih meja in se širi tudi preko njih, bo za nadaljnjo znižanje onesnaženja potrebno ukrepe zastaviti širše (preko občinskih meja).

Vir podatkov, podrobnejši podatki o merilnih mestih in merjenih onesnaževalih:

- Kakovost zunanjega zraka v mestni občini Maribor in sosednjih občinah v letu 2023, Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano, september 2024.
- Spletna stran ARSO, dostop 5. 12. 2024
<https://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/podatki/>.



Strategija na področju zunanjega zraka

Špela Žohar in Alenka Fritzel

Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo

Zunanjemu onesnaženemu zraku smo izpostavljeni vsi, zato ima velik vpliv na zdravje celotnega prebivalstva. Onesnaženost zraka predstavlja enega najpomembnejših okoljskih dejavnikov tveganja za zdravje, oziroma za nastanek kroničnih nenalezljivih bolezni in povečano umrljivost. Škodljivi učinki onesnaženega zraka so odvisni od časa izpostavljenosti, koncentracije onesnaževal v zraku in stopnje telesne aktivnosti.

Med najranjivejše zaradi izpostavljenosti onesnaženemu zraku spadajo majhni otroci, osebe s kroničnimi boleznimi dihal ter srca in žilja, nosečnice in starejši odrasli.

Večina raziskav, ki se je v zadnjih desetletjih ukvarjala z vplivi onesnaženega zraka na zdravje, je preučevala povezave med izpostavljenostjo delcem (PM) in zdravjem. V zraku najdemo različna onesnaževala, poleg delcev različnih velikosti in ozona, ki sta najpomembnejši, še dušikove okside, ogljikov oksid, benzopiren ... Mnoga med njimi se vežejo na delce. Osnovni mehanizem delovanja delcev je oksidativni stres, ki povzroči kopičenje reaktivnih kisikovih spojin in posledično vnetje. Vnetje nastopi v dihalih, kjer delci vstopajo v telo. Najmanjši med njimi preko pljuč prehajajo v kri in povzročajo vnetje tudi v različnih drugih organih.

Študije, ki so proučevale delce, so pokazale, da so njihova prva tarča dihal, manjši delci (PM_{2,5} in manjši) pa preko pljuč prispejo v kri in tako dosežejo tudi druge organske sisteme ter ogrožajo srčno-žilni sistem, ledvice, živčevje, prebavila, reproduktivni sistem.

Posledice izpostavljenosti onesnaženemu zraku z delci so lahko kratkotrajne, kot so kašljanje, težko dihanje ali poslabšanje že obstoječih bolezni dihal (kronične obstruktivne pljučne bolezni in astme), srca in žilja. Pri dolgotrajni izpostavljenosti lahko nastanejo okvare v žilnih stenah, pospeši se proces nastajanja ateroskleroze, poveča se nagnjenost za nastanek strdkov itd. Oboje – kratkotrajna in dolgotrajna izpostavljenost – lahko vodi do zmanjšanja pljučne funkcije, povečane dovzetnosti za okužbe dihal in poslabšanja bronhialne astme.

Z delci onesnažen zrak vpliva na prezgodnjo umrljivost zaradi srčno-žilnih bolezni, možganske kapi, bolezni dihal in pljučnega raka. Povezan je tudi z metabolnimi boleznimi, kot je sladkorna bolezen tipa 2, in nevrodegenerativnimi boleznimi, kot so Alzheimerjeva bolezen, Parkinsonova bolezen, ter z negativnimi vplivi na rodnost, nosečnost in novorojenčka. Je tudi med najpomembnejšimi okoljskimi vzroki smrti zaradi raka. Mednarodna agencija za raziskave raka (IARC) je oboje, onesnaženost zunanjega zraka kot celoto in delce PM₁₀, uvrstila v 1. skupino, to je med dokazano rakotvorne snovi za ljudi.

Zelo pomembno onesnaževalo zraka je tudi ozon. Povezan je z zmanjšanjem pljučne funkcije pri otrocih. Pri odraslih je ta povezava manj jasna, poslabšanje pa se pojavi pri starostnikih. Izpostavljenost ozonu v zunanjem zraku je povezana še s povečanim tveganjem za hospitalizacije zaradi kronične obstruktivne pljučne bolezni in astme. Prav tako je ozon povezan s hospitalizacijami zaradi možganske kapi ter splošno umrljivostjo, umrljivostjo za srčno-žilnimi boleznimi in za srčnim popuščanjem. Umrljivost se lahko pojavi z zamikom, večja je pri starejših, ženskem spolu in osebah s sladkorno boleznijo.

Za čistejši zrak si moramo prizadevati vsi, saj vsako izboljšanje kakovosti zraka pomeni boljše zdravje prebivalcev.

Priporočila za prebivalce in Indeks kakovosti zraka, AQI



*Bojana Bažec, Matjaž Krošel, Simona Perčič,
Majda Pohar, Andrej Uršič, Simona Uršič
Nacionalni inštitut za javno zdravje*

V Sloveniji so med najpomembnejšimi onesnaževali zunanjega zraka delci in ozon. Povišane ravni delcev nastajajo v glavnem zaradi prometa, individualnih kurišč pozimi, industrije in ostalih gospodarskih dejavnosti. Ozon pa predstavlja problem poleti, predvsem na Primorskem in v višjih legah.

Onesnažen zrak je pomemben dejavnik tveganja za nastanek številnih bolezni. Večina raziskav, ki so se v zadnjih desetletjih ukvarjale z vplivi onesnaženega zraka na zdravje, je preučevala povezanost med izpostavljenostjo delcem (PM) in zdravjem.

Študije, ki so proučevale delce, so pokazale, da so njihova prva tarča dihala, manjši delci (PM_{2,5} in manjši) pa preko pljuč prispejo v kri in tako dosežejo tudi druge organske sisteme ter ogrožajo srčno-žilni sistem, ledvice, živčevje, prebavila, reproduktivni sistem. Onesnažen zrak vpliva tudi na prezgodnjo umrljivost prebivalcev.

Poleg delcev različnih velikosti in ozona so v zraku prisotna tudi druga onesnaževala, npr. žveplove in dušikovi oksidi, ogljikov oksid, benzen, policiklični aromatski ogljikovodiki itd. Mnoga med njimi se vežejo na delce, kar lahko še poveča njihov negativni učinek na zdravje.

V okolju, v katerem smo, se onesnaženemu zraku praktično ne moremo izogniti. Edina rešitev je, da zagotovimo ustrezno kakovost zraka. To lahko storimo le z zmanjšanjem onesnaževanja na virih nastanka, kar pa je dolgotrajen in zahteven proces, ki bo kljub prizadevanjem trajal še veliko let. Proces je še toliko bolj zahteven, ker stopnja onesnaženosti zraka ni povezana samo s stopnjo onesnaževanja, pač pa tudi z vremenskimi razmerami. Ker ob epizodah povečane onesnaženosti zraka sami ne moremo pomembneje vplivati na samo onesnaževanje niti na razvoj vremena, je samozaščitno ravnanje edini način, ki nam omogoča, da zmanjšamo negativne učinke onesnaženega zraka. V okvir samozaščitnega ravnanja med drugim sodi spremljanje kakovosti zraka.

Ob epizodah povečane onesnaženosti zraka je poleg priporočenih ukrepov za zmanjšanje izpostavljenosti (umik v zaprte prostore, zmanjšanje telesne dejavnosti) treba izvajati ukrepe, ki lahko prispevajo k izboljšanju kakovosti zraka (npr. z zmanjševanjem uporabe motornih vozil, z uporabo okolju prijaznih sistemov ogrevanja, pravilnim kurjenjem, z uporabo javnega transporta v mestih, pešačenjem in kolesarjenjem na delo itd.).

Med prebivalci pa je treba vzpodbuditi ravnanja, s katerimi zmanjšamo izpostavljenost onesnaženemu zraku. Na NIJZ si prizadevamo, da bi na različne načine prispevali k zmanjšanju in preprečevanju škodljivih učinkov onesnaženega zraka na zdravje ljudi. V sodelovanju s strokovnjaki iz zdravstva in drugih resorjev o problematiki onesnaženega zraka osveščamo tako prebivalce in strokovno javnost kot tudi nosilce odločitev na lokalnem, občinskem in državnem nivoju. Posebno skrb namenjamo ranljivim skupinam, kot so otroci, starejši odrasli, kronični bolniki, nosečnice in ljudje, ki so telesno dejavni na prostem, zaradi dela ali športnih aktivnosti ipd. Pripravljamo informacije in spodbujamo spreminjanje ravnanja posameznikov ter nosilcev odločitev. Usmerjamo jih k zmanjšanju izpostavljenosti onesnaženemu zraku ter k aktivnostim za zmanjševanje onesnaževanja zraka. **Priporočila v zvezi s posameznimi onesnaževali**, zlasti za delce in ozon, pozive k doslednemu upoštevanju in izvajanju ukrepov za zaščito zdravja ter informacije o skrbi za čim manjše onesnaževanje zraka objavljamo na spletnih straneh NIJZ, na spletni povezavi <https://nijz.si/moje-okolje/zrak/>. Priporočila posredujemo tudi medijem, lokalnim skupnostim za objavo v občinskih glasilih in jih predstavljamo na različnih srečanjih ter ob drugih primernih priložnostih.

Z osnovnimi pojasnili in priporočili za zaščito zdravja se odzivamo tudi ob izrednih dogodkih, npr. ob požarih, ob pojavu saharskega peska in podobno.

Eno izmed orodij za obveščanje javnosti o stopnji onesnaženosti zraka in objavljanje informacij o samozaščitnem ravnanju je indeks kakovosti zraka.

Indeks kakovosti zraka (angl. Air Quality Index – AQI) je učinkovito orodje za preprosto in enostavno razumljivo sporočanje velikih količin zbranih podatkov o meritvah onesnaženosti zunanjega zraka. Indeks s pomočjo barvne lestvice na enostaven način prikazuje stopnjo onesnaženosti zraka, vključuje pa tudi informacije o ravneh posameznih onesnaževal v zraku ter s tem povezanih možnih zdravstvenih tveganjih.

V Sloveniji od aprila 2023 uporabljamo ustrežno preveden evropski indeks kakovosti zraka, ki ga je uvedla Evropska agencija za okolje (EEA). AQI je po določenem algoritmu izračunana vrednost, ki pretvori podatke o koncentracijah petih onesnaževal v zraku (delci PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂, SO₂ in O₃) v bolj razumljiv prikaz z barvnimi razredi. Razredov oziroma stopenj kakovosti zraka, ki predstavljajo vrednost indeksa, je šest: zelo dobra, dobra, sprejemljiva, slaba, zelo slaba in izredno slaba kakovost zraka. Barve razredov prehajajo od modre, ki označuje zelo dobro kakovost zraka, preko zelene, rumene, oranžne, rdeče do vijolične, ki označuje izredno slabo kakovost zraka.

AQI je na spletni strani ARSO (<https://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/podatki/amp/>) za vsa merilna mesta državne merilne mreže za spremljanje kakovosti zunanjega zraka (DMKZ) prikazan v realnem času. Omenjena spletna stran vključuje tudi razlago pojmov in priporočila prebivalcem, kako ravnati glede na trenutno stopnjo onesnaženosti zraka. Dejansko izmerjeni onesnaženosti zraka, prikazani z barvo označenega razreda, tako sledijo nasveti za zaščito zdravja, ločeno za ranljive skupine in ločeno za splošno populacijo. Dosegljivi so s pomočjo namenske spletne povezave, objavljene na zgoraj omenjeni spletni strani ARSO.

Nasveti za zaščito zdravja so zasnovani tako, da se s slabšanjem kakovosti zraka krepijo. Prebivalce usmerjajo k postopnemu opuščanju fizičnih dejavnosti na prostem in k umiku v zaprte prostore. Vključeni so tudi nasveti prebivalcem, da naj ves čas spremljajo in upoštevajo svoje počutje. To je še zlasti pomembno za ranljive skupine, ki se jim prilagojeno vedenje svetuje pri manjši onesnaženosti zraka, kot to velja za splošno, manj ogroženo populacijo. Na ta način se lahko vsakdo na osnovi enostavno dosegljivih informacij samostojno odloča o njemu ustreznem ravnanju za zaščito njegovega zdravja.

ARSO zagotavlja tudi modelsko napoved AQI za dva dni vnaprej, kar omogoča prebivalcem ustrežno načrtovanje dejavnosti na prostem glede na pričakovano kakovost zraka. Urejene so tudi povezave na spletno stran NIJZ, kjer so objavljena Priporočila za prebivalce ob povišanih ravneh delcev in ozona in na spletno stran EEA z Evropskim indeksom kakovosti zraka:

<https://nijz.si/moje-okolje/zrak/povisane-ravni-delcev-v-zraku-priporocila-za-prebivalce/> in

<https://nijz.si/moje-okolje/zrak/povisane-koncentracije-troposferskega-ozona-priporocila-za-prebivalce/>.

Na voljo je tudi spletna aplikacija za mobilne naprave s prikazom ustrežno urejenih sprotnih podatkov za celotno Evropo (European Air Quality Index).



Podnebne spremembe v Sloveniji

*Katja Kozjek Mihelec
Agencija RS za okolje*

Podnebje po svetu in v Sloveniji se spreminja in najbolj očitne spremembe lahko opazimo pri temperaturi zraka. Kopno se segreva hitreje od oceanov, zato se tudi območje Slovenije segreva hitreje napram celotnemu planetu. V zadnjih desetletjih se je Slovenija segrela že za več kot 2 °C. Višji trend naraščanja temperature je opazen v vzhodni polovici, nekoliko nižji pa na skrajnem zahodu. Različne spremembe je moč opaziti tudi med letnimi časi. Najbolj se je segrelo poletje, najmanjše spremembe pa so opazne spomladi. Kako se je podnebje v zadnjih desetletjih spremenilo, lahko ponazorimo tudi z različnimi temperaturnimi kazalniki. Poznamo vročinske kazalnike, ki ponazarjajo ekstremne temperaturne dogodke, kot tudi kazalnike, ki prikazujejo mraz. Zaradi višanja temperatur se vročinski kazalniki (število vročih dni, število tropskih noči ipd.) skozi leta povečujejo. Če primerjamo podatke za Podravje, se je število dni, ki nakazujejo na vročino, v zadnjem referenčnem obdobju (1991–2020) podvojilo napram obdobju 1951–1980, medtem ko se je število dni, ki nakazujejo na mraz, zmanjšalo za tretjino. Zelo pomembni so kazalniki za vročinske valove. Opažamo, da je v zadnjem času vedno več vročinskih valov, ti so tudi daljši in močnejši.

Pri padavinah so spremembe manj očitne. Padavine so tako prostorsko kot časovno zelo spremenljive in iz leta v leto lahko imamo veliko variabilnost. Eno leto je lahko nadpovprečno namočeno, že naslednje pa zelo sušno. Zaradi višjih temperatur, posledično tudi višjega izhlapevanja, manjše količine padavin ter tudi manj padavinskih dni, je v zadnjih letih vedno več težav s sušo. Tudi padavine, ki padejo v poletnem času, večinoma padejo v obliki močnejših nalivov, kar pa za zalogo vode v tleh ni ugodno, saj ta voda hitro odteče in le počasi pronica v zemljo.

Temperature bodo v Sloveniji še naprej naraščale, ne glede na scenarij izpustov toplogrednih plinov. Do konca stoletja bi se lahko po najbolj optimističnem scenariju segrelo še za dodatno stopinjo, medtem ko bi se po najslabšem scenariju lahko segrelo tudi do 6 °C. S tem se bo še dodatno povečala toplotna obremenitev. Število vročinskih valov se bo minimalno povečalo, vendar bodo le-ti zagotovo daljši in močnejši.

Najizrazitejše spremembe v količini padavin se bodo zgodile v zimskem času, ko se bo količina padavin povečala, medtem ko spomladi in jeseni ne pričakujemo večjih sprememb. Tudi v poletnem času lahko pričakujemo izrazitejše spremembe, vendar so le-te zelo negotove. V poletnem času lahko pride do izjemnega povečanja kot tudi zmanjšanja padavin. Za analogijo lahko uporabimo zadnji dve poletji v Sloveniji. Poletje leta 2022 je bilo zelo sušno, ko so na Krasu divjali obsežni gozdni požari. Že naslednje poletje, leta 2023, pa smo imeli poletje neurij in katastrofalnih poplav. Tudi v prihodnosti lahko pričakujemo vedno več takšnih dogodkov.

Podnebne spremembe: največja grožnja globalnemu zdravju v 21. stoletju



*Ana Hojs, Katarina Bitenc, Majda Pohar, Vesna Viher Hrženjak,
Matjaž Krošel, Vladimira Lampič, Nives Letnar Žbogar, Simona Perčič
Nacionalni inštitut za javno zdravje*

Podnebne spremembe vplivajo na vse vidike našega življenja, pri čemer so najbolj ogrožene ranljive skupine prebivalcev, kot so otroci, starejši, osebe s kroničnimi obolenji, duševno bolni, osebe s slabšim socialno-ekonomskim položajem, delavci na prostem, nosečnice, prebivalci velikih mest in drugih območij z večjim tveganjem ekstremnih dogodkov, povezanih z vremenom.

Podnebne spremembe na zdravje vplivajo neposredno (preko vse pogostejših in vse hujših ekstremnih dogodkov, povezanih z vremenom in njihovih posledic) ter posredno (preko sprememb v okolju, kot je onesnaženje zraka, in preko vplivov na družbo, kot je begunstvo, povečanje revščine).

Podnebne spremembe pomembno vplivajo na kakovost zraka. Višje temperature vplivajo na nastanek in posledično višje koncentracije prizemnega (troposferskega) ozona. Prav tako lahko povečajo koncentracijo in podaljšajo čas pojavljanja cvetnega prahu, s čimer vplivajo na večjo pojavnost alergijskih bolezni, kot sta seneni nahod in astma. Poplave lahko povečajo razvoj plesni in izpostavljenost alergenom plesni, kar lahko vpliva na draženje oči, dihal in poslabšanje astme. Višje temperature in pogostejše suše povečajo nevarnost požarov v naravi in posledično negativno vplivajo na zdravje neposredno (poškodbe) in posredno (preko delcev v zraku na zdravje dihal, srčno-žilnega sistema in pojavnost demence).

Vročinski valovi, ozon in delci (PM₁₀) škodljivo vplivajo na človekovo zdravje sinergistično, kar pomeni, da se učinki seštevajo.

Večina prizadevanj za izboljšanje kakovosti zraka prispeva k blaženju, tj. zaviranju, podnebnih sprememb, enako tudi prizadevanja za blaženje podnebnih sprememb lahko izboljšajo kakovost zraka. Zato velja povabiti k trajnostnim izbiram in preprostim ukrepom, kot so npr. aktivni transport (kolesarjenje, pešačenje), izbira kuriva, ki manj onesnažuje zrak, izbira lokalnih, sezonskih živil, zmanjšanje količin zavržene hrane, oblačil in odpadkov nasploh ter drugi.



Cvetni prah sestavni del bioaerosola

Andreja Kofol Seliger

Nacionalni laboratorij za zdravje okolje in hrano

V ozračju je prisoten širok spekter živih organizmov; od bakterij gliv lišajev in mikroalg do zrn cvetnega prahu, spor gliv in bakterij ter virusov, ki služijo razmnoževanju in širjenju vrst ter drugih delcev in spojin biološkega izvora. Tvorijo bioaerosol nad kopnim in morjem, praktično povsod na svetu. Vse vrste bioaerosola vsebujejo molekule, ki so povezane z različnimi procesi v okolju, med drugim so lahko strupene ali povzročajo alergijske reakcije.

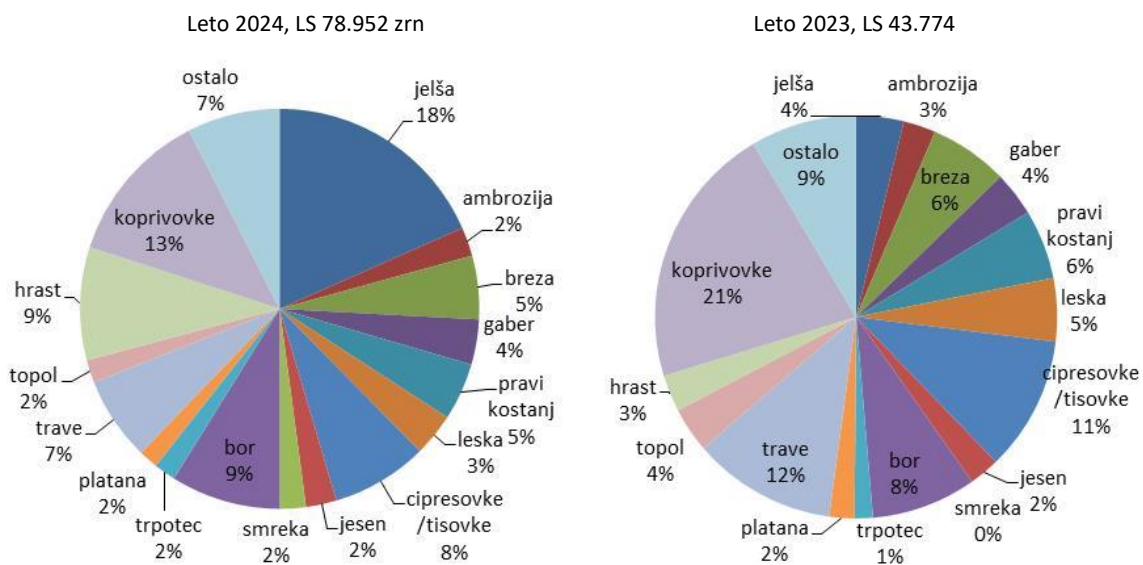
Cvetni prah

Merjenje aerosola cvetnega prahu poteka v okviru Enote za aerobiologijo Nacionalnega laboratorija za zdravje, okolje in hrano na štirih merilnih mestih: v Izoli, Ljubljani, Mariboru in Lendavi. Monitoring izhaja iz potreb alergologije, saj izpostavljenost alergenom v zraku in njihovo vdihavanje povzroči alergijske odzive nosu (alergijski rinitis), oči in pljuč. Pomembna je možna hkratna prisotnost več kot ene bolezni pri bolniku, na primer hkratna alergija na hrano in na cvetni prah, ki jo imenujemo oralni alergijski sindrom. Na resnost alergijskih bolezni vplivajo številni dejavniki, med okoljskimi so trajanje izpostavljenosti alergenom, povezanih z dolžino sezone cvetnega prahu in časom, preživetim v alergenem okolju, intenzivnostjo izpostavljenosti in alergenim potencialom cvetnega prahu. Karta alergenih vrst rastlin v Sloveniji je skladna s srednjeevropsko in delno z mediteransko, v katero so vključena tudi zrna oljke in krišine.

Zrna cvetnega prahu se razlikujejo po velikosti, večina meri med 10 in 100 μm , so različnih oblik in zaščitena s trdnim zunanjim ovojem. V zraku so razpršena cela zrna in njihovi manjši fragmenti, ki lahko prodrejo globlje v pljuča. Večino cvetnega prahu, ki ga beležimo v zunanjem zraku, sproščajo vetrocvetne rastline iz našega okolja, prinašajo pa ga tudi vetrovi iz bolj oddaljenih virov. Zrna so dobro plovna in lahka, zato se v zraku zadržijo dalj časa, razprši jih veter. Širjenje zrn je odvisno od meteoroloških pogojev, kot so temperatura, vlažnost zraka, veter in dež.

Alergije na cvetni prah so sezonske. V Sloveniji glavna sezona cvetnega prahu traja v povprečju od sredine januarja, ko v zraku zaznamo prva zrna leske, jelše in v Primorju cipresovk, pa do konca septembra z iztekom sezone ambrozije in pelina. Povprečni letni potek sezone (10-letno povprečje) pomembnejših alergenih vrst je predstavljen v obliki koledarja za posamezna merilna mesta, ki se med seboj ločijo po vegetaciji, klimatskih razmerah, reliefu, vremenu, pa tudi po antropogenem vplivu na okolje. Prikazuje informacije o začetku, trajanju in zaključku sezone cvetnega prahu posameznih vrst rastlin, z barvno lestvico pa oriše jakost vpliva na zdravje. Koledar je dosegljiv na spletni strani NLZOH (<https://www.nlzoh.si/storitve/cvetni-prah/koledar/>).

Letni seštevek je v aerobiologiji osnovna oblika za opis obremenitve zraka. Med leti močno niha na račun jakosti cvetenja rastlin, velikosti vira cvetnega prahu, tipa vegetacije in vremenskih razmer pred in med cvetenjem ter drugih spremenljivk v okolju in genetskih lastnostih rastlin. Za lesnate rastline so značilna leta z močnim in skromnim cvetenjem, ki se izmenjujejo v določenem ritmu. Za ambrozijo, trave in druge zelnate rastline nihanje v intenzivnosti cvetenja med leti ne velja. Na Sliki 1 sta prikazani letni karti in delež posameznih vrst cvetnega prahu v Mariboru za dve zaporedni leti: 2023 in 2024, z različnim letnim seštevkom (LS) cvetnega prahu, ki je znašal leta 2023 le 55,7 % seštevka v letu 2024.



Slika1: Letni karti cvetnega prahu za merilno mesto Maribor za leto 2024 levo in za leto 2023 desno.

Demonstracija: Aerosol cvetnega prahu - pogled skozi mikroskop



*Urška Razboršek, Anja Simčič
Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano*

Osnovni namen monitoringa cvetnega prahu je javnozdravstvene narave in je usmerjen v obveščanje in izobraževanje uporabnikov storitve o stanju v okolju in z njim povezanim tveganjem za zdravje. Tako pridobljeni podatki so osnova tudi za nadaljnje raziskovalno delo.

Omrežje monitoringa cvetnega prahu v Sloveniji sestavljajo nižinska merilna mesta v Izoli, Ljubljani, Mariboru in Lendavi. Meritve potekajo vse dni v letu v različnih fitogeografskih območjih, saj je prisotnost alergenov v ozračju v splošnem odvisna od geografske lege, podnebja, tipa vegetacije, velikosti vira cvetnega prahu in fizioloških lastnosti rastlin. V Mariboru so se meritve začele leta 2002, 12 let so potekale na strešni terasi Klinike za pediatrijo UKC Maribor, od leta 2014 dalje pa se izvajajo na strehi Nacionalnega laboratorija za zdravje, okolje in hrano.

Monitoring poteka skladno s standardom SIST EN 16868:2019 Zunanji zrak – Vzorčenje in analiza cvetnega prahu in trosov gliv v zraku za alergijsko omrežje – Volumetrična Hirstova metoda. Merilna mesta so postavljena na strešnih terasah, od 15 do 20 metrov visoko, kar omogoča vzorčenje v dobro premešani plasti zraka, s čimer pridobimo podatke, ki so relevantni za širšo okolico. Vzorčevalnik Hirstovega tipa zbira vzorec največ teden dni, skozi odprtino usmerja zrak na lepljivo površino vrtečega se valja. Namenjen je neprekinjenemu vzorčenju frakcije aerosola biološkega izvora, kot so cvetni prah in spore gliv velikosti 10–200 μm .

Priprava vzorcev vključuje uporabo fiksacijskega sredstva z dodanim barvilom bazični fuksin, ki se specifično veže na sporopolenin v celičnih stenah zrn cvetnega prahu in jih obarva rahlo rožnato, kar olajša ločevanje zrn od ostalih delcev v zraku. Analizo preparatov izvaja usposobljen analitik s svetlobnim mikroskopom pod 400-kratno povečavo. Zunanji izgled cvetnega prahu (tip in število odprtini, oblika in velikost zrna, strukture na površini) omogoča določanje do rodu in družine natančno, redkeje do vrste. Na ta način identificiramo cvetni prah več kot 60 različnih taksonov. Rezultat analize je podan kot povprečna dnevna koncentracija (št. zrn cvetnega prahu/ m^3 zraka/dan) za posamezen takson. V aerobioloških preparatih opazujemo tudi druge delce biološkega izvora, pozorni smo na alergene rodove gliv, kot sta *Alternaria* in *Cladosporium*. Na podlagi opravljene analize obvestimo javnost o aktualnih obremenitvah zraka z najpomembnejšimi alergeni vrstami. Podatki so dostopni na spletni strani www.nlzoh.si/storitve/cvetni-prah/.

Prihodnost raziskovanja bioaerosola je usmerjena v molekularne metode, ki omogočajo bolj natančne informacije o vrstni specifičnosti, ter v pospešen razvoj avtomatskega merjenja, ki ima kot glavno prednost pred manualno metodo hitrejši dostop do informacij javnega značaja.

Demonstracija: Meritve delcev PM₁₀ z optičnim merilnikom



Jan Radanović

Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano

Meritve delcev PM₁₀ se lahko izvajajo na več načinov. Najpogosteje se za ocenjevanje obremenitve zunanjega zraka z delci PM₁₀ uporablja referenčna metoda, določena s standardom SIST EN 12341:2023, ki temelji na gravimetrični analizi. Pri tej metodi se vzorči na steklene ali kvarčne filtre, katere se pred vzorčenjem določen čas kondicionira pri predpisanih pogojih dela in stehta na analizni tehtnici. Filtre se nato vstavi v vzorčevalnik, ki skozi filtre črpa zunanji zrak. Vzorčevalnik ima s standardom predpisano ločevalno glavo, ki loči delce tako, da se na filter ujamejo samo delci s aerodinamičnim premerom, manjšim od 10 µm. Posamezni filter se vzorči 24 ur in predstavlja en dan. Vzorčevalnik avtomatsko menja filter vsak dan ob polnoči, skozi posamezni filter pa se prečrpa približno 55 kubičnih metrov zunanjega zraka. Po vzorčenju se filtre znova kondicionira v laboratoriju pri določenih pogojih in nato stehta. Razlika v masi posameznega filtra se deli s prečrpanim volumnom skozi ta filter. Rezultat predstavlja povprečno dnevno masno koncentracijo delcev PM₁₀ v mikrogramih na kubični meter zraka (µg/m³). Po končani gravimetrični analizi se lahko posamezni filtri pošljejo še na dodatne analize. Pogosto se ugotavlja vsebnost težkih kovin in benzo(a)pirena v delcih PM₁₀.

Referenčna metoda nam vedno poda samo povprečno dnevno koncentracijo delcev PM₁₀. Prav tako pa zaradi predpisanega postopka tehtanja dobimo rezultate vedno z zamikom. Čeprav z referenčno metodo dobimo najzanesljivejše rezultate, s to metodo ne moremo izmeriti trenutne koncentracije delcev. Za ta namen se lahko uporabljajo merilniki delcev PM₁₀, ki neprestano (kontinuirno) merijo in nam po navadi podajo minutne oziroma urne vrednosti delcev PM₁₀. Pri nas se največkrat uporabljajo optični merilniki, manj pogosti pa so merilniki, ki delujejo na principu mikrotehtanja oscilirajočega elementa.

Za demonstracijo je uporabljen optični merilnik trdnih delcev proizvajalca GRIMM AEROSOL TECHNIK, ki kontinuirno meri delce s pomočjo laserske diode in deluje na principu sipanja svetlobe posameznega delca. Vzorec zraka je usmerjen v optično celico, kjer posamezni delci potujejo pravokotno na laserski žarek. Ko delec potuje skozi laserski žarek, se svetloba ukloni in na podlagi odklona svetlobe merilnik razdeli posamezni delec v velikostni razred. Merilnik na podlagi števila delcev v posameznem velikostnem razredu in pretoku zraka s pomočjo algoritma izračuna masno koncentracijo delcev. Kot rezultat dobimo minutne vrednosti delcev PM₁₀ in tudi manjše frakcije teh delcev, kot so delci PM_{2.5} in delci PM₀₁. Merilnik spada v kategorijo kontinuirnih merilnikov, ker meri neprekinjeno in v vsakem trenutku lahko vidimo trenutne koncentracije delcev.

Kontinuirni merilniki delcev PM₁₀ se lahko uporabljajo kot dopolnitev referenčni metodi, saj se lahko podatki o koncentracijah delcev v živo prenašajo na spletne strani in lahko služijo za sprotno obveščanje javnosti. To je pomembno predvsem v primeru povišanih koncentracij delcev PM₁₀, da se lahko pravočasno obvesti ranljivejšo populacijo in priporoči različne ukrepe ravnanja. Kontinuirni merilniki se največkrat uporabljajo za informativne meritve. Lahko pa se uporabljajo tudi za ocenjevanje obremenitve zunanjega zraka z delci PM₁₀ v primeru, da imajo s testom ekvivalence dokazano ekvivalenco z rezultati referenčne metode merjenja.



Kakšen zrak dihamo?

*Mateja Gjerek, Tanja Koleša
Agencija RS za okolje*

Povzetek je bil objavljen v Zborniku povzetkov predstavitev Obeležitev dneva čistega zraka za modro nebo 2024, dostopno na:

<https://nijz.si/publikacije/obelezitev-dneva-cistega-zraka-za-modro-nebo-zbornik-povzetkov-predstavitev/>



Vplivi onesnaženega zraka na zdravje

*Bojana Bažec, Matjaž Krošel, Simona Perčič,
Majda Pohar, Andrej Uršič, Simona Uršič
Nacionalni inštitut za javno zdravje*

Povzetek je bil objavljen v Zborniku povzetkov predstavitev Obeležitev dneva čistega zraka za modro nebo 2024, dostopno na:

<https://nijz.si/publikacije/obelezitev-dneva-cistega-zraka-za-modro-nebo-zbornik-povzetkov-predstavitev/>



Avtorji prispevkov

Bojana Bažec, univ. dipl. inž. kem. inž.
Nacionalni inštitut za javno zdravje

dr. Katarina Bitenc, univ. dipl. soc., družb. inf.
Nacionalni inštitut za javno zdravje

Alenka Fritzel, univ. dipl. fiz.
Ministrstvo za okolje, prostor in energijo

Mateja Gjerek, dipl. inž. meteo.
Agencija RS za okolje

Ana Hojs, dr. med., spec.
Nacionalni inštitut za javno zdravje

Andreja Kofol Seliger, univ. dipl. biol.
Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano

Tanja Koleša, univ. dipl. kem.
Agencija RS za okolje

Katja Kozjek Mihevec, mag. geofizike
Agencija RS za okolje

Matjaž Krošel, dr. med., spec.
Nacionalni inštitut za javno zdravje

Vladimira Lampič, dipl. sanit. inž.
Nacionalni inštitut za javno zdravje

Uroš Lešnik, univ. dipl. inž. cest. prom.
Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano

Nives Letnar Žbogar, dr. med., spec.
Nacionalni inštitut za javno zdravje

asist. Simona Perčič, dr. med., spec.
Nacionalni inštitut za javno zdravje

Majda Pohar, dr. med., spec.
Nacionalni inštitut za javno zdravje

Jan Radanovič, kem. teh.
Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano

Urška Razboršek, mag. funkc. biol.
Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano

Anja Simčič, univ. dipl. mikr.
Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano

Andrej Uršič, univ. dipl. biol.
Nacionalni inštitut za javno zdravje

prim. mag. Simona Uršič, dr. med., spec.
Nacionalni inštitut za javno zdravje

dr. Vesna Viher Hrženjak, dr. med., spec.
Nacionalni inštitut za javno zdravje

Špela Žohar, dipl. geog.
Ministrstvo za okolje, prostor in energijo

