

DP2: Okoljski dejavniki in higiena

Strokovno mnenje glede prezračevanja za namen preprečevanja širjenja okužb s SARS-CoV-2

Datum prejema vprašanja: 8. 7. 2022
Zastavljalec vprašanja: DPO - koordinacija in DP8 - vzgoja in izobraževanje
Pot prejema vprašanja: Elektronsko sporočilo

Rok za pripravo odgovora: 1. 8. 2022
Datum odgovora: 1. 8. 2022
Prejemnik odgovora: DPO - koordinacija

Vprašanje

1. Priprava in posodobitev priporočil za prezračevanje, vključno z mehanskim prezračevanjem prostorov in uporabo merilnikov za merjenje koncentracij CO₂.

Odgovor je podan v poglavjih: 2, 3, 4.1, 4.2, 4.3 in 6.

2. Opredelitev kriterijev za prezračevanje z namenom preprečevanja širjenja okužbe s SARS-CoV-2 v vzgojno-izobraževalnih ustanovah.

Odgovor je podan v poglavjih: 2, 3, 4.1, 4.2, 4.3 in 6.

3. Strokovno mnenje glede uporabe sobnih čistilnikov zraka vključno z ozonskimi dezinfektorji.

Odgovor je podan v poglavjih: 2 in 5.

Strokovno stališče

Prenos okužbe s SARS-CoV-2 je lahko kapljičen ali kontakten. Obstajajo številni dokazi, da se virus lahko prenaša aerogeno, saj je do številnih izbruhov prišlo v zaprtih in slabo prezračenih prostorih tudi, če oseba ni bila v neposrednem fizičnem stiku z okuženo osebo s SARS-CoV-2. Ti dokazi potrjujejo pomembnost širjenja SARS-CoV-2 v obliki aerosolov (ECDC, 2022).

Evropsko združenje za ogrevanje, prezračevanje in ventilacijo (angl. *Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations*, REHVA) v zadnjih smernicah kot najpomembnejši tehnični ukrep pri nadzoru okužbe s SARS-CoV-2 na delovnih mestih navaja prezračevanje (REHVA, april 2021), pri čemer je potrebno v objektih zagotoviti ustrezno bivalno

ugodje v vseh segmentih (npr. toplotno ugodje, kakovost zraka in osvetlitev stavb) na način, da uporaba prezračevalnih in klimatizacijskih sistemov ne ogroža zdravja in tudi ne počutja ljudi (Tehnične smernice 2022).

1 Slovar izrazov

Glede na predpise s področja prezračevanja je potrebno razlikovati med spodaj navedenimi izrazi (Tabela 1) (Tehnične smernice 2022; REHVA, april 2021):

Izrazi	Pomen
Kakovost notranjega zraka	Kakovost notranjega okolja, opredeljena na osnovi koncentracije onesnažil v zraku v stavbi (angl. <i>Indoor Air Quality</i> , IAQ).
Prezračevanje	Prenos zunanjega (svežega) zraka iz okolice v stavbo z naravnim ali mehanskim prezračevanjem zaradi zagotavljanja ustrezne kakovosti notranjega zraka oz. redčenja onesnažil zraka v stavbi.
Prezračevalni sistem	Sistemi in naprave, potrebne za dovod in odvod zraka iz stavbe ali iz stavbe v okolico z namenom zagotavljanja kakovosti notranjega zraka v stavbi.
Naravno prezračevanje	<p>Proces prenosa zraka iz okolice v stavbo in notranjega zraka v okolico kot posledica naravnega toplotnega vzgona, zastojnega tlaka vetra, kar povzroči vdor zraka skozi odprtine v ovoju stavbe, kot so okna ali prezračevalne odprtine, je lahko ročno ali avtomatsko uravnavan.</p> <p>V našem okolju je naravno prezračevanje zaradi relativno nizkih hitrosti vetra in lokalnih ovir pred stavbo težje napovedljiv proces, običajno se privzame brezvetrje ($v < 0,5$ m/s) in je zato predvsem odvisen od razlike v temperaturi zraka v okolici in stavbi.</p> <p>Razlikujemo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • naravno prezračevanje preko velikih odprtin, običajno enostransko prezračevanje <ul style="list-style-type: none"> ○ proces prezračevanja preko odprtine v ovoju stavbe tako, da svež zrak vstopa na spodnjem delu (pozimi) in onesnažen zrak izstopa na zgornjem delu odprtine. Loči ju nevtralna tlačna ravnina, ki jo teoretično lahko opredelimo glede na razliko temperature. Pri tem prihaja do mešanja tokov. Sam proces je močno odvisen od razlike v temperaturi zraka v okolici in stavbi. • naravno prezračevanje preko malih odprtin, tudi prečno prezračevanje <ul style="list-style-type: none"> ○ proces prezračevanja preko vsaj dveh odprtin v ovoju stavbe, ki sta v eni fasadi nameščeni na različnih višinah ali v dveh (nasprotnih) fasadah kot prečno prezračevanje. Skozi posamezno odprtino teče zrak le v eni smeri, zato je količina izmenjanega zraka večja. V primeru prečnega prezračevanja mora onesnažen zrak izstopati v okolico (ne v sosednji prostor).
Mehansko prezračevanje	Proces prezračevanja prostorov z mehanskim sistemom, z vpihovanjem zunanjega zraka, z odsesavanjem notranjega zraka ali s sočasnim vpihovanjem in odsesavanjem zraka, namenjen zmanjšanju vsebnosti

	<p>onesnažil v notranjem zraku. Pri tem načinu prezračevanja je možno vračanje toplote, zrak pa se pretaka v kanalih.</p>
Hibridno prezračevanje	<p>Prezračevanje s kontrolirano kombinacijo naravnega in mehanskega prezračevanja z namenom vzdrževanja primerne bivalne ugodja in zmanjševanja rabe energije.</p> <ul style="list-style-type: none"> • prezračevanje z odsesavanjem <ul style="list-style-type: none"> ○ prezračevanje z ventilatorjem za odvod zraka, ki iz okolice vstopa v prostor skozi prezračevalne odprtine (za eno osebo potrebujemo okoli 2 x 40 cm veliko vstopno odprtino (preseki)). Na ta način se izognemo vplivu razlike v temperaturi zraka in samo prezračevanje prilagodimo onesnaženosti zraka. V ovojju prostora potrebujemo prezračevalne lopute (možnost odpiranja je lahko samoregulacijska), sam kanalski sistem za dovod zraka ni potreben. Ta način prezračevanja bolj učinkovito zmanjšuje koncentracijo virusov v prostoru in energijsko učinkovit kot naravno prezračevanje, ker ga lahko uravnavamo glede na stanje v prostoru.
Klimatizacija	<p>Proces spreminjanja stanja v stavbo dovedenega zraka, vključno z uravnavanjem temperature in vlažnosti, odstranjevanjem onesnažil s filtri in zagotavljanjem prezračevanja stavbe. Z vpihovanjem načrtovane količine zraka v prostor zagotovimo optimalne pogoje za bivanje (toplotno ugodje in kakovost notranjega zraka).</p> <p>Običajna centralna naprava (klimat) nima vgrajenih filtrov kakovosti HEPA (angl. <i>High-Efficiency Particulate Air</i>, HEPA), ki bi zadržali trdne delce v velikosti virusov, zato pa se virusi v primeru vračanja zraka (recirkulacija) lahko prenesejo nazaj v stavbo.</p>
Klimatizacijski sistem	<p>Skupek podsistemov in naprav, potrebnih za spreminjanje stanja v stavbo dovedenega zraka, vključno z uravnavanjem temperature in vlažnosti zraka, odstranjevanjem onesnažil s filtri in zagotavljanjem prezračevanja stavbe.</p>
Hlajenje (Mehansko)	<p>Proces odvajanja toplote iz zaprtega prostora z nosilcem toplote. Hlajenje je lahko decentralno ali centralno.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pri decentralnih sistemih prevladujejo "multi split" hladilni sistem (DX neposredno uparjanje) z notranjo prostorsko enoto skozi katero z ventilatorjem kroži zrak iz prostora nazaj v prostor. Te naprave praviloma nimajo vgrajenih HEPA filtrov za zadrževanje trdnih delcev, v njih pa prihaja do kondenzacije vodne pare iz zraka v prostoru. • S centralnih hladilnim sistemom prostore hladimo z ohlajeno vodo ali ohlajenim zrakom. <ul style="list-style-type: none"> ○ V prvem primeru prostor hladimo z napravo z vgrajenim ventilatorjem in tudi filtrom trdnih delcev, ki pa ne zadrži virusov. V tej napravi prihaja do kondenzacije vodne pare iz zraka v prostoru. Pri hlajenju z ohlajeno vodo lahko hladimo gradbene konstrukcije (npr. strop), pri čemer se s primerno regulacijo izognemo nastanku vode na površini. ○ V drugem primeru ohlajen zrak pripravljamo v klimatu (centralno) in ga lahko očistimo virusov (na vstopu v stavbo). Praviloma tudi v tem primeru v centralni hladilni sistem niso

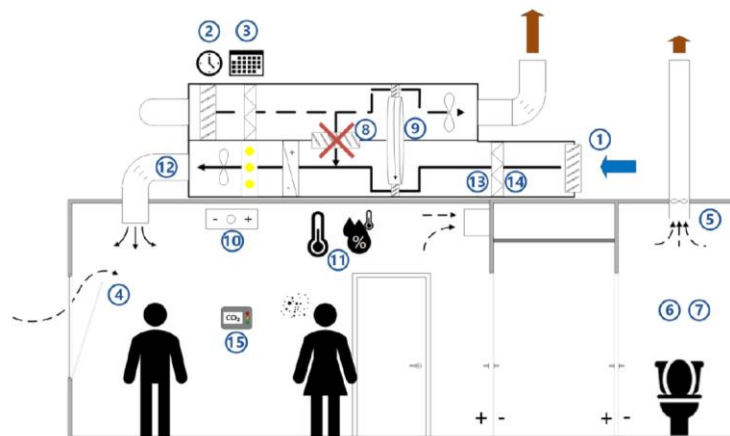
	vgrajeni filtri, ki bi zadržali tako majhne delce kot so virusi. Izjema so prezračevalne naprave s HEPA filtri.
Število izmenjav zraka	Razmerje med prostorninskim pretokom zraka za prezračevanje stavbe v eni uri in neto prostornino stavbe (oznaka: n, enota: h ⁻¹).
Robni pogoji	Številčna vrednost ali pravilo, s katerim se opredeli lastnost gradnikov stavb ali način uporabe stavbe.

2 Upravljanje in uporaba stavbnih prezračevalnih, klimatskih in ostalih sistemov z namenom preprečevanja širjenja okužbe s SARS-CoV-2 v notranjem okolju

REHVA v zadnjih smernicah navaja tri ravni ukrepov: 1) kako upravljati s sistemi ogrevanja, prezračevanja in klimatizacije (angl. *Heating, Ventilation, and Air Conditioning*, HVAC) in drugimi stavbnimi sistemi v obstoječih stavbah v času epidemije covid-19; 2) kako izdelati oceno tveganja in oceniti varnost različnih stavb ter prostorov; in 3) kakšni bi bili dolgoročni ukrepi za zmanjšanje širjenja virusnih bolezni v stavbah z vpeljavo izboljšanih prezračevalnih sistemov. Pri tem je potrebno upoštevati lastnosti posameznih stavb.

REHVA se je z namenom preprečevanja širjenja okužbe s SARS-CoV-2 v notranjem okolju opredelila do naslednjih ukrepov/robni pogojev, in sicer (Slika 1):

- število izmenjav zraka,
- časi prezračevanja,
- onemogočeno delovanje glede na potrebe,
- odpiranje oken,
- prezračevanje toaletnih prostorov,
- okna v straniščih,
- splakovanje stranišč,
- recirkulacija,
- oprema za rekuperacijo toplote,
- ventilatorski konvektorji in split enote,
- ogrevanje, hlajenje in možne nastavitve vlaženja,
- čiščenje kanalov,
- zunanji zrak in filtri za izsesavanje zraka,
- vzdrževalna dela,
- spremljanje kakovosti notranjega zraka (IAQ).



Slika 1. Glavne postavke smernic REHVA za delovanje stavbnih sistemov (REHVA 2021).

Podrobnejši opisi praktičnih ukrepov za obvladovanje stavbnih sistemov med epidemijo covid-19 z namenom preprečevanja širjenja okužbe s SARS-CoV-2 so (Žižak T, 2020; REHVA 2021, NIJZ, 2022, Muhič S, 2022):

- **mehansko prezračevanje**

- v stavbah z mehanskimi prezračevalnimi sistemi se priporočajo podaljšani časi obratovanja sistema na način, da se prezračevanje začne z nazivno/največjo projektirano količino **vsaj 2 uri pred začetkom uporabe stavbe in preklopom na nižjo hitrost obratovanja 2 uri po koncu uporabe stavbe**. V poslovnih stavbah naj prezračevanje deluje z največjo količino 1 uro pred in 1 uro po uporabi stavbe.
- z namenom preprečevanja širjenja okužbe s SARS-CoV-2 je **priporočena količina zraka 10 L/s na osebo**. V že obstoječih sistemih je količina dovedenega zraka na osebo **pogosto manjša** (tudi do 2,5- krat) in jo je mogoče povečati **zgolj za 10 do 20 %**.
- prezračevalnim sistemom, ki obratujejo glede na kontrolirano potrebo, je potrebno **spremeniti nastavljeno vrednost CO₂ na najnižjo vrednost 550 ppm, da se zagotovi obratovanje stalno pri največji količini**.
- odvodni (odtočni) prezračevalni sistemi stranišč naj delujejo podobno kot glavni prezračevalni sistem. Pri tem sta potrebna dva preklopa: **1) preklop na nazivno hitrost najmanj 2 uri pred odpiranjem stavbe in 2) preklop na nižjo hitrost 2 uri po času uporabe stavbe**.

- **prezračevanje z odpiranjem oken**

- v stavbah brez mehanskih prezračevalnih sistemov je **priporočljivo aktivno uporabljati okna** (veliko več kot običajno, tudi če to povzroča delno toplotno neugodje). Pri tem je potrebno slediti priporočilom NIJZ glede kakovosti zunanjega zraka (Dosegljivo na povezavi: <https://www.nijz.si/sl/povisane-ravni-delcev-pm10-v-zraku-priporocila-za-prebivalce>).

- zračenje z odpiranjem oken s čim večjo površino je v danem trenutku edini način za povečanje izmenjav zraka. Okna naj bodo odprta približno 15 minut pred vstopom v prostor (še zlasti, če je bil prostor predhodno zaseden z drugimi osebami).
 - tudi v stavbah z mehanskim prezračevanjem se lahko prezračevanje z odpiranjem oken uporablja za dodatno povečanje prezračevanja.
 - v nasprotju z nesanitarnimi prostori, se je v straniščih z vzgonskim ali mehanskim odvodom zraka potrebno izogibati zračenju z odpiranjem oken. Odprta okna v straniščih z vzgonskim ali mehanskim odvodom zraka lahko povzročijo prenos onesnaženega zraka iz stranišča v druge prostore, kar pomeni, da zračimo v obratni smeri.
 - priporočljivo je, da se stranišča splakuje z zaprtimi pokrovi z namenom zmanjševanja prenosa okužbe s SARS-CoV-2. Sanitarno opremo je potrebno redno vzdrževati (npr. vodna tesnila talnih sifonov).
- **vlaženje in klimatizacija**
 - v stavbah, opremljenih s centralnim vlaženjem, ni potrebno spreminjati nastavljenih vrednosti sistemov vlaženja (običajno 25 ali 30 %).
- **varna uporaba sistemov za rekuperacijo toplote**
 - v kolikor je sistem HVAC opremljen z lamelnim prenosnikom toplote iz odpadnega na sveži zrak ali drugo napravo za rekuperacijo toplote, ki zagotavlja 100 % ločitev zraka med odvodno in dovodno stranjo, je sistem z vidika prenosa okužbe s SARS-CoV-2 varen. Prav tako vrtljivi (rotacijski) in entalpijski prenosniki s prepustnimi membranami niso vzrok za prenos virusov med izstopnim in vstopnim zrakom, v kolikor primerno tesnijo.
 - v primeru, da vrtljivi prenosniki toplote niso pravilno nameščeni, bo to povzročilo uhajanje odvodnega (odtočnega) zraka v dovodni (vtočni) zrak. Stopnja nenadzorovanega prenosa onesnaženega odvodnega zraka je lahko v teh primerih 20 %, kar ni sprejemljivo.
 - priporoča se pregled opreme za rekuperacijo toplote, vključno z merjenjem tlačne razlike in oceno puščanja na podlagi merjenja temperature zraka.
- **brez centralne recirkulacije odvedenega zraka**
 - z namenom preprečevanja širjenja okužbe s SARS-CoV-2 je splošno priporočilo, da se izogibamo delovanju s centralno recirkulacijo zraka pri prezračevanju in klimatizaciji.
 - pri sistemih, kjer se delovanju z recirkulacijo zraka ni mogoče izogniti, je potrebno delež zunanjega zraka čim bolj povečati in priporočiti dodatne ukrepe za filtriranje povratnega zraka. Za popolno odstranitev delcev in virusov iz povratnega zraka so potrebni HEPA filtri kakovosti H13 ali H14. Če namestitev HEPA filtrov v obstoječe sisteme tehnično ni

izvedljiva, lahko namestimo **kanalske naprave za razkuževanje** (ultravijolično germicidno obsevanje (UVGI), imenovano tudi ultravijolično razkuževanje (GUV)). **Pomembno je, da je ta oprema pravilno dimenzionirana in nameščena ter vzdrževana.**

- v kolikor je tehnično izvedljivo, je boljše **namestiti filter višjega razreda** v obstoječe okvirje in **povečati tlak odvodnih ventilatorjev**, ne da bi zmanjšali pretok zraka. Minimalno izboljšanje predstavlja zamenjava obstoječih filtrov povratnega zraka z nizko učinkovitostjo z ePM1 80 % (prej F8) filtri. Filtri F8 imajo sprejemljivo učinkovitost zajemanja delcev, obremenjenih z virusom (učinkovitost zajema 65-90 % za PM1).
- **prezračevanje prostorov z ventilatorski konvektorji, split hladilnimi sistemi in indukcijskimi enotami**
 - v prostorih, ki se ogrevajo in hladijo z ventilatorskimi konvektorji, napravami z neposrednim uparjanjem hladiva (split naprave) ali indukcijskimi enotami brez dovoda svežega zraka, je potrebno dosledno upoštevati navedena priporočila za prezračevanje stavb.
- **čiščenje kanalov**
 - če sledimo predhodnim ukrepom o vračanju toplote in recirkulacije, **prezračevalni sistem ne predstavlja vira kontaminacije**. Čiščenje prezračevalnih kanalov pogosteje, kot je to sicer predvideno pri vzdrževanju, tako nima praktičnega učinka pri preprečevanju širjenja okužbe s SARS-CoV-2.
- **dodatne menjave zunanjih zračnih filtrov**
 - sodobni prezračevalni sistemi (klimatske naprave) so opremljeni s **finimi zunanjimi zračnimi filtri** takoj v dovodu zunanjega zraka (razred filtrov F7 ali F8 ali ISO ePM2.5 ali ePM1), ki **dobro filtrirajo trdne delce iz zunanjega zraka**.
 - elementi za rekuperacijo in recirkulacijo toplote so opremljeni z **manj učinkovitimi srednjimi ali grobi filtri za izsesavanje zraka** (G4/M5 ali ISO grobi/ePM10), katerih namen je **zaščititi opremo pred prahom**. Ti filtri imajo zelo nizko/nično učinkovitost zajema virusa.
 - pri menjavi filtra naj se uporablja običajne postopke vzdrževanja. **Osebe, ki rokuje s filtri, mora biti primerno zaščiteno (maska, rokavice, filtri pa naj se shranjujejo v zrakotesno vrečko.**
- **varnostni postopki za vzdrževalno osebje**
 - priporočila za uporabo osebne varovalne opreme na delovnih mestih naj poda za to pooblaščen oseba pri delodajalcu (npr. specialist MDPŠ).
- **sobni čistilniki zraka in razkuževanje zraka**

- sobni čistilniki zraka so lahko dopolnilo učinkovitega prezračevanja in lahko odstranjujejo viruse, v kolikor imajo vgrajen HEPA filter H13 ali boljše, oziromaga drugo tehnologijo z enako ali boljšo učinkovitostjo odstranjevanja virusov (elektrostatični / ionizacijski filtri).
 - pri uporabi sobnih čistilnikov zraka je potrebno zagotoviti pretok zraka v prostoru ekvivalenten 3 do 5-kratni izmenjav zraka na uro, njihovo delovanje pa mora biti stalno.
 - naprave, ki uporabljajo principe elektrostatične filtracije namesto HEPA filtrov (ki niso enaki sobnim ionizatorjem), pogosto delujejo s podobno učinkovitostjo. Sodobni sobni čistilniki zraka uporabljajo obe tehnologiji (HEPA in UVC).
 - pretok zraka skozi sobne čistilnike zraka je omejen, zato je uporabna površina, ki jo čistilniki pokrivajo običajno majhna. Število enot v prostoru naj se prilagodi tako, da bo dosežena navedena ekvivalentna izmenjava zraka na uro.
 - pomembna je pravilna postavitev sobnih čistilnikov zraka, zlasti v velikih prostorih, kjer jih je potrebno postaviti blizu ljudi in ne v kot ter v notranjost prostora in v vidnem polju uporabnikov.
 - uporaba sobnih čistilnikov zraka je kratkoročen ukrep. Da bi dosegli ustrezno stopnjo prezračevanja so potrebne izboljšave prezračevalnega sistema.
 - posebna oprema za razkuževanje zraka z UVC svetlobo se lahko namesti v povratne zračne kanale v sistemih z recirkulacijo (ljudje ne smejo biti direktno izpostavljeni UVC žarkom).
 - pri sobnih čistilnikih zraka na osnovi sproščanja ozona v času njihovega delovanja v prostoru ne smejo biti prisotni ljudje ali živali. Po končanem razkuževanju in pred začetkom uporabe prostorov, kjer je potekalo razkuževanje z ozonom, je potrebno prostore prezračiti tako, da se zmanjša koncentracija preostalega ozona na raven, ki ne bo predstavljala nevarnosti za zdravje.
 - pomembno je, da so sobni čistilniki zraka pravilno dimenzionirani in nameščeni ter vzdrževani, njihova varnost in učinkovitost pa preverjena in podprta z dokazili.
 - v Sloveniji bi bila koristna uvedba sistema za registracijo sobnih čistilnikov zraka, pri kateri bi se preverjala dokumentacija o njihovi varnosti in učinkovitosti. Podobno registracijo tako za nove naprave, kot naprave, ki so že na tržišču, imajo v Belgiji.
- spremljanje kakovosti zraka v prostorih
 - spremljanje CO₂ se je pokazalo kot primeren način spremljanja prezračevanja. Pri tem je potrebno upoštevati še druge dejavnike kot so: velikost in zasedenost prostora ter aktivnost uporabnikov in čas uporabe prostora (Muhič S, 2022).

- v primeru, da se za nadzor prezračevanja uporabljajo hibridni ali naravni prezračevalni sistemi ali v stavbi ni namenjenega prezračevalnega sistema, se v **zasedenih prostorih, ki se uporabljajo priporoča namestitve merilnikov za merjenje koncentracije CO₂** za spremljanje kakovosti zraka v notranjem okolju.
- namen uporabe merilnikov za merjenje koncentracije CO₂ je, da opozarjajo uporabnike na slabo kakovost zraka v notranjem okolju in s tem tudi na večjo možnost okužbe z virusi, zlasti v prostorih, ki se pogosto uporabljajo eno uro ali več in se v njih zadržuje večje število ljudi (npr. učilnice, sejne sobe in restavracije).
- merilnik zCO₂ naj bo praviloma nameščen na **višini od 1,2 do 1,5 m in izven dotoka svežega zraka** (okno/vpihovanje). Deluje naj **stalno pri čemer je po potrebi potrebno zagotoviti redno električno napajanje**.
- za preprečevanje širjenja okužbe s SARS-CoV-2 je priporočljivo merilnik za merjenje koncentracije CO₂ **priporočljivo nastaviti na način, da se alarmiranje slabe kakovosti zraka nastavi na vrednost 1000 ppm**. S tem lahko **vplivamo na vedenje uporabnikov, da ukrepajo**. Z namenom spremljanja kakovosti zraka v notranjem okolju in preprečevanja širjenja okužbe s SARS-CoV-2 se priporoča, da se podatki iz merilnikov za merjenje koncentracije CO₂ shranjujejo in so na voljo upravljavcem stavb.

Kratkotrajna izpostavljenost visokim koncentracijam CO₂ še ne pomeni visokega tveganja za okužbo s SARS-CoV-2, iz tega sledi, da **merilniki koncentracije CO₂ niso neposredni pokazatelji tveganja za okužbo s SARS-CoV-2**. Slednje namreč temelji na številnih individualnih, okoljskih in epidemioloških dejavnikih, ki se neodvisno spreminjajo od koncentracije CO₂ v zaprtih prostorih (Eykelbosh, 2021). Namen uporabe merilnikov za merjenje koncentracije CO₂ je, da z njimi lahko opozorimo uporabnike na slabo kakovost zraka v notranjem okolju, zlasti v prostorih, ki se pogosto uporabljajo eno uro ali več in se v njih zadržuje večje število ljudi (npr. učilnice, sejne sobe in restavracije). Pregled literature (Eykelbosh, 2021) kaže **omejeno število raziskav glede uporabe merilnikov za merjenje koncentracij CO₂ kot orodja za zmanjševanje tveganja okužbe s SARS-CoV-2**. Za zdaj **ne razpolagamo s podatki o izkušnjah s strani uporabnikov**. Podatki kažejo, da so merilniki za merjenje koncentracije CO₂ sicer široko dostopni in na enostaven način (vizualno) omogočajo oceno kakovosti zraka v notranjih prostorih. **Zavedati pa se je potrebno, da se merilniki za merjenje koncentracije CO₂ med seboj razlikujejo po tehničnih lastnostih in ceni**. Poleg tega študije poročajo številne omejitve v kolikor uporabniki niso usposobljeni in motivirani za uporabo merilnikov za merjenje koncentracije CO₂. **Navedene omejitve lahko vplivajo na kakovost zbranih podatkov in njihovo interpretacijo**.

3 Zmožnost doseganja teoretičnih priporočil v realnih okoliščinah

Za namen preprečevanja širjenja okužbe s SARS-CoV-2 je **priporočena količina svežega zraka 10 L/s na osebo** (REHVA, 2021). Navedeno teoretično priporočilo v primeru pisarne in učilnice predstavlja naslednje vrednosti in izzive:

- **pisarna** z dvema osebama z dimenzijami prostora 3,5 m × 4,5 m × 2,7 m: 1,7 izmenjav na uro oz. 72 m³ na uro (če upoštevamo priporočila na površino pisarne je to 2,7 izmenjav na uro oz. 110 m³ na uro).
- **učilnica** z 28 učenci (faktor za učence 0,8) z dimenzijami prostora 8 m × 7 m × 3 m: 4,8 izmenjav na uro oz. 800 m³ na uro. **Doseganje teh vrednosti predstavlja veliko rabo energije v primeru naravnega prezračevanja in ima lahko vpliv na toplotno ugodje v ogrevalni sezoni.**

Prezračevalnim sistemom, ki obratujejo glede na kontrolirano potrebo, je potrebno spremeniti nastavljeno vrednost CO₂ za **doseganje največje dovedene količine svežega zraka na najnižjo vrednost 550 ppm** (REHVA, 2021).

Preliminarni rezultati raziskave NIJZ so pokazali naslednje trende spreminjanja koncentracije CO₂ v učilnici (NIJZ, 2022):

- v učilnici z 22 učenci in 2 odraslima je koncentracija CO₂ v prvi šolski uri narasla za 1001 ppm, brez prezračevanja učilnice. Vrednost CO₂ je za 550 ppm narasla v 25 minutah (prvi dan meritev).
- v učilnici z 22 učenci in 2 odraslima je koncentracija CO₂ v prvi šolski uri narasla za 961 ppm, brez prezračevanja učilnice. Vrednost CO₂ je za 550 ppm narasla v 25 minutah (drugi dan meritev).

Navedeni preliminarni rezultati kažejo, da je **v primeru neučinkovitega prezračevanja učilnice med šolsko uro, že med samo šolsko uro presežena priporočena vrednost CO₂ v učilnici.**

4 Predlog priporočil za prezračevanje

Iz predstavljenih zmožnostih doseganja teoretičnih priporočil v realnih okoliščinah (glej prejšnje poglavje) izhaja, da bo teoretična priporočila v realnosti zelo težko doseči. Zato v nadaljevanju podajamo **priporočila za prezračevanje**, ki v največji možni meri preprečujejo širjenje okužb s SARS-CoV-2, ki jo **posamezne značilnosti zaprtega prostora in dejavnost, ki se v njej izvaja, dopuščata.**

4.1 Predlog priporočil za prezračevanje prostorov z naravnim prezračevanjem

Praktični ukrepi za obvladovanje stavbnih sistemov prezračevanja med epidemijo covid-19 z namenom preprečevanja širjenja okužbe s SARS-CoV-2 v stavbah z **naravnim prezračevanjem** so:

- zagotovite **prezračevanje prostorov z zunanjim zrakom na način, da redno odpirate okna,**
 - prednostno priporočamo prezračevanje z odpiranjem oken na stežaj,
 - priporočamo intenzivno prezračevanje prostorov tik **pred, med in po izvajanju dejavnosti,**
- v šolskih prostorih priporočamo zračenje **skozi na stežaj odprta okna v ogrevalni sezoni vsakih 20 min** (oz. na polovici šolske ure) za **3 do 5 minut**, v neogrevalni sezoni pa (pri zunanji temperaturi zraka nad 15° C) priporočamo, da so okna **stalno odprta** z upoštevanjem dejavnikov v zunanjem okolju in ob hkratnem zagotavljanju ustrezne kakovosti notranjega okolja. Prav tako priporočamo, da so okna po vsaki šolski uri na stežaj odprta ves čas v odmoru, pri tem je potrebno poskrbeti za varnost otrok, zlasti v nižjih razredih.
- v primeru spremljanja koncentracij CO₂ v zaprtih prostorih je priporočena najvišja vrednost CO₂ **950 ppm** (vrednost CO₂ v zunanjem zraku je okoli 400 ppm). V kolikor se v zaprtih prostorih spremlja koncentracija CO₂ naj se zgoraj navedena priporočila prilagodi izmerjenim vrednostim CO₂.
- v nasprotju z nesanitarnimi prostori se je v **straniščih z vzgonskim ali mehanskim odvodom zraka potrebno izogibati zračenju z odpiranjem oken in doseči, da se straniščne školjke splakuje z zaprtimi pokrovi.**

4.2 Predlog priporočil za prezračevanje prostorov z mehanskim prezračevanjem

Praktični ukrepi za obvladovanje stavbnih sistemov prezračevanja med epidemijo covid-19 z namenom preprečevanja širjenja okužbe s SARS-CoV-2 v stavbah z **obstoječim mehanskim prezračevanjem** so:

- **povečajte število izmenjav zraka** (priporočena količina zraka 10 L/s na osebo),
- prezračevalnim sistemom, ki obratujejo glede na spremenljivo količino, je potrebno **spremeniti nastavljeno vrednost CO₂ za vzpostavitev največje dovedene količine svežega zraka na koncentracijo 550 ppm, da se zagotovi obratovanje pri nazivni hitrosti,**
- za **dodatno povečanje prezračevanja** se lahko uporablja prezračevanje z odpiranjem oken (v že obstoječih sistemih je količina dovedenega zraka na osebo običajno manjša, pogosto tudi do 2,5-krat, in jo je mogoče povečati zgolj za 10 do 20 %),
- preklopite klimatske sisteme z recirkulacijo na **100 % zunanji zrak,**
- prezračevanje naj deluje z nazivno/največjo projektirano količino vsaj **2 uri pred začetkom uporabe stavbe in preklopom na nižjo hitrost obratovanja 2 uri po koncu uporabe stavbe.** V poslovnih stavbah naj prezračevanje deluje z največjo količino **1 uro pred in 1 uro po uporabi stavbe.**
- zagotovite **prezračevanje stranišč z največjim možnim pretokom** ter se **izogibajte odprtim oknom v straniščih** in uporabnike podučite, da straniščno školjko splakujejo z zaprtim pokrovom,

- poskrbite za prezračevanje v prostorih z ventilatorskimi konvektorji ali split enotami. Ne spreminjajte nastavitve ogrevanja, hlajenja in morebitnih nastavitvev vlaženja,
- v sistemih z recirkulacijo, ki je ni mogoče zaobiti, so za učinkovito odstranitev delcev in virusov iz povratnega zraka potrebni HEPA filtri (H13 in H14). V obstoječih sistemih je potrebno proučiti možnost vgradnje vsaj F8 filtrov,
- dezinfekcija z UV svetlobo (UV sijalke) je smiselna, če prezračevalni sistem deluje z recirkulacijo (le-te imajo dobo delovanja približno eno leto, kar predstavlja relativno visok strošek vzdrževanja),
- priporočamo redno čiščenje prezračevalnih sistemov in klimatskih naprav, skladno z navodili proizvajalca oziroma vzdrževalca sistemov oziroma naprav. Potrebna so redna vzdrževalna dela, dodatna vzdrževalna dela niso potrebna. Prav tako je potrebno preveriti tesnost prezračevalnega sistema skladno s tehničnimi zahtevami. Priporočamo, da se vodi evidenca v zvezi z vzdrževalnimi deli.
- priporočamo, da se pooblaščen osebe glede tehničnih zahtev prezračevalnih sistemov posvetujejo s strokovnjaki tehničnih strok (npr. Inženirska zbornica Slovenije),
- priporočila za uporabo osebne varovalne opreme na delovnih mestih vzdrževalcev prezračevalnih sistemov/naprav naj poda za to pooblaščen oseba pri delodajalcu (npr. specialist MDPŠ).
- s filtrom ravnamo kot s potencialno okuženim odpadkom (filter odložimo v vrečko, ki jo zavežemo).

V primeru vgradnje novega ali prenove že obstoječega sistema mehanskega prezračevanja priporočamo upoštevanje vseh kriterijev, ki so naštetih v 2. poglavju Upravljanje in uporaba stavbnih prezračevalnih, klimatskih in ostalih sistemov z namenom preprečevanja širjenja okužbe s SARS-CoV-2 v notranjem okolju.

4.3 Izhodišča za morebitno uporabo merilnikov za merjenje koncentracije CO₂

Na podlagi strokovnih izhodišč opredeljenih v 2. poglavju Upravljanje in uporaba stavbnih prezračevalnih, klimatskih in ostalih sistemov z namenom preprečevanja širjenja okužbe s SARS-CoV-2 v notranjem okolju se je pri vpeljavi le-teh potrebno zavedati zahtev in omejitev, ki jih lahko le-to prinese:

- pomembno se je zavedati, da je s higienskega vidika na populacijski ravni pomembno istočasno izvajanje tudi drugih ukrepov, kot so: osebe z znaki obolenja naj ostanejo doma, higiena kašlja in kihanja, pravilno umivanje rok z vodo in milom ali razkuževanje rok, izogibanje dotikanju obraza (oči, nosu in ust) z namenom zmanjšanja tveganja za preprečevanje širjenja okužbe s SARS-CoV-2,
- potrebna je pravilna namestitvev (merilnik za merjenje koncentracije CO₂ naj bo nameščen praviloma na višini od 1,2 do 1,5 m in izven dotoka svežega zraka, tj. okno/vpihovanje),

- potrebno je stalno delovanje, pri čemer je potrebno zagotoviti redno električno napajanje,
- upoštevati je potrebno značilnosti prostora (npr. v velikih prostorih (npr. konferenčne dvorane) bi bilo potrebno namestiti več kot en merilnik za merjenje koncentracij CO₂),
- izogniti se je potrebno avtomatskemu, praviloma tedenskemu resetiranju referenčne vrednosti merilnikov koncentracije CO₂, saj je najnižja izmerjena koncentracija CO₂ v zaprtih prostorih pogosto višja od koncentracij v okolici,
- vgradijo naj se merilniki za merjenje koncentracij CO₂ z ustrezno uporabniško podporo, pri tem pa je potrebno motivirati zaposlene in učence/dijake za uporabo in pojasniti pomen njihove uporabe.

V primeru namestitve merilnikov za merjenje koncentracije CO₂ za spremljanje kakovosti zraka v prostoru je potrebno, da merilnik za merjenje koncentracije CO₂ izpolnjuje naslednje značilnosti:

- ustrezno umerjeni,
- imeti mora vizualni učinek, ki opozori na stanje, ki presega priporočeno vrednost CO₂ v zaprtih prostorih z namenom preprečevanja širjenja okužbe s SARS-CoV-2,
- če je za dejavnost sprejemljivo, ima lahko tudi zvočni učinek, ki opozori na stanje, ki presega priporočeno vrednost CO₂ v zaprtih prostorih z namenom preprečevanja širjenja okužbe s SARS-CoV-2,
- merilnik naj omogoča merjenje koncentracije CO₂ vsaj do 5000 ppm v zaprtih prostorih,
- merilna točnost koncentracije CO₂ naj bo vsaj $\pm(5\%$ merjene vrednosti + 50 ppm).

Za preprečevanje širjenja okužbe s SARS-CoV-2 je merilnik za merjenje koncentracije CO₂ je priporočljivo nastaviti na način, da se alarmiranje slabe kakovosti zraka nastavi na vrednost 1000 ppm. Pomen in ukrepanje posameznega mejnika vrednosti CO₂/barve lučke:

- rdeča lučka (1000 ppm): vrednost CO₂ z namenom preprečevanja širjenja okužbe s SARS-CoV-2 presega mejno vrednost, zato je potrebno prezračevanje intenzivirati v največji možni meri, da se vrednost CO₂ zniža na vrednost pod 1000 ppm.

Z namenom spremljanja kakovosti zraka v notranjem okolju in preprečevanja širjenja okužbe s SARS-CoV-2 se priporoča, da se podatki iz merilnikov za merjenje koncentracij CO₂ shranjujejo in so na voljo upravljavcem stavb.

5 Predlog priporočil za uporabo sobnih čistilnikov zraka

Uporaba sobnih čistilnikov zraka je **kratkoročen ukrep**. Da bi zmanjšali možnost okužbe s SARS-CoV-2 na najnižjo možno raven so potrebne **izboljšave prezračevalnega sistema**. Strokovne podlage so opredeljene v poglavju 2 (Upravljanje in uporaba

stavbnih prezračevalnih, klimatskih in ostalih sistemov z namenom preprečevanja širjenja okužbe s SARS-CoV-2 v notranjem okolju).

6 Pojasnilo

Priporočila za prezračevanje z namenom preprečevanja širjenja okužb s SARS-CoV-2, ki so zbrana v tem dokumentu, predstavljajo splošna priporočila. Predlagamo, da jih posamezni sektorji glede na njihove značilnosti vpeljejo na način, da bo za njihovo dejavnost dosežena najvišja raven preprečevanja širjenja okužb s SARS-CoV-2.

Iz preteklih izkušenj je za področje prezračevanja potreben strateški pristop komuniciranja in vpeljave tovrstnega priporočila. Zato predlagamo, da ta segment ukrepa obravnava tudi DP7: Družbeni in komunikacijski vidiki.

Dolgoročno je področje prezračevanja zaradi svojih izvedbenih in finančnih posledic potrebno nasloviti celostno (ne samo covid-19 problematiko), pri tem pa vključiti vse deležnike (npr. resorna ministrstva in širša strokovna javnost).

7 Reference

1. ECDC [Evropski center za preprečevanje in obvladovanje bolezni], 20. 5. 2022. Considerations for the use of face masks in the community in the context of the SARS-CoV-2 Omicron variant of concern. [citirano 2022 Feb 7]. Dosegljivo na: <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/Considerations-for-use-of-face-masks-in-the-community-in-the-context-of-the-SARS-CoV-2-Omicron-variant-of-concern.pdf>
2. Žižak T, Medved S. Guidelines for Single-side Airing of Primary School Classrooms during Breaks; REHVA student Competition 2020. Book of papers: str. 71-6. Dosegljivo na: https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/2022/Book_of_papers_2020.pdf
3. REHVA [Evropsko združenje za ogrevanje, prezračevanje in ventilacijo], 15. 4. 2021. REHVA COVID-19 guidance document. How to operate HVAC and other building service systems to prevent the spread of the coronavirus (SARS-CoV-2) disease (COVID-19) in workplaces. [citirano 2022 Jul 25]. Dosegljivo na: https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/REHVA_COVID-19_guidance_document_V4.1_15042021.pdf
4. MOP [Ministrstvo za okolje in prostor], 10. 5. 2022. Tehnična smernica za graditev TSG-1-004: 2022. ENERGIJSKA UČINKOVITOST STAVB. [citirano 2022 Jul 25]. Dosegljivo na: https://www.gov.si/assets/ministrstva/MOP/Dokumenti/Graditev/TSG-1-004_2022_ure.pdf
5. NIJZ [Nacionalni inštitut za javno zdravje], 18. 5. 2022. Povišane ravni delcev PM₁₀ v zraku - priporočila za prebivalce. [citirano 2022 Jul 25]. Dosegljivo na: <https://www.nijz.si/sl/povisane-ravni-delcev-pm10-v-zraku-priporocila-za-prebivalce>
6. Muhič S ;Muhič T. Measurements of Air Quality in Kindergartens and Schools in the Republic of Slovenia before the COVID-19 Epidemic. Journal of Mechanical Engineering 2022; 68 (4): 290-99. doi:http://dx.doi.org/10.5545/sv-jme.2022.13.

7. Eykelbosh A. Indoor CO₂ Sensors for COVID-19 Risk Mitigation: Current Guidance and Limitations. National Collaborating Centres for Public Health, 18. 5. 2021. [citirano 2022 Jul 25]. Dosegljivo na: file:///C:/Users/Kukec/Desktop/WP2_COVID-19/4_WP%202.3%20PRIPORO%C4%8CILA%20PREZRA%C4%8CEVANJE/1_LITERATURA/FINAL%20-%20Using%20Indoor%20CO2%20Sensors%20for%20COVID%20MAY%2017%202021.pdf
 8. NIJZ [Nacionalni inštitut za javno zdravje], 2022. Razvoj modela za napovedovanje izpostavljenosti onesnaževalom v notranjem zraku v šolah in priprava z dokazi podprtih ukrepov za načrtovanje učinkovitega naravnega prezračevanja učilnic. Poročilo projekta, interni podatki.
-

Sprejem strokovnega stališča

Strokovno stališče je bilo obravnavano na sestanku DP2: Okoljski dejavniki in higiena dne 1. 8. 2022.

Člani DP so bili na sestanku sklepčni (prisotnih več kot polovica članov WP).

Rezultati glasovanja: ZA: 8 PROTI: VZDRŽAN:

Obrazložitev strokovnega stališča na posvetovalni skupini (Izpolnjuje DPO: koordinacija)

Strokovno stališče je obravnavala posvetovalna skupina: DA NE

Če da:

Strokovno stališče je bilo na posvetovalni skupini obravnavano dne ____ . ____ . ____

Posvetovalna skupina je strokovno stališče potrdila: DA NE
