

Smernica REHVA COVID-19, 3. avgust 2020

(ta dokument posodablja predhodni različici iz 3. aprila in 17. marca. Po potrebi bodo sledile posodobitve)

Kako upravljati in uporabljati stavbne prezračevalne, klimatske in ostale sisteme, da bi preprečili širjenje korona virusa (SARS-CoV-2), bolezen (COVID-19) na delovnih mestih

1. Uvod

V tem dokumentu REHVA povzema nasvete o delovanju in uporabi stavbnih sistemov med epidemijo koronavirusa (COVID-19), z namenom preprečitve širjenja COVID-19 preko HVAC (Ogrevanje, Prezračevanje, Klimatizacija) in/ali vodovodnih sistemov v stavbah. Prosimo, berite spodaj navedene nasvete kot *tretnunta* navodila; dokument bomo dopolnili z novimi dokazi in informacijami, ko bodo na voljo.

Spodnji predlogi so mišljeni kot dodatek k splošnim napotkom za delodajalce in lastnike stavb, ki so predstavljeni v dokumentu WHO „[Priprava delovnih mest za COVID-19](#)“. Spodnje besedilo je namenjeno predvsem strokovnjakom za HVAC sisteme in upravnikom stavb. Lahko je uporabno tudi za npr. strokovnjake za varstvo pri delu in javno zdravje in druge vključene v odločitve v zvezi z uporabo stavb.

V tem dokumentu so zajeti varnostni ukrepi v zvezi z stavbnimi sistemi. Področje uporabe je omejeno na poslovne in javne zgradbe (npr. pisarne, šole, trgovine, športne objekte itd.), kjer se pričakuje le občasno prisotnost okuženih oseb. Stanovanjske stavbe ne spadajo v področje uporabe tega dokumenta.

Te smernice so osredotočene na začasne in ukrepe, ki jih je enostavno organizirati, in jih je mogoče izvesti v obstoječih stavbah, ki se uporabljajo med epidemijo ali po njej in so zasedene običajno ali manj.

Izjava o omejitvi odgovornosti:

Ta dokument izraža strokovne nasvete in poglede REHVA, ki temeljijo na razpoložljivih znanstvenih dognanjih o COVID-19, ki so bila na voljo ob objavi. Podatki o SARS-CoV-2 v mnogih vidikih niso popolni, zato so za priporočila uporabljeni dokazi¹ iz prejšnjih izkušenj z SARS-CoV-1. REHVA, avtorji prispevkov in vsi, ki sodelujejo v publikaciji izključujejo kakršno koli odgovornost za kakršno koli neposredno, posredno, naključno škodo ali kakršno koli drugo škodo, ki bi nastala zaradi uporabe informacij v tem dokumentu ali bi bila povezana z njimi.

¹ V zadnjih dveh desetletjih smo bili soočeni s tremi izbruhi koronavirusne bolezni: (i) SARS v letih 2002–2003 (SARS-CoV-1), (ii) MERS v letu 2012 (MERS-CoV) in Covid-19 v letih 2019–2020 (SARS-CoV-2). V tem dokumentu je naš poudarek na zadnjem vidiku prenosa SARS-CoV-2. Ko se bomo nanašali na izbruh SARS v obdobju 2002–2003, bomo takrat uporabili ime virusa SARS-CoV-1.

Povzetek

Nedavno so se pojavili novi dokazi o prenosu SARS-CoV-2 po zraku in splošno prepoznavanje prenosa na večji razdalji z aerosoli. Zaradi tega so bili ukrepi prezračevanja najpomembnejši tehnični ukrepi pri nadzoru okužbe. Medtem ko je fizična razdalja pomembna, da se izognete tesnemu stiku, lahko tveganje za koncentracijo aerosolov in navzkrižno okužbo od 1,5 m naprej pri okuženi osebi zmanjšate z ustreznim prezračevanjem in učinkovitimi rešitvami za distribucijo zraka. V takšnih razmerah so potrebne vsaj tri ravni napotkov: (1) kako upravljati HVAC in druge stavbne sisteme v obstoječih stavbah v času epidemije; (2) kako opraviti oceno tveganja in oceniti varnost različnih zgradb in prostorov; in (3) kakšni bi bili daljnosežnejši ukrepi za nadaljnje zmanjšanje širjenja virusnih bolezni v prihodnosti v stavbah z izboljšanimi prezračevalnimi sistemi². Vsak prostor in delovanje stavbe sta unikatna in zahteva posebno presojo. Predlagamo 15 priporočil, ki jih je mogoče uporabiti v obstoječih stavbah z razmeroma nizkimi stroški za zmanjšanje števila navzkrižnih okužb v zaprtih prostorih. Kar zadeva količino zraka, je vedno boljše več prezračevanja, vendar to ni edin vidik. Veliki prostori, kot so učilnice, ki so dejansko prezračeni po trenutnih standardih, so relativno varni, majhne sobe, ki jih zaseda več oseb, pa imajo največjo verjetnost okužbe, tudi če so dobro prezračevane. Čeprav obstaja veliko možnosti za izboljšanje rešitev za prezračevanje, je pomembno prepoznati, da trenutna tehnologija in znanje že omogočata uporabo številnih prostorov v stavbah med izbruhom COVID-19, če prezračevanje ustreza obstoječim standardom in se izvaja ocena tveganja³.

Kazalo vsebin

1. Uvod	1
2 Prenosne poti.....	3
3 Ogrevalni, prezračevalni in klimatizacijski sistemi v kontekstu COVID-19.....	6
4 Praktični ukrepi za obratovanje stavbnih sistemov med epidemijo za zmanjšanje tveganja prenosa okužb.....	8
5 Povzetek praktičnih ukrepov za obratovanje stavbnih sistemov med epidemijo.....	14
Povratne informacije	15
Literatura	16

² Delovna skupina REHVA COVID-19 trenutno razvija dodatne informacije o točkah 2 in 3.

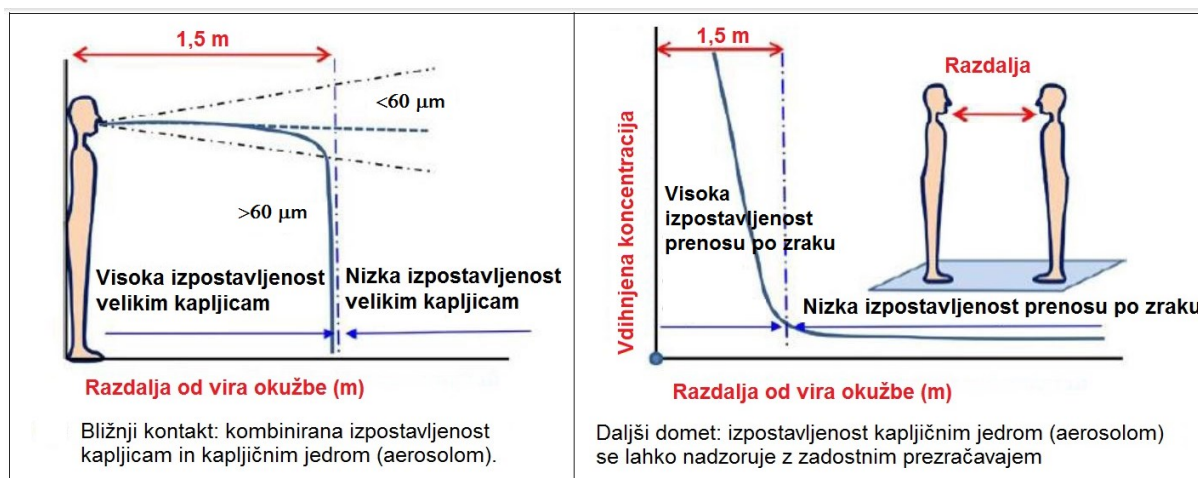
³ Trenutno razvija delovna skupina REHVA COVID-19.

2. Prenosne poti

Za vsako epidemijo so pomembne prenosne poti povzročitelja okužbe. Za COVID-19 in za številne druge respiratorne viruse prevladujejo tri poti prenosa: (1) kombinirani prenos preko kapljic in po zraku v 1-2 m tesnem stičnem območju, ki izhaja iz kapljic in aerosolov, ki se izločajo pri kihanju, kašljanju, petju, kričanju, govorjenju in dihanju; (2) zračni prenos na dolge razdalje (na osnovi aerosola); in (3) površinski (kontaktni) stik roka – roka, površina - roka itd. Možnosti preprečevanja so: fizična razdalja, da se izognete tesnemu stiku, prezračevanje, da se prepreči prenašanje skozi zrak in higiena rok, da ne pride do površinskega prenosa. Ta dokument se osredotoča predvsem na ukrepe za zmanjšanje prenosa po zraku, medtem ko osebna zaščitna oprema, kot so maske, ne spada v področje uporabe dokumenta. Dodatni poti prenosa, ki potrebujejo pozornosti, so fekalno-oralna pot in resuspendiranje SARS-CoV-2.

Velikost koronavirusnega delca je 80-160 nanometrov^{4,i}, in ostaja aktiven na površinah več ur ali nekaj dni, razen če ni posebnega čiščenja,^{iii,iv}. V zraku v zaprtih prostorih lahko SARS-CoV-2 ostane aktiven do 3 ure in do 2-3 dni na površinah v prostorih pri običajnih notranjih pogojih. Virus v zraku ni gol, ampak ga vsebujejo kapljice izdihne tekočine. Velike kapljice padejo navzdol, majhne kapljice pa ostanejo v zraku in lahko potujejo na velike razdalje, saj jih prenašajo zračni tokovi v prostorih in v odvodnih zračnih kanalih prezračevalnih sistemov, pa tudi v dovodnih kanalih, kadar zrak kroži. Dokazi kažejo, da je prenos po zraku med drugim povzročil dobro znane okužbe s SARS-CoV-1 v preteklosti^{vii}.

Izdihane kapljice suspendirane v zraku (kar pomeni leteče), imajo premer manj kot 1 μm (mikrometer = mikron) do več kot 100 μm , kar je največja velikost delcev, ki jih je mogoče vdihavati. Imenujemo jih tudi kot aerosoli, to so delci, suspendirani na zraku, saj so kapljice tekoči delci. Glavni mehanizmi za prenos zraka so prikazani na sliki 1.



Slika 1. Razlika med tesnim kontaktnim kombiniranim kapljičnim in aerosolnim prenosom (levo) in aerosolnim prenosom na dolge razdalje (desno), ki ga je mogoče nadzorovati s prezračevanjem, saj koncentracijo virusa razredči na nizko raven. (Slika: L. Liu, Y. Li, P. V. Nielsen et al.^{xii})

Prenos po zraku je odvisen od velikosti kapljic,^{ix,x} in ga običajno delimo na območja tesnega stika in na dolge razdalje:

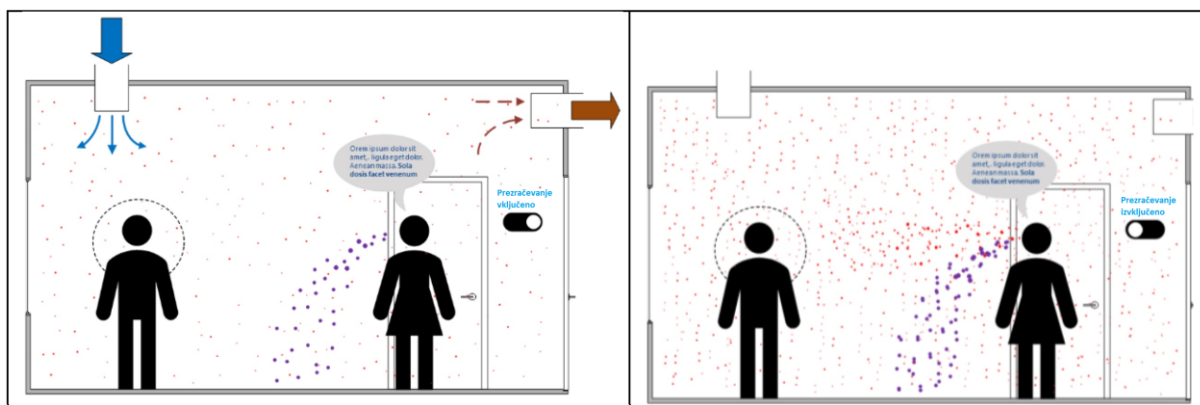
1. Območje prenosa kapljic kratkega dosega za dogodke v tesnem stiku je mogoče določiti z prepotovano razdaljo, preden majhne in velike kapljice (do 2000 μm = 2 mm) padejo na površino. Pri začetni hitrosti kapljice 10 m/s večje kapljice padejo na tla v 1,5 m. Pri dihanju so hitrosti kapljic 1 m/s za normalno dihanje, 5 m/s za govorjenje, 10 m/s za kašelj in 20-50

⁴ 1 nanometer = 0,001 mikro metra

m/s za kihanje. Izločene kapljice izparijo in se izsušijo v zraku, tako da se jedra kapljic skrčijo na približno polovico ali tretjino začetnega premera. Kapljice z začetnim premerom manjšim od 60 μm ne dosežejo tal, preden se v celoti izsušijo, in se z zračnimi tokovi lahko prenašajo dlje kot 1,5 m.

2. Za prenos po zraku na daljših razdaljah velja več kot 1,5 m. Izsušitev kapljic je hitra; na primer, 50 μm kapljica se izsuši v približno dveh sekundah in 10 μm kapljica v 0,1 s, do približno polovico začetnega premera kapljičnega jedra⁵. Kapljična jedra <10 μm lahko prenašajo zračni tokovi na dolge razdalje, saj so začetne hitrosti za 10 μm in 5 μm (ravnotežni premer kapljičnih jeter) le 0,3 cm/s in 0,08 cm/s, zato je potrebno približno 8,3 oziroma 33 minut, da pade za 1,5 m. Zaradi takojšnjega sušenja se izraz "kapljica" pogosto uporablja za izsušena kapljična jedra, ki vsebujejo nekaj tekočine, kar razloži, zakaj virusi lahko preživijo v njih. Kapljična jedra tvorijo suspenzijo delcev v zraku, to je aerosol. Z učinkovitim mešalnim prezračevanjem je koncentracija aerosolov skoraj stalna od 1-1,5 m naprej. Na to koncentracijo najbolj vplivajo hitrosti izmenjave zraka v primerno prezračenih prostorih, zmanjša pa se tudi z odlaganjem in razpadanjem delcev z virusom.

Bolj pomembna od tega, kako daleč potujejo kapljice različnih velikosti, je oddaljenost od vira ali okužene osebe, pri kateri bo dosežena skoraj konstantna koncentracija aerosola. Kot prikazuje slika 1, desno, se bo koncentracija kapljičnih jeter hitro zmanjšala v prvih 1-1,5 metra od izdihane osebe^{xii}. Ta učinek je posledica aerodinamike toka izdihanega zraka in pretoka v mikro okolju okoli ljudi. Porazdelitev jeter kapljic je odvisna od položaja ljudi, števila izmenjav zraka, vrste sistema za distribucijo zraka, kot je na primer mešalno, izpodrivno ali osebno prezračevanje in drugih zračnih tokov v prostoru. Zato tesni stik znotraj prvega 1,5 metra ustvarja visoko izpostavljenost tako velikim kapljicam kot kapljičnim jedrom, kar podpirajo eksperimentalne in numerične študije^{xii}. Koncentracije aerosolov in navzkrižno okužbo 1,5 m ali več od okužene osebe lahko kontrolirate z ustreznimi rešitvami za prezračevanje in distribucijo zraka. Učinek prezračevanja je prikazan na Sliki 2.



Slika 2. Ponazoritev, kako okužena oseba (oseba, ki govori na desni) vodi v izpostavljenost aerosolom (rdeče pike) v območju dihanja druge osebe (v tem primeru oseba na levi). Izdihane velike kapljice so označene s vijoličnimi pikami. Ko je prostor prezračevan z mešalnim prezračevalnim sistemom, je količina delcev obremenjenih z virusom, v območju dihanja veliko manjša kot pri izključenem prezračevanju. Leva slika: prezračevalni sistem vključen, desna: prezračevalni sistem izključen.

Za SARS-CoV-2 je prenos na dolge razdalje na osnovi aerosola z okužbo zaradi izpostavljenosti delcem kapljičnih jeter prvič potrdila WHO za bolnišnične postopke generiranja aerosolov in jih obravnavala v navodilih za povečanje prezračevanja^{xiv}. Japonske oblasti so bile ene prvih, ki so obravnavale možnost aerosolnega prenosa v določenih okoliščinah, na primer med pogovorom veliko ljudi na

⁵ Fizika suspendiranih dihalnih kapljic v zraku kaže, da bo kapljica z začetnim premerom 20 μm izhlapela v 0,24 sekunde v sobnem zraku, hkrati pa se ob 50% RH skrčila do kapljičnih jeter s ravnovesnim premerom približno 10 μm . Za 10 μm kapljice, vključno s še nekaj tekočine, je potrebnih 8,3 minute, da padejo 1,5 m v mirujočem zraku.

kratki razdalji v zaprtem prostoru in s tem povezano tveganje za širjenje okužbe, tudi brez kašlja ali kihanja^{xv}. Po tem so sledili številni drugi organi, vključno z ameriškim CDC, vlado Združenega kraljestva, italijansko vlado in kitajsko nacionalno zdravstveno komisijo. Pomembni dokazi so izhajali iz študije, v kateri so ugotovili, da je prenos aerosola verodostojen, saj virus lahko v aerosolih ostane aktiven več ur. Analize dogodkov kjer se je okužilo veliko ljudi so pokazale, da je zaprto okolje z minimalnim prezračevanjem močno prispevalo k značilno visokemu številu sekundarnih okužb^{xvi}. Dobro znani dogodki, ki poročajo o aerosolnem prenosu, so iz restavracije Guangzhou^{xvii} in doline Skagit Chorale^{xviii}, kjer je stopnja prezračevanja zunanega zraka znašala 1–2 L/s na osebo. Številni znanstveniki priznavajo dejstvo, da so se pojavili pomembni dokazi, ki kažejo, da se SARS-CoV-2 prenaša z aerosoli^{xix,xx}. Do danes sta Evropski center za preprečevanje in obvladovanje bolezni v pregledu sistemov HVAC v okviru COVID-19 in nemški Robert-Koch-Institut priznala aerosolni transport^{xxi, xxii}. Nazadnje je WHO po odprtem pismu 239 znanstvenikov^{xxiii} dodala aerosolni prenos svojemu znanstvenemu poročilu^{xxiv}. Na splošno mehanizem prenosa na večje razdalje na osnovi aerosola pomeni, da zgolj razdalja 1-2 m od okužene osebe ni dovolj, zato je za učinkovito odstranjevanje delcev v prostorih potreben nadzor koncentracije z redčenjem.

Površinski (fomitni) kontaktni prenos se lahko pojavi, kadar izločene velike kapljice padejo na bližnje površine in predmete, kot so npr. mize. Oseba se lahko okuži s COVID-19 tako, da se dotakne površine ali predmeta, ki ima virus na sebi, nato pa se dotakne svojih ust, nosu ali morebiti oči, vendar ameriški CDC ugotavlja, da ta pot ni smatrana kot glavni način za širjenje virusa^{xxv}.

WHO prepoznava fekalno-oralno, to je pot prenosa aerosolov/odplak za okužbe s SARS-CoV-2^{xxvi}. WHO kot previdnostni ukrep predlaga izpiranje stranišč z zaprtim pokrovom. Poleg tega je nujno, da se izognete izsušenim odtokom v talnih in drugih sanitarnih napravah z rednim dolivanjem vode (vsake 3 tedne odvisno od podnebja) tako, da sifon deluje pravilno. To preprečuje pretok aerosola skozi kanalizacijo in je v skladu z opazovanji med izbruhom SARS 2002-2003: odprte povezave s kanalizacijskimi cevmi so bile prenosna pot v stanovanjski zgradbi v Hong Kongu (Amoy Garden)^{xxvii}. Znano je, da splakanje stranišč ustvarja dvigajoče se zračne tokove, ki vsebujejo kapljice in ostanke kapljic, če stranišča splaknemo z odprtimi pokrovi. Viruse SARS-CoV-2 so odkrili v vzorcih blata (o čemer so poročali v zadnjih znanstvenih člankih in kitajske oblasti).^{xxviii, xxix, xxx}

Sklep v zvezi s prenosom po zraku

Pred kratkim so bili pridobljeni novi dokazi in splošno priznavanje aerosolne prenosne poti. Ko je bila 17. marca 2020 objavljena prva različica tega dokumenta, je REHVA po načelu ALARP (*As Low As Reasonably Practicable*) predlagala uporabo vrste HVAC ukrepov, ki pomagajo nadzorovati pot aerosolov v stavbah. Do danes obstajajo dokazi o prenosu na osnovi aerosolov na osnovi SARS-CoV-2 in ta pot je zdaj priznana po vsem svetu. Relativni prispevek različnih prenosnih poti pri širjenju COVID-19 še ni znan. Zato je nemogoče reči, ali ima prenos na osnovi aerosola veliko ali le pomembno vlogo. Poti za prenos so odvisne tudi od lokacije. V bolnišnicah z odlično 12 ACH (Air Change per Hour oz število izmenjav zraka na uro) stopnja prezračevanja se večinoma odpravlja aerosolni prenos, v slabo prezračenih prostorih pa je lahko prevladujoč. Prenosne poti ostajajo pomemben predmet raziskovanja in že je bilo poročano, da pot aerosola na kratke razdalje med tesnim stikom^{xxxii} prevladuje pri izpostavljenosti okužbam dihal. Medicinska literatura je začela govoriti o novi paradigmi nalezljivih aerosolov. Zaključeno je, da ni dokazov, ki bi podprli koncept, da je večina okužb dihal povezanih predvsem z prenosom velikih kapljic in da so aerosoli z majhnimi delci pravilo, ne pa izjema v nasprotju s trenutnimi smernicami^{xxxiii}. V stavbah in prostorih ni dvoma, da lahko z razdajo do 1,5 m od okužene osebe in s prezračevanjem kontroliramo tveganje navzkrižne okužbe.

3. Ogrevalni, prezračevalni in klimatizacijski sistemi v kontekstu COVID-19

Obstajajo številni možni ukrepi za zmanjšanje tveganj prenosa COVID-19 v stavbah. Ta dokument zajema priporočila za prezračevalne rešitve kot glavni „inženirski nadzor“, kot je opisano v tradicionalni hierarhiji zatiranja okužb (Slika 3) za zmanjšanje okoljskih tveganj zaradi prenosa po zraku. V skladu s hierarhijo so prezračevanje in drugi HVAC in vodovodni sistemi, na višji ravni kot uporaba administrativne kontrole in osebne zaščitne opreme, vključno z maskami. Zato je zelo pomembno razmisliti o sistemskih ukrepih prezračevanja in drugih stavbnih sistemih za zaščito pred prenosom po zraku. Te se lahko uporabijo v obstoječih stavbah z razmeroma niskimi stroški, da se zmanjša tveganje okužbe v zaprtih prostorih.



Slika 3. Tradicionalna piramida za zatiranje okužb, prilagojena iz ameriškega centra za nadzor bolezni^{xxxiii}

Evropski center za preprečevanje in obvladovanje bolezni (ECDC) je za javne zdravstvene organe v državah EU/EEA in Veliki Britaniji pripravil smernice o prezračevanju prostorov v okviru COVID-19^{xxi}. Te smernice so namenjene strokovnjakom za javno zdravje in služijo kot osnova REHVA-i za pripravo specifičnih smernic tehničnih sistemov za strokovnjake za HVAC. Glavne dokaze in sklepe ECDC lahko povzamemo, kot sledi:

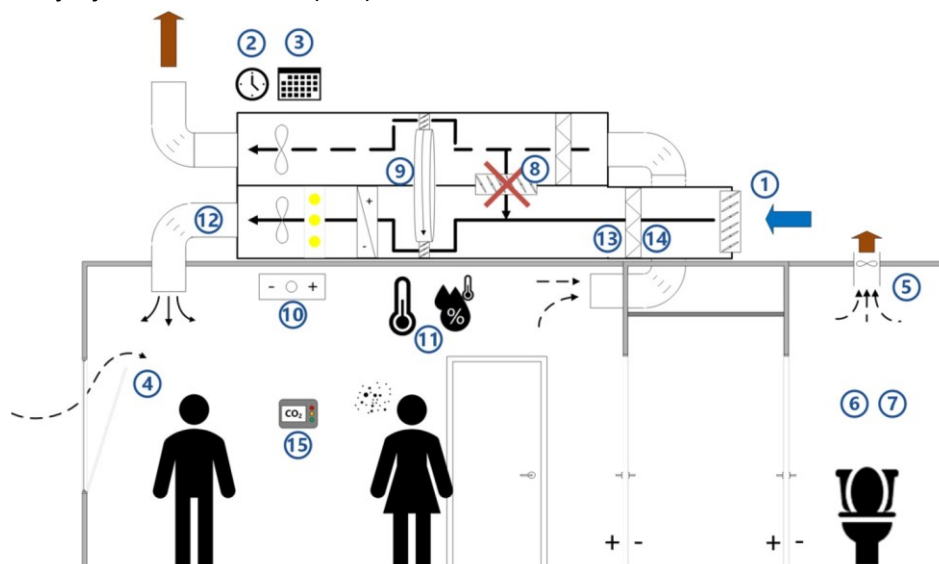
- *Prenos COVID-19 običajno poteka v zaprtih prostorih.*
- *Trenutno ni dokazov o okužbi ljudi s SARS-CoV-2, ki bi jih povzročili nalezljivi aerosoli, ki se distribuirajo po zračnih kanalih prezračevalnega sistema. Tveganje je ocenjeno kot zelo nizko.*
- *Dobro vzdrževani HVAC sistemi, vključno s klimatskimi napravami, varno filtrirajo velike kapljice, ki vsebujejo SARS-CoV-2. Aerosoli COVID-19 (majhne kapljice in kapljična jedra) se lahko širijo po sistemih HVAC znotraj stavbe ali vozila in samostojnih klimatskih enot, če se zrak recirkulira.*
- *Pretok zraka, ki ga ustvarijo prezračevalne naprave, lahko olajša širjenje kapljic, ki jih izločajo okužene osebe na daljše razdalje v prostorih.*
- *HVAC sistemi imajo lahko dopolnilno vlogo pri zmanjšanju prenosa v notranjih prostorih s povečanjem izmenjav zraka, zmanjšanjem recirkulacije zraka in povečanjem uporabe zunanjega zraka.*
- *Skrbniki stavb morajo vzdrževati ogrevalne, prezračevalne in klimatizacijske sisteme v skladu s trenutnimi proizvajalčevimi navodili, zlasti glede čiščenja in menjave filtrov. V zvezi s COVID-19 ni dodatnih koristi ali potrebe po dodatnih ciklih vzdrževanja.*
- *Izogibati se je treba varčevalnim nastavitvam, na primer prezračevanju glede na potrebo, ki ga nadzira časovno stikalo ali CO₂.*
- *Razmisliti je treba o podaljšanju obratovalnih časov HVAC sistemov pred in po običajnih obdobjih.*

- Neposredni pretok zraka je treba preusmeriti stran od skupin posameznikov, da se prepreči širjenje patogena od okuženih oseb in prenos.
- Organizatorji in skrbniki, odgovorni za zborovanja in kritične nastavitve infrastrukture, naj preučijo možnosti s pomočjo svojih tehničnih / vzdrževalnih skupin, da se čim bolj izognejo recirkulaciji zraka. Razmisliti bi morali o pregledu svojih postopkov za uporabo recirkulacije v sistemih HVAC na podlagi informacij, ki jih je posredoval proizvajalec, in če niso na voljo, poiskati nasvet proizvajalca.
- Najprej je treba zagotoviti najmanjše število izmenjav zraka na uro, skladno z veljavnimi gradbenimi predpisi. Povečanje števila izmenjav zraka na uro zmanjša tveganje za prenos v zaprtih prostorih. To lahko dosežemo z naravnim ali mehanskim prezračevanjem, odvisno od nastavitve.

4. Praktični ukrepi za obratovanje stavbnih sistemov med epidemijo za zmanjšanje tveganja prenosa okužb

Ta REHVA navodila za delovanje gradbenih storitev zajema 15 glavnih postavk, kot je prikazano na Sliki 4:

1. Število izmenjav zraka
2. Časi prezračevanja
3. Nenehno delovanje prezračevanja
4. Odpiranje oken
5. Prezračevanje toaletnih prostorov
6. Okna v straniščih
7. Splakovanje stranišč
8. Recirkulacija
9. Oprema za rekuperacijo toplote
10. Ventilatorski konvektorji in indukcijske enote
11. Ogrevanje, hlajenje in možne nastavitve vlaženja
12. Čiščenje kanalov
13. Zunanji zrak in filtri za izsesavanje zraka
14. Vzdrževalna dela
15. Spremljanje kakovosti zraka (IAQ)



Slika 4. Glavne postavke smernic REHVA za delovanje stavbnih sistemov.

4.1 Povečajte dovod (vtok) in odvod (odtok) zraka

V stavbah z mehanskimi prezračevalnimi sistemi se priporočajo podaljšani časi obratovanja sistema. Spremenite čase obratovanja tako, da začnete prezračevati z nazivno hitrostjo vsaj 2 uri pred začetkom uporabe stavbe in preklopite na nižjo hitrost obratovanja 2 uri po koncu uporabe stavbe. Prezračevalnim sistemom, ki obratujejo glede na kontrolirano potrebo spremenite nastavljeno vrednost CO₂ na nižjo vrednost 400 ppm, da se zagotovi obratovanje pri nazivni hitrosti. Prezračevanje naj obratuje 24/7 z nižjimi (vendar ne izklopljenimi) stopnjami prezračevanja, kadar so ljudje odsotni⁶. V stavbah, ki so bile zaradi pandemije izpraznjene (nekatere pisarne ali izobraževalne stavbe), ni priporočljivo izključiti prezračevanja, temveč neprekinjeno obratovanje z zmanjšano

⁶ V obdobjih, ki niso zasedena, se lahko prezračevanje izvaja periodično, tako da se ohrani najnižja hitrost pretoka zunanjega zraka, priporočena v EN 16798-1: 2019, 0,15 L/s na m² tal.

hitrostjo. V prehodnih obdobjih z nizkimi potrebami po ogrevanju in hlajenju predhodna priporočila ne povzročajo velike rabe energije, pri čemer pa pomagajo odstraniti virusne delce iz stavbe in odstraniti sproščene delce virusov s površin. Pozimi in poleti je potrebno sprejeti višjo rabo energije, ker imajo prezračevalni sistemi dovolj toplotne in hladilne moči, da upoštevajo ta priporočila brez ogrožanja toplotne udobja.

Splošni nasvet: dovajajte čim več zunanjšega zraka, kolikor je to mogoče. Ključni vidik je količina svežega zraka na osebo. Če se zaradi dela na daljavo zmanjša število zaposlenih, ne skoncentrirajte preostalih zaposlenih na manjših površinah, temveč vzdržujte ali povečujte razdalje med ljudmi (najmanjša fizična razdalja 2-3 m med osebami), da spodbudite učinek čiščenja s prezračevanjem. Več informacij o stopnjah prezračevanja in tveganjih v različnih prostorih bo na voljo v posodobljeni različici dokumenta v naslednjih mesecih.

Odvodni (odtočni) prezračevalni sistemi stranišč bi morali delovati 24/7 podobno kot glavni prezračevalni sistem. Preklopite na nazivno hitrost najmanj 2 uri pred odpiranjem stavbe in jo lahko preklopite na nižjo hitrost 2 uri po času uporabe stavbe. Če hitrosti ventilatorja ni mogoče nadzorovati, mora prezračevanje stranišča delovati 24/7 s polno hitrostjo.

4.2 Uporabljajte več prezračevanja z odpiranjem oken

Splošno priporočilo: izogibajte se gneči in slabo prezračeni prostorom. V stavbah brez mehanskih prezračevalnih sistemov je priporočljivo aktivno uporabljati okna (veliko več kot običajno, tudi če to povzroča delno toplotno neugodje). Zračenje z odpiranjem oken je torej edini način za povečanje izmenjav zraka. Okna odprite za 15 minut ali več, ko vstopite 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.

Odprta okna v straniščih z vzgonskim ali mehanskim odvodom zraka lahko povzročijo prenos onesnaženega zraka iz stranišča v druge prostore, kar pomeni, da prezračujemo v obratni smeri. Zato se je treba izogibati odprtemu oknu v straniščih. V primeru, ko ni ustreznega prezračevanja stranišč in prezračevanja z odpiranjem oken v straniščih ni mogoče preprečiti, je pomembno, da so istočasno okna odprta tudi v drugih prostorih, da se doseže prečni pretok zraka skozi stavbo.

4.3 Vlaženje in klimatizacija nimata praktičnega učinka

Relativna vlažnost in temperatura zraka prispevata k prenosu virusa v zaprtih prostorih, kar vpliva na sposobnost preživetja virusa, tvorbo jeder kapljic in občutljivost sluznic uporabnikov stavbe. Prenos nekaterih virusov v zgradbah je mogoče omejiti s spreminjanjem temperature zraka in ravni vlažnosti, da se zmanjša sposobnost preživetja virusa. V primeru SARS-CoV-2 to na žalost ni možnost, saj so koronavirusi precej odporni na spremembe v okolju in so dovzetni le za zelo visoko relativno vlažnost nad 80% in temperaturo nad 30 °C^{ii, iii, iv}, kar zaradi toplotnega ugodja in izogibanja rasti mikrobov v stavbah niso dosegljivi in sprejemljivi. SARS-CoV-2 preživi 14 dni pri 4°C; en dan pri 37°C in 30 minut pri 56°C^{xxxiv}.

Stabilnost (sposobnost preživetja) SARS-CoV-2 je bila testirana pri tipični notranji temperaturi 21-23 °C in relativne vlažnosti 65% z zelo visoko stabilnostjo virusa pri tej temperaturi in RH (RH = Relative Humidity oz. slovensko. relativni vlažnosti)^{xxxv}. Skupaj s prejšnjimi dokazi o MERS-CoV je dobro dokumentirano, da lahko vlaženje do 65% ima zelo majhen vpliv ali ne vpliva na stabilnost virusa SARS-CoV-2. Sedanji dokazi ne podpirajo stališča, da bo zmerna vlažnost (RH 40-60%) koristna za zmanjšanje sposobnosti preživetja SARS-CoV-2, zato vlaženje NI metoda za zmanjšanje sposobnosti preživetja SARS-CoV-2.

Majhne kapljice (0,5 - 50 μm) hitreje izhlapijo pri kateri koli relativni vlažnosti (RH)^{xxxvi}. Nosni sistemi in sluznice so občutljivejši na okužbe pri zelo nizki RH 10-20%^{xxxvii, xxxviii}, zato se včasih priporoča nekaj vlaženja pozimi (do ravni 20-30%), čeprav je bila uporaba vlažilcev zraka povezana z večjim številom vseh in kratkotrajnih bolniških odsotnosti^{xxxix}.

V stavbah, opremljenih s centralnim vlaženjem, ni treba spreminjati nastavljenih vrednosti sistemov vlaženja (običajno 25 ali 30%^{xl}). Navadno nobena prilagoditev nastavljenih vrednosti za ogrevalne ali hladilne sisteme ni potrebna, sistem pa lahko deluje normalno, saj ni neposrednih posledic za tveganje prenosa SARS-CoV-2.

4.4. Varna uporaba sistemov za rekuperacijo toplote

Prenos delcev virusa preko naprav za rekuperacijo toplote ni težava, če je sistem HVAC opremljen z dvojnimi prenosniki toplote iz odpadnega na sveži zrak ali drugo napravo za rekuperacijo toplote, ki zagotavlja 100% ločitev zraka med odvodno in dovodno stranjo^{xli}.

Nekatere naprave za rekuperacijo toplote lahko prepuščajo delce in plinasta onesnažila s strani odvodnega (odtočnega) zraka na stran dovodnega (vtočnega) zraka. Regenerativni prenosniki toplote zrak-zrak (t.i. rotorji, imenovani tudi entalpijska kolesa) lahko povzročijo znatno puščanje v primeru slabe zasnove in vzdrževanja. Za pravilno obratujoče rotacijske prenosnike toplote, opremljene s sektorji za čiščenje in pravilno nastavljene, so stopnje puščanja približno enake kot pri ploščatih prenosnikih toplote v območju 1-2%, kar je v praksi nepomembno. Pri obstoječih sistemih mora biti puščanje pod 5% in je treba nadomestiti s povečanim prezračevanjem zunanjega zraka, skladno z EN 16798-3:2017. Vendar pa mnogi vrtljivi prenosniki toplote morda niso pravilno nameščeni. Najpogostejša napaka je, da so ventilatorji nameščeni tako, da se ustvari večji tlak na strani odvodnega (odtočnega) zraka. To bo povzročilo uhajanje odvodnega (odtočnega) zraka v dovodni (vtočni) zrak. Stopnja nenadzorovanega prenosa onesnaženega odvodnega zraka je lahko v teh primerih 20%^{xlii}, kar ni sprejemljivo.

Pokaže se, da imajo rotacijski prenosniki toplote, ki so pravilno izdelani, nameščeni in vzdrževani, skoraj brez prenosa onesnaževal, vezanih na delce (vključno z bakterijami, virusi in glivami, ki se prenašajo na zrak), vendar je prenos omejen na plinasta onesnaževala, kot je tobačni dim in druge vonjave^{xliii}. Tako ni dokazov, da bi bili delci virusa, ki se začnejo pri 0,2 μm , preneseni čez kolo. Ker hitrost puščanja ni odvisna od hitrosti vrtenja rotorja, ni treba izključiti rotorjev. Običajno obratovanje rotorjev olajša ohranjanje višjih stopenj prezračevanja. Znano je, da je pretok puščanja največji pri majhnem pretoku zraka, zato so priporočljive višje ravni prezračevanja, kot je priporočeno v poglavju 4.1.

Če se na odsekih za rekuperacijo toplote odkrijejo kritična puščanja, je mogoče prilagajanje tlaka ali obvod (nekateri sistemi so opremljeni z obvodom), da se izognete situaciji, ko večji tlak na odvodni strani povzroči uhajanje zraka na dovodno stran. Razlike v tlaku lahko popravite z blažilniki za nadzor pretoka zraka ali z drugimi smiselnimi ukrepi. Za konec priporočamo pregled opreme za rekuperacijo toplote, vključno z merjenjem tlačne razlike in oceno puščanja na podlagi merjenja temperature (glejte Posebna navodila: [Omejevanje notranjega uhajanja zraka skozi rotacijski izmenjevalnik toplote](#)).

4.5 Brez centralne recirkulacije (vračanja zavrženega zraka)

Delci virusa v odvodnih (odtočnih) zračnih kanalih lahko tudi ponovno vstopijo v stavbo, ko so centralizirane enote za obdelavo zraka opremljene z recirkulacijskimi enotami. Splošno priporočilo je,

da se med epidemijo SARS-CoV-2 izognete centralni recirkulaciji: zaprite recirkulacijske lopute bodisi s sistemom upravljanja stavb bodisi ročno.

Včasih so klimati in odseki za recirkulacijo opremljeni s povratnimi zračnimi filtri. To ne bi smelo biti razlog za odprtje loput recirkulacije, saj ti filtri običajno ne odstranijo virusnih snovi, ker imajo grobo ali srednje zmogljivost filtrov (razred filtrov G4/M5 ali ISO grobo/ePM10).

V zračnih sistemih in sistemih zrak in voda, kjer se zaradi omejenih zmogljivosti hlajenja ali ogrevanja ni mogoče izogniti centralni recirkulaciji, je treba delež zunanjega zraka čim bolj povečati in priporočiti dodatne ukrepe za filtriranje povratnega zraka. Za popolno odstranitev delcev in virusov iz povratnega zraka bodo potrebni filtri HEPA. Toda zaradi večjega padca tlaka in posebnih potrebnih okvirjev filtrov HEPA, filtrov običajno ni enostavno namestiti v obstoječe sisteme. Lahko pa uporabimo tudi namestitev kanalskih naprav za razkuževanje, kot je ultravijolično germicidno obsevanje (UVGI), imenovano tudi ultravijolično razkuževanje (GUV). Pomembno je, da je ta oprema pravilno dimenzionirana in nameščena⁷. Če je tehnično mogoče, je bolje namestiti filter višjega razreda v obstoječe okvirje in povečati tlak odvodnih ventilatorjev, ne da bi zmanjšali pretok zraka. Minimalno izboljšanje je zamenjava obstoječih filtrov povratnega zraka z nizko učinkovitostjo z ePM1 80% (prej F8) filtri. Filtri nekdanjega razreda F8 imajo sprejemljivo učinkovitost zajemanja delcev, obremenjenih z virusom (učinkovitost zajema 65-90% za PM1).

4.6 Cirkulacija v prostoru: ventilatorski konvektorji, split in indukcijske enote

V prostorih, ki imajo samo ventilatorske konvektorje ali split enote (vodni ali neposredni ekspanzijski sistemi), je prva prioriteta doseganje ustreznega prezračevanja z zunanjim zrakom. V takih sistemih je mehansko prezračevanje običajno neodvisno od ventilatorskih konvektorjev ali split enot, možni pa sta dve opciji prezračevanja:

1. Aktivno odpiranja oken skupaj z namestitvijo CO₂ monitorjev kot indikatorjev prezračevanja z zunanjim zrakom;
2. Namestitev samostojnega mehanskega prezračevalnega sistema (lokalnega ali centraliziranega, glede na tehnično izvedljivost). Le tako lahko v prostorih ves čas zagotovite zadosten dovod zunanjega zraka.

Če se uporablja možnost 1, so pomembni monitorji CO₂, saj ventilatorski konvektorji in split enote s funkcijo hlajenja ali ogrevanja izboljšujejo toplotno udobje in lahko traja predolgo, preden uporabniki zaznajo slabo kakovost zraka in pomanjkanje prezračevanja^{xiv}. Glejte primer monitorja CO₂ v dokumentu s posebnimi smernicami za šolske zgradbe.

Ventilatorski konvektorji imajo grobe filtre, ki praktično ne filtrirajo manjših delcev, vendar vseeno lahko zbirajo potencialno onesnažene delce, ki se lahko nato sproščajo, ko ventilatorji začnejo delovati. Ventilatorski konvektorji in indukcijske enote bodo morda potrebovali dodatne ukrepe, kot sledi:

1. Ventilatorski konvektorji, hladilne grede in druge indukcijske enote, opremljene s primarnim zunanjim dovodnim zrakom (sistemi zrak in voda), ki dovajajo zunanji zrak, ne potrebujejo posebnih ukrepov, razen da se čim bolj poveča stopnja prezračevanja zunanjega zraka;
2. Samo ventilatorski konvektorji in split enote v pisarniških prostorih za eno osebo in domovih ne potrebujejo drugih ukrepov, razen rednega dovoda zunanjega zraka v prostor;
3. Priporočljivo je, da ventilatorski konvektorji in split enote v skupnih prostorih (večje prostore z ventilatorski konvektorji in split enote, ki jih zaseda veliko ljudi) nenehno obratujejo, tako da ventilatorji teh enot ne bodo izključeni, temveč neprekinjeno delujejo pri nizki hitrosti. Če takšna prilagoditev krmiljenja ni mogoča, je treba enote prisiliti v delovanje. Med urami

⁷ Trenutno razvija delovna skupina REHVA COVID-19.

zasedenosti pustite okna delno odprta (če jih je mogoče odpreti), da povečate raven prezračevanja.

4.7 Čiščenje kanalov nima praktičnega učinka

Obstaja pretirano stališče, ki priporoča čiščenje prezračevalnih kanalov, da se prepreči prenos SARS-CoV-2 prek prezračevalnih sistemov. Čiščenje kanalov ni učinkovita zaščita pred okužbo iz prostora v prostor, ker prezračevalni sistem ni vir kontaminacije, če sledimo predhodnim napotkom o vračanju toplote in recirkulacije. Virusi, pritrjeni na majhne delce, se ne odlagajo zlahka v prezračevalnih kanalih in jih običajno tok zraka odstrani^{xlv}. Zato niso potrebne nobene spremembe pri običajnih postopkih čiščenja in vzdrževanja kanalov. Veliko bolj pomembno je povečati dovod (vtok) svežega zraka ter se izogibati recirkulaciji zraka v skladu s predhodnimi priporočili.

4.8 Menjava zunanjih zračnih filtrov ni potrebna

V kontekstu COVID-19 so bila vprašanja, ali je treba filtre zamenjati in kakšen je zaščitni učinek v zelo redkih primerih onesnaženja z virusom na prostem, na primer, če so izpusti zavrženega (odpadnega) zraka blizu dovodnim (vtočnim) odprtinam zraka. Sodobni prezračevalni sistemi (klimatske naprave) so opremljeni s finimi zunanjimi zračnimi filtri takoj po dovodu zunanjega zraka (razred filtrov F7 ali F8⁸ ali ISO ePM2.5 ali ePM1), ki dobro filtrirajo trdne delce iz zunanjega zraka. Velikost najmanjših virusnih delcev v dihalnih aerosolih je približno 0,2 µm (PM0,2), manjša od površine zajema filtrov F8 (učinkovitost zajema 65-90% za PM1). Kljub temu je večina virusnega materiala že na območju zajemanja filtrov. To pomeni, da v redkih primerih z onesnaženim virusom zunanji zrak standardni fini zunanji zračni filtri zagotavljajo primerno zaščito pred nizko koncentracijo in občasnim pojavljanjem virusnega materiala v zunanjem zraku.

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 učinkovitost zajema virusa (glejte poglavje 4.4 za rekuperacijo toplote in 4.5 za recirkulacijo).

Z vidika zamenjave filtra je mogoče uporabiti običajne postopke vzdrževanja. Zamašeni filtri v tem kontekstu niso vir kontaminacije, vendar zmanjšujejo dovod (vtok) zraka, kar negativno vpliva na onesnaženje v zaprtih prostorih. Filtre je treba zamenjati po običajnem postopku, ko so preseženi tlak ali časovne omejitve, ali glede na načrtovano vzdrževanje. Za zaključek ne priporočamo menjave obstoječih zunanjih zračnih filtrov z nadomeščanjem z drugimi vrstami filtrov, niti ne priporočamo, da jih zamenjate prej kot običajno.

4.9 Varnostni postopki za vzdrževalno osebje

Vzdrževalno osebje za HVAC je lahko v nevarnosti za okužbo, če filtri (zlasti filtri za odtok zraka) ne bodo zamenjani v skladu s standardnimi varnostnimi postopki. Če želite biti na varni strani, vedno predvidevajte, da imajo filtri na sebi aktivne mikrobiološke snovi, vključno z živimi virusi. To je še posebej pomembno v vsaki stavbi, saj je pred kratkim prišlo do okužbe. Filtre je treba zamenjati, ko sistem ne obratuje, z rokavicami in z zaščito dihal, ki se jih odloži v zapečateni vrečko.

4.10 Sobni čistilci za zrak in UVGI so lahko uporabni v posebnih primerih

Sobni čistilci zraka učinkovito odstranjujejo delce iz zraka, kar zagotavlja podoben učinek kot prezračevanje. Za učinkovito delovanje morajo čistilci zraka imeti vsaj učinkovitost HEPA filtrov. Na žalost večina cenениh sobnih čistilcev zraka ni dovolj učinkovita. Naprave, ki uporabljajo principe elektrostatične filtracije namesto HEPA filtrov (ki niso enaki sobnim ionizatorjem!). Pogosto delujejo s podobno učinkovitostjo. Ker je pretok zraka skozi čistilce zraka omejen, je uporabna površina, ki jo ki jo čistilci pokrivajo, ponavadi majhna. Za izbiro čistilnika zraka prave velikosti mora biti zmogljivost pretoka zraka v enoti (pri sprejemljivi ravni hrupa) najmanj 2 ACH (zamenja se dvakratnik količine

⁸ Zastarela klasifikacija filtrov EN 779:2012, ki jo nadomešča EN ISO 16890-1:2016, Zračni filtri za splošno prezračevanje - 1. del: Tehnične specifikacije, zahteve in sistem klasifikacije, ki temelji na učinkovitosti trdnih delcev (ePM).

zraka v prostoru na uro) in bo imela pozitiven učinek do 5 ACH^{xlvi} (izračunajte stopnjo pretoka zraka skozi čistilnik zraka v m³/h pomnožite prostornino prostora z 2 ali 5). Če se čistilci zraka uporabljajo v velikih prostorih, jih je treba postaviti blizu ljudi v prostoru in jih ne smete postavljati v kot ali izven vidnega polja. Posebna oprema za dezinfekcijo UVGI se lahko namesti v povratne zračne kanale v sistemih z recirkulacijo ali v prostoru, deaktivirajo viruse in bakterije⁹. Takšno opremo, ki se večinoma uporablja v zdravstvenih ustanovah, je treba pravilno dimenzionirati, namestiti in vzdrževati. Zato so čistilci zraka enostavni kratkoročni omilitveni ukrep, vendar pa so na dolgi rok potrebne izboljšave prezračevalnega sistema, da se dosežejo ustrezne stopnje prezračevanja na prostem.

4.11 Navodila za uporabo pokrova stranišča

Če so toaletne školjke opremljeni s pokrovi, je priporočljivo, da stranišča splaknete s zaprtimi pokrovi, da se čim bolj zmanjša sproščanje kapljic in ostankov kapljic iz plinov v zrak^{xlvi,xxvi}. Uporabniki stavb morajo biti natančno poučeni, da uporabljajo pokrove. Vodna tesnila morajo delovati ves čas^{xxvii}. Redno preverjajte vodna tesnila talnih sifonov in po potrebi dodajte vodo vsaj vsake tri tedne.

4.12 Nevarnost legionel po zaustavitvi

V celotnem obdobju epidemije SARS-CoV-2 (COVID-19) se je v mnogih stavbah dolgotrajno zmanjšala uporaba ali so bile stavbe prazne. Sem spadajo na primer hoteli / letovišča, šole, športni objekti, telovadnice, bazeni, kopališča in številne druge vrste stavb in objektov, opremljenih s HVAC in vodnimi sistemi.

Glede na številne dejavnike, vključno s postavitvijo sistema in načrtovanjem, lahko dolgotrajna zmanjšana raba (ali brez) povzroči zasajanje vode v delih HVAC in vodnih sistemov, kar poveča tveganje za izbruh legionarske bolezni (legionellosis) ob povovnem zagornu.

Pred ponovnim zagonom sistema je treba opraviti temeljito analizo tveganja za oceno vseh tveganj, povezanih z legionelozo. Več ustreznih organov zagotavlja informacije o povezanih ocenah tveganja in postopkih ponovnega zagona, vključno z^{xlvi, xlix, lli, lii}.

4.13 Spremljanje kakovosti zraka v prostorih (IAQ)

Tveganje za navzkrižno kontaminacijo z aerosoli je zelo veliko, kadar prostori niso dobro prezračeni. Če je za nadzor prezračevanja potrebno dejanje uporebnikov (hibridni ali naravni prezračevalni sistemi) ali v stavbi ni namenjenega prezračevalnega sistema, je priporočljivo v zasedenem območju namestiti senzorje CO₂, ki opozarjajo na premalo zračenja, zlasti v prostorih, ki se pogosto uporabljajo eno uro ali več s strani skupin ljudi, kot so učilnice, sejne sobe, restavracije. Med epidemijo je priporočljivo začasno spremeniti privzete nastavitve »semaforja«, tako da rumena / oranžna lučka (ali opozorilo) nastavi 800 ppm in rdeča lučka (ali alarm) do 1000 ppm, da sproži takojšnje delovanje, da doseže zadostno prezračevanje tudi v razmerah z zmanjšano zasedenostjo. V nekaterih primerih se lahko uporabijo samostojni senzorji CO₂ ali „semaforji CO₂“, glejte primer v dokumentu [s posebnimi smernicami za šolske zgradbe](#). Včasih je morda bolje uporabiti CO₂ senzorje, ki so del spletnega senzorskega omrežja. Signali teh senzorjev lahko opozorijo stanovalce stavb na uporabo oken z možnostjo odpiranja in mehanskih prezračevalnih sistemov z več nastavitvami na pravilen način. Uporabniki lahko shranijo podatke in upravljavcem objektov zagotovijo tedenske ali mesečne podatke, tako da vedo, kaj se dogaja v njihovi zgradbi in prostorih z visoko koncentracijo, nato pa prepoznajo tveganje okužbe.

⁹ Več informacij o UVGI opremi trenutno razvija REHVA-ova delovna skupina COVID-19.

5. Povzetek praktičnih ukrepov za obratovanje stavbnih sistemov med epidemijo

1. Zagotovite ustrezno prezračevanje prostorov z zunanjim zrakom
2. Vključite prezračevanje z nazivno hitrostjo vsaj 2 uri pred odpiranjem stavbe in ga nastavite na nižjo hitrost 2 uri po času uporabe stavbe
3. Ponoči in ob koncih tedna ne izključite prezračevanja, ampak naj sistemi delujejo z manjšo hitrostjo
4. Redno odpirajte okna (tudi v mehansko prezračenih stavbah)
5. Zagotavljajte prezračevanje stranišč 24/7 (ur/dni v tednu)
6. Izogibajte se odprtim oknom v straniščih, da zagotovite pravo smer prezračevanja
7. Naročite uporabnikom stavbe, da stranišče splakujejo z zaprtim pokrovom
8. Preklopite klimatske naprave z recirkulacijo na 100% zunanji zrak
9. Preglejte opremo za rekuperacijo toplote in se prepričajte, da je puščanje pod nadzorom
10. Prilagodite nastavitve ventilatorskih konvektorjev, tako da bodo ventilatorji stalno vključeni
11. Ne spreminjajte nastavitve ogrevanja, hlajenja in morebitnih nastavitvev vlaženja
12. Izvedite načrtovano čiščenje kanalov kot običajno (dodatno čiščenje ni potrebno)
13. Zamenjajte centralni zunanji zrak in odsesavajte zračne filtre, kot je običajno, v skladu z načrtom vzdrževanja
14. Redna menjava in vzdrževanje filtrov se izvajata z zaščitnimi ukrepi, vključno z zaščito dihal
15. Uvedite omrežje senzorjev IAQ, ki uporabnikom in vzdrževalcem omogoča spremljanje, da prezračevanje deluje pravilno.

Povratne informacije

Če ste strokovnjak za vprašanja, obravnavana v tem dokumentu, in imate pripombe ali predloge za izboljšave, nam pišite na info@rehva.eu. Ko nam pošljete e-pošto, navedite „Vmesni Dokument COVID-19“ v zadevo.

Kolofon

Ta dokument je pripravila projektna skupina COVID-19 Tehnološkega in raziskovalnega odbora REHVA, ki temelji na prvi različici smernic, ki so jih v obdobju 6. do 15. marca 2020 razvili prostovoljci REHVA. Člani delovne skupine so:

Prof. Jarek Kurnitski, Chair of REHVA COVID-19 Task Force, Tallinn University of Technology, Chair of REHVA Technology and Research Committee

Dr. Atze Boerstra, REHVA vice-president, managing director bba binnenmilieu

Dr. Benoit Sicre, Lucerne School of Engineering and Architecture

Dr. Francesco Franchimon, managing director Franchimon ICM

Francesco Scuderi, Deputy Secretary General at Eurovent Association

Frank Hovorka, REHVA president, director technology and innovation FPI, Paris

Henk Kranenberg, vice-president of Eurovent, Senior Manager at Daikin Europe NV

Hywel Davies, Technical Director of CIBSE

Igor Sikonczyk, Senior Technical and Regulatory Affairs Manager at Eurovent

Ir. Froukje van Dijken, healthy building specialist at bba binnenmilieu

Jaap Hogeling, manager International Projects at ISSO

Juan Travesi Cabetas, REHVA vice-president, vice-president of ATECYR

Kemal Gani Bayraktar, REHVA vice-president, Marketing Director at Izocam

Mikael Borjesson, Vice President of Eurovent Association, Competence Director Swegon Group

Prof. Catalin Lungu, REHVA vice-president, vice-president of AIIR

Prof. Dr. Marija S. Todorovic, University of Belgrade Serbia

Prof. em. Francis Allard, La Rochelle University

Prof. em. Olli Seppänen, Aalto University

Prof. Guangyu Cao, Norwegian University of Science and Technology (NTNU)

Prof. Ivo Martinac, REHVA vice-president, KTH Royal Institute of Technology

Prof. Livio Mazzarella, Milan Polytechnic University

Prof. Manuel Gameiro da Silva, REHVA vice-president, University of Coimbra

Ta dokument so pregledali Prof. Yuguo Li from the University of Hongkong, Prof. Shelly Miller iz University of Colorado Boulder, Prof. Pawel Wargocki iz Technical University of Denmark, Prof. Lidia Morawska iz Queensland University of Technology in Dr. Jovan Pantelic iz University of California Berkeley.

Prevod v slovenščino:

i.prof. Uroš Stritih, UL FS

mag. Jure Vetršek, IRI UL

Andreja Burkeljca, IRI UL

Literatura

- ⁱ Monto, 1974. Medical reviews. Coronaviruses. The Yale Journal of Biology and Medicine 47(4): 234–251.
- ⁱⁱ Doremalen et al, 2013. Stability of Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV) under different environmental conditions. European communicable disease bulletin 18(38): 1-4.
- ⁱⁱⁱ Ijaz et al, 1985. Survival Characteristics of Airborne Human Coronavirus 229E. Journal of General Virology 66(12): 2743-2748.
- ^{iv} Casanova et al, 2010. Effects of Air Temperature and Relative Humidity on Coronavirus Survival on Surfaces. Applied and Environmental Microbiology 76(9): 2712–2717
- ^v Doremalen et al, 2020. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. N Engl J Med 2020; 382:1564-1567. DOI: 10.1056/NEJMc2004973
- ^{vi} Li et al, 2005a. Role of air distribution in SARS transmission during the largest nosocomial outbreak in Hong Kong. Indoor Air 15(2): 83-95.
- ^{vii} Li et al, 2005b. Multi-zone modeling of probable SARS virus transmission by airflow between flats in Block E, Amoy Gardens. Indoor Air 15(2): 96-111.
- ^{viii} Luongo et al, 2016. Role of mechanical ventilation in the airborne transmission of infectious agents in buildings. Indoor Air 25(6): 666-678.
- ^{ix} Li et al, 2007. Role of ventilation in airborne transmission of infectious agents in the built environment – a multidisciplinary systematic review. Indoor Air 17(1): 2-18.
- ^x Xie et al, 2007. How far droplets can move in indoor environments – revisiting the Wells evaporation–falling curve. Indoor Air 2007; 17: 211–225.
- ^{xi} Nicas et al, 2005. Toward Understanding the Risk of Secondary Airborne Infection: Emission of Respirable Pathogens. Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 2: 143–154.
- ^{xii} Liu et al, 2017. Short-range airborne transmission of expiratory droplets between two people. Indoor Air 2017; 27: 452–462, <https://doi.org/10.1111/ina.12314>
- ^{xiii} Nielsen V. P., et al. 2008. Contaminant flow in the microenvironment between people under different ventilation conditions. SL-08-064, ASHRAE Transactions, 632-638.
- ^{xiv} WHO, COVID-19 technical guidance: Guidance for schools, workplaces & institutions
- ^{xv} Japanese Ministry of Health, Labour and Welfare. Q & A on novel coronavirus (for general public)
- ^{xvi} Nishiura et al, 2020. medRxiv, <https://doi.org/10.1101/2020.02.28.20029272>
- ^{xvii} Li et al, 2020. Evidence for probable aerosol transmission of SARS-CoV-2 in a poorly ventilated restaurant. Preprint, <https://doi.org/10.1101/2020.04.16.20067728>
- ^{xviii} Miller et al, 2020. Transmission of SARS-CoV-2 by inhalation of respiratory aerosol in the Skagit Valley Chorale superspreading event. Preprint <https://doi.org/10.1101/2020.06.15.20132027>
- ^{xix} Allen and Marr, 2020. Re-thinking Potential for Airborne Transmission of SARS-CoV-2. Preprints 2020, 2020050126 (doi: 10.20944/preprints202005.0126.v1)
- ^{xx} Morawska et al, 2020. How can airborne transmission of COVID-19 indoors be minimised? Environment International, 142. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105832>
- ^{xxi} ECDC 2020a. Heating, ventilation and air-conditioning systems in the context of COVID-19. European Centre for Disease Prevention and Control, Technical report, 22 June 2020. <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/heating-ventilation-air-conditioning-systems-covid-19>
- ^{xxii} Robert-Koch-Institut, 2020. https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Steckbrief.html
- ^{xxiii} Morawska and Milton, et al, 2020. It is Time to Address Airborne Transmission of COVID-19. Clinical Infectious Diseases.10.1093/cid/ciaa939. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa939> implication of multiple shedding routes. Emerging Microbes & Infections 9(1): 386-389.
- ^{xxiv} WHO, 2020d. Transmission of SARS-CoV-2: implications for infection prevention precautions. Scientific Brief, 9 July 2020. <https://www.who.int/publications/i/item/modes-of-transmission-of-virus-causing-covid-19-implications-for-ipc-precaution-recommendations>
- ^{xxv} US CDS press release: <https://www.cdc.gov/media/releases/2020/s0522-cdc-updates-covid-transmission.html>

- ^{xxvi} WHO, 2020b. Water, sanitation, hygiene and waste management for COVID-19. World Health Organization, Geneva.
- ^{xxvii} Hung, 2003. The SARS epidemic in Hong Kong: what lessons have we learned? *Journal of the Royal Society of Medicine* 96(8): 374-378.
- ^{xxviii} WHO, 2020a. Report of the WHO-China Joint Mission on Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). World Health Organization, Geneva.
- ^{xxix} Zhang et al, 2020. Molecular and serological investigation of 2019- nCoV infected patients: implication of multiple shedding routes. *Emerging Microbes & Infections* 9(1): 386-389.
- ^{xxx} Guan W-J et al, 2020. Clinical characteristics of 2019 novel coronavirus infection in China. *I J Med.* 2020 Apr 30;382(18):1708-1720. doi: 10.1056/NEJMoa2002032.
- ^{xxxi} Wenzhao et al, 2020. Short-range airborne route dominates exposure of respiratory infection during close contact. *Building and Environment* 176 (2020) 106859.
- ^{xxxii} Fennelly KP, 2020. Particle sizes of infectious aerosols: implications for infection control. *Lancet Respir Med* 2020. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30323-4](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30323-4)
- ^{xxxiii} US CDS 2015. Hierarchy of Controls. Centers for Disease Control and Prevention.
- ^{xxxiv} Chin et al, 2020. Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions. *The Lancet Microbe.* [https://doi.org/10.1016/S2666-5247\(20\)30003-3](https://doi.org/10.1016/S2666-5247(20)30003-3)
- ^{xxxv} Doremalen et al, 2020. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *N Engl J Med* 2020; 382:1564-1567. DOI: 10.1056/NEJMc2004973
- ^{xxxvi} Morawska, 2006. Droplet fate in indoor environments, or can we prevent the spread of infection? *Indoor Air* 16(2): 335-347.
- ^{xxxvii} Salah et al, 1988. Nasal mucociliary transport in healthy subjects is slower when breathing dry air. *European Respiratory Journal* 1(9): 852-855.
- ^{xxxviii} Kudo et al, 2019. Low ambient humidity impairs barrier function and innate resistance against influenza infection. *PNAS*: 1-6
- ^{xxxix} Milton et al, 2001. Risk of Sick Leave Associated with Outdoor Air Supply Rate, Humidification, and Occupant Complaints. *Indoor Air* 2001. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0668.2000.010004212.x>
- ^{xl} ISO 17772-1:2017 and EN 16798-1:2019
- ^{xli} Han et al, 2005. An Experimental Study on Air Leakage and Heat Transfer Characteristics of a Rotary-type Heat Recovery Ventilator. *International Journal of Air-Conditioning and Refrigeration* 13(2): 83-88.
- ^{xlii} Carlsson et al, 1995. State of the art Investigation of rotary air-to-air heat exchangers. SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, Energiteknik (Energy Engineering) SP RAPPORT 1995:24.
- ^{xliii} Ruud, 1993. Transfer of Pollutants in Rotary Air-to-air Heat Exchangers, A Literature Study/ State-of-the-art Review. SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut (The Swedish National Testing and Research Institute) Energiteknik (Energy Engineering) SP RAPPORT 1993:03
- ^{xliv} Wargocki, P., & Faria Da Silva, N. A. (2012). Use of CO2 feedback as a retrofit solution for improving air quality in naturally ventilated classrooms. *Healthy Buildings*, Brisbane, Australia.
- ^{xlv} Sipolla MR, Nazaroff WW, 2003. Modelling particle loss in ventilation ducts. *Atmospheric Environment.* 37(39-40): 5597-5609.
- ^{xlvi} Fisk et al, 2002. Performance and costs of particle air filtration technologies. *Indoor Air* 12(4): 223-234. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0668.2002.01136.x>
- ^{xlvii} Best et al, 2012. Potential for aerosolization of *Clostridium difficile* after flushing toilets: the role of toilet lids in reducing environmental contamination risk. *The Journal of hospital infection* 80(1):1-5.
- ^{xlviii} La Mura et al, 2013. Legionellosis Prevention in Building Water and HVAC Systems. REHVA GB 18. <https://www.hse.gov.uk/coronavirus/legionella-risks-during-coronavirus-outbreak.htm>
- ^{xliv} CIBSE 2020, <https://www.cibse.org/coronavirus-covid-19/emerging-from-lockdown>
- ^{li} ECDC 2020b, <https://www.ecdc.europa.eu/en/legionnaires-disease>
- ^{lii} ESCMID 2017, https://www.escmid.org/fileadmin/src/media/PDFs/3Research_Projects/ESGLI/ESGLI_European_Technical_Guidelines_for_the_Prevention_Control_and_Investigation_of_Infections_Caused_by_Legionella_species_June_2017.pdf