

A SARS-COV-2 KORONAVÍRUS ELLENI VÉDEKEZÉS LEHETŐSÉGEI A TERMÉSZETESEN ÉS A MESTERSÉGESEN SZELLŐZTETETT ÉPÜLETEKBEN

Az alábbi összefoglaló épületüzemeltetők részére tartalmaz gyakorlati útmutatást arra vonatkozóan, hogy miként lehet csökkenteni a koronavírus fertőzés terjedésének kockázatát közösségi épületekben. Az összefoglaló a REHVA (*Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations*) által kiadott legfrissebb ajánlások alapján készült (REHVA, 2020a,b,c,d,e). Az összefoglaló elkészítése során egyéb szakmai szervezetek legfrissebb ajánlásait is figyelembe vettük (ECDC, 2020; Robert-Koch-Institut, 2020; WHO, 2020).

A SARS-CoV-2 vírus hatékonyan képes cseppfertőzéssel, aeroszol formájában és közvetlen fizikai kontaktussal is terjedni. Egyetlen tüsszentés során kb. 40.000 részecske szóródik robbanásszerűen a levegőbe. A vírusokat tartalmazó nagyobb cseppek jelentős része a forrás 2 m-es körzetén belül néhány másodpercen belül leülepedik, azonban a kisebb részecskék ennél messzebbre is eljuthatnak, ahol több percig, sőt a légáramlatok miatt akár óráig is lebeghetnek (Arvin és mtsai., 2018). Köhögéskor vagy akár beszéd közben is szóródnak vírushordozó cseppek, de ilyenkor kevesebb kerül a levegőbe és ezek jellemzően rövidebb távolságra jutnak. Jelen ismereteink szerint a levegőben lebegő részecskék 3 órán át is fertőzőképesek maradnak (van Doremalen és mtsai., 2020). Ha a vírust tartalmazó csepp leülepedik a levegőből, a fertőzőképesség időtartama a felület anyagától függően változik (ez általában 2-3 napot jelent; Van Doremalen és mtsai., 2020). A szennyezett felületek érintésével, kézzel a szemhez vagy az orrhoz vihető a vírus.

A védekezés egyéni módja a maszkviselés, a 1,5 méteres távolság megtartása, a kéz és a felületek vírusölő (virucid) szerrel történő rendszeres fertőtlenítése, illetve egyéb fertőzés-megelőzési szabályok betartása.

Az utóbbi hónapok során beigazolódott, hogy (elsősorban az épületek belső terében) a SARS-CoV-2 koronavírus képes hatékonyan terjedni a légáramlatokkal (REHVA 2020c). Ez ráirányította a figyelmet **az épülethasználat és üzemeltetés fontos szerepére a vírus terjedésének leküzdésében.**

Az épületekben üzemeltetett szellőzőrendszerek, ventilátorok, klímaberendezések, légtisztítók növelhetik, de akár csökkenthetik is a fertőzés kockázatát (Azimi és Stephens, 2013; REHVA 2020).

A beltéri levegőt keringtető készülékek növelhetik a kockázatot a levegő keverésével, a vírusos cseppek lebegtetésével, valamint a kórokozó egyes személyek, vagy helyiségek közötti szállításával (ECDC, 2020; Morawska és Milton, 2020; Robert-Koch-Institut, 2020; WHO, 2020). Egyes légtechnikai eszközök ugyanakkor, körültekintő és a megelőzésre koncentráló, szakszerű üzemeltetés mellett csökkenthetik is a fertőzés kockázatát.

Kedvező hatást érhetünk el elsősorban a tiszta, friss levegő arányának növelésével a belső térben.

Ügyeljünk arra, hogy ne alakuljanak ki rosszul szellőztetett, túlszűfolt helyiségek.

Ha az épületben tartózkodók száma csökken, akkor őket ne zsúfolják össze, ne költöztessék közelebb egymáshoz.

Azokban az épületekben, ahol csak természetes szellőztetésre van lehetőség

- a rendezvények, összejövetelek, tanórák alatt lehetőség szerint, az időjárástól függően folyamatosan tartsák nyitva az ablakot. Amennyiben erre nincs lehetőség, minél gyakrabban tartsanak szünetet, ekkor a helyiségeket alaposan szellőztessék át.
- a helyiségek használata előtt és után szintén tártják ki az ablakokat.
- az ablaknyitások gyakoriságára vonatkozóan minimum óránkénti, egyszeri teljes átszellőztetés javasolt.
- a kisebb légterű helyiségekben fokozott a fertőzésveszély, ezért a nagyobb légterű, jól szellőző helyiségeket részesítsék előnyben.
- zsúfoltabb beltérekben, például gyermekintézmények, szociális intézmények helyiségeiben a természetes szellőztetés megfelelő ütemezéséhez szén-dioxid érzékelő készülék ajánlott, mely jelzi, hogy mikor szükséges pótolni a friss levegőt. Járványhelyzetben a szén-dioxid mérő riasztási értékét 800-900 ppm-re kell állítani.

Azokban az épületekben, ahol mesterséges és természetes szellőztetésre is lehetőség van, javasoljuk, hogy az ablakokon keresztül is szellőztessenek minél gyakrabban a járvány időszaka alatt.

Azokban az épületekben, ahol csak mesterséges szellőztetésre van lehetőség, növelni kell bejuttatott friss levegő mennyiségét.

A visszaforgatott használt levegő azonban elősegíti a vírus terjedését az épületben (vagy járműben) annak szellőzőrendszerén keresztül.

Jól karbantartott szellőzőrendszerek használatával alacsony szinten tartható a fertőzés kockázata. E cél eléréséhez az alábbi intézkedések bevezetését javasoljuk:

- A friss levegőpótlás minimum $36 \text{ m}^3/\text{óra}/\text{fő}$, azaz $10 \text{ l}/\text{másodperc}/\text{fő}$ legyen (fedett uszodákban, edzőtermekben, tornatermekben $20 \text{ l}/\text{másodperc}/\text{fő}$, mely a friss levegő befűtés növelésével, illetve a beengedhető létszám korlátozásával érhető el).
- A friss levegő befűtését a szokásosnál 2 órával előbb el kell kezdeni, és 2 órán át tovább kell működtetni.
- **A rendszer 100%-ban friss levegőt juttasson be a helyiségekbe.** Kerülendő minden olyan műszaki megoldás, mely az elhasznált levegő egy részét visszajuttatja a friss levegő ágba.

Ahol lehet, az elhasznált levegőt és a friss levegőt szállító ágot zsáluk segítségével el kell zárni egymástól.

- A forgódobos hővisszanyerők (forgódobos hőcserélők, regiszterek) közvetíthetik a vírust a használt és a friss levegő ágak között, ezért e készülékek megfelelő működését ellenőrizni kell. Ez a probléma rosszul beépített és/vagy karbantartott hővisszanyerő forgódoboknál jelentkezhet. A megfelelően beépített és karbantartott rotációs hőcserélőknél, amelyek tisztítózónával vannak felszerelve (a tisztítózóna biztosítja a forgódob friss levegővel történő átöblíthetőségét), az elszívott levegő nem kívánt visszakeveredése (szivárgása) alacsonyan tartható, 0-2% tartományban. Az üzemelő rendszerek esetében ezt az arányt 5% alatt kell tartani és az EN 16798-3: 2017 szerint fokozott kültéri szellőzéssel kell kompenzálni. Számos forgódobos rendszer azonban nem megfelelően működik. A leggyakoribb hiba a ventilátorok olyan jellegű kialakítása, mely magas nyomást idéz elő a használt levegő kibocsátási oldalán. Ezáltal a használt levegő beszívároghat a friss levegő ágba (így a szennyezett levegő akár 20%-a is visszaáramolhat; Carlsson és mtsai. 1995 szerint).

- A nyomás ellenőrzésével és megfelelő beállításával lehetséges minimalizálni a szennyezett levegő visszakeveredését a betáplált friss levegőbe. A friss levegő oldalán legalább 20 Pa-lal magasabb legyen a nyomás az elhasznált levegő nyomásához viszonyítva. Ennek az ellenőrzését rendszeresen el kell végezni.

- Ellenőrizni kell a forgódobos hőcserélő álló- és forgórésze közötti tömítést, mivel nem megfelelő tömítettség esetén szintén előfordulhat a légáramok nem kívánt keveredése.

- Megfelelően kialakított, beépített és karbantartott forgódobos hőcserélők esetén a kockázat elenyésző, így ezeket sem szükséges lekapcsolni.

- Mindazonáltal, új szellőztető rendszerek kialakítása esetén előnyben részesítendő az olyan hőcserélők, ahol nincs levegő visszakeverés (vagyis a keresztirányú hővisszanyerés zárt rendszerben működik, amely garantálja a friss és az elhasznált levegő teljes elkülönítését).

- A lemezes és az entalpiás áteresztőmembrános lemezes hőcserélők nem közvetítik a fertőzőanyagot.

- A légkör relatív páratartalmát tartsuk 30% felett (optimális 40-60%, zsúfoltabb oktatási-nevelési intézményekben és edzőtermekben 40-50%), hogy megakadályozzuk a nyálkahártya kiszáradását (a kiszáradt nyálkahártya hajlamosít a fertőződésre). A páratartalom további növelésének nincs számottevő hatása a vírus terjedésére.

- Fontos, hogy a szellőzőrendszer beállítását szakember végezze, annak érdekében, hogy a lehető legtöbb friss levegő jusson be az épületbe (ezt akár a komfortérzet vagy az energiamegtakarítás rovására is el kell végezni). Szüntessük meg a hozzáférést a rendszer egyéni igények szerinti beállításához. Lehetőleg ne bízunk a rendszer teljesítményét időzítőre vagy szén-dioxid érzékelőre (amennyiben ez nem lehetséges, és a rendszert szén-dioxid szenzor irányítja, az érzékelőt állítsuk 550 ppm-re).

- A HEPA (nagy hatékonyságú részecskeszűrők) szűrőrendszerek a kisméretű aeroszol részecskék és a levegőben lévő biológiai szennyező anyagok, például a vírusok és baktériumok jelentős részét kiszűrrik. Ezeket a szűrőket általában a kórházi műtőkben, sürgősségi osztályokon használják. Utólagos beszerelésük már meglévő HVAC rendszerek esetén nem ajánlottak, amennyiben nagy nyomáscsökkenést okoznak, illetve, ha a hagyományos filterek cseréje műszakilag nem oldható meg egy egyszerű cserével (Su és Lau, 2011).

- A szellőzőrendszerek friss levegő beszívási pontjánál alkalmazott szűrők számottevően csökkenthetik a fertőzés kockázatát, amennyiben F8 típusú vagy annál hatékonyabb szűrőket alkalmaznak. Az ilyen típusú szűrők mellé további HEPA filter beépítése nem indokolt, az a rendszer légszállító teljesítményét akár csökkentheti is.
- A visszakevert levegő szűrésére alkalmazott filterek (G4/M5, ePM10) nem alkalmasak a vírust hordozó részecskék eltávolítására, mivel az ilyen méretű részecskék nagy részét már átengedik. Ezeknek a szűrőknek az alkalmazása tehát nem teszi megengedhetővé a használt levegő visszakeverését a járvány időszakában.
- A szűrő keretének megfelelő zárását ellenőrizni kell, szükség szerint utólag biztosítva a szűrőkeret légmentes tömítését. A légkezelő rendszerek üzemelési tervének tartalmaznia kell az ütemezett felülvizsgálatok és karbantartások időpontját, a felelős személy megnevezését és a felülvizsgálatok eredményét.
- A biztonságos üzemeltetéshez a különböző rendszerelemek állapotát a tervnek megfelelően (de legalább félévente) ellenőrizni kell. Soron kívüli felülvizsgálatot kell végezni légtechnikus szakember bevonásával, amennyiben az épületben eredetileg tervezett légszállítási alapértékeken változtatnak (pl. más szűrőtípust alkalmaztak, UV lámpát szereltek be).
- Csökkenthető a kockázat, ha a fertőző forrásnál negatív nyomást biztosítunk. A negatív nyomású légtér alkalmazása főként kórházakban valósítható meg, olyan kórtermekben, ahol fertőzött betegek tartózkodnak. A kórteremből elszívott levegőt megfelelő szűrőkön át kell kivezetni.
- Az elhasznált, eltömődött szűrők rontják a szellőzőrendszer teljesítményét, a járvány szempontjából elsősorban ezért javasolt a cseréjük.
- A használt szűrőket veszélyes hulladékként kell kezelni. Szűrőcsere során védőfelszerelést (FFP2 vagy FFP3 típusú maszkot, zárt ruházatot és védőszemüveget) kell viselni. A használt szűrőt a helyszínen műanyag zsákba kell helyezni és lezárni. A szellőzőrendszert a műveletet megelőzően, 10 perccel korábban le kell kapcsolni.
- A járványveszély miatt bezárt épületek szellőzőrendszerének működését is javasolt alacsony fokozaton fenntartani. Ez segít a vírus, illetve a vírussal szennyezett részecskék eltávolításában.
- Hosszabb ideig lezárt épületek üzemén kívül helyezett szellőzőrendszerében *Legionella*-kockázat jelentkezhetsz, melynek kezelésére az erre vonatkozó jogszabály útmutatásai az irányadók.

A WC öblítés során keletkezett aeroszol cseppek fertőzést okozhatnak (A SARS-CoV-2 vírus ürül a széklettel, és nagy valószínűséggel fertőzőképes (Chen és mtsai, 2020)).

- A WC öblítését zárt fedéllel végezzük (Barker és Jones 2005, Hung és mtsai 2006, Best és mtsai 2012, Johnson és mtsai 2013).
- Mivel a kórokozók koncentrációja a több ember által látogatott, kisebb, zártabb helyiségek levegőjében (mosdók, zuhanyzók, öltözők) jelentősen megemelkedhet, ügyeljünk a közös használatú WC helyiségek használata során azok megfelelő kiszellőztetésére és fertőtlenítésére.

- A közös használatú WC helyiségekben, ahol lehetséges, negatív nyomást (elszívást) kell alkalmazni. Az elszívással működő helyiségek esetében, annak ellenére, hogy az elhasznált levegő hígítása kültéri friss levegővel a kórokozók koncentrációját csökkenti, az ablakok nyitása csökkentheti az elszívás hatékonyságát, illetve a beérkező intenzívebb légáramlat az elhasznált levegő irányát megfordítva a mosdóhelyiségekkel szomszédos helyiségekbe irányíthatja azt.
- A szellőztetést úgy végezzük, hogy a szennyezett levegő ne jusson be más helyiségekbe, hanem a külső térbe távozzon.
- A padlóösszefolyók, búzelzárok, szifonok megfelelő mennyiségű vizet tartalmazzanak. Ezek kiszáradásával a fertőzőanyag a lefolyókból a helyiség levegőjébe juthat (ennek lehetőséget a 2003-2004. évi SARS járvány esetén igazolták Hung és mtsai (2006)). Épületek újranyitása előtt a kiszáradt búzelzárokat vízzel kell feltölteni. Némi olaj hozzáadásával ezek kiszáradását késleltetni lehet.
- A mechanikus vízcsapok és szappanadagolók helyett mozgásérzékelős eszközök kiépítése javasolt.
- A légáramlattal működő kézszáritók használatát mellőzzük, helyettük papír kéztörölő használata javasolt.
- A mosdókba helyezzünk el tájékoztató szöveget és ábrát a helyes kézmosásról és a WC zárt öblítéséről.

A split klíma és fan-coil berendezések, illetve más olyan légtechnikai készülékek, amelyek friss levegő pótlására nem alkalmasak, hanem csupán a belső levegőt forgatják, a levegőben tartják a vírusokat, így növelhetik a fertőzés kockázatát. E készülékek csak akkor használhatók, ha egyidejűleg folyamatos, intenzív levegő utánpótlás történik a kültérből, mely a kórokozók koncentrációját lecsökkenti.

Ha friss levegő utánpótlás nem lehetséges, a split klímaberendezéseket ne kapcsolják be. A split klímaberendezések az alábbi feltételek betartása mellett működtethetők:

- A készüléket úgy állítsák be, hogy a helyiség alsó felében ne okozzon nagy légáramot (a levegőáramot felfele irányítsák). A légáram ne irányuljon egyik személyről a másikra.
- A készülékek által keltett erős légáram növeli a fertőzésveszélyt, ezért a légsebességet csökkentsük 3 m/s alá.
- A beltéri egységeket gyakrabban fertőtlenítsük (súlyosabb járványhelyzetben akár havonta többször, zsúfoltabb helyiségek esetén hetente-naponta), emellett nagyobb igénybevétel előtt és után soron kívüli fertőtlenítés is ajánlott, amelyet engedélyezett virucid hatású szerrel kell elvégezni.
- A szűrőket cseréljék az előírtnál gyakrabban a megfelelő óvintézkedések betartása mellett.
- A készülékek használatával párhuzamosan végezzenek napi többszöri (óránként, de legalább naponta háromszor) intenzív (teljes ablakfelületet kitaró) szellőztetést. A split klíma és fan-coil berendezések működtetése mellett a belső téri hőkomfort érzet jelentősen javul, ezért előfordulhat, hogy a bent tartózkodóknak csak sok idő múlva tűnik fel a rossz levegőminőség és a szellőzés hiánya. Járványhelyzetben fontos, hogy e berendezések alkalmazása ne keltsen hamis biztonságérzetet, melynek következtében kevésbé kerülnek előtérbe a higiénés szabályok és a

gyakori, intenzív szellőztetés fontossága. A gyermekintézményekben, szociális intézményekben split klímaberendezések alkalmazása esetén a megfelelő természetes szellőztetés biztosításához szén-dioxid mérő készülék ajánlott, melynek riasztási értékét járványhelyzetben 800-900 ppm-re kell állítani.

- Ügyeljenek a megfelelő hőmérséklet beállítására a berendezésen (a külső hőmérsékletnél maximum 6-8°C-kal hidegebbre javasolt a klímaberendezést beállítani).
- A több ember által használt helyiségekben (várótermek, egészségügyi intézmények, irodák, üzlethelyiségek) a klímaberendezéssel történő fűtés szintén csak akkor alkalmazható, ha a készülék beltéri egységének hőcserélőjét és porszűrőjét hetente vagy gyakrabban fertőtlenítik (engedélyezett virucid hatású szert tartalmazó spray alkalmazásával), és a megfelelő szellőztetést biztosítják. Azonban ezen klímaberendezések huzamosabb működtetése folyamatos szellőztetés mellett fenntarthatósági okokból meggondolandó.

Ventilátorok használata csak folyamatosan kitárt ablakok és jó átszellőzés mellett javasolható. E készülékek kitárt ablakok mellett segíthetik a beltéri levegő gyors kicserélődését, azaz a kórokozók koncentrációjának csökkentését, azonban zárt ablakok mellett fokozzák a megfertőződés kockázatát.

A hordozható légtisztító berendezések hatékonyságát elsősorban azok típusa, teljesítménye és elhelyezése határozza meg. Használatuk esetén az alábbiakra kell figyelmet fordítani:

A hordozható légtisztító készülékek üzemeltetésével egyidőben folyamatos, vagy nagyon gyakori (legalább óránkénti) intenzív (teljes ablakfelületet kitaró) szellőztetés szükséges, mert e készülékek friss levegőt nem szolgáltatnak, csak a belső levegőben található egyes légszennyezők koncentrációját csökkentik. Járványhelyzetben fontos, hogy e berendezések alkalmazása ne keltsen hamis biztonságérzetet, melynek következtében kevésbé kerül előtérbe a gyakori, intenzív szellőztetés fontossága.

- A légtisztító készülékek teljesítményét úgy állítsuk be, hogy óránként legalább kétszer öblítse át a helyiség légtérét (ez a helyiség térfogata és a készülék teljesítménye alapján számítható ki).
- Egyes HEPA-szűrővel vagy UV-C fényforrással ellátott, vagy az elektrosztatikus elven működő, hordozható légtisztító berendezések csökkenthetik a fertőzés kockázatát. A HEPA-szűrővel ellátott és az elektrosztatikus légtisztító berendezések hatását NaCl aeroszol segítségével vizsgálták, amelyet úgy juttattak a levegőbe, hogy az az influenza fertőzőanyag fizikai tulajdonságaival rendelkezzen (Zuraimi és mtsai., 2011). Vizsgálatok során megállapítást nyert, hogy a készülék használata jelentősen csökkentette a fertőzőanyag koncentrációját a légtérben, emellett védő hatású volt a helyiségben tartózkodó egészséges személyre vonatkozóan. Az UV-C fény fertőtlenítő hatása szintén bizonyítást nyert. (Morawska és mtsai., 2020).
- A HEPA-szűrővel rendelkező készülékek általában félévente előírt szűrőcseréjét nagyobb igénybevétel esetén (például több ember által látogatott szolgáltatóhelyiségek) végezzük gyakrabban (negyedévente).
- Szűrőcserénél figyelembe kell venni, hogy a használt szűrő is a fertőzés forrása lehet, ezért kellő óvatossággal járjanak el. A szűrőt a helyszínen óvatosan helyezték műanyag zsákba és azt azonnal zárják le.

- A légtisztító berendezések hatékonysága számottevően függ a berendezés térbeli elhelyezésétől (Akbari és Salmanzadeh, 2019; Kang és mtsai. 2008; Novoselac és Siegel, 2009). A hordozható készülékek esetében fennáll annak a kockázata, hogy a légtechnikai ismeretekkel nem rendelkező felhasználó a készüléket rosszul helyezi el, mely által a készülék nem kellő hatékonysággal üzemel, illetve téves biztonságérzetet kelt a helyiségben tartózkodóknál. A hordozható légtisztító készülékeket ajánlott az emberek közelében üzemeltetni, és ott elhelyezni, ahol a légszennyező anyagok koncentrációja magas, tehát a légszennyező forrás közelében vagy pangó légtérben (Akbari és Salmanzadeh, 2019; Morawska és mtsai., 2020). Amennyiben lehetséges, a megtisztított levegőt a tartózkodási terület légzési zónájába irányítsák. A különböző típusú készülékek a friss levegőt felfelé, vízszintesen vagy lefelé fújhatják ki; ezek közül a harmadik (lefelé irányuló) típus hatékonysága gyenge, így e kivitelezési mód nem ajánlott (Jin és mtsai., 2016).

- Amennyiben szellőzőrendszer is működik a helyiségben, a megtisztított levegőáramot ne a szellőztető rendszer kimenete felé irányítsuk (Akbari és Salmanzadeh, 2019).

- Mivel a hordozható légtisztító berendezéseken átáramló levegőmennyiség viszonylag alacsony, az általuk hatékonyan kiszolgálható alapterület általában kevesebb, mint 10 m² (REHVA 2020), ezért fontos, hogy a megfelelő méretű helyiséghez megfelelő teljesítményű készüléket válasszunk.

- A készülékek által keltett légáramlatok hozzájárulhatnak a beltéri levegőben található részecskék terjedéséhez. E kérdést Chen és mtsai. (2017) modellek segítségével vizsgálták, mely során a készülékeket különböző pozíciókba állították és elemezték a részecskék levegőben történő eloszlását dohányzó és köhögő személyek esetében. Mivel ezek a készülékek fokozzák a levegő átkeveredését, így a helyiség többi részében megemelkedhet a kockázat szintje. Továbbá e készülékek légszállító teljesítménye viszonylag korlátozott, ezért ezeket az eszközöket inkább ne használjuk nagyobb közös irodai terekben, tantermekben, hanem csak kisebb, egyszemélyes irodákban, a légzési zóna közelében működtessük (REHVA 2020). Szakszerűen elhelyezve olyan kisebb, mesterséges szellőztetéssel nem rendelkező, nehezen szellőztethető helyiségekben is lehet szerepük, amit többen, de nem egyszerre használnak (mosdók, öltözők, orvosi szobák, kisebb vizsgálóhelyiségek, egyszemélyes szolgáltatóhelyiségek, kis közös konyhák, kisebb raktárhelyiségek, liftek). Ahol megoldható, ott a megfelelő mesterséges vagy természetes szellőztetés hatékonyabb a kórokozók koncentrációjának csökkentésében.

Az UV-C fénnel működő készülékek 200 és 280 nm közötti hullámhosszú UV fényt bocsátanak ki; e besugárzás megfelelő behatási idővel alkalmazva baktérium-, gomba és vírusölő tulajdonsággal bírnak. A jelen járványt okozó SARS-CoV-2 vírus nemzetközi vizsgálatok alapján érzékenynek tűnik UV-C sugárzásra. Ugyanakkor az UV-C fény erős szem- és bőrkárosító hatású, különösen 222 nm feletti hullámhosszoknál. Emellett a 253,7 nm-es hullámhossz alatti sugarak alkalmazása mellett számottevő mennyiségű ózon keletkezik, mely szintén káros az egészségre.

Az UV-C fénnel működő mobil légtisztító készülékek csökkenthetik a levegőben lévő fertőzőképes vírusok számát. Használatuk esetén az alábbiakra kell figyelmet fordítani:

- Mivel e légtisztítók is csak keringetik a levegőt, friss levegőt nem szolgáltatnak, használatukkal párhuzamosan folyamatos, vagy gyakori intenzív (teljes ablakfelületet kitáró) természetes szellőztetés vagy 10 l/másodperc/fő friss levegőt biztosító mesterséges szellőztetés szükséges.

- Fontos, hogy az UV-fénnyel ellátott készülékek ózontermelődésként legyenek. Ózont is termelő légtisztítók alkalmazása határozottan ellenjavallt a használatuk során felmerülő egészségkockázat miatt.

- Emellett fontos, hogy az UV-fény zárt rendszerben működjön, és teljesen fedett legyen a szem- és bőrkárosodás elkerülése érdekében.

- Olyan készüléket célszerű használni, amely rendelkezik független laboratórium által kiállított szabvány (például ANSI/ASHRAE Standard 185.1, ISO 15714:2019 és ISO 15858:2016 szabványok) szerinti hatásossági és biztonságossági vizsgálattal.

A szellőzőrendszerbe telepített UV-C fényforrások biológiai szennyezőkkel szembeni hatékonysága nagyban függ a készülék kialakításától, a fényforrás teljesítményétől és a beépítés módjától. E készülékek hatékonyságát nagyban befolyásolja a légsebesség, ezért csak szakszerű beépítés mellett várhatunk el tőlük megfelelő eredményt (Darnell és mtsai., 2004; Kowalski és mtsai., 2020). Figyelembe kell venni azt, hogy beépítését követően az eredeti légszállítási teljesítmény jelentősen csökkenhet a megnövekedett ellenállás miatt, ezért nagyobb teljesítményű ventilátor beépítésére lehet szükség (Siegel, 2016). Az utólagos beépítéseknek egy, már meglévő épület adottságaihoz kell igazodniuk. Csak ritkán van lehetőség a legalkalmasabb módon kialakítani az utólagos épületgépészeti elemeket. Ebből következik, hogy ezek a rendszerek a gyakorlatban csak ritkán érik el a 100%-os germicid hatásfokot. Csökkenhet többek között az UV-fény behatási ideje, a légcsatornában áramló levegő sebessége, eltérhet az optimálistól a besugárzott terület mérete, alakja (ezek révén kedvezőtlen turbulencia alakulhat ki), fényvisszaverő képessége (reflexivitása). UV lámpák utólagos beépítése tehát (bár valószínűleg valamelyest csökkenti a fertőzés kockázatát) nem indokolhatja a használt levegő visszakeverését a járvány időszakában.

A germicid lámpák szintén UV-C fénnyel érik el fertőtlenítő hatásukat, azonban az UV-C fénnyel működő hordozható légtisztító készülékekhez képest néhány további körülményre is fel kell hívunk a figyelmet. A 253,7 nanométer feletti hullámhosszúságú UV-C sugarakat kibocsátó germicid lámpákat évtizedek óta alkalmazzák egészségügyi intézményekben, főleg műtők használat utáni felület- és légfertőtlenítésére. Jelen járványhelyzetben e germicid lámpák az egészségügyi intézmények mellett más épületekben is használhatók: szociális- és gyermekintézmények helyiségeiben, üzlethelyiségekben, mozi-, színház- és várótermekben, egyéb közösségi helyiségekben. Használatuk során az alábbi óvintézkedéseket kell betartani:

- Germicid-lámpával történő besugárzás nem végezhető emberek jelenlétében. A készülék bekapcsolása után a helyiségben személyek nem tartózkodhatnak! A véletlen balesetek elkerülése érdekében a helyiség minden bejáratára jól láthatóan jelzést kell elhelyezni, hogy a kezelés alatt tilos a bejárás.

- Csak olyan berendezések alkalmazhatók, melyek esetében rendelkezésre állnak a készülék hatásosságát bizonyító, független laboratórium által kiállított dokumentumok.

- A berendezés forgalmazójának szükséges gondoskodnia a megfelelő, magyar nyelvű, használati utasításról, leírásról, mely tartalmazza az alábbiakat: használat során alkalmazandó kockázatsökkentő intézkedések, a helyiségek lezárásának biztosítását a működtetés idején, a szükséges behatási idő, a kezelésnek kitett felületekre és egyéb tárgyakra gyakorolt hatások.

- Szükséges az előírt behatási idő alkalmazása, ennél rövidebb idő alatt a kívánt fertőtlenítő hatás nem érhető el.

- Bár a 253,7 nanométer feletti hullámhosszúságú UV-C sugarakat kibocsátó lámpák nem termelnek nagyobb mennyiségű ózont, valamennyi ózontermelés nem kizárható. Az ózon és annak másodlagos reakciótermékei károsak az egészségre, ezért a lámpák használata után egy rövid, intenzív szellőztetés javasolt.
- Figyelembe kell venni, hogy az esetlegesen árnyékban maradt felületeken maradhatnak kórokozók, továbbá hogy a fertőtlenítő hatás a berendezés működéséig jelenlévő kórokozókat pusztítja el, és nem hat a behatás után esetlegesen odakerült kórokozókra.
- A levegő oxigénjéből előállított ózon (generátorral) kizárólag személyek jelenléte nélkül alkalmazható zárt helyiség felületeinek légtéren keresztül történő fertőtlenítésére, amennyiben, és csak abban az esetben, ha annak hatását bizonyították és a megfelelő biocid engedéllyel rendelkezik.

Jelenleg az oxigénből előállított ózon fertőtlenítőként történő forgalmazására vagy felhasználására nincs engedély kiállítva Magyarországon, így felhasználása jogszerűtlen.

A környező levegő oxigénjéből (vagy vízből) előállított ózon keletkeztetésére szolgáló berendezések (a továbbiakban: ózongenerátorok) alkalmazása nem helyettesítheti adott zárt helyiségben a felületek előírt tisztítását és fertőtlenítését. Legfeljebb kiegészítő fertőtlenítő eljárásaként alkalmazható.

Az adott ózongenerátorra vonatkozó fertőtlenítő eljárás kidolgozásához elengedhetetlen a mikrobiológiai hatásossági vizsgálatok elvégzése, mert csak ezen vizsgálatok eredményei alapján állapítható meg, hogy a berendezés milyen alkalmazási paraméterek mellett és körülmények között rendelkezik fertőtlenítő hatással.

Hangsúlyozandó, hogy sok illegális, bizonytalan hatásfokú berendezés került forgalomba, melyek a lakosság számára is elérhetőek. Ezek tekintetében a hatékonyság jelentette álbiztonság mellett az elfogadható kockázatú felhasználása sem garantálható.

A használati utasításnak ki kellene térnie az adott ózongenerátor biztonságos fertőtlenítést biztosító működési adataira (például: ózon koncentráció g/óra, a fertőtlenítendő zárt légtérben kialakuló ózon koncentráció (ppm/m³), hány m³ zárt tér fertőtlenítésére alkalmas a berendezés, a fertőtlenítéshez szükséges időtartam).

További kérdés a szellőztetési idő meghatározása, mely munkavédelmi szempontból elengedhetetlen és a különböző technológiák tükrében nagyban eltérő lehet, ugyanis az ózonnal fertőtlenített helyiség csak abban az esetben nyitható, ha az ózon koncentrációja az egészségügyi határérték alatt van. A kezelés – és a szükséges szellőztetés illetve várakozási idő – időtartama alatt a zárt helyiségben személyek nem tartózkodhatnak.

Az ózonnal történő fertőtlenítéskor alapvető követelmény a teljes fertőtlenítési technológia kialakítása, mely az ózonos kezelés előtti feladatokat, követelményeket is magába foglalja.

Az ózongenerátorok helyett javasolt a megfelelő takarítás, fertőtlenítés gyakori végzése.

Hivatkozások:

Akbari, V., & Salmanzadeh, M. (2019). Numerical evaluation of the effect of air distribution system and location on performance of a portable air cleaner. *Science and Technology for the Built Environment*, 25(1), 34-45.

Arvin A, Holodniy M, Gibbs L, Furr S, Segal E (2018) Stanford Biosafety Manual, Environmental Health & Safety. Stanford University. https://ehs.stanford.edu/wp-content/uploads/2201_EHS_Biosafety_Manual_v5-final_web_comp_3.pdf

Azimi P, Stephens B (2013) HVAC filtration for controlling infectious airborne disease transmission in indoor environments: Predicting risk reductions and operational costs. *Building and environment*, 70, 150-160.

Barker J, Jones MV (2005) The potential spread of infection caused by aerosol contamination of surfaces after flushing a domestic toilet. *Journal of Applied Microbiology* 99(2): 339–347.

Best EL, Sandoe JAT, Wilcox MH (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.

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.

Center For Disease Control and Prevention (2019) Interim Recommendations for U.S. Community Facilities with Suspected/Confirmed Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/community/organizations/cleaning-disinfection.html>

Chen, Y., Chen, L., Deng, Q., Zhang, G., Wu, K., Ni, L., ... & Yang, J. (2020). The presence of SARS-CoV-2 RNA in the feces of COVID-19 patients. *Journal of medical virology*.

Chen, L., Jin, X., Yang, L., Du, X., & Yang, Y. (2017). Particle transport characteristics in indoor environment with an air cleaner: The effect of nonuniform particle distributions. In *Building Simulation* (Vol. 10, No. 1, pp. 123-133). Tsinghua University Press.

Darnell, M. E., Subbarao, K., Feinstone, S. M., & Taylor, D. R. (2004). Inactivation of the coronavirus that induces severe acute respiratory syndrome, SARS-CoV. *Journal of virological methods*, 121(1), 85-91.

ECDC 2020. 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>

Grimm, N. R., & Rosaler, R. C. (Eds.). (1997). *HVAC systems and components handbook* (2nd Edition ed.). New York, NY: McGraw-Hill. Retrieved from

Jin, X., Yang, L., Du, X., & Yang, Y. (2016). Particle transport characteristics in indoor environment with an air cleaner. *Indoor and Built Environment*, 25(6), 987-996.

Johnson DL, Mead KR, Lynch RA, Hirst DVL, 2013. Lifting the lid on toilet plume aerosol: A literature review with suggestions for future research. *American Journal of Infection Control* 41(3): 254–258.

Kampf G, Todt D, Pfaender S, Steinmann E (2020) Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and its inactivation with biocidal agents. *Journal of Hospital Infection*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2020.01.022>

Kang, S. Y., Siegel, J., & Novoselac, A. (2008). Effective positioning of portable air cleaning devices in multizone residential buildings. *Indoor Air* 2008, 17-22 August 2008, Copenhagen, Denmark.

Kowalski JW, Walsh TJ, Petraitis V (2020) 2020 COVID-19 Coronavirus Ultraviolet Susceptibility. Report number: COVID-19_UV_V20200312. DOI: 10.13140/RG.2.2.22803.22566

Morawska, L., & Milton, D. K. (2020). It is time to address airborne transmission of COVID-19. *Clinical Infectious Diseases*, 7. 10.1093/cid/ciaa939. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa939>

Morawska, L., Tang, J. W., Bahnfleth, W., Bluyssen, P. M., Boerstra, A., Buonanno, G., Cao, J., Dancer, S., Floto, A., Franchimon, F., Haworth, C., Hogeling, J., Isaxon, C., Jimenez, J. L., Kurnitski, J., Li, Y., Loomans, M., Marks, G., Marr, L. C., Mazzearella, L., ... Yao, M. (2020). How can airborne transmission of COVID-19 indoors be minimised?. *Environment international*, 142, 105832. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105832>

Novoselac, A., & Siegel, J. A. (2009). Impact of placement of portable air cleaning devices in multizone residential environments. *Building and Environment*, 44(12), 2348-2356.

REHVA - Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations (2020a) COVID-19 guidance document. https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/REHVA_COVID-19_guidance_document_ver2_20200403_1.pdf

REHVA - Federation of European Heating, Ventillation and Air Conditioning Associations (2020b) Additional guidance for use of fan coils and avoiding recirculation.

[https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/REHVA_COVID-19_specific_guidance_document - Use of fan coils and avoiding recirculation .pdf](https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/REHVA_COVID-19_specific_guidance_document_-_Use_of_fan_coils_and_avoiding_recirculation_.pdf)

REHVA - Federation of European Heating, Ventillation and Air Conditioning Associations (2020c) Limiting internal air leakages across the rotary heat exchanger. [https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/REHVA_COVID-19_specific_guidance_document - Limiting internal air leakages across the rotary heat exchanger .pdf](https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/REHVA_COVID-19_specific_guidance_document_-_Limiting_internal_air_leakages_across_the_rotary_heat_exchanger_.pdf)

REHVA - Federation of European Heating, Ventillation and Air Conditioning Associations (2020d) [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. November 17, 2020. https://www.rehva.eu/activities/covid-19-guidance/rehva-covid-19-guidance](https://www.rehva.eu/activities/covid-19-guidance/rehva-covid-19-guidance)

REHVA - Federation of European Heating, Ventillation and Air Conditioning Associations (2020e) [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. April 15, 2021. https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/REHVA_COVID-19_guidance_document_V4.1_15042021_01.pdf](https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/REHVA_COVID-19_guidance_document_V4.1_15042021_01.pdf)

Robert-Koch-Institut, 2020. https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Steckbrief.html

Siegel, JA (2016) Primary and secondary consequences of indoor air cleaners. Indoor air, 26(1), 88-96.

Su, C and Lau, (2011) Review of air cleaning technologies in ventilation system for bio-aero- sols. In 12th International Conference on Indoor Air Quality and Climate 2011 (pp. 1168-1173).

van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, Holbrook MG, Gamble A, Williamson BN, ... & Lloyd-Smith JO (2020) Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. New England Journal of Medicine. DOI: 10.1056/NEJMc2004973

WHO, 2020. 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>

Wölfel, R., Corman, V.M., Guggemos, W. et al. Virological assessment of hospitalized patients with COVID-2019. Nature (2020). <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2196-x>

Zuraimi, M. S., Nilsson, G. J., & Magee, R. J. (2011). Removing indoor particles using portable air cleaners: implications for residential infection transmission. Building and environment, 46(12), 2512-2519.

Budapest, 2021. április 26.