

VYHODNOCENÍ HYGIENY OVZDUŠÍ VE VNITŘNÍM PROSTŘEDÍ

Aktuální výzvy pro odborníky v oboru:

- Aerosoly jako nosiče infekce
- Posouzení potřeby výměny vzduchu
- Užitečné pomůcky:
Aerosolový generátor a spektrometr



Po mnoho let se veřejné diskuse na téma „kvality ovzduší“ zaměřovaly na venkovní ovzduší. Od počátku pandemie Covid-19 ovšem roste povědomí o důležitosti hygieny ovzduší ve vnitřních prostorách. Zatímco počáteční snahy o prevenci před infekcí na počátku krize byly zaměřeny zejména na kapénky a povrchy, nyní je zřejmé, že kapénková infekce hraje při šíření viru hlavní roli. Nyní je nejvyšší čas, abychom dostali pod kontrolu kvalitu ovzduší ve vnitřním prostředí. Ta je základním podkladem pro příslušné hygienické scénáře.

1. VÝCHOZÍ SITUACE

V současné zdravotní krizi, která bohužel nejspíše nebude poslední svého druhu, je pro odborníky na kvalitu vnitřního ovzduší a odborníky na ventilační a klimatizační techniku stěžejní výzvou posouzení rizik spojených s infekcemi přenášenými vzduchem ve vnitřním prostředí. Novou informací je, že lidé ve vnitřním prostředí mohou být zdrojem nebezpečí.

Vzduch, který nemocní lidé vypouští při dýchání nebo mluvení, přenáší aerosolové kapénky, které mohou obsahovat bakterie a viry. Tyto kapénky jsou většinou menší než 1 μm , a když jsou zpočátku větší, brzy se zmenší na zmíněnou velikost, protože obsažená voda se odpařuje v suchém vnitřním vzduchu. To znamená, že tyto kapénky jsou tak malé, že se mohou trvale vznášet v ovzduší a být vdechovány jinými osobami.

Potenciálně infekční částice mohou být, díky jejich malé velikosti, detekovány pouze pomocí speciálních měřících zařízení.

Nejnovější výzkumné studie prokazují, že někteří pacienti trpící Covid-19 vydechují mnohem vyšší počet aerosolových částic. Jediný takzvaný „superpřenašeč“ může uvolňovat takové množství virů jako 100 průměrných lidí - s menším nebo zanedbatelným ovlivněním nemocí. Je tak pravděpodobné, že velký podíl přenosu a rozšíření infekce mezi široké masy lidí pochází od této skupiny osob. Ochránit vnitřní prostředí proti této skupině osob je naprosto zásadní ovšem velmi náročné. 3 opatření ovlivňují snížení koncentrace potenciálně infekčních aerosolových částic ve vnitřním ovzduší, a tím i riziko infekce vdechováním:

1. Zředění vydechovaných aerosolů čerstvým ovzduším (větrání)
2. Odstranění aerosolů stacionárním nebo mobilním filtračním zařízením (čištění vzduchu)
3. Osobní ochranné pomůcky, především roušky a respirátory (ochrana)

K bodu 3. zde nelze učinit žádné obecné zhodnocení, protože účinnost osobních ochranných prostředků podléhá velkému množství faktorů týkajících se materiálu a jednotlivých osob.

2. PRAKTICKÉ VÝZVY VE VÝVOJI A IMPLEMENTACI HYGIENICKÝCH KONCEPTŮ

Když vycházíme z toho, že je místnost dobře větraná, níže je uvedený jednoduchý případ čištění vzduchu v místnosti: Infikovaná osoba v místnosti vdechuje a vydechuje asi 0,5 m³ vzduchu za hodinu. Současně pracuje filtrační zařízení, které přefiltruje přibližně 500 m³ vzduchu za hodinu a odstraňuje aerosolové částice.

Koncentrace aerosolů vydechovaných infikovanou osobou by se tak snížila na přibližně 1/1000 původní hodnoty. Dostatečné promíchání vzduchu v místnosti lokálně omezuje potenciálně vysoké koncentrace infekčních aerosolů.

Abychom dosáhli stejného účinku pouze dostatečným větráním, nastala by v zimě v mnoha případech uvnitř teplota blízká venkovní teplotě, což je nepřijatelné dle pracovního práva, a potenciální náklady na vytápění by výrazně převyšovaly náklady na pořízení a provoz zařízení na čištění vzduchu.

Pravidlo vsoučasnosti navrhované pro školy - větrání každých 20 minut po dobu 5 minut¹, umožní jen přibližně 2 výměny vzduchu za hodinu. Jakmile je ukončeno větrání, vzduch v místnosti se rychle znovu obohacuje o aerosoly.

Závěrem je, že s přerušovaným větráním se střídají krátké fáze dobré kvality ovzduší s delšími fázemi špatné kvality

ovzduší. Riziko infekce se tak příliš nesníží. Alespoň je však možné udržet koncentrace CO₂, které ještě nevedou ke snížení pozornosti nebo k únavě. Studie ukazují: Monitoring hodnot CO₂ je zajímavou pomůckou pro každodenní kancelářský nebo školní život, ale nejsou dostatečným základem pro efektivní hygienické koncepty.² V praxi jsou odborníci v mnoha případech konfrontováni s místnostmi, které lze větrat jen ve velmi omezené míře, ať už kvůli oknům, která nelze otevřít, nebo kvůli umístění uvnitř budovy. Odborníci tak musejí zahrnout příspěvek dané výměny vzduchu do celkového konceptu.

Raději větrat či čistit vzduch?

Pět výměn vzduchu za hodinu ve třídě o objemu 200 m³ znamená každou hodinu ohřívat 1300 kg vzduchu z vnější na vnitřní teplotu. To odpovídá například výhřevnosti 3 litrů topného oleje. S 6 hodinami denně a 100 topnými dny ročně to znamená 1 800 l pro jednu místnost. Takové vytápění je dosti nákladné a škodlivé pro životní prostředí.

Vezměte také na vědomí, že manuální větrání je organizační opatření, které může být opomenuto kvůli lidské chybě. Větrací systémy lze automatizovat, aby se zabránilo neoprávněnému přístupu. Automatický monitoring a ovládání je ovšem také spojeno s vysokými náklady.

Moderní budovy mohou být vybaveny ventilačními systémy, které umožňují vysokou rychlost výměny vzduchu (> 5 / h). Pokud je k dispozici rekuperace tepla, může být řešení zahrnující maximalní přívod čerstvého vzduchu dostatečné a nákladově efektivní.

¹<https://www.umweltbundesamt.de/richtig-lueften-in-schulen#konnen-mobile-luftreiniger-in-lassenraumen-helfen>(Abrufdatum: 11.01.2021)

² Julia Szabadi, Jörg Meyer & Achim Dittler (2020) „Untersuchung der Minderung der Partikelkonzentration in geschlossenen Innenräumen durch einen hoch wirksamen Innenraumfilter“.

3. ODBORNÉ METODY A PŘÍSTUPY

Úkolem odborníka je posoudit chování aerosolů v příslušné místnosti a v případě potřeby navrhnout opatření ke zlepšení stavu. Interiéry se od sebe liší geometrií, vybavením, oblastmi, kde lidé tráví čas, okny, větráním, apod. Jejich vyhodnocení je proto složitá záležitost; Odborník musí především na základě zkušeností a pomocí vhodných nástrojů identifikovat oblasti s nedostatečným promícháním vzduchu.

Prvním krokem je zjistit, jak se mění koncentrace aerosolu v místnosti - měřeno jako počet částic na objem vzduchu - mění se na základě vlivu aktuální technických vlastností místnosti (aktuální stav). V závislosti na výše zmíněných charakteristikách místnosti se může koncentrace snižovat rychleji nebo pomaleji.

V tomto kontextu je obzvláště důležité stanovit oblasti se slabým průtokem, protože jsou například umístěny nepříznivě vzhledem k ventilačním nebo cirkulačním zařízením.

Aerosolové generátory umožňují simulace realistických zátěžových scénářů.

K výrobě neškodných zkušebních částic se používá vhodný generátor aerosolů, který simuluje aerosol emitovaný lidmi a distribuuje jej v místnosti. Průměrná velikost částic produkovaných generátorem aerosolu by měla být v rozmezí 0,2-0,3 μm , aby byla co možná nejpodobnější aerosolovým částicím vydechaných lidmi a aby se zabránilo poklesu koncentrace v důsledku sedimentace. Aby bylo možné provést měření bez vlivu částic náhodně přítomných ve vnitřním ovzduší nebo částic z venkovního ovzduší, musí být koncentrace nastavena tak vysoko,

aby dominoval zkušební aerosol ($> 10\times$ vyšší koncentrace uvnitř oproti venkovnímu prostředí). Jakmile je dosaženo cílové koncentrace, měří se koncentrace aerosolu po určitou dobu v krátkých intervalech. Kontrolovaná výměna vzduchu způsobí nepochybně razantní pokles koncentrace částic. Je-li to možné, měl by se tento test opakovat pro různé provozní režimy místnosti.

Pro takové měření je nezbytný aerosolový spektrometr, umožňující měření početní koncentrace částic, určený pro velikost částic požadovanou pro taková měření. Jednoduché PM senzory nejsou pro uvedené měření vhodné, protože částice menší než 0,5 μm detekují jen velmi slabě a částice menší než 0,35 μm nedetekují vůbec.³

Po vyhodnocení aktuálního stavu místnosti lze ve druhém kroku zkoumat účinek dalšího

Vhodná měřicí technika může být řešením:

Početní aerosolový spektrometr nelze zaměňovat s čítači pro čisté místnosti (clean room counters). Ty jsou navrženy pro extrémně nízké koncentrace částic. U těchto zařízení mohou být při koncentracích vyšších než cca 50 částic / cm^3 v detekční oblasti obvykle současně dvě nebo více částic. V interiéru i exteriéru je však koncentrace obvykle výrazně vyšší, což u těchto čítačů způsobuje chyby v počítání a nesprávné stanovení velikosti částic. Spektrum částic je obvykle zaznamenáno pouze nad 0,3 μm a je rozděleno pouze do několika velikostních tříd.

opatření pro úpravu vzduchu, jako je účinek mobilního vzduchového filtru. Studie německé Univerzity obrany ukázala, že přenosné čističe vzduchu s vysoce kvalitními filtry mohou snížit nepřímé riziko infekce prostřednictvím aerosolů.³

Kontrola čistícího efektu přenosných čističů vzduchu a jiných podobných zařízení má velký význam.

Stejnou metodu lze použít k vyhodnocení místnosti, která byla dovybavena čištěním vzduchu v recirkulačním režimu. V některých místnostech může být nezbytné stanovit provozní kapacitu zařízení pro dosažení ideálního účinku v rámci celé místnosti.

Integrované senzory v rámci čis- tičů vzduchu obvykle nejsou ideální:

Proč by se čističe vzduchu v místnosti neměly provozovat v automatickém režimu? Jejich integrované senzory, obvykle konstruované pro PM_{2,5}, nejsou vhodné pro měření částic menších než 1 μm, protože nemohou detekovat částice pod 350 nm (se 100% účinností obvykle od 0,5 μm) a poskytují pouze obecné hmotnostní koncentrace. Jejich jednoduchý princip měření vždy reaguje na signály z nedefinovaného počtu částic, které se současně vyskytují v detekční oblasti. Stejně znečištění PM_{2,5} může být způsobeno jedinou částicí o velikosti 2 μm, stejně jako 1000 částic o velikosti 0,2 μm. Tento názorný příklad ukazuje na nevhodnost použití takových senzorů. Realistické hodnocení vyžaduje početní aerosolové spektrometry, které dokáží rozpoznat jednotlivé částice a změřit jejich velikost.

Šíření CO₂ v ovzduší může být odlišné od šíření aerosolů. Lze jej však zjistit podobným způsobem průběžným záznamem koncentrací CO₂ v čase. Za tímto účelem musí být zajištěna

realistická situace, tj. buď musí být během měření přítomen odpovídající počet osob, nebo musí být uměle uvolněno CO₂ do dané místnosti tak, aby byla simulována dechová aktivita příslušného počtu osob. Doporučuje se použít měřicí zařízení s integrovaným záznamem koncentrace CO₂; senzory, které zobrazují pouze aktuální hodnotu, jsou pro uvedená měření nedostatečné.

Dostatečně citlivá kombinace měření koncentrace čáscic a CO₂ umožní odhad rizika infekce.

Palas AQ Guard je vybaven speciálním softwarovým balíčkem pro hodnocení vnitřních prostor na základě současného měření CO₂ a aerosolů. Tento software stanovuje reprodukční hodnotu R, tj. očekávanou pravděpodobnost infekce, na základě vědeckých poznatků o infekcích přenášených vzduchem pro daných podmínek - tj. provoz místnosti za daných hraničních technických podmínek po předem definovanou, typickou dobu použití

Pomocí tohoto nástroje lze místnosti navzájem porovnávat s ohledem na jejich typické použití a hodnotit je s ohledem na kvalitu vnitřního ovzduší.

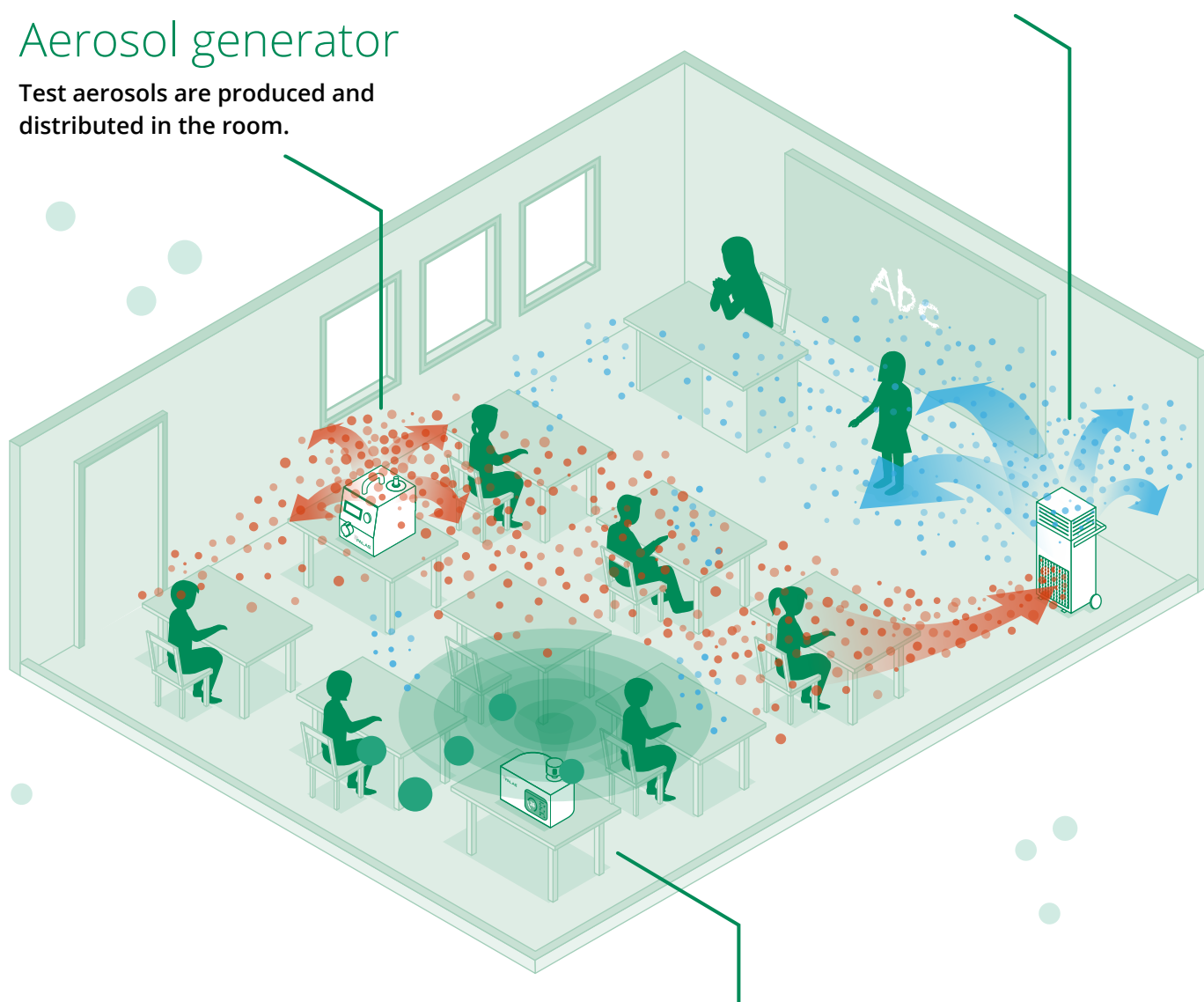
³ Christian J. Kähler, Thomas Fuchs, Rainer Hain (2020): „Können mobile Raumluftreiniger eine indirekte SARS-CoV-2 Infektionsgefahr durch Aerosole wirksam reduzieren?“.

Room air purifier

A virus filter system ensures purified air.

Aerosol generator

Test aerosols are produced and distributed in the room.

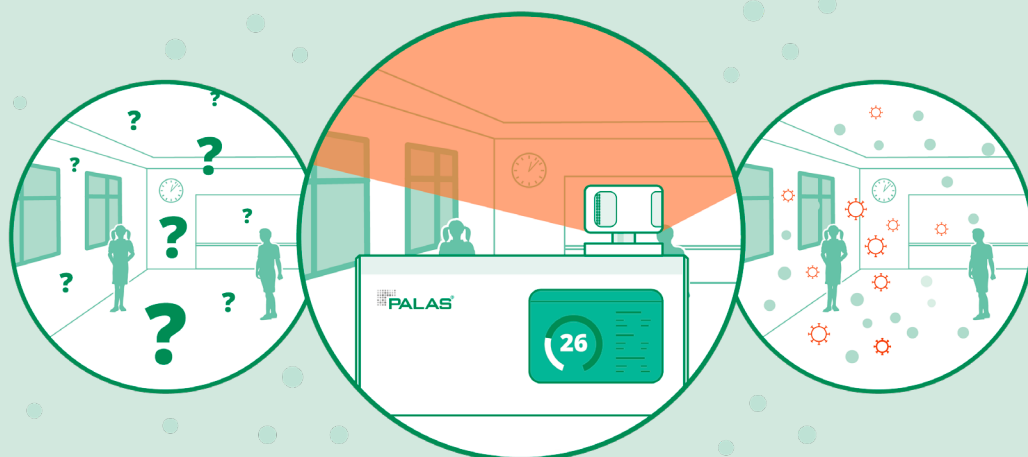


Aerosol spectrometer

Permanent monitoring of the air quality by the AQ Guard.

ZÁVĚRY

Do místnosti by měl být vždy přiváděn čerstvý vzduch tak, aby nebyla narušena pozornost a zdraví přítomných. Za tímto účelem je vhodné měřit koncentrace CO₂, teplotu a vlhkost vzduchu v místnosti. Pro hygienické posouzení potenciálně infekčních aerosolů jsou ovšem rozhodující měření početní koncentrace aerosolů.



měla být prováděny a interpretována pouze autorizovanými odborníky. Tímto způsobem lze definovat účinná hygienická opatření týkající se vnitřního ovzduší dle skutečného aktuálního stavu v budově. Příspěvek odborníků k ochraně před infekcemi jde daleko nad rámec obecných doporučení - a pomáhá předcházet nákladným špatným investicím.

go green
to breathe clean.



Palas® je přední vývojová a výrobní společnost vysoce přesných zařízení pro generování, měření a charakterizaci částic v ovzduší. S řadou aktivních patentů vyvíjí a dodává společnost Palas® technologicky špičková a certifikovaná zařízení pro měření jemného prachu a nanočástic, aerosolové spektrometry, generátory a senzory a softwarová řešení.

Palas GmbH je dceřinou společností společnosti Brockhaus Capital Management AG, která je uvedena v Prime Standard na frankfurtské burze cenných papírů (BKHT, ISIN: DE000A2GSU42).

Palas GmbH

Greschbachstrasse 3 b | 76229 Karlsruhe | Germany
Phone: +49 721 96213-0 | Fax: +49 721 96213-33

www.palas.de

go green
to breathe clean.



ENVitech Bohemia s.r.o.

Ovocna 34/1021

161 00 Praha 6

Czech Republic

Email: eb@envitech-bohemia.cz

Tel.: +420 257 312 750

<https://www.envitech-bohemia.cz/>

Offical Sales Partner of Palas GmbH

Greschbachstrasse 3 b | 76229 Karlsruhe | Germany

Phone: +49 721 96213-0 | Fax: +49 721 96213-33

www.palas.de