

# Problematika nových technologií v sanitaci

SZÚ, B. Kotlík, V. Melicherčíková, J. Urban, M. Vít, J. Kynčl

# Pro připomenutí

Dezinfekce je ničení mikroorganismů - ne však nutně jejich spor - pomocí chemických a fyzikálních (např. UV-C záření, vysoká teplota, výboj) metod. Provádí se v místech se zvýšenými nároky na čistotu z důvodu minimalizace nebo zamezení výskytu infekcí (nemocnice, výroba potravin a léčiv ...).

Dezinfekci lze také definovat jako čištění předmětu od některých nebo všech patogenních organismů, které mohou způsobit infekci.

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Dezinfekce>

Nejde tu o žádnou sterilizaci

# V obecné míře platí

Každé zdravotnické zařízení, provozovna, firma (pracovní prostředí), obchod atd. (komunální prostředí) má své provozní řády, na jejichž správnost a provádění má dohlížet příslušná hygienická stanice. Pokud pracovníci používají (vysoce) toxické látky, musí mít k tomu odpovídající odbornou způsobilost, a musí být vybaveni osobními ochrannými pomůckami. Samozřejmostí musí být i kontrola následné bezpečnosti dekontaminovaných prostor. Pokud je provozní řád správně nastaven (včetně pravidelného střídání dezinfekčních přípravků s různými účinnými látkami, aby nemohlo dojít ke vzniku rezistence), dodržován a prováděn, tak není potřeba využívat jiné procesy dezinfekce, jakou jsou strojové dezinfekce - používání fumigačních prostředků pomocí ozónu, suchých mlh či fotokatalytických nátěrů apod.

# Než přišel SARS-CoV-2

Všechny používané přípravky byly uvedeny na trh ve shodě s legislativou EU.

Aplikační přístroje splňovaly bezpečnostní parametry k ochraně zdraví.

Platilo, a mmch. stále platí, že se postupy dezinfekce provádějí v epidemiologicky zdůvodněných případech a s ohledem na životní prostředí a odolnost materiálů, jejich toxicitu a dráždivost a z hlediska možných zdravotních rizik.

# Ale

Do koronavirové pandemie se v ČR netestovalo použití dezinfekčních přípravků postupem suché mlhy, natřením povrchů nanočásticemi různých chemických látek nebo v širší míře různé ozonizační procedury.

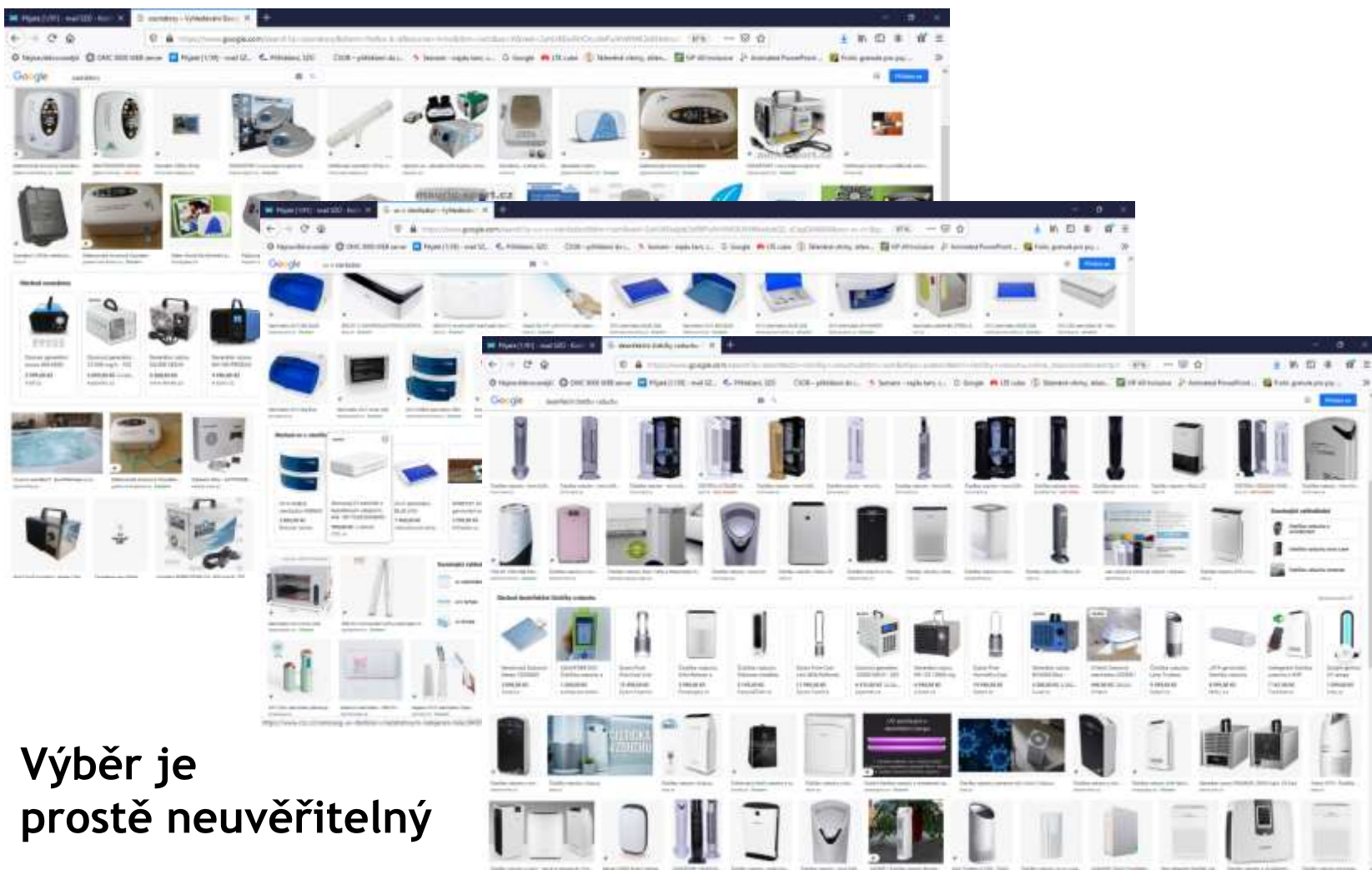
Na trhu nebylo ani zdaleka tolik uzavřených UV-C zdrojů. Potřebné informace nebyly a částečně dosud nejsou dostupné ani na odborné úrovni.

Navíc stále v podstatě nelze v ČR testovat reálnou účinnost na eliminaci SARS-CoV-2 z ovzduší.

Současné postupy stanovují téměř výhradně účinnost dezinfekčních prostředků na základě eliminace různých virů na testovacích nosičích.

SARS-CoV-2 a zvýšená potřeba pokrýt mimo specifických a zdravotnických zařízení i komunální poptávku, ale trh a nabídku zásadně ovlivnily.

Potom, co odezněla vlna antivirových/virucidních přípravků, gelů a výrobků, u kterých testy na dezinfekci ploch prokazovaly minimální, v nejlepších případech antivirovou účinnost (účinné dezinfekční přípravky by měly být virucidní, což je redukce viru o 4 řády), se v současnosti „antivirový“ trh v ČR soustředil víceméně na tři skupiny výrobků.



Ochrana ovzduší  
ve státní správě  
2. až 3. 11. 2021

**Výběr je  
prostě neuvěřitelný**

# Trh je plný produktů s neuvěřitelnými vlastnostmi

Zbaví nás bakterií, virů (včetně SARS-CoV-2 samozřejmě, heslo „best in covid“ se u nás zřetelně ujalo), plísní, téměř všeho prachu, pachů, organických i anorganických látek (na sousedy to zatím neplatí ... ale .... nechme se překvapit)

Stačí vlastně jenom uvěřit (a neověřovat), koupit a zapnout. Vše (teda ne vše) má certifikáty účinnosti na vše, vše je ověřené a úplně bezpečné (často hygienické).

Určeny do pracovních provozů, zdravotnických zařízení, hromadné dopravy, do škol a školek, veřejných budov, do bytů .....



# Než začneme jásat, raději předem upozorním na to, že

- je velký rozdíl mezi desinfekční účinností na plochách a desinfekcí vzduchu
- údaj o výkonu ozonátoru v g/hodinu je nutno dělit průtokem vzduchu za hodinu
- údaj o příkonu UV-C lampy nic neříká, důležitý je výkon/intenzita záření (v J/m<sup>2</sup>)
- u UV-C zdroje je významnou doba ozáření a rychlost proudění vzduchu,
- u fotokatalýzy rychlost proudění vzduchu
- test účinnosti v pitné vodě nic neříká o účinnosti ve vzduchu
- je doporučeno pečlivě ověřovat uváděné atesty, měly by také platit v EU

# Ty medializované technologie jsou tři respektive čtyři

- Otevřené a uzavřené zdroje UV-C
- Ozonizace
- Fumigace
- Fotokatalýza

# Otevřené a uzavřené zdroje UV-C

UV záření dělíme do 3 pásem podle vlnových délek

- pásmo blízké neboli UV-A, jehož vlnové délky se pohybují v rozmezí 320-380 nm,
- pásmo střední neboli UV-B, ve kterém se nacházejí vlnové délky s rozsahem 280-320 nm
- pásmo vzdálené neboli UV-C, kde jsou vlnové délky kratší než 280 nm a označuje se též jako germicidní pásmo, neboť má největší baktericidní účinky

Zdroje UV-C záření - germicidní či led (ty se ale nedoporučují, malý výkon)

# Zdroje UV-C

Klasické - otevřené zdroje měly a mají, s ohledem na bezpečnost, přesně a jednoznačně definované podmínky pro použití.

Jsou primárně určeny do specifického pracovního prostředí a jejich používání se řídí provozními řády.

Uzavřené zdroje - upravené čističky vzduchu - jsou plošně doporučovány i pro provoz za přítomnosti lidí nebo do komunálního prostředí. Dezinfekce vzduchu je zde zdůvodněna průchodem vzduchu prostorem s aktivním UV-C zdrojem, kdy nedochází k průniku UV-C záření do prostředí ani vzniku O<sub>3</sub>.

**To do komunálního prostředí prostě nepatří**

**To je „novinka“ a míří přímo na obavy veřejnosti**

# Upravené čističky vzduchu

Účinnost UV-C zdrojů se odvíjí od intenzity záření (výkon zdroje) a doby ozáření (lze dohledat až 30 minutovou nutnou expozici).

Podle NCBI (National Center for Biotechnology Information), která je součástí americké národní lékařské knihovny, bylo v roce 2009 stanoveno, že dávka k eliminaci SARS-CoV-1 s účinností 99,99% je  $3,640 \mu\text{W} \cdot \text{sec}/\text{cm}^2$ . Vezmeme-li v úvahu, že 1 Joule (J) odpovídá 1 W (W) na 1 sekundu (s), pak je hodnota potřebné dávky  $36,4 \text{ J}/\text{m}^2$ . Lze ale dohledat i údaj  $67 \text{ J}/\text{m}^2$ . (Dá se očekávat, že to bude stačit i na náš obalený virus).

# Jaká je ale nabídka?

- Mohou se objevit problémy s nedostatečnou intenzitou - výkonem UV-C lampy, (nedostatečný pro eliminaci bakterií neřkuli virů) nebo naopak příliš velkým průtokem vzduchu (nedostatečná doba působení záření) nebo s možnou související tvorbou O<sub>3</sub>.
- Většina těchto výrobků na českém trhu pak nemá dostatečně prokázanou účinnost na dezinfekci vzduchu (někdy ani na plochy) a omezuje se často na nepodložená tvrzení.

# Kontrolní otázka:

Pokud je v nabídce čistička vzduchu o velikosti 100 na 30 na 50 centimetrů (v/d/š) s průtokem cca 50 a více m<sup>3</sup>/hodinu ... jakou dobu je procházející vzduch ozařován?

# Pár příkladů za všechny

<https://www.preventiko.cz/blog/jak-zvladnout-koronavirus-ve-vasi-firme/>  
<https://www.preventiko.cz/blog/bez-viru-i-bez-starosti/>

(... prosím, já to jenom zkopíroval .....)



# Fumigace/zmlžovače

Tady je situace jednodušší. Většinou se používají biocidní přípravky a zajišťují to příslušná pracoviště. Aplikace suchou mlhou se provádí bez přítomnosti osob a zvířat.

Pracovníci používají osobní ochranné pracovní oděvy, obuv a masky podle typu použitého biocidního přípravku.

Při aplikaci jednotlivých látek musí být uvedeno množství biocidní látky, teplota a vlhkost, doba působení, délka vyvětrání, možnosti kontroly provedené aplikace (Zákon č. 324/2016 Sb. Zákon o biocidních přípravcích a účinných látkách a o změně některých souvisejících zákonů - zákon o biocidech) .



# Ale

SZÚ testoval mikrobicidní účinnost (nebyla testována účinnost na koronaviry).

Celkem bylo realizováno 36 jednotlivých testů, při kterých bylo otestováno 16 dezinfekčních přípravků a 9 dekontaminačních zařízení.

Jako účinné se ukázaly víceméně pouze přípravky na biocidní bázi - peroxid vodíku, Persteril 15 (směs peroxidu vodíku, kyseliny octové a kyseliny peroxyoctové), GPC8 (směs glutaraldehydu a kvartérní amoniové soli).

Tabulku s výsledky lze dohledat na <https://hygiena.szu.cz/pdfs/hyg/2021/01/03.pdf>

# Pár poznámek:

- Často chybí registrace biocidních látek (Zákon č. 324/2016 Sb. o biocidech)
- Seznam látek k dezinfekci SARS-CoV-2 byl zveřejněn Evropskou agenturou pro chemické látky (ECHA). (přehled účinných látek, které byly schváleny nebo byly přezkoumány za účelem použití v dezinfekčních přípravcích a dále seznam přípravků, které byly povoleny podle nařízení o biocidních přípravcích: <https://data.europa.eu/euodp/cs/data/dataset/biocidal-products-lists-of-disinfectant-active-substances-and-products>)
- Chybí laboratorně a prakticky prověřené metody aplikace přípravků suchou mlhou. Na trhu existují různé přístroje, které generují suchou mlhu v uzavřeném prostoru. Tato zařízení musí být bezpečná pro použití v interiéru bez vyvolání zdravotních rizik.
- Je zapotřebí kontrolovat, zda osoby provádějící nebo kontrolující tuto činnost mají **potřebná a platná osvědčení o odborné způsobilosti**.
- Nebylo hodnoceno možné poškození ošetřovaných materiálů při použití suché mlhy různých biocidních přípravků.

## Aby toho nebylo málo

Před použitím postupu suché mlhy je nutné provést mechanickou očistu a dezinfekci ploch a povrchů doporučenými čistícími a dezinfekčními přípravky. Aplikace suché mlhy tyto postupy nenahrazuje.

# Ozón

Je vysoce reaktivní plyn modré barvy a charakteristického zápachu s mimořádně silnými oxidačními účinky. Má silně dráždivé účinky na oční spojivky a dýchací cesty a ve vyšších koncentracích způsobuje ztížené dýchání a zánětlivou reakci sliznic v dýchacích cestách. Zvýšeně citlivé vůči expozici ozónu jsou osoby s chronickými obstrukčním onemocněním plic a astmatem. Krátkodobé akutní účinky ozonu, počínaje drážděním očí jsou postřehnutelné při koncentracích ozonu okolo  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (0,1 ppm) ale i nižších. Symptomatické účinky na dolní a horní cesty dýchací se objevují při vyšších koncentracích ozonu, a to zejména u vnímavější části populace. U dětí může dojít ke snižování plicních funkcí již při koncentracích ozonu okolo  $220 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (0,11 ppm). Různé příznaky, včetně kašle a bolestí hlavy, byly spojeny s koncentracemi ozonu pouhých 160 až  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Při hodinové expozici  $1\ 000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (0,5 ppm) již dochází k vážným akutním škodlivým účinkům. Koncentrace vyšší než  $2 \text{ g}/\text{m}^3$ ) vedou v několika minutách k smrti.

# Ozonizace

- Přímá ozonizace vnitřních ploch a prostor při použití ozonových generátorů. Na to je navázána nabídka čističek vzduchu, domácích ozonátorů a naopak deozonátorů a souvisejících služeb.
- Ozón se většinou vyrábí působením elektrických výbojů (vysokofrekvenční korónový výboj) nebo pomocí krátkovlnného ultrafialového záření (například UV-C) na molekuly kyslíku.
- Někteří výrobci a dodavatelé generátorů ozónu (ozonátory), nabízených jak pro profesionální použití, tak pro širokou laickou veřejnost, ve svých návodech k použití uvádějí, že jejich zařízení **čistí vzduch, zbavuje jej pachů (organických látek), dezinfikuje ovzduší, plochy a povrchy materiálů a že jejich postupy vykazují baktericidní, fungicidní a virucidní účinnost včetně účinnosti proti koronaviru SARS-CoV-2. (?)**

# Poznámky:

- V dokládáných materiálech a i na webech distributorů je zapotřebí rozlišovat údaj o produkci  $O_3$  v čase (většinou za hodinu) a možnou výslednou koncentraci  $O_3$  v produkovaném vzduchu - objemovou koncentraci, která je emitována do prostředí. Ta ale přímo závisí na průtoku vzduchu.
- Dále platí, že se velmi často objevuje snaha nějakým způsobem doloženou účinnost dezinfekce ploch vztáhnout, a to zcela neopodstatněně, k účinnosti při dezinfekci vzduchu (často je v těchto případech nesprávně používán termín sterilizace).
- V žádné nabídce těchto přístrojů nebylo na webu dohledáno upozornění ohledně používání vysoko-koncentračních ozonátorů v pobytových místnostech, kde se mohou vyskytovat květiny, zvířata nebo upozornění na možnost destrukce plastů, tisků či například obrazů (byty, školy, úřady apod.). **Je zřejmé, že by skupina přístrojů s produkcí  $O_3$  nad  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  měla podléhat taxativně definovaným pravidlům používání.**

# „Profi“ a „home“ ozonátory

U generátorů ozónu (ozonátorů) je nutno rozlišovat „profesionální“ ozonátory s výkonem v řádu jednotek a více gramů  $O_3$  na hodinu (lze dohledat až 25 g/hodinu) a „home“ čističky vzduchu pro domácí/komunální či pracovní použití.



# „Home“ ozonátory

Domácí, ale i profesionální čističky vzduchu s ozonizací nebo s UV-C uzavřeným systémem určené pro vnitřní komunální a pro pracovní prostředí, kde je pohyb osob, by neměly překročit:

- jak doporučení WHO (hodinová maximální nejvyšší koncentrace  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 0,05 \text{ ppm}$ ),
- limity stanovené NV č. 361/2007 ve znění Nařízení vlády č. 246/2018 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci (u  $\text{O}_3$  je PEL =  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a NPK-P =  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; 0,05 a 0,1 ppm)
- hodinový limit  $\text{O}_3$  stanovený Vyhláškou č. 6/2003 Sb. (Vyhláška, kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí obytných místností některých staveb) v hodnotě  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (0,05 ppm).

# US EPA „Ozone Generators that are Sold as Air Cleaners“

K účinnosti těchto zařízení z hlediska schopnosti eliminovat pachy, dezinfekce ovzduší, včetně ploch a povrchů materiálů, (baktericidní, fungicidní a virucidní účinnost včetně účinnosti proti koronaviru SARS-CoV-2):

- Existují důkazy, které prokazují, že při koncentracích, které nepřekračují kritéria pro ochranu veřejného zdraví, není ozon účinný při odstraňování mnoha chemikálií způsobujících zápach.
- Pokud je ozon aplikovaný do vnitřního ovzduší používán v koncentracích, které nepřekračují kritéria pro ochranu veřejného zdraví, nelikviduje účinně viry, bakterie, plísně ani jiné biologické znečišťující látky.
- Dostupné vědecké důkazy ukazují, že při koncentracích, které nepřekračují kritéria pro ochranu veřejného zdraví, je ozon obecně neúčinný při kontrole znečištění vnitřního ovzduší.

# „Profi“ generátory O<sub>3</sub>

Z hlediska zajištění bezpečnosti spadají ozonové generátory s produkcí jednotek a více gramů O<sub>3</sub> za hodinu do zcela jiné kategorie. Mimo hodnocení účinnosti je zde zásadní i zajištění bezpečnosti.

Při jejich používání je tedy nutno zachovávat vysokou míru ochrany a bezpečnosti. Je zapotřebí kontrolovat zda osoby provádějící nebo kontrolující tuto činnost mají potřebná a platná osvědčení o odborné způsobilosti.

# Účinnost „profi“ ozonizace

Lze dohledat že

- koncentrace ozonu mezi 10 až 20 ppm (20 až 40 mg/m<sup>3</sup>) při 10 až 15 minutové aplikaci snižují množství SARS-CoV-2 o 3,5 log.(1)
- Podobně při testech na chřipkový virus (H3N2), HSV (herpes simplex virus typu 1), rhinovirus typu 1A a 14 (RV 1A a RV 14); Adenovirus typu 3 a 11 a na myší koronavirus byla v laboratorních podmínkách prokázána účinnost 3 log. (2)

Podle:

1. Inactivation of Coronaviruses in food industry: The use of inorganic and organic disinfectants, ozone, and UV radiation, Scientia Agropecuaria 11(2): 257 - 266 (2020)
2. Development of a Practical Method for Using Ozone Gas as a Virus Decontaminating Agent, Science & Engineering, 31: 216-223, 2009

# Testy v SZÚ

- Státní zdravotní ústav v Praze (NRL pro dezinfekci a sterilizaci) testoval dekontaminační účinnost ozónu při ošetření vybraných povrchů (nosiče: sklo, kov, PVC, textil).
- Na bakteriích *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, mikroskopických vláknitých houbách *Aspergillus brasiliensis* a modelovém viru (bakteriofágu) *E.coli* bakteriofág  $\phi$ X 174. Denzita/hustota mikrobů na nosičích byla 10<sup>7-8</sup> cfu/ml u bakterií a plísní a 10<sup>7</sup> pfu/ml u bakteriofága. Účinnost na SARS-CoV-2 v SZÚ Praha testována nebyla.
- Teoretický výkon ozonátorů byl 7 g/hod., 10 g/hod., 14 g/hod. nebo 20 g/hod. ozónu.
- Testované postupy nevykazovaly účinnost na bakterie, plísně a viry (bakteriofág), kterou uvádějí slovně či v návodech jejich výrobci a dodavatelé.

# Co závěrem?

- Aktuálně trhem nejvíce nabízené postupy sanitace se v současnosti soustředují na použití UV-C záření - přímé a uzavřené zdroje, fumigaci a ozonizaci. Jedná se částečně o nové technologie dekontaminace, které ale musí být založené na vědeckých důkazech a praktickém prověřování jejich účinnosti. **Podle realizovaných testů a dohledatelných podkladů v odborné literatuře řada těchto výrobků nezajišťuje dostatečnou ochranu a distributoři nejsou schopni doložit jimi uváděné údaje o účinnosti.**
- Na základě existujících odborných informací je nesnadné se vyjádřit k potřebnosti výše uvedených druhů opatření nebo vydat doporučení z hlediska četnosti a volby sanitačních prostředků.

# Základní pravidla:

1. Zákon 258/200 Sb. „o ochraně veřejného zdraví“ a o změně některých souvisejících zákonů, v platném znění § 56 a 58. V nich je řešeno praktické provádění ochranné dezinfekce, která je zahrnuta do stávajících technologických postupů údržby nebo dezinfekčních plánů, provozních řádů apod. příslušných provozoven. Pokud se ale jedná o mimořádnou činnost, jak je přímo v § 56 zákona 258/2000 Sb. uvedeno, o cílenou likvidaci původců a přenašečů infekčních onemocnění, jedná se o speciální ochrannou dezinfekci (dezinsekcí a deratizací) - "DDD". Speciální ochrannou DDD může provádět pouze fyzická osoba, která mimo jiné (viz. § 58 zákona 258/2000 Sb.) má **platné osvědčení o odborné způsobilosti a mělo by se jednat o vázanou živnost**. Pokud jsou používány **toxické nebo vysoce toxické chemické látky a chemické přípravky** musí mít tyto osoby i osvědčení o této činnosti.

# Základní pravidla:

2. Pro klasické otevřené zdroje UV-C záření (germicidní lampy) jsou stanoveny poměrně rigidní pravidla používání, uzavřené zdroje (čističky vzduchu) nejsou zatím nijak řešeny. Účinnost UV-C zdrojů přitom závisí na minimální nutné intenzitě záření a nutné době ozáření vzduchu/ploch. **Některé výrobky na trhu tato kritéria ani zdaleka nenaplnují.** Takže se zde mohou objevit problémy s nedostatečnou intenzitou - výkonem UV-C lampy, (malý nedostatečný výkon pro vyčištění prostoru) nebo naopak příliš velkým průtokem vzduchu (nedostatečná doba působení záření) nebo s možnou související tvorbou O<sub>3</sub>. **Většina těchto výrobků na českém trhu nemá dostatečně prokázanou účinnost na dezinfekci vzduchu a omezuje se často na nepodložená tvrzení.**



# Základní pravidla:

3. **Biocidní látky (které jako jediné prokázaly potřebnou účinnost) doporučené výrobcí k aplikaci suchou mlhou musí být uvedené na trh v ČR podle Zákona č. 324/2016 Sb. o biocidech.** Před použitím postupu aplikace biocidů formou suché mlhy je nutné provést mechanickou očistu a dezinfekci ploch a povrchů doporučenými čisticími a dezinfekčními přípravky podle provozních řádů pracoviště. Aplikace suché mlhy tyto postupy nenahrazuje.

# Základní pravidla:

4. Generátory ozonu lze použít pouze jako doplňkovou metodu po provedené mechanické očištění a dezinfekci. Může se využít pouze při zabezpečení podmínek ochrany a bezpečnosti zdraví osob k dezodoraci. Důležité je, zvláště v případě profesionálních ozonátorů s výkonem v řádu jednotek gramů  $O_3$ /hod., které mají určitou účinnost, zajistit odpovídající ochranu zdraví lidí a pracovníků a v neposlední řadě i ochranu ošetřovaných materiálů a životního prostředí.  
Generátory ozónu v čističkách vzduchu nemají pro kvalitu vnitřního ovzduší prakticky žádný význam.

# Základní pravidla:

5. Dostatečné údaje pro použití fotokatalýzy  $\text{TiO}_2$  nejsou zatím k dispozici. Ústav fyzikální chemie provedl několik studií, kde vyhodnotil adsorpci vůči rychlosti odbourávání modelových látek a zjistil, že na povrchu  $\text{TiO}_2$  se tvoří pouze zlomek koncentrace radikálů potřebných k jakémukoli zabití mikroorganismu (tisíciny až deseti tisíciny). Jinými slovy, množství peroxidu vodíku, či  $\text{OH}^*$  radikálu na povrchu  $\text{TiO}_2$  je vždy příliš nízké. Proto se jeho používání na plochy a povrchy nedoporučuje. Přesto v těchto případech zde zůstává otevřenou otázkou účinnosti vznikajícího výboje energie při excitaci elektronu na povrchu nanovrstvy.

Děkuji za pozornost a uvidíme,  
co se na nás ještě chystá