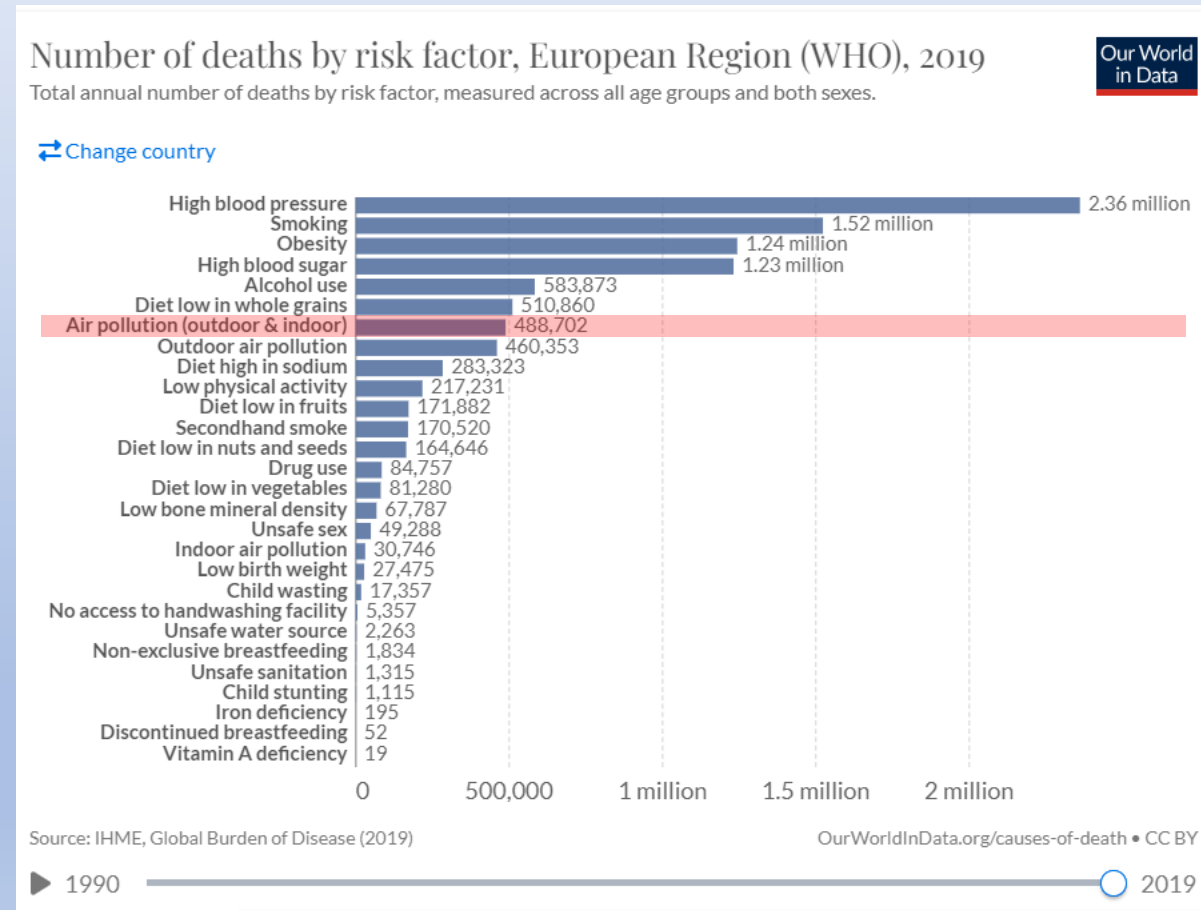
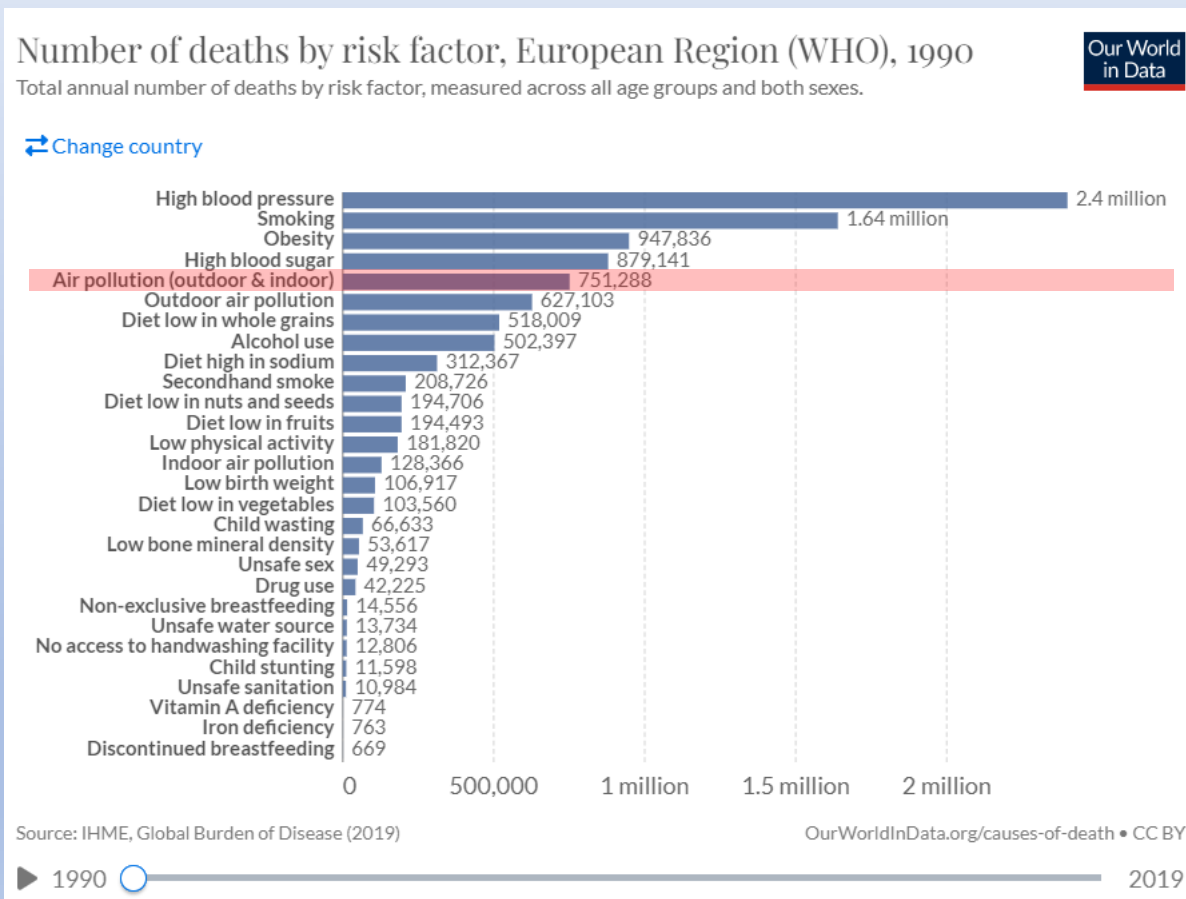


*Nové technologie pro
fotokatalytickou dekontaminaci
vzduchu – základní principy a
praktické využití*

Dr. David Hazafy

Technopark Kralupy, VŠCHT

Rizikové faktory vedoucí k úmrtí v Evropě 1990 vs. 2019



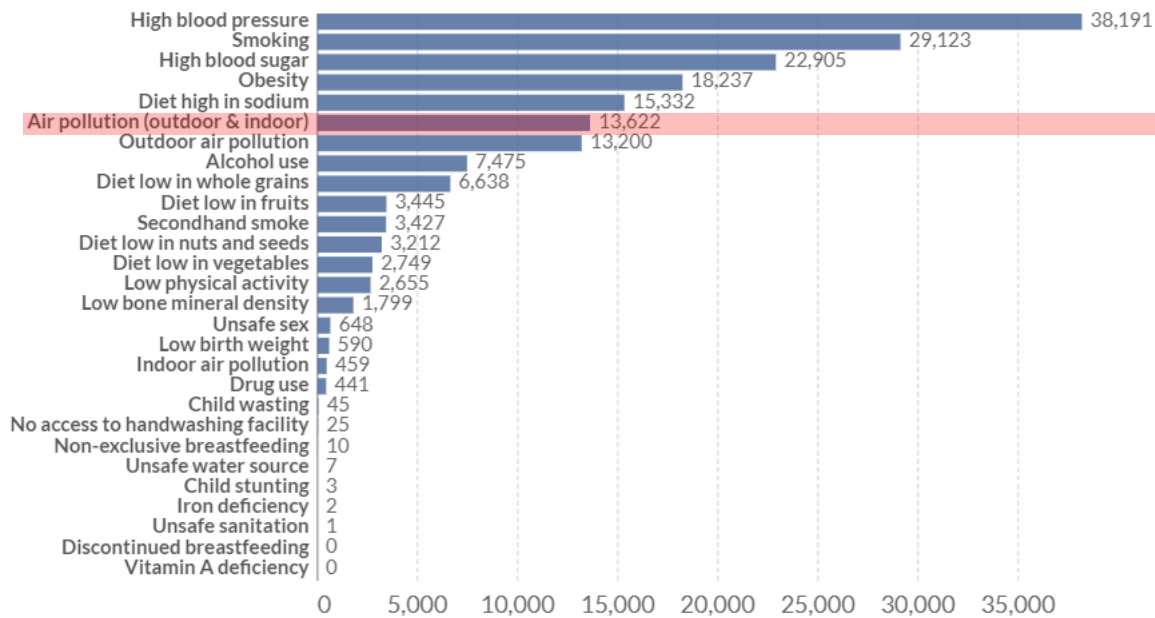
Rizikové faktory vedoucí k úmrtí v Česku 1990 vs. 2019

Number of deaths by risk factor, Czechia, 1990

Total annual number of deaths by risk factor, measured across all age groups and both sexes.

Our World in Data

Change country



Source: IHME, Global Burden of Disease (2019)

OurWorldInData.org/causes-of-death • CC BY

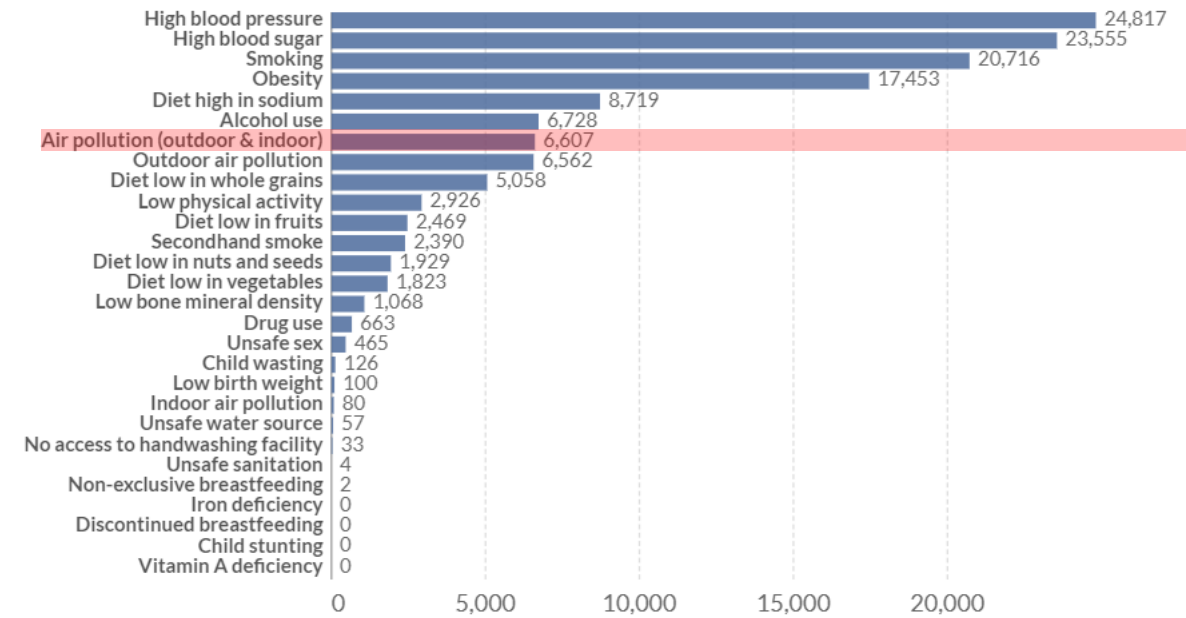
1990 2019

Number of deaths by risk factor, Czechia, 2019

Total annual number of deaths by risk factor, measured across all age groups and both sexes.

Our World in Data

Change country



Source: IHME, Global Burden of Disease (2019)

OurWorldInData.org/causes-of-death • CC BY

1990 2019

Nečistoty ve vzduchu v interiérech

- *“Walking into a modern building can sometimes be compared to placing your head inside a plastic bag that is filled with toxic fumes.”* John Bower - Founder, Healthy House Institute
- Průměrný člověk denně spotřebuje 10 kubických metrů vzduchu.
- Průměrný člověk stráví 80-95 % života uvnitř budov.



Vodní nádrž Mariánské lázně.
278 000 m³.

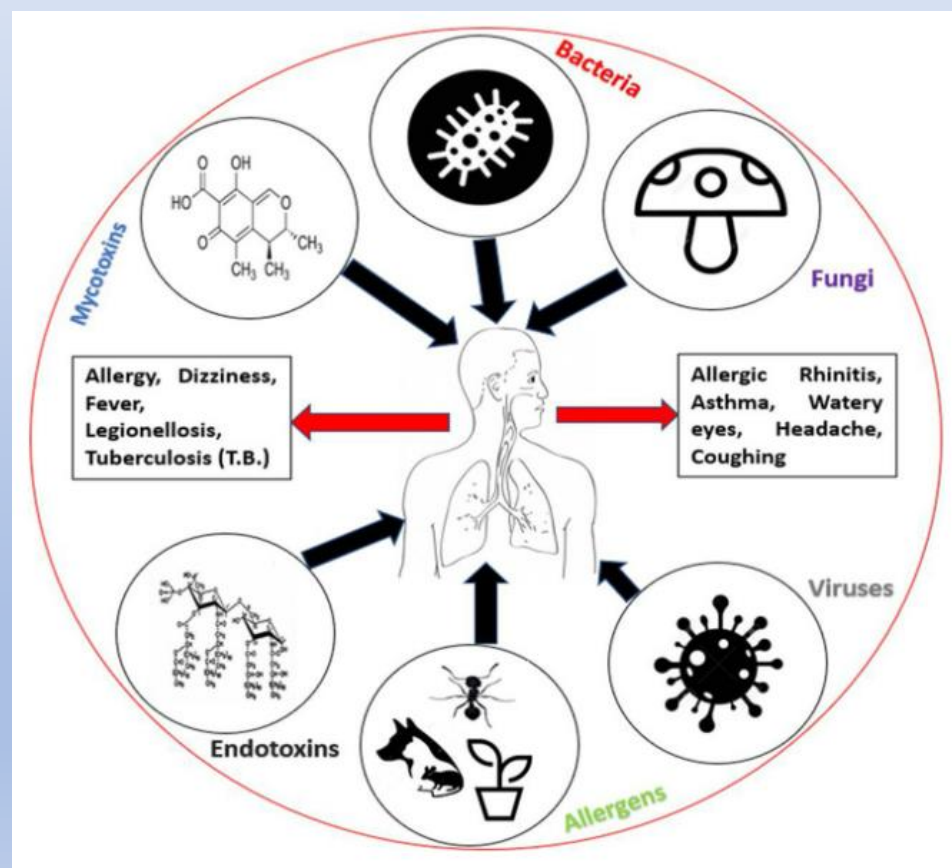
Nečistoty ve vzduchu v interiérech

Seznam nejrizikovějších **nebiologických** polutantů:

- CO
- Formaldehyd
- Benzen
- Ozon
- NO₂
- Naftalen
- Radon

Seznam nejrizikovějších **biologických** polutantů:

- Plísně
- Bakterie
- Viry
- Pyl



Metody čištění vzduchu

- Vědecké studie se shodují, že je obtížné měřit kvalitu vzduchu a stejně tak je obtížné prokázat jednoduchou studií jasnou prospěšnost používání čističek vzduchu.

Technologie čištění vzduchu:

- Filtry – HEPA, uhlíkový filtr – nejčastější produkt.
- UVC germicidní lampa – efektivní proti mikroorganismům.
- PCO (Ph)Foto(c)katalytická oxidace.
- Ozonizér „Přístroj na regeneraci a omlazování“.
- Ionizátor – malá efektivita nebo produkce ozonu.

Problém s filtrem

- Filtr má konečnou kapacitu – obtížné stanovení plnosti filtru.
- Filtr se musí měnit.
- Filtr není zadarmo.
- Sorpční filtr, funguje jako ručník – fyzikálně daná rovnováha.



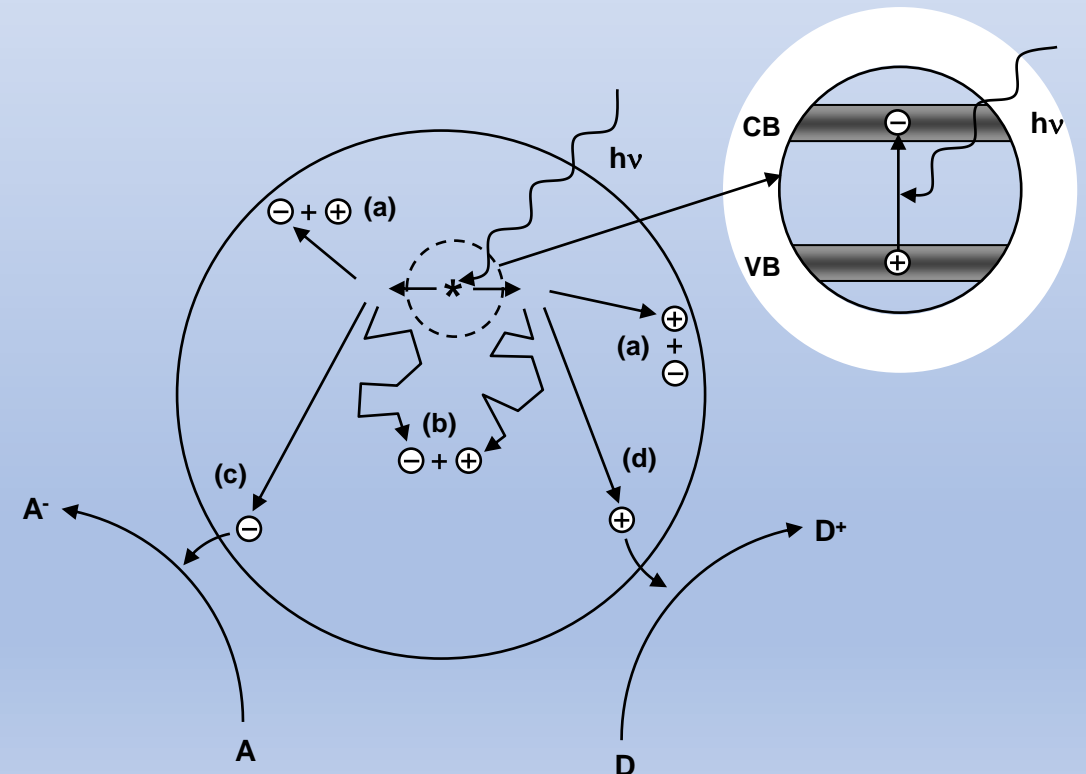
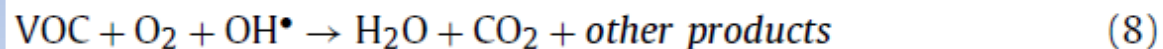
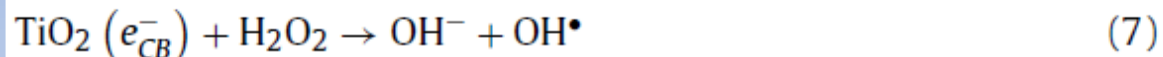
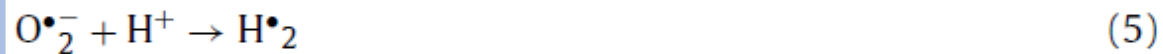
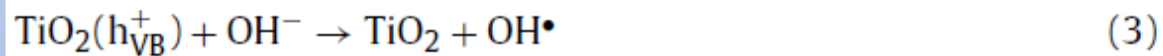
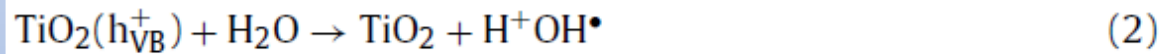
O.K.

K.O.

Představení fotokatalýzy

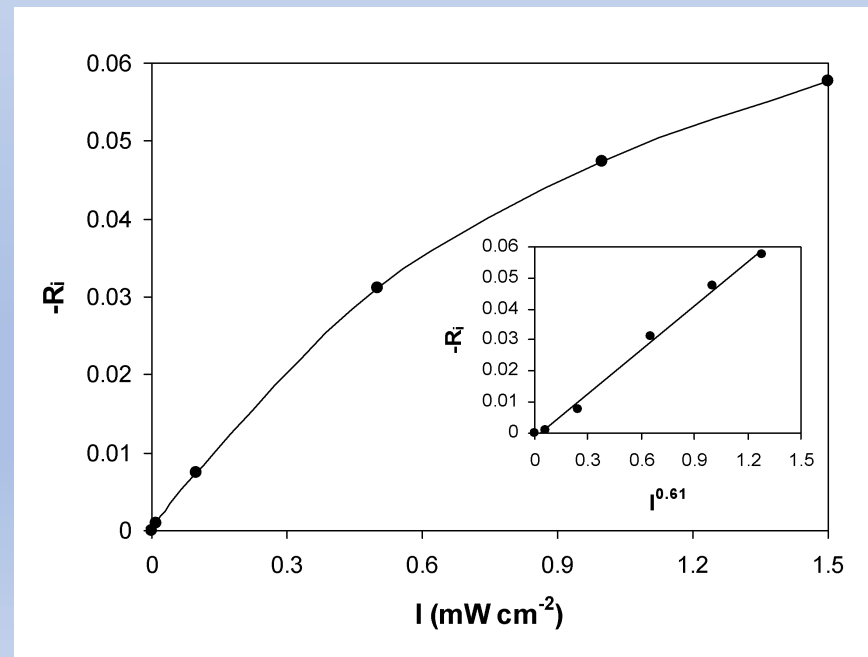
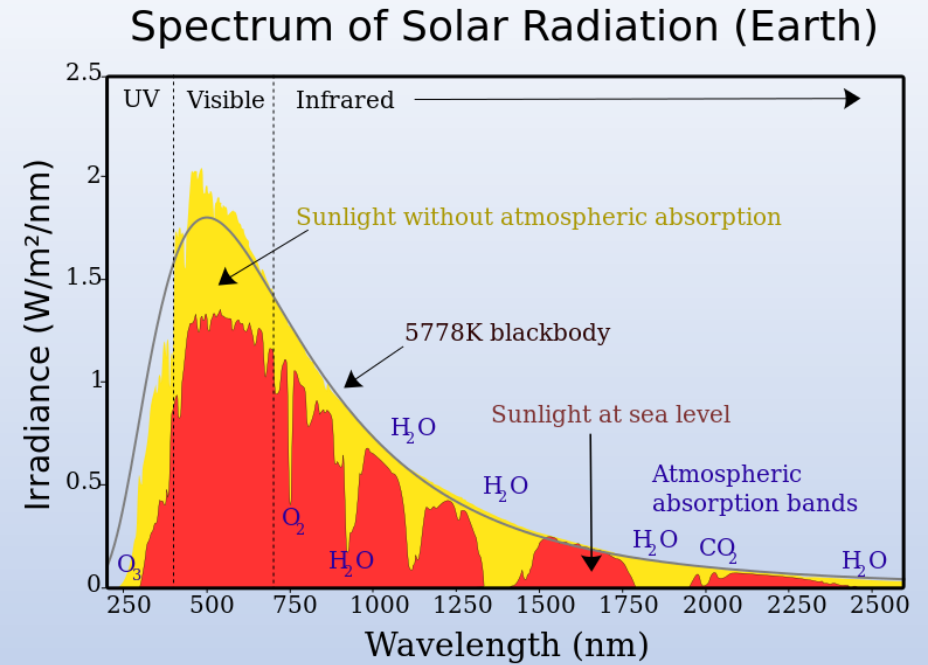
https://www.youtube.com/watch?v=6PIPXlyL_ms

- Energie světla *UVA (ultrafialová složka)* se převádí na energii chemickou pomocí fotokatalyzátoru
- Radikálový, redoxně-oxidační proces.
- Rozkládá nejen organické látky na CO₂ a H₂O



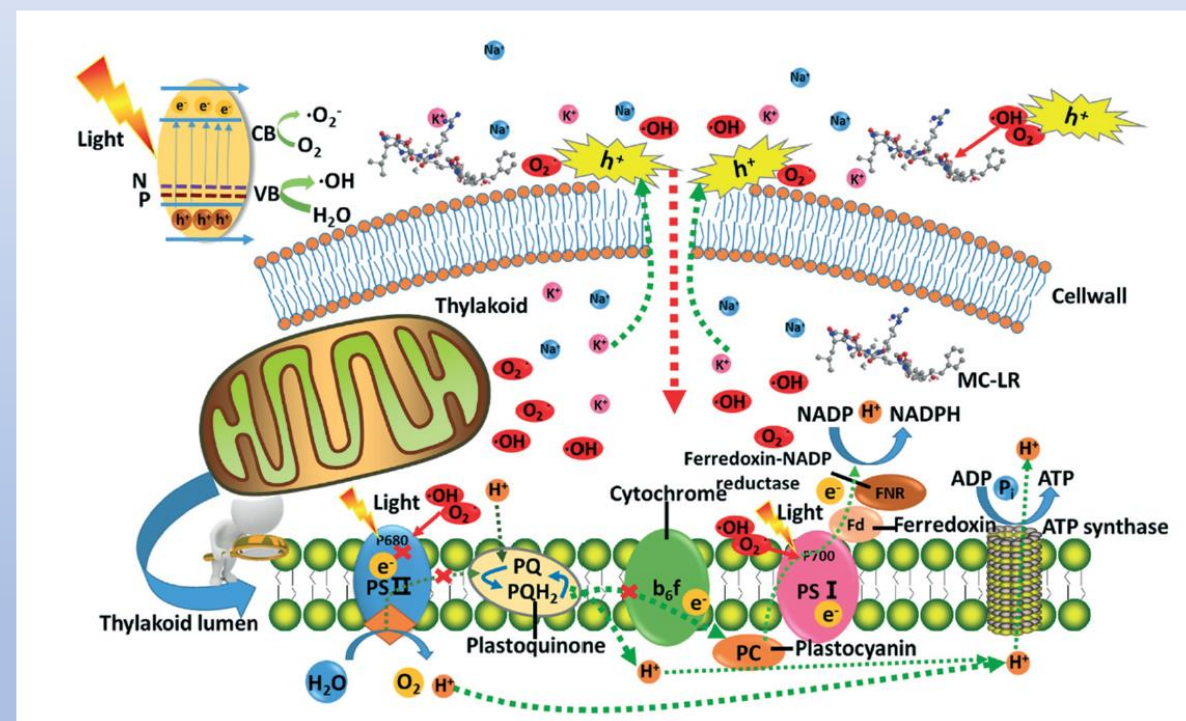
Aplikace fotokatalýzy

- Samočistící povrchy
- Čištění vody (SODIS)
- Čištění vzduchu
- Superhydrofilicita
- Štěpení vody na vodík a kyslík



Fotokatalytické čištění vzduchu

- *Fotokatalyzátor* je TiO_2 ve formě agregovaných nanočástic.
- *UVA světlo* je zdrojem energie, nanočástice jsou ozařovány a energie ze světla je na katalytickém povrchu využita k rozkladu nečistot.
- Fotokatalyzátor je ukotven na *substrátu*, který by neměl obsahovat rozložitelné, organické příměsi.
- Dip-coating (bez kalcinace) vs. kalcinovaný *Solgel*.
- Není nutné cokoliv měnit – žádný omezený filtr tam není.



Co je to sol-gel

Směs podobně jako aero – sol

- Sol – pevná složka
- Gel – gelová složka
- TiO_2 sol-gel po kalcinaci vznikne mezoporézaní krystalická struktura
- Vysoce aktivní fotokatalyzátor s velkým povrchem
- Robustní přichycení k substrátu

Skupina Fotokatalytických Materiálů - TPK

- Vývoj a testování fotokatalytických materiálů
- Metoda testování čističek vzduchu
- https://chemmagazin.cz/content/id_magazines_pdf/34.pdf

KATALYTICKÉ PROCESY

VÝVOJ METODY PRO KOMPLEXNÍ TESTOVÁNÍ ČISTIČEK VZDUCHU V TESTOVACÍ KOMOŘE O OBJEMU 1 m³

HAZAFY D., BAUDYS M., KRÝSA J.

Technopark Kralupy, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze,
hazafyd@vscht.cz, baudysm@vscht.cz, krysay@vscht.cz

V důsledku pandemie COVID19 dochází v poslední době k rozšíření zařízení schopných čistit či dezinfikovat vzduch. Rozšiřující se nabídka různých produktů i technologií přináší možnost výběru, ale zároveň i potřebu kontroly kvality těchto produktů. Interiérové nečistoty vzduchu se dají rozdělit do několika kategorií: prachové částice, těkavé organické látky a biologické patogeny. Zdravý člověk má vlastní ochranu (imunitní systém) proti prachovým částicím (sliznice) a patogenním mikroorganismům. Proti těkavým organickým látkám (VOC) přirozenou ochranu nemáme a tyto látky (zejména pak acetaldehyd či formaldehyd) při dlouhodobé expozici mohou způsobovat celou řadu nespecifických symptomů (bolest hlavy, závratě) souhrnně označovaných jako syndrom nezdravých budov. Z výše uvedeného důvodu je vhodné testovat účinnost čističek vzduchu právě na jejich schopnosti odstraňovat tyto nečistoty. Níže představená metoda byla odzkoušena na čističkách vzduchu používajících moderní technologii fotokatalytických povrchů, ale lze ji využít pro jakékoliv čističky vzduchu, které odstraňují VOC.

Úvod

V tomto článku chceme představit výsledky vývoje metodiky testování fotokatalytických materiálů, pro odbourávání polutantů v plynné fázi, ve vsádkovém reaktoru o objemu 1 m³. Fotokatalytické povrchy jsou takové materiály [1], které mají polovodičovou strukturou, díky které jsou schopné rozkládat ostatní látky pomocí oxidačně-redukčních procesů, a to pouze pokud jsou ozářeny elektromagnetickým vlněním o vlnové délce s dostatečnou energií pro vytvoření vysoce reaktivních částic. V případě fotokatalytického odstraňování organických látek (například těkavých organických uhlovodíků) dochází na povrchu ozářeného fotokatalyzátoru k oxidaci organických látek až na finální oxidy a vodu. Pro jednoduché uhlovodíky neobsahující heteroatomy (např. S, P, N) lze proces fotokatalytické mineralizace popsat následující rovnicí:

vyroben z nerezového plechu o vnějších rozměrech 70 x 110 x 130 cm (š x d x v) a pro snadnou manipulaci je umístěn na kolečkách. V reaktoru se nachází přípojka elektrického proudu a ventilátor o výkonu 120 m³/h.

Příprava fotokatalytického povrchu

Pro potřeby vývoje metody byl připraven fotokatalytický povrch s materiálem P25 - oxidu titaničitého od firmy Evonik. Nejprve byl připraven vodný roztok P25 o koncentraci 2,5 g/l pro dosažení pokrytí 0,5 mg/cm². Tato suspenze byla míchána na magnetické míchačce po dobu 60 minut a následně vložena do ultrazvukové lázně na 30 minut. 80 ml této suspenze pak bylo injektací stříkačkou rovnoměrně nanášeno na skleněnou desku o rozměrech 10x40 cm, voda pak byla z povrchu odpařena v sušárně při teplotě 300 stupňů Celsia. Vzniklý fotokatalytický povrch byl před testováním ozářován pod UVA světlem o intenzitě

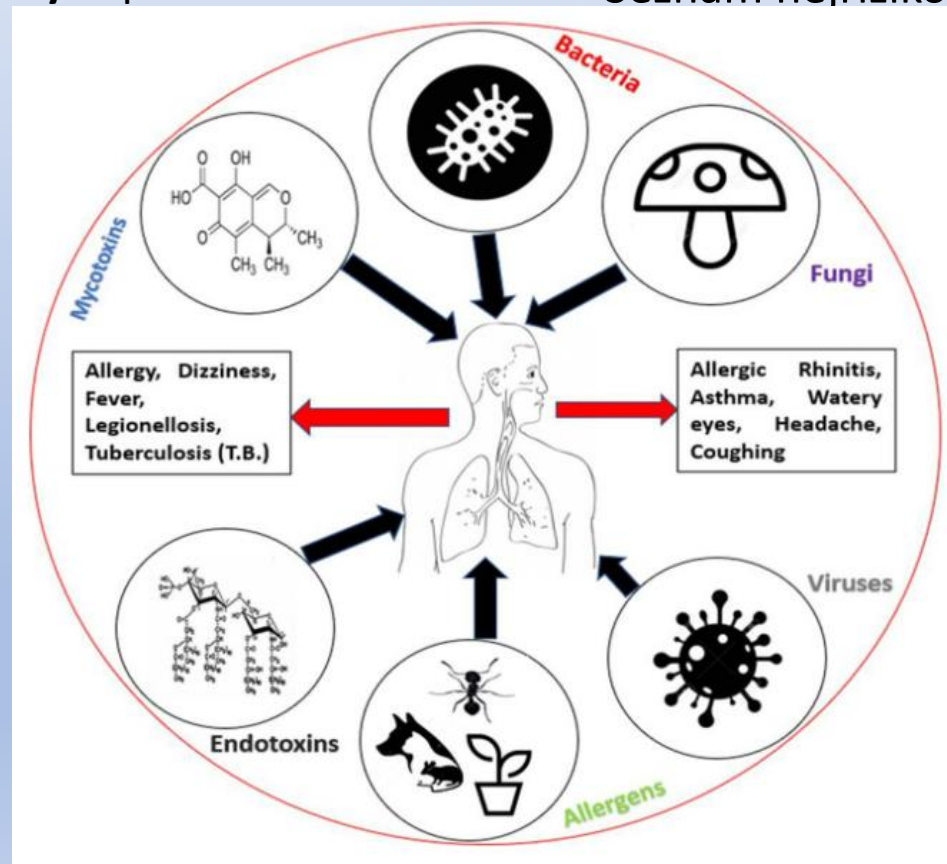
Nečistoty ve vzduchu v interiérech, které fotokatalýza umí eliminovat

Seznam nejrizikovějších **nebiologických** polutantů:

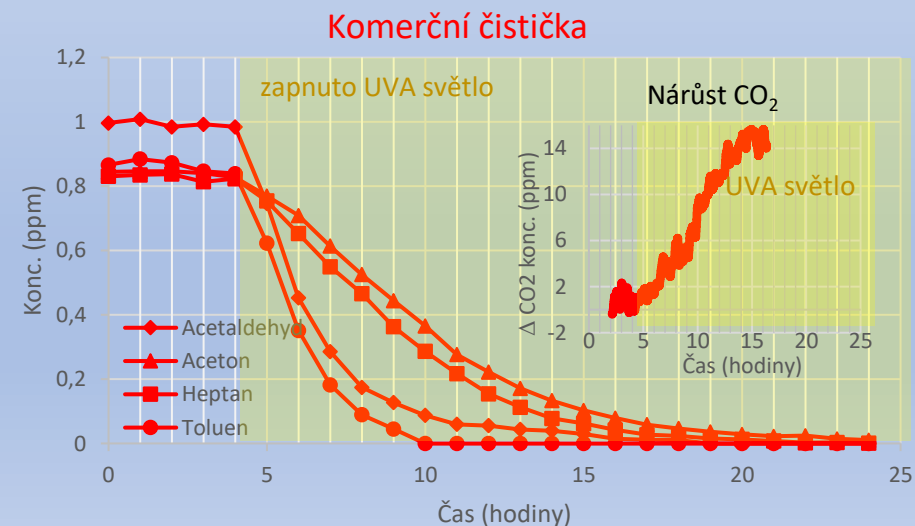
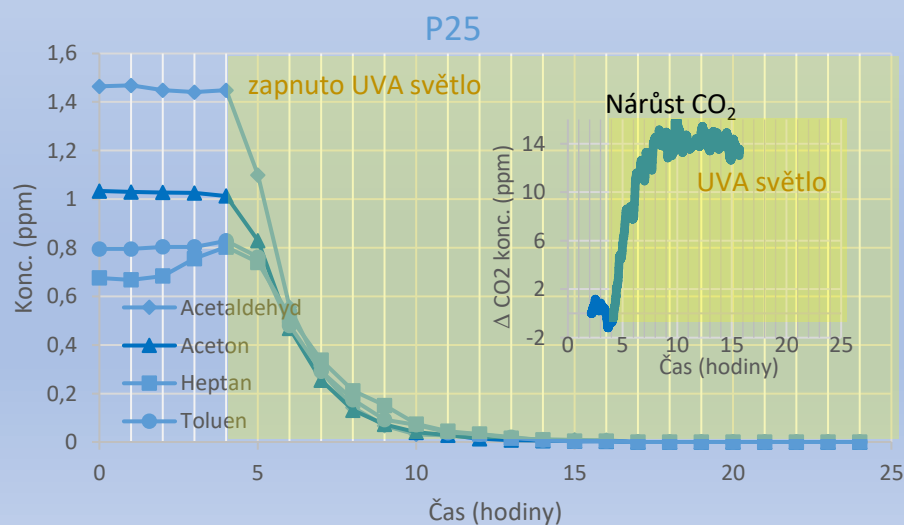
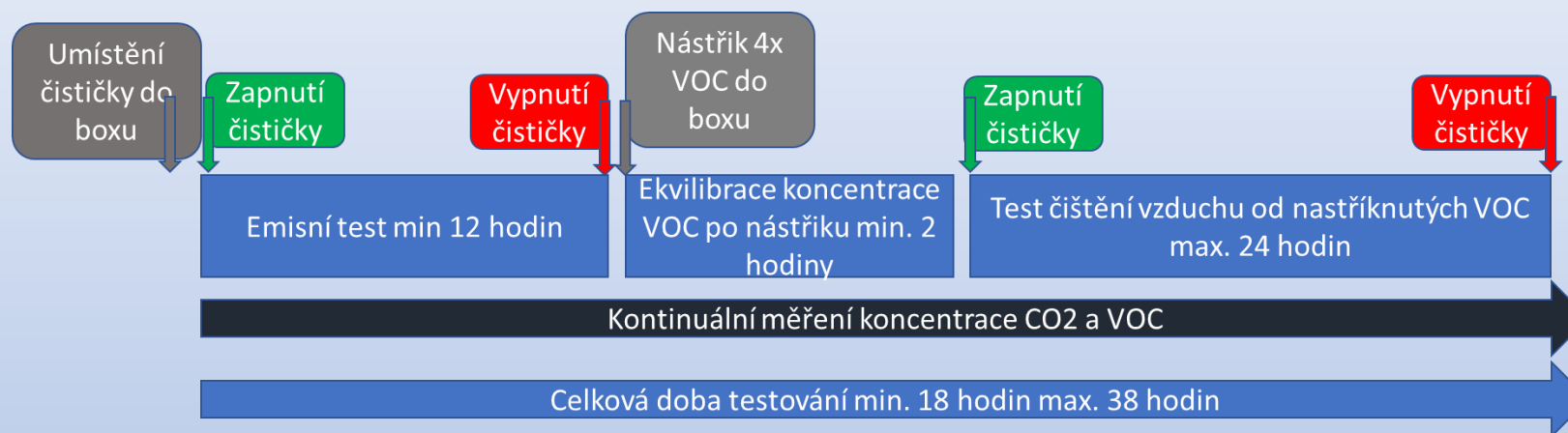
- ✓ • CO
- ✓ • Formaldehyd
- ✓ • Benzen
- ✓ • Ozon
- ✓ • NO₂
- ✓ • Naftalen
- Radon

Seznam nejrizikovějších **biologických** polutantů:

- Plísně ✓
- Bakterie ✓
- Viry ✓
- Pyl



Příklady testu účinnosti čističky vzduchu



Shrnutí

- Čistota vzduchu, který dýcháme, určuje do velké míry pravděpodobnost délky života (čtvrt milionu kubíků vzduchu).
- *Dýchání znečištěného vzduchu nebolí.*
- Existují aplikace čištění vzduchu, které vyžadují naši bdělost.
- *Fotokatalytické čištění vzduchu je bezpečné a univerzální řešení – pokud je odborně provedeno.*
- Účinnost čištění vzduchu je relativně těžko měřitelná veličina.
- *Naštěstí jsou v České republice odborná pracoviště na tuto problematiku. Nejen VŠCHT, Technická univerzita Liberec, VUT Brno*
- ČSAF – Česká společnost pro aplikovanou fotokatalýzu – certifikační orgán.

Co říci závěrem?

- *Bezfiltrová technologie* čištění vzduchu s pevně ukotvenou vrstvou *kalcinovaného solgelu* TiO_2 na inertním substrátu je univerzální, bezúdržbový nástroj jak zajistit bezpečnější prostředí pro ty, kteří to potřebují.
- Otázky?

Děkuji za pozornost!

- Hazafy@outlook.com
- Technopark Kralupy, VŠCHT