

Praktické využití fotokatalýzy pro zlepšení životního prostředí

7. června 2023

Ing. Jan Procházka, Ph.D.



SVAZ CHEMICKÉHO
PRŮMYSLU ČR



SUSCHEM^{CZ}

Program odborného semináře



Fotokatalýza pro životní prostředí

ČISTÝ VZDUCH

ZÁKLADNÍ LIDSKÁ POTŘEBA



<https://clearcities.org/>



Nearly entire global population breathing polluted air: WHO

<https://www.msn.com/en-xl/health/medical/nearly-entire-global-population-breathing-polluted-air-who/ar-AAVQ9BS?ocid=mailsignout&li=BBJDNDP>



© PHILIPPE DESMAZES Fresh data from WHO showed that every corner of the globe is dealing with air pollution

A full 99 percent of people on Earth breathe air containing too many pollutants, the World Health Organization said Monday, blaming poor air quality for **millions of deaths** each year.

Fresh data from the UN health agency showed that every corner of the globe is dealing with air pollution, although the problem is much worse in poorer countries.

"Almost 100 percent of the global population is still breathing air that exceeds the standards recommended by the World Health Organization," the agency's environment,

Smart Cities



začínají u

- čistého vzduchu,
- čisté vody,
- čistého vzhledu,
- příjemného prostředí a
- úspor energie



A mind map diagram with a central magenta circle labeled 'Fotokatalýza'. Three lines radiate from the center to three peripheral nodes: a blue circle at the top right labeled 'Vyšší úroveň', a cyan oval at the middle right labeled 'Fyzikální princip poháněný světlem', and a green oval at the bottom labeled 'Technologie bez chemie'. The background features a sunburst pattern of yellow lines radiating from the center.

Fotokatalýza

Vyšší
úroveň

Fyzikální princip
poháněný světlem

Technologie
bez chemie

ZNEČIŠTĚNÉ PROSTŘEDÍ STOJÍ SPOLEČNOST OBŘÍ NÁKLADY NA:

- ZDRAVOTNÍ PÉČI
- EKONOMICKÉ ZTRÁTY VLIVEM PŘEDČASNÉ SMRTI NEBO PRACOVNÍ NESCHOPNOSTI
- PREVENCI

Eco-costs of emissions (Virtual Pollution Prevention Costs, VPPC)

TYTO ZTRÁTY VČETNĚ NUTNÝCH NÁKLADŮ NA PREVENCI
LZE DNES VYČÍSLIT

Náklady potřebné na preventivní opatření / 2017 (verze 1.6):

<https://www.ecocostsvalue.com/>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Eco-costs>

Přes 10000 sloučenin v databázi






Eco-costs of	Equivalent
acidification	8.75 €/kg SO _x equivalent
eutrophication	4.17 €/kg phosphate equivalent
ecotoxicity	340.0 €/kg Cu equivalent
human toxicity	3754 €/kg Benzo(a)pyrene equivalent
summer smog (respiratory diseases)	6.0 €/kg NO _x equivalent
fine dust	35.0 €/kg fine dust PM2.5
global warming (GWP 100)	0.116 €/kg CO ₂ equivalent

PŘÍKLAD ČIŠTĚNÍ VZDUCHU OD EXHALACÍ FOTOKATALYTICKÝM NÁTĚREM FN NANO®



650 m²

EKOLOGICKÝ PŘÍNOS

- BENZO(A)PYREN 
- NOx 
- OZÓN 
- VOC
- PM_{2,5}
- **650 m²**

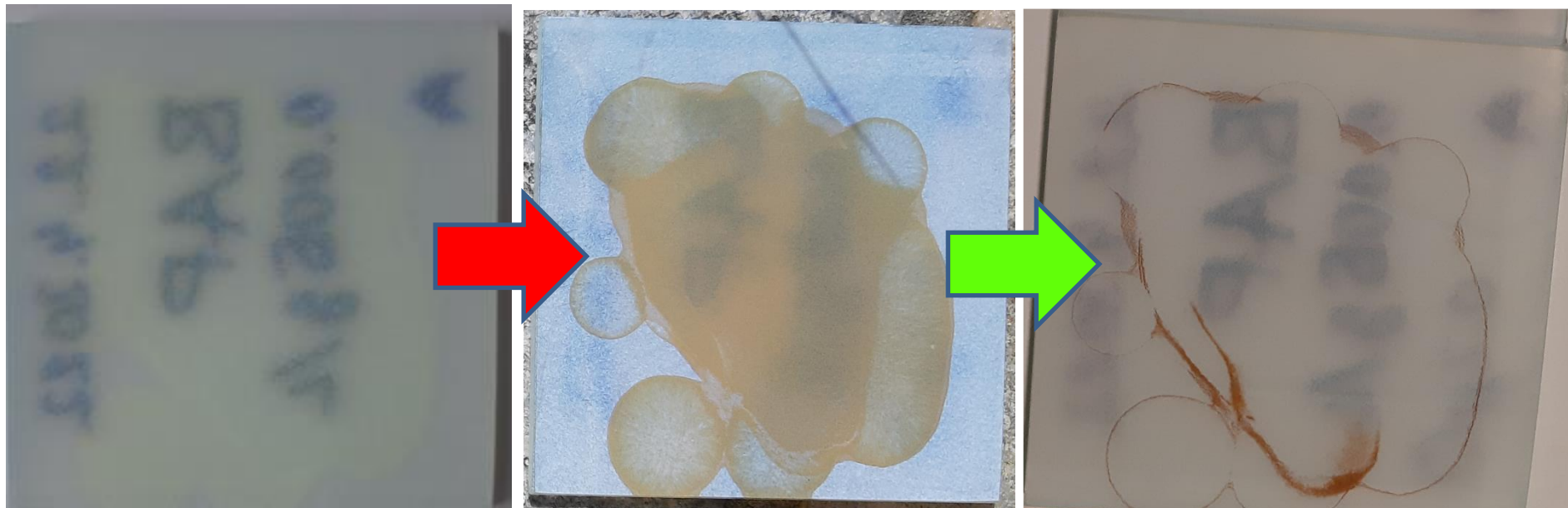
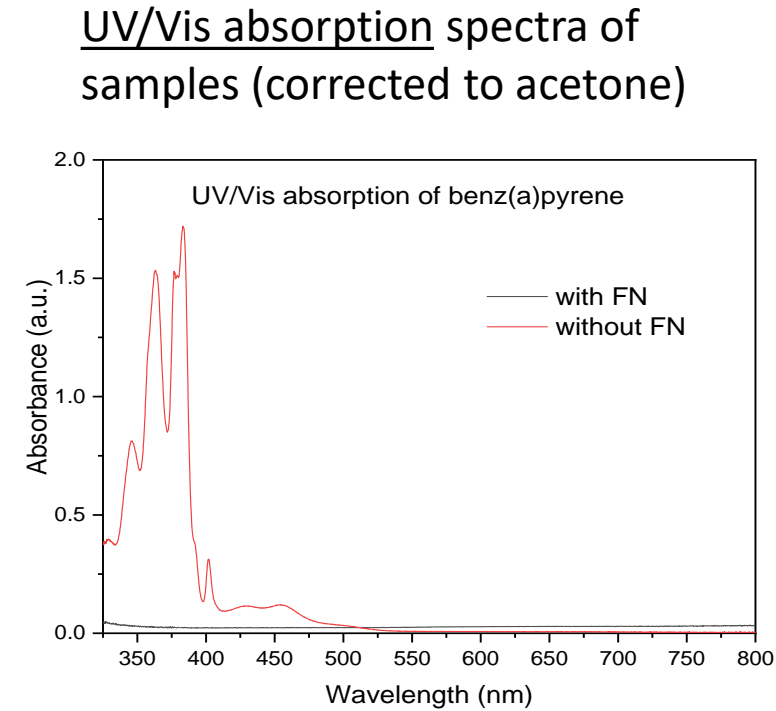
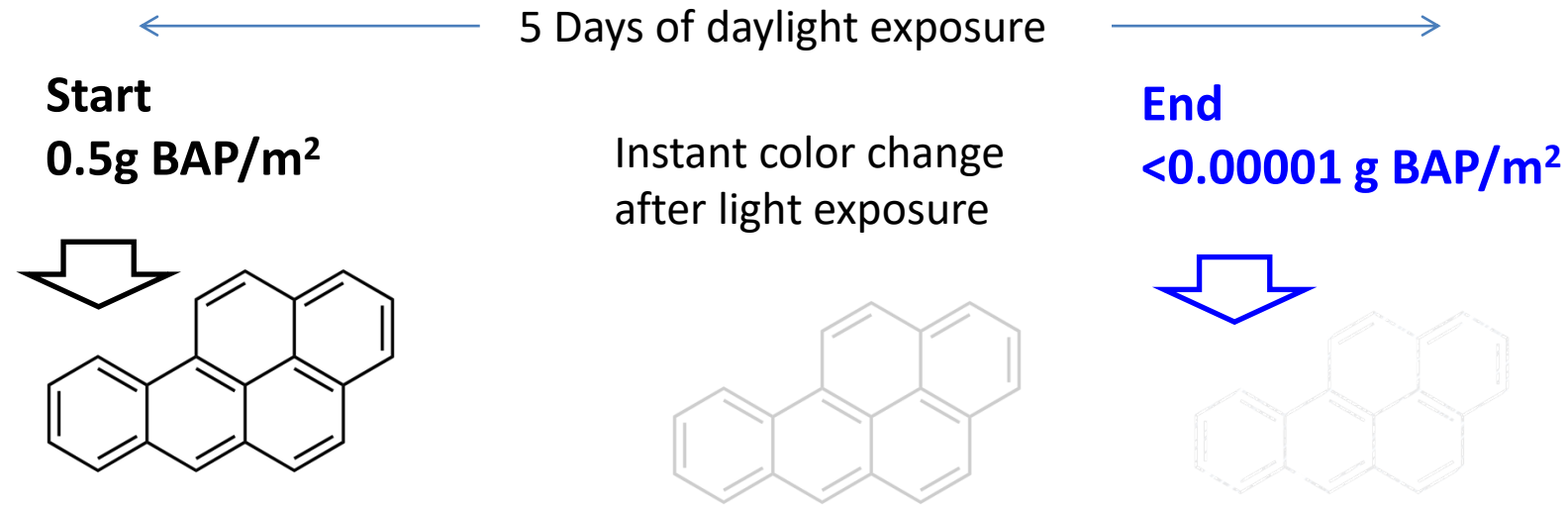
Eco-costs of emissions (Virtual
Pollution Prevention Costs, VPPC)

5 let – fasáda se zaplatila
ekologickým přínosem

~150 g	560 €
~750 Kg	4500 €
~ 50 Kg	5500 €
~200 Kg	1000 €
~ 25 Kg	875 €

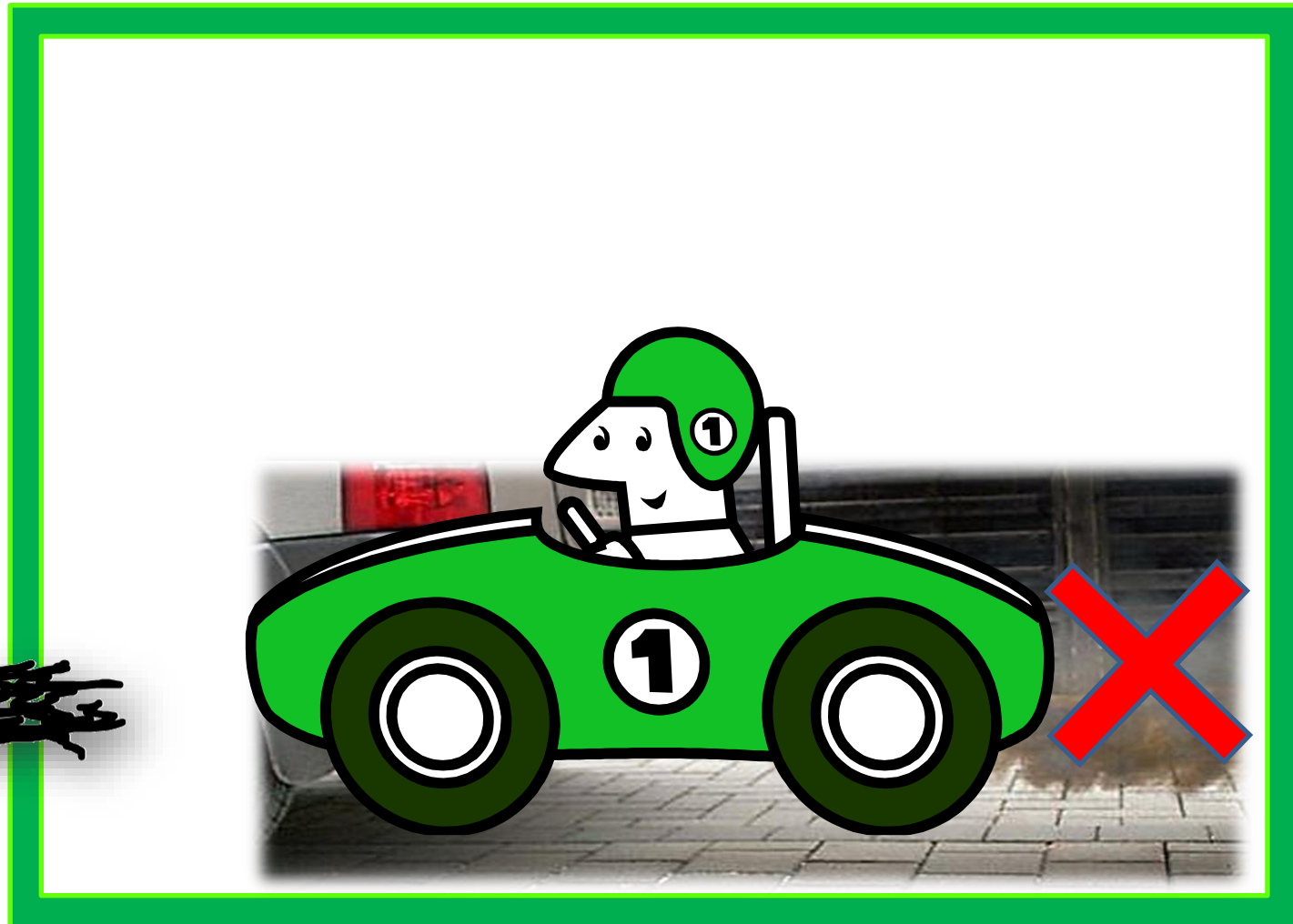
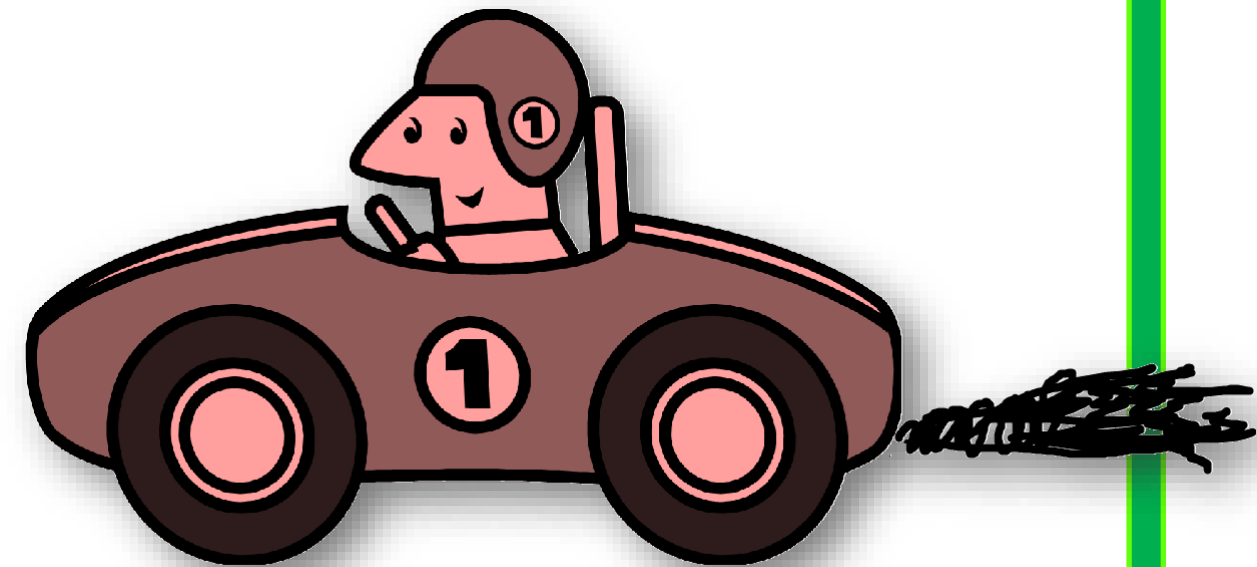
>12 000 €

PHOTOCATALYTIC DEGRADATION OF BAP



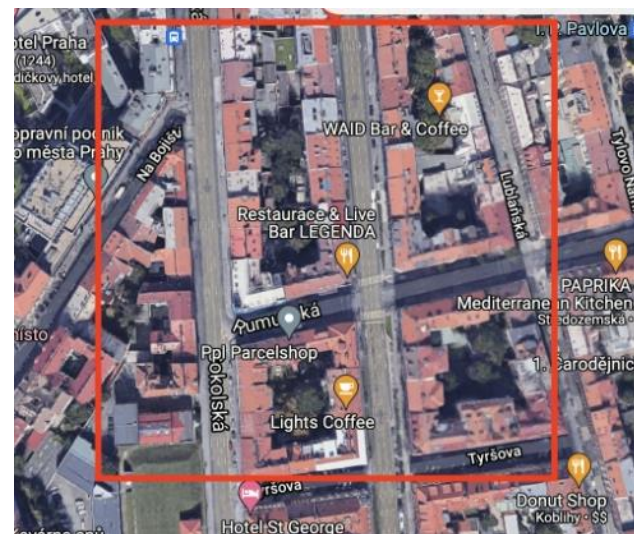
No absorption corresponding to benz(a)pyrene was observed in sample BP+FN.

Kompenzace emisí přibližně z 50 automobilů



3D City model

3D Tisk
City Model
Legerova ul.
Měřítko 1:250

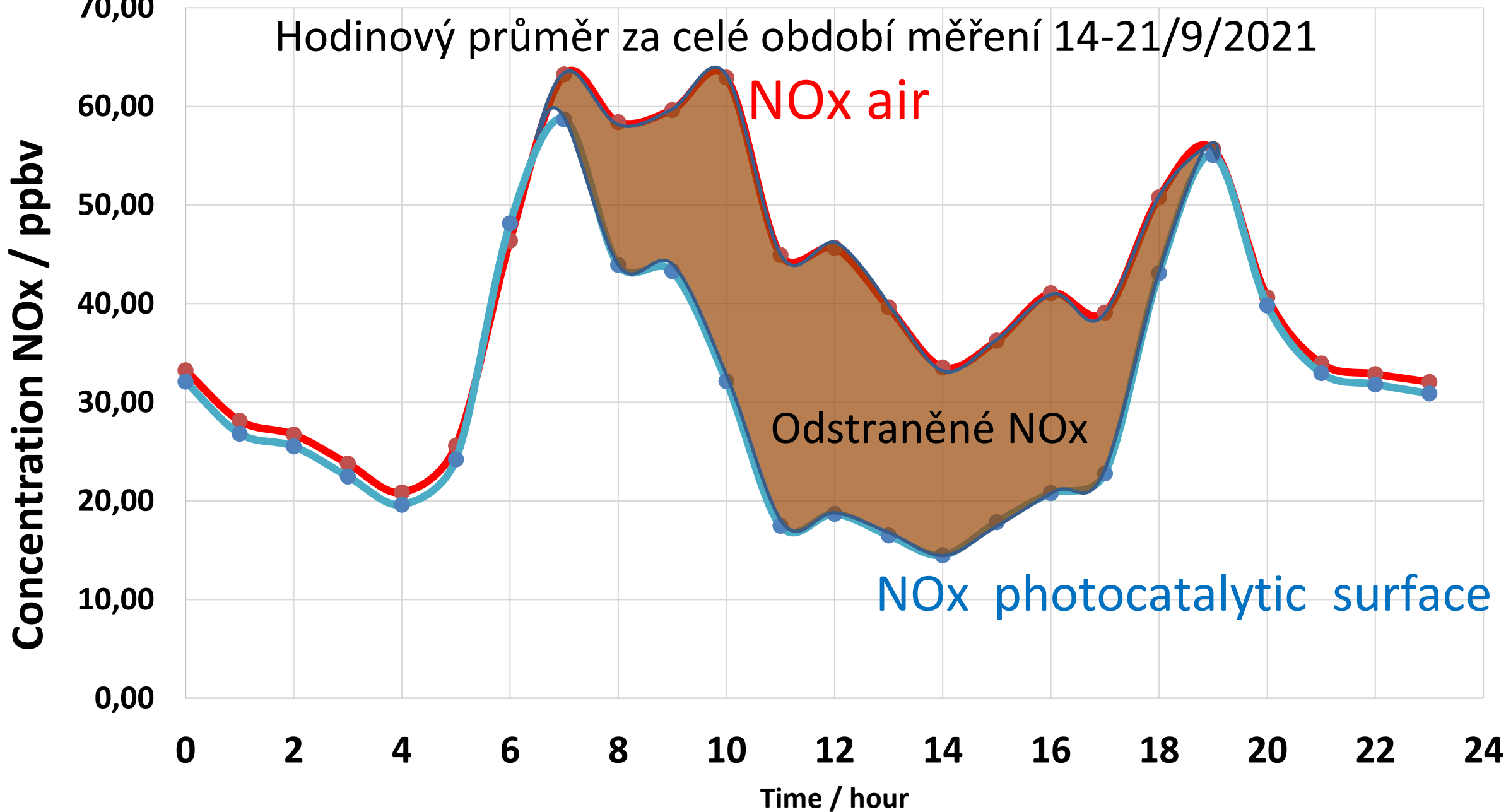


Polovina fasád ošetřena FN NANO2.



Snížení NOx FN NANO2 na betonu

Hodinový průměr za celé období měření 14-21/9/2021

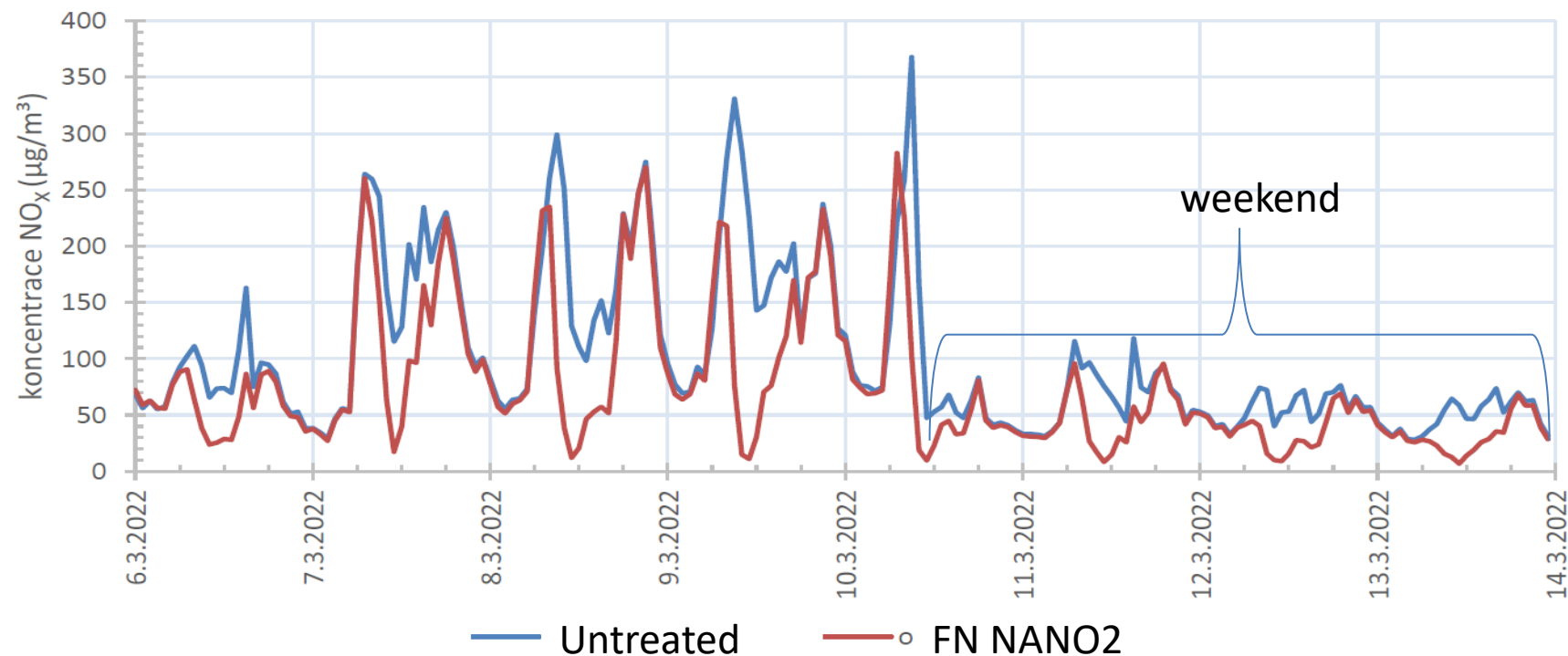


Nezávislá měření

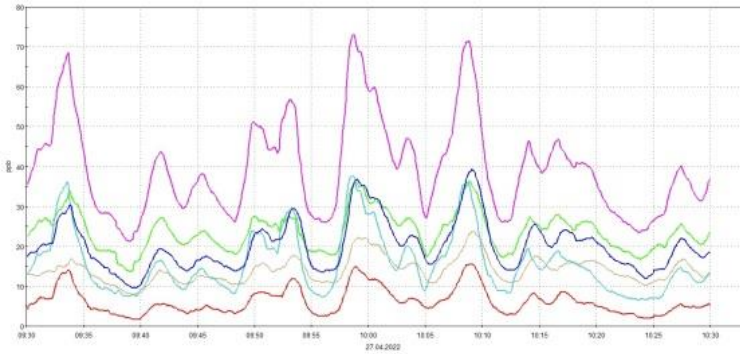
ISO 22197
scale up 200x



NOx concentration



Akreditovaná měření –
100% potvrzení
účinnosti
environmentálního
fotokatalytického
efektu



Centrum Miláno

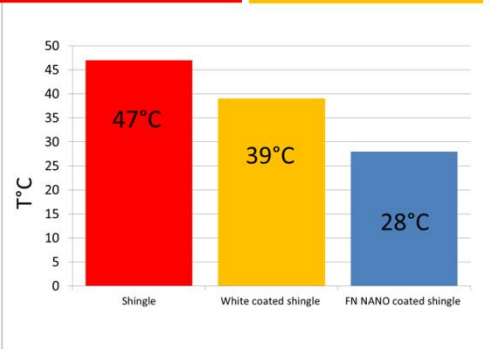


Různé sezóny a různá města


OSTATNÍ PŘÍNOSY

- BEZÚDRŽBOVÝ SAMOČISTÍCÍ POVRCH
- ŠETŘÍ NÁKLADY NA ÚDRŽBU
- UV OCHRANA FASÁDNÍ BARVY
- BAREVNO STÁLOST
- VYSOKÁ PAROPROPUSTNOST
- PRODLUŽUJE ŽIVOTNOST FASÁDY
- OCHLAZUJE POVRCHY

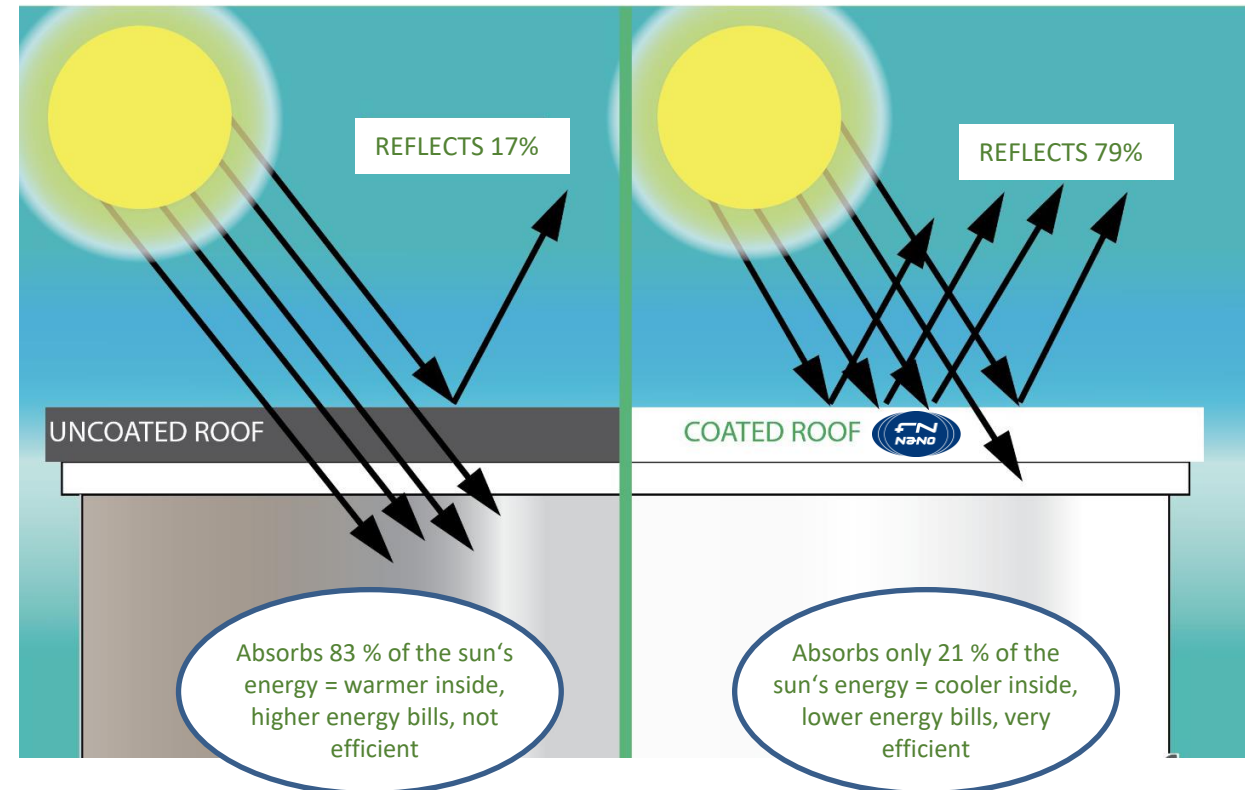
FN NANO[®] technologie



CRRC certifikát odrazivosti a vyzařování tepelného záření FN NANO[®]2 nátěrové vrstvy testované podle mezinárodních metod ASTM C1549 a ASTM C1371

	Rated Product ID #: 1350-0001	
		Initial
Solar Reflectance	0.79	0.68*
Thermal Emittance	0.88	0.89*
<p>The ratings above are subject to CRRC rating program conditions, requirements and limitations. Visit coolroofs.org for important information and disclaimers about CRRC rating conditions, requirements and limitations.</p>		

snížení tepelné zátěže – Ochlazení přehřátých měst



CO JE VENKU, JE I UVNITŘ



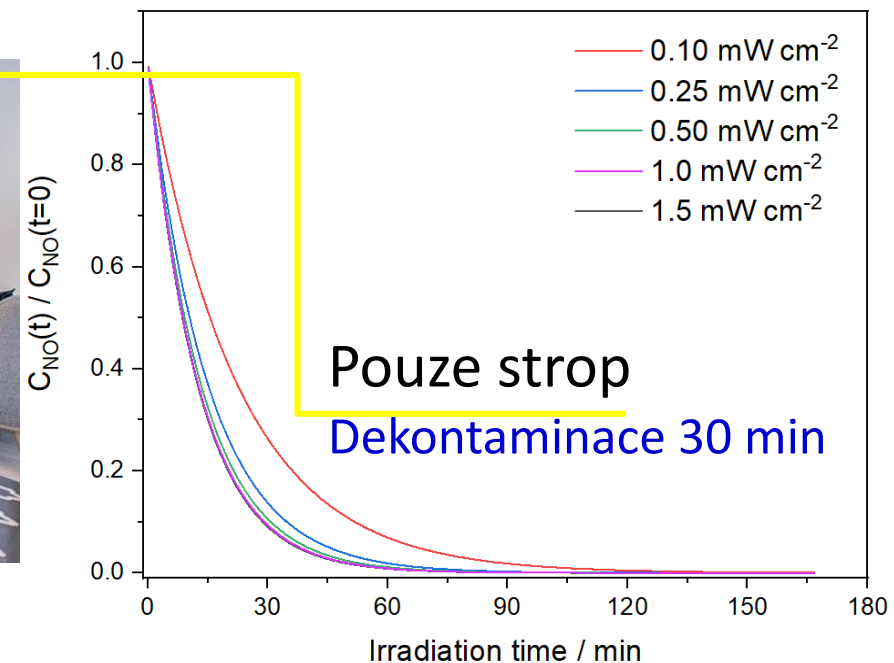
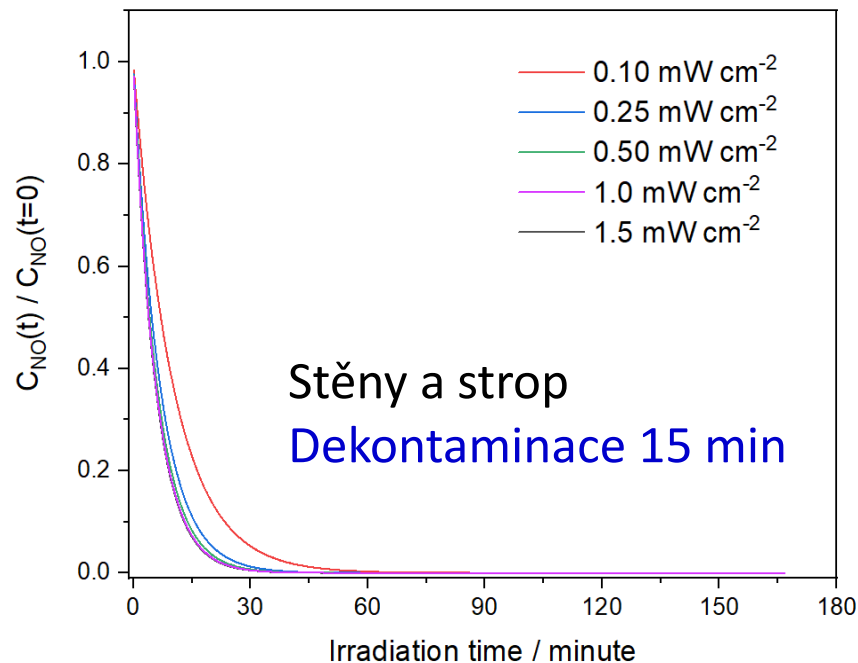
Model DeNOx v interiérech – stačí nízká intenzita aktivačního světla

$$r = \frac{k K_P C_P}{1 + K_P C_P}$$

Reaction rate r pro NO is expressed as Langmuir-Hinshelwood model.
 $r / \mu\text{mol m}^{-2} \text{h}^{-1}$ - moles of pollutant eliminated from the air in one hour on 1m^2 of photocatalytic surface.

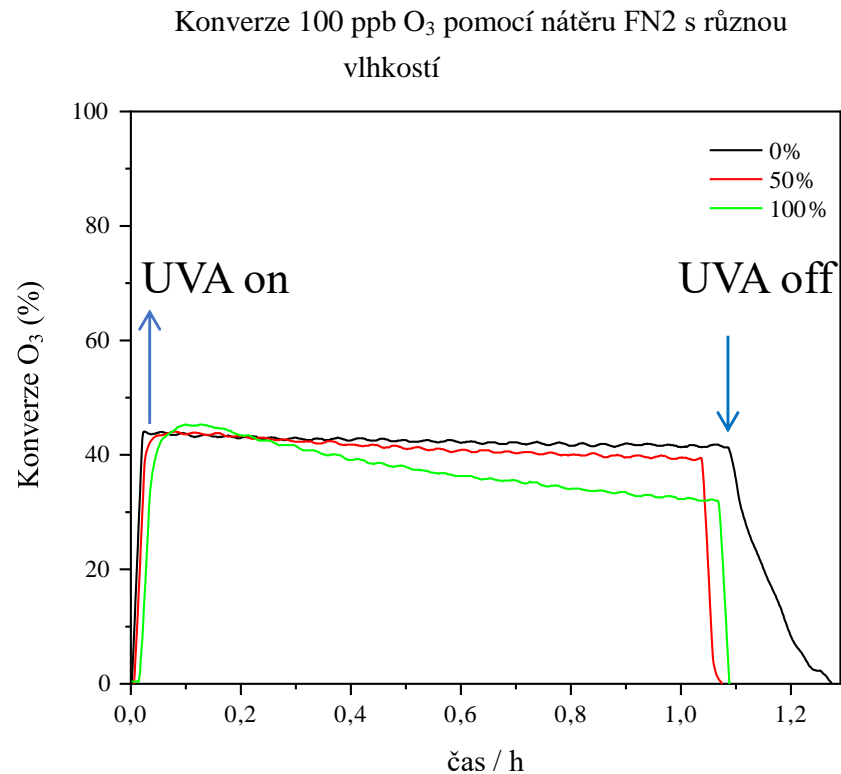
C_p is a concentration of the pollutant, k is a reaction rate ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{h}^{-1}$)

K_p is Langmuir adsorption constant ($\text{m}^3 \mu\text{mol}^{-1}$)



ČIŠTĚNÍ VZDUCHU OD JEDŮ A DESINFEKČÍ

Páry jedovatých biocidních látek a ozónu se zcela eliminují ze vzduchu fotokatalýzou 20x rychleji než snižováním jejich koncentrace běžným větráním.



Glutaraldehyde



Persteril

PROBLÉM ZNEČIŠTĚNÍ VZDUCHU V NEMOCNICÍCH



OZÓN

HYDROGEN PEROXIDE

ZDRAVĚJŠÍ PROSTŘEDÍ V NEMOCNICÍCH

v evropských nemocnicích se každý rok nakazí infekční nemocí kolem 2,6 miliónu lidí.

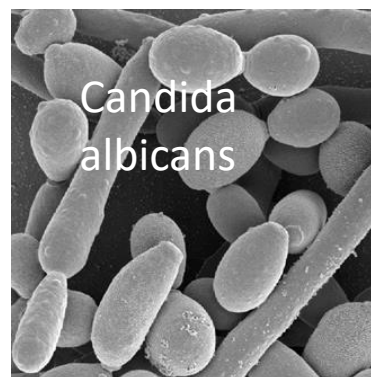
91 tisíc z nich tzv. druhotnou nemocniční nákazu nepřežije

Podle Centers for Disease Control and Prevention každoročně je přibližně 648000 lidí v USA nakaženo infekcí během pobytu v nemocnici z nichž **75000 zemře.**

Hospital Acquired Infections cost the NHS around £1bn per annum, affect some 100,000 patients a year and is responsible for the **deaths of around 5,000 patients** annually in the UK.

..... alarming rate with some hospitals reporting secondary infection rates as high as 20%.

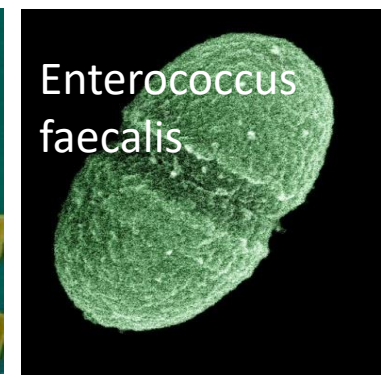
ČR stojí nemocniční nákazy odhadem deset miliard ročně, přičemž postihnou až sto tisíc pacientů a deset tisíc jich zabijí.



Candida
albicans



Pseudomonas
aeruginosa



Enterococcus
faecalis

PROTI PANDEMII ČIŠTĚNÍ VZDUCHU A PLOCH OD BIOKONTAMINACE



Antivirové účinky fotokatalýzy

- Za zcela zásadní pokládáme cílené využívání antivirových účinků fotokatalýzy při epidemiích nebo pandemiích v prostorách se zvýšenou kumulací lidí.
- Řada publikovaných studií dokládá účinnost fotokatalýzy TiO_2 na viry chřipky A/H1N1 nebo A/H5N1.



Antimikrobiální účinky
nanočástic oxidu titaničitého
a úskalí jejich účelného využívání

RNDr. Erich Pazdziora, CSc.
Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě

Jak pravděpodobná je
„SCREAMING PRAGUE“?

- **Podle vyhlášky 306/2012 Sb.:**
- (6) Malování místností zdravotnických zařízení:

V případě aplikace antibakteriálních nátěrových hmot se postupuje podle návodu výrobce.

Malování v nemocnicích

1x za 7 let místo
každoročního nepořádku



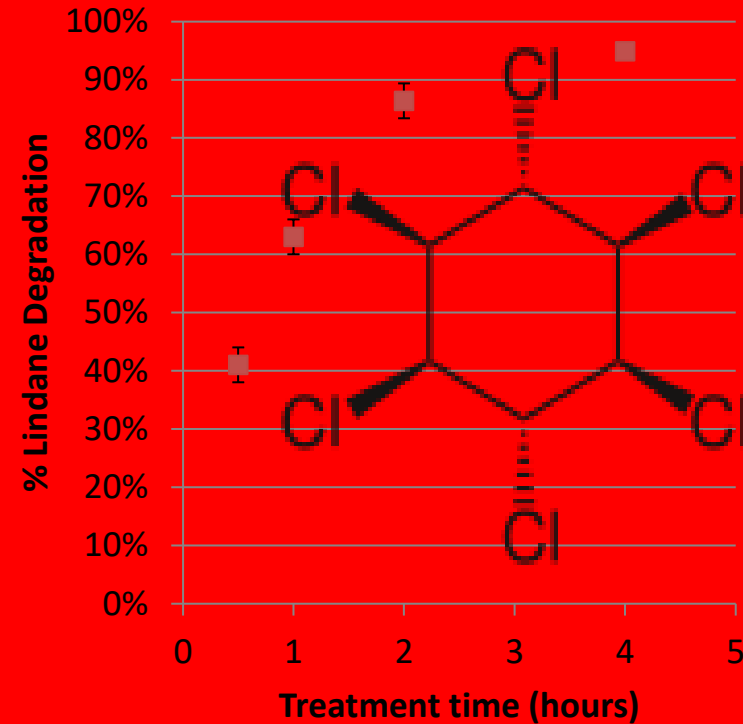
PŘÍKLADY DALŠÍHO VYUŽITÍ
FOTOKATALÝZY V ZEMĚDĚLSTVÍ,
SKLADOVÁNÍ POTRAVIN, ČIŠTĚNÍ VODY
APOD.

TiO₂ antimikrobiální bariéra

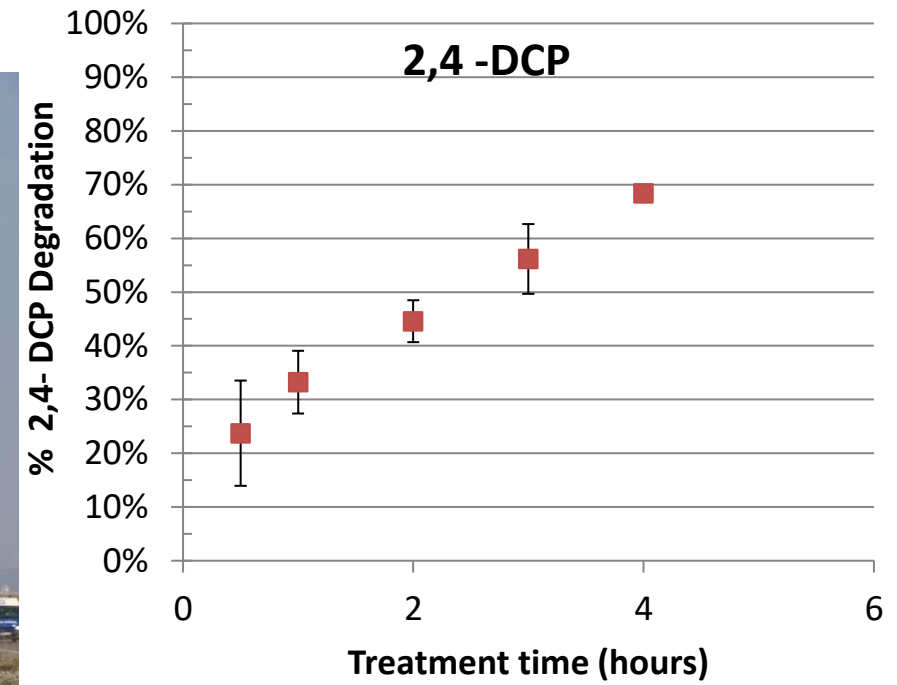
Snižuje riziko napadení houbami, řasami, plísněmi a dalšími mikroorganismy



vs pesticidy, biocidy, herbicidy



OMEZENÍ SPOTŘEBY PESTICIDŮ



ZLEPŠENÍ SKLADOVÁNÍ OVOCE A ZELENINY- SNÍŽENÍ ZTRÁT

Postharvest Biology and Technology 147 (2019) 68–77



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Postharvest Biology and Technology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/postharvbio



Efficacy of photocatalysis and photolysis systems for the removal of ethylene under different storage conditions



Namrata Pathak^{a,*}, Oluwafemi J. Caleb^{a,b}, Cornelia Rauh^c, Pramod V. Mahajan^{a,*}

^a Department of Horticultural Engineering, Leibniz Institute for Agricultural Engineering and Bioeconomy (ATB), Potsdam, Germany

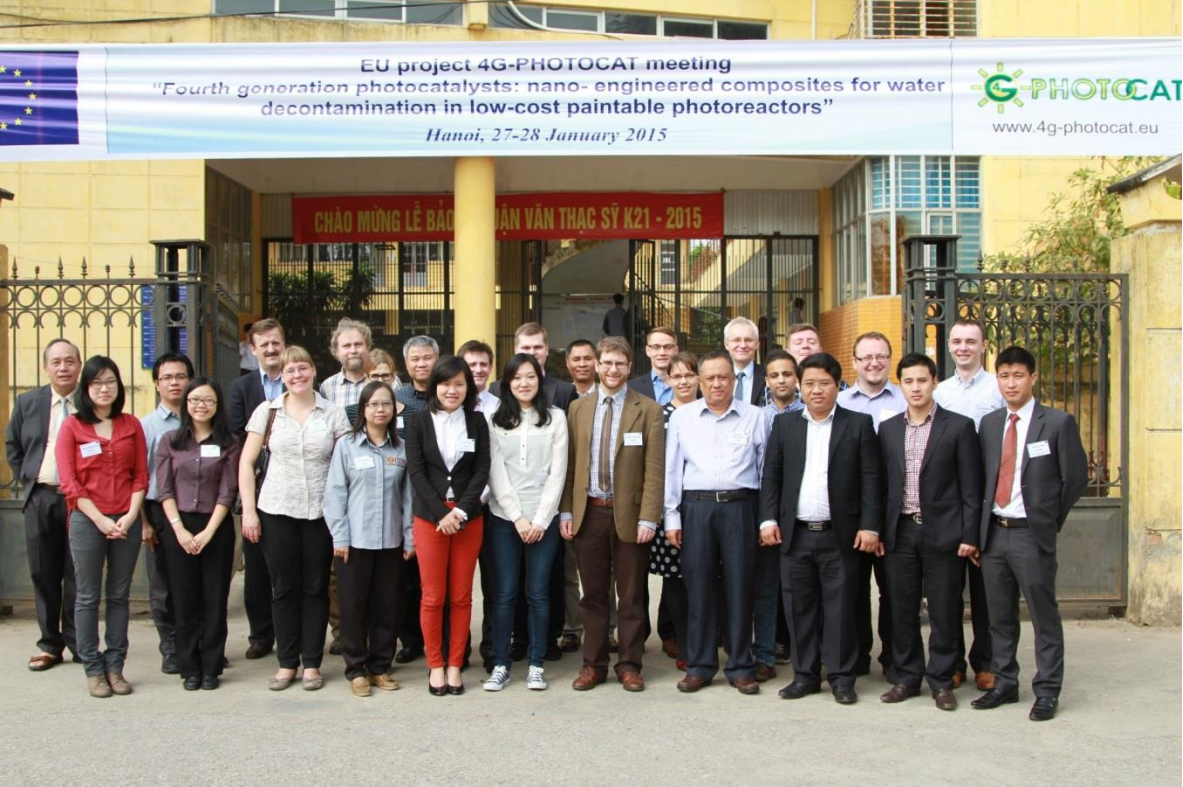
^b Post-harvest and Agro-processing Technologies, Agricultural Research Council (ARC) Infrutec-Nietvoorbij, Stellenbosch, South Africa

^c Department of Food Biotechnology and Food Process Engineering, Technical University, Berlin, Germany



BIO POTRAVINY MNOHEM RYCHLEJI
DEGRADUJÍ - FOTOKATALÝZOU LZE ZACHRÁNIT
MILIONY TUN

Dekontaminace vody a půdy od DDT a Dioxinu



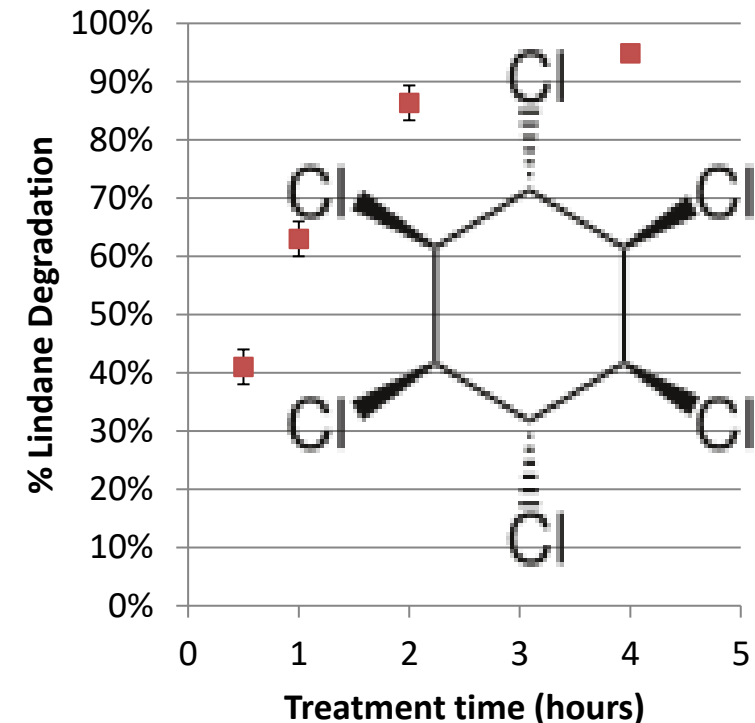
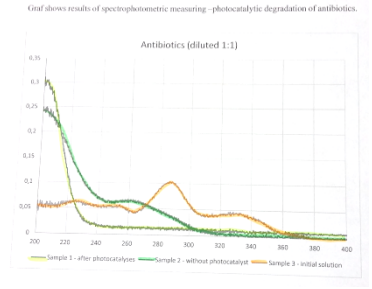
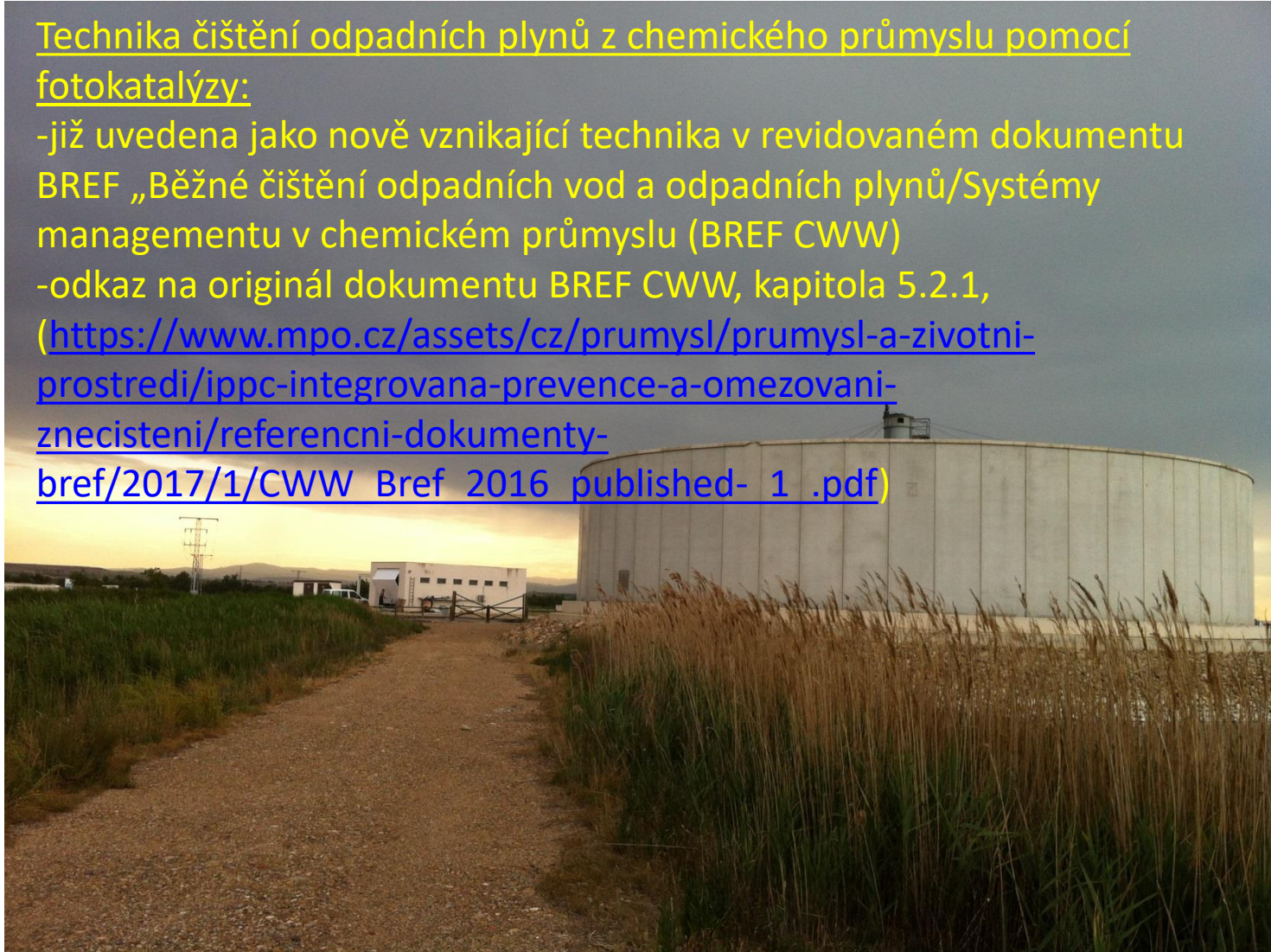
KROK VPŘEDU PŘI ELIMINACI EMERGING POLLUTANTS

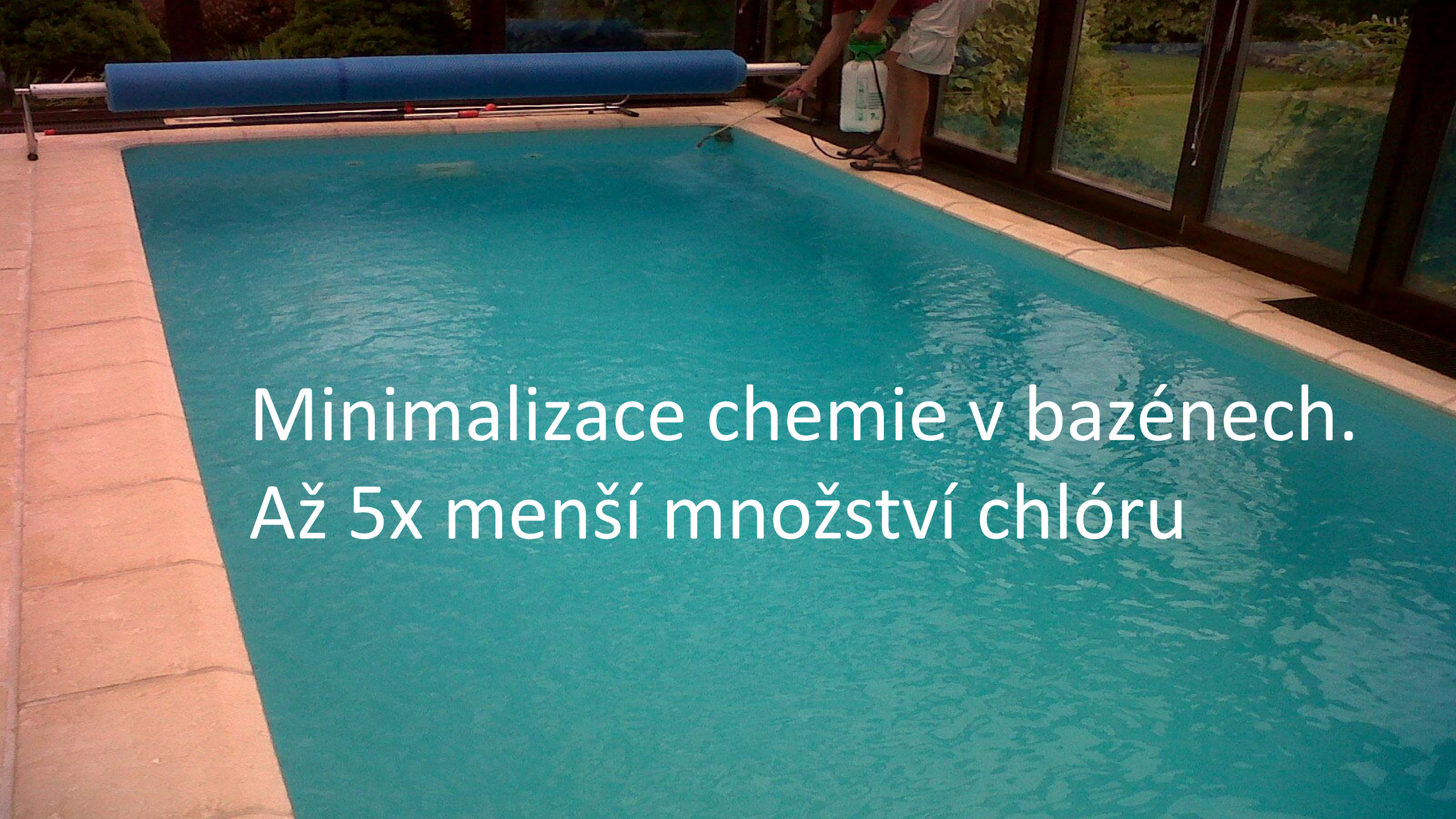
Technika čištění odpadních plynů z chemického průmyslu pomocí fotokatalýzy:

-již uvedena jako nově vznikající technika v revidovaném dokumentu BREF „Běžné čištění odpadních vod a odpadních plynů/Systémy managementu v chemickém průmyslu (BREF CWW)

-odkaz na originál dokumentu BREF CWW, kapitola 5.2.1,

https://www.mpo.cz/assets/cz/prumysl/prumysl-a-zivotni-prostredi/ippc-integrovana-prevence-a-omezovani-znecisteni/referencni-dokumenty-bref/2017/1/CWW_Bref_2016_published-1.pdf



A person is standing on the edge of a swimming pool, using a sprayer to treat the water. The pool is surrounded by a tiled deck and a glass enclosure. A blue pool cover is visible in the background.

Minimalizace chemie v bazénech.
Až 5x menší množství chlóru

Synergické efekty samočisticích vlastností – ekonomický a ekologický

sochy



2014 – cleaning and FN NANO® application



2020



Linde gas nádrže



North Las Vegas Airport



Litvínov – zvukové bariéry



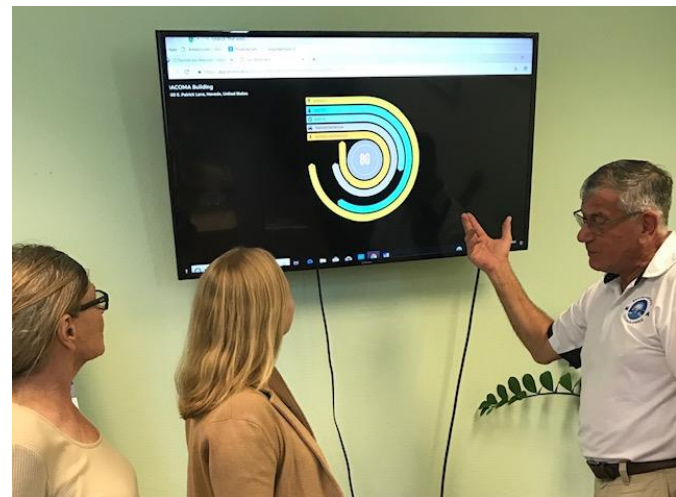
Maják Canada



OCHRANA PAMÁTEK



Zhodnocení životního prostředí a majetku



Regional Director Patti Mason of the USGBC visited FN Nano treated building of Nevada Alliance Against Diabetes on E Patrick Lane in Las Vegas, which has been awarded with LEED Platinum certificate.



Kvalita - DVAKRÁT TOTÉŽ NENÍ TOTÉŽ

Příklady fotokatalytických technologií/produktů

Kondiční

Fotokatalytické nástřiky (sol-gel/ méně než 1% TiO₂)

Fotokatalytické silikátové barvy

Fotokatalytický beton

Fotokatalytické sklo

Fotokatalytické dlaždičky

Fotokatalytické fluoropolymerové barvy

Účinné – projdou certifikací ČSAF

Čistý fotokatalyzátor- TiO₂

Fotokatalytické nátěry FN NANO®



ISO 22197-1

ISO 22197-2

ISO 22197-3

ISO 22197-4

Garance kvality a ochrana spotřebitele - Nezávislé posouzení podle ISO norem v rámci certifikačního programu ČSAF

Kvalita - DVAKRÁT TOTÉŽ NENÍ TOTÉŽ

Fotokatalýza je měřitelná

Účinné – projdou certifikací ČSAF

Více než 10% účinnost

Fotokatalytické nátěry FN NANO®



ISO 22197-1

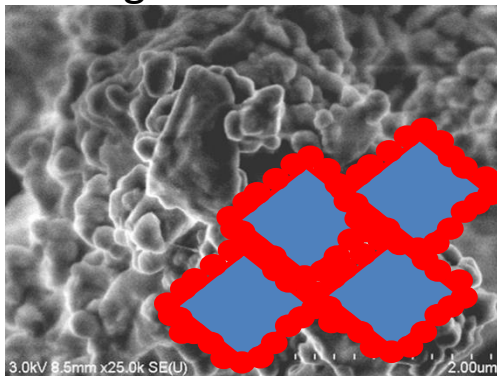
ISO 22197-2

ISO 22197-3

ISO 22197-4

Garance kvality a ochrana spotřebitele - Nezávislé posouzení podle ISO norem v rámci certifikačního programu ČSAF

1. generace



2. generace

