

Modelování environmentálních efektů fotokatalytických povrchů pro konkrétní objekty a využitelnost dat v ESG výkazech

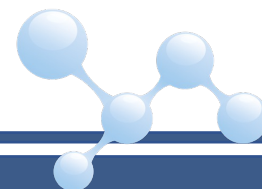
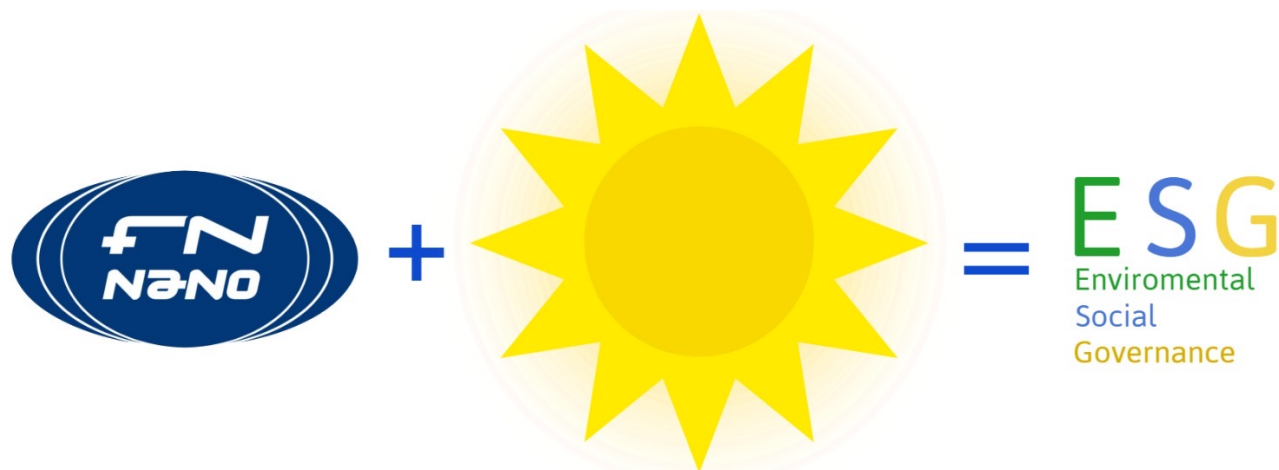
Tomáš Ducháček
FN NANO



Fotokatalýza v exteriéru

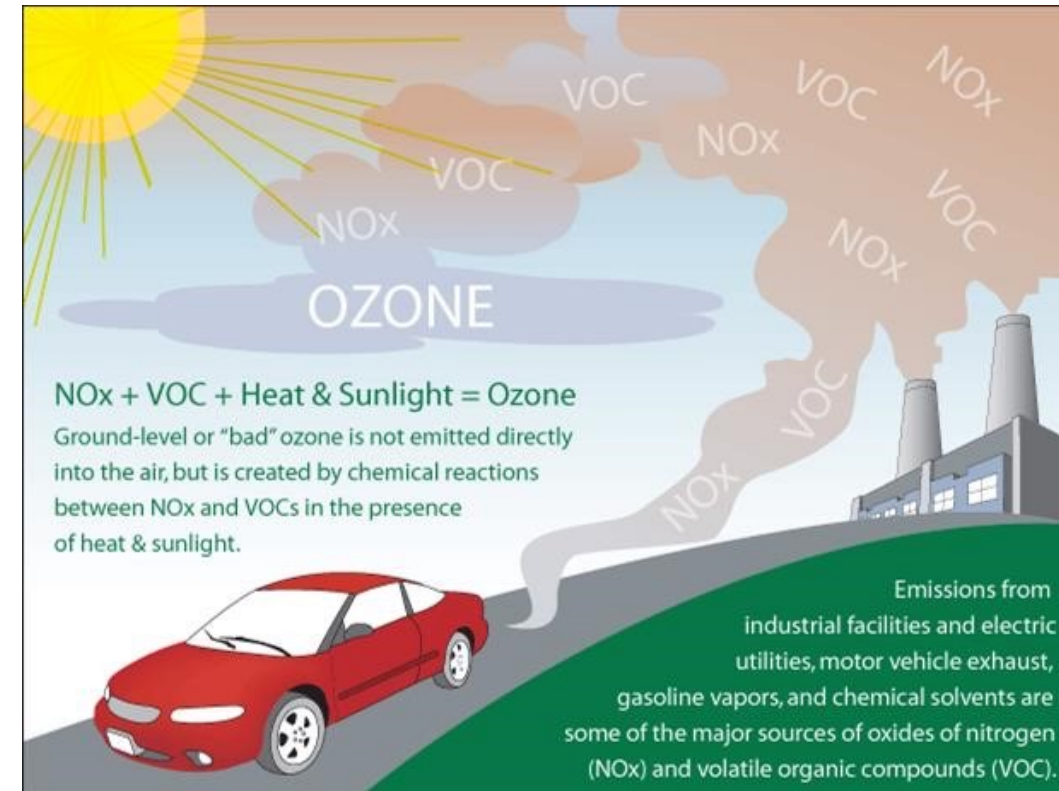
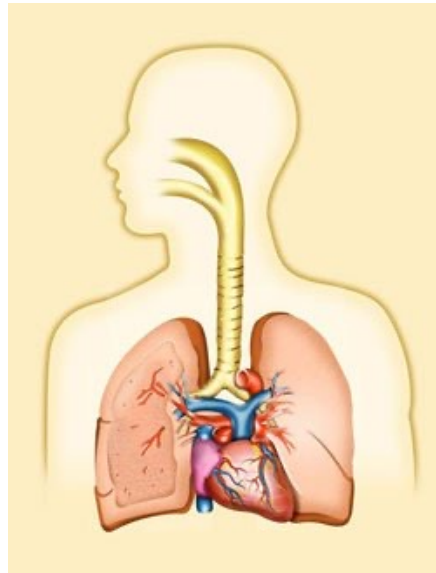
- Rozkládá velké množství chemických látek
- Chrání povrchy před znečištěním a prodlužuje jejich životnost

Stačí k tomu pouze energie slunce



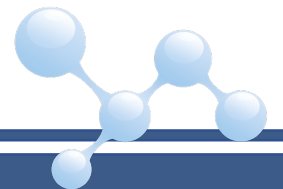
Troposférický ozon

- Napadá dýchací ústrojí
- Dlouhodobá expozice způsobuje astma
- GHGv - CO₂ ekvivalent ~1000x



Oxidy dusíku

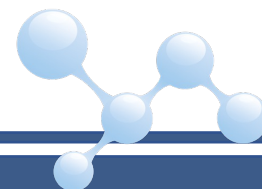
- Způsobují podráždění očí a sliznic dýchacích cest
- Dlouhodobá expozice může způsobit chronické poškození plic
- GHG - CO₂ ekvivalent ~30x
- TVOŘÍ AEROSOLY



Fotokatalýzu měříme

Díky dlouhodobé spolupráci s univerzitami vznikla metodologie, jak modelovat a spočítat ekologický přínos jakékoliv fotokatalytické plochy

- 3D modely zástavby a měření přímo v oblasti, kde se objekt nebo daná zástavba nachází
- 3D modely v aerodynamickém tunelu simulujícím venkovní podmínky
- Výpočet ekologických benefitů plochy podle metodologie vědecké rady ČSAF



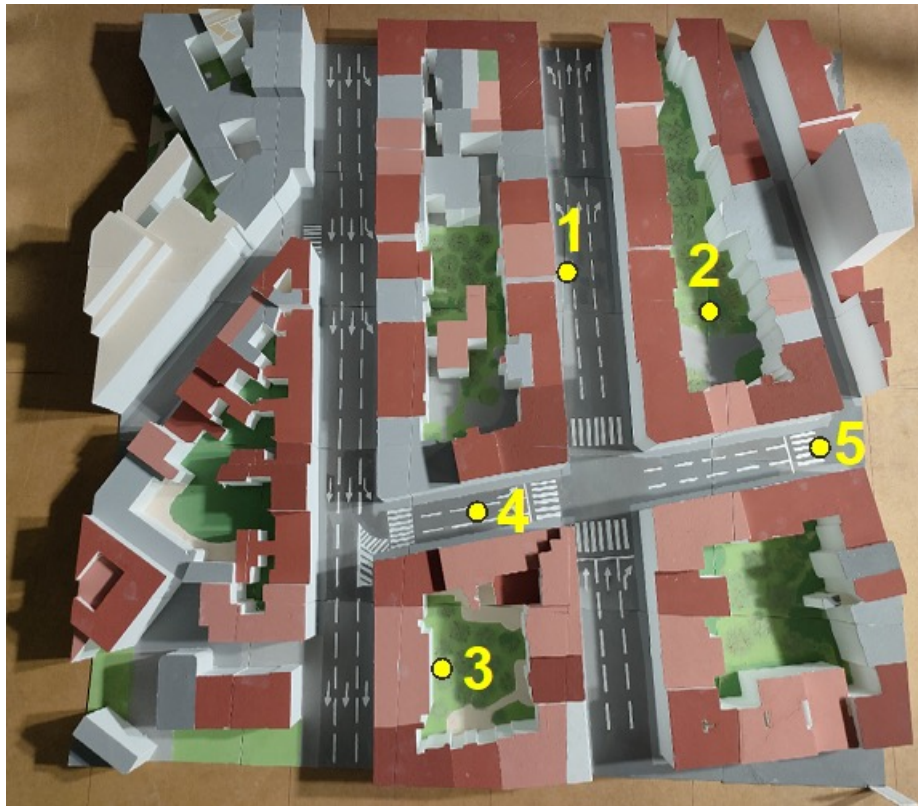
V rámci projektu TRIO FV40209 proběhlo celoroční měření v reálném prostředí (všechna roční období) v Legerově ulici č. p. 39 v Praze.

- Ze statistického vyhodnocení měření koncentrací vyplývá, že celkové odstraněné množství NO_x činí ~38 % a celkové odstraněné množství ozonu činí ~48 %.
- Ve všech ročních obdobích byla prováděna ověřovací měření akreditovanou laboratoří



Fotokatalytické povrchy FN NANO

Modelování environmentálních efektů pro konkrétní zástavbu nebo objekty

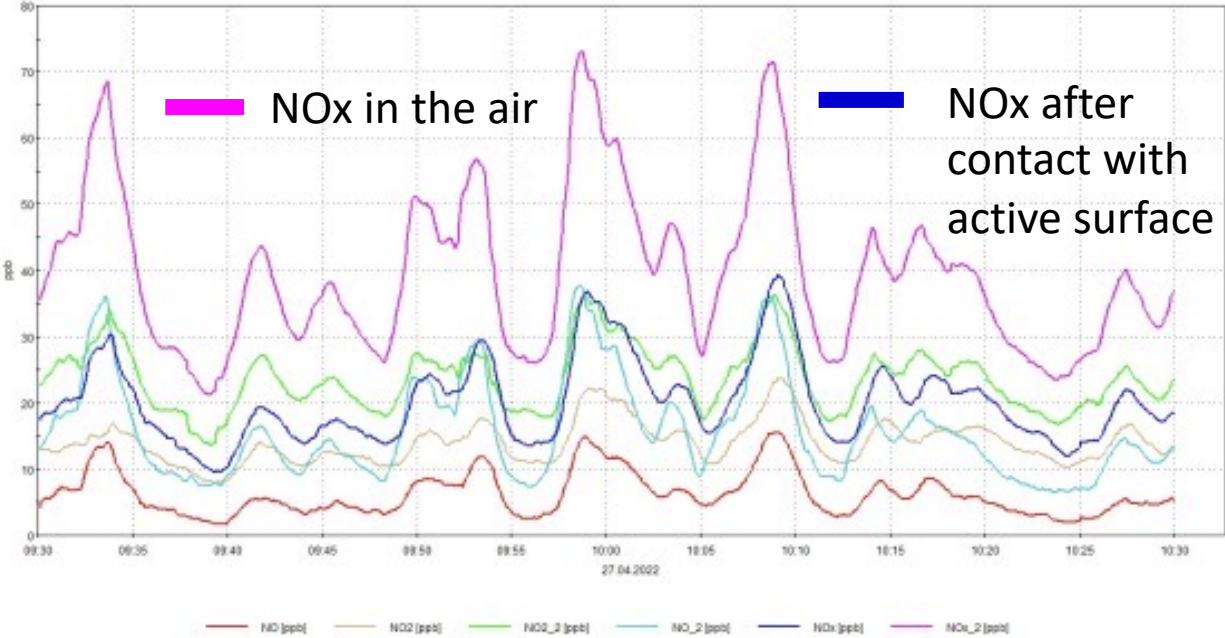
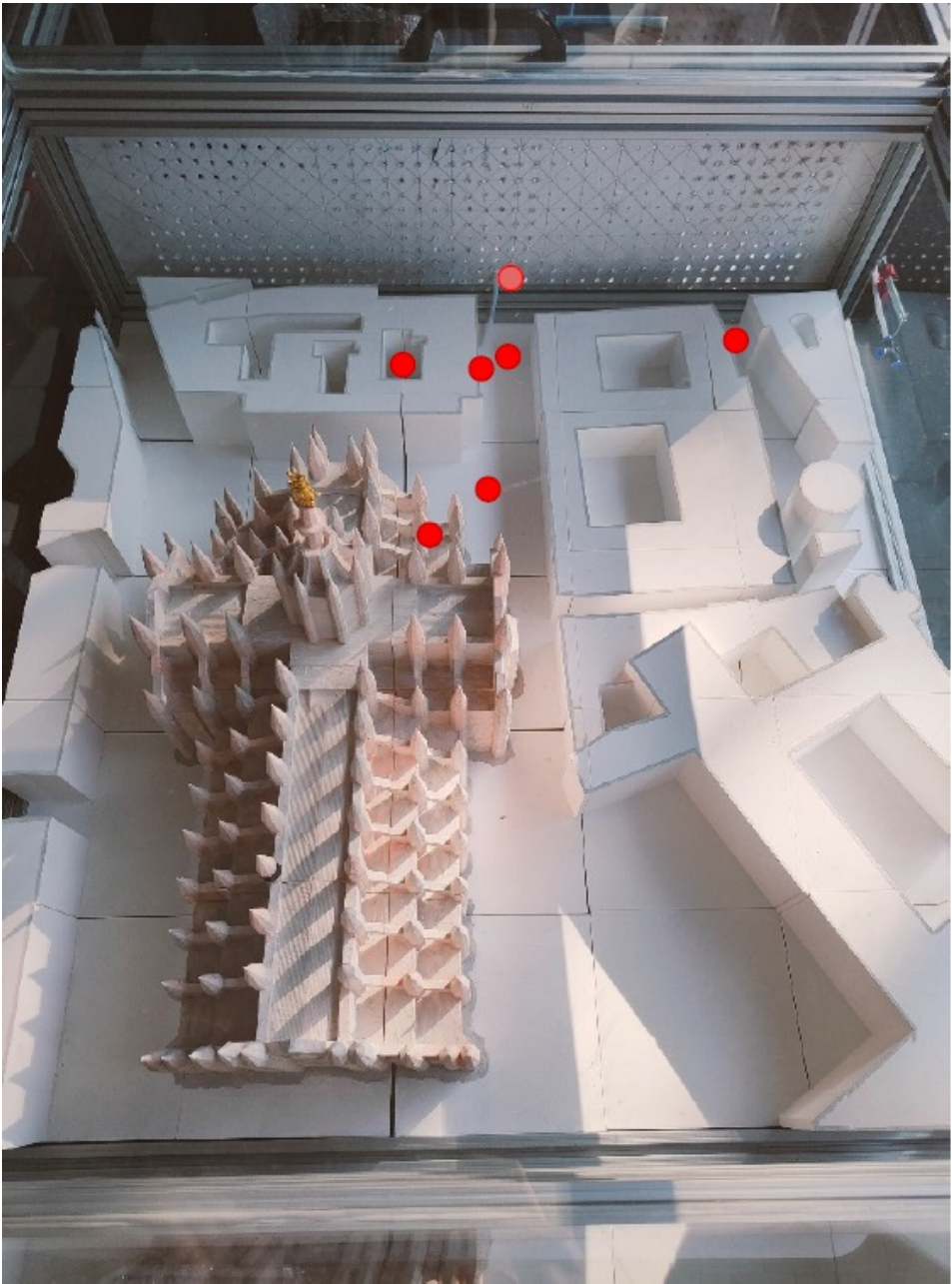


Fotokatalytické povrchy FN NANO

Modelování environmentálních efektů pro konkrétní zástavbu nebo objekty



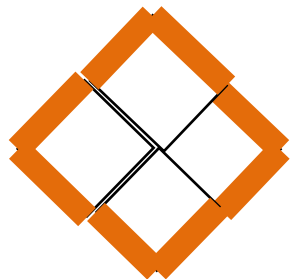
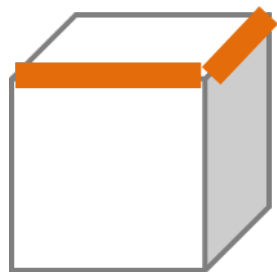
DeNOx ~ 40% dlouhodobý průměr



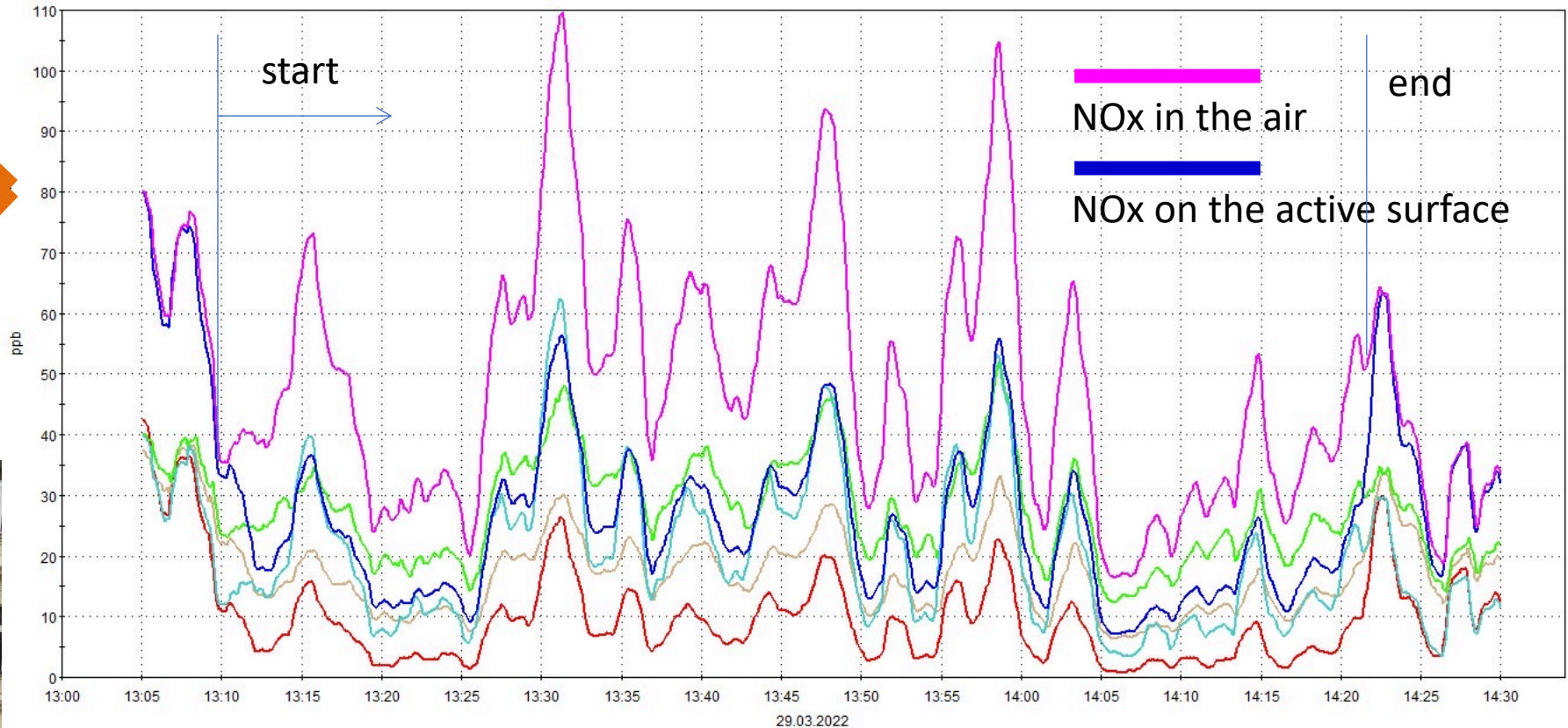
Tab. 1: Comparison of average concentrations of NO_x in the air in the outdoor environment before entering the reactor and after passing through the photocatalytically active 3D model.

Pollutant	Placement of the tube	C_{in} [ppbv]	C_{out} [ppbv]	Pollutant removal [%]
NO _x	Wall with FN NANO® 2 (main street)	87.5	45.4	48
NO _x	The center of the main street	100.7	78.0	23
NO _x	Above the level of the roofs on the main street	124.8	117.6	6
NO _x	Courtyard	116.0	27.6	76
NO _x	Wall with FN NANO® Transparent	93.7	54.5	42
NO _x	The center of the square	81.6	63.2	23
NO _x	Wall with FN NANO® 2 (side street)	68.3	30.3	56

* ~~C_{in}~~ is the concentration in the outdoor environment; ~~C_{out}~~ is the concentration after passing the air through the reactor.



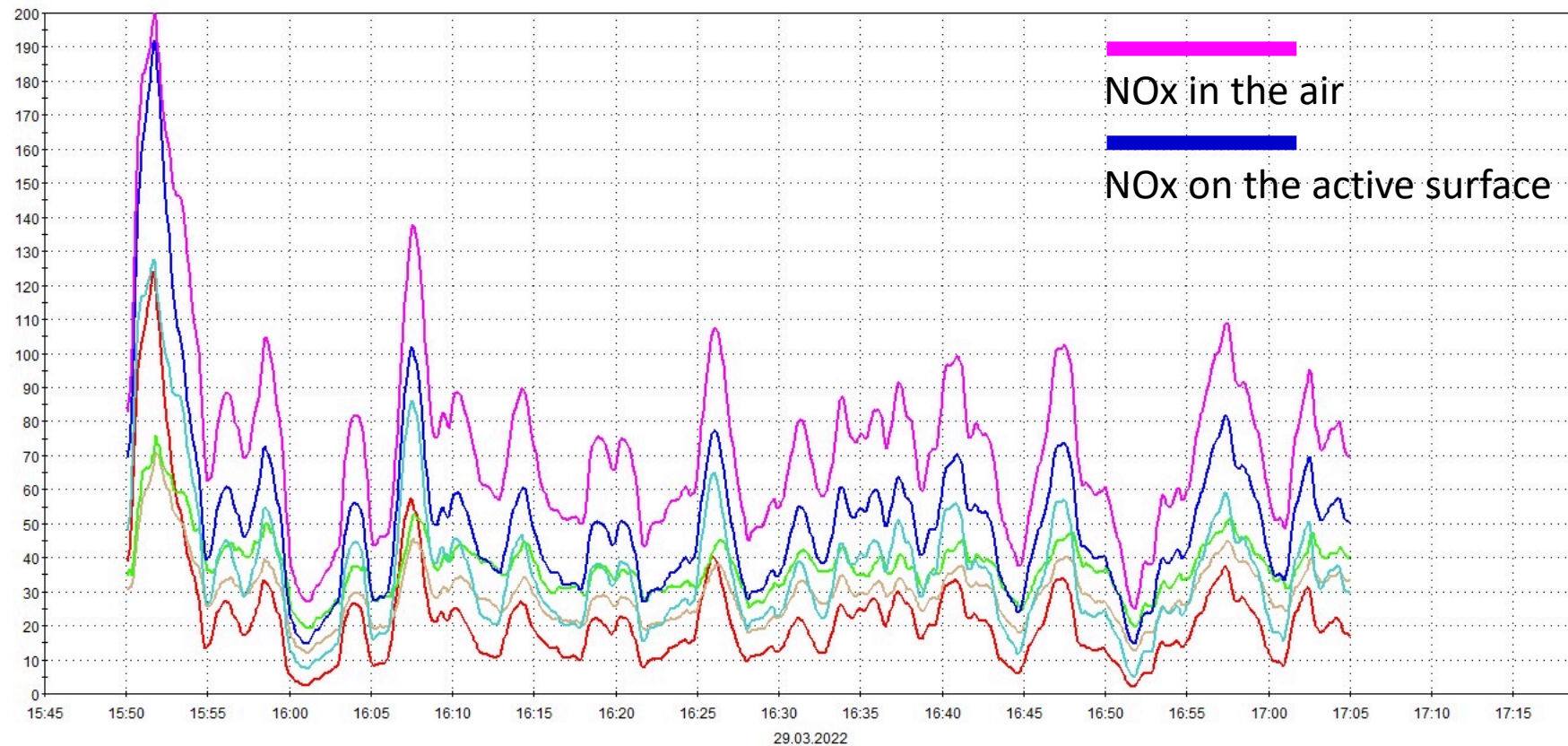
Fotokatalytické stěny jsou oranžově vyznačeny



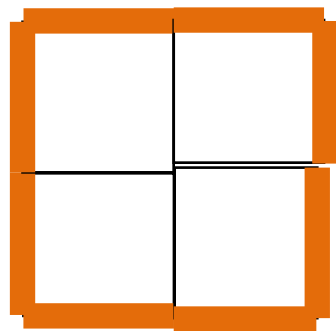
— NO [ppb] — NO2 [ppb] — NO2_2 [ppb] — NO_2 [ppb] — NOx [ppb] — NOx_2 [ppb]

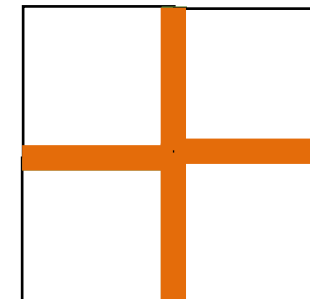
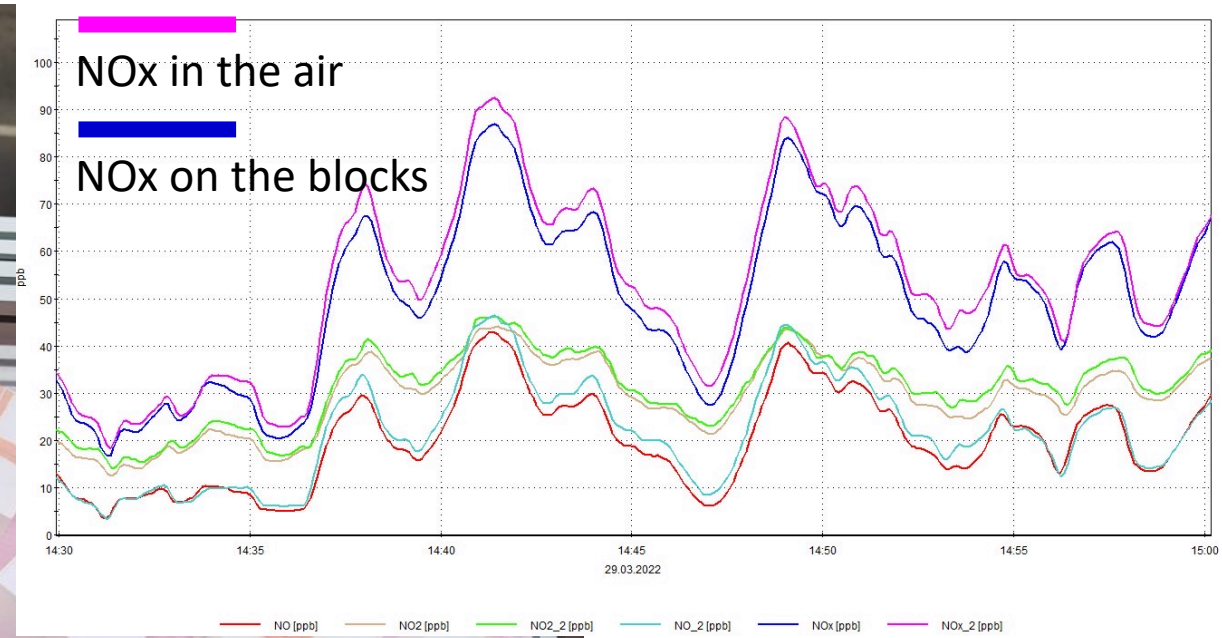
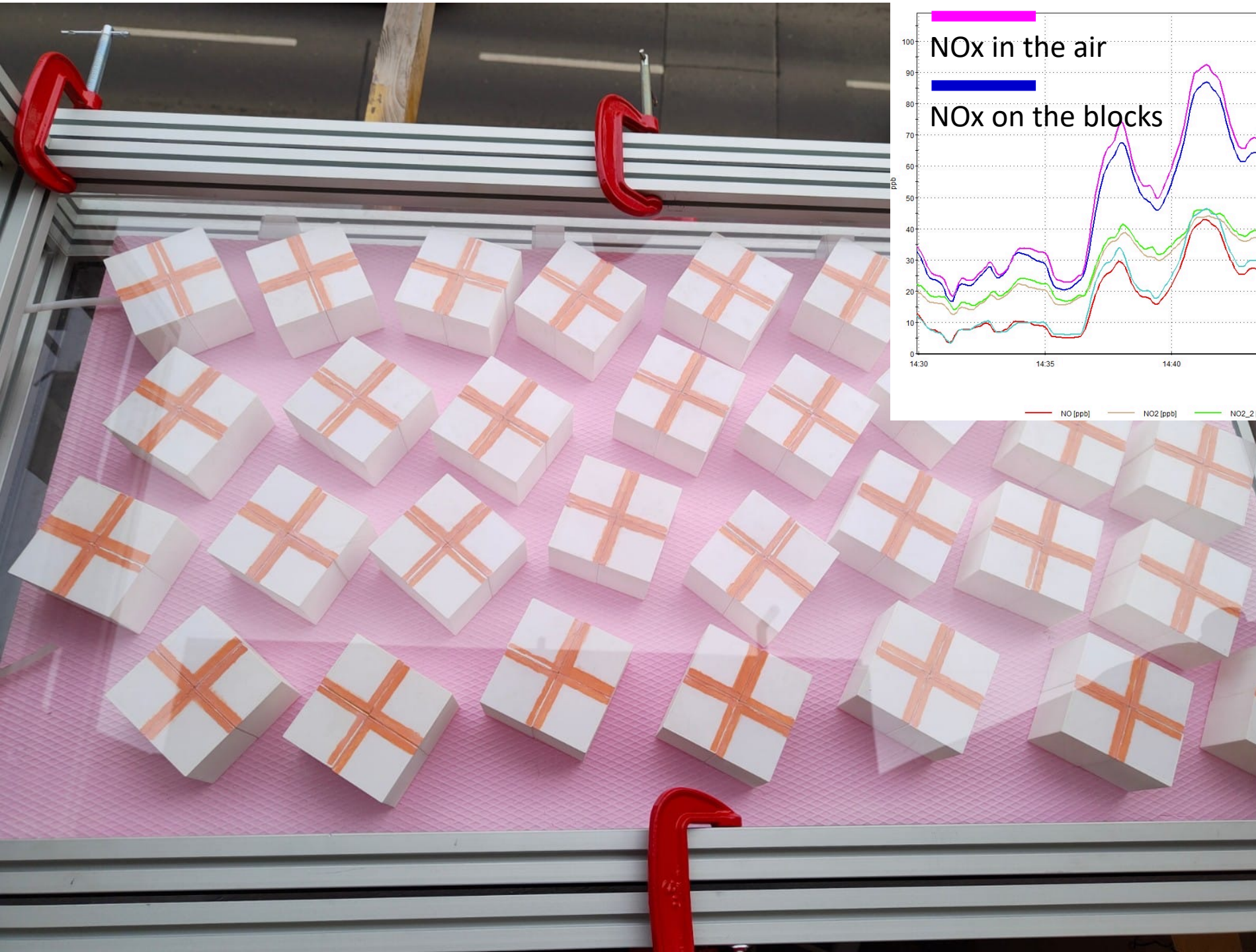
NO	NO2	NO2_2	NO_2	NOx	NOx_2
ppb	ppb	ppb	ppb	ppb	ppb
7,9	16,0	27,8	20,8	24,0	48,6
NO	-62% NO2		-42% NOx		-51%

Concentration ppbv



NO [ppb] NO2 [ppb] NO2_2 [ppb] NO_2 [ppb] NOx [ppb] NOx_2 [ppb]





FN NANO ve větrném tunelu simulujícím podmínky městské zástavby

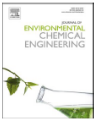
Journal of Environmental Chemical Engineering 11 (2023) 109758



Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Environmental Chemical Engineering

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



The role of flow structures in the effective removal of NO_x pollutants by a TiO₂-based coating in a street canyon

Štěpán Nosek^{a,*}, Tomáš Ducháček^b, Pavol Magyar^b, Jan Procházka^b

^a Institute of Thermomechanics AS CR, v.v.i., Dolejškova 1402/5, Prague 18200, Czech Republic

^b Advanced Materials, JTJ s.r.o., Kamenné Žehrovice 27301, Czech Republic

ARTICLE INFO

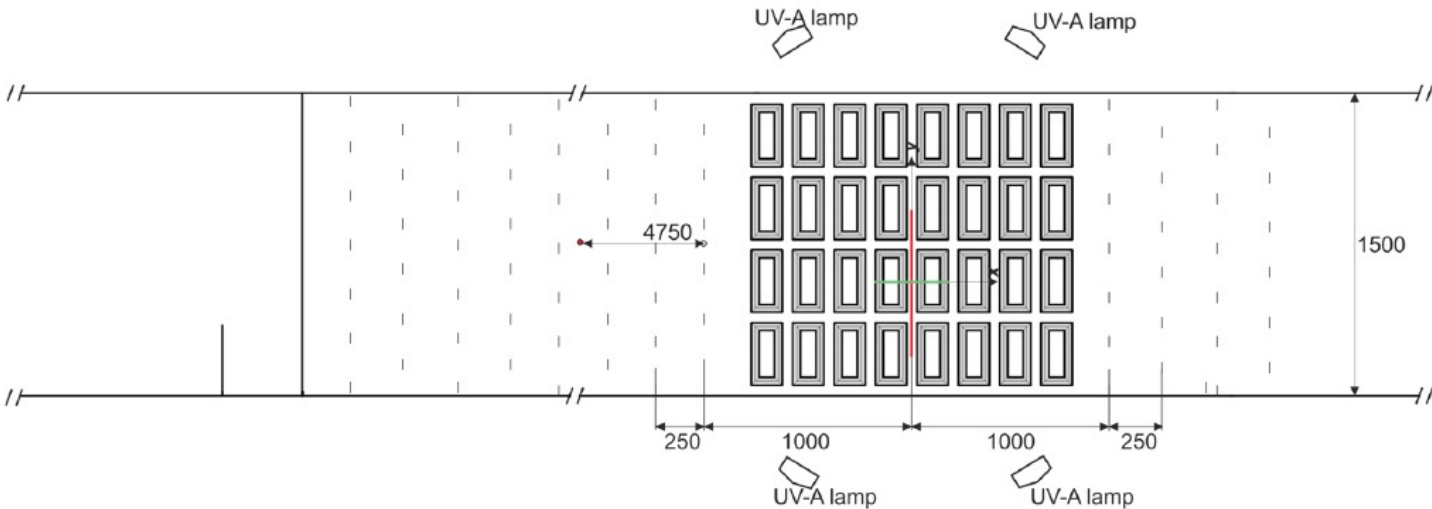
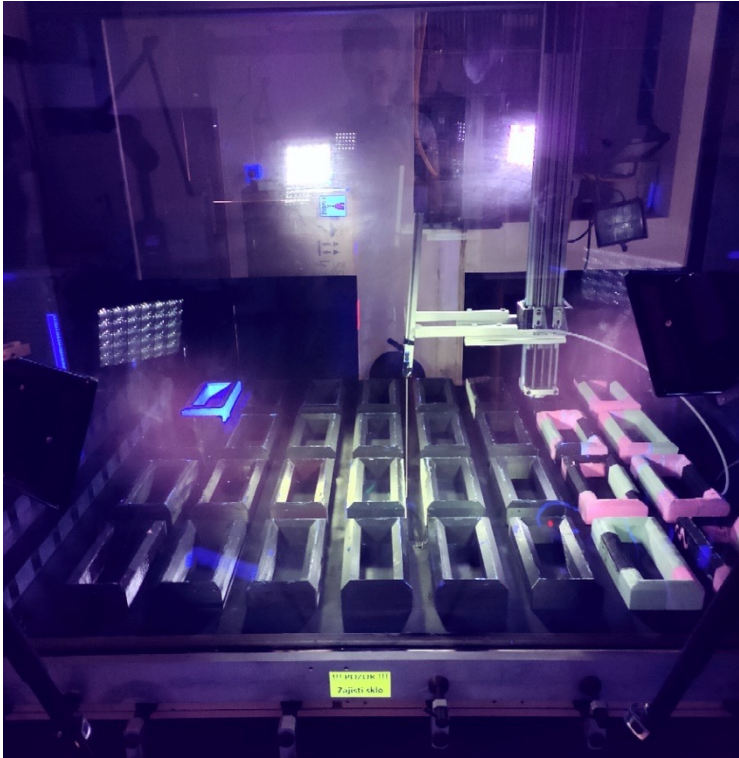
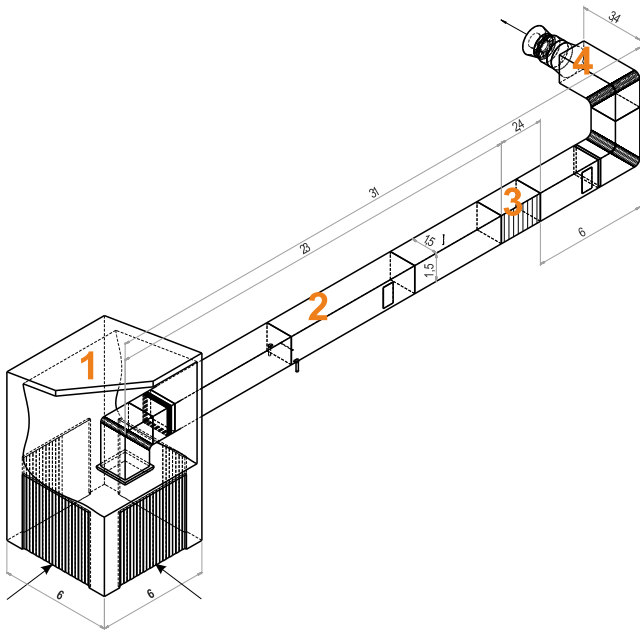
Editor: Dr. G. Palmisano

Keywords:

Photocatalysis
NO_x
Street canyon
Air purification
Urban air pollution
Turbulence

ABSTRACT

Photocatalytic titanium dioxide (TiO₂) coatings are known to effectively remove harmful nitrogen oxides (NO_x) in so-called laminar flow reactors (LFRs). However, their effectiveness in turbulent flow environments, such as street canyons, is not well understood. In this study, we applied physical modelling principles to simulate NO_x photocatalysis on the walls of a street canyon polluted by idealised traffic, and compared the results of this modelling with those of experiments in a standard LFR. The results show that the LFR is partially able to simulate photocatalysis in such a turbulent environment, but with about 18 times higher flow rate than recommended in the standards (3 l min⁻¹). However, the results from the street canyon experiment show that the performance of the photocatalyst is spatially dependent due to the mean flow structures that develop in the canyon. The mean vertical recirculation transports the NO_x pollutants from the line source first to the leeward wall and then to the windward wall, making the windward wall more favourable for pollutant removal. The secondary corner vortices that form at the bottom of the canyon increase the reaction time, so that NO_x pollutants are removed more effectively (up to 33%) than at other locations in the canyon. In contrast, the lowest removal efficiencies were found at the leeward wall (6%), where pollutants are mainly advected from the traffic and have less contact with the wall. These results provide valuable insights into the effectiveness of photocatalytic coatings in turbulent flow environments and may be useful for the development and implementation of these coatings in realistic urban pollution scenarios.



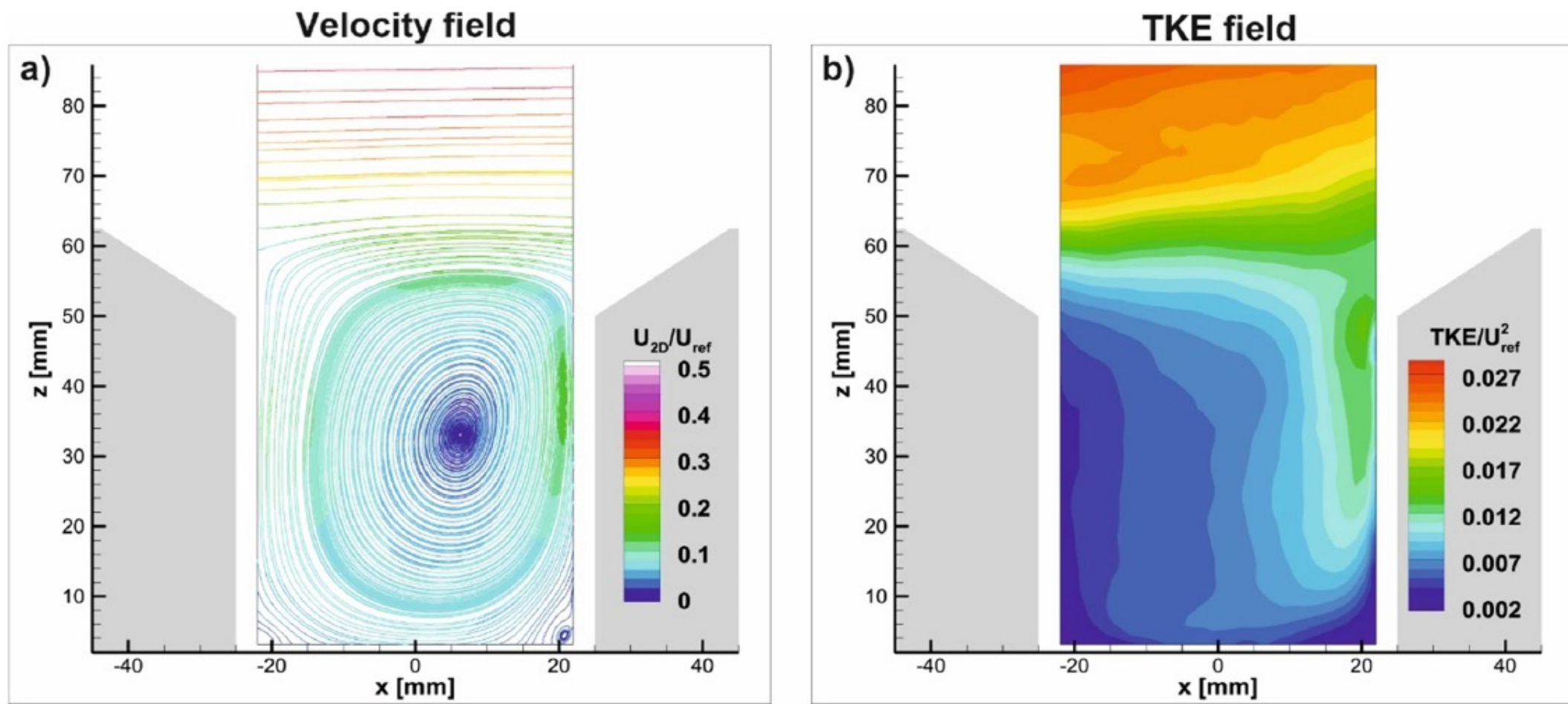
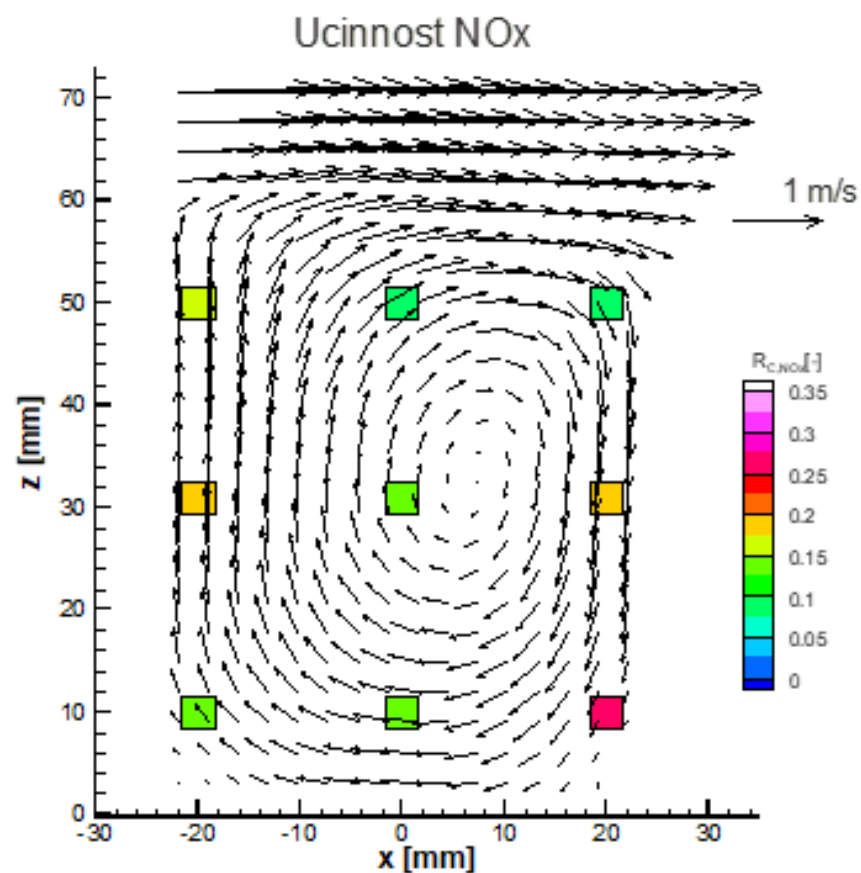


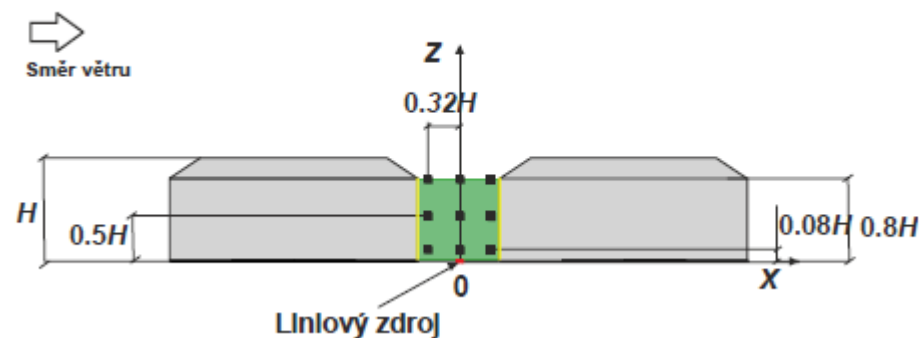
Fig. 3. Normalised a) streamlines (U_{2D}/U_{ref}) and b) turbulence kinetic energy (TKE/U_{ref}^2) in the street canyon and above the roofs, determined with the PIV system. The wind is from the left to the right.



Tabulka 3 Průměrné účinnosti odstraňování NO_x pro danou část kaňonu ($R_{LS,NOx,P}$) a výsledná průměrná účinnost v celém kaňonu ($R_{LS,NOx,1}$) znečištěném liniovým zdrojem. Absolutní chyba účinnosti je 0,01.

x [mm]	y [mm]	z [mm]	R _{LS,NOx_P} [-]	R _{LS,NOx_1} [-]
-20,0	-175,0	10,0	0,20	0,16
0,0	-175,0	10,0		
20,0	-175,0	10,0		
20,0	-175,0	31,0	0,18	
0,0	-175,0	31,0		
-20,0	-175,0	31,0		
-20,0	-175,0	50,0	0,11	
0,0	-175,0	50,0		
20,0	-175,0	50,0		

~16%



Příklad přínosu fasády ošetřené FN NANO® ochranným nátěrem

ESTETIKA: Nová, dlouhodobě reprezentativní fasáda

EKONOMIKA: Ušetří peníze na údržbě

ENVIRONMENT: Udržitelnost a ekologická kalkulace

KALKULACE EKOLOGICKÝCH BENEFITŮ	
	
HLAVNÍ PROMĚNNÉ	
VELIKOST OŠETŘENÉ PLOCHY	≅ 650 m ²
PRŮMĚRNÁ KONCENTRACE NO _x V KONKRÉTNÍ LOKALITĚ [imisní limit 0,040mg/m ³]	≅ 0,039 mg/m ³
PRŮMĚRNÁ KONCENTRACE OZONU (O ₃) V KONKRÉTNÍ LOKALITĚ [dlouhodobý imisní cíl 0,120 mg/m ³]	≅ 0,043 mg/m ³
VÝPOČET EKOLOGICKÝCH EFEKTŮ FN NANO® PLOCHY ZA 1 ROK:	
MNOŽSTVÍ ODSTRANĚNÝCH NO _x	≅ 110,70 kg/rok
OBJEM VZDUCHU VYČIŠTĚNÉHO OD NO _x	≅ 2 869 770 000 m ³ /rok
POČET KOMPENZOVANÝCH OSOBNÍCH AUTOMOBILŮ (EURO 5)	≅ 61
MNOŽSTVÍ ODSTRANĚNÉHO OZONU (O ₃)	≅ 122,90 kg/rok
MNOŽSTVÍ PM 2.5, JEJICHŽ VZNIKU SE PŘEDEJDE	≅ 85 kg/rok
FINANČNÍ PŘÍNOS DLE METODIKY ECO-COST VALUES	≅ 4 450 €/rok
VÝPOČET EKOLOGICKÝCH EFEKTŮ FN NANO® PLOCHY ZA 10 LET:	
CELKOVÉ ODSTRANĚNÍ NO _x BĚHEM 10 LET GARANTOVANÉ FUNKČNOSTI NÁTĚRU	≅ 1 107 kg
CELKOVÉ ODSTRANĚNÍ OZONU (O ₃) BĚHEM 10 LET GARANTOVANÉ FUNKČNOSTI NÁTĚRU	≅ 1 229 kg
CELKOVÉ NEVZNIKLÉ MNOŽSTVÍ PM 2.5 BĚHEM 10 LET GARANTOVANÉ FUNKČNOSTI NÁTĚRU	≅ 850 kg
CELKOVÝ FINANČNÍ PŘÍNOS BĚHEM 10 LET GARANTOVANÉ FUNKČNOSTI NÁTĚRU	≅ 44 500 €



Vyčíslení environmentálního přínosu:

- Eliminace přes 100 kg NO_x i O₃ ročně
- Kompenzace provozu více než 60 osobních aut
- Ekologický přínos lze vyčíslit na téměř 15000 € ročně



**CERTIFIKÁT O
EKOLOGICKÉM
OPATŘENÍ**



Firma:
Sídlo:
IČO:

VYUŽILA TECHNOLOGII FOTOKATALYTICKÝCH NÁTĚRŮ FN NANO®
PRO ODSTRAŇOVÁNÍ EMISÍ/ ZLEPŠENÍ PROSTŘEDÍ

FIRMA VYTVOŘILA m² AKTIVNÍ PLOCHY V LOKALITĚ,

ROČNĚ ODSTRANÍ kg NO_x
..... kg O₃
(..... kg CO₂ ekvivalent)

TÍMTO OPATŘENÍM KOMPENZUJE PROVOZ VOZIDEL

FN-NANO s.r.o. (IČ: 05079233)
V Praze dne

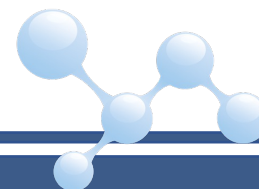
.....
Podpis a razítka

Výpočet byl proveden na základě metodiky vědecké rady ČSAF. Přílohou tohoto Certifikátu je protokol č., kde jsou doloženy a vysvětleny všechny výpočty.



FN NANO® je kompenzačním opatřením v sedmi z deseti kategorií dle Směrnice EU 2022/2464 (CSRD – Corporate sustainability reporting directive):

- **ESRS E1 – Změna klimatu**
- **ESRS E2 – Znečištění**
- **ESRS E3 – Vodní a mořské zdroje**
- **ESRS E4 – Biologická rozmanitost a ekosystémy**
- **ESRS E5 – Využívání zdrojů a oběhového hospodářství**
- **ESRS S1 – Vlastní pracovní síla**
- **ESRS G1 – Chování podniků**



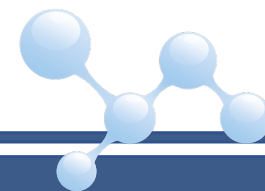
E1 – Změna klimatu

- Vyšší odrazivost tepelného záření z ošetřených povrchů (odráží se zpět do vesmíru a nepřispívá tak oteplování)
- Samočisticí efekt zajišťuje nižší spotřebu energie a vody na údržbu venkovních povrchů (přínosy jsou snadno vyčíslitelné v úsporách)
- Ochrana povrchu před degradací a prodloužení životnosti fasád, betonu, dřeva a dalších venkovních povrchů (přínosy jsou snadno vyčíslitelné v rozdílu životnosti)
- Na FN NANO® povrchu se velmi účinně rozkládá přízemní ozon na přírodní kyslík (GHG - 1000× CO₂ ekvivalent)



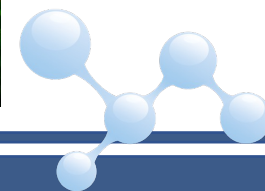
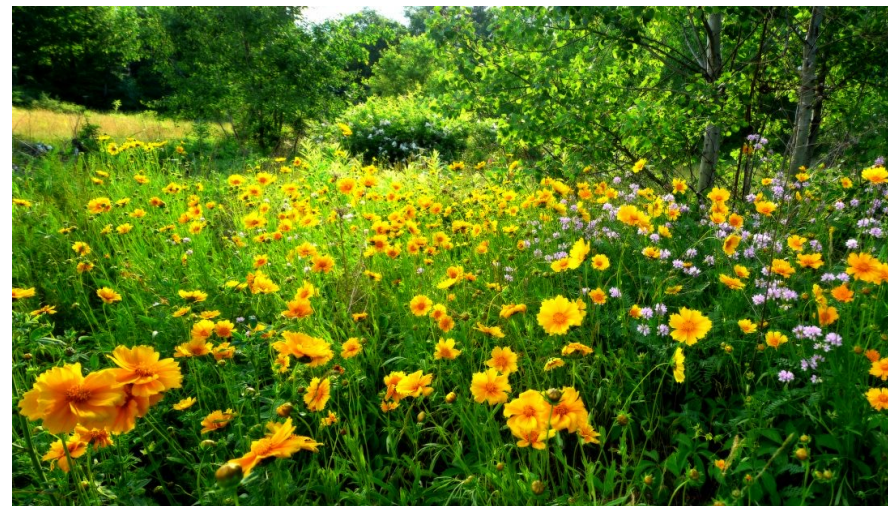
E2 – Znečištění

- Fotokatalytické povrchy FN NANO® velmi účinně odstraňují škodlivé a jedovaté látky z ovzduší, vody i půdy (oxidy dusíku, benzo(a)pyren, PM2.5, přízemní ozon, SO_x, CO, VOC, benzen a ostatní PAH, amoniak i velmi nebezpečný dioxin). Dnes lze environmentální efekt přesně vyčíslit v souladu s metodologií a databází eco-cost
- Z odstranitelných látek klasifikovaných v kategoriích „látky vzbuzující obavy“ a „látky vzbuzujících mimořádné obavy“ lze zmínit lindan, dioxin, antracen, ftaláty, benzo(a)pyren, hydrazin a další jedovatá organická barviva, trichloretylen a většinu dalších
- Fotokatalýza je již ukotvena v evropské legislativě WGC BREF jako nastupující technologie pro čištění odpadních plynů a vod



E4 – Biologická rozmanitost a ekosystémy

- FN NANO® chrání prostředí před látkami poškozujícími biologickou rozmanitost a ekosystémy – odstraňuje NO_x, O₃ a SO_x likvidující především lesy a rostliny
- FN NANO® eliminuje nové znečišťující látky (emerging pollutants) ovlivňující biologickou rozmanitost (např. ryby se přestávají množit kvůli antikoncepci, škodlivý vliv antibiotik ve vodě)



S námi se ESG bát nemusíte

- Fotokatalýza vám zlepší prostředí a ušetří peníze a zdraví
- Změříme či vypočítáme vám ekologický benefit
- Vystavíme Certifikát environmentálního přínosu použité technologie

