



INSTITUTE OF  
CHEMICAL TECHNOLOGY  
PRAGUE

modified **EN 16846-1**

## Měření účinnosti čističky vzduchu

Test method for air-purifying performance of  
semiconducting photocatalytic products

**Testováno: 11/2023**

Dr. David Hazafy, Technopark Kralupy, VŠCHT, Náměstí G. Karse, Czech Republic

Tel: +420723386512 | Email: hazafy@outlook.com

### Úvod

Tato zpráva představuje výsledky testování účinnosti odbourávání polutantů v plynné fázi fotokatalytické čističky vzduchu dodané firmou Helix Cleaner s.r.o. Testování probíhalo ve vzduchotěsné komoře o objemu 1 m<sup>3</sup>. 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:



Standartní metodika testování fotokatalytických materiálů je na webových stránkách ISO organizace [2]. Tato metoda vychází ze standardu EN 16846-1 [3]. Základní popis metody je následující [4]. Reaktor neboli box je osazen ventilátorem pro vytvoření homogenní plynné fáze a materiálem nebo čističkou jejíž fotokatalytická aktivita se testuje. Do boxu je vpraven definovaný polutant nebo směs polutantů. Analytický systém, například plynový chromatograf je připojen paralelně na reaktor a s jeho pomocí se kontinuálně monitoruje koncentrace škodlivin ve vzduchu v závislosti na čase. Tato metoda je součástí certifikačního programu pro posouzení účinnosti čističek vzduchu České společnosti pro aplikovanou fotokatalýzu (ČSAF), společnosti, která sdružuje výrobce fotokatalytických materiálů [5]. Kromě schopnosti materiálů/přístrojů odbourávat polutanty, je důležité zkontrolovat, zda tento přístroj/materiál neprodukuje VOC sám o sobě, např. destrukcí substrátu na kterém je nanášena fotokatalytická vrstva.



## Měření účinnosti čističky vzduchu

Testováno: 11/2023

Test method for air purifying performance of  
semiconducting photocatalytic products

### Metoda

*Vsádkový reaktor (vzduchotěsná komora) a jeho zapojení*

Vsádkový reaktor je vzduchotěsný, s horní odnímatelnou plochou pro vložení testovaných předmětů. Reaktor je vyroben z nerezového plechu. V reaktoru se nachází přípojka elektrického proudu a ventilátor o výkonu 120 m<sup>3</sup>/h.

*Komerční čistička vzduchu*

Čistička vzduchu je vložena do reaktoru a je ovládána dálkově. Nejprve se testuje zda neuvolňuje VOC, pak jestli neabsorbuje VOC a až nakonec se zapne UVA světlo a testuje se čistící fotokatalytická aktivita.

*Plynová chromatografie – GC*

Koncentrace organických látek v reaktoru byla primárně sledována pomocí plynového chromatografu Agilent, s kolonou HP-PLOT 30 m a jetanizérem [6] na FID detektoru pro lepší detekci kyslíkatých organických látek (formaldehyd, acetaldehyd).

*Měření CO<sub>2</sub>*

Koncentrace CO<sub>2</sub> se měřila pomocí přístroje WMA-5 [7] s IČ detektorem od společnosti PP Systems, tento přístroj měří koncentraci CO<sub>2</sub> s frekvencí 12 x za minutu.

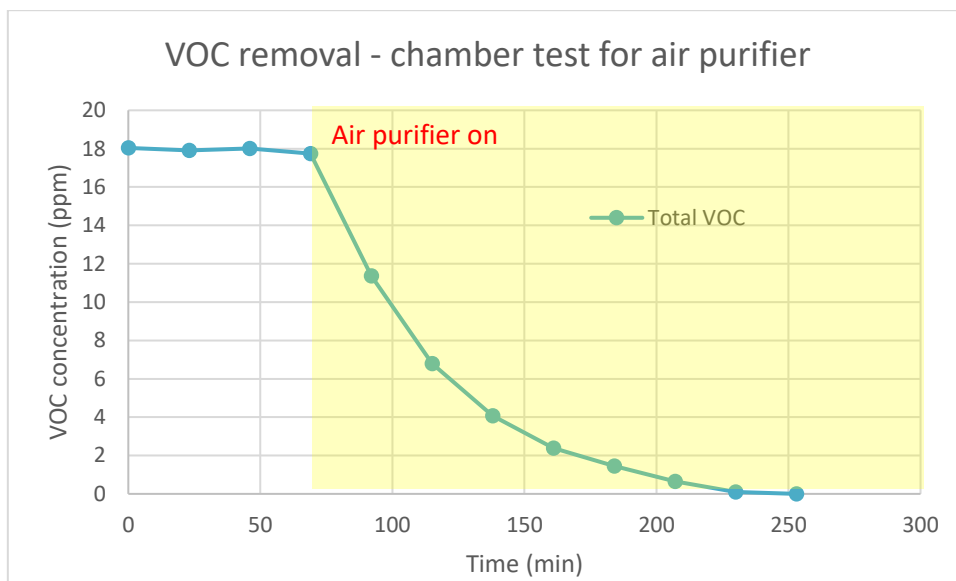
### Výsledky

1. Použitými metodami nebylo zjištěno, že by přístroj uvolňoval VOC.
2. Na obrázku 1. je vidět počáteční fáze před zapnutím světla a je zřejmé, že koncentrace je konstantní a čistička tedy neabsorbuje VOC.
3. Po zapnutí přístroje dochází k poklesu koncentrace VOC, po 107 minutách došlo k poklesu o 90 procent.
4. Analýza vzniklého CO<sub>2</sub> potvrzuje 100 % fotomineralizace a tedy kompletní detoxikaci prostředí.
5. Pro porovnání účinnosti je ukázán průběh experimentu, pokud se použije komerční TiO<sub>2</sub> na skleněném substrátu, podrobnosti jsou uvedeny v referenci [7].

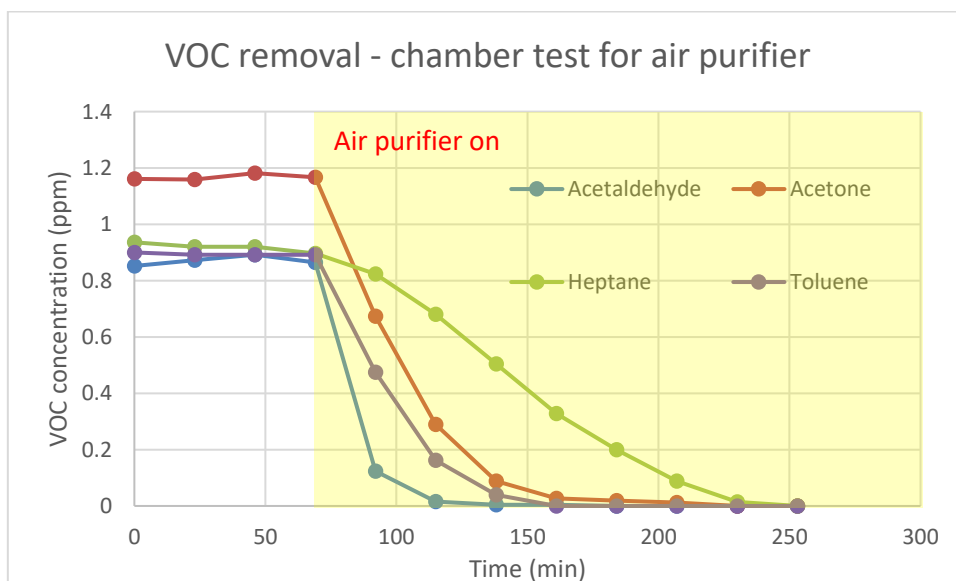
## Měření účinnosti čističky vzduchu

Testováno: 11/2023

Test method for air purifying performance of  
semiconducting photocatalytic products



Obrázek 1. Graf zobrazující odbourávání směsi 4 těkavých organických látek (VOC) v čase, po zapnutí přístroje. Koncentrace poklesla o 90 % za 107 minut.

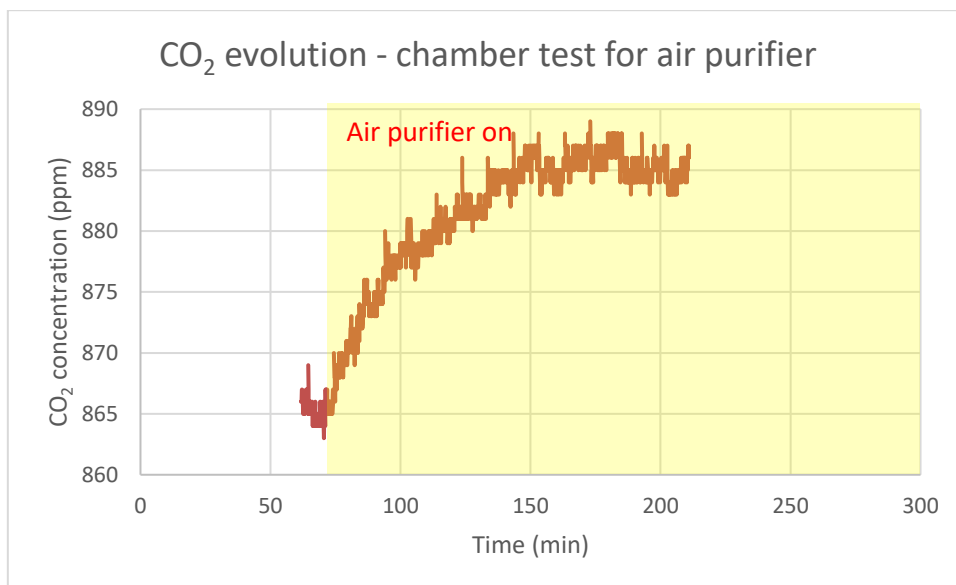


Obrázek 2. Graf zobrazující odbourávání těkavých organických látek (VOC) v čase, po zapnutí přístroje pro jednotlivé chemické látky.

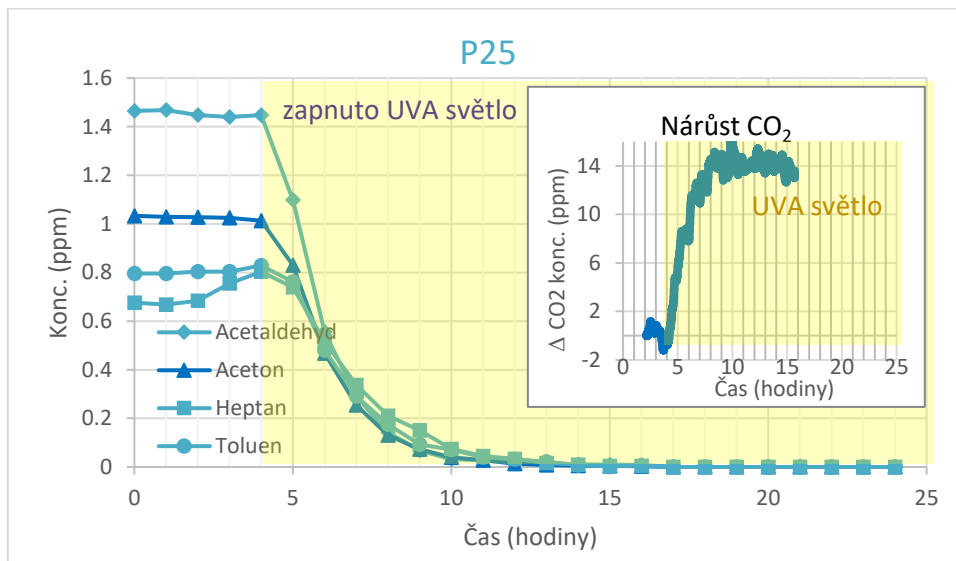
## Měření účinnosti čističky vzduchu

Testováno: 11/2023

Test method for air purifying performance of  
semiconducting photocatalytic products



Obrázek 3. Graf zobrazující nárůst koncentrace CO<sub>2</sub> po zapnutí přístroje. Tato analýza potvrzuje detoxikaci prostředí pomocí testované čističky vzduchu.

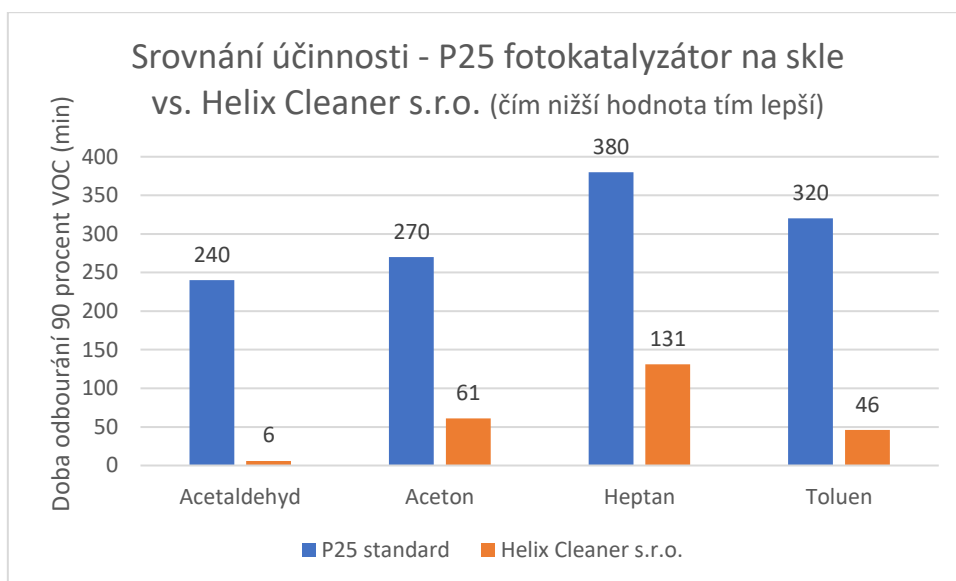


Obrázek 4. Porovnání – Výsledek testování fotokatalytického povrchu P25 (TiO<sub>2</sub> na skle). Hlavní graf ukazuje pokles koncentrace jednotlivých polutantů v čase po zapnutí UV světla (žlutá plocha). Vložený graf pak ilustruje nárůst CO<sub>2</sub> díky fotomineralizaci polutantů

## Měření účinnosti čističky vzduchu

Testováno: 11/2023

Test method for air purifying performance of  
semiconducting photocatalytic products



Obrázek 5. Porovnání účinnosti P25 fotokatalyzátoru (P25 je nejčastěji používaný komerčně dostupný fotokatalyzátor tzv. benchmark, podrobnosti přípravy viz [4]) a produktu společnosti Helix Cleaner s.r.o.

### Závěr

Výsledný naměřený pokles hodnoty koncentrace VOC na 10 % počáteční hodnoty za  $t = 107$  minut (čím kratší čas, tím lépe) je charakterizován výsledkem vynikající (toto hodnocení je pro přístroje, které dosáhnou času detoxikace  $t, t < 360$  min). Naměřený nárůst koncentrace  $\text{CO}_2$  potvrzuje kompletní fotomineralizaci a tedy absenci trvanlivých vedlejších produktů a tedy 100 % detoxikaci prostředí.

### Reference

- [1] MILLS A., LE HUNTE S., An overview of semiconductor photocatalysis, *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, Volume 108, Issue 1 1997, Pages 1-35.
- [2] <https://standards.iteh.ai/catalog/tc/iso/d671cc80-e2c3-498b-bd11-647192a1e408/iso-tc-206-wg-9>
- [3] COSTARRAMONE N, CANTAU C, DESAUZIERS V, PÉCHAYRAN C, PIGOT T, LACOMBE S. Photocatalytic air purifiers for indoor air: European standard and pilot room experiments. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2017 May;24(14):12538-12546.44
- [4] <https://chemagazin.cz/archiv-casopisu/chemagazin-1-2023>
- [5] <https://www.fotokatalyza.cz/certifikace/certifikace-csaf/>.
- [6] <https://www.activatedresearch.com/jetanizer-methanizer-astm-d6158-astm-d2505-uop603-18/>.
- [7] <https://ppsystems.com/wma-5/>.