
COMPARISON OF ALTERNATIVE METHODS OF OPERATION AND MONITORING FUNCTIONS DEODORISING FILTERS

Urban L., Marada P., Mareček J.

Department of Agricultural, Food and Environmental Engineering, Faculty of Agronomy, Mendel University in Brno, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Czech Republic

E-mail: xurban03@node.mendelu.cz

ABSTRACT

Dezodorising filters are devices designed for cleaning odorous emissions. The device is used for filtration of air contaminated by the disposal of animal by-product of rendering companies. For these devices leads to degradation of filter media due to uneven flow of air of high temperature. As a result of degradation of bed composed of wood chips, shredded tree stumps and peat leads to release of odorous emissions into the ambient air. This phenomenon can also be described as the occurrence of sites with lower pressure loss. In the past, the scent particles escaping into the atmosphere measured using sampling methods using dynamic olfaktometrie defined by European standard EN 13725th. Another alternative method is to scan the surface temperature with thermal imaging equipment. Thermovision clearly correlates with the method of dynamic olfaktometrie. The paper will present the results of the analysis of alternative methods komperativní monitoring functions and activities deodorising filter. The results obtained on the basis of periodic monitoring thermovision facilities at rendering the company ASAP Ltd. will be compared with the method olfaktometrie dynamic, analytical and mathematical modeling, and touch sensors. Based on the summation of positives and negatives of the above methods will be evaluated the most suitable method for monitoring of biofilters. For this purpose, the university was used thermal imaging equipment ThermaCAM E 320th.

Key words: biofilter, thermovision, temperature, environmental

Acknowledgement: I would like to take this opportunity to thank Dr. Ing. Petr Marada, for their cooperation, the material, his patience and last but not least, the willingness to consult, then I want to thank all the Institute of Agricultural Food and Environmental Engineering.

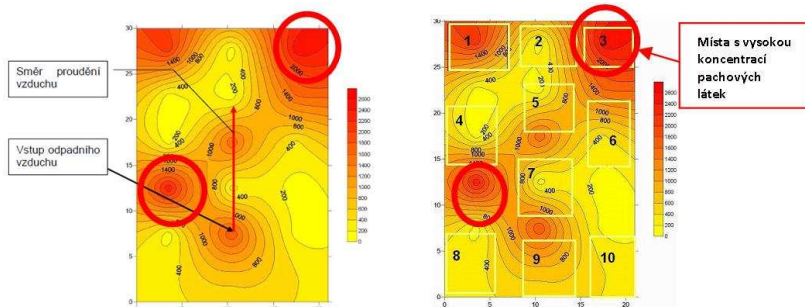
ÚVOD

V roce 2006 byl Ing. Petrou Auterskou, CSc. vypracován návrh metodiky měření zápachu na biofiltrech pomocí dynamické olfaktometrie. Princip olfaktometrie spočívá v naředění vzorku s pachem takovým množstvím čistého vzduchu, aby byla nalezena nejmenší koncentrace pachu, kterou jsou definovaní posuzovatelé (splňující kritéria normy ČSN EN 13725) ještě schopni vnímat, tzv. čichový práh. Čichový práh je roven jedné pachové jednotce. Koncentrace pachových jednotek vyjadřuje kolikrát je nutné naředit 1 m^3 vzorku pachu čistým bezpachovým vzduchem tak, aby bylo dosaženo čichového prahu.^[5] Odběr vzorků pachových látek prostřednictvím dynamické olfaktometrie spočívá v aplikaci tzv. příklopů, či plachet na ploše tělesa biofiltru. Do těchto prostor se po té jímá filtrovaná vzdušina, která je podrobena čichové analýze. Kvalitu a přesnost měření zde ovlivňuje koncentrace a rozmístění příklopů na ploše biofiltru. Po zpracování výsledků je možné objektivně určit místa s nižší tlakovou ztrátou, kde dochází k nejnvýznamnějšímu úniku pachových emisí do ovzduší. Jak předchozí výzkum prokázal, kritická místa by se dala charakterizovat jako tzv. vzduchové komíny, což znamená místa s nižší tlakovou ztrátou, tedy místa kde dochází ke snižování koncentrace mikrobiologických kultur. Tyto bakteriální kultury v procesu biofiltrace přestávají klíčovou roli. Jejich význam spočívá ve schopnosti rozkládat přiváděné biodegradabilní znečištění. Teplota má velký vliv na účinnost biofiltrace. Pro biofiltraci kontaminované vzdušiny *dosahujeme žádaného procesu při teplotách 10-25°C*.

Protože do biofiltru vstupuje teplý vzduch, dochází ke kolísání tohoto optimálního teplotního rozsahu. V případě, že by mikroorganismy, pro které představují odpadní polutanty zdroj živin a potravy, byly vystaveny krátkodobě teplotě přesahujících 40 °C , bude docházet k nedostatečné výměně kyslíku, tedy k rapidnímu poklesu koncentrace tolik potřebných mikroorganismů.^[5] V roce 2010 byl zahájen monitoring povrchové plochy biofiltru tzv. *Termovizní metodou*, díky které je možné analyzovat plochu biofiltru a stanovit kritická místa s nižší tlakovou ztrátou. Tyto termovizní metody představují bezdotykový způsob měření povrchové teploty materiálů. Jedná se o zařízení, které je určeno pro snímání povrchové teploty materiálu. V podstatě jde o transformaci teploty na elektromagnetické spektrum vlnového pásma infračerveného záření ležícího mezi hodnotami vlnové délky $0,8 \text{ }\mu\text{m} - 400 \text{ }\mu\text{m}$. Výstupem z takového měření jsou fotografie v barevně oddělených teplotních úrovních. Po zpracování a rozboru těchto snímků lze definovat teplotu v jednotlivých parciálních plochách biofiltru. Díky tomuto zařízení je možné periodicky monitorovat plochu tělesa půdního biofiltru a následně s potřebnou přesností určit kritická místa, kde by mohlo dojít k úniku pachové znečištěného vzduchu do okolního ovzduší.^[2]

MATERIÁL A METODIKA

Pro testování metodou dynamické olfaktometrie byl zvolen a několikrát proměřen velkoplošný biofiltr asanační společnosti ASAP. Technika odběru vzorků byla pomocí stacionárního odběru plachou o velikosti 4x5m, tedy o ploše 20 m² a kruhovou příklopou o průměru 0,6 m, tedy ploše odběru 0,3m². Biofiltry byly rozděleny do čtverců o ploše 30 m³.^[5] Výsledky tohoto měření prokázaly, že zde dochází k úniku pachových emisí do ovzduší. Dále byla definována místa s nižší tlakovou ztrátou s nejvýznamnějším únikem. Pomocí grafického programu SURFER byla vytvořena mapa povrchové plochy biofiltru s důrazem na místa úniku pachových částic.^[7]



1 Biofiltr s nerovnoměrným prouděním pod ložem biofiltru^[5]

2 Rozmístění měřicích bodů pro velké a komplikované biofiltry^[5]

V případě monitoringu pomocí termovizních metod bylo v roce 2010 zahájeno první z řady měření povrchových teplot plochy půdního biofiltru. Za pomoci termovizního zařízení Therma CAM E 320 bylo uskutečněno periodické měření. Výsledkem jsou fotografie zachycující povrchovou teplotu náplní biofiltru, resp. prostup vzdušnin. Tyto plochy vznikají na místech s nižší tlakovou ztrátou, následkem nerovnoměrně proudícího teplého vzduchu v prostoru lože. Vzniklá místa s nižší tlakovou ztrátou nejen ovlivňují teplotu substrátu, ale také snižují požadovanou vlhkost substrátu potřebnou pro činnost a život mikrobiologických kultur. Ve společnosti ASAP s.r.o., bylo ověřeno a prokázáno, že vzduch se plochou lože rozprostírá nerovnoměrně. Dále, že tento vzduch cirkuluje a při filtraci tělesem biofiltru vznikají nežádoucí plochy s nižší tlakovou ztrátou. Na základě zpracování výsledků byl sestaven periodický plán měření. Opatření vedla k optimalizaci činnosti dezodoračního filtru a k eliminaci negativního dopadu na životní prostředí, únikem pachových emisí do ovzduší.^[6]

VÝSLEDKY A DISKUZE

V roce 2010 nebylo zjištěno překročení hraničních teplot jak v kladném, tak ani v záporném směru. Byla však lokalizována kritická místa s potenciálním rizikem úniku pachových emisí. Po archivaci výsledků měření, bylo navrženo jako další krok opětovné měření v alternativním intervalu. Měření v roce 2011 se uskutečnilo již po obnově, resp. překopání vsázky náplně biofiltru v kritických

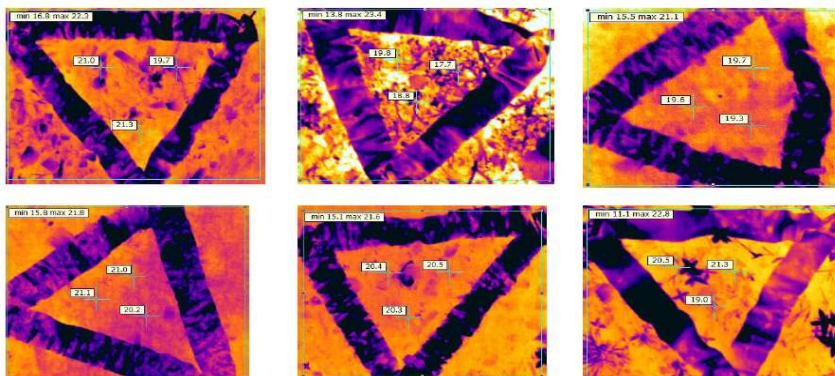
oblastech. Na snímcích z tohoto měření viz. Urban a kol. [2] 2010, lze pozorovat stávající kvalitu biofiltračního zařízení a po rozboru eventuálních kritických míst stanovit a navrhnout další opatření. Z výsledků práce vyplývá, že je činnost biofiltru v aktuálním období stabilizována a nehrozí zde nebezpečí poklesu efektivity činnosti. Dne 12.10.2011 se uskutečnilo další z řady měření povrchové teploty biofiltru, pomocí termovizních metod. Při tomto měření šlo především o ověření relevantnosti termovizního snímku a porovnání s metodou odběru teplotních vzorků pomocí dotykového teploměru. Teplota byla snímána na ploše rovnostranného trojúhelníku o délce jedné strany 700 mm a obsahu 0,21 m². Viz. obrázek 12,13. Před zahájením vlastního měření bylo na plochu půdního biofiltru rozmístěno celkem šest stanovišť. V každém sektoru byly tři stanoviště o ploše rovnostranného trojúhelníku. V první fázi došlo k zjištění a zaznamenání vstupních parametrů tj. relativní vlhkost a teplota atmosféry ve vyznačené lokalitě. V druhé fázi měření byl použit dotykový teploměr, kterým byly naměřeny tři hodnoty, (viz. tabulka 1.). V třetí fázi byl za použitý termovizní kamerou pořízen na každém stanovišti termografický snímek. V rámci experimentu byla získaná data zpracována v programu ThermoCAM QuickReport 0.1. Po dokončení analýzy, byla data zpracována do vizuální podoby v programu Excel 2010. Záznam je zobrazen na grafech 1,2. Ze kterých je patrná lehká relativní odchylka v obou způsobech měření. V následujících tabulkách jsou uvedeny naměřené hodnoty. V jednotlivých sektorech biofiltru. Sektor 1 je 1/2 celkové plochy lože biofiltru viz. obr. 3. 1-3, dále v sektoru 2 pak 4-6 jak z měření dotykovým teploměrem, tak i měřením termovizní kamerou.



Obr.1 Ploch lože biofiltru, digitální foto. (měřicí stanoviště), TERMOVIZE (SEKTOR 1,2)



Obr. 2 Stanoviště odběru vzorků (Digitální fotografie), zleva 1,2,3



Obr. 3 Stanoviště odběru vzorků (Termovizní fotografie), z leva 1,2,3,4,5,6

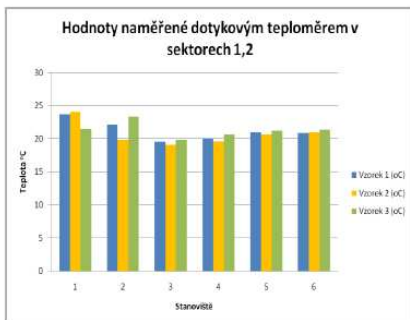
Tab. 1 Měření dotykovým teploměrem

Sektor 1						
Pozice	Vzorek 1 (°C)	Vzorek 2 (°C)	Vzorek 3 (°C)	Průměr	Teplota atmosféry (°C)	Relativní vlhkost vzduchu (%)
Stanoviště 1	23,7	24	21,5	22,6	16,3	49,2
Stanoviště 2	22,1	19,8	23,3	22,7	11,3	52,6
Stanoviště 3	19,5	19,1	19,8	19,65	11,9	57
Průměr sektoru	21,6	23,05	20,65	21,125	14,1	53,1
Sektor 2						
Pozice	Vzorek 1 (°C)	Vzorek 2 (°C)	Vzorek 3 (°C)	Průměr	Teplota atmosféry (°C)	Relativní vlhkost vzduchu (%)
Stanoviště 4	20	19,6	20,6	20,3	10,7	60
Stanoviště 5	21	20,6	21,2	21,1	11,2	61
Stanoviště 6	20,8	21	21,3	21,05	11,3	64
Průměr sektoru	20,4	20,3	20,95	20,675	11	62

Tab. 2 Měření termovizní kamerou

Sektor 1						
Pozice	Vzorek 1 (°C)	Vzorek 2 (°C)	Vzorek 3 (°C)	Průměr	Teplota atmosféry (°C)	Relativní vlhkost vzduchu (%)
Stanoviště 1	21	19,7	21,3	21,15	16,3	49,2
Stanoviště 2	19,8	17,7	18,8	19,3	11,3	52,6
Stanoviště 3	19,6	19,7	19,3	19,45	11,9	57
Průměr sektoru	20,3	19,7	20,3	20,3	14,1	53,1
Sektor 2						
Pozice	Vzorek 1 (°C)	Vzorek 2 (°C)	Vzorek 3 (°C)	Průměr	Teplota atmosféry (°C)	Relativní vlhkost vzduchu (%)
Stanoviště 4	21	21,1	20,2	20,6	10,7	60
Stanoviště 5	20,4	20,5	20,3	20,35	11,2	61
Stanoviště 6	20,5	21,3	19	19,75	11,3	64
Průměr sektoru	20,75	21,2	19,6	20,175	11	62

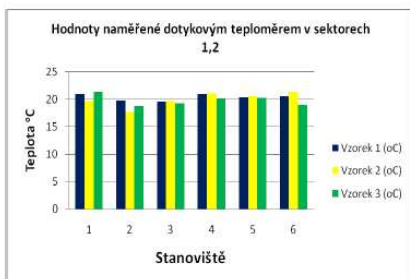
Získaná data ve výše uvedených tabulkách byla v programu Excel 2010, proložena lineárně regresní křivkou, díky čemuž je možné přehledně určit rozdíly naměřených teplot obou metod. Na grafech můžeme vidět křivky polynomu 3. St. Rovnice Vzorku TK (termokamery) jsou: $y = -0,209x^3 + 2,729x^2 - 10,70x + 32,13$; $y = -0,159x^3 + 1,736x^2 - 4,989x + 22,83$; $y = -0,237x^3 + 2,567x^2 - 8,238x + 27,13$. Rovnice Vzorku DT (Dotykového teploměru) jsou: $y = -0,348x^3 + 4,455x^2 - 17,41x + 40,13$; $y = 0,097x^3 - 0,879x^2 + 1,908x + 20,8$; $y = -0,081x^3 + 1,237x^2 - 5,752x + 28,53$. Viz. graf 1-5.



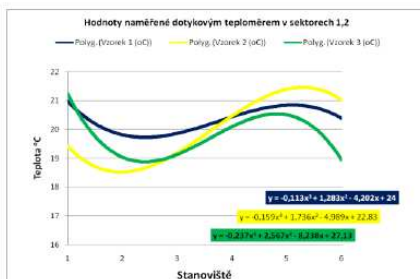
Graf. 1 Hodnoty naměřené na ploše biofiltru (dotykový teploměr)



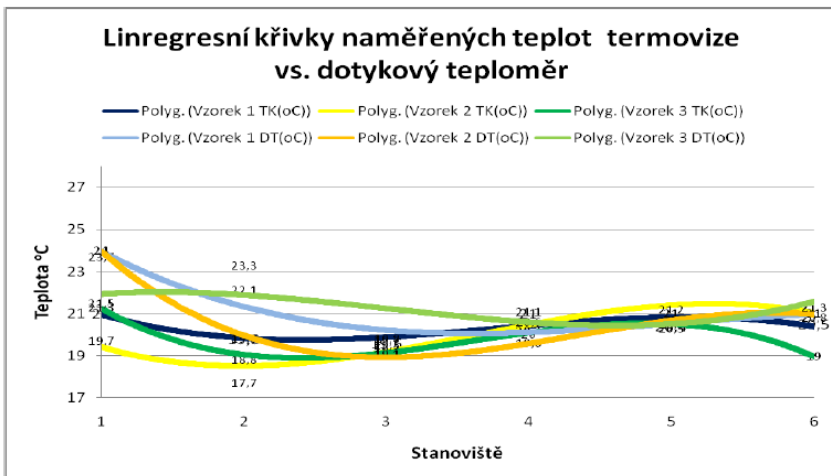
Graf. 2 Polynom 3. st. s naměřených hodnot (dotykový teploměr)



Graf. 3 Hodnoty naměřené na ploše biofiltru (Termovizní kamera)



Graf. 4 Polynom 3. st. s naměřených hodnot (Termovizní kamera)



Graf. 5 Shrnutí polynomyckých křivek naměřených teplot

ZÁVĚR

Při srovnání alternativních metod jako jsou dynamická olfaktometrie, termovizní metoda a dotykový teploměr, byly stanoveny tyto závěry. Dynamická olfaktometrie koreluje z termovizními metodami. Termovizní metody byly shledány jako spolehlivou alternativou měření povrchové teploty materiálu což dokazuje relativní odchylka teplot mezi naměřenými vzorky, která činí maximálně 4,3 °C a minimálně 0,9 °C což při zprůměrování všech teplot činí 2,55 °C rozdílu. Vzhledem k malé časové náročnosti a vysoké efektivitě měření shledáváme termovizní metody pro monitoring půdních biofiltrů jako vhodný způsob posuzování funkčnosti a správné činnosti dezodoračního zařízení. V porovnání s metodou vzorkování pomocí dynamické olfaktometrie bylo prokázáno, že tepelně výraznější lokality na ploše půdního biofiltru tzv. místa s nižší tlakovou ztrátou představují kritické prostředí pro existenci mikrobiologických organismů potřebných pro zachování funkce dezodorace. Ve srovnání s dynamickou olfaktometrií nelze termovizní metodou stanovit kritickou hodnotu úniku pachových částic. Nicméně na základě dostupných informací o kultivačních podmínkách resp. teplotách vhodných pro život a množení mikroorganismů, lze identifikovat kritická místa úniku pachových emisí do ovzduší. Výhody termovizních metod spočívají v bezdotykovém způsobu měření, rychlém získávání výsledků a pořizování efektivních závěrů. Snadná a časově nenáročná analýza pořízených záznamů vede k možnosti bezprostřednímu stanovení opatření. Vzhledem k faktu, že pachové limity definované platnou legislativou, zejména pak se zákonem o ovzduší č. 472/2005 Sb., vyhláškou č. 362/2006 Sb., a nařízením vlády o sledování a vyhodnocování kvality ovzduší č. 597/2006 Sb. lze ověřit dynamickou olfaktometrií, je shledána kombinace monitoringu půdních biofiltrů pomocí termovizních metod s dynamickou olfaktometrií jakožto žádoucí propojení diagnostických možností moderní doby. Doporučuji včasnou a systematicky opakovanou diagnostikou dle metodických pokynů, na jejichž základě lze

stanovit periodický plán výměny náplně biofiltru, nebo její periodické promísení. Dále pak sestavení časových intervalů zavlažování a určení množství vody diferencovaně aplikované na kritická místa potenciálního vzniku ploch biofiltru s nižší tlakovou ztrátou. Po archivaci výsledků měření, navrhuji jako další krok opětovné měření v intervalu 3 měsíců a další po půl roce. Tento způsob sledování doporučuji všem majitelům, či provozovatelům podobného zařízení.^[7]

LITERATURA

- [1] Marada, P.— Mareček, J. Možnosti dočištění kontaminovaného vzduchu jímáného z výstupu biofiltru, Mendelova univerzita, 30 str.
- [2] Urban, L. Marada, P. Enviromentální posuzování místa a organizace (EPMO), Protokol o provedení auditu, 21 str.
- [3] ČSN ISO 14015, Environmentální posuzování míst a organizací (EPMO), 2003-06-01, 32 str.
- [4] Auterská P. Vypracování návrhu metodiky měření zápachu na biofiltrech. Zpráva o řešení funkčního úkolu pro MZe. MZLU v Brně. Brno 2006. 19 s.
- [5] Auterská P. Provozování půdních biofiltrů v podmínkách zařízení na odstraňování nebo využití konfiskátů živočišného původu a živočišného odpadu. Dokument o řešení funkčního úkolu pro MZe. MZLU v Brně. Brno 2007. 45 s.
- [6] Urban, L. Marada, P. Mareček, J. Metodika a monitoring pudního biofiltru pomocí termovizních metod. In MendelNet 2010 Proceedings of International Ph.D. Students Conference. s. 105. ISBN 978-80-7375-453-2.
- [7] Urban, L. Marada, P. Mareček, J. Metodika a monitoring půdních biofiltrů pomocí termovizních metod. [DVD ROM]. In Pollution and Environment - Treatment of Air. 2011, ISBN 978-80-02-02293-0.