

**VYHODNOCENÍ ÚROVNĚ PACHOVÝCH EMISÍ V POTRAVINÁŘSTVÍ,
ZEMĚDĚLSTVÍ A ASANAČNÍCH ZAŘÍZENÍCH**

Zpracovatel:

ODOUR,s.r.o. Telefon: +420 602 176 710
Dr. Janského 953 tel./fax: +420 251 640 830
252 28 Černošice
e-mail: info@odour.cz
www.odour.cz

V Černošicích, 13.7.2007


DR. JANSKÉHO 953, 252 28 ČERNOŠICE
CZECH REPUBLIC • IČO: 25 73 40 41
TEL.: +420 • 251 640 830-1 ①



OBSAH

	strana
1. Určení a cíle posudku.....	5
2. Současný stav vědy a techniky.....	5
2.1 Pachové látky	5
2.2 Měření koncentrace pachových látek dynamickou olfaktometrií	8
2.3 Pachy na sledovaných zdrojích.....	9
2.3.1 Zemědělské farmy	10
2.3.2 Potravinářství.....	13
2.3.3 Asanační ústavy a výroba krmiv pro zvířata	13
3. Způsob zpracování dat	14
3.1 Vytvoření tabulkové databáze.....	14
3.2 Zpracování dat.....	14
3.3 Měření pachových látek	14
3.3.1 Zemědělské zdroje.....	14
3.3.2 Potravinářský průmysl.....	15
3.3.3 Asanace živočišného odpadu a výroba krmiv pro zvířata	15
3.4 Možné další vyhodnocení výsledků pro tvorbu emisních limitů	15
4. Výsledky a diskuze	16
4.1 Zemědělské zdroje.....	16
4.1.1 Potravinářský průmysl.....	16
4.2 Potravinářský průmysl.....	18
4.2.1 Masokombináty.....	18
4.2.2 Udírny	20
4.2.3 Pekárny.....	21
4.2.4 Kávoviny	22
4.2.5 Výroba potravinářských olejů	23
4.3 Asanace živočišného odpadu a výroba krmiv pro zvířata.....	26
5. ZÁVĚRY	31

Seznam obrázků:

Obrázek 1 Možné hodnoty intenzity pachu při smísení dvou chemických látek o stejné koncentraci	6
Obrázek 2 Fenomenologický popis kvality různých pachů	7
Obrázek 3 Olfaktometr TO8	9
Obrázek 4 Kumulativní graf stížností.....	9
Obrázek 5 Typy stížností	10
Obrázek 6 Závislost mezi koncentrací pachových látek a emisí amoniaku	11
Obrázek 7 Závislost mezi koncentrací pachových látek a emisí sirovodíku	11
Obrázek 8 Závislost vnější teploty na emisích pachových látek	11
Obrázek 9 Závislost vnitřní teploty na emisích pachových látek.....	11
Obrázek 10 Vyhodnocení emisí dle normálního rozdělení - Gaussovy křivky	15
Obrázek 11 Vyhodnocení pachových emisí z dlouhodobého pozorování pomocí metody Bootstrapu	16
Obrázek 12 Zastoupení jednotlivých zdrojů z hlediska emisí pachových látek z prasečí farmy....	17
Obrázek 13 Závislost emisích pachových látek na dobytčích jednotkách na prasečích farmách .	18
Obrázek 14 Grafické vyjádření - pachové emise - jatka, logaritmická stupnice.....	19
Obrázek 15 Grafické vyjádření - pachové emise - jatka, normální stupnice	19
Obrázek 16 Grafické vyjádření - pachové emise - udírny, logaritmická stupnice	20
Obrázek 17 Schéma zapojení EkoBloku	21
Obrázek 18 Grafické vyjádření - pachové emise - pekárny, logaritmická stupnice	22
Obrázek 19 Grafické vyjádření - pachové emise - kávoviny, logaritmická stupnice	23
Obrázek 20 Grafické vyjádření - pachové emise - stolní olej-výroba, desítková stupnice.....	24
Obrázek 21 Grafické vyjádření - pachové emise - stolní olej-výroba, logaritmická stupnice	24
Obrázek 22 Emise z výroby potravinářského oleje - log. zpracování	25
Obrázek 23 Pachové emise - Výroba krmiv - logaritmická stupnice	26
Obrázek 24 Schéma a rozměry měřeného biofiltru	27
Obrázek 25 Emise pachových látek na ploše biofiltru vypadaly potom takto:	28
Obrázek 26 Vysušená místa na biofiltru a emise pachových látek	29
Obrázek 27 Zakrytý biofiltr s enzymatickým postřikem.	30
Příloha č. 4 Obrázek 28 Celkové grafické vyjádření pachových emisí v logaritmické soustavě....	37
Příloha č. 5 Obrázek 29 Celkové grafické vyjádření pachových emisí v desítkové soustavě	38

Seznam tabulek

Tabulka 1 Příklad čichových prahů některých látek	7
Tabulka 2 Složení pachu prasečí farmy	11
Tabulka 3. Chemické složení pachových látek ze stájí jatečných selat a kejdy	12
Tabulka 4 Doporučená vzdálenost farmy od obydlí	12
Tabulka 5 Emise pachových látek z procesu výroby svačinových cereálií	13
Tabulka 6 Celkové emise pachových látek v jednotlivých výroбах moravské farmy	16
Tabulka 7 Porovnání farem Čechy x Morava	17
Tabulka 8 Měření zdroje pachových látek na masokombinátech mimo udíren	18
Tabulka 9 Měření zdroje pachových látek na udírnách.....	20
Tabulka 10 Měření zdroje pachových látek na pekárnách	22
Tabulka 11 Emise pachových látek - kávoviny.....	23
Tabulka 12 Měření zdroje pachových látek na pekárnách.....	24
Tabulka 13 Naměřené hodnoty emisí pachových látek na provozu výroby stolního oleje.....	25
Tabulka 14 Výroba krmiv	26
Tabulka 15 Naměřené emise pachových látek na jednotlivých plochách biofiltry, viz	27
Tabulka 16 Emise pachových látek z asanačního procesu za pračkou vzduchu, na vstupu do biofiltru	28
Tabulka 17 Výsledky měření emisí za biofiltrem s postřikem enzymů a bez nich.	30
Tabulka 18 Typy pýchů a čichové prahy pro jednotlivé chemické látky.....	32
Příloha č. 2 Tabulka 19 Souhrn měření na prasečí farmě	33
Příloha č. 3 Tabulka 20 Výsledky měření masokombinátů	34
Příloha č. 3 Tabulka 21 Výsledky měření udíren.....	35
Tabulka 22 Výsledky měření pekáren	36

1. URČENÍ A CÍLE POSUDKU

Účelem díla je hodnocení aplikace nejlepších dostupných technik, koncových technologií, účinnosti opatření, prevence zápachu a dopadů nové pachové vyhlášky MŽP č. 362/2006 Sb.

Nastínění vývoje evropské a domácí legislativy, aplikace pachové vyhlášky v praxi, zmapování problematiky v praxi, nové možnosti monitoringu a prevence zápachu, oprávněnost narůstajících stížností, či nikoliv.

2. SOUČASNÝ STAV VĚDY A TECHNIKY

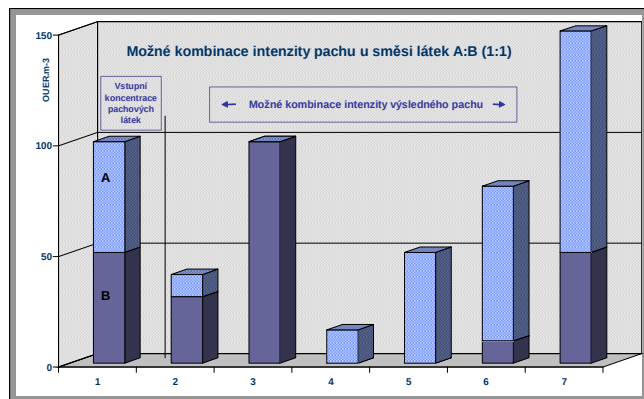
2.1 Pachové látky

Všechny látky organického i anorganického charakteru mají, alespoň za určitých podmínek, schopnost uvolňovat jednotlivé molekuly, případně atomy, které charakterizují jejich chemické složení. Takto uvolněné, tj. odpařené, případně odsublimované podíly tvoří podstatu nejrůznějších pachů, které se vyskytují v organické i anorganické podobě. Každý pach je tvořen jednou nebo směsí sloučenin. Pro oba případy je možné stanovit jednotlivé koncentrace látek obsažených v plynu, ale tato data nebudou zpravidla vypovídat o intenzitě a typu pachu. Jednotlivé látky směsí se vzájemně ovlivňují a kombinují a vytváří tak proměnný charakter pachu pro různé koncentrace látek ve směsi a pro proměnné složení směsi např. vlivem větrů. Vzhledem k množství a různým kombinacím látek ve směsích nebylo doposud reálně vytvořit databázi jednotlivých směsí pachu.

Významným, omezujícím faktorem pro analytické stanovení pachu je právě vliv jednotlivých čistých chemických reziduí ve směsi, kde ovlivňují proměnlivý charakter pachu. Jednotlivé chemické látky se ve směsi vzájemně ovlivňují a tyto interakce nejsou doposud uspokojivě popsány. Zastoupení všech chemických látek obsažených ve sledovaném vzorku pachu má významný vliv na kvalitu i intenzitu pachu. Některé látky zvyšují intenzitu pachu tak, že se intenzity jednotlivých pachů sčítají, jiné násobí, nebo naopak maskují¹, obr.1. Příkladem maskování může být dvousložková směs methylmerkaptanu (MM) a sirovodíku (SH) - obě látky se na ČOV běžně vyskytují jak na mechanickém předčištění, tak při probíhajících anaerobních procesech v kalovém hospodářství. Při koncentraci 75 ml.m^{-3} (ppm) čistého MM je koncentrace pachových jednotek $800\,000 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, pro 15 ml.m^{-3} SH je koncentrace pachových látek $300\,000 \text{ ou}_E/\text{m}^3$. Ve směsi 75 ml.m^{-3} MM a 15 ml.m^{-3} SH je výsledná koncentrace pachových látek $300\,000 \text{ ou}_E/\text{m}^3$. Čichový práh pro sulfan je $0,00041 \text{ ml.m}^{-3}$, pro MM je $0,00007 \text{ ml/m}^3$.² (Podle evropské normy EN 13725 je označení Evropské pachové jednotky ou_E/m^3 , avšak v české legislativě se objevuje jednotka $\text{OUER} \cdot \text{m}^{-3}$. Obě jednotky jsou ekvivalentní).

Citlivost člověka k intenzitě pachu je zásadně závislá na použité látce, či směsi látek. Přesto člověk rozpozná čichem tak nepatrná množství voňavých nebo páchnoucích látek, které **se nedají rozpoznat ani nejjemnější chemickou analýzou**. Absolutní práh může být nižší než 1 díl pachové látky na 50 miliard dílů vzduchu. Na čich se spoléháme méně než jiné živočišné druhy. I přesto jsme schopni vnímat mnoho různých pachových kvalit. Odhady se různí, některá literatura udává, že netrénovaný člověk rozeznává asi 4 000 pachů, trénovaný až 10 000 pachů, ale zdá se, že zdravá osoba je schopná rozlišovat 10 000 až 40 000 různých pachů, ženy obecně více než muži. Profesionální odborníci na testování voňavek nebo míšení whisky jsou snad ještě lepší – dokáží rozlišovat až 100 000 různých vůní³. Naše schopnost rozlišovat pachy není doprovázena bohatým slovníkem názvů, které by je popisovaly. Dosud neexistuje jasná shoda o tom, jak fenomenologicky popsat kvality různých pachů. Pokrok byl však učiněn na biologické úrovni, v poznání, jak čichová soustava kóduje kvalitu pachů.

Obrázek 1 Možné hodnoty intenzity pachu při smísení dvou chemických látek o stejné koncentraci



Příklad jednoho z modelů fenomenologického popisu kvality různých pachů ukazuje obrázek 2.

Vnímání člověka není lineární. Německý psycholog Ernst Weber prováděl v roce 1834 podrobnou studii a uvedl jeden z nejzásadnějších nálezů v celé psychologii. Zjistil, že čím vyšší intenzitu má počáteční podnět, tím větší změna musí nastat, aby ji jedinec zaznamenal. Změřil velikost nejmenšího pozorovatelného rozdílu pro intenzitu, týkající se různých smyslů, včetně zraku a sluchu. Zjistil, že hodnota nejmenšího pozorovatelného rozdílu se zvyšuje s intenzitou standardního podnětu, a stanovil, že je stálým podílem intenzity. Brzy poté, co Weber stanovil svůj zákon, zobecnil ho německý fyzik Gustav Fechner (1860).⁴ Fechner určil, že nejmenší pozorovatelný rozdíl není pouze stálým podílem intenzity podnětu, ale také, že se jakýkoli menší pozorovatelný rozdíl percepčně rovná jakémukoli jinému nejmenšímu pozorovatelnému rozdílu. Fechner určil vztah, že velikost vjemu podnětu P , je poměrná k logaritmu jeho fyzikální intenzity:

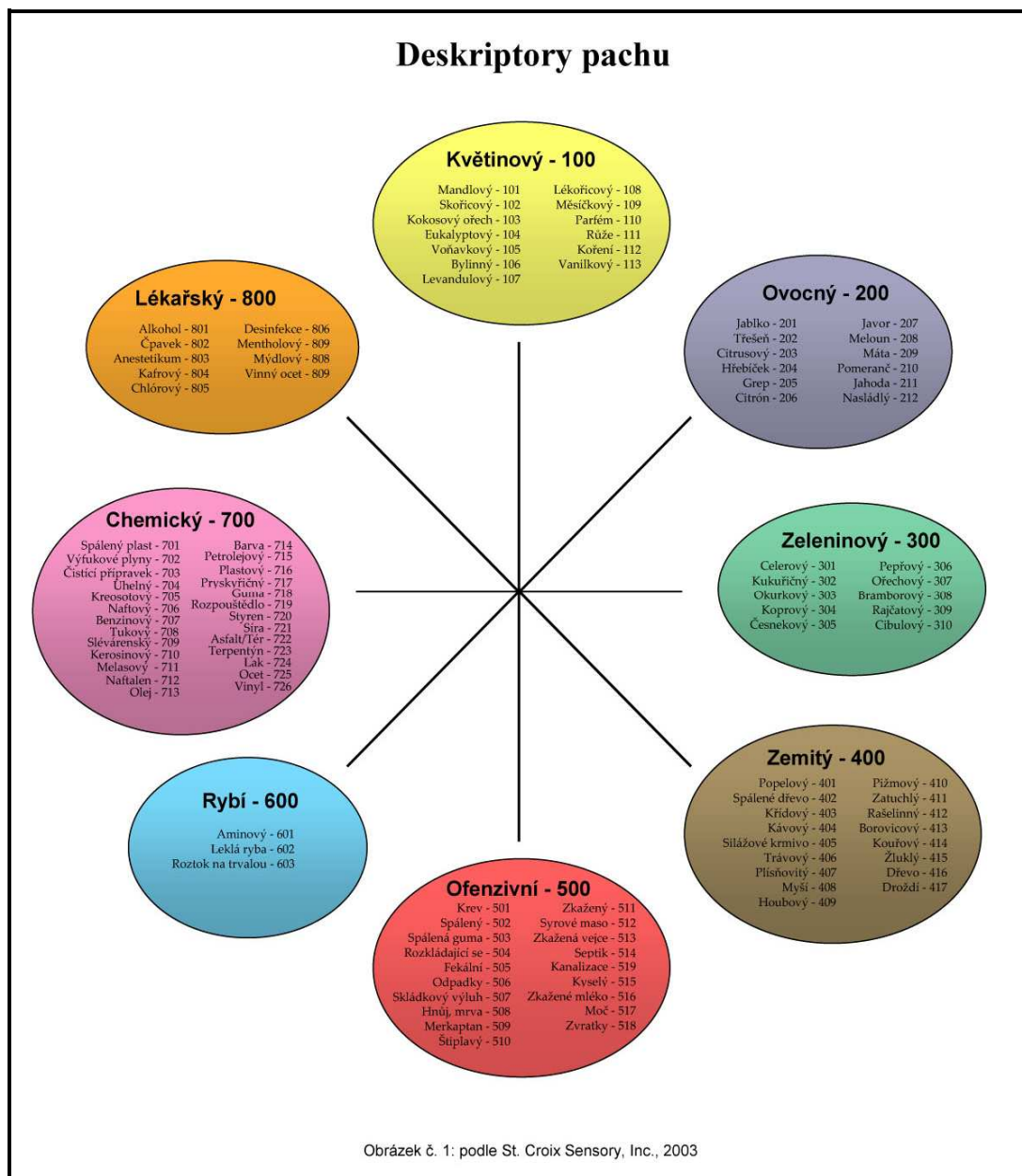
$$P = c \cdot \log I$$

Tento vztah se nazývá Fechnerův zákon. Pro vysvětlení, předpokládejme, že $c = 1$. Poté co zdvojnásobíme hodnotu I , například z 10 na 20 jednotek, se zvýší P z 1 na přibližně 1,3 jednotky. Z toho vyplývá, že zdvojnásobíme-li intenzitu světla (pro lepší pochopení), neznamená to, že je budeme vnímat jako dvakrát jasnější (100 wattovou žárovku nevnímáme jako dvakrát jasnější než 50 wattovou), dvojnásobně intenzivní hluk neslyšíme dvakrát hlasitěji a totéž je platné pro čich, chuť a jiné smysly. Obecně řečeno, když se zvyšuje fyzikální intenzita podnětu, velikost vjemu zpočátku roste rychle a poté stále pomaleji. V konečném důsledku to znamená, že lineárním snížením koncentrace organických látek způsobujících zápach nebude lineárně snížena koncentrace pachových látek. Pokud zvýšíme intenzitu o 100 % a je vjem osoby zvýšen jen o 30%, potom změna koncentrace pachových látek o 10-20 % je vliv na intenzitu vnímání subjektem nevýznamný. Jde o specifickou charakteristiku smyslových vjemů.

Významný podíl na emisích pachu má hodnota teploty. Již změna teploty o 1 °C může několika násobně zvýšit emise pachových látek. Lze to vysvětlit tak, že se uvolní nepatrně více organických látek a velmi nízkém čichovém prahu, přičemž se mohou měnit poměry jednotlivých látek ve směsi v závislosti na těkavosti jednotlivých složek ve směsi a fyzikálních podmínkách směsi.

Pozn: Čichový práh je taková koncentrace pachové látky, kdy je za definovaných podmínek právě čichově postižitelná 50% respondentů účastnících se měření.

Obrázek 2 Fenomenologický popis kvality různých pachů⁵



Příklad čichových prahů některých látek ukazuje Tabulka 1.⁶

Tabulka 1 Příklad čichových prahů některých látek

Název	koncentrace pachových látek v ppm	koncentrace pachových látek v $\mu\text{g}/\text{m}^3$
hexanal	0,00028	1,200
heptanal	0,00018	0,860
oktanal	0,00001	0,059
2-etyl-1-hexanol	0,08600	0,500
Nonanal	0,00034	2,000
Dekanal	0,00040	2,600

2.2 Měření koncentrace pachových látek dynamickou olfaktometrií

Pro měření pachu byla vyvinuta objektivní metoda, která vychází mimo jiné i z výše uvedených poznatků. Metoda je sice založena na subjektivním pozorování (podobně jako degustace vína, či hodnocení voňavek), ale eliminuje maximum vnějších vlivů pomocí složitých statistických výpočtů vycházející z logaritmického vnímání intenzity pachu a přísných omezení při měření. Metoda dynamické olfaktometrie je definována evropskou normou EN 1372512 a následně ČSN EN 13725 Kvalita ovzduší – stanovení koncentrace pachových látek dynamickou olfaktometrií.⁷ 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 m³ vzorku pachu čistým bezpachovým vzduchem tak, aby bylo dosaženo čichového prahu. Jedna Evropská pachová jednotka je definována jako fyziologická reakce posuzovatelů vyvolaná dávkou 123 µg n-butanolu rozptýleného v 1 m³ neutrálního plynu (v molárním poměru 0,040 mmol n-butanolu na 1 mol neutrálního plynu) za normálních stavových podmínek.⁸ V praxi to znamená, že mezi posuzovateli pachu mohou být jen prověřené osoby, které zaznamenají výše definovanou koncentraci n-butanolu v definovaném rozsahu koncentrace pachových látek po přesně definované období a dále před každým měřením. Celý proces měření je relativně složitý.

Každý vzorek je měřen ve třech sekvencích (3x měření celého rozsahu ředění jednoho vzorku) v minimálně 10 koncentracích ředění a teprve potom vyhodnocen statistickou metodou s 95% pravděpodobností. Ředění vzorku je prováděno počítačem pro několik (zpravidla 10) ředění, přičemž do portů je střídavě přiváděn ředěný vzorek a čistý vzduch ve 2,2s intervalech.¹⁰ Mezi vzorky s pachem je několikrát libovolně zařazen kontrolní vzorek s čistým vzduchem, na který musí respondent odpovědět negativně. Měření se zúčastňuje „panel“, tj. 6-8 respondentů (laicky nazývaných čichači). Pokud respondent odpoví na vzorek čistého vzduchu chybně (pozitivně) ve více než v jednom případě po dobu měření, je z měření vyloučen. Pokud je respondent vyloučen, musí se celé měření včetně testů respondentů na n-butanol opakovat s jiným respondentem a celým „panelem“. Měření vyžaduje další přísná pravidla. Pro vlastní výpočet čichového prahu se vychází z celkového počtu dílčích výsledků – např. 10 ředění, 6 - 8 respondentů, 3 x měření jednoho vzorku, 3 vzorky na zdroji. Výsledek každého dílčího měření je uznatelný v případě, že odpoví kladně nejméně 50 % respondentů panelu. Jestliže některý z respondentů po statistickém přepočtu dílčích výsledků vykazuje velké odchylky od průměru, je z měření vyloučen a měření se opakuje. Z tohoto velkého počtu výsledků se statisticky vyhodnotí čichový práh a potřebné ředění k získání čichového prahu – koncentrace pachových jednotek.

Olfaktometrie je v současné době neobjektivnější metoda měření pachu. Systém měření vybírá respondenty, kteří odpovídají „průměrnému vzorku obyvatel“ tím, že výběr respondentů je přesně ohraničen rozsahem, ve kterém jsou respondenti schopni zápach vnímat. Dále jsou maximálně eliminovány vnější vlivy přísnými podmínkami měření a odběru vzorků.

Olfaktometr pro 8 posuzovatelů německé výroby je na: Obrázek 3 Požadované provedení měření se soustředí na kvalitu stanovení uvnitř laboratoře a užití certifikovaného referenčního materiálu. Velký důraz se klade na porovnatelnost měření mezi laboratořemi - mezilaboratorní zkoušky.

Obrázek 3 Olfaktometr TO8

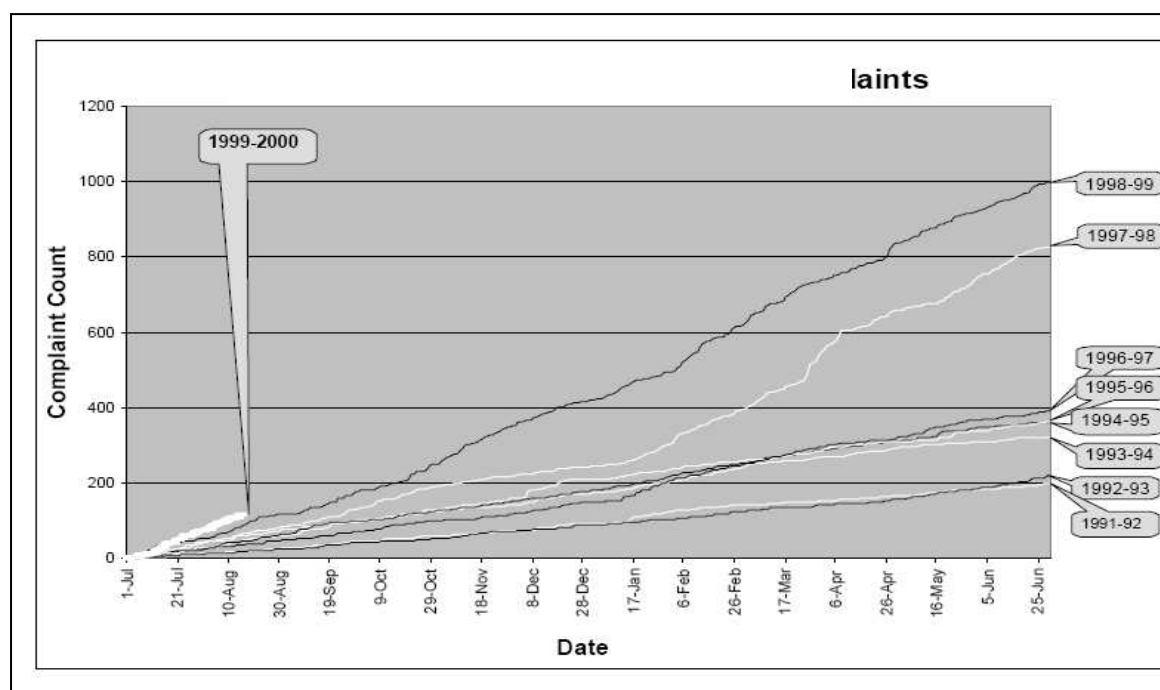


2.3 Pachy na sledovaných zdrojích

Public Health Services, local Iwi (the WRC Iwi Liaison officer), the Resource Investigations, Consents Management, Harbours, a Planning and Resources (Wairarapa) departments of the Wellington Regional Council, Western Wellington Region⁹ zpracovali zajímavou studii o obtěžování obyvatel vnějšími vlivy. Od roku 1991 do roku 1999 byly zjišťovány data o obtěžování obyvatel jednotlivými vnějšími vlivy. Nárůst stížností je patrný z

Obrázek 4.

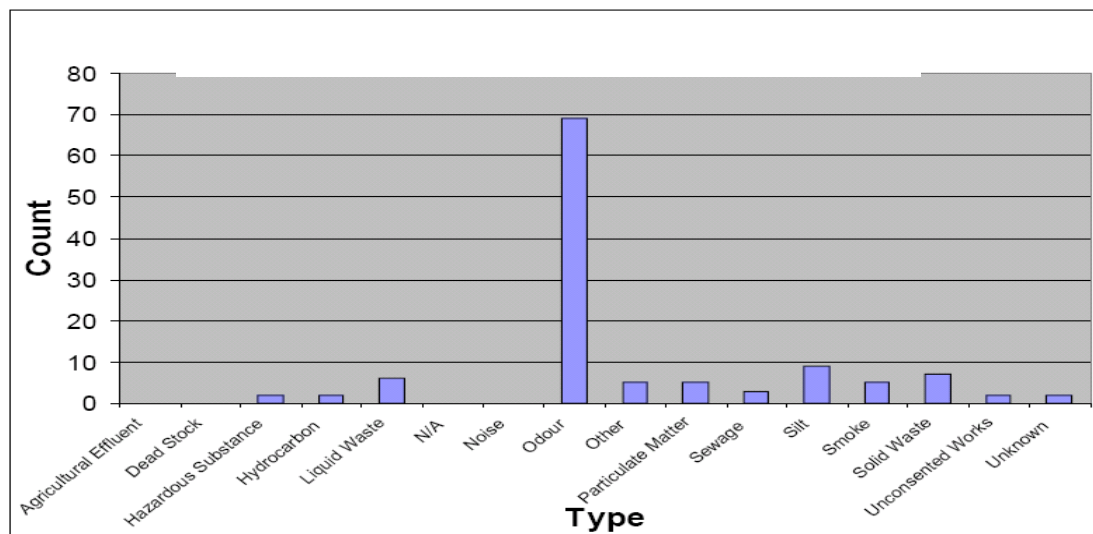
Obrázek 4 Kumulativní graf stížností



Z grafu je patrný poznatek, že množství stížností vzrůstá v letních měsících, kdy se lidé více pohybují mimo obydlí. V průběhu roku došlo k navýšení stížností až o 38%. Předmět a množství stížností na konkrétní předmět ukazuje další obrázek,

Obrázek 5.

Obrázek 5 Typy stížností



Obrázek jednoznačně vypovídá, že nejčastějším předmětem stížností jsou pachové látky.

Nejčastější stížnosti ve sledované oblasti byly na tyto zdroje pachových látek:

- Místní pekárny
- Pálení plastů a lakovny

Jednotlivé chemické látky mají charakterizovány pachy vyskytující se v potravinářských a zemědělských zdrojích. Tabulka jednotlivých chemických reziduí a jejich charakteristický zápach je uveden v příloze 1.

2.3.1 Zemědělské farmy

V literatuře jsou v největším rozsahu prostudovány a popsány problémy s pachovými látkami na prasečích farmách, méně na jiných chovech a minimálně v potravinářském průmyslu. Mnoho studií je spojeno s rozptylovými studiemi nebo pozorováními na hranici pozemku. Je tedy patrné, že chovy prasat jsou z pachového hlediska ve světě velkým problémem. Např. v Austrálii způsobují chovy prasat 75 % všech emisí.¹⁰

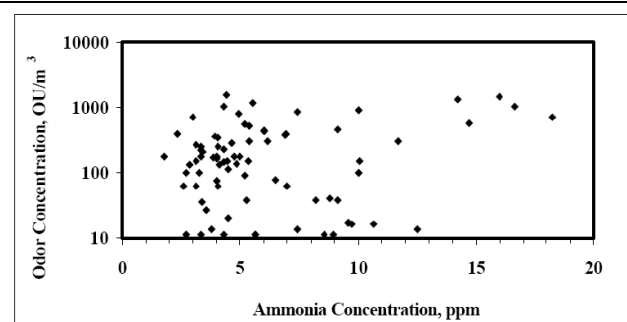
Například v Manitobě bylo v letech 1999 -2000 sledováno 10 farem s výkrmem vepřů. Velikost farem se pohybovala v rozmezí 4 000 - 10 000 výkrmových setat. Průměrná emise pachových látek na farmu byla od 131 do 1 842 OU. Tato hodnota dobře korelovala s naměřenou hodnotou H₂S. Hodnoty H₂S se pohybovaly v rozmezí 148-972 ppb. Hodnoty emisí byly závislé na typu farmy, jako např. typu klimatizace, typu ustájení apod. Vnější teplota ovlivňovala hodnoty pachových emisí pouze do venkovní teploty 28°C. Vyšší teplota již na hodnoty emisí neměla vliv. Také Ni a kol. potvrdil, že emise H₂S závisela na typu vzduchotechniky ve stájích a pro mechanickou ventilaci definoval hodnotu emisí H₂S na dobytčí jednotku (AU= 500 kg váhy zvířete) 6,3 g H₂S·d⁻¹· AU⁻¹.

Vliv některých možných technologií ke snížení emisí sledoval např. Albert a kol. mimo jiné zjistil, že emise H₂S v noci byla až 2x nižší než přes den (závislost na teplotě ovzduší nebyla sledována). Snížení emisí H₂S bylo také dosaženo aerací lagun s prasečí kejdou.

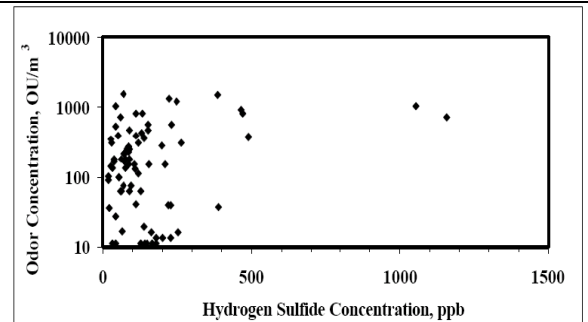
Albert a kol. (2001)¹¹ studoval emise pachových látek na 4 stejných chovech o velikosti 1 000 výkrmových setat, mechanické ventilaci (4 šachtové tlačné ventilátory a 5 venkovních odsávacích ventilátorů), plně roštová podlaha (nebyl popsán způsob

odstraňování kejdy zpod roštů). Celkem bylo provedeno 109 měření s výsledky koncentrací pachových látek od 12 do 1 586 OU s percentilem 95%. Aritmetický průměr pachových emisí na dobytčí jednotku byl vypočten na hodnotu $96,30 \text{ OU} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{AU}^{-1}$. Geometrický průměr na emise pachových látek ze stáje byl $3\,990 \text{ OU} \cdot \text{s}^{-1}$ s percentilem 95%. Korelaci mezi emisemi pachových látek a amoniakem, resp. sirovodíkem ukazují obr. 6 a 7, korelaci mezi emisí vnitřního a vnějšího prostředí ukazují obrázky 8 a 9.

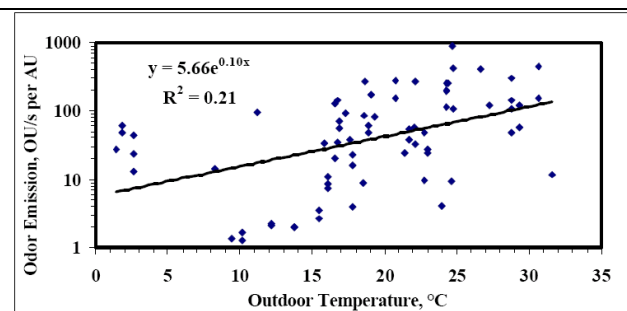
Obrázek 6 Závislost mezi koncentrací pachových látek a emisí amoniaku



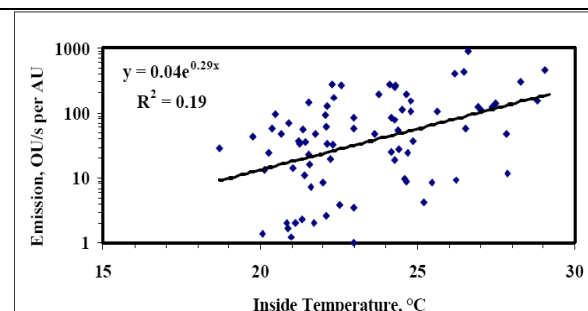
Obrázek 7 Závislost mezi koncentrací pachových látek a emisí sirovodíku



Obrázek 8 Závislost vnější teploty na emisích pachových látek



Obrázek 9 Závislost vnitřní teploty na emisích pachových látek



Ačkoliv se autor odvolává na přímou závislost, je tato skutečnost sporná.

Czerny a kol.¹² identifikovali látky, které v kombinaci tvoří nepříjemný pach chovu prasat, viz. Tabulka 2.

Tabulka 2 Složení pachu prasečí farmy

Sloučenina	Kvalita pachu
4-methyl fenol (p-kresol)	fekální
3-methyl indol (scatol)	fekální
2,3-methyl butyrová kyselina	sladký
Dimethyldisulfid	česnekový
Kyselina octová	octová
Butyrová kyselina	sladká

Identifikací pachových látek z emisí z prasečích farem se zabývalo mnoho dalších vědců, mino jiné také P. Kai and A. Schäfer (2004)¹³, výsledky bádání ukazuje Tabulka 3.

Tabulka 3. Chemické složení pachových látek ze stájí jatečných selat a kejdy

Chemické látky	Stáje			Kejda				
	Číslo studie							
		1	2	3	4	5	6	7
kyselina octová		X	X	X	X			
kyselina propanová	X	X	X	X	X			
i-butanová kyselina	X		X	X		X		X
butanová kyselina	X	X	X	X	X	X	X	X
iso-pentanová kyselina			X	X	X	X	X	
pentanová kyselina			X	X	X		X	
i-hexanová kyselina			X	X				
hexanová kyselina			X	X				
heptanová kyselina			X	X				
oktanová kyselina	X			X				
nonanová kyselina				X				
fenol kyseliny octové		X						
3-fenol propanová kyselina		X						
indol	X		X	X	X	X	X	X
skatol	(X)		X	X	X	X	X	X
fenol		X	X	X	X		X	X
3-methyl fenol							X	
4-methyl fenol	X		X	X		X	X	X
4-ethyl fenol		X	X	X			X	
2-butanol			X			X		
3-methyl butanol					X	X		
fenol methanol			X					
fenol ethanol							X	
dimethyl disulfid			X		X	X	X	
2-amino acetofenol			X					
3-hydroxy-2-butanon					X			
2,3 butandion					X			X
pyrazin				X				
2-methyl pyrazin				X				
2,3,4,5 tetramethyl pyrazin				X				

Feddes a Edeogu se zabývali zápachem z prasečích farem. V emisích pachových látek z kravínů bylo identifikováno až 160 různých sloučenin. (O'Neila Phillips, 1992)¹⁴ Složením tyto látky odpovídaly, jak již bylo uvedeno těkavé mastné kyseliny, indoly, skatoly, fenoly, alkoholy a karbonyly. (Curtis, 1993)¹⁵. Hobbs a kol. (2002)¹⁶ prokázal v laboratorních podmínkách, že 4 methylfenol může snížit vnímání charakteristického zápachu z prasečích chovů. Dále zjistil, že zápach z drůbežích chovů je složen zejména ze: sirovodíku, dimethylsulfidu, butanové kyseliny, methanthiolu a trimethylaminu. Z uskladněných drůbežích exkrementů se uvolňuje zejména sirovodík, dimethylsulfid a amoniak.

Zápach z chovů brojlerů je nejvíce způsoben při expedici brojlerů a čištění hal - vyvážení exkrementů. Emise závisí zejména na vlhkosti podestýlky. Emise z chovných hal jsou závislé na hustotě emisí (ventilaci haly). Podobným problémem jsou i chovy brojlerů. Saqib Mukhtar¹⁷ zdůrazňuje nutnost zvážit umístění nového zdroje do blízkosti obytné zóny z důvodu pachových emisí a dále vhodnou manipulaci s odpadním materiálem z chovů brojlerů. Jiným zdrojem pachových látek z drůbežářského průmyslu jsou emise z produkce vajec.¹⁸

Dokument EPA¹⁹ doporučuje ochranná pásma od zemědělských farem, viz. Tabulka 4.

Tabulka 4 Doporučená vzdálenost farmy od obydlí

Stupeň znečištění ovzduší	Zóna	Minimální ochranné pásmo
Maximum	Obytná zóna, vilová zástavba	1 000 m
Minimum	Městská hranice	5 000 m
	Obytné domy za hranicí města	1 000 m

2.3.2 Potravinářství

Na rozdíl od studií pachových látek na zemědělských zdrojích a kafilériích je studií na pachové látky v potravinářství relativně málo, ačkoliv emise pachových látek na těchto zdrojích nejsou zanedbatelné.

Holyoake a kol.²⁰ se zabývá výrobou cereálií. V malém množství páry o teplotě 90 °C odcházející ze sušení bylo identifikováno 20 významných pachových sloučenin a koncentrace pachových látek cca 75 000 OU/m³. Tabulka 5 ukazuje jednotlivé hodnoty emisí pachových látek z procesu.

Tabulka 5 Emise pachových látek z procesu výroby svačinových cereálií

Emise	Průtok vzduchu [m ³ /s]	Teplota procesu [°C]	Koncentrace pachových látek [OU/ m ³]	Pachová emise [OU/sec.]
Sušicí linka	1,86	88	14 996	27 893
Chladicí linka	0,30	70	558	167
Toustavače	2,37	80	1 184	2 806
Spill Air	2,90	67	7 664	22 226
Vařiče	0,72	75	75 324	54 233
Pražicí pece	2,45	80	3 000	7 350
Odvětrání páry	0,10	90	10 000	1 000
Misc	0,75	85	3 067	2 300
Celkem	11,45	Průměr 75	Průměr 10 303	117 975

Při aplikaci vodní pračky jako technologie na eliminaci pachových látek klesla výstupní koncentrace z celého procesu na 440 OU/m³.

Wil A. M. van Loon a kol.²¹ sledovali emise pachových látek z výroby hranolek. Bylo identifikováno 122 sloučenin z toho 85% z degradace cukrů a/nebo Maillardovy reakce a 15% z degradace lipidů. Přibližně 50 z pachově aktivních látek odour bylo respondenty dobře identifikováno 23: 3-Methylbutanal a 2-methylbutanal, hexanal, 2,3-dimethylpyrazine, 2-methylpropanal, 2,3-butanedione, pyridine, heptanal, 2,5-dimethylpyrazine a/nebo 2,6-dimethylpyrazine a/nebo ethylpyrazine, dimethyl trisulfide, octanal, phenylacetaldehyde, 2,5-diethylpyrazine, (E)-2-nonenal, 3-methylbutanoic acid a/nebo 2-methylbutanoic acid, (E,Z)-2,4-heptadienal, (E)-2-octenal, 5-ethyl-2,3-dimethylpyrazine a/nebo 2-ethyl- 3,5-dimethylpyrazine, nonanal, a tentatively 2-methylpyrrole.

Velkým problémem potravinářských výrob bývá často jen skládka odpadu nebo čistírna odpadních vod, jako např. masokombináty, mlékárny apod.

2.3.3 Asanační ústavy a výroba krmiv pro zvířata

Emise pachových látek z těchto procesů v České republice je z 90% čištěna pomocí biofiltrů. V asanačních ústavech je znečištěná páchnoucí vzdušina odsávána z výrobního objektu (sklad kůží, přípravna, strojovna, lisovna, sklad tuků, sklad moučky) a lokálně přímo od některých zařízení (kondenzátory, lisy, nádrže na tuk, elevátor, zásobníky, prosévačky, šrotovník). Odpadní vzduch je potom zpravidla veden do systému vodních praček, kde jsou odstraněny tukové částičky, pevné částice a částečně zápach, který je tvořen převážně nízkými mastnými kyselinami, amoniakem a sirovodíkem.²² Ve Slovinsku testovali jednotlivé části zpracovávané na kafilériích (krev, kosti, maso apod.). Ve Slovinsku nejsou spalovny tohoto typu odpadu. V souvislosti s BSE není masokostní moučka spalována, ale je přidávána do lignitu. Snížení emisí pachových látek klesne o 20-67%. Dokument EPA 118/02²³ předepisuje podmínky kontroly procesu, který při správném provozu emituje minimum pachových látek. Například lze uvést:

- Uzavřené dveře do provozů, uzavřené kontejnery s materiálem (surovinou).
- Nemanipulovat s materiálem mimo uzavřené budovy.
- Surovina bude zpracována do 24 hodin od uhynutí zvířete.

- Výrobní budovy by měly být postaveny tak, aby negativní vlivy byly minimalizovány, např. vzduchotechnika by měla pracovat v podtlaku, proto aby neřízeně neunikal zapáchající vzduch z výrobních hal. apod.

3. ZPŮSOB ZPRACOVÁNÍ DAT

Naměřená data byla převedena do předem definované databázové tabulky. Z tabulky byly vybrány hodnoty, které splňovaly základní kritéria pro porovnání výsledků pro jednotlivé oblasti. Pomocí statistických metod byla zhodnocena vybraná skupina dat.

3.1 Vytvoření tabulkové databáze

Databázová tabulka byla vytvořena s ohledem na jednotlivá průmyslová odvětví, jednotlivé technologie pro daná odvětví, technologie na likvidaci pachových látek, naměřené koncentrace pachových látek a průtoku plynu výduchem. Dále je důležité porovnat kapacitu výroby a emisní tok pachových látek, tedy hodnotu, která nejlépe vypovídá o skutečnosti, jak velká masa pachových látek může obtěžovat obyvatele či nikoliv. Tato hodnota je důležitá zejména do rozptylových studií a pro porovnání technologií je nejvýznamnější. Vedlejšími údaji jsou zvláštní stavy technologie, teplotní režimy a jiné nepředvídatelné skutečnosti, které jsou uvedeny ve sloupci poznámky. S těmito poznámkami je třeba při vyhodnocování dat pracovat individuálně v případě, že se hodnocená data výrazně odchyľují od průměru.

Sloupec s informacemi o technologii k eliminaci pachových látek významně pomůže při hodnocení účinnosti technologií pro jednotlivé pachové emise a současně jejich použitelnost do sledovaných procesů.

Z hodnocení byla vyloučena neúplná data a data z měření pachových látek na hranici pozemku. Pro zjištění pachového toku z imisních dat nebyl dostatek podkladů pro inverzní modelování.

3.2 Zpracování dat

Současná dostupná data byla roztríděna podle jednotlivých procesů. Z naměřených dat emisí pachových látek byla vybrána data, která obsahovala hodnoty průtoku plynu. Dále byla vybrána taková data, kde bylo dostatečné množství dat, která je možné vzájemně porovnat. Jedná se zejména o průmysl: potravinářský - pekárny, masokombináty, udrny, dále asanační procesy a zemědělské zdroje. Samostatnou skupinou tvoří vyhodnocení biologických filtrů pracujících na eliminaci pachových látek z potravinářského průmyslu, zpracování živočišného odpadu nebo ČOV. Zápach z těchto procesů je tvořen podobným chemickým složením emisí – nízké mastné kyseliny, amoniak, sirovodík a merkaptany, které jsou relativně dobře biologicky odbouratelné. Z praktických zkušeností plyne, že správně navržené biofiltry pro uvedené emise dosahují průměrných hodnot 50-300 $\text{ou}_\text{E}/\text{m}^3$. Protože doposud nebyla schválená metoda odběru vzorků a výpočet pachového toku, byl pro biofiltry zpracován samostatný soubor z výsledků koncentrací při plošném odběru na těchto biofiltrech.

3.3 Měření pachových látek

3.3.1 Zemědělské zdroje

Vzhledem k tomu, že mnoho kravínů je založeno na přirozeném větrání a není dosud odvozena jednotná metodika vzorkování, a také po zhodnocení závažnosti pachových emisí byly zvoleny pro měření pachových látek velkochovy prasat a drůbeže. Při měření byly zohledněny metody související s tzv. Správnou zemědělskou praxí, kdy je brán zřetel na snížení pachových emisí.

U zemědělských zdrojů jsou více než v ostatních odvětvích zastoupeny všechny zdroje pachových látek:

- Bodové zdroje jsou výduchy nebo komíny
- Plošné zdroje - které mohou být v pevném skupenství (například skládky, jímky, laguny, čistírny odpadních vod).
- Fugitivní zdroje - jako jsou příruby, ventily, otevřené dveře a jiné mezery ve stavbách továren, nezakryté nádoby se zapáchajícím materiálem atd. (Nazývají se také „difusní znečištění“)

3.3.2 Potravinářský průmysl

Z potravinářského průmyslu byly měřeny zejména pekárny, výroba potravinářských aromatických látek a kuléru (potravinářského karamelu), jatka – odtahy z hal jednotlivých technologií, zpracování drůbežního masa, například odsávání místnosti kuchání drůbeže nebo porážení a strojní škulání drůbeže, masokombináty - vepřová porážka apod. Samostatnou jednotku tvoří udírny, jsou významným zdrojem pachových látek a mohou se vyskytovat jako samostatné zdroje. Naměřené pachové toky z udíren mnohonásobně převyšují ostatní naměřené toky. Výsledky jsou relativně vyrovnané a ukazují na hodnoty až 100 násobně vyšší než získaná data z jiných hodnocených potravinářských zdrojů ($m_{\text{udíren}} = 5\,000\text{--}50\,000 \text{ ou}_E \cdot \text{s}^{-1}$).

3.3.3 Asanace živočišného odpadu a výroba krmiv pro zvířata

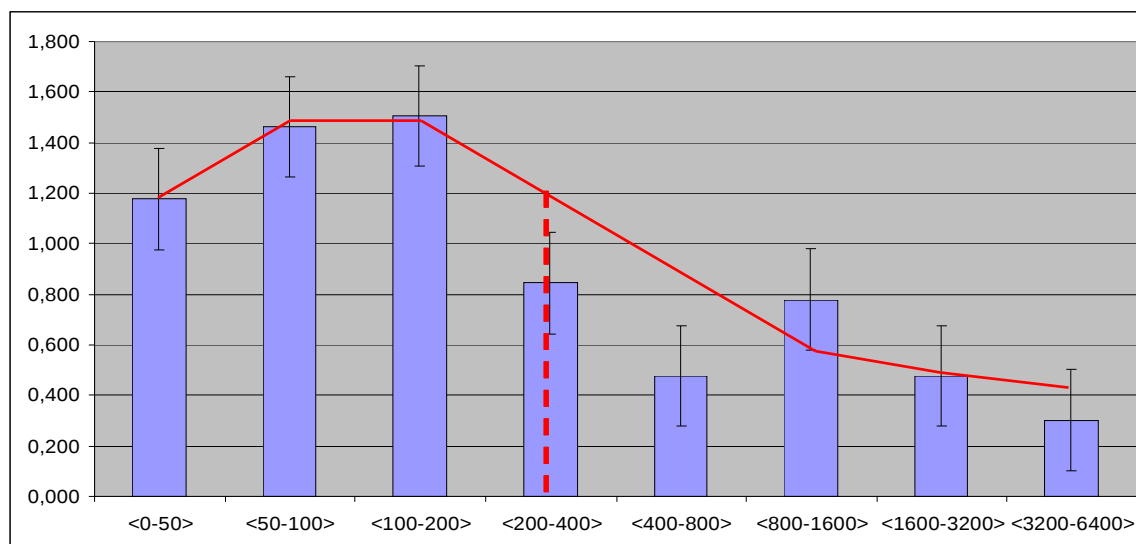
Byly měřeny 4 nejvýznamnější asanační ústavy v ČR. Při měření byl brán zřetel na odlučovací jednotku eliminující zápach a ověření navržené metodiky vzorkování na velkých plochách biofiltrů.

Byla hodnocena data z biofiltrů pracujících jako eliminační technologie na procesech s podobným složením pachových látek (nízké mastné kyseliny a jejich aldehydy a ketony, sirovodík, amoniak, merkaptany).

3.4 Možné další vyhodnocení výsledků pro tvorbu emisních limitů

Vyhodnocení emisí pachových látek z dlouhodobého pozorování pomocí Gaussovy křivky-kafilérie

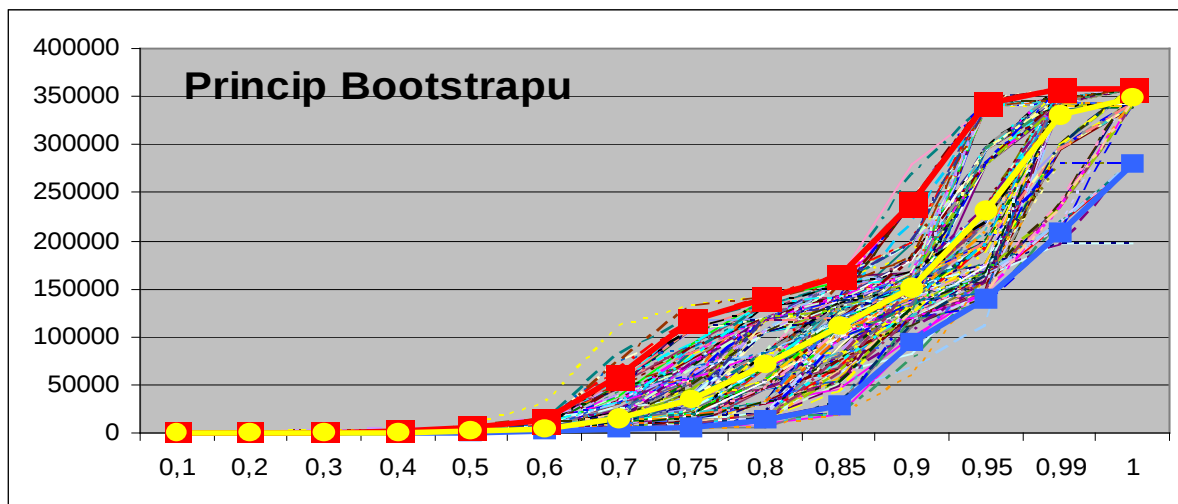
Obrázek 10 Vyhodnocení emisí dle normálního rozdělení - Gaussovy křivky



Princip metody je na grafu, kde jsou vyznačeny dolní a horní meze 95% intervalu spolehlivosti pro jednotlivé percentily a jejich střední hodnoty. Slabé čáry odpovídají jednotlivým bootstrapovým vzorkům a většina jich leží uvnitř intervalu spolehlivosti.

Bootstrapové odhady středních hodnot percentilů rozložení emisních toků pro různé kategorie zdrojů jsou na obrázcích, spolu s jejich 95% intervaly spolehlivosti.

Obrázek 11 Vyhodnocení pachových emisí z dlouhodobého pozorování pomocí metody Bootstrapu



4. VÝSLEDKY A DISKUZE

4.1 Zemědělské zdroje

Výsledky stanovení emisí v halách prasečí farmy umístěné v Čechách, o výkonu 6 000 ks jatečných prasat, je uvedeno v příloze č.2, Příloha č. 2. Druhá sledovaná farma byla z Moravy, počet 19 400 ks jatečných prasat. Výsledky jsou uvedeny v Tabulka 6.

Tabulka 6 Celkové emise pachových látek v jednotlivých výrobcích moravské farmy

výrobní úsek	V_{OD}
	ou_E/s
výkm	1895,8
předvýkm	4064,7
reprodukce	4161,1
porodny	838,9

- Imise pachových látek na hranici pozemku mimo vlečku (proudění větru) byla naměřena $43 \text{ ou}_E/m^3$.
- Imise pachových látek na hranici pozemku ve vlečce (proudění větru) byla naměřena $133 \text{ ou}_E/m^3$.

Obě tyto hodnoty jsou již významné z hlediska možnosti obtěžování obyvatel pachem v přilehlé obytné oblasti.

Zastoupení jednotlivých zdrojů z hlediska emisí pachových látek z prasečí farmy ukazuje Obrázek 12.

Obrázek 12 Zastoupení jednotlivých zdrojů z hlediska emisí pachových látek z prasečí farmy



Porovnáním obou farem, kde byly použity odlišné metody využití správné zemědělské praxe ukazuje Tabulka 7.

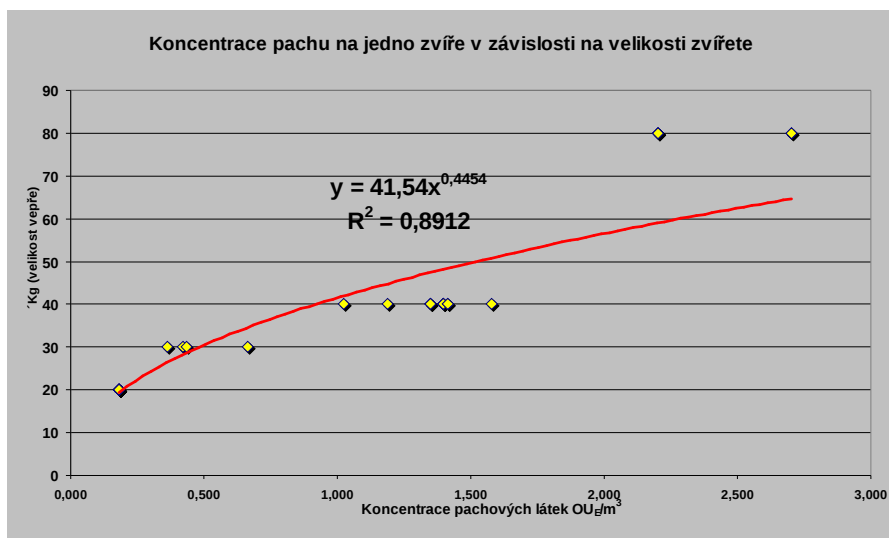
Tabulka 7 Porovnání farem Čechy x Morava

Chov prasat	Počet ks prasat při měření	Celková emise pachových látek [OU _E ·m ⁻³]	Použitá technologie
Morava	19 400	10 961 celkem	IPPC, Krmení s aditivy na eliminaci pachu, kryté jímky fólií
Čechy	6 000	73 294 chov 13 512 jímky 73 294 celkem	Systém řízeného krmení Počítačem dávkování receptur

Zajímavá jsou data porovnání emisí pachových látek ve srovnání s hmotností prasat, respektive s tzv. dobytčími jednotkami v hale. Tyto závislosti byly odvozeny pouze ze dvou farem a bylo by potřebné ve výzkumu dále pokračovat. Tato informace by velmi pomohla při umisťování nových zdrojů do blízkosti obytných zón. Závislost ukazuje Obrázek 13.

Pro měření emisí na farmě brojlerů pro BAT technologii s vysokou podestýlkou, BAT krmení enzymatickými přípravky na eliminaci pachu ve 20 dni chovu, objemu výroby 12 000 brojlerů na 1 zástav byla naměřena koncentrace pachových látek v hale brojlerů: Koncentrace v hale 48 OUE/m³.

Obrázek 13 Závislost emisích pachových látek na dobytčích jednotkách na prasečích farmách



Závislost lze popsat rovnicí: $y = 41,54 \cdot x^{0,4454}$

4.2 Potravinářský průmysl

Z potravinářského průmyslu byly měřeny tyto obory:

- Masokombináty
- Udírny
- Pekárny
- Kávoviny
- Výroba potravinářských olejů

4.2.1 Masokombináty

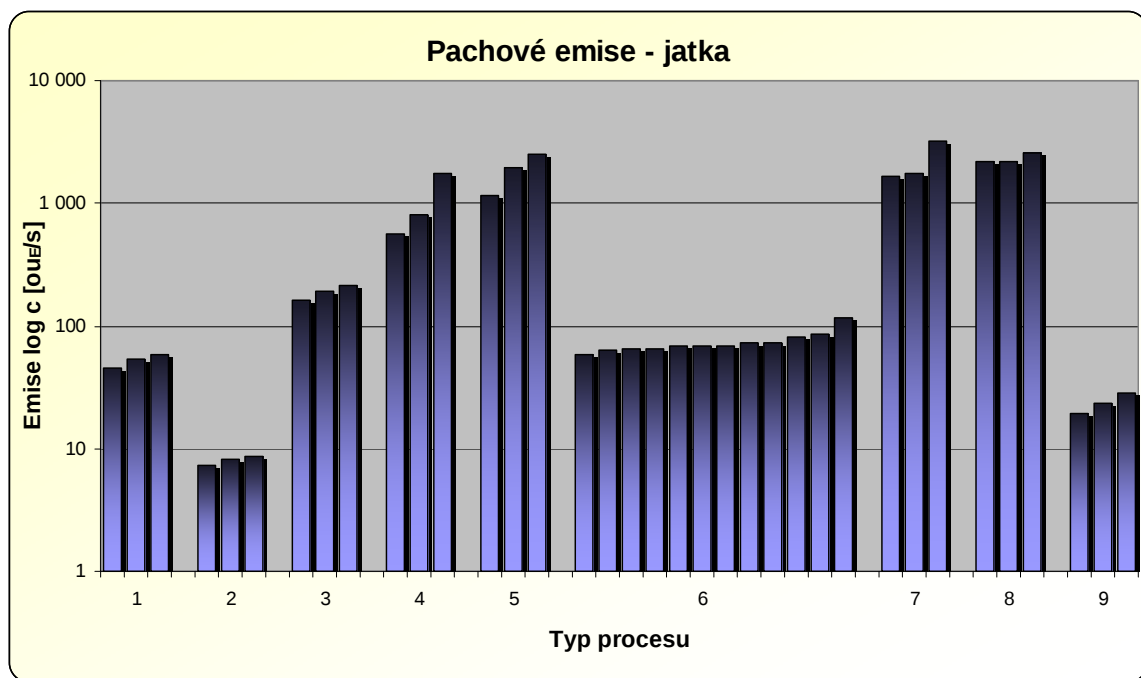
Na masokombinátech byly měřeny technologie, které ukazuje Tabulka 8.

Tabulka 8 Měřené zdroje pachových látek na masokombinátech mimo udíren

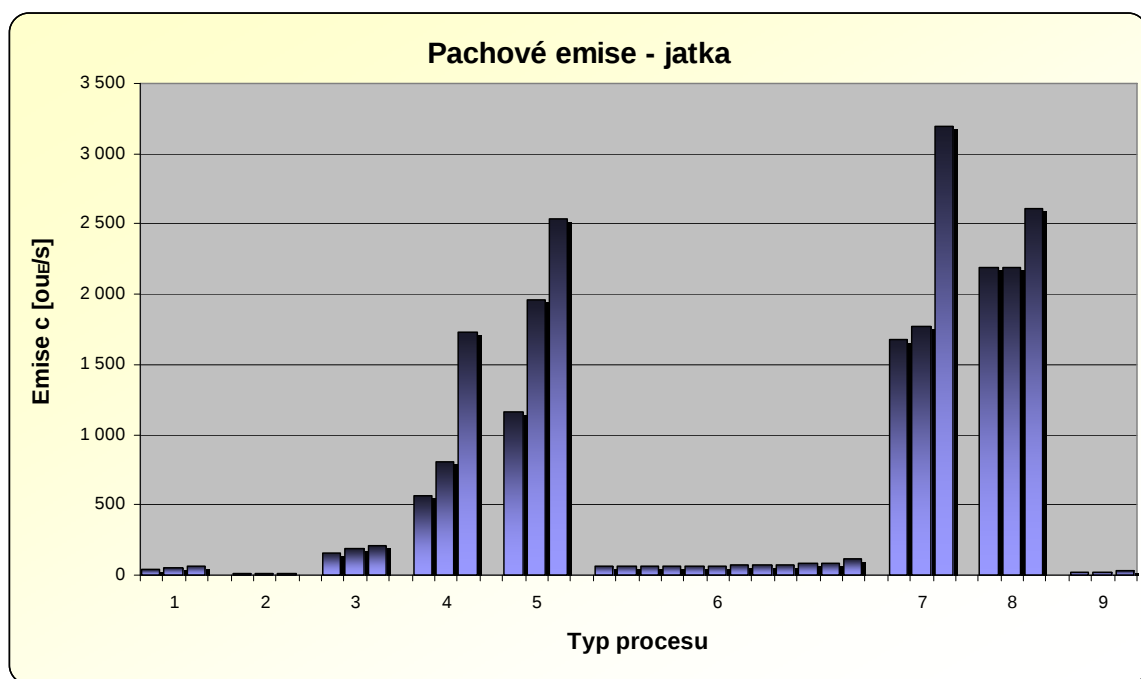
Typ procesu	Typ uzení	Odlučovač
1	drůbeží jatka - odsávání místnosti kuchání drůbeže	není
2	drůbeží jatka - pečící skříň	není
3	drůbeží jatka - porážení a strojní škulání drůbeže	není
4	jatka vepř porážka	není
5	jatka - pařící vana	není
6	jatka - vepřová porážka	není
7	sušárna masných tepelně neopracovaných výrobků	není
8	sušárna masných tepelně opracovaných výrobků	není
9	uskladnění prasat - stáj vepřů	není

Tabulka naměřených hodnot je uvedena v příloze č. 3. Grafické vyjádření ukazují obrázky 14 a 15.

Obrázek 14 Grafické vyjádření - pachové emise - jatka, logaritmická stupnice



Obrázek 15 Grafické vyjádření - pachové emise - jatka, normální stupnice



Nejvyšší emise pachových látek v procesu masokombinátů jsou pařící vany a sušárny mastných výrobků. Hodnoty emisí pachových látek jsou v rozmezí 1 000 - 3 000 ouE/s . Tyto emise nejsou v porovnání s jinými měřenými zdroji až tak významné, nicméně v blízkosti obytné zástavby by mohly způsobovat problémy.

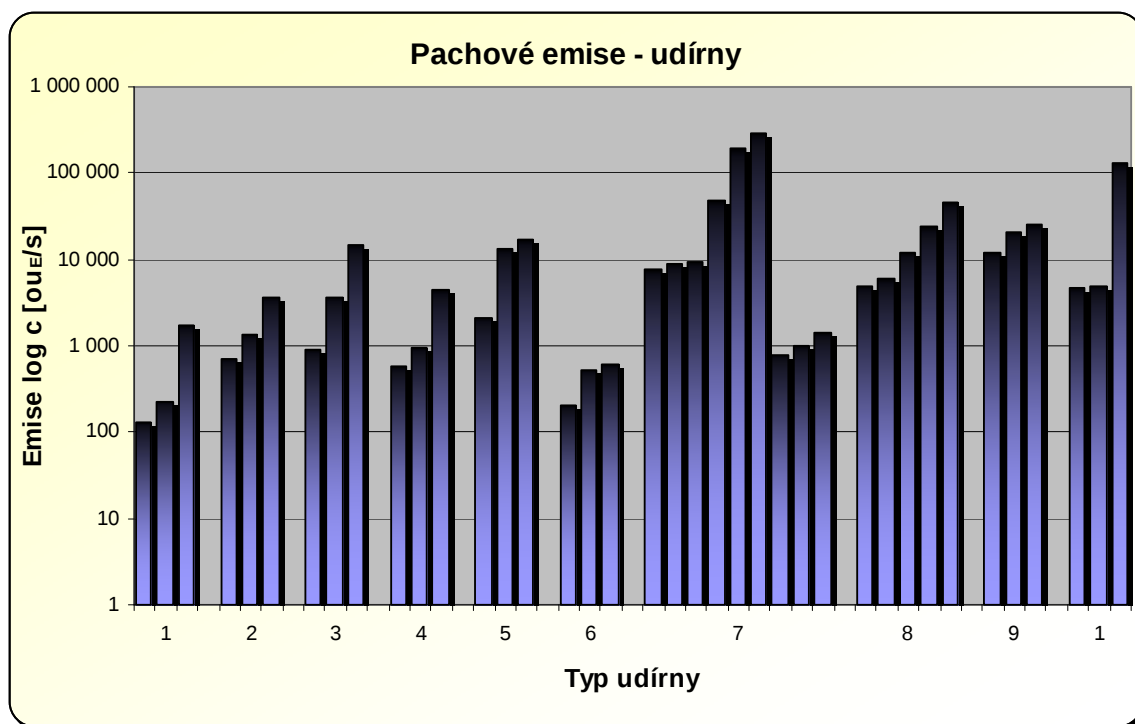
4.2.2 Udírny

Udírný jsou na rozdíl od ostatních zdrojů masokombinátů významným zdrojem emisí pachových látek jak masokombinátů, tak i samostatně, i jako dnes definované malé zdroje. Měřené udírenské technologie jsou uvedeny v Tabulka 9, naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce v Příloze č. 3.

Tabulka 9 Měřené zdroje pachových látek na udírnách

Typ procesu	Typ uzení	Odlučovač
1	komín - udírna Autotherm uzení za studena	není
2	komín - udírna Autotherm uzení za tepla	není
3	komín - udírna Kum	není
4	odtah z udící komory Mauer	není
5	odtah z udící komory Vemag	není
6	udírna Vemag	není
7	výdech z udírny neidentifikováno	není
8	odtah z udící komory Vemag	není
9	odtah z udírny sýrů	pračka vzduchu
10	odtah z udící komory Fessmann Turbomat	katalyzátor

Obrázek 16 Grafické vyjádření - pachové emise - udírny, logaritmická stupnice



Naměřené hodnoty se v průměru pohybovaly okolo 10 000 ou_E/s. Maximální hodnoty dosahovaly 300 000 ou_E/s. To jsou extrémní hodnoty, které si zasluhují pozornost, byť pachy z uzení mají pozitivní Hédonický efekt (člověk vnímá zápach jako vůni), ale tak vysoké koncentrace začnou být po určité době velmi obtěžující.

Odlučovače pachových látek na technologiích udíren nejsou běžné.

Vysoké jsou hodnoty z uzení sýrů. Ačkoliv jsou za udícími komorami odlučovače, za těmito jednotkami dosahují koncentrace pachových látek hodnot 20 000 ou_E/s.

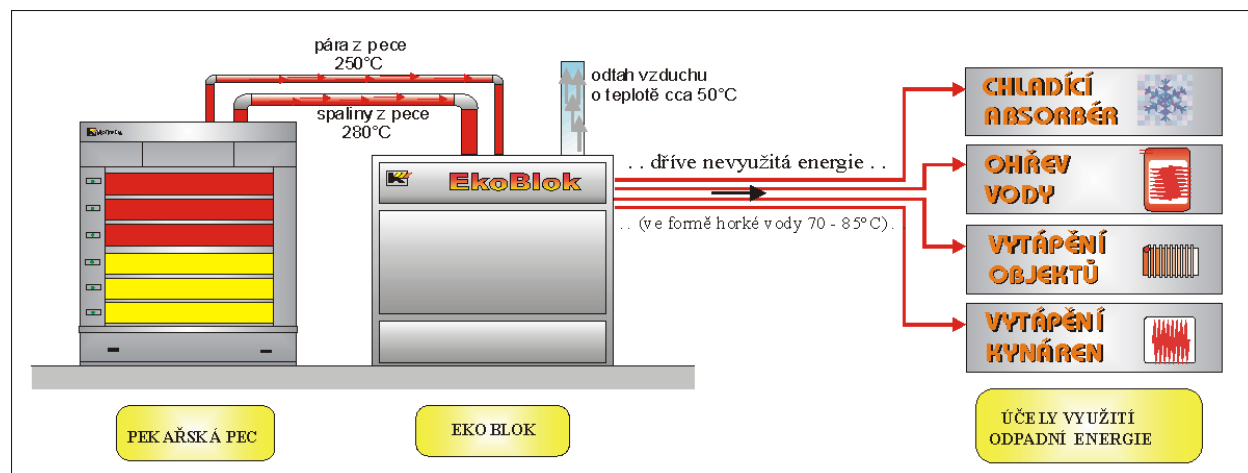
4.2.3 Pekárny

V současné době většina moderních pekáren na úrovni středních zdrojů používají pro eliminaci EkoBloky nebo podobné technologie na podobném principu. EkoBloky jsou zařízení pro ideální využití odpadní energie spalin a odtahové páry z plynových a olejových pekařských pecí. Toto zařízení zároveň slouží k odstranění škodlivin ze spalin jednotlivých pecí a významně tak chrání životní prostředí. EkoBlok je schopen zpracovat odpadní teplo z několika pecí současně. Princip a samotné zařízení jsou patentově chráněny.

Princip eliminace:

Chemickým procesem a sprchováním spalin se likvidují především všechny sirnaté a siřičité látky včetně sazí. Teplota vstupního vzduchu z EKO Bloku je redukována na úroveň 50–60 °C. Použití EkoBloku znamená využití 97 % vstupní energie, a to při zajištění všech bezpečnostních kritérií a norem pro provoz plynových a olejových pecí. Jednotlivé pece tak mají ideální podmínky pro spalovací proces hořáků. Pekárna s EKO Blokem nepotřebuje pro provoz pecí žádné komíny ani vývody páry, konstrukčním a technickým provedením tak EkoO Blok nahrazuje funkci celé kotelny. Schéma zapojení ukazuje Energie ze spalin a kondenzačního tepla páry je převáděna do horké vody a dále akumulována do samostatných zásobníků pro další využití.

Obrázek 17 Schéma zapojení EkoBloku



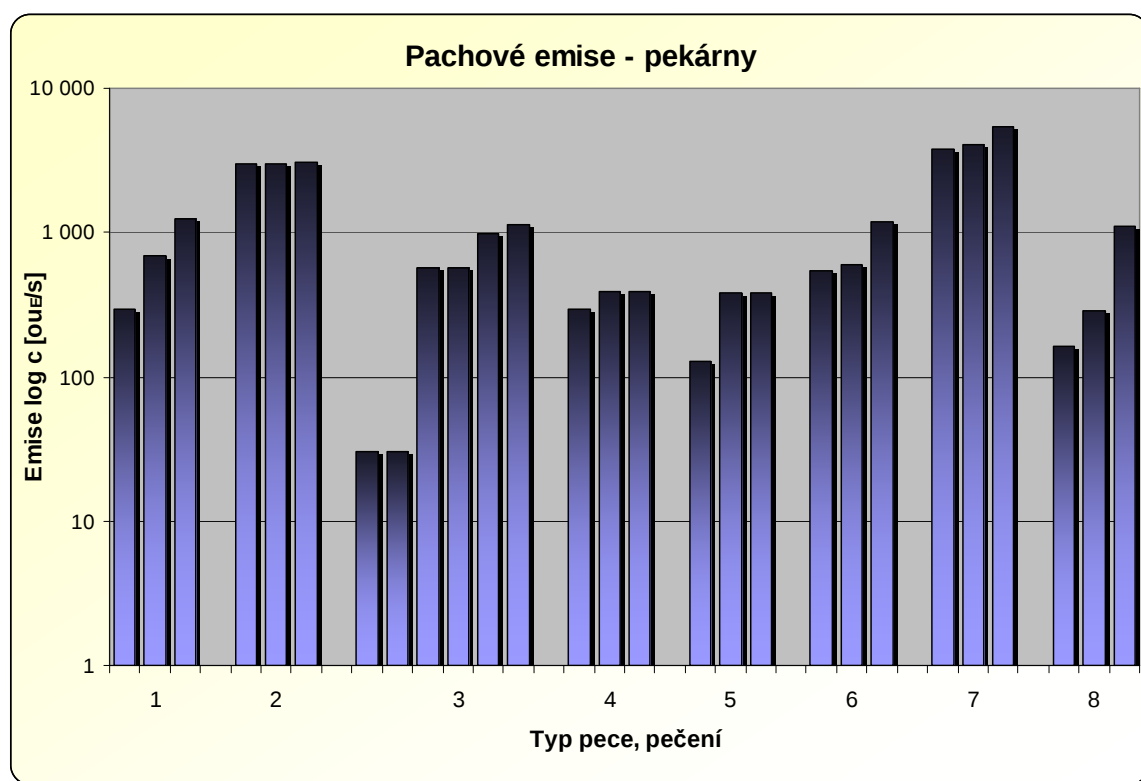
Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce v příloze 3. Grafické vyjádření měření ukazuje Obrázek 18.

Emise pachových látek v porovnání s jinými zdroji je relativně zanedbatelná. Významná může být u malých pekáren, které jsou umístěny přímo v bytové zástavbě, například na sídlišti. Navíc tyto pekárny zpravidla EkoBloky nemají. Velkým zdrojem pachových látek byla výroba perníku, tato technologie neměla odlučovač. Emise pachových látek se pohybovala v rozmezí 4 000 - 5 000 ou_E/s.

Tabulka 10 Měřené zdroje pachových látek na pekárnách

Typ procesu	Typ pečení	Odlučovač
1	chléb - etážová pekařská pec Variant 18	ekoblok
2	chléb - chlebová pec PPC 1381 (TMS)	není
3	chléb - pec pekařská pásová (TMS)	ekoblok
4	rohlíky - pec pekařská pásová (TMS)	ekoblok
5	tousty, jemné pečivo - pec pekařská pásová (TMS)	ekoblok
6	Smažení koblih	není
7	perník - pekařská pec PPC 225.12	není
8	tousty, jemné pečivo - pec pekařská pásová (TMS)	ekoblok

Obrázek 18 Grafické vyjádření - pachové emise - pekárny, logaritmická stupnice



4.2.4 Kávoviny

Byly měřeny emise pachových látek z provozu pražírén kávových bobů na pražícím zařízení RO1, typ PROBAT RN 1000, SRN.

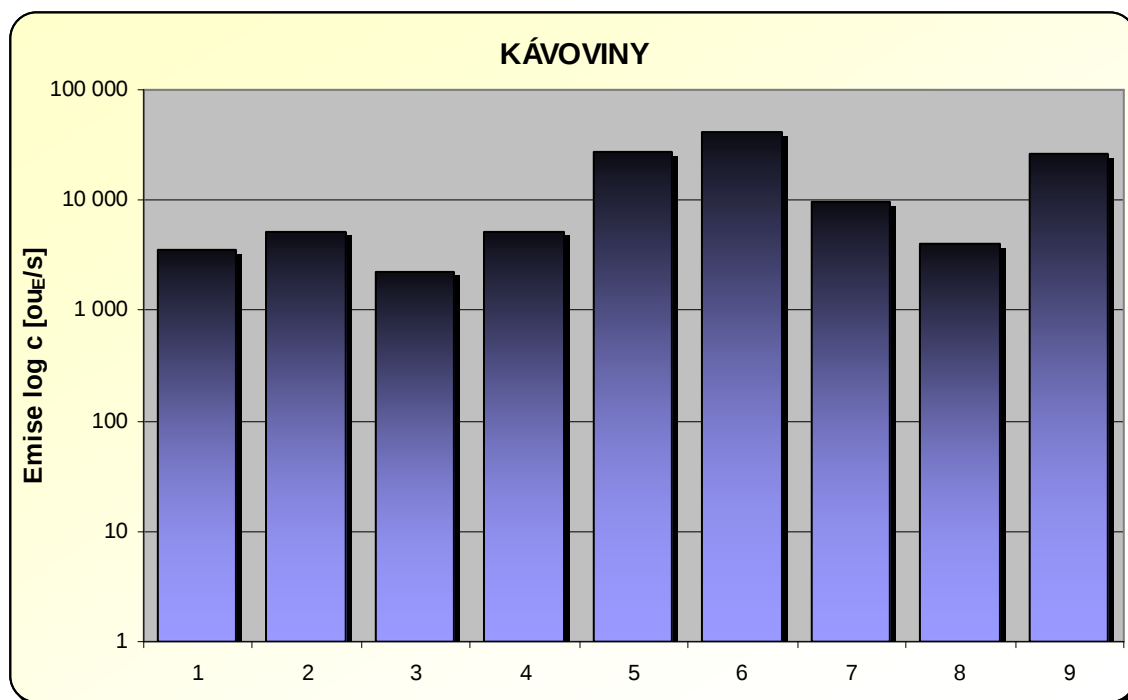
Emise jsou uvedeny v Obrázek 19 a graficky jsou výsledky znázorněny na Tabulka 11.

Naměřené hodnoty 40 000 ou_E/s byly překvapivě vysoké a emise pachových látek při zpracování kávovin by měly být řešeny odlučovačem pachových látek.

Tabulka 11 Emise pachových látek - kávoviny

Upřesnění místa odběru	Emise ou _E /s	Odlučovač
odtah z provozu pražírén kávových bobů	3 576	není
odtah z provozu pražírén kávových bobů	5 281	není
odtah z provozu pražírén kávových bobů	2 220	není
odtah z provozu pražírén kávových bobů	5 154	není
odtah z provozu pražírén kávových bobů	27 920	není
odtah z provozu pražírén kávových bobů	41 232	není
odtah z provozu pražírén kávových bobů	9 480	není
odtah z provozu pražírén kávových bobů	4 021	není
odtah z provozu pražírén kávových bobů	26 813	není

Obrázek 19 Grafické vyjádření - pachové emise - kávoviny, logaritmická stupnice



4.2.5 Výroba potravinářských olejů

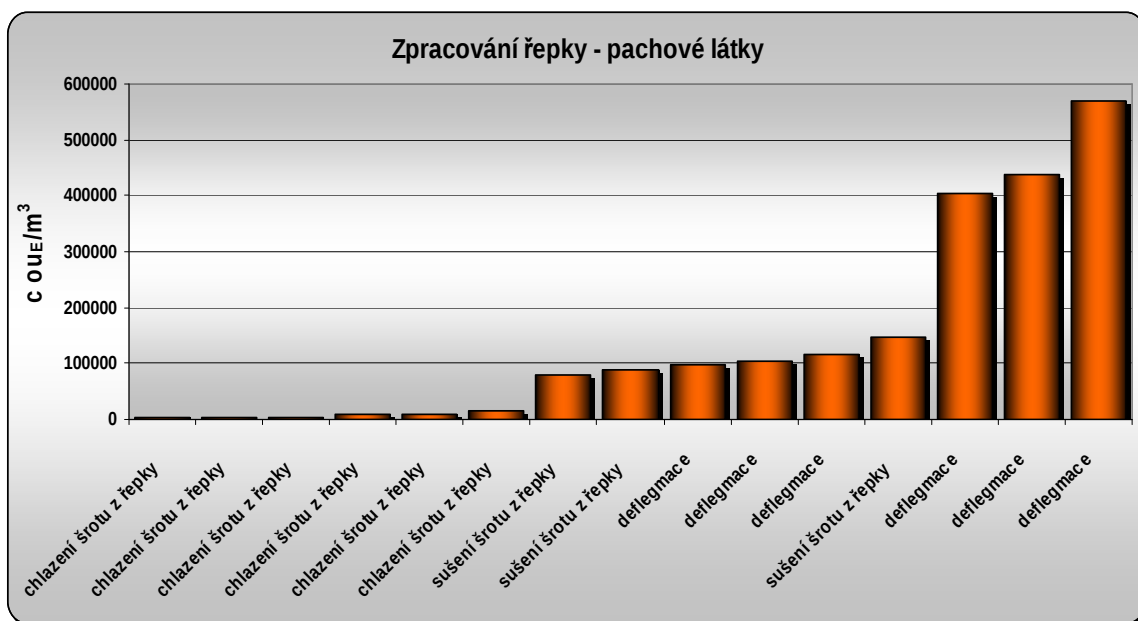
Při zpracování řepky olejky nebo slunečnicových semen pro výrobu stolních olejů vždy velmi závisí na zpracovávané surovině. Emise pachových látek jsou velmi významné a provozovatelé hledají řešení k eliminaci pachových látek.

Typy procesu a naměřené hodnoty ukazují tabulky 12 a 13. Grafické zpracování ukazují obrázky 20 až 22.

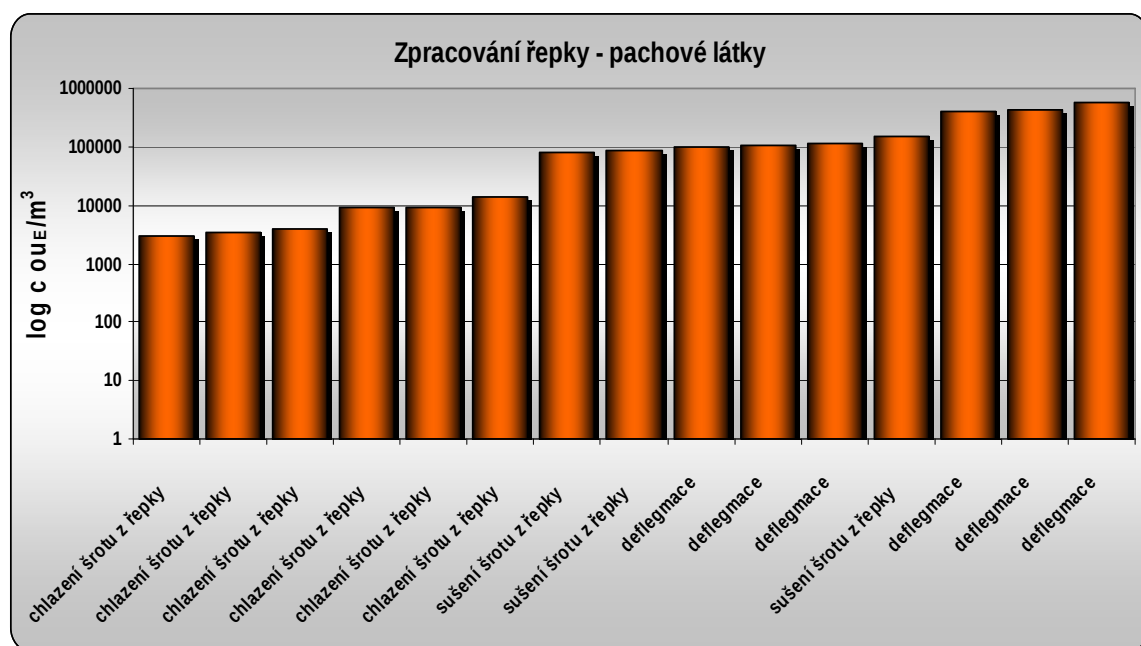
Tabulka 12 Měřené zdroje pachových látek na pekárnách

Typ procesu	Typ pečení	Odlučovač
1	sušení šrotu	není
2	chlazení šrotu	není
3	deflegmace	není

Obrázek 20 Grafické vyjádření - pachové emise - stolní olej-výroba, desítková stupnice



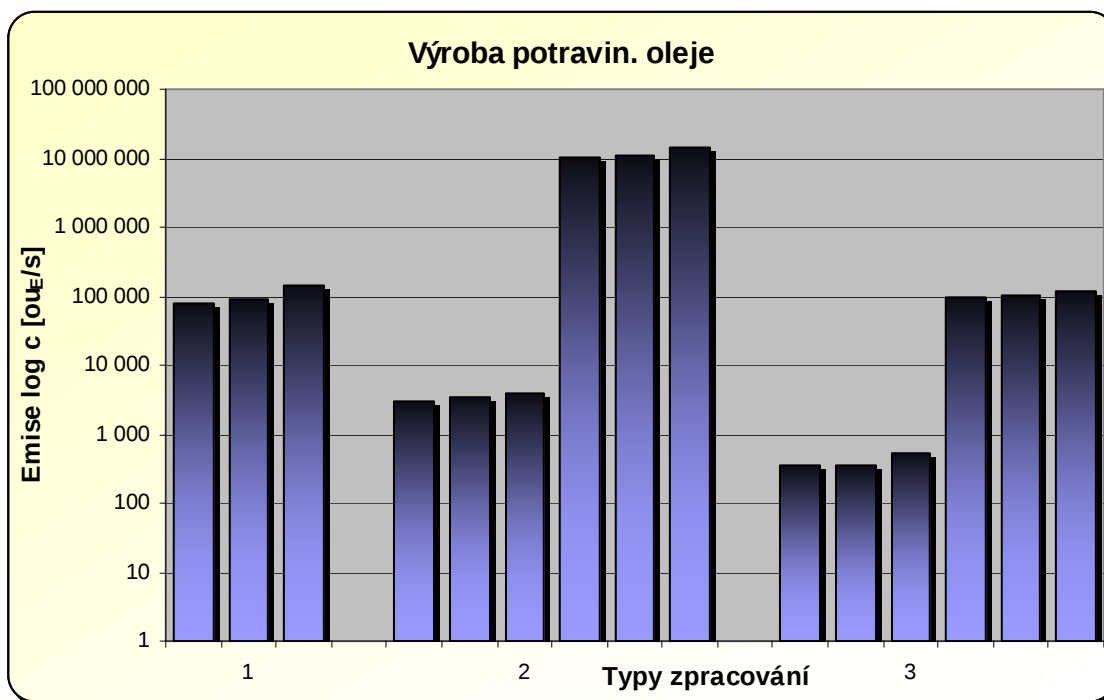
Obrázek 21 Grafické vyjádření - pachové emise - stolní olej-výroba, logaritmická stupnice



Tabulka 13 Naměřené hodnoty emisí pachových látek na provozu výroby stolního oleje

VÝROBNA	Upřesnění místa odběru		Emise ou _E /s	Odlučovač
Výroba potrav. oleje	sušení šrotu		80 579	není
Výroba potrav. oleje	sušení šrotu	1	87 875	není
Výroba potrav. oleje	sušení šrotu		145 968	není
Výroba potrav. oleje	chlazení šrotu		2 981	není
Výroba potrav. oleje	chlazení šrotu		3 354	není
Výroba potrav. oleje	chlazení šrotu	2	3 987	není
Výroba potrav. oleje	chlazení šrotu		10 417 898	není
Výroba potrav. oleje	chlazení šrotu		11 360 794	není
Výroba potrav. oleje	chlazení šrotu		14 733 134	není
Výroba potrav. oleje	deflegmace		346	není
Výroba potrav. oleje	deflegmace		354	není
Výroba potrav. oleje	deflegmace	3	533	není
Výroba potrav. oleje	deflegmace		96 648	není
Výroba potrav. oleje	deflegmace		105 396	není
Výroba potrav. oleje	deflegmace		114 935	není

Obrázek 22 Emise z výroby potravinářského oleje - log. zpracování



Celkové grafické zpracování potravinářského průmyslu ukazují obrázky (Chyba! Nenalezen zdroj odkazů. a Příloha č. 5 Obrázek 29) v příloze 3.

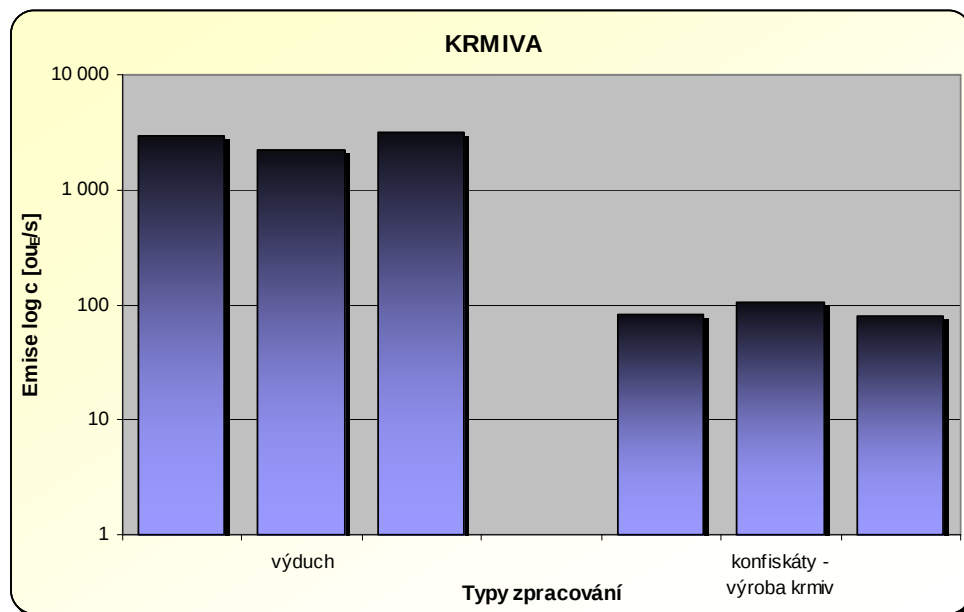
4.3 Asanace živočišného odpadu a výroba krmiv pro zvířata

Z hlediska asanace živočišných těl byly měřeny 2 výrobní krmiv na závodech masokombinátů a vlastní asanační ústavy, kde byl měřen vstup a výstup přes biofiltry, resp. další technologie. Výroba krmiv je zpracována v Tabulka 14 a graficky na Obrázek 23.

Tabulka 14 Výroba krmiv

VÝROBNA	Upřesnění místa odběru		Emise ou_E/s	Odlučovač
Masokombinát			2 982	není
Masokombinát	výdech	1	2 234	není
Masokombinát			3 158	není
Masokombinát			83	není
Masokombinát	konfiskáty - výroba krmiv	2	106	není
Masokombinát			80	není

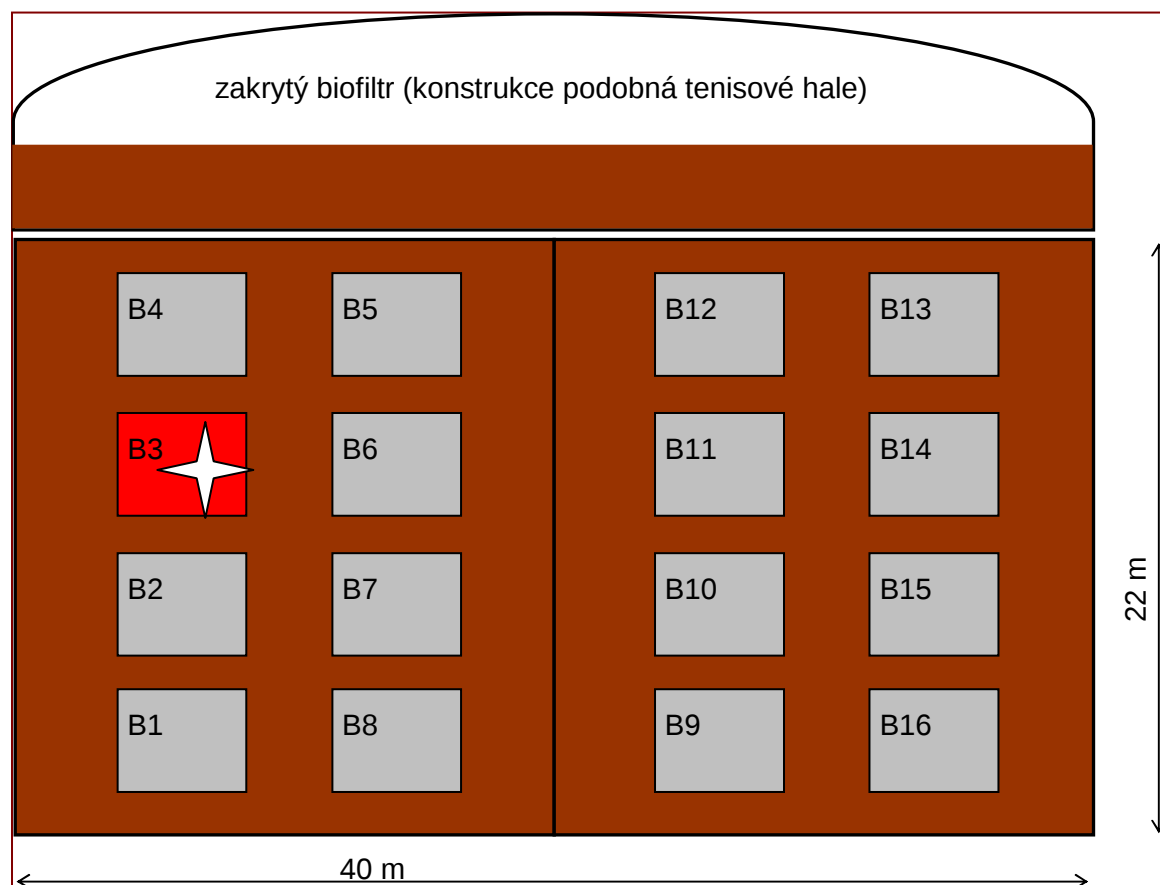
Obrázek 23 Pachové emise - Výroba krmiv - logaritmická stupnice



Na asanačních ústavech se mimo vlastní měření ověřovala metodika odběru vzorků na velkoplošných biofiltrech.

Příklad jednoho z mnoha měření ukazuje Obrázek 24.

Obrázek 24 Schéma a rozměry měřeného biofiltru



Tabulka 15 Naměřené emise pachových látek ne jednotlivých plochách biofiltru, viz Obrázek 24

vzorek č. - popis	čas odběru	t_g [°C]	RH_g [%]	C_{OD} [ou _E /m ³]	Q_{OD} [ou _E /s]
B1 - plocha biofiltru	11:30-11:35	22,0	> 98	36 781	817 356
B2 - plocha biofiltru	11:45-11:50	22,5	> 98	10 089	224 200
B3 - plocha biofiltru	11:52-11:57	23,0	73	220 436	4 898 578
B4 - plocha biofiltru	12:00-12:00	25,7	> 98	20 643	458 733
B5 - plocha biofiltru	12:25-12:30	25,9	> 98	7 512	166 933
B6 - plocha biofiltru	12:36-12:39	23,3	> 98	24 834	551 867
B7 - plocha biofiltru	12:43-12:48	23,5	> 98	38 968	865 956
B8 - plocha biofiltru	12:57-13:02	24,0	> 98	46 341	1 029 800
B9 - plocha biofiltru	13:12-13:17	23,7	> 98	20 171	448 244
B10 - plocha biofiltru	13:23-13:28	25,2	> 98	18 390	408 667
B11 - plocha biofiltru	13:35-13:40	25,1	> 98	14 263	316 956
B12 - plocha biofiltru	13:52-13:57	24,5	> 98	8 780	195 111
B13 - plocha biofiltru	14:05-14:10	23,3	> 98	8 192	182 044
B14 - plocha biofiltru	14:15-14:20	22,7	> 98	19 484	432 978
B15 - plocha biofiltru	14:24-14:29	24,0	> 98	9 195	204 333
B16 - plocha biofiltru	14:34-14:39	22,7	> 98	2 896	64 356
geometrický průměr koncentrací vz. B1-B16				17 912	398 052

Vysvětlivky:

c_{OD} [ou_E/m^3] - koncentrace pachových látek v Evropských pachových jednotkách

GM - geometrický průměr

RH_g - relativní vlhkost odebíraného plynu

t_g - teplota odebíraného plynu

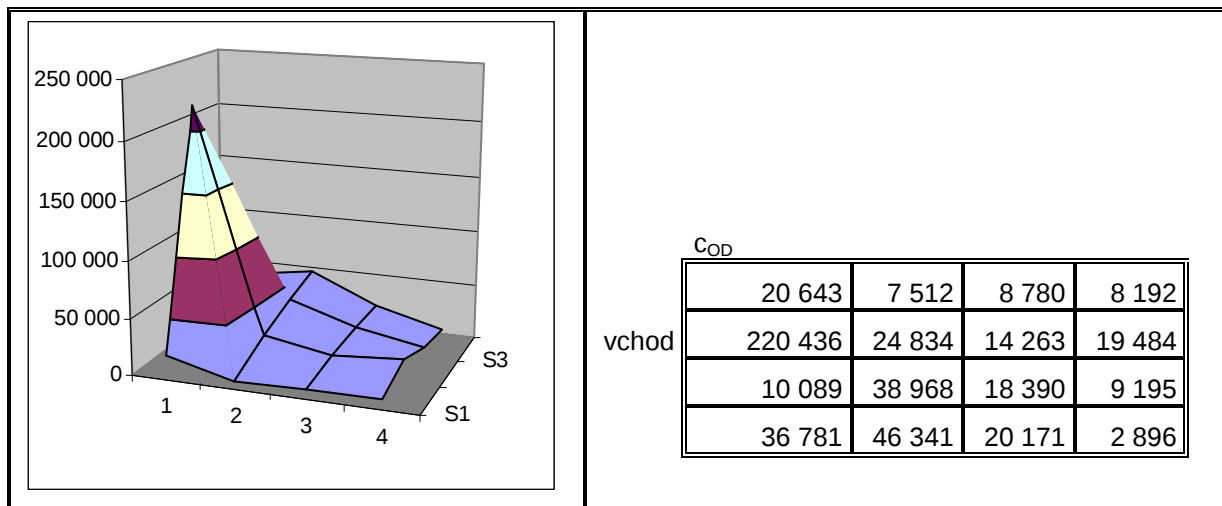
q_{OD} - tok pachových látek celým biofiltrem, za předpokladu objemového toku odpadního vzduchu biofiltrem 80000 m^3/h

Tabulka 16 Emise pachových látek z asanačního procesu za pračkou vzduchu, na vstupu do biofiltru

vzorek č. - popis	čas odběru	t_g [°C]	RH_g [%]	c_{OD} [ou_E/m^3]	q_{OD} [ou_E/s]
vstup 1 - vstup do biofiltru	13:05-13:10	25,3	66	28 526	633 911
vstup 2 - vstup do biofiltru	13:30-13:35	25,0	75	46 341	1 029 800
vstup 3 - vstup do biofiltru	14:26-14:31	25,6	73	41 285	917 444
vstup 4 - vstup do biofiltru	14:40-14:45	25,0	73	43 740	972 000
geometrický průměr koncentrací				39 307	873 488

Účinnost biofiltru byla 54,4%. Důvodem byla vyschlá místa v jednom bodu biofiltru, kde dosahovaly emise pachových látek až **4 898 578** ou_E/s .

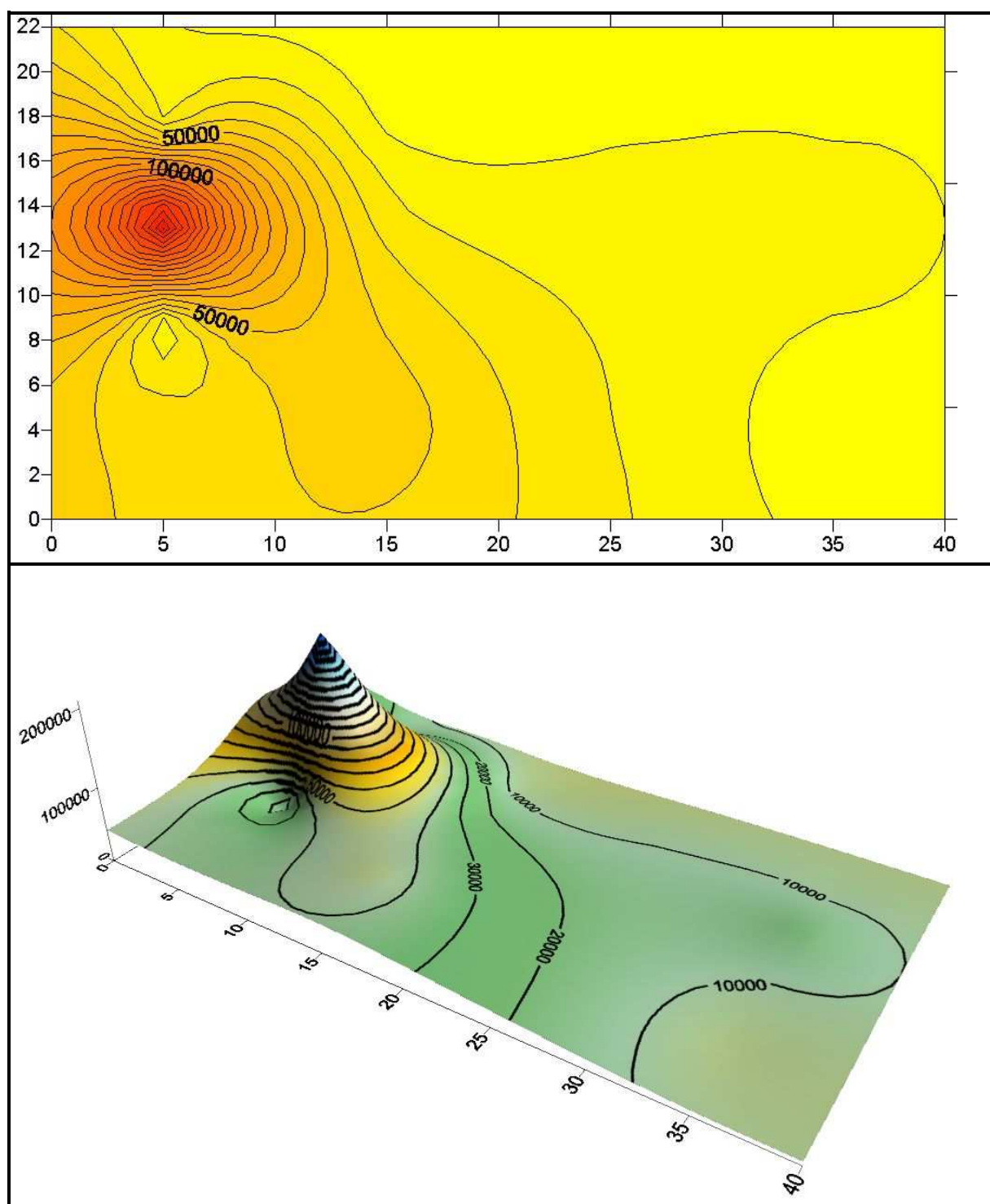
Obrázek 25 Emise pachových látek na ploše biofiltru vypadaly potom takto:



Ačkoliv problematika rovnoměrného zvlhčování lože biofiltru je velmi podceňována, z naměřených hodnot plyne, jak významné může být pro účinnost biofiltru jen jedno malé místo na celé ploše biofiltru a jaké velké množství pachových látek může unikat.

Obrázek 26 ukazuje, jak spolu korespondují vyschlá místa na biofiltre (horní obrázek a emise pachových látek dolní obrázek).

Obrázek 26 Vysušená místa na biofiltru a emise pachových látek.



Na též biofiltru byla aplikována jako nadstavbová technologie, která spočívá v postřiku vyčištěného vzduchu enzymy, aby došlo ke zvýšení účinnosti odstraňování pachových látek, které nebyly dostatečně eliminovány na biofiltry. Biofiltr byl zastřešen a v takto vzniklé hale je rozprašován enzym..

Obrázek 27 Zakrytý biofiltr s enzymatickým postřikem.



Výsledky měření emisí z biofiltru při postřiku enzymy a bez postřiku ukazuje Tabulka 17.

Tabulka 17 Výsledky měření emisí za biofiltrem s postřikem enzymů a bez nich.

vzorek č 2. - popis	čas odběru	t_g [°C]	RH_g [%]	C_{OD} [ou _E /m ³]	q_{OD} [ou _E /s]
výdech 1 - bez stříkání	14:55-15:00	22,8	95	12 274	272 756
výdech 2 - bez stříkání	15:01-15:06	23,0	95	23 170	514 889
výdech 3 - bez stříkání	15:08-15:13	22,9	96	24 548	545 511
geometrický průměr koncentrací				19 112	424 714
vzorek č 3. - popis					
výdech 4 - stříkání	15:33-15:38	21,7	> 98	19 484	432 978
výdech 5 - stříkání	15:40-15:45	21,6	> 98	23 170	514 889
výdech 6 - stříkání	15:47-15:52	21,7	> 98	26 008	577 956
geometrický průměr koncentrací				22 728	505 077

2) Účinnost biofiltru = $(39\,307 - 19\,112) / 39\,307 \cdot 100\% =$ **51,4%**

3) Účinnost biofiltru = $(39\,307 - 22\,728) / 39\,307 \cdot 100\% =$ **42,2%**

Toto je pouze ukázkový případ nesprávně provozovaného biofiltru. Zpravidla měření prokazují účinnost biofiltru na asanačních výrobcích 90-99% ní účinnost.

5. ZÁVĚRY

Byly změřeny a vyhodnoceny emise pachových látek na potravinářských zdrojích, zemědělských zdrojích a asanačních ústavech. Ze získaných výsledků vyplynulo, že emise pachových látek ze všech sledovaných zdrojů nejsou zcela zanedbatelné a bylo by vhodné se jim dále věnovat a podchytit technologie, či technologické kroky, které by vedly ke snížení pachových látek, nebo by byla omezena výstavba těchto zdrojů v obytných zónách.

Nejvyšší emise pachových látek byly zjištěny na asanačních podnicích, extrakci olejnatých semen, dále potom na udírnách a při zpracování kávovin.

Vzhledem k velkému rozsahu problematiky nebylo mnoho potravinářských zdrojů měřeno. Mezi tyto zdroje například patří mlékárny a sýrárny. Bylo zjištěno, že i uzení sýra může emitovat významné emise pachových látek.

Na druhé straně bylo zjištěno, že správná zemědělská praxe má významný vliv na snížení emisí u chovu prasat a drůbeže.

V průběhu měření se potvrdila teorie vysoké účinnosti biofiltrace na eliminaci pachových látek, pokud nedocházelo k provozovateli podceňovanému vysušování biofiltračního lože.

Tato studie měla velmi široký rozsah a naznačila problémy a cesty dalšího možného podrobnějšího výzkumu. Jako příklad dalších kroků výzkumu a dalšího sledování lze uvést problematiku informací, které technologie mají význam z hlediska omezování pachových látek, a které pro tuto problematiku nejsou vhodné (viz biofiltry versus enzymy, kap. 4.3.) Dalším zajímavým sledováním je problematika velkochovů v souvislosti se správnou zemědělskou praxí. Co je doporučováno v zahraničí, nemusí být vhodné pro naše chovatele.

Příloha č. 1
Tabulka 18 Typy pachů a čichové prahy pro jednotlivé chemické látky²⁴

Odorant	Vzorec	Charakteristický pach	Čichový práh [ppm]	Koncentrace detekce [ppm]	Koncentrace rozpoznání [ppm]
Acetaldehyd	$\text{CH}_3\text{-CHO}$	Ostrý, ovocný	0,004	,,,	0,21
Allyl merkaptan	$\text{CH}_2\text{=CH-CH}_2\text{-SH}$	silný česnek, káva	0,000 05	0,016	,,,
Amoniak	NH_3	Ostrý, dráždivý	0,037	,,,	46,8
Amyl merkaptan	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_3\text{-CH}_2\text{-SH}$	Nepříjemný, shnilý	0,000 3	,,,	,,,
Benzyl merkaptan	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-SH}$	Nepříjemný, silný	0,000 19	,,,	,,,
Butylamin	$\text{C}_2\text{H}_5\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH}_2$	Nakyslý, podobný amoniaku	,,,	,,,	0,24
Kadaverin	$\text{H}_2\text{N-(CH}_2\text{)}_5\text{-NH}_2$	Dráždivý, shnilé maso	,,,	,,,	,,,
Chlor	Cl_2	Ostrý, dusivý	0,01	0,01	0,314
Chlorfenol	$\text{Cl-C}_6\text{H}_5\text{=O}$	Medicínský, fenolický	0,000 18	,,,	,,,
Krotyl merkaptan	$\text{CH}_3\text{-CH:CH-CH}_2\text{-SH}$	Podobný pachu skunka	0,000 029	0,007 7	,,,
Dibutylamin	$\text{(C}_4\text{H}_9\text{)}_2\text{-NH}$	Rybí	0,016	,,,	,,,
Disopropylamin	$\text{(C}_3\text{H}_7\text{)}_2\text{-NH}$	Rybí	0,003 5	,,,	0,085
Dimethylamin	$\text{(CH}_3\text{)}_2\text{-NH}$	Dráždivý, rybí	0,047000	,,,	0,047
Dimetylsulfid	$\text{(CH}_3\text{)}_2\text{-S}$	Rozkládající se zelenina	0,001000	,,,	0,001
Difenylsulfid	$\text{(C}_6\text{H}_5\text{)}_2\text{-S}$	Nepříjemný	0,000 048	,,,	0,002 1
Etylamin	$\text{C}_2\text{H}_5\text{-NH}_2$	Amoniakální	0,83	,,,	0,83
Etylmerkaptan	$\text{C}_2\text{H}_5\text{-SH}$	Rozkládající se kapusta	0,000 19	0,002 6	0,001
Sirovodík	H_2S	Zkažená vejčka	0,000 47	,,,	0,004 7
Indol	$\text{C}_2\text{H}_6\text{-NH}$	Fekální, vyvolávající zvracení	,,,	,,,	,,,
Metylamin	$\text{CH}_3\text{-NH}_2$	Dráždivý, rybí	0,021	,,,	0,021
Metylmerkaptan	$\text{CH}_3\text{-SH}$	Rozkládající se kapusta	0,001 1	,,,	0,002 1
Ozon	O_3	Dráždivý při 2 ppm	0,001	0,5	,,,
Propylmerkaptan	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-SH}$	Nepříjemný	0,000 075	0,024	,,,
Putrescin	$\text{H}_2\text{N-(CH}_2\text{)}_4\text{-NH}_2$	Dráždivý, vyvolávající zvracení	,,,	,,,	,,,
Pyridin	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-N}$	Dráždivý, nepříjemný vyvolávající zvracení	0,003 7	,,,	,,,
Skatol	$\text{C}_9\text{H}_9\text{-N}$	Fekální, vyvolávající zvracení	0,001 2	0,223	0,47
Oxid siřičitý	SO_2	Dráždivý	0,009	,,,	,,,
Tert-butylmerkaptan	$\text{(CH}_3\text{)}_3\text{C-SH}$	Nepříjemný podobný skunkovi	0,000 08	,,,	,,,
Thiokresol	$\text{CH}_3\text{-C}_6\text{H}_4\text{-SH}$	Podobný skunkovi, žluklý, zatuchlý	0,000 1	0,019	,,,
Thiofenol	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-SH}$	Dráždivý, česnekový	0,000 062	0,014	0,28
Trietylamin	$\text{(C}_2\text{H}_5\text{)}_3\text{-N}$	Amoniakální, rybí	0,08	,,,	,,,

Příloha č. 2 Tabulka 19 Souhrn měření na prasečí farmě

vzorek č.	místo odběru	čas odběru	C_{OD} [ou _E /m ³]	Hmotnostní tok pachových látek [ou _E /s]**	Hmotnostní tok pachových látek [dB/hod]**
1	za plotem u vrátnice za jímka	10:50	< 23		
2	v poli s panelem čičačů mezi stanov. 4, 5	11:06	< 23		
4	hala A - výkrm vepřů 80 kg	13:33	148	6 117	38
3	hala A - výkrm vepřů 22 kg	13:30	100	4 133	36
5	hala B - výkrm vepřů 70 kg	13:39	156	6 448	38
6	hala B - výkrm vepřů 80 kg	13:42	232	9 589	40
7	hala C - výkrm vepřů 40 kg	13:50	200	8 267	39
8	hala C - výkrm vepřů 35 kg	13:52	200	8 267	39
9	hala D - výkrm vepřů 50 kg	13:55	141	5 828	38
10	hala D - výkrm vepřů 65 kg	13:57	128	5 291	37
11	porodny	14:00	32	0	
	z toho hala A		32	1 653	32
	z toho hala B		32	1 653	32
	z toho hala C		32	2 204	33
	z toho hala D		32	331	25
12	nad hladinou nádrže, vrstva do 10 cm***	14:05	192	4 823	37
13	nad hladinou jímky, vrstva do 10 cm***	14:25	11 585	8 689	39
Celková emise pachových látek				73 294	49

* 25 prasnic, 200 selat

** Výkon ventilátoru 6 200 m³/hod - otevřená okna, **v průběhu měření byla okna otevřena !**

*** Výkon ventilátoru: 4 950 m³/hod - zavřená okna a dveře, budou vyšší koncentrace pachových látek

*** Proudění větru zvoleno: 0,01 m/s, tj. 36 m/hod.,

Příloha č. 3 Tabulka 20 Výsledky měření masokombinátů

Typ procesu	Upřesnění místa odběru	Emise ou_E/s	Odlučovač
drůbeží jatka	odsávání místnosti kuchání drůbeže	45	není
drůbeží jatka	odsávání místnosti kuchání drůbeže	53	není
drůbeží jatka	odsávání místnosti kuchání drůbeže	59	není
drůbeží jatka	pečicí skříň	7	není
drůbeží jatka	pečicí skříň	8	není
drůbeží jatka	pečicí skříň	9	není
drůbeží jatka	porážení a strojní šubání drůbeže	162	není
drůbeží jatka	porážení a strojní šubání drůbeže	194	není
drůbeží jatka	porážení a strojní šubání drůbeže	211	není
jatka	jatka vepři porážka	564	není
jatka	jatka vepři porážka	807	není
jatka	jatka vepři porážka	1 731	není
jatka	pařící vana	1 165	není
jatka	pařící vana	1 958	není
jatka	pařící vana	2 540	není
jatka	vepřová porážka	59	není
jatka	vepřová porážka	63	není
jatka	vepřová porážka	66	není
jatka	vepřová porážka	66	není
jatka	vepřová porážka	68	není
jatka	vepřová porážka	68	není
jatka	vepřová porážka	70	není
jatka	vepřová porážka	73	není
jatka	vepřová porážka	73	není
jatka	vepřová porážka	82	není
jatka	vepřová porážka	85	není
jatka	vepřová porážka	117	není
sušárna masných výrobků	sušárna tepelně neopr. výrobků	1 671	není
sušárna masných výrobků	sušárna tepelně neopr. výrobků	1 771	není
sušárna masných výrobků	sušárna tepelně neopr. výrobků	3 192	není
sušárna masných výrobků	sušárna tepelně opracovaných	2 192	není
sušárna masných výrobků	sušárna tepelně opracovaných	2 192	není
sušárna masných výrobků	sušárna tepelně opracovaných	2 606	není
uskladnění prasat	stáj vepřů	19	není
uskladnění prasat	stáj vepřů	24	není
uskladnění prasat	stáj vepřů	28	není

Příloha č. 3 Tabulka 21 Výsledky měření udíren

Upřesnění místa odběru		Emise ou_E/s	Odlučovač
komín - udírna Autotherm uzení za studena		131	není
komín - udírna Autotherm uzení za studena	1	226	není
komín - udírna Autotherm uzení za studena		1 720	není
komín - udírna Autotherm uzení za tepla		717	není
komín - udírna Autotherm uzení za tepla	2	1 363	není
komín - udírna Autotherm uzení za tepla		3 611	není
komín - udírna Kum		908	není
komín - udírna Kum	3	3 632	není
komín - udírna Kum		14 289	není
komín - udírna Mauer		573	není
komín - udírna Mauer	4	940	není
komín - udírna Mauer		4 361	není
odtah z udící komory Mauer		2 131	není
odtah z udící komory Mauer	5	13 198	není
odtah z udící komory Mauer		17 046	není
odtah z udící komory Vemag		208	není
odtah z udící komory Vemag	6	513	není
odtah z udící komory Vemag		619	není
udírna Vemag 1x2		7 840	není
udírna Vemag 1x2		8 800	není
udírna Vemag 1x2		9 216	není
udírna Vemag 2x6		48 725	není
udírna Vemag 2x6	7	194 901	není
udírna Vemag 2x6		292 022	není
udírna Vemag 5x4		775	není
udírna Vemag 5x4		1 006	není
udírna Vemag 5x4		1 422	není
odtah z udící komory Vemag		4 897	není
odtah z udící komory Vemag		5 898	není
odtah z udící komory Vemag	8	11 760	není
odtah z udící komory Vemag		24 104	není
odtah z udící komory Vemag		45 864	není
odtah z udírny sýrů		11 768	pračka vzduchu
odtah z udírny sýrů	9	20 968	pračka vzduchu
odtah z udírny sýrů		24 935	pračka vzduchu

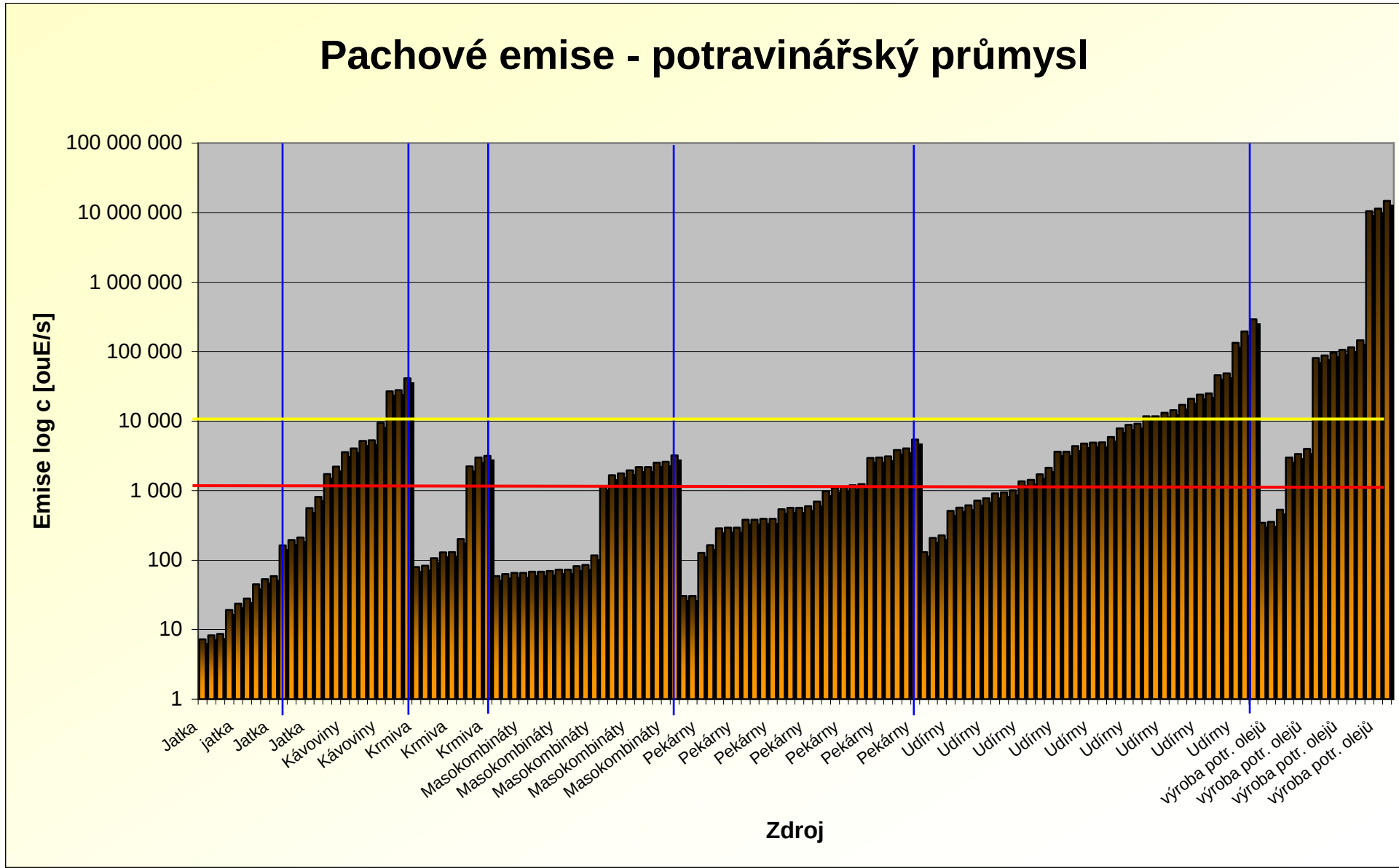
Příloha č. 3

Upřesnění místa odběru		Emise ou _E /s	Odlučovač
odtah z udící komory Fessmann Turbomat		4 737	Z-katalyzátor
odtah z udící komory Fessmann Turbomat	10	4 947	Z-katalyzátor
odtah z udící komory Fessmann Turbomat		133 116	Z-katalyzátor

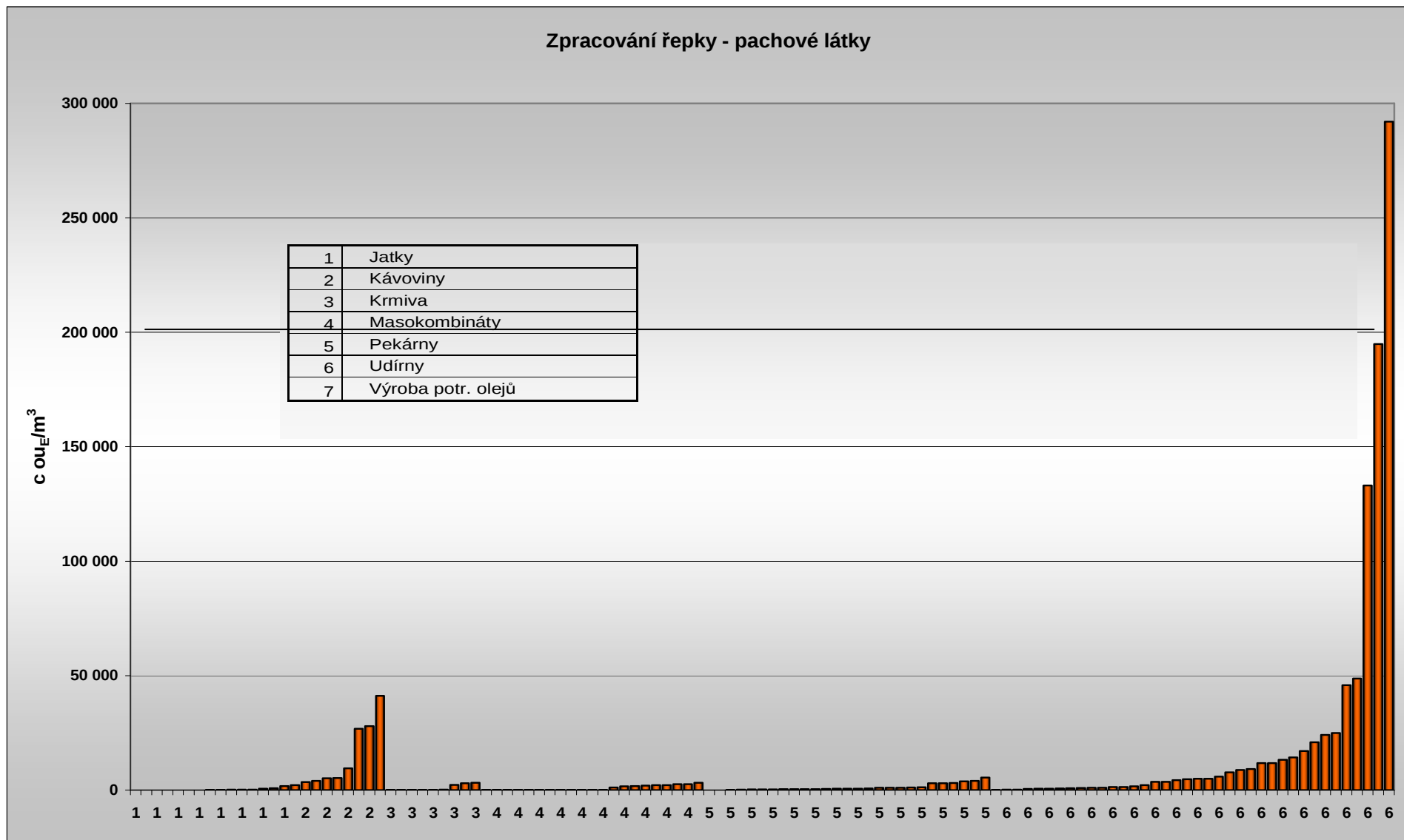
Tabulka 22 Výsledky měření pekáren

Typ pece	Upřesnění místa odběru		Emise ou _E /s	Odlučovač
Etážová pekařská pec Variant 18	Pec - chléb		292	není
Etážová pekařská pec Variant 18	Pec - chléb	1	694	není
Etážová pekařská pec Variant 18	Pec - chléb		1 237	není
Chlebová pec PPC 1381 (TMS)	Pec - chléb		2 963	není
Chlebová pec PPC 1381 (TMS)	Pec - chléb	2	2 981	není
Chlebová pec PPC 1381 (TMS)	Pec - chléb		3 094	
Pec pekařská pásová (TMS)	Pec - chléb		30	není
Pec pekařská pásová (TMS)	Pec - chléb		30	není
Pec pekařská pásová (TMS)	Pec - chléb		565	není
Pec pekařská pásová (TMS)	Pec - chléb	3	565	není
Pec pekařská pásová (TMS)	Pec - chléb		974	není
Pec pekařská pásová (TMS)	Pec - chléb		1 130	není
Pec pekařská pásová (TMS)	Pec - rohlíky		293	není
Pec pekařská pásová (TMS)	Pec - rohlíky	4	394	není
Pec pekařská pásová (TMS)	Pec - rohlíky		394	není
Pec pekařská pásová (TMS)	Pec - tousty, jemné pečivo		128	není
Pec pekařská pásová (TMS)	Pec - tousty, jemné pečivo	5	381	není
Pec pekařská pásová (TMS)	Pec - tousty, jemné pečivo		381	není
Smažicí linka	Smažení koblih		541	není
Smažicí linka	Smažení koblih	6	598	
Smažicí linka	Smažení koblih		1 195	není
Pekařská pec PPC 225.12	Výroba perníku		3 819	není
Pekařská pec PPC 225.12	Výroba perníku	7	4 046	není
Pekařská pec PPC 225.12	Výroba perníku		5 401	není
pec MIWE roll-in 1.0608	Smažení koblih		163	není
pec MIWE roll-in 1.0608	Smažení koblih	8	287	není
pec MIWE roll-in 1.0608	Smažení koblih		1 099	není

Příloha č. 4 Obrázek 28 Celkové grafické vyjádření pachových emisí v logaritmické soustavě



Příloha č. 5 Obrázek 29 Celkové grafické vyjádření pachových emisí v desítkové soustavě



Literatura:

- ¹ Dravnieks, A, Interfacing of sensory and analytical measurements, in Mamantov, G & Shults, WD Determination of Air Quality, Plenum Press, NY 1972, 163-178.
- ² Auterská P., Paul T., Mičuda D.: Studie výskytu a chování pachových látek unikajících z výroby papíru a celulózy v SCP Ružomberok. Interní posudek pro SCP Rožumberok, 2003
- ³ Wise PM., Olsson MJ., Cain WS.: Quantification of odor quality, Chem Senses Aug; 25(4): 429-43, 2000, <http://chemse.oupjournals.org/cgi/content/full/25/4/429>
- ⁴ Shusterman, D.: Odor-associated health complaints: Competing explanatory models. Chem Senses 2001, 26(3), 339-343.
- ⁵ http://www.odour.cz/files/deskripty_pachu.pdf
- ⁶ Marhold, J.: Přehled průmyslové technologie, SZN Praha 1964
- ⁷ ČSN EN 13725 česká technická norma: Kvalita ovzduší – Stanovení koncentrace pachových látek dynamickou olfaktometrií, Český normalizační institut, Listopad 2003
- ⁸ Jay R. Witherspoon and Jennifer L. Barnes: Comparison of Methods Used to Measure Odour at Wastewater Treatment Plant Fencelines, CH2M HILL, Inc. 777 108th Avenue NE, Suite 800 Bellevue, WA, USA 98004-5118
- ⁹ Report to the Environment Committee from Nik Aitken, Acting Section Leader, Resource Duality. Report 99.487 File: K/4/6/1, [Report 1999.Env99487.NA:mm] 09 September 1999
- ¹⁰ Smith, R.J., P.A. Dalton & J. DeBruyn.: 'Assessment and reduction of the odour impact of piggeries', Pig Research & Development Corporation, Canberra, ACT. 1999
- ¹¹ Albert J. Heber and Matthew J. Heyne: OUTDOOR HYDROGEN SULFIDE CONCENTRATIONS NEAR A SWINE FEEDING FACILITY. Applied Journal of Agricultural Engineering. 12/28/99
- ¹² Michael Czerny and Peter Schieberle, Babara Maier, Gisbert Riess, Andreas Gronauer and Hans Schön: Identifying odours in pighouse air. 56 LANDTECHNIK 5/2001, 342-343
- ¹³ P. Kai and A. Schäfer, "Identification of Key Odour Components in Pig House Air using Hypenated Gas Chromatography Olfactometry". Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development. Manuscript BC 04 006. Vol. VI. December, 2004
- ¹⁴ O'Neil, D.H. and V.R.A. Phillips. 1992. Review of the control of odour nuisance from livestock buildings: Part 3: Properties of the odorous substances which have been identified in livestock wastes or in the air around them. J. Agric. Eng. Res. 53: 23-50.
- ¹⁵ Curtis, S.E. 1993. Environmental management in animal agriculture. Iowa State University Press, Ames, IA.
- ¹⁶ Hobbs, P.J., Misselbrook, T.H., Noble, R., Pesaud, K.C.: Chemical indicators that determine olfactory response from pig and chicken manure. Proceedings of the 10th International Conference of the Ramiran Network, Ramiran 2002
- ¹⁷ S. Mukhtar, J. Carey and R. Lacey: Managing Nuisance Odor and Dust from Poultry Growing Operations. Produced by Agricultural Communications, The Texas A&M University System L-5401, 7-01 <http://texaserc.tamu.edu>
- ¹⁸ Guidance for Operators on Noise Management for IPPC installations October 2003 Version 1

¹⁹ EPA 118/02: Animal processing works. Re-issued September 2003, www.parliament.sa.gov.au/dbsearch/legsearch.htm

²⁰ Ken Holyoake: Control of Air Emissions from Food Manufacturing

²¹ Wil A. M. van Loona, Jozef P. H. Linssen, Aagje Leggera, Maarten, A. Posthumusb and Alphons G. J. Vpravena: Identification and olfactometry of French fries flavour extracted at mouth conditions, Food Chemistry, Volume 98, Issue 1, 2006, Pages 59-63

²² Auterská, P.: Vypracování návrhu metodiky měření zápachu na biofiltrech. 300506/MZe/MZLU/IPPC, 2007

²³ Animal processing works. EPA 118/02: September 2003

²⁴ The Science of Smell Part 1: Odor perception and physiological response, Iowa State University, PM 1963, May 2004 <http://www.extension.iastate.edu/airquality>.