

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**

**ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

**ZADÁVAJÍCÍ KATEDRA:**

**Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Vliv emisí prachových částic a pachových látek z intenzivního výkrmu  
drůbeže na životní prostředí v okolí chovu.**

**Vedoucí diplomové práce:            Ing. Ivo Celjak, CSc.**

**Konzultant diplomové práce:        Ing. Radim Kuneš**

**Autor:    Bc. Marek Coufal**

**České Budějovice, 2018**

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
Zemědělská fakulta  
Akademický rok: 2017/2018

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Marek COUFAL**  
Osobní číslo: **Z16406**  
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**  
Studijní obor: **Agroekologie - Péče o krajinu**  
Název tématu: **Vliv emisí prachových částic a pachových látek z intenzivního výkrmu drůbeže na životní prostředí v okolí chovu**  
Zadávací katedra: **Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

#### *Cíl práce:*

Cílem diplomové práce je stanovení koncentrace prachových částic a pachových látek ve vybraném chovu brojlerů. Jednotlivé vyprodukované emise porovnat s imisními limity a stávající imisní situací v dané lokalitě.

#### *Metodický postup:*

1. Literární rešerše týkající se problematiky emisí prachu a zápachu z živočišné produkce.
2. Charakteristika vybraného chovu (lokalita, chovná technologie, výživa, počet zvířat).
3. Vypracování zásad pro měření emisí prachu a zápachu v určeném intenzivním chovu brojlerů
4. Měření emisí prachových částic přístrojem Dust Trak 8530.
5. Odběr vzorků pachových látek pro následné vyhodnocení pomocí dynamické olfaktometrie na přístroji Olfaktometer TO 8-8.
6. Zpracování výsledků, jejich vyhodnocení a porovnání s dostupnou literaturou.

Rozsah grafických prací: **obrázky, fotografie, grafy dle potřeby**

Rozsah pracovní zprávy: **60 - 75 stran**

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

**AUTERSKÁ P. (2006):** Výzkumný projekt MŽP:740/20/06 „Zpracování a zhodnocení provedených autorizovaných stanovení koncentrací pachových látek ze zdrojů znečišťování ovzduší“;  
**Norma ČSN EN 13725** Kvalita ovzduší - Stanovení koncentrace pachových látek dynamickou olfaktometrií;  
**ODOUR, s.r.o. (2004):** Studie MZE: IPPC/04 „Studie emise pachových látek ze zemědělských zdrojů“;  
**Zákon č.76/2002 Sb. o integrované prevenci a omezení znečištění;**  
**Zákon č.86/2002 Sb., o ochraně ovzduší.**

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Ivo Celjak, CSc.**

Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Konzultant diplomové práce: **Ing. Radim Kuneš**

Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Datum zadání diplomové práce: **22. ledna 2018**

Termín odevzdání diplomové práce: **15. dubna 2018**



prof. Ing. Miloslav Soch, CSc., dr. h. c.  
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Budejovická 1988, 370 05 Česká Budějovice



doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 24. ledna 2018

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce a to v nezkrácené podobě v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných zemědělskou fakultou, elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne: 16. 04. 2018

.....  
Coufal Marek

## Anotace

Tato diplomová práce se zabývá zhodnocením vlivu pachových látek a částic z intenzivního chovu drůbeže na životní prostředí. Měření bylo provedeno na rodinné farmě U lesa na jaře a na podzim v roce 2017. Výkrm brojlerů zde probíhá ve čtyřech výkrmových halách s celkovou kapacitou 103 000 ks. Drůbež je na farmě vykrmovaná 238 dní během kalendářního roku po 7 turnusech. Odběr vzorků byl proveden z jedné z těchto hal. Naměřená hodnoty u pachových látek se pohybovala od 59  $ouE/m^3$  až po 215  $ouE/m^3$ . Rozsah výrobní měrné emise se byl mezi 0,013828 až 0,298366 ( $ouE/ks/s$ ). Vyhodnocení pachových látek bylo provedeno metodou dynamické olfaktometrie dle normy ČSN EN 13 725. Prachové částice frakce  $PM_{10}$  byli naměřeny v rozmezí 0,061  $mg/m^3$  po 0,0765  $mg/m^3$ . Částice frakce  $PM_{2,5}$  vykazovaly hodnoty 0,042  $mg/m^3$  po 0,1535  $mg/m^3$ . Pomocí metodiky pro měření prachových částic byla zjištěna výrobní měrná emise částic  $PM_{10}$  mezi 0,0000179 až 0,0001094 ( $mg/ks/s$ ) a  $PM_{2,5}$  0,0000642 až 0,0001672 ( $mg/ks/s$ ). Tato data byla porovnána s příslušnými imisními limity dle přílohy č. 1 k zákonu o ovzduší č.201/2012 Sb., imisním pozadím v lokalitě a byla pro ně vypracována rozptylová studie.

**Klíčová slova:** Drůbež, emise, zápach, prach,  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$ , životní prostředí

## **Anotation**

This thesis is about evaluation of the influence of odorous substances and dust particles from intensive poultry farming to the environment. Measurement was done on a family farm near the forest in spring and autumn in 2017. The fattening of broilers is carried out there in four fattening halls with a total of 103,000 units. Poultry is fattened on the farm for 238 days during the whole calendar year after 7 batches. Sampling was carried out from one of these halls. The values obtained are ranged from 59 *ouE* / m<sup>3</sup> to 215 *ouE* / m<sup>3</sup> for odorous substances and particulate matter PM<sub>10</sub> ranging from 0.061 mg to 0.0765 mg. PM<sub>2.5</sub> dust particles showed values of 0.042 mg after 0.1535 mg. Evaluation of odorous substances was performed by the method of dynamic olfactometry according to the standard ČSN EN 13 725. The values obtained were ranged from 59 *ouE* / m<sup>3</sup> to 215 *ouE* / m<sup>3</sup>. The range of production specific emissions was between 0.013828 and 0.298366 (*ouE* / ks / s). The PM<sub>10</sub> particle emission production rate between 0,0000179 and 0,0001094 (mg / pc / year) and PM<sub>2,5</sub> from 0,0000642 to 0,0001672 (mg / pc / year) was determined using the particulate measurement methodology. These data were compared with the relevant air pollution limits according to Annex No. 1 to the Act on Air Protection No.201 / 2012 Coll., Immission background in the locality and a dispersion study was prepared for them.

**Keywords:** Poultry, Emission, Odor, Dust, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, Environment

### **Poděkování**

Srdečně děkuji vedoucímu mé diplomové práce Ing. Ivu Celjakovi, CSc. za dobré vedení, materiální prostředky a věcné připomínky. Dále je na místě poděkovat doktorandu Ing. Radimu Kunešovi, který dohlížel na průběh mého výzkumu. V neposlední řadě patří velké poděkování mým rodičům, kteří mi byli neustálou oporou.

## Obsah

Úvod .....	10
1. Ochrana životního prostředí .....	11
2. Význam a vývoj chovu drůbeže .....	14
2.1 Historie chovu drůbeže.....	14
2.2 Hybridní masných plemen.....	14
2.3 Produkce drůbežího masa.....	15
3 Chov zvířat a stájové mikroklima.....	18
3.1 Welfare zvířat.....	18
3.2 Mikroklima prostředí.....	19
3.3. Plyné emise z chovu drůbeže .....	23
4. Pachové emise z chovu drůbeže .....	28
4.1. Základní charakteristika pachových látek .....	28
4.2. Vnímání pachů.....	29
4.3. Vliv pachových látek na zdraví obyvatel .....	31
4.4. Měření pachových látek .....	32
4.5. Dynamická olfaktometrie .....	33
5. Pevné emise z chovu drůbeže.....	35
5.1. Typy prachových částic .....	36
5.2. Metody určování zdroje znečištění ovzduší .....	39
5.3. Metody stanovení prašnosti ve stájích.....	40
6. BAT technologie .....	42
7. Cíl práce.....	44
8. Metodika.....	45
8.1. Charakteristika podniku.....	45
8.2. Měřicí přístroje .....	48
8.3. Odběry vzorků .....	50
8.4. Měření emisí pachových látek.....	51
8.5. Měření emisí prachových částic .....	53
8.6. Rozptylová studie .....	55
9. Výsledky.....	62
9.1. Výsledky měření pachových látek.....	62
9.2. Výsledky měření prachových částic .....	64



9.3. Vyhodnocení rozptylové studie .....	65
10. Diskuze a závěr.....	68
Přílohy .....	70
Literární zdroje .....	73
Internetové zdroje: .....	81

## Úvod

Produkce drůbežího masa a výrobků z něj zaznamenal v posledních dvou desetiletích velký rozmach. Chovatelský a zpracovatelský průmysl dokázal na tyto změny reagovat intenzifikací výroby. Většinu farem živočišné výroby lze charakterizovat jako vysoce specializované chovy, koncentrované na vysokou produktivitu. Jedná se o intenzivní chovy zvířat, které se staly předmětem pozornosti široké veřejnosti, díky dopadu na životní prostředí. Jedním z problémů je nepříjemný zápach šířící se v okolí chovů, ten se stal častým podmětem ke stížnostem místních obyvatel. Nejenom zápach, ale zvláště prachové částice mají nepříjemné dopady na zdravotní stav obyvatel v blízkém okolí. Problematika ochrany životního prostředí z hlediska zemědělství je diskutována relativně krátkou dobu. Dopady na životní prostředí z intenzivního chovu hospodářských zvířat se zhoršilo v 80. letech, ačkoliv se o kontaminaci půd a ovzduší vědělo již dříve. Specializovaná agentura OSN pro výživu a zemědělství FAO označila právě intenzivní chovy hospodářských zvířat jako jednu z hlavních příčin těch nejvážnějších problémů životního prostředí, to se týká především intenzifikace produkčních systémů chovu drůbeže, prasat a dojnic. Vedoucí oddělení organizace FAO pro záležitosti chovu zvířat p. Steinfeld prohlásil, že: *„pokud nechceme zhoršovat škody na životním prostředí nad současnou úroveň, pak musí být ekologické náklady na jednotku živočišné produkce zmenšeny na polovinu“*. V současné době je ve vyspělých zemích kladen velký důraz na zlepšování kvality ovzduší. S tím souvisí i zvýšená pozornost na kvalitativní stránku rozvoje zemědělství. A to takovým způsobem, aby byla zajištěna jeho trvalá udržitelnost a předpokládaný nárůst produkce, který zajistí potřeby i příštím generacím bez jejich omezení a kvality životního prostředí.

## 1. Ochrana životního prostředí

Problematika ochrany životního prostředí z hlediska zemědělství je diskutována relativně krátkou dobu. Dopady na životní prostředí z intenzivního chovu hospodářských zvířat se zhoršilo v 80. letech, ačkoliv se o kontaminaci půd a ovzduší vědělo již dříve (IPPC, 2017). Složky životního prostředí jsou negativně ovlivňovány v mnoha ohledech. Podle organizace FAO (Organizace pro výživu a zemědělství) má masný průmysl a chov dobytka na svědomí až 18 % celkového množství emisí skleníkových plynů. Díky tomu má větší ekologický dopad na životní prostředí než veškeré emise ze světové dopravy (STEINFELD a kol., 2006). Je vyvíjen stále větší tlak na životní prostředí v podobě narušování atmosféry, znečištění ovzduší, spotřebě vody a půdy, poškození biodiverzity v globálním i regionálním měřítku. Mnozí odborníci tvrdí, že intenzivní živočišná výroba představuje jak v krátkodobém, tak v dlouhodobém horizontu velká rizika (TILMAN a kol., 2002). Vlivem živočišné produkce je do ovzduší uvolňována celá řada škodlivých plynů jako amoniak, metan, sulfan, oxid dusný, oxid uhelnatý, oxid uhličitý a další (BIOM, 2017). Specializovaná agentura OSN pro výživu a zemědělství FAO označila právě intenzivní chovy hospodářských zvířat jako jednu z hlavních příčin těch nejzávažnějších problémů životního prostředí, to se týká především intenzifikace produkčních systémů chovu drůbeže, prasat a dojnic. Zemědělská činnost je v současné době provozována na přibližně 49 mil. km<sup>2</sup> tedy asi 39 % zemské souše. Orná půda zaujímá zhruba 14 mil. km<sup>2</sup>, trvalé travní kultury přes 1.5 mil. km<sup>2</sup> a pastviny cca 33,5 milionu km<sup>2</sup>. Jedna třetina orné půdy je užívána pro pěstování krmiva pro zvířata. Celkově je tedy pro živočišnou výrobu určeno asi 30 % zemské souše (SKOET a kol., 2006). Vědci uvádějí, že 87 % vody spotřebované pro produkci potravin spotřebuje živočišná výroba (THALER, 2013).

## **Integrovaná prevence a omezování znečištění**

Chov drůbeže je neodmyslitelně spojen s produkcí emisí amoniaku a zejména pachových látek do ovzduší, kdy se zápach šířící se do vzdálenosti stovek metrů od produkčních hal, stává příčinou stížností obyvatel (ZEMĚDĚLEC, 2017). V sousedním Německu byl tlak tak vysoký, že provozovat velkochov bez nejlepší dostupné techniky omezující emise amoniaku je téměř nemožné (VUZT, 2017). Dle zákona č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a omezování znečištění, jsou nejlepší dostupné techniky (BAT – Best Available Techniques) definované jako nejúčinnější a nejpokročilejší stadium vývoje technologií a činností a způsobů jejich provozování, které ukazují praktickou vhodnost určitých technik navržených k předcházení, a pokud to není možné, tak k omezování emisí a jejich dopadů na životní prostředí, přičemž:

- a) technikami se rozumí jak použitá technologie, tak způsob, jakým je zařízení navrženo, vybudováno, provozováno, udržováno a vyřazováno z provozu,
- b) dostupnými technikami se rozumí techniky vyvinuté v měřítku umožňujícím zavedení v příslušném průmyslovém odvětví za ekonomicky a technicky přijatelných podmínek s ohledem na náklady a přínosy, pokud jsou provozovateli za rozumných podmínek dostupné bez ohledu na to, zda jsou používány nebo vyráběny v České republice,
- c) nejlepšími se rozumí nejúčinnější technika z hlediska dosažení vysoké úrovně ochrany životního prostředí.

Dosažení nejlepších dostupných technik při provozu velkých průmyslových a zemědělských zařízení představuje jeden z nejvýznamnějších nástrojů v ochraně životního prostředí jako celku a je nejdůležitější součástí procesu integrované prevence a omezování znečištění IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control - Integrovaná prevence a omezování znečištění). Při hodnocení a stanovení nejlepších dostupných technik se vychází především z technické úrovně zařízení, zejména z pohledu dosahované úrovně emisí do ovzduší, vody a půdy, množství produkovaných odpadů, materiálové a energetické náročnosti, nástrojů

environmentálního řízení, ekonomických možností provozovatele zařízení při dosažení regionálních standardů životního prostředí. Důležitými podklady, které musí být v rozhodování zohledněny, jsou plány snižování emisí, plány odpadového hospodářství, podmínky provozu vycházející z dokumentace a stanoviska EIA (Environmental Impact Assessment - Vyhodnocení vlivů na životní prostředí), atd. Získané údaje se následně porovnávají s definovanými nejlepšími dostupnými technikami, začleněnými do evropských referenčních dokumentů o nejlepších dostupných technikách (Reference Document on Best Available Techniques BREF). BREFy neberou v úvahu místní podmínky a nemají povahu závazných předpisů, jsou zpracovávány a vydávány odbornými institucemi Evropské komise se zastoupením všech členských států na základě výměny informací mezi národními technickými pracovními skupinami (TPS) jednotlivých členských zemí. Celá práce je koordinována Evropskou kanceláří IPPC se sídlem ve španělské Seville. Její hlavní náplní je příprava referenčních dokumentů pro zařízení vyjmenovaná v Příloze I Směrnice EP a Rady 2008/1/ES. Anglické originály a české překlady všech BREFů jsou dostupné na portálu IPPC (IPPC, 2017).

## **2. Význam a vývoj chovu drůbeže**

### **2.1 Historie chovu drůbeže**

Pod termín „drůbež“ zahrnujeme domestikované ptáky, chované především na maso, vejce, peří atd. Drůbež lze tedy rozdělit na hrabavou (kur domácí, perlička, krůta, křepelka, páv), vodní (kachna, husa) a ostatní (pštrosi, holubi, bažanti a koroptve). Kur domácí se rozděluje na nosný užitkový typ a na masný užitkový typ (STEINHAUSER a kol., 2000). První zmínky o domestikaci drůbeže se objevují již ve staré Číně, spisech starých 4800 let. Kur domácí byl nejdříve chován z náboženských důvodů. Kohout byl považován za ptáka bohů slunce, světla a života, jehož kokrhání oznamovalo svítání. Domestikovaní kurové se začali šířit z Asie přes dnešní Pákistán, později přes Persii do Mezopotámie (asi 2000 let př. n l.), do Anglie a Španělska. Využívat kura domácího pro produkci masa a vajec se začalo až později v Evropě a v Americe. Postupnou selekcí a křížením vznikly první primitivní krajová plemena. V roce 1746 popsal Carl Linné první 4 plemena domácích kurů. Tím také začalo využívání drůbežího masa a vajec. Vznikala kulturní užitková plemena i hybridní kříženci s vysokou produkcí vajec nebo s rychlým nárůstem hmoty (PROMBERGEROVÁ, 2012). Drůbež se vyznačuje intenzivním metabolismem, jehož následkem je relativně rychlý nárůst hmoty jedinců, časně pohlavní dospívání s vysokou reprodukční schopností a adaptabilitou (VÁCLAVOVSKÝ a kol., 2000).

### **2.2 Hybridi masných plemen**

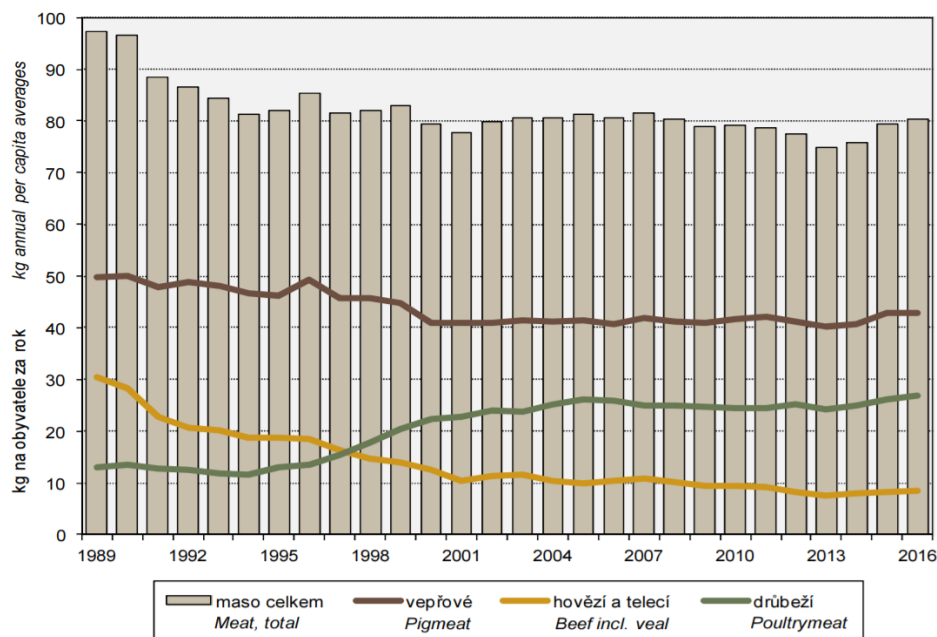
Hybridi masných plemen brojlerů jsou kuřata jak samčího, tak samičího pohlaví, která dosahují porážkové hmotnosti 1,7 – 2,0 kg. Oddělování kuřat dle pohlaví se při výkrmu neprovádí, i když by to bylo účelné opatření zvyšující ekonomiku, neboť kohoutci dosahují dříve potřebné porážkové hmotnosti než slepičky (VÁCLAVOVSKÝ a kol., 2000). Pro šlechtění kuřat při výkrmu brojlerů je třeba používat ty plemena, která mají maximální přírůstky hmoty v nejkratším čase (Běžně je délka výkrmu 35 dní). Těmto požadavkům vyhovuje plemeno kornyš. Toto plemeno je užíváno jako takzvané otcovské plemeno, jehož reprodukční vlastnosti,

tedy snáška vajec, jsou v záporné korelaci s růstem. Plemeno kornyš je chováno v různých variantách. Nejčastější je varianta se žlutou kůží a žlutými běháky, s listovým hřebenem a s dominantně bílou barvou peří. Další varianty jsou plemena s bílými běháky a bílou kůží, s ořechovým hřebenem a s červenou barvou peří. Jako mateřské plemeno při hybridizaci se využívá plymutka bílá, jejíž růstové vlastnosti a utváření těla není tak dobré jako u plemena kornyš, ale její reprodukční vlastnosti jsou dostatečné. (VÝMOLA a kol., 1994). Kříženci kornyšky neboli brojleři, kvůli jejich rychlému růstu mývají často zdravotní problémy. Imunitní systém nestačí na rychlost vývoje těla, a proto jsou brojleři vnímaví na mnoho onemocnění. Nejobvyklejší jsou boláky na hlezecích, pařátech a na prsou, otlaky na prsou, na nohou a ascites (voda v břiše). Tyto stavy způsobují vážné komplikace při průmyslovém výkrmu brojlerových kuřat (DROWNS, 2012)

### **2.3 Produkce drůbežího masa**

Produkce drůbežího masa zejména pak kuřecího zaznamenala v uplynulých letech razantní vývoj. Zvyšující se poptávka ze strany spotřebitelů o kvalitní zdroj bílkovin podpořený příznivou cenou ve srovnání s ostatními druhy masa vede k dynamickému nárůstu poptávky po této komoditě (MATES, 2010).

Graf č.1. Spotřeba potravin v roce 2016 (CZSO ,2016).



Organizace FAO uvádí, že každý člověk na zemi zkonzumoval v roce 2010 průměrně 41,8 kg masa, což je meziroční pokles o 0,3 % v porovnání s rokem 2009. Do tohoto roku průměrně stoupala meziroční spotřeba o 200 gramů (NEHASILOS, 2010). V průmyslově rozvinutých zemích spotřeba masa průměrně stagnuje, popřípadě klesá. Tento kurz je dán především změnou životního stylu obyvatel. Obecné povědomí o škodlivosti nadměrné konzumace živočišných výrobků včetně masa, často spojovaných s tzv. „civilizačními“ chorobami jako: obezita, vysoký krevní tlak a infarkt myokardu. Tento trend nastavují převážně mladé generace spotřebitelů, kteří si navíc uvědomují etické problémy s chovem a porážením zvířat (INGR, 2008).



V České republice je drůbeží maso v oblíbenosti hned za vepřovým (41,3 kg v roce 2016). To je dáno především kulturně historickým vývojem spojeným s chovem vepřů. Současný vývoj konzumace vepřového masa však ukazuje klesající trend. Meziročně o 0,8 kg, v roce 2012 byla spotřeba průměrně o 6,8 kg menší než v roce 1993. Oproti tomu konzumace drůbežího masa (25,2 kg v roce 2012) meziročně roste o 0,7 kg. Rozdíl v konzumaci mezi roky 1993 a 2012 byl dokonce 13,5 kg (ČSÚ, 2014).

## 3 Chov zvířat a stájové mikroklíma

### 3.1 Welfare zvířat

Zvířata jsou vnímající organismy a povinností chovatelů je, aby v souladu s vydanými směrnici plnili požadavky, které vytvářejí vhodné prostředí k jejich chovu. Zejména se jedná o požadavky na kvalitu prostředí, ovzduší, vodu a výživu v souladu s biologickými potřebami, bezpečného ustájení, dostatečného prostoru pro předcházení zranění. Zajistit prostředí přiměřeně bohaté na podněty předcházející depresi, nudě a strachu. Pravidelně kontrolovat stavy zvířat, jejich zdravotní stav a v případě potřeby zajistit potřebná opatření. Požadavky na welfare zvířat jsou průběžně upravovány jako součást legislativy a pro chovatele jsou závazné (ŽIŽLAVSKÝ a kol., 2002). Welfare zvířat je definováno jako optimální stav všech materiálních a nemateriálních podmínek, které jsou předpokladem pro zdraví organismu, kdy je zvíře v souladu s jeho životním prostředím. Nejedná se přitom jen o splnění základních podmínek života a zdraví zvířat, předpokládá stejně tak i ochranu před fyzickým i psychickým strádáním a týráním ze strany chovatele. Základní charakteristika welfare byla stanovená v roce 1965 ve Velké Británii komisí na ochranu práv zvířat a definováním takzvaných pěti svobod zvířat:

1. Zamezit žízni, hladovění a podvýživě.
2. Zajistit vhodné, před negativními vnějšími vlivy chráněné prostředí.
3. Zajistit prevenci poranění, choroby nebo bolesti.
4. Umožnit přirozené projevy chování v dostatečném prostoru spolu s ostatními zvířaty stejného druhu.
5. Zamezit stresu nebo utrpení.

Jedním ze tří základních faktorů welfare je chovatel, jeho etická citlivost, vztah ke zvířatům, schopnost dedukovat behaviorální projevy, jako reakce na chybné podmínky chovu a v neposlední řadě šetrnost zacházení se zvířaty. Druhým faktorem je kvalita chovu, zahrnující pravidelnost a úroveň krmení a napájení, velikost a stálost skupin zvířat, spolehlivost technologických zařízení. Třetím faktorem je kvalita ustájení a její všechny parametry (GÁLIK, 2015). Intenzivní formou chovu je vytváření prostředí pro drůbež, které je odlišné od přirozených podmínek a na které se dlouhodobým vývojem přizpůsobila. I v těchto podmínkách se však uplatňují některé vrozené pudy a instinkty. Nebude-li chovatel tyto činitele respektovat, vytvoří tím stresové stavy, které ovlivní chování drůbeže, ale i její užitkovost. Proto je velmi důležité znát reakce drůbeže, jejich zvyky a přizpůsobivost k různým podmínkám vnějšího prostředí a plně využít tyto faktory při rozhodování o technologickém postupu odchovu, chovu či výkrmu (VOŘÍŠKOVÁ a kol., 2001).

### **3.2 Mikroklima prostředí**

Zvyšující se požadavky na kvalitu a objem živočišné produkce znamenají potřebu zkvalitnění stájových podmínek pro všechny druhy hospodářských zvířat. Patří sem i mikroklimatické podmínky ovlivňující užitkovost a zdraví zvířat. Charakter mikroklimatu stáje je dán mimo jiné stavem vzdušného prostředí, tvořeného fyzikálními, chemickými a biologickými faktory (ŠOCH, 2005). Mezi faktory fyzikální patří teplota, proudění vzduchu, vlhkost vzduchu, osvětlení, atmosférický tlak a hluk. Mikroklima stáje také ovlivňují chemické faktory jako plyny: oxid uhličitý, metan, amoniak a sirovodík. Biologickými faktory jsou prach a mikroorganismy. Podmínky vnějšího prostředí (fyzikální, chemické a biologické faktory) působí na organismus ustájených zvířat a také na stájovou technologii. Mikroklimatické parametry jsou ovlivňovány způsobem vytápění a větrání stáje, venkovními povětrnostními podmínkami, množstvím a činností lidí i zvířat, strojů, přístrojů i osvětlení, tepelnou zátěží prostoru vlivem provozovaných technických zařízení a tepelně-technickými vlastnostmi stavby. V chovných halách je třeba zajistit optimální stav mikroklimatu, díky kterým je možné docílit nejlepší konverze krmiva, a tím i přírůstku. Mikroklima stáje je jedním se z nejvýznamnějších faktorů, které ovlivňují organismus zvířat (AUTOMA, 2018).

## Teplota

Tělesná teplota kuřat po vylíhnutí je asi 38 - 39°C, ta se až po deseti dnech po vylíhnutí zvyšuje na 41,7°C. Úhyn kuřat nastává, jestliže jejich tělesná teplota klesne pod takzvanou letální teplotu, která je u čerstvě vylíhnutých kuřat 15,5°C, u kuřat desetidenních 18,8°C, u šestnáctidenních 19,4 – 20,5°C a starších pak 23,4°C. Při nízké okolní teplotě se zvyšuje spotřeba krmiva, zrychlují se metabolické procesy v organismu, produkce tepla a spotřeba kyslíku, zvětšuje se množství uloženého tuku v podkoží a zlepšuje se kvalita opeření. Na kuřata působí nepříznivě i vysoká teplota prostředí. Například teplota prostředí 39,4°C při vlhkosti 50 - 60% způsobuje totální úhyn kuřat do 24 hodin pokud jejich tělesná teplota stoupne nad horní hranici letální teploty, která je u jednodenních kuřat 46,6°C. U dospělé drůbeže se letální teplota pohybuje okolo 45,47°C, zde záleží na stupni aklimatizace a na druhu a plemene (TULÁČEK, 2002, LEDVINKA a kol., 2008). Vysoká teplota prostředí způsobuje také tzv. tepelný stres. Kuřata dokáží regulovat svou tělesnou teplotu dvěma způsoby: přiměřeným a nadměrným ochlazováním. Od 13° do 25°C dochází k přiměřené ztrátě tepla prostřednictvím tzv. fyzické radiace a konvekce do chladnějšího prostředí. Pokud teplota prostředí vzroste nad 30 °C, dochází ke ztrátě tepla pomocí nadměrného ochlazování pomocí povrchového dýchání a zvýšenou rychlostí dýchání. Zvyšování rychlosti dechu pomáhá kuřatům regulovat tělesnou teplotu vypařováním vody ze vzdušných vaků a povrchu dýchacího ústrojí. Při přechodu kuřat do stavu tepelného stresu se zrychluje frekvence tepů, rektální teplota, zvyšuje se rychlost metabolismu a snižuje se okysličení krve. Takto vysoká fyziologická zátěž vyvolaná těmito reakcemi může být smrtelná. Předcházet tomuto stavu lze snížením hustoty zástavu, zajištěním studené a čerstvé pitné vody s nízkým obsahem soli, krmením v nejchladnější části dne, zvýšením rychlosti proudění vzduchu nad kuřaty na 2 - 3 m·s<sup>-1</sup> a minimalizováním dopadu sálavého tepla ze slunce (AVIAGEN, 2009; HUDSKÝ a kol., 1978).

## **Světelný režim**

Světelný režim jako jeden z nejdůležitějších faktorů prostředí působí jak na tělesný vývoj, tak na pohlavní dospělost. Zde se sledují čtyři základní hlediska: vlnová délka (barva světla), intenzita, délka denního osvětlení a střídání den / noc (SKŘIVAN, 2000). Světelný režim zásadně ovlivňuje růst a pohlavní dospívání kuřat. U drobných chovatelů je vhodné odchovávat kuřata na jaře, jelikož přirozený světelný režim pozitivně působí na jejich vývoj a růst. Pro intenzivní chovy, kde výkrm probíhá v bezokenních halách, je třeba vytvářet řízené prostředí se stanovenými parametry světelného režimu nezávisle na ročním období (HAVLÍN, 1983). Dříve se ve výkrmu brojlerů používal nepřetržitý světelný režim. Cílem tohoto režimu bylo dosažení maximálních přírůstků. Tento světelný režim je nastaven jako dlouhý světelný den, za kterého se svítí 24 hodin nebo 23 hodin a jednu hodinu je tma. Díky krátkému období tmy si kuřata zvykla na tmu, jako prevence pro případ možného výpadku proudu. Nevýhodou nepřetržitého světelného režimu je vysoká spotřeba elektrické energie a taktéž docházelo k náhlému úhynu kuřat (SKŘIVAN, 2000). Působením tmy však lze příznivě ovlivnit produktivitu kuřat, jejich zdraví, hormonální profily, rychlost metabolismu, produkci tepla, fyziologii a jejich chování. Pokud bychom vystavily kuřata neustálému světlu, mohlo by začít docházet k neobvyklým návykům, jako krmení a napájení z důvodu nedostatku spánku, ke zhoršení biologické užitkovosti a zcela jistě ke zhoršení dobrých životních podmínek kuřat (BROUČEK, 2011). Ve výkrmu se běžně užívá několik typů světelných režimů. Nejčastějším používaným je stálý světelný režim, kde se první týden výkrmu svítí 23 hodin a od 7. dne do konce výkrmu 14 - 16 hodin. U tohoto typu světelného režimu nemusí být ke konci výkrmu osvětlení dostatečné a může klesat spotřeba krmiva a tím i růst kuřat. Jiným typem je střídavý světelný režim, tedy, střídání světla a tmy v různých intervalech. Například 1 hodina světla a 3 hodiny tmy, nebo 2 hodiny světla a 2 hodiny tmy. Střídavý světelný režim lze považovat za výhodný, protože obecně zlepšuje růst kuřat, využití krmiva, snižuje defekty končetin, obsah tuku v těle a spotřebu elektrického proudu (SKŘIVAN, 2000).

## **Vlhkost vzduchu**

Relativní vlhkost vzduchu je třeba vždy posuzovat vzhledem k teplotě. Příliš nízká i příliš vysoká vlhkost vytváří nežádoucí prostředí pro drůbež. Nízká vlhkost, hlavně v prvních týdnech chovu, u mladých kuřat vysušuje sliznice a dává tak prostor pro rozvoj infekčních a respiračních chorob. Nepůsobí však pouze nežádoucí ovlivnění zdravotního stavu kuřat, ale také snižuje užitkovost. Kombinací nevhodných teplot a proudění vzduchu se tento negativní faktor ještě prohlubuje (VÝMOLA a kol., 1994). Při nízké vlhkosti taktéž vzniká nežádoucí množství prachových částic z krmiva a podestýlky drůbeže, prach potom působí jako nosné medium zárodků infekčních chorob. Vysoká vlhkost vzduchu naopak zvyšuje množství čpavku uvolněného z trusu a podestýlky. Uvolněný čpavek následně dráždí sliznice drůbeže a způsobuje rýmová onemocnění. Vysoká relativní vlhkost také napomáhá vzniku plísní (HAVLÍN, 1983). Nejvhodnější relativní vlhkost vzduchu je v rozmezí 50 - 70 %, na začátku výkrmového turnusu může dosahovat až 80 % (PROMBERGOVÁ, 2012; LEDVINKA a kol., 2008; SKŘIVAN a kol., 2000).

## **Proudění vzduchu**

Proudění vzduchu ovlivňuje vnitřní teplotu prostředí. Nadměrné proudění vzduchu není žádoucí zejména při nízkých venkovních teplotách, kdy může dlouhotrvající proudění působit jako stressový faktor a způsobit podchlazení organismu. Naopak při vysokých letních teplotách působí příznivě a zrychluje výdej tepla z organismu, čímž ho ochlazuje (MICHÁLEK a kol., 1995). Optimálním prouděním vzduchu (okolo 1,5 m/s) lze předcházet negativním vlivům způsobeným zvýšenou prašností (VÝMOLA a kol., 1994).

### 3.3. Plynné emise z chovu drůbeže

Důsledkem vysoké látkové výměny v organismu drůbeže a procesů probíhajících při rozkladu trusu, jsou intenzivní chovy drůbeže jedním ze zásadních zdrojů plynných emisí v životním prostředí (VÁCLAVOVSKÝ, 2000). Moderní chovy drůbeže se tyto negativní dopady snaží omezovat i s přihlédnutím k welfare chovaných zvířat, jejich užitkovosti a následně i ke kvalitě produktů. I přes veškerou snahu jsou intenzivní chovy stále spojovány s mnoha environmentálními dopady na životní prostředí (HAVLÍČEK a kol., 2007). V roce 1997 byla publikována revidovaná a doplněná metodika zabývající se emisními faktory (Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol 1-3.). Tato metodika byla následně v roce 2000 upravena a zpřesněna v publikaci „Zásady dobré praxe“ (Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National GHG Inventories). Metody a postupy popsané v těchto publikacích jsou závazné pro provádění emisních inventur ve všech smluvních státech Rámcové úmluvy. Dnešní emisní faktory jsou beze změny v platnosti od roku 2002, kdy bylo k zákonu č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší přijato nařízení vlády č. 353/2002 Sb., resp. nařízení vlády č. 615/2006 Sb., kterým se stanoví emisní limity a další podmínky provozování ostatních stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší, resp. v metodickém pokynu Odboru ochrany ovzduší k vyhlášce č. 415/2012 (EAGRI, 2017). Eliminace emisních plynů jako amoniak ( $\text{NH}_3$ ), oxid dusný ( $\text{N}_2\text{O}$ ), metan ( $\text{CH}_4$ ) a jiné z chovů drůbeže začala být aktuální s přijetím směrnice 96/61/EC v podobě zákona 76/2002 Sb. O integrované prevenci omezování znečišťování (z angl. Integrated Pollution Prevention and Control - IPPC) a o změně některých zákonů (Havlíček a kol., 2007). Výzkum s poměrem a dobou chovu drůbeže probíhá relativně krátkou dobu, řeší mnoho aspektů, které prozatím nejsou kvantifikovány. Měření znesnadňuje i vysoký rozptyl emisí, proto tam, kde nejdou naměřit přesné hodnoty, musí být tyto hodnoty odhadovány. Nárůst oxidu dusného, metanu a nemetanových prchavých organických látek (nmVOC) je spojen s uskladněním trusu uvnitř stáje. V případě pravidelného odkluzu trusu mohou být koncentrace těchto plynů na velice nízké úrovni. Koncentrace sirovodíku je většinou nízká, řádově jednotky ppm. Vyčíslení množství amoniaku, oxidu uhličitého a prachu bylo provedeno pro chov nosnic v systému ustájení s trusnou jámkou a ve voliérovém systému, pro brojlerů v systému chovu na

hluboké podestýlce. Je třeba upozornit, že koncentrace amoniaku mohou dosáhnout svého vrcholu 40 ppm ( $\text{g/m}^3$ ) v chovech brojlerů s nízkou podestýlkou podlahy. Množství  $\text{NO}_2$  a  $\text{CH}_4$  byly oproti okolí nepatrně zvýšeny. Tabulka č.1, znázorňuje příklady emisí v místě jejich vzniku (IPPC, 2017).

Tabulka č. 1. Emise a místo jejich vzniku (IPPC, 2017)

Emise	Produkční systém
Amoniak $\text{NH}_3$	Ustájení zvířat, sklady hnoje
Oxid dusný $\text{N}_2\text{O}$	Ustájení zvířat, skladování a rozmetání hnoje
Metan $\text{CH}_4$	Ustájení zvířat a ošetřování hnoje
Zápach (např. $\text{H}_2\text{S}$ )	Ustájení zvířat, skladování a rozmetání hnoje
Oxid uhličitý	Ustájení zvířat, energie použitá na dopravu a vytápění

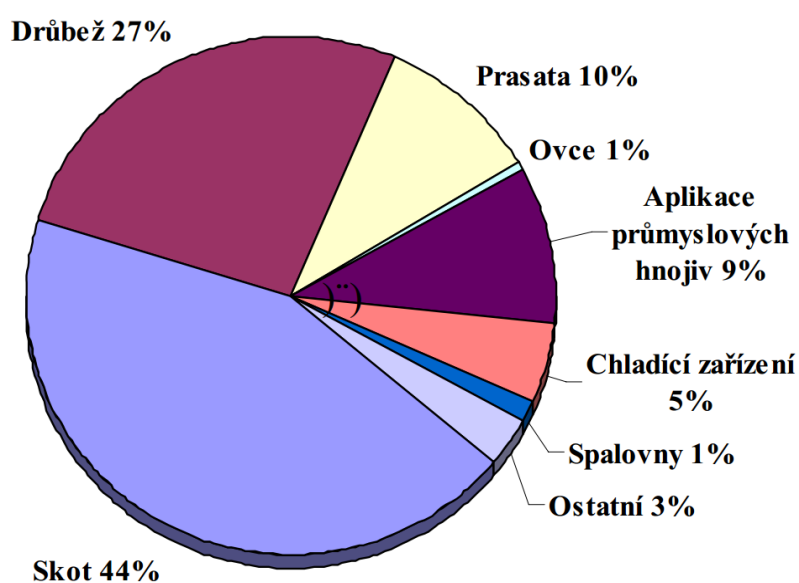
### Amoniak ( $\text{NH}_3$ )

Množství emisí amoniaku se v rámci České republiky pohybuje v rozmezí od 70 do 80 tis. tun za rok. Celosvětově pak 22 až 33 mil. tun ročně. V celkovém souhrnu je zemědělství s 90 % podílu na emisním znečištění amoniakem na prvním místě, dalších 8 % připadá na přírodní zdroje a pouhé 2 % pak náleží průmyslu a spalování fosilních paliv. Za normálních podmínek a v čistém stavu je amoniak bezbarvý plyn s typicky štiplavým a čpícím zápachem. Má žíravé a dráždivé účinky a je zásaditý. Za zvýšeného tlaku ho lze skladovat v kapalném stavu. V případě jeho vysoké koncentrace v poměru amoniak/vzduch – 1 : 2 může být výbušný. Amoniak rozpuštěný ve vodě je vysoce toxický pro vodní organismy a ryby. Vznik amoniaku je zapříčiněn především rozkladem močoviny v exkrementech zvířat. Výrazný podíl na tomto rozkladu má enzym ureáza (amidohydroláza), které produkují hlavně některé fekální mikroorganismy. Ureáza obsažená například v semenech luštěnin obohacuje exkrementy zvířat a přispívá k produkci amoniaku. Omezením zkrmování



luštěnin můžeme tento proces omezit (HAVLÍČEK a kol., 2007). Amoniak ve větší koncentraci dráždí krk, sliznice a oči zvířat. Z exkrementů stoupá do objektu, kde je odsáván ventilací. Množství amoniaku ovlivňuje především množství ustájených zvířat, složení krmiva, výkon ventilace, teplota prostředí, vlhkost a kvalita podestýlky (STUPKA a kol., 2009). Obtížný zápach vzniká především odpařováním mastných kyselin z exkrementů. Do 5 km v okolí stáje se uloží asi 30 % emitovaného amoniaku (HAVLÍČEK a kol., 2007). V grafu č.1, jsou znázorněny jednotlivé podíly zdrojů emisí amoniaku (BATTYE a kol.,1994).

Graf č. 2. Podíl jednotlivých zdrojů na celkových emisích (BATTYE a kol.,1994)



## **Metan (CH<sub>4</sub>)**

Jedná se o významný skleníkový plyn, jehož množství v atmosféře se značně zvýšilo díky expanzi zemědělské výroby. Metan je produktem mikrobiálních rozkladů organické hmoty za anaerobních podmínek. Je produkován bakteriemi, které rozkládají uhlíkaté sloučeniny v bachoru, kejďě nebo chlévské mrvě na metan a oxid uhličitý. Metan je ve vodě nerozpustný a uniká do ovzduší hned po vyprodukování. Hlavním faktorem ovlivňujícím intenzitu tvorby metanu v mrvě nebo v kejďě je podíl, který bude mikrobiálně rozkládán za anaerobních podmínek. Ty jsou dány především způsobem manipulace. Jestliže jsou exkrementy zvířat skladovány v pevném stavu, vytváří se podmínky pro aerobní rozklad a metan se tvoří minimálně (ŠIMERDA a HOLUB, 2010).

## **Sirovodík (H<sub>2</sub>S)**

Sirovodík vzniká při anaerobním rozkladu organických látek, především bílkovin s vyšším obsahem sirných aminokyselin. Je to bezbarvý, silně toxický plyn, který je i v malých koncentracích silně cítit po zkažených vejcích. Je těžší než vzduch a ve vodě je méně rozpustný (KURSA, 1987). Nebezpečím sirovodíku je jeho kumulativní charakter. V nízkých koncentracích není tak nebezpečný jako amoniak, avšak ukládá se v organismu a způsobuje chronické otravy, projevující se zejména poklesem hmotnosti, pocením, záněty spojivek a katarom horních cest dýchacích nebo chronickými poruchami nervové soustavy. Čich se proti němu rychle otupuje a jeho silný zápach se projevuje jen při nižších koncentracích (ZEMAN, 1994). Výskyt sirovodíku můžeme očekávat pouze při zanedbání správných hygienických podmínek. Maximální možná koncentrace ve stáji je 0,001 %. Při koncentracích okolo 0,2 mg/l<sup>-1</sup> způsobuje celkovou otravu organismu drůbeže a smrt (KIC a BROŽ, 1995).

## **Oxidy dusíku**

Oxidy dusíku jsou z chovu hospodářských zvířat emitovány pouze za přítomnosti nitrifikačních a následně denitrifikačních procesů, kdy nitrifikace představuje mikrobiální oxidaci amoniaku za anaerobních podmínek, a denitrifikace je mikrobiální proces redukce nitritů a nitrátů za vzniku vzdušného dusíku za anaerobních podmínek (ŠIMERDA a HOLUB, 2010).

## **4. Pachové emise z chovu drůbeže**

V současné době je kladen velký důraz na zlepšování kvality ovzduší. Znečištění ovzduší pachovými látkami patří mezi vlivy, které mohou velice negativně ovlivnit kvalitu života v okolí jejich zdroje. Některé zdroje jsou situovány v poměrně husté zástavbě a pachovými látkami jsou zasaženy velké skupiny obyvatel (HAVLÍČEK a kol., 2007).

### **4.1. Základní charakteristika pachových látek**

Odoranty, neboli pachové látky jsou chemické sloučeniny emitované z různých zdrojů do atmosféry, kde se rozptylují a podléhají chemickým změnám (RICHTER, 2008). Odorant je látkou, která je zodpovědná za poskytování vjemu zápachu, zatímco zápach je vjem vnímaný účinek odorantu určený olfaktorickým systémem člověka (GOSTELOW a kol., 2001). Nové poznatky z této oblasti ukazují, že pachy a vůně mají nejsilnější účinky ze všech pachových vjemů působící bezprostředně na psychický stav. Ukazuje se, že žádná smyslová funkce se do podvědomí neukládá tak jako informace získané čichem (CSCHI, 2006). Rozlišujeme dvě základní dělení pachů. Přírodní, například procesy rozkladu organických látek a antropogenní. Antropogenními zdroji je převážně zemědělská a průmyslová činnost, emise z dopravy, ze sektoru služeb (restaurace) a lokálních topenišť. Zdroje pachových látek se stejně jako zdroje klasických znečišťujících látek dělí na zdroje bodové (komíny, výustě), plošné (čistírny odpadních vod, skládky), liniové zdroje (zemědělská chovná zařízení). Zvláštními zdroji pachových látek jsou fugitivní (kompostárny). Fugitivní zdroje jsou obtížně zachytitelné a identifikovatelné zdroje, uvolňující objektivně nezjistitelná množství pachových látek. Jsou jimi například hnojiště, netěsnosti v technologických rozvodech, otevřená okna a dveře u provozů emitujících pachové látky (BÍLEK, 2007; SCHLEGELMILCH a kol., 2005). Za určitých podmínek mají všechny látky organického původu schopnost uvolňovat molekuly, případně atomy, které charakterizují jejich složení. Tyto uvolněné podíly, vysublimované nebo odpařené, dávají charakter jednotlivých pachů (CSCHI, 2006). Pachové látky se řadí převážně do následujících skupin chemických látek: uhlovodíky, skupiny látek obsahující síru,

např. sulfan, thioalkoholy, sulfidy, disulfidy, nearomatické thiocyklosloučeniny, dále aminy, diaminy, alkoholy, aldehydy, ketony, karboxylové kyseliny, étery, peroxidy a halogenderiváty (STRAKA a LACEK, 2008). Zápach lze považovat za významný faktor místního významu záporného charakteru. Síla, nebo také velikost západu se zvětšuje s velikostí produkční jednotky (HAVLÍČEK a kol., 2007).

## 4.2. Vnímání pachů

Intenzita pachů, které je člověk schopen vnímat zásadně závisí na použité látce nebo směsi látek. Člověk je schopen čichem rozpoznat i nepatrná množství voňavých nebo páchnoucích látek, které už často nejsou stanovitelné analytickými metodami. Absolutním prahem může být až 1 díl pachové látky na 50 miliard dílů vzduchu. Obecně se udává že netrénovaný člověk je schopen rozeznat 4 000 pachů, trénovaný až 10 000 pachů (ODOUR, 2017). Vnímání pachů člověkem je vždy velmi subjektivní, proto ho nelze jednoduše předpovídat. Přesto však byly pozorovány některé obecné vlivy na citlivost k pachům (GOSTELOW a kol., 2001). Na základě studie zkoumající vnímání pachů National Geographic Smell Survey, z roku 1986 bylo zjištěno, že citlivost ovlivňují faktory jako, věk, pohlaví, gravidita (fáze menstruačního cyklu), kouření, zdravotní stav a sociální vztahy k zdroji západu. Vnímání intenzity, rozpoznání pachů a přesnost ve slovním popsání pachů se snižuje s přibývajícím věkem a je častěji zřetelná u mužů (CORWIN a kol., 1995; GILBERT a WYSOCKI, 1989; GOSTELOW a kol., 2001; RUSSELL a kol., 1993). Starší osoby mají obecně zvýšené čichové prahy a vnímají pachy jako méně intenzivní ve srovnání s mladšími a dospělými (STUCK a kol., 2006). Dále bylo zjištěno, že pozorovaný s věkem související deficit ve vnímání západu je odorantově specifický. Některé pachy byly stejně dobře určeny v celé věkové kategorii a jiné ukazují citlivost k procesu stárnutí. Nepříjemně vnímané pachy se ukazují jako věkově nezávislé a pachy hodnocené jako příjemné, vykazují citlivost k věku. Jako u ostatních senzoričkých systémů, jsou zde velké individuální rozdíly ve stupni ztráty olfakce s přibývajícím věkem (KONSTANTINIDIS a kol., 2006). Z výsledků National Geographic Smell Survey vyplynulo, že těhotné ženy vnímají ve srovnání s ženami bez těhotenství pachy jako méně příjemné (GILBERT a WYSOCKI, 1991). Studie zkoumající citlivost k pachům v různých

fázích menstruačního cyklu zjistila, že ovulující ženy ve fertilní, estrogen-dominantní, fázi menstruačního cyklu jsou více citlivé k sociálním než k environmentálním pachům, protože sociální pachy působí jako chemický signál nebo zdánlivý feromon. Naopak ženy užívající orální antikoncepci, které jsou v progesteron-dominantní fázi (podobná ranému těhotenství) byly více citlivé k environmentálním pachům, kdy tato citlivost pravděpodobně funguje jako ochrana před škodlivými látkami z prostředí (LUNDSTRÖM a kol., 2006). Švédskou studií z roku 1991 se potvrdilo, že s přibývajícím věkem vzrůstá deficit v identifikaci i detekci pachů. Rozdíl mezi pohlavími ve vnímání pachů v této studii neměl významný vliv. Dále se ukázalo, že na vnímání čichu má určitý vliv i charakter osobnosti a negativní vliv mají určitá onemocnění, jako jsou například poruchy centrální nervové soustavy nebo epilepsie (LARSSON a kol., 2000). U lidí může dojít i k adaptaci, znecitlivění či naopak zvýšení citlivosti čichového vnímání. Poklesem ve vnímání intenzity pachu během nebo následkem opakované expozice těmto pachům. Znecitlivění se může objevit jako následek čichové únavy. Tímto lze vysvětlit situace, kdy pracovníci pachově zatíženého prostředí nemohou pochopit stížnosti sousedů, kteří jsou vystaveni pachům pouze dočasně (SCHIFFMAN, 1998). Naopak dlouhodobá expozice může vést ke zvýšení citlivosti na pach. Jednotlivci, kteří by neměli být zvláště citliví k pachům, se mohou stát přecitlivělými během vystavení akutním příhodám, nebo výsledkem opakované expozice obtěžujícím hladinám pachu (FREEMAN a CUDMORE, 2002). Dalšími možnými faktory v rozdílnosti čichového vnímání mezi lidmi jsou faktory kulturní, demografické, neuropsychologické, psychosociální a genetické (KONSTANTINIDIS a kol., 2006).

### 4.3. Vliv pachových látek na zdraví obyvatel

Pachy mohou způsobovat škálu nežádoucích reakcí u lidí v rozmezí od obtěžování až k dokumentovaným zdravotním účinkům. V oblastech vystavených pachovým emisím určitě není atmosféra celkové mentální, sociální nebo fyzické pohody, i přesto, že zde nemusejí být okamžitě patrné nemoci a choroby (NICELL, 2009). Pachové látky mohou ovlivňovat vnímající osoby i při koncentracích nižších než prahových (NIMMERMARK, 2004). Zaznamenanými somatickými symptomy při vystavení environmentálním pachům jsou bolest hlavy, nauzea, nevolnost, zvracení, dráždění očí, nosu a krku, slzení, kašel, dýchací obtíže, ucpání nosu, palpitace, poruchy spánku, těžkosti s usínáním, ospalost, ale i symptomy spíše psychosomatického rázu, jako jsou ztráta chuti, deprese, frustrace, stres, znepokojení, hněvivost a ztížená koncentrace (FREEMAN a CUDMORE, 2002; SCHIFFMAN, 1998; SCHIFFMAN a WILLIAMS, 2005; SUCKER, 2009). Pach může také ovlivnit náladu a emoce (SCHIFFMAN, 1995). Somatické symptomy nejsou přímo spojeny s expozicí pachům, ale jsou zprostředkovány obtěžováním v blízkosti různých průmyslových a zemědělských zdrojů (SUCKER, 2009). Při vystavení pachům velmi nepříjemným a extrémně vysokých intenzit, pachy mohou vyvolat zvláště gastrické symptomy (SUCKER, 2001). V dotazníkové studii akutních zdravotních účinků expozice zapáchajícím sirnatým látkám z papírny v Jižní Karelii ve Finsku byl zjištěn významný rozdíl v obyvateli udaném pocitu dušnosti mezi dvoudenními periodami s vysokým vystavením zapáchajícím látkám (maximální čtyřhodinové koncentrace 135  $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{H}_2\text{S}$ ) a srovnávací dvoudenní periodou s nízkým vystavením (čtyřhodinové koncentrace 0,1 - 3,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{H}_2\text{S}$ ). Dále byly během epizody vyšší expozice častěji pozorovány oční symptomy, kašel nebo dráždění hrtanu, nauzea a bolest hlavy, ale rozdíl nebyl významný (HAAHTELA a kol., 1992). Ostatní zaznamenané dopady pachů na život lidí zahrnují obtížné připravování jídla, snížené pohodlí během noci (omezené větrání), nesnadné praní a sušení prádla (prádlo načichne pachem), rozčarování návštěvníků oblasti postižené výskytem zápachu, útlum podnikání a venkovních aktivit (FREEMAN a CUDMORE, 2002).

#### 4.4. Měření pachových látek

Potřeba stanovení pachových látek a sledování pachů vznikla především na základě subjektivních pocitů a stížností občanů postižených oblastí. Existují dvě základní třídy metod měření zápachu. Jsou to analytické měření, odkazující se na odoranty, a senzorické měření využívající smysly lidských osob. Další metody k měření pachů a hodnocení míry obtěžování pachy jsou elektronické nosy, terénní průzkum, dotazníková šetření, statistika stížností, různé formy osobních i telefonických průzkumů obyvatel a metody využívající disperzního modelování znečišťujících látek. Každá z metod má své výhody i nevýhody (GOSTELOW a kol., 2001; FREEMAN a CUDMORE, 2002). Pro potřeby měření pachů byla vyvinuta objektivní metoda založená na subjektivním pozorování, jako například degustace vína či hodnocení voňavek, ale omezuje maximum vnějších vlivů pomocí statistických výpočtů vycházejících z logaritmického vnímání intenzity pachu a přísných omezení při měření. Metoda dynamické olfaktometrie je definována evropskou normou EN 13 72512 a je převedena do ČSN EN 13 725 (ODOUR, 2017). Principem olfaktometrie je ředění vzorků čistým vzduchem do takové míry, dokud jsou definovaní posuzovatelé (splňující kritéria normy ČSN EN 13 725) schopni tuto koncentraci vnímat, dosáhnout tzv. čichového prahu. Čichový práh je potom roven jedné pachové jednotce. Evropská pachová jednotka [ouE] je takové množství pachových látek, které při odpaření do 1 krychlového metru neutrálního plynu za standardních podmínek, vyvolá fyziologickou reakci komise posuzovatelů (prahová koncentrace detekce pachu) shodnou s reakcí vyvolanou dávkou 123 µg v n-butanolu rozptýleného v 1 m<sup>3</sup> neutrálního plynu za standardních podmínek (CELJAK a kol., 2016, CSCHI, 2006, ČSN EN 13 725, 2003). Koncentrace odorantu se měří pouze analyticky. Analytické měření se týká fyzických nebo chemických vlastností pachových látek. Zjišťuje se jím koncentrace jednotlivých odorantů a složení směsi pachových látek. Kvůli složité podstatě většiny pachů je pro identifikaci přítomných odorantů potřeba využít nejprve separační techniky. Často je používána kombinace plynové chromatografie a hmotnostní spektrometrie (GS-MS), která dovoluje identifikaci a kvantifikaci přítomných látek.



Analytické měření má výhodu objektivitu, opakovatelnosti a přesnosti, ale má také nevýhodu v tom, že pach vnímaný lidmi není jednoduché předpovědět z koncentrací jednotlivých odorantů vyskytujících se ve vzduchu kvůli existenci účinku interakce mezi jednotlivými látkami (Blanes-Vidal a kol., 2009; Gostelow a kol., 2001; Nicell, 2009).

#### **4.5. Dynamická olfaktometrie**

Dynamická olfaktometrie je metoda vyvinuta k měření pachu založena na subjektivním pozorování (podobně jako hodnocení voňavek a degustace vína). Pomocí statistických výpočtů vychází z logaritmického vnímání intenzity pachů (výběr komise) a přísných omezení při měření eliminuje maximum vnějších vlivů. V současné době je olfaktometrie nejobjektivnější metoda měření pachu (ODOUR, 2017). Princip olfaktometrie spočívá v naředění vzorku pachových látek s takovým množstvím neutrálního plynu, aby se dosáhlo nejmenší koncentrace pachu, kterou je schopna komise posuzovatelů zaznamenat tzv. čichový práh. Čichový práh je roven jedné pachové jednotce ouE. V plynném vzorku se koncentrace pachových látek stanoví jeho podáním komisi pozorovatelů s měnící se koncentrací pachových látek uskutečněnou ředěním vzorku neutrálním plynem tak, aby byl určen zředovací poměr při 50% prahové koncentraci. Při takovém poměru je definována koncentrace pachových látek rovna 1 ouE/m<sup>3</sup>. Koncentrace pachových látek ve sledovaném vzorku se pak stanoví jako násobek jedné evropské pachové jednotky na krychlový metr [ouE/m<sup>3</sup>]. Každý vzorek je měřen 3x v minimálně 10 koncentracích ředění, které provádí počítač. Do speciálních portů směřujících k čichovým receptorům lidských subjektů (panelistů) je střídavě přiváděn čistý vzduch a ředěný vzorek v intervalech 2,2s a rychlosti nižší než 0,5 m/s, panelisté odpovídají stisknutím tlačítka, zda zaznamenávají pach či nikoli a počítačový program ze zjištěných údajů následně vyhodnotí intenzitu pachu. Časová prodleva mezi dvěma podněty musí být dostatečně dlouhá, aby si posuzovatelé na zápach nezvykli. Na kontrolní vzorek neutrálního plynu musí posuzovatel odpovědět negativně, pokud některý z členů komise odpoví na slepé pokusy z více jak 20 % pozitivně, musí být z měření vyloučen. Teprve potom je vzorek vyhodnocen s 95% pravděpodobností. Měření se může zúčastnit až 8 členů komise (laicky nazývaných čičači). Počet platných odezev nesmí být menší než 4, proto se z důvodu zlepšení meze opakovatelnosti

a shodnosti doporučuje větší počet platných členů. Výsledek dílčích měření je uznatelný pouze v případě, odpoví-li kladně 50 % panelistů. V případě, že některý z nich vykazuje velké odchylky od průměru, musí být z měření vyloučen. Členové komise mohou být pouze lidé s dobrými čichovými vlastnostmi (ČSN EN 13 725, 2003). K dosažení opakovatelnosti vytvořeného čidla pachových látek členů komise, se volí posuzovatelé se specifickou citlivostí vůči referenční pachové látce – n – butanolu. Definovaný rozsah posuzovatelů olfaktometrického měření je potom daleko užší než podobný rozsah běžné populace. Komise pro posuzování pachových látek musí být starší 16 - ti let a motivována ke svědomitému provedení svého úkolu.

Důležité je také dodržovat kodex chování ke kterému se vztahuje:

- 30 minut před začátkem a v průběhu měření se nesmí kouřit, jíst, pít (s výjimkou vody), jíst bonbóny a používat žvýkáci gumu.
- Z důvodu přizpůsobení danému pachovému prostředí v laboratoři musí být členové komise 15 minut před začátkem měření přítomni v pachové laboratoři.
- Členové trpící nachlazením nebo jiným neduhem ovlivňující jejich vnímání musí být z komise vyloučeni (ODOUR, 2017; ČSN EN 13 725, 2003).

## 5. Pevné emise z chovu drůbeže

Pevnými emisemi (aerrosoly) se rozumí malé pevné částice, včetně vláken a polétavých částic rozptýlených v atmosféře, které se usazují vlastní hmotností, po nějakou dobu však mohou zůstat rozptýleny v ovzduší. Velikost těchto částic je od 1 mm do 100  $\mu\text{m}$ . Hmotností koncentrace prachových částic v určitém objemu vzduchu, v němž jsou prachové částice rozptýleny, je vyjádřen hmotnostní koncentrací v  $\text{kg}\cdot\text{m}^3$ . Morfologie prachové částice je definována jako obrazec vytvořený všemi body, které tvoří vnější povrch. Informace pro morfologii prachových částic jsou důležité k hodnocení účinku prachu na zdravotní stav živých organismů, ale také lze zjistit jejich zdroj nebo zdroje. (CELJAK a ŠÍSTKOVÁ, 2016). Některé částice prachu zůstávají trvale na místě jejich vzniku, jiné mění svou polohu působením různých vlivů. Například vlivem proudu vody po zemském povrchu (vodní eroze půdy a abraze hornin) nebo ve spodních vodách, další mění polohu vlivem proudění vzduchu (větrná eroze půdy a staveb), vlivem gravitace, vlivem rozmanitých sil, které mají svůj původ v přírodě (například prach ze sopečných výbuchů), (GÁLIK a kol., 2015). Václavovský (2000) uvádí jako jeden z hlavních zdrojů prachových částic krmné směsi, podestýlku, trus a peří drůbeže. Jedná se tedy o prach organického původu. Krmná směs ve formě sypkých peletovaných a granulovaných směsí zejména při činnosti zařízení pro krmení uvolňuje díky svému pohybu velké množství pevných částic do prostoru. Obvykle je prašnost vyšší v systémech s hlubokou podestýlkou než v klecových systémech. Prach slouží většinou emisím do ovzduší jako jejich nosič a vyšší koncentrace plyných látek jako jsou metan a  $\text{NO}^2$  jsou spojeny se systémy využívajícími hlubokou podestýlku. Zjištěné údaje ukázaly velké odlišnosti v koncentracích, jež se pohybovaly v úrovních neměřitelných nebo pouze na úrovni okolních koncentrací až po úroveň velmi vysoké. Obsah prachových částic ve vzduchu v halách s hlubokou podestýlkou je závislý na vlhkosti hluboké podestýlky, teplotě a vlhkosti vzduchu, stáří podestýlky a aktivitě drůbeže. Tvorba prachu je minimální při vlhkosti hluboké podestýlky kolem 40 %. S nižší vlhkostí, než uvádí literatura, se tvorba prachových částic zvyšuje (VÁCLAVOVSKÝ, 2000). V halách pro výkrm brojlerů se množství rozptýleného prachu pohybuje nejčastěji v rozmezí 5 – 30  $\text{mg}/\text{m}^3$ , v halách pro

odchov kuřat v klecích v rozmezí 2 – 15 mg/m<sup>3</sup> a v halách pro chov nosnic v rozmezí 6 – 12 mg/m<sup>3</sup>. Hygienická norma požaduje dosažení prašnosti ovzduší pod 10 mg.m-3 vzduchu. Na prachových součástech jsou usazeny patogenní mikroorganismy, viry i plísně a jsou spolu s prachem roznášeny do značné vzdálenosti od hal. Prach je také jednou z příčin typického zápachu v okolí hal (VÝMOLA a kol., 1994). Dle vnějších klimatických podmínek jsou prachové částice s klesající koncentrací šířeny v okolí stáje. Na uvolňování prachových částic do ovzduší pozitivně působí vyšší teplota, snížení vlhkosti vzduchu, vyšší rychlost a nižší tlak vzduchu. Naopak na sedimentaci prachu působí zvýšení vlhkosti, nižší rychlost proudění vzduchu a vyšší atmosférický tlak. (CELJAK a ŠÍSTKOVÁ, 2016). Pro klasifikaci negativních účinků na lidské zdraví jsou stanoveny dvě kategorie: akutní (tj. krátce trvající) a chronické (tj. dlouhotrvající). Vážnost zdravotních problémů se pohybuje v rozsahu od velmi mírného onemocnění nebo jen dýchacích obtíží až po smrt. Prach a látky na něj navázané vyvolávají akutní příznaky jako je podráždění, pálení očí, pálení v hrdle, ale mohou vést až k hospitalizaci pro akutní dýchací potíže (PROVAZNÍK a LENER, 2004). Z hlediska ohrožení lidského zdraví má kromě chemických, fyzikálních a biologických vlastností velký význam velikost částic prachu, a pro zhodnocení zdravotního rizika je nejdůležitějším kritériem skutečnost, jak hluboko mohou částice proniknout do dýchacího ústrojí (HOLLEROVÁ, 2007).

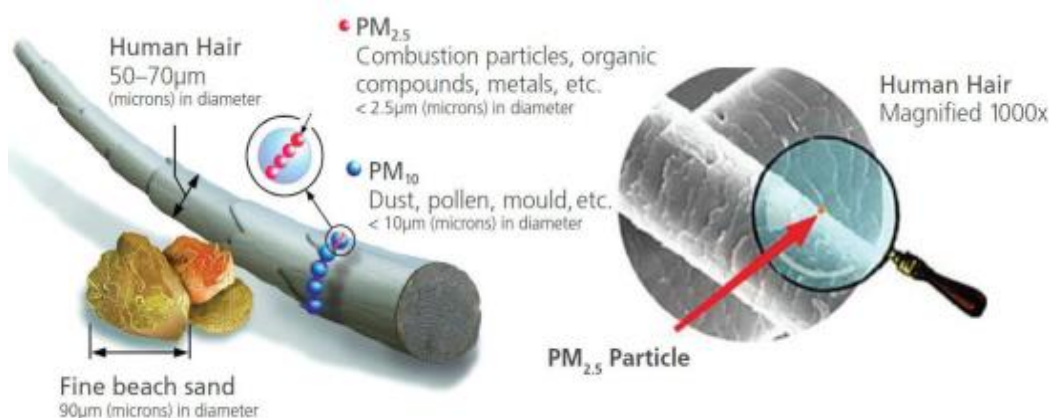
## 5.1. Typy prachových částic

Základní dělení prachových částic je dle jejich velikosti a jejich toxicity. Nejčastějším způsobem vniku do organismu je přes dýchací cesty. Podle složení a absorbovaných látek může prach působit dráždivě, toxicky, fibrogenně a alergicky. Poléťavý prach je vzhledem ke svým fyzikálním vlastnostem (relativně velký povrch s častým el. nábojem) ideálním nosičem celé řady polutantů. Z toho vyplývá, že samotný prach nemusí být složen z rizikové látky, ale navázané prvky (polutanty) toto riziko přinášejí (HOLLEROVÁ, 2007). Označení pro poléťavý prach vychází z anglického názvu "particulate matter". Jedná se o mikročástice o velikosti několika mikrometrů (µm) (CELJAK a ŠÍSTKOVÁ, 2016).

Tyto částice mají podle své velikosti specifické označení. Nejvíce užívané rozdělení vyvinula americká organizace pro ochranu přírody EPA. Ta rozděluje prachové částice podle jejich schopnosti pronikat do těl živých tvorů (SULLIVAN a PRATHER, 2005).

- **Jemné částice (<2,5 µm):** Částice vznikající jako vedlejší produkt průmyslové výroby, spalovacích procesů a jako důsledek chemických reakcí v atmosféře. Z chemického hlediska jsou částice tvořeny sloučeninami C, N, S, amonnými ionty, organickými a minerálními látkami, a různými oxidy kovů. V atmosféře tyto částice setrvávají dlouho dobu a díky své velikosti několika micrometrů mohou pronikat až do plicních alveol.
- **Hrubé částice (2,5-10 µm):** Tyto částice vznikají převážně mechanickou cestou například při drcení větších částic. Částice složené hlavně z uhlíkatých popílků, oxidů kovů, minerálů a jejich oxidů. Značnou část tvoří i látky organického původu, jejichž zdrojem jsou přírodní pochody a zemědělská činnost (HOLOUBEK, 2007).

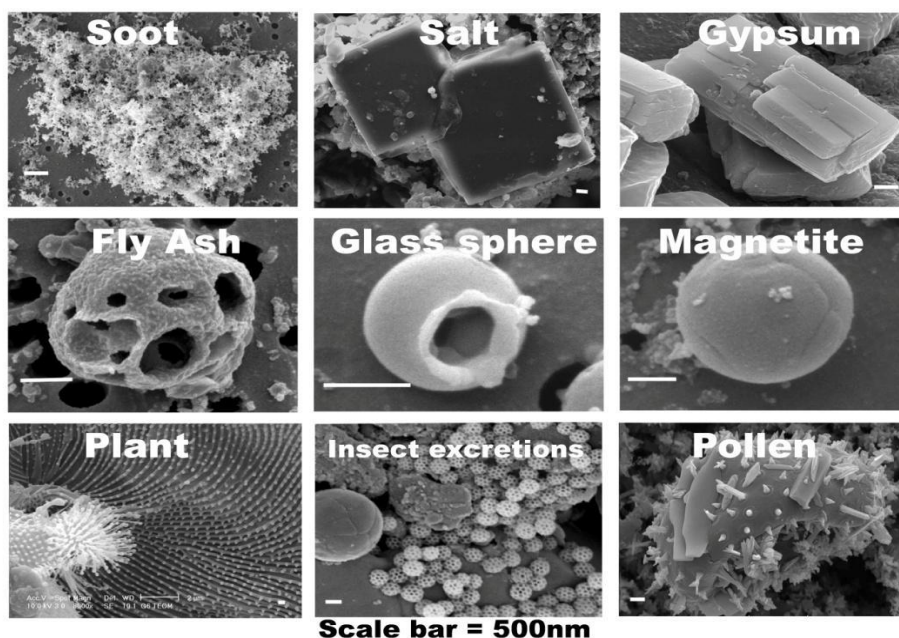
Obrázek č.1. Velikost prachových částic v porovnání s lidským vlasem (KIM a kol.,2014).



Částice prachu mají značně variabilní tvary. Jejich tvar je určen hlavně materiálem a cestou jakou vznikají. Obecně jsou děleny do tří základních typů:

- **Izometrické** – jedná se o částice pravidelného tvaru o stejné délce, šířce a výšce.
- **Ploché laminární** – mají tvar podobný vločce nebo (slída, laky a nátěrové hmoty, hobliny aj.).
- **Vláknité fibrilární** – částice tyčinkového nebo jehličkového tvaru (piliny, textilní vlákna a srst) (IMPROVE LIFE, 2016).

Obrázek č.2. Tvary různých typů prachových částic (IMPROVE LIFE, 2016).



## 5.2. Metody určování zdroje znečištění ovzduší

V současné době americká organizace EPA doporučuje tři základní metody určování znečištění ovzduší. Metody jsou založeny na nepřetržitém sledování, které označuje jako receptorové modelování. Jedná se o sledování proměnných potřebných pro statistickou analýzu. Následné modely jsou určeny pro výzkumné účely, návrhy a implementaci opatření ke znečištění. Kombinací s fyzikálně chemickými rozbory modely zohledňují i koncentraci škodlivých plynů aj.

- **CMB (Chemical Mass Balance)**

Metoda pracující s detailní chemickou analýzou a emisním profilem zdroje znečištění. Při použití této metody nelze jednoznačně oddělit zdroje situované blízko u sebe. Je třeba opakované měření, aby bylo možné určit emisní profil jednoho zdroje. CMB metoda neumožňuje ani analýzu časové variability. Emisní otisk zdroje je neměnný pouze za určitých podmínek.

- **UNMIX (EPA UNMIX) model**

Model matematicky rozkládá koncentrace chemických charakteristik tak, aby mohl být zjištěn podíl jednotlivých zdrojů znečištění. Následné chemické profily jsou generovány pomocí matematických postupů využívajících faktorovou analýzu. Umožňuje tedy matematický odhad počtu zdrojů a chemické složení emisí.

- **PMF (Positive Matrix Factorization)**

Používá faktorovou analýzu využívající lineární korelaci mezi velkým množstvím proměnných do menšího počtu faktorů. Jedná se o nejčastěji používaný typ analýzy, přestože nedokáže ve všech případech jednoznačně určit zdroj znečištění. (BRANIŠ a kol., 2015).

### 5.3. Metody stanovení prašnosti ve stájích

Pro stanovení obsahu prachových částic ve vzduchu se nejčastěji využívají dvě základní metody. První a jednodušší je vizuální metoda vhodná především pro částice větších rozměrů. Tyto částice se odeberou a vyhodnotí se jejich fyzikální a chemické vlastnosti. Následně se statisticky vyhodnotí výsledky. Tato metoda je relativně náročná na vybavení a čas. V praxi jsou lépe využitelné metody optické nebo fotometrické, jejichž základem je zjišťování změn v toku světelných částic. Díky možnosti změny vlastností světelného zdroje lze využít rozdílného odrazu různých typů částic. Tyto metody slouží k okamžitému zjištění stavu ovzduší (BRHEL a kol., 2005). Při měření prašnosti postupujeme tak, abychom získali podklady pro stanovení celkové vnější dávky. Z tohoto důvodu měříme průměrné koncentrace. Hlavní hygienik vydává standardní metody pro stanovení prašnosti na pracovištích, kde jsou popsány metody měření prašnosti. K měření se používají přístroje, které mají schválení hlavního hygienika (PROVAZNÍK a LENER, 2004).

#### Koniometrické metody

Princip koniometrických (číselných) metod je v zachycování částic na skle (nebo jiném materiálu) vystaveném proudu vzduchu o velké rychlosti. Částice prachu se dopadem na sklo zachytí. Pro zefektivnění metody lze sklo natřít lepkavou hmotou. Měření je velice rychlé a poskytuje okamžité hodnoty (FRANCL, 2005).

#### Koniometr

zachytává prachové částice ze vzdušného aerosolu. Skládá se ze vzduchové a optické části. Vzduchovou část je tvoří píst zakončený tryskou, která nasává vzduch. Množství nasávaného vzduchu lze nastavit dle předpokládané prašnosti v ovzduší na pístu konimetru na hodnotu 1; 2,5 nebo 5cm<sup>3</sup>. Optickou část je tvoří otočné kruhové podložní sklíčko, které je opatřeno lepkavým nátěrem (směs želatiny a glycerinu). Na podložním sklíčku je od sebe odděleno čtyřicet políček, určených k zachycení nasátých prachových částic. S jedním podložním sklíčkem může být provedeno maximálně 40 měření. K optické části také řadíme okulár, opatřený mikrometrickým měřítkem, které slouží k odlišení prachových částic větších než 5μm (CHLOUPEK a SUCHÝ, 2008).



### **Termoprecipitátor**

Další z metod měření je pomocí termoprecipitátoru kdy se 20 až 400 cm<sup>3</sup> prašného vzduchu se vede štěrbinou rychlostí 5 – 6 cm<sup>3</sup>/s. Termodifuzí se zachycují prachové částice na sklíčkách. Odečet výsledných hodnot se provádí pod mikroskopem v laboratoři. Tato metoda měření disponuje vysokou přesností měření (ČVUT, 2017).

### **Absorpce v kapalinách i v pevném prostředí**

Tato metoda spočívá v prosátí vzduchu přes nádobku (impinger) s kapalinou (nejčastěji alkoholem) po dobu alespoň dvaceti minut rychlostí 4 l/min. Výsledný počet prachových částic se počítá pod mikroskopem ve čtyřech Bürkerových komůrkách (CHLOUPEK a SUCHÝ, 2008).

### **Váhové (Gravimetrické) metody**

Princip gravimetrické metody spočívá ve vážení zachyceného prachu. Prvním krokem je zvážení čistého filtru v laboratoři. Ten je následně umístěn v přístroji, kde je jím filtrován znečištěný vzduch po dobu 24 hodin. Částice prachu jsou zachyceny na filtru. Přístroj je vybaven separačními hlavicemi pro měření částic PM<sub>10</sub> nebo PM<sub>2,5</sub>. Po expozici je filtr přemístěn zpět do laboratoře, kde je zvážen a rozdíl mezi čistým s ohledem na množství prosátého vzduchu přes exponovaný filtr udává přesné množství prachových částic v ovzduší (mg/m<sup>3</sup>).

### **Metoda stanovení prašného spadu**

Metoda obdobná měření atmosférických srážek s rozdílem toho že do sběrné lahve je po dobu expozice zachytáván prach. Následně se analyzuje množství a vlastností prachových částic. Tato metoda je určena pro dlouhodobou expozici a výsledky vyhodnocené pomocí laboratorní váhy jsou průměrovány (ČVUT, 2017).

### **Filtrační metody**

Metody, při kterých jsou užívány různé druhy filtrů (vatové, rozpustné, těkavé, membránové) Výpočtem rozdílu hmotnosti filtru před a po odběru získáme výsledné množství prachu, přičemž musíme znát množství prosátého vzduchu (CHLOUPEK a SUCHÝ, 2008).

## **6. BAT technologie**

### **Pračky vzduchu**

Omezení emisí ze stájí lze pomocí proplachovacích filtrů nebo praček vzduchu. Tyto technologie jsou široce užívány v Německu, Nizozemsku a Dánsku. Pračky vzduchu se umisťují jako samostatné objekty v místě umístění centrálního ventilátoru odvádějícího znečištěný vzduch. Velikostně se pračky vzduchu odvíjejí od množství přечиšťovaného vzduchu (ZEMĚDĚLEC, 2017). Běžně se užívají buď biologické nebo chemické pračky vzduchu. Biologické pračky dosahují vyšší účinnosti při odstraňování zápašných látek. Naopak chemické pračky efektivněji snižují emise amoniaku (GALÍK a kol., 2015).

### **Biologické pračky vzduchu**

Užívání biologických praček vzduchu (biofiltrů) slouží hlavně ke snížení zápachu. Odváděný vzduch je tlačěn přes biologicky aktivní vrstvu (drcené kořenové dřevo, štěpka nebo mulč z kůry) kde jsou látky obsažené v odváděném vzduchu zachytávány vlhkým filmem na filtračním materiálu (AGRONAVIGATOR, 2017). Odváděný vzduch je třeba zvlhčovat pomocí vysokotlakých rozprašovačů nebo předpíráním v rozprašovací případně náplňové pračce. Předvlhčený vzduch je veden přes tlakovou komoru roštovou podlahou do biologicky aktivního filtračního materiálu, kde jsou pomocí bakterií rozloženy nežádoucí složky. Výhoda biologických praček je čištění vzduchu bez užití chemikálií (GALÍK a kol., 2015). Jednou ze složek vzduchu odváděného ze stáje je Amoniak. Tento prvek díky své rozpustnosti ve vodě nadměrně obohacuje filtry dusíkem, v tom případě je nutná výměna vody. Dle existujících poznatků k odloučení prachu z chovů prasat postačí dostatečně zvlhčené biofiltry, avšak pro chovy drůbeže, kde je množství prachu násobné oproti chovu prasat je třeba dostatečně materiál zvlhčovat a biofiltry se nedoporučují. Odlučování vysokého množství amoniaku může mít za následek uvolňování sekundárních stopových plynů (AGRONAVIGATOR, 2017).

## **Chemické pračky vzduchu**

Chemické pračky vzduchu jsou užívány jak pro čištění vzduchu od prachu, tak od zápachu a amoniaku. Pomocí ventilátorů je stájový vzduch odváděn do cca 5 metrů vysoké šachty. Kde je skrácen velmi jemnými kapénkami vody z trysek, která je odváděna spirálovým sběračem vody ve spodní části šachty. Kapénky jsou obohaceny o částice prachu, amoniaku a pachových látek. Následně je ze sběrače voda odčerpávána do centrální recyklační čistící jednotky, kde je chemicky zbavena všech nečistot. Výhoda je v nepřemisťování velkého objemu vzduchu, ale relativně malém množství vody. V cirkulačním okruhu vody je využívána hlavně kyselina sírová, která se naváže na amoniak čímž vytvoří síran amonný. Účinnost závisí také na pH vody. Snižující efekt na emise amoniaku je v průměru 86 %, na emise prachových částic 89 % a na emise pachových látek cca 47 %. Provozní náklady jsou odvozeny zejména od vyšší spotřeby energie nutné na provoz cirkulačního systému vody a překonání tlakových ztrát ve ventilačním systému. (VUZT, 2017).

## **Ionizace vzduchu**

Technika ionizace vzduchu se začala ověřovat po roce 1985. Využívalo se jejího pozitivního vlivu na zlepšení výsledných parametrů odchovu telat a selat a zvýšení užitkovosti skotu a prasat. Po roce 1995 s nástupem nové měřicí techniky se začal zjišťovat její pozitivní vliv i na snižování emisí amoniaku. Po roce 2000 se ionizace vzduchu začala soustavně ověřovat jako jedna z možností eliminace  $\text{NH}_3$  a skleníkových plynů s perspektivou jejího zařazení do BAT technologií. S ohledem na eliminaci  $\text{NH}_3$  a  $\text{H}_2\text{S}$  v zápachové směsi úspěšně redukovala zápach z objektů chovů zvířat. Při tomto ověřování byl zjištěn i její vliv na redukcii celkového prachu – TSP (Total suspended particles) a zejména částic pod  $10 \mu\text{m}$  (DOLEJŠ, 2017).

Ionizace vzduchu využívá koronový výboj vysokého napětí. Během používání tohoto způsobu ionizace se zjistilo, že dodávání energie štěpí nejen molekuly kyslíku  $\text{O}_2$ , ale i molekuly dalších plynů ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  atd.). Proto bylo využito této metody k redukcii amoniaku a zápachu ve stájích (PULKRÁBEK a kol., 2005).

## **7. Cíl práce**

Cílem této diplomové práce je zhodnocení vlivů intenzivního chovu drůbeže na životní prostředí. Data byla získána měřením pachových látek pomocí dynamické olfaktometrie podle normy ČSN EN 13 725 a prachových emisí pomocí přístroje DUST TRACK II. Měření probíhalo na rodinné farmě U lesa. Získaná data byla vyhodnocena a porovnána s příslušnými emisními limity dle přílohy č. 1 k zákonu o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb.

## 8. Metodika

### 8.1. Charakteristika podniku

Měření prachových částic ( $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$ ) a pachových látek probíhalo na rodinné farmě U lesa, která se nachází v Sudoměřicích u Bechyně nedaleko Tábora. Tato farma se zabývá především výkrmem brojlerů, chovem masného skotu Aberdeen Angus, chovem koní a v neposlední řadě agroturistikou.

Obrázek č.3. Farma U lesa (AUTOR).



Výkrm brojlerů probíhá ve čtyřech výkrmových halách s celkovou kapacitou 103000 ks. Jednodenní kuřata ROSS 308 nebo COBB 500 jsou dodávány firmou Xavergen. Veškeré krmné směsi dodává firma Zemědělské služby Dynín (ZSD). Výkrmový turnus trvá 34 dní, kdy mají kuřata průměrnou hmotnost 2,10 při konverzi krmiva 1,70 kg. Vykrmená kuřata odebírá DZ Klatovy. Drůbež je na farmě vykrmovaná 238 dní během kalendářního roku po 7 turnusech. Délka výkrmu je 34 dní a zhruba 14 dní trvá příprava hal na další výkrm.

Obrázek č.4. Místo odběru vzorků (MAPY, 2018).



## **Technologie krmení**

Výkrm kuřat je zajišťován granulovanou krmnou směsí BR-1 Ross určenou do 12 dní stáří kuřat, BR 2A Cobb do 21 dní stáří kuřat, BR – 2B Cobb do 30 dní stáří kuřat a BR3 Cobb do ukončení výkrmu. Tato směs je zkrmována suchou formou v miskových krmítkách umístěných na dopravníku krmiva. Směs je automaticky doplňována do krmítek, a to spirálovitými dopravníky z venkovního zásobníku. Krmná linka je kompletně vyrobena firmou Big Duchman.

## **Technologie napájení**

Napájení zajišťují kapátkové napáječky o průtoku 80-90 l/min, složené z regulátoru tlaku se zařízením umožňující proplach, hliníkového profilu s protihřadovacím lankem, kapátky s podšálky a ventilu pro připojení medikátoru vody.

## **Technologie ventilace**

Ventilaci zajišťují 4 podtlakové štítové ventilátory s teoretickou výkoností 44 000 m<sup>3</sup>/h a 4 menší ventilátory o výkonu 22 000 m<sup>3</sup>/h. Ventilace hal je plně automatizována a řízena pomocí počítače DR 2. Regulace přiváděného vzduchu je řešena pomocí jednotlivých větracích klapek.

## **Technologie osvětlení**

V halách je použito plynule regulovatelné zelené welfare osvětlení, pozitivně působící na klid, pohodu a růst kuřat.

## **Technologie ustájení**

Výkrmové haly jsou délky 102 m, šířky 15 m a výšky 3 m. Jako stelivový materiál je užívána pšeničná sláma, ručně stlaná na betonovou podlahu v tloušťce 10 – 15 cm. Slisovaná sláma je uskladněna v balících pod střechou. Sláma se před každým výkrmovým turnusem naváží manipulátorem do hal po 8 balících. V průběhu výkrmu se již sláma nepřistýlá.

*Obrázek č.5. Chovná hala (AUTOR).*



## 8.2. Měřicí přístroje

### DUST TRAK II

Tento přístroj pracuje na principu odrazu laserového paprsku od částic v měřicí buňce a následného elektronického vyhodnocení. DUST TRAK II umožňuje měření prachových částic o velikosti 0,1 – 15  $\mu\text{m}$  (tuhé i kapalné do průměru 10  $\mu\text{m}$ ). Rozsah měření je od 0,001  $\text{mg}/\text{m}^3$  po 150  $\text{mg}/\text{m}^3$  s přesností 0,1 % z naměřené hodnoty, nebo 0,001  $\text{mg}/\text{m}^3$  při průtoku 3,0  $\text{l}/\text{min}^1$ . Přístroj dokáže zaznamenávat informace po dobu 45 dní v jednodominutových vzorcích.

Obrázek č.6. Přístroj DUST TRACK II (AUTOR).





## **Anemometr**

K měření rychlosti proudění vzduchu byl použit přístroj Anemometr Technoline EA-3010. Toto voděodolné zařízení slouží k zobrazení rychlosti větru s rozsahem od 0,2 do 30 m/s a přesností měření  $\pm 5 \%$ . Rychlost větru může být měřena v mph, km/h, m/s, nebo v uzlech. A zobrazena na Beaufordově stupnici. Na podsvíceném LCD displeji se zobrazuje teplota větru ve  $^{\circ}\text{C}$  nebo  $^{\circ}\text{F}$  s rozsahem  $-29,9^{\circ}\text{C}$  až  $+ 59^{\circ}\text{C}$  s přesností na  $0,1^{\circ}\text{C}$ . Intervaly pro měření teploty jsou udávány každých 10 vteřin.

## **Voltcraft DT 8820**

Pro měření teploty a vlhkosti vzduchu byl použit multifunkční přístroj Voltcraft DT 8820 určený k měření teploty, vlhkosti, intenzity světla a zvuku. K měření intenzity světla je zapotřebí připojení externího senzoru, který změní i měřený teplotní rozsah. Reakční doba přístroje je 1 sekunda, rozsah měření teploty interního čidla je od  $-20^{\circ}\text{C}$  až  $+ 50^{\circ}\text{C}$ , po připojení externího čidla se teplotní rozsah změní na  $-20^{\circ}\text{C}$  až  $+ 750^{\circ}\text{C}$  vše s přesností  $0,1^{\circ}\text{C}$ . Zvukoměr umožňuje měřit hladinu zvuku v rozsahu 35 až 130 dB, s přesností 0,1 dB, jeho frekvenční průběh je 32 Hz až 10 KHz. Integrovaný luxmetr má měřicí rozsah od 0,01 až 20 000 luxů s rozlišením 0,01 luxů a vlhkoměr je schopen změřit vlhkost vzduchu v rozsahu 25 -95 % s rozlišením desetiny procenta. Relativně malý 250g přístroj zobrazí všechny veličiny na čtyřmístném podsvíceném displeji.

## **Olfaktometr TO8-8**

Stanovení koncentrace pachových látek bylo provedeno kalibrovaným olfaktometrem německé výroby model č. TO8-8 – systém Mannebeck, výrobce ECOMA GmbH, Navighorster Weg – 12, D 24211 Honigsee. Olfaktometr splňuje normu ČSN EN 13 725. K mísení vzorku byl použit pachově neutrální vzduch z bezolejového kompresoru Med – Dr. Sonic 320 – 50V – ES – 3M 23050 italské výroby.

### 8.3. Odběry vzorků

Při odběru vzorku se musí dbát na zajištění bezpečnosti a zdraví pracovníků provádějících odběr vzorku, kteří nesmějí být na vzorkovacím stanovišti ohroženi. Ohrožen může být především jejich zrak odlétajícími prachovými částicemi z ventilace stáji. Celkem bylo provedeno 8 měření. Vzorky byly odebírány na vnější straně objektu vždy z výdechu ventilace. Odběr byl prováděn ve dvou turnusech, a to na jaře 2017 dne 9.5., 17.5., 23.5., 30.5. a 6.6.2017 a na podzim 23.10., 30.10. a 6.11.2017. Před každým měřením byly zjištěny počty kuřat v hale, jejich průměrná hmotnost, vnitřní teplota ve stáji a vlhkost vzduchu. Pomocí multifunkčního přístroje voltcraft byla změřena venkovní vlhkost a teplota vzduchu v okolí stáje. Anemometrem byla změřena rychlost proudění vzduchu za šachtou ventilátoru. Všechny hodnoty byly zaznamenávány do protokolu měření.

V tabulce jsou zaznamenány naměřené hodnoty, chybějící hodnoty jsou způsobené výpadkem displeje senzorů v hale, avšak na tyto výsledky nemají vliv na vypočtené hodnoty.

Tabulka č.2. Naměřené hodnoty.

Měřená veličina/ číslo měření	1	2	3	4	5	6	7	8
Vnitřní teplota (°C)	30,5	27,9	26,6	26,8	24,6	-	-	24,5
Vnější teplota (°C)	10	20,6	20,8	25,8	23,1	12,9	12,7	5,5
Vnitřní vlhkost (%)	-	43	55	-	32,3	-	-	65
Vnější Vlhkost (%)	38	72,9	59,4	55,1	71,9	81,7	67,3	88
Proudění vzduchu za ventilátorem (km /h)	16,2	25,9	28,8	75,24	75,24	68,7 6	75,6	95,4

## 8.4. Měření emisí pachových látek

Ke stanovení koncentrace pachových látek byla využita metoda dynamické olfaktometrie podle normy ČSN EN 13 725 na pracovišti Jihočeské univerzity. Vzorek znečištěného vzduchu byl nasát do jednorázového polyethenteraftalátového vaku (známého též pod zkratkou PET či obchodním názvem nalophan) se vstupní trubicí z teflonu, pomocí vakuové vzorkovací nádoby s regulací průtoku vzduchu. Materiál pro vzorkovnice (vaky) musí být zkoušen, zda je pachově neutrální a schopen uchovávat vzorek nejméně 24 hodin s minimálními změnami jejich vlastností. Z vakuové nádoby byl pomocí vývěvy odčerpán vzduch a podtlak v nádobě způsobí naplnění vaku stejným objemem vzduchu, který byl z nádoby odčerpán. Odebrané vzorky byly odvezeny do neutrálního prostředí laboratoře k měření. Analyzovány byly co možná nejdříve po odběru, aby se předešlo rozkladu pachových látek difúzí, absorpcí či chemickou přeměnou. Tyto vzorky byly dále vyhodnoceny pomocí dynamického olfaktometru. Z výsledných hodnot byl vypočítán emisní tok pachových látek a výrobní měrná emise.

### Koncentrace pachových látek

Je násobkem geometrického průměru všech platných členů komise (tj. údaj vyhodnocený počítačovým programem k měření pachových látek) a evropskou pachovou jednotkou.

$$cod = Z \cdot 1ouE \quad [ouE/m^3]$$

Z – geometrický průměr všech platných členů komise

ouE – evropská pachová jednotka podle ČSN EN 13 725

### **Odtah vzduchu z haly**

Byl vypočítán vynásobením plochy průřezu větrací šachty, která má plochu 1,326 m<sup>2</sup> a rychlostí proudění odsávaného vzduchu změřeného anemometrem, aby výsledek vyšel ve správných jednotkách je nutno ještě vzorec vynásobit kvocientem 3 600.

$$Qv = S \cdot v \cdot 3600 \quad [m^3/h]$$

S – Plocha průřezu větrací šachty ventilátoru [m<sup>2</sup>]

v – rychlost proudění odsávaného vzduchu [m/s]

### **Emisní tok pachových látek**

Skládá se ze součinu koncentrace pachových látek a množství odtahu vzduchu za hodinu.

$$Et = cod \cdot Qv \quad [ouE/h]$$

cod – koncentrace pachových látek [ouE/m<sup>3</sup>]

Qv – odtah vzduchu z haly [m<sup>3</sup>/h]

### **Výrobní měrná emise pachových látek**

Byla vypočtena podílem emisního toku pachových látek, počtem kusů zvířat v hale a matematickým kvocientem 3600.

$$Eks = Et / ks / 3600 \quad [ouE / ks / s]$$

ks – počet kusů zvířat v hale [ks]

Et – emisní tok pachových látek [ouE/h]

## 8.5. Měření emisí prachových částic

Měření prašnosti v chovu bylo prováděno dle platné metodiky měření emisí prachových částic v chovech drůbeže k integrované prevenci a omezení znečištění. V této práci byla měřena koncentrace frakce prachových částic PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> pomocí přístroje Dust Track II a výsledky byly následně vyhodnoceny dle přílohy č. 1 k zákonu o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb.

### Odtah vzduchu z haly

Byl vypočítán vynásobením plochy průřezu větrací šachty, která má v průměru 82 cm a rychlostí proudění odsávaného vzduchu změřeného anemometrem, aby výsledek vyšel ve správných jednotkách je nutno ještě vzorec vynásobit kvocientem 3 600.

$$Qv = S \cdot v \cdot 3600 \quad [m^3/h]$$

S – plocha průřezu větrací šachty ventilátoru [m<sup>2</sup>]

v – rychlost proudění odsávaného vzduchu [m/s]

### Emisní tok prachových látek

Skládá se ze součinu koncentrace prachových látek a množství odtahu vzduchu za hodinu.

$$Et = cod \cdot Qv \quad [mg/h]$$

cod – koncentrace prachových látek [mg/m<sup>3</sup>]

Qv – odtah vzduchu z haly [m<sup>3</sup>/h]

### **Výrobní měrná emise prachových částic**

Byla vypočtena podílem emisního toku prachových částic, počtem kusů zvířat v hale a matematickým kvocientem 3600.

$$E_{ks} = Et / ks / 3600 \quad [\text{mg} / \text{ks} / \text{s}]$$

$ks$  – počet kusů zvířat v hale [ks]

$Et$  – emisní tok prachových látek [mg/h]

### **Výpočet vyprodukovaného množství emisí za rok:**

Průměrná roční emise  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  je vypočtena na základě průměrných emisních toků vyprodukovaných částic za hodinu, vynásobena počtem dní výkrmu a koeficientem 24.

$$Emr = Ef \cdot t \cdot 24 \quad [\text{kg/rok}]$$

$Ef$  – průměrný emisní faktor [mg/h]

$t$  – počet dní výkrmu

24 – koeficient 24h

## 8.6. Rozptylová studie

Rozptyl znečišťujících látek je zpracován programem SYMOS 97, který je založen na Gaussovském rozptylovém modelu kouřové vlečky z bodových, plošných a liniových zdrojů emisí. Model popisuje rozptyl látek v závislosti na čase. Základním předpokladem tohoto modelu je šíření difúzí.

Do výpočtu se dále zadává nejbližší větrná růžice od zdroje z meteorologické stanice ČHMI pro charakteristiku proudění větru. Růžice je rozdělena do 8 základních směrů (S, SV, SZ, J, atd.) 5. tříd stability ovzduší podle 3. tříd rychlosti větru (1,7; 5,0 a 11,0 m/s) a teplotní stability atmosféry. Rychlost větru je udávána ve výšce 10 metrů nad zemí a je rozdělena do tří rychlostních tříd.

### Charakteristika tříd stability:

I. stabilní třída - vertikální výměna vrstev ovzduší je prakticky potlačena, tvorba silných inverzních stavů, výskyt v nočních a ranních hodinách především v chladném období, maximální rychlost větru 2 m/s (silné inverze, velmi špatné podmínky rozptylu)

II. stabilní třída - vertikální výměna je stále nevýznamná a je doprovázena inverzními situacemi, výskyt v nočních a ranních hodinách v průběhu celého roku, maximální rychlost větru 3 m/s (běžné inverze, špatné podmínky rozptylu)

III. stabilní třída - projevuje se již vertikální výměna ovzduší, výskyt větru v neomezené síle, v chladném období lze očekávat v dopoledních a odpoledních hodinách, v létě v časných ranních a večerních hodinách (slabé inverze, izotermie nebo malý kladný teplotní gradient)

IV. stabilní třída - dobré podmínky pro rozptyl znečišťujících látek, bez tvorby inverzních stavů, neomezená síla větru, vyskytuje se přes den v době, kdy není výrazný sluneční svit (indiferentní teplotní zvrstvení, běžný případ dobrých rozptylových podmínek)

V. stabilní třída - projevuje se vysoká turbulence ve vertikálním směru, která může způsobit nárazový výskyt vysokých koncentrací znečišťujících látek. Výskyt v letních měsících v době, kdy je vysoká intenzita slunečního svitu, maximální rychlost větru je 5 m/s (labilní teplotní zvrstvení, rychlý rozptyl znečišťujících látek)

Metodika výpočtu obsažena v programu umožňuje výpočet znečištění ovzduší plynnými látkami z bodových, liniových a plošných zdrojů výpočet znečištění od velkého počtu zdrojů stanovit charakteristicky znečištění v husté síti referenčních bodů a připravit tímto způsobem podklady pro názorné kartografické zpracování výsledků brát v úvahu statistické rozložení směru a rychlosti větru vztažené ke třídám stability mezní vrstvy ovzduší podle klasifikace Bubníka a Koldovského. Pro každý referenční bod je umožněn výpočet těchto základních char. zneč. ovzduší:

- maximální možné krátkodobé hodnoty koncentrací znečišťujících látek, které se mohou vyskytovat ve všech třídách stability ovzduší
- maximální možné krátkodobé hodnoty koncentrací znečišťujících látek bez ohledu na třídy rychlosti větru a stability ovzduší
- roční průměrné koncentrace
- situaci za dané stability ovzduší a dané rychlosti a směru větru
- dobu trvání koncentrací převyšujících určité předem zadané hodnoty



## Meteorologicke podklady

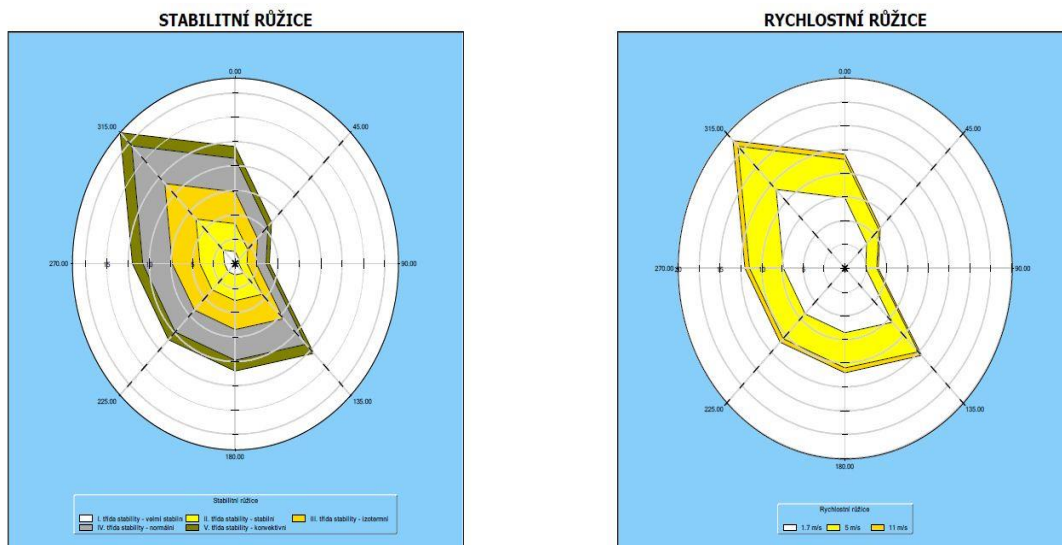
Pro výpočty byla využita podrobná větrná růžice pro lokalitu Bechyně zpracovaná podle klasifikace Bubníka a Koldovského pro tři třídy rychlosti větru a pět tříd stability ovzduší. V tabulce je uvedena celková větrná růžice reprezentující lokalitu posuzovaného zdroje.

Tabulka č.3. Větrná růžice.

V prům. (m/s)	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	CALM	SUMA
1,7	5,99	4,13	3,59	6,6	5,04	7,95	8,76	10,9	15,05	68,01
5,00	3,64	1,66	2,11	4,77	2,61	3,58	4,64	5,39	0,00	28,4
11,00	0,36	0,22	0,28	0,62	0,34	0,45	0,61	0,71	0,00	3,59
SUMA	9,99	6,01	5,98	11,99	7,99	11,98	14,01	17	15,05	100,00

Poznámka: CALM – podíl výskytu bezvětrí

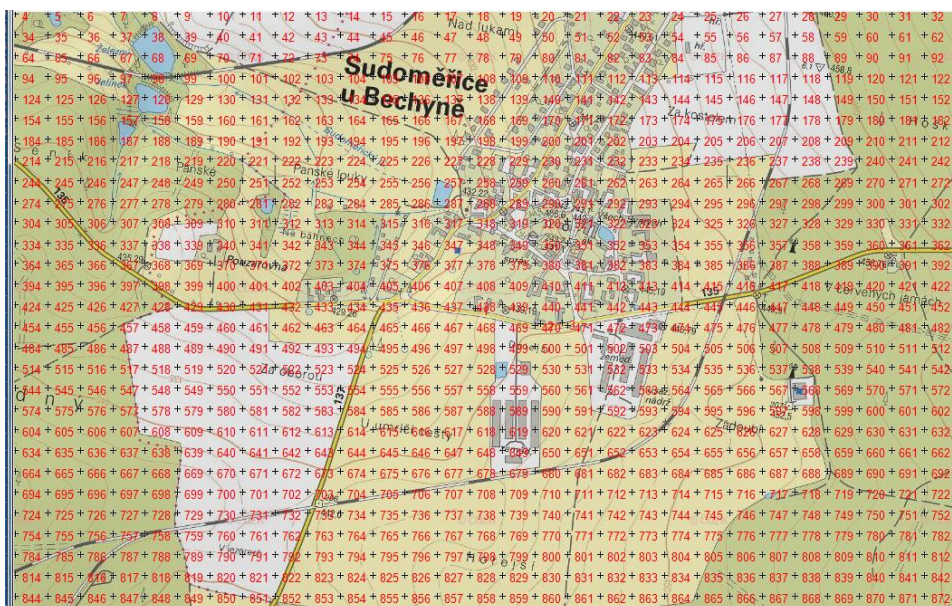
Obrázek č.7. Grafické znázornění větrné růžice.



## Popis referenčních bodů

Pro výpočet byl použit souřadnicový systém Gauss-Krügerův (S-42). Výpočty byly provedeny v pravidelné síti referenčních bodů o hustotě sítě 900 bodů. Hustota sítě byla vybrána tak, aby co nejpřesněji reprezentovala charakteristiky okolního terénu ve sledované oblasti a postihla všechny terénní útvary v daném území. Tři referenční body byly umístěny na nejbližších budovách ve výšce 1,5m. Přehled referenčních bodů je uveden v tabulce č.3 a jejich poloha na obrázku č.9.

Obrázek č.8. Síť referenčních bodů.



Obrázek č.9. Znáznornění referenčních bodů.



Tabulka č.3. Popis referenčních bodů.

Referenční bod č.	Popis objektu	Výpočet referenčního bodu ve výšce [m]	Dům č.p.	Vzdálenost [m]
1	Rodinný dům	1,5	65	301
2	Rodinný dům	1,5	2	295
3	Rodinný dům	1,5	55	287

## Znečišťující látky a příslušné imisní limity

Hlavními znečišťujícími látkami ze zdroje jsou pachové částice PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>. Imisní limity znečišťujících látek jsou stanoveny v příloze č. 1 k zákonu o ochraně ovzduší č.201/2012 Sb.

Tabulka č.4. Imisní limity (ZÁKON PRO LIDI, 2018).

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit	Maximální počet překročení
PM <sub>10</sub>	1 kalendářní rok	40 µg/m <sup>3</sup>	0
PM <sub>10</sub>	maximální denní průměr (24 hod.)	50 µg/m <sup>3</sup>	35
PM <sub>2,5</sub>	1 kalendářní rok	25 µg/m <sup>3</sup>	0

## Hodnocení úrovně imisního pozadí v lokalitě

K vyhodnocení stávajícího imisního pozadí byly použity pětileté průměry ve čtvercové síti 1x1 km, které jsou k dispozici na veřejně dostupných stránkách MŽP. Pro srovnání průměrných ročních imisních koncentrací vybraných látek jsme použili pětileté průměry (2007-2011; 2008-2012; 2009-2013; 2010-2014; 2011-2015).

Data poskytnutá ve formátech .shp a .dbf byla zpracována v souřadném systému JSTK spolu s podkladní mapou z veřejně dostupných zdrojů Katastrálního úřadu. Imisní situace není pro těkavé organické látky v předmětné lokalitě stanovována. Z tohoto důvodu byly pro zhodnocení úrovně znečištění ovzduší v lokalitě uvažovány pětileté průměry těchto znečišťujících látek: PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>. U těchto částic byly pětileté průměry počítány z průměrných ročních koncentrací, u PM<sub>10</sub> byl navíc spočten pětiletý průměr také pro denní maximum (M<sub>36</sub>).

Tabulka č.5. Imisní pozadí lokality Bechyně.

Znečišťující látka	Průměrované pětileté období				
	07-11	08-12	09-13	10-14	11-15
PM <sub>10</sub> Roční průměr (μg/m <sup>3</sup> )	17,1	17,4	18,2	18,4	17,8
PM <sub>10</sub> M <sub>36</sub> (μg/m <sup>3</sup> )	33,3	34,1	35,5	36,2	33
PM <sub>2,5</sub> Roční průměr (μg/m <sup>3</sup> )	13,6	13,8	14,5	14,7	14,2

Imisní pozadí v lokalitě Bechyně prošlo dynamickým vývojem, jehož vrchol dosáhl v letech 2010 až 2014 vrcholu. Od té doby se hodnoty imisního pozadí snižují.

## 9. Výsledky

### 9.1. Výsledky měření pachových látek

Hodnoty získané měřením byly vyhodnoceny pomocí dynamické olfaktometrie a zaznamenány. Geometrický průměr všech platných členů komise se pohyboval od 59 (ouE/m<sup>3</sup>) u 5-ti denních kuřat do 215 (ouE/m<sup>3</sup>) kdy bylo stáří zvířat 33 dní.

Tabulka č.6. Emisní tok pachových látek.

Číslo měření	Geometrický průměr všech platných členů komise (ouE/m <sup>3</sup> )	Koncentrace pachových látek cod (ouE/m <sup>3</sup> )	Odtah vzduchu z haly Qv (m <sup>3</sup> /h)	Emisní tok pachových látek Et (ouE/h)
1.	59	59	21 481	1 267 379
2.	128	128	34 370	4 399 360
3.	171	171	38 189	6 530 319
4.	72	72	99 768	7 183 296
5.	215	215	99 768	21 450 120
6.	120	120	91 175	10 941 000
7.	185	185	100 246	18 545 510
8.	134	134	126 500	16 951 000

Vypočítané hodnoty ukazují že nejvyšší výrobní měrná emise pachových látek byla zjištěna při pátém (0,298366 ouE/ks/s) a sedmém (0,222528 ouE/ks/s) měření. Obecně lze říci že tyto hodnoty jsou do jisté míry ovlivňují mikroklimatické podmínky ve stáji, stáří a množství ustájených zvířat.

Tabulka č.7. Výrobní měrná emise pachových látek.

Číslo měření	Stáří zvířat (den)	Celkový počet ustájených zvířat (ks)	Průměrná hmotnost mkØ (g)	Celková hmotnost (kg)	Výrobní měrná emise pachových látek Eks (ouE/ks/s)
1	5	25459	131	3335129	0,013828
2	13	24596	407	10010572	0,049684
3	19	22470	720	16178400	0,080728
4	26	20021	1300	26027300	0,099663
5	33	19970	1623	32411310	<b>0,298366</b>
6	12	23250	362	8380300	0,130717
7	19	23150	741	17154150	<b>0,222528</b>
8	26	23000	1241	2854300	0,204722

## 9.2. Výsledky měření prachových částic

Vypočítané hodnoty ukazují že nejvyšší výrobní měrná emise prachových částic byla zjištěna při čtvrtém (0,0001094 mg/ks/s) a šestém (0,0001672 mg/ks/s) měření. Průměrná naměřená hodnota PM<sub>10</sub> po přepočítání na kilogramy za rok byla 0,001047 (kg/ks/rok). Podobně jako u měření zápachu lze říci že tyto hodnoty jsou ovlivněny mikroklimatickými podmínkami ve stáji. Taktéž stáří a množství zvířat, jejich temperament a klidová situace mezi zvířaty může ovlivnit výsledné hodnoty.

Tabulka č.8. Výrobní měrné emise prachových látek.

Číslo měření	Naměřené hodnoty (mg/m <sup>3</sup> )	Odtah vzduchu z haly Qv (m <sup>3</sup> /h)	Emisní tok prachových látek Et (mg/h)	Stáří zvířat (den)	Celkový počet ustájených zvířat (ks)	Celková hmotnost (kg)	Výrobní měrná emise prachových částic Eks (mg/ks/s)
1	0,0765	21 481	1643	5	25 459	3335129	0,0000179
2	0,061	34 370	2097	13	24 596	10010572	0,0000237
3	0,0655	38 189	2501	19	22 470	16178400	0,0000309
4	0,079	99 768	7882	26	20 021	26027300	<b>0,0001094</b>
5	0,0525	99 768	5237	33	19 970	32411310	0,0000728
6	0,1535	91 175	13995	12	23 250	8380300	<b>0,0001672</b>
7	0,066	100 246	6616	19	23 150	17154150	0,0000794
8	0,042	126 500	5313	26	23 000	2854300	0,0000642



## Výsledné množství vyprodukovaných prachových emisí za rok:

Průměrná roční emise PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> ze stáje je vypočtena na základě průměrných emisních toků vyprodukovaných částic za hodinu, vynásobena počtem dní výkrmu a koeficientem 24.

$$Emr = Ef \cdot t \cdot 24 \quad [\text{kg/rok}]$$

Ef – průměrný emisní faktor [mg/h]

t – počet dní výkrmu

24 – koeficient 24h

Emisní faktor pro PM<sub>10</sub>: 6453 mg/h

Emisní faktor pro PM<sub>2,5</sub>: 8641 mg/h

PM<sub>10</sub>: 6453 mg/h · 238 · 24 h = **22,12 kg/rok**

PM<sub>2,5</sub>: 8641 mg/h · 238 · 24 h = **49,36 kg/rok**

### 9.3. Vyhodnocení rozptylové studie

V tabulkách níže jsou uvedeny vypočítané průměrné roční (maximální) příspěvky imisní koncentrace znečišťujících látek PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> ze zdroje ve třech referenčních bodech umístěných na fasádě obytných objektů ve výšce 1,5m. Příspěvky jsou odečteny ze stávajícího imisního pozadí a porovnány s imisním limitem v příloze č. 1 zákona č. 201/2012 Sb. Grafické znázornění šíření rozptylu zn. látek v síti referenčních bodů, přesněji jejich příspěvku k imisnímu pozadí ze zdroje je znázorněno v příloze č. 1 této studie. Do výpočtu byly zadány maximální hmotnostní toky vycházející z platných emisních limitů.

Tabulka č.9. Příspěvky imisní situace v zájmové oblasti.

Číslo měření	Referenční bod	PM <sub>10</sub> roční průměr (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> maximální denní průměr (µg/m <sup>3</sup> )
1	1	0,001879243	0,195263594
	2	0,002611028	0,246590998
	3	0,002464227	0,240894995
3	1	0,002297524	0,194255332
	2	<b>0,003220901</b>	<b>0,280122377</b>
	3	0,003145066	0,270777374
5	1	0,001924786	0,15827805
	2	0,002555322	0,192675691
	3	0,002625742	0,170561471
		<b>PM<sub>2,5</sub> roční průměr (µg/m<sup>3</sup>)</b>	
6	1	0,005922176	
	2	0,00789851	
	3	<b>0,008110768</b>	
7	1	0,002424664	
	2	0,003198554	
	3	0,003256539	
8	1	0,001592444	
	2	0,00201036	
	3	0,001934286	

## **Průměrné imisní pozadí:**

*Průměrné imisní pozadí PM<sub>10</sub> bez zdroje:*

$$17,8 - 0,003220901 = 17,7968 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

*Imisní limit: 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$*

*Průměrné imisní pozadí PM<sub>10</sub> M<sub>36</sub> bez zdroje:*

$$33 - 0,280122377 = 32,7198 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

*Imisní limit: 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , maximální počet překročení za den 35x.*

*Průměrné imisní pozadí PM<sub>2,5</sub> bez zdroje:*

$$14,2 - 0,008110768 = 14,1919 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

*Imisní limit: 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$*

Největší roční maximální i průměrná imisní koncentrace PM<sub>10</sub> byla vyhodnocena v referenčním bodě č.2. ve výšce 1,5 m. Zde je příspěvek **0,003220901**  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a **0,280122377**  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Největší roční průměrná imisní koncentrace PM<sub>2,5</sub> byla vyhodnocena v referenčním bodě č.3. ve výšce 1,5 m. Zde je příspěvek **0,008110768**  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Při hodnotě průměrné roční imisní koncentrace částic PM<sub>10</sub> 17,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , PM<sub>10</sub> M<sub>36</sub> 33  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a PM<sub>2,5</sub>  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  v posuzované lokalitě lze konstatovat, že provozem zdroje nedochází k výraznému příspěvku imisního pozadí a výraznému zhoršení životního prostředí v této lokalitě.

## 10. Diskuze a závěr

Výsledné hodnoty pachových emisí se shodují s daty uveřejněnými v článku Technology for Intensive Poultry Production as a Source of Odour Emissions with Time-Varying Intensity (KUNEŠ a kol., 2017). Naměřená koncentrace pachových emisí zde byla od 45 po 259 ouE/m<sup>3</sup>. Po přepočtu na výrobní měrnou jednotku 0,02 až 0,1 ouE/ks/s. Winker a kol. v práci Evaluation of oil spraying systems and air ionisation systems for abatement of particulate matter emission in commercial poultry houses uvádí průměrné množství koncentrace pachových látek 0,6 ouE/ks/s (WINKER a kol., 2016). V práci Odour emissions from poultry manure/litter and barns je uváděna průměrná hodnota 0.44 ouE/ks/s (NAVARATNASAMY a FEDDES, 2004). Dle srovnání s dokumenty BREF (uváděné hodnoty 0,032 - 0,7 (ouE/ks/s) lze konstatovat, že hodnoty uváděné v diplomové práci jsou celkově nižší. Srovnání se zahraničními autory je však komplikované, naměřené hodnoty se do značné míry liší díky jiným mikroklimatickým podmínkám a různými technologiemi chovu. Pro pachové látky zatím neexistují v současné legislativě emisní limity, ale díky chovu, který je prováděn v moderních halách s moderními technologiemi nejsou z blízké obce hlášeny žádné stížnosti na zápach.

Druhá část diplomové práce byla zaměřena na prachové emise a jejich vliv na životní prostředí. Na stránce 84-86 časopisu Náš chov č.5/2016 se nachází článek, kde je popsána problematika prachových částic emitovaných z objektu drůbeže, jsou zde uvedeny výsledky měření hmotnostní koncentrace prachových částic ve velkochovu drůbeže. Průměrná hodnota částic PM<sub>10</sub> byla naměřena 0,00159 (kg/ks/rok) (CELJAK a ŠÍSTKOVÁ, 2016). Výsledky měření byly porovnány s hodnotami, které jsou uvedeny v dokumentu Final TWG meeting for review IRPP BREF. Hodnoty uvedeny v tabulce.

Tabulka č.10. Srovnání s dokumenty BREF.

Parametr	Kategorie drůbeže	BAT – AEL (kg dust/animal/year)	Naměřené hodnoty (kg/ks/rok)
Prach	Brojleři	< 0,02	0,001047

Je patrné, že úroveň emisí spojené s BAT (AEL) pro emise prachu z chovu drůbeže na maso nebyla překročena. Pro zhodnocení vlivu na životní prostředí byla vypracována rozptylová studie. Zde jsou posouzeny hodnoty pro jednu výkrmovou halu ze čtyř s emisními limity dle přílohy č. 1 k zákonu o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb. Příslušné limity jsou uvedeny v tabulce.

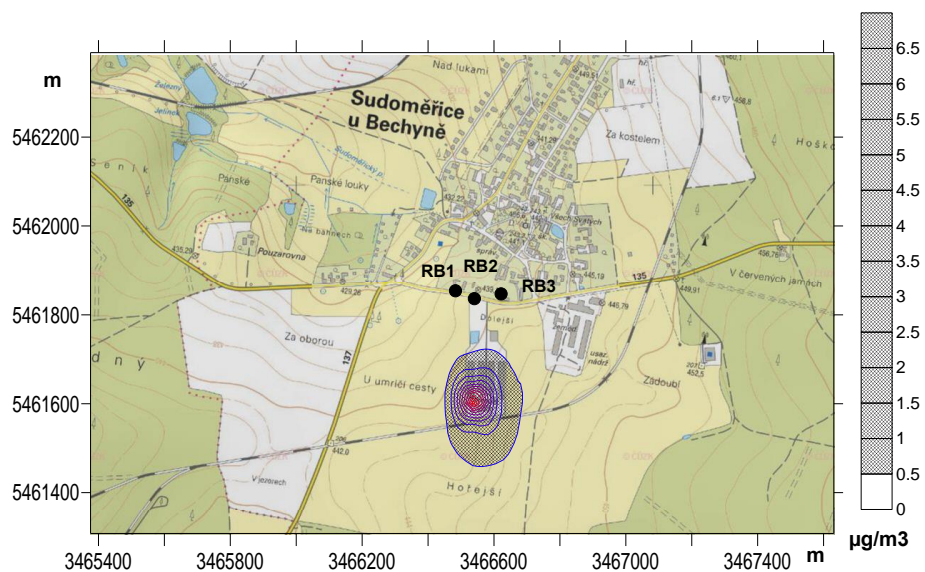
*Tabulka č.11. Emisní pozadí bez zdroje znečištění.*

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit	Maximální počet překročení	Zjištěné emisní pozadí	Emisní pozadí bez zdroje znečištění
PM <sub>10</sub>	1 kalendářní rok	40 µg/m <sup>3</sup>	0	17,8 µg/m <sup>3</sup>	17,7968 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>10</sub>	maximální denní průměr (24 hod.)	50 µg/m <sup>3</sup>	35	33 µg/m <sup>3</sup>	32,7198 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>2,5</sub>	1 kalendářní rok	25 µg/m <sup>3</sup>	0	14,2 µg/m <sup>3</sup>	14,1919 µg/m <sup>3</sup>

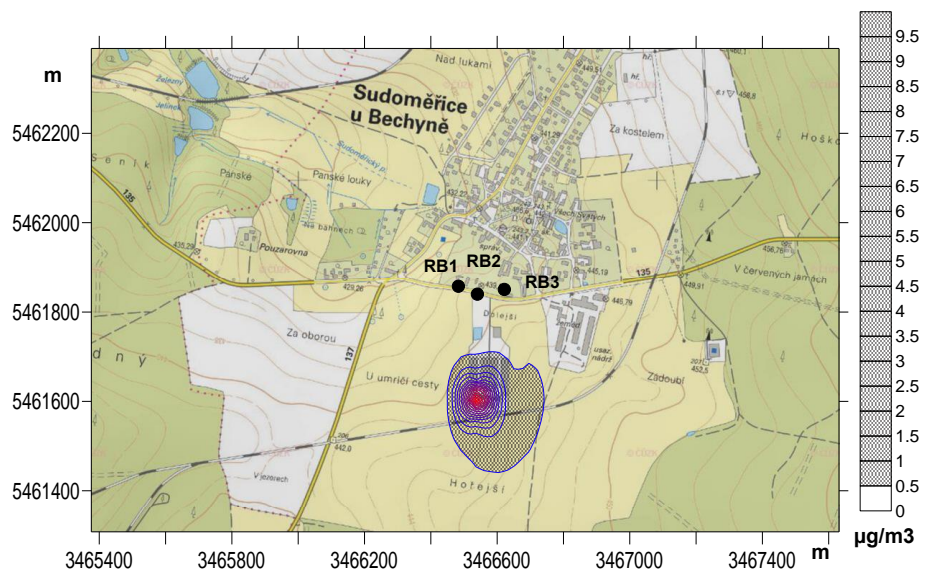
Jak je patrné, emisní limity jsou v tomto případě splněny. V příloze diplomové práce jsou pro ilustraci doplněny rozptylové mapy. Závěrem lze konstatovat, že zkoumaný zdroj pachových látek a prachových částic nemá na lokalitu, její imisní pozadí a životní prostředí zásadní vliv.

## Přílohy

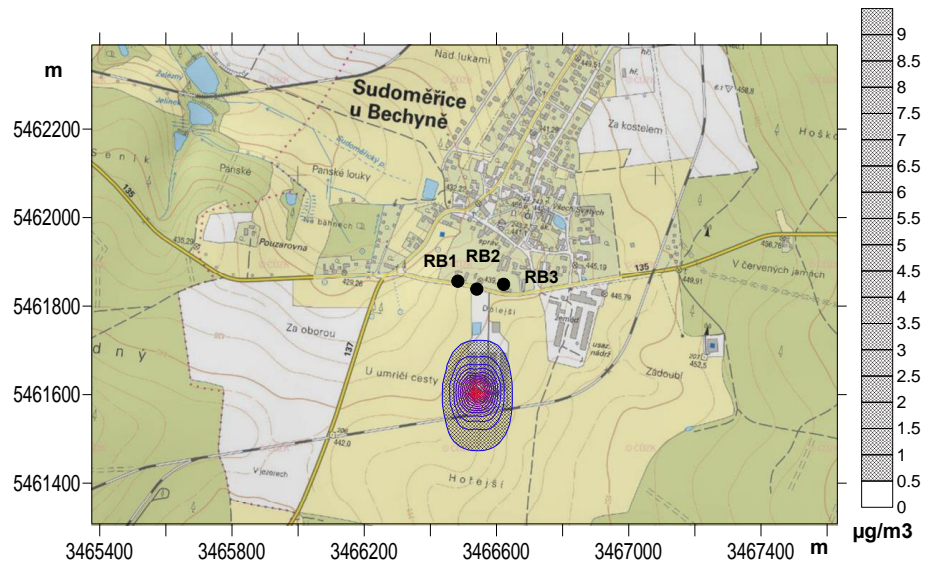
Příloha č.1. Rozptylová mapa maximálních denních hodnot při měření č. 1.



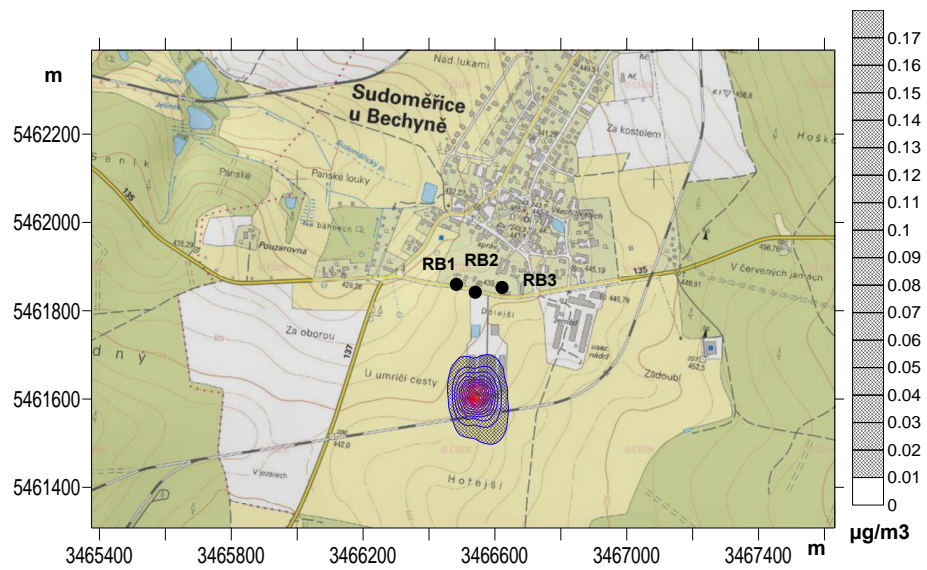
Příloha č.2. Rozptylová mapa maximálních denních hodnot při měření č. 3.



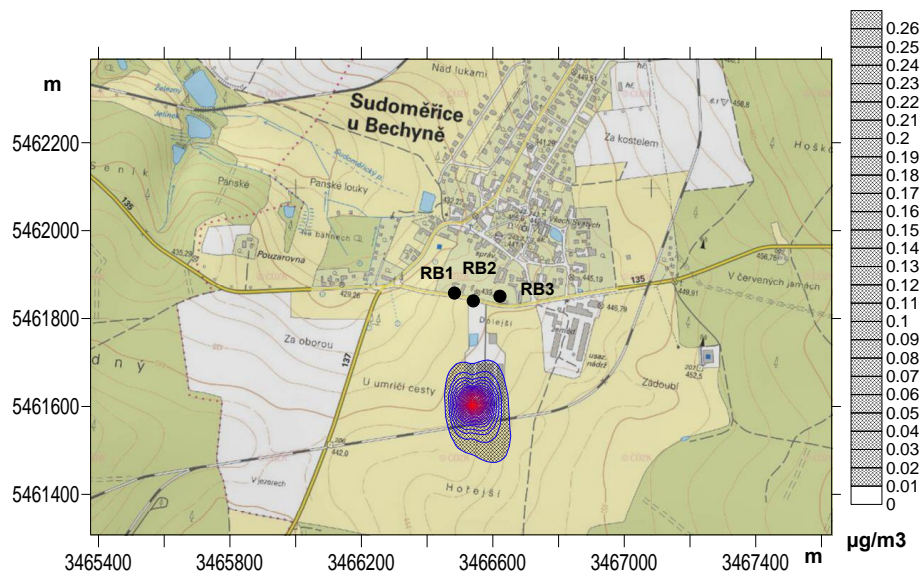
Příloha č.3. Rozptylová mapa maximálních denních hodnot při měření č. 5.



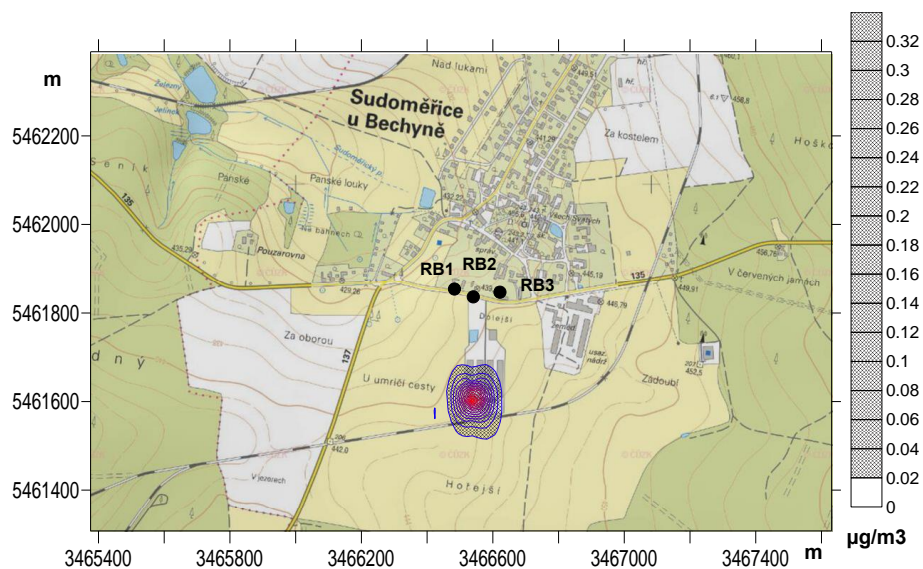
Příloha č.4. Rozptylová mapa průměrných ročních hodnot při měření č. 1.



Příloha č.5. Rozptylová mapa průměrných ročních hodnot při měření č. 3.



Příloha č.6. Rozptylová mapa průměrných ročních hodnot při měření č. 5.





## Literární zdroje

AVIAGEN. 2009., Příručka pro chovatele, Technologický postup pro výkrm broilerů ROSS.

BATTYE, R., W. BATTYE, C. OVERCASH, AND S. FUDGE. 1994. Development and Selection of Ammonia Emission Factors. EPA/600/R-94/190. Final report prepared for U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development. USEPA Contract No. 68-D3-0034, Work Assignment 0-3.

KURSA J. (1987): Zoohygiena a prevence II. 1. vydání Praha, VŠZ, 187s.

BROUČEK, Jan., *Technologie a technika chovu drůbeže při splnění podmínek welfare: certifikovaná metodika*. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2011. ISBN 9788073943370

BRHEL, P., MANOUŠKOVÁ, M. A HRNČÍŘ, E. (2005): Pracovní lékařství: základy primární pracovnělékařské péče. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů. 338 pp. ISBN: 978-80-7013-414-6.

BRANIŠ, M., HŮNOVÁ, I. A HOVORKA, J. (2015): Nové poznatky a výzvy v ochraně ovzduší. In F. Jan a M. Bedřich (Eds.): *Příležitosti a výzvy environmentálního výzkumu* (s. 107–128). Charles University in Prague: Karolinum Press. ISBN: 978-80-246-2667-3.

BÍLEK, J., 2007. Měření pachových látek na plošných zdrojích. *Ochrana ovzduší* 1, 13-15.

BLANES-VIDAL, V., HANSEN, M. N., ADAMSEN, A. P. S., FEILBERG, A., PETERSEN, S. O., JENSEN, B. B., 2009. Characterization of odor released during handling of swine slurry: Part I. Relationship between odorants and perceived odor concentrations. *Atmospheric Environment* 43, 2997–3005.

CELJAK, I., M. ŠÍSTKOVÁ., *Analýza prachových částic emitovaných z objektu drůbeže*, *Náš chov*, roč. LXXVI, č.5/2016, s. 84-56, ISSN 0027-8068.

CORWIN, J., LOURY, M., GILBERT, A. N., 1995. Workplace, Age, and Sex as Mediators of Olfactory Function: Data From the National Geographic Smell Survey. *Journal of Gerontology* 50B (4), 179-186.

DOLEJŠ (2017): Studie snížení produkce amoniaku ionizací vzduchu při výkrmu prasat. [Dostupné 14. únor 2017] z: [eagri.cz/public/web/file/32383/Studie\\_IONIZACE\\_MZe.doc](http://eagri.cz/public/web/file/32383/Studie_IONIZACE_MZe.doc).

DROWNS, Glenn., *Chov drůbeže*. Ilustroval Elayne SEARS. Praha: Knižní klub, 2014. ISBN 9788024242125.

FREEMAN, T., CUDMORE, R., 2002. Review of Odour Management in New Zealand. Air Quality Technical Report No. 24, New Zealand Ministry of Environment. Wellington, New Zealand, 163.

FRANCL, J. (2005) *Indikace znečišťujících látek a plísňové kontaminace v ovzduší jako významný faktor pro zlepšení stavu knihovních fondů v Národní knihovně ČR* [http://wwwold.nkp.cz/restauratori/2005/Francl\\_2005.pdf](http://wwwold.nkp.cz/restauratori/2005/Francl_2005.pdf) „staženo dne 21. 2. 2017“

GÁLIK, Roman, a kol., *Technika pre chov zvierat*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2015. ISBN 978-80-552-1407-8.

GÁLIK R., MIHINA Š., BOĎO Š., KNÍŽKOVÁ I., KUNC P., CELJAK I., ŠÍSTKOVÁ M., BOTTO L., BRESTENSKÝ V. (2015) *Technika pre chov zvierat*. Nitra: Garmond Nitra. 255s. ISBN 978 – 80 – 552 – 1407 – 8.

GOSTELOW, P., PARSONS, S. A., STUETZ, R.M., 2001. Odour measurements for sewage treatment works. *Water Research* 35 (3), 579–597.

GILBERT, A. N., WYSOCKI, CH. J., 1991. Quantitative Assessment of Olfactory Experience during Pregnancy. *Psychosomatic Medicine* 53, 693-700.

GILBERT, A. N., WYSOCKI, CH. J., 1989. National Geographic Smell Survey - Effect of age are heterogenous. *Annals of the New York Academy of Sciens*, Volume 561, 12 28.

HUDESKÝ, Zdeněk., *Chov drůbeže 2*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1978

HAVLÍN, Jiří, a kol., *Domácí chov zvířat*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1984.

HAVLÍČEK Z., MARADA P., MAREČEK J., KRČÁLOVÁ E., MUSIL J. (2007): Nové trendy v ochraně životního prostředí v podmínkách chovu hospodářských zvířat. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 73 s. ISBN 978-80-7375-120-3

HOLLEROVÁ, J. (2007) *Státní zdravotní ústav*, <http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/prasnost-na-pracovisti> „staženo dne 12. 2. 2018“

HAAHTELA, T., MARTTILA, O., VILKKA, V., JAPPINEN, P., AND JAAKKOLA, J.J.K., 1992. The South Karelia Air Pollution Study: Acute Health Effects of Malodorous Sulfur Air Pollutants Released by a Pulp Mill. *Am J of Public Health*, Vol. 82, No. 4, 603-605.

CHLOUPEK, J., SUCHÝ, P. (2008) Mikroklimatická měření ve stájích pro hospodářská zvířata. Brno, Veterinární a farmaceutická univerzita, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, <http://cit.vfu.cz/mikroklima/mikroklima.pdf> „staženo dne 14. 3. 2017“

CHLOUPEK, J., SUCHÝ, P. (2008) *Mikroklimatická měření ve stájích pro hospodářská zvířata*. Brno, Veterinární a farmaceutická univerzita, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, <http://cit.vfu.cz/mikroklima/mikroklima.pdf> „staženo dne 14. 3. 2017“

JELÍNEK, A., ŠÍSTKOVÁ, M. a MAŠÁTOVÁ, R. (2011) *Vzdělávací modul ochrana životního prostředí v oblasti vzduch*. 1. vyd. Náměšť nad Oslavou, Zemědělská a ekologická regionální agentura, o. s., ISBN 978-80-86884-59-2

KUNEŠ, R., BARTOŠ, P., CELJAK, I., a kol. (2017). Technology for Intensive Poultry Production as a Source of Odour Emissions with Time-Varying Intensity. *Acta Technologica Agriculturae*, 20(4), pp. 91-95. Retrieved 18 Apr. 2018, from doi:10.1515/ata-2017-0018

KIC, Pavel a Václav BROŽ., *Tvorba stájového prostředí*. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1995. Stavebnictví (šedá ř.). ISBN 80-7105-106-3.

KIM, K.-H., KABIR, E. A KABIR, S. (2015): A review on the human health impact of airborne particulate matter. *Environment International* 74: 136–143. DOI: 10.1016/j.envint.2014.10.005.

KONSTANTINIDIS, I., HUMMEL, T., LARSSON, M., 2006. Identification of unpleasant odors is independent of age. *Archives of Clinical Neuropsychology* 21, 615–621.

LEDVINKA, Z., ZITA, L. a TŮMOVÁ, E. (2008): *Vybrané kapitoly z chovu drůbeže*. Praha, Česká zemědělská univerzita, ISBN 978-80-213-1852-6.

LUNDSTRÖM, J. N., MCCLINTOCK, M. K., OLSSON, M. J., 2006. Effects of reproductive state on olfactory sensitivity suggest odor specificity. *Biological Psychology* 71, 244–247.

LARSSON, M., DEBORAH FINKEL, D., PEDERSEN, N.L., 2000. Odor Identification: Influences of Age, Gender, Cognition, and Personality. *Journal of Gerontology* 55B (5), 304–310.

MICHÁLEK, Jan, František TULÁČEK a Josef ZADINA., *Chov zvířat*. Praha: Credit, 1995. ISBN 80-901645-6-0.

MATES, F. Drůbežářský průmysl v ČR. Časopis Maso, 2010, č. 3, s. 6. csu 2014

NICELL, J. A., 2009. Assessment and regulation of odour impacts. Atmospheric Environment 43, 196-206.

NIMMERMARK, S., 2004. Odour influence on well-being and health with specific focus on animal production emissions. Ann Agric Environ Med 11, 163–173.

NAVARATNASAMY, M. – FEDDES, J. J. R. 2004. Odour emissions from poultry manure/litter and barns. Poultry Industry Council. PIC Project No. 155. Final report.

PROMBERGEROVÁ, I., Drůbež na vašem dvoře. Praha: Brázda, 2012. ISBN 978-80-209-0395-2.

PROVAZNÍK, K. a LENER, J. (1998) *Ovzduší a zdraví*. (WHO) Praha, Státní zdravotní ústav, Fortuna ISBN 80-7071-103-5

PULKRÁBEK J., ČEŘOVSKÝ J., DOLEJŠ J., DRÁBEK J., DUBANSKÝ V., HÁJEK J., KERNEROVÁ N., KVAPILÍK J., MATOUŠEK V., NOVÁK P., PRAŽÁK Č., PYTLOUN J., ROZKOT M., ŠPINKA M., TOUFAR O., VALIŠ L., ZEMAN L.(2005): *Chov prasat*. Praha, Profi Press, 160 s. ISBN 80 – 86726 – 11 – 8

RUSSELL, M.J., CUMMINGS, B.J., PROFITT, B.F., WYSOCKI, CH.J., GILBERT, A.N., FORMAN, C.W., 1993. Life Span Changes in Verbal Categorization of Odors. Journal of Gerontology 48 (2), 49-53.

RICHTER, M., 2008. Technologické možnosti zachycení a zneškodnění pachových látek. Mezinárodní dvoudenní seminář: Problematika pachových látek a emisí škodlivin z chemického průmyslu. Ústí nad Labem. 6.

STUCK, B. A., FREY, S., FREIBURG, C., HÖRMANN, K., ZAHNERT, T., HUMMEL, T., 2006. Chemosensory event-related potentials in relation to side of stimulation, age, sex, and stimulus concentrations. *Clinical Neurophysiology* 117, 1367–1375.

STEINHAUSER, L. a kol., *Produkce masa*, Tišnov: Last, 2000, 464 s. ISBN 80-900260-7-9.

STUPKA R., ŠPRYSL M., ČÍTEK J. 2009: *Základy chovu prasat*. Praha: PowerPrint. 182 s. ISBN 978-80-904011-2-9

SULLIVAN, R. C. A PRATHER, K. A. (2005): Recent advances in our understanding of atmospheric chemistry and climate made possible by on-line aerosol analysis instrumentation. *Analytical Chemistry* 77(12): 3861–3886. DOI: 10.1021/ac050716i.

ŠIMERDA B, HOLUB K. (2010): *Vliv doplňkových látek rostlinného původu na snížení produkce nežádoucích plynů ve stájovém prostředí a v exkrementech*. In: Opletal L., Skřivanová V. (ed): *Přírodní látky a jejich biologická aktivita*, Praha, Karolinum, 653 s., ISBN 978-80-246-1801-2

SKOET J., STAMOULIS K. (2006): *The State of Food Insecurity in the World 2006, Eradicating world hunger – taking stock ten years after the World Food Summit*. Rome, Italy, 390 s., ISBN 92-510-5571-8

ŠOCH, Miloslav., *Vliv prostředí na vybrané ukazatele pohody skotu: České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2005. ISBN 80-7040-742-5.*

SKŘIVAN, Miloš, a kol., *Drůbežnictví*. Praha: Agrospoj, 2000. ISBN 80-239-4225-5.

SCHLEGELMILCH M., STRESSE, J., STEGMANN, R., 2005. Odour management and treatment technologies: An overview. *Waste Management* 25, 928–939.

STRAKA, F., LACEK, P., 2008. Emise pachových látek z bioplynových stanic. Studie chemické povahy pachů z BPS, jejich zdrojů a možnosti minimalizace pachových emisí. Ústav pro výzkum a využití paliv a.s., 36.

SCHIFFMAN, S.S., 1998. Livestock Odors: Implications for human health and well-being. *J Anim Sci*, 76 (5), 1343-1355.

SCHIFFMAN, S. S., WILLIAMS C. M., 2005. Science of Odor as a Potential Health Issue. *Journal Environmental Quality* 34, 129–138.

SUCKER, K., BOTH, R., WINNEKE, G., 2009. Review of adverse health effects of odours in field studies. *Water Science & Technology* 59, 1281-1289.

SCHIFFMAN, S. S., SATTELY-MILLER, E. A., SUGGS, M. S., GRAHAM., B. G., 1995. The effect of environmental odors emanating from commercial swine operations on the mood of nearby residents. *Brain Research Bulletin* 37 (4), 369-375.

STEINFELD, H., P. GERBER, T. D. WASSENAAR, V. CASTEL, . ROSALES M., MAURICIO. a Cees de HAAN. *Livestock's long shadow: environmental issues and options*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2006. ISBN 978-92-5-105571-7.

SUCKER, K., BOTH, R., WINNEKE, G., 2001. Adverse effects of environmental odours: reviewing studies on annoyance responses and symptom reporting. *Water Science & Technology* 44, 43-51.4

TULÁČEK, František., *Chov hrabavé drůbeže*. Praha: Brázda, 2002. ISBN 8020903097.

TILMAN D., K. G. CASSMAN, P. A. MATSON, R. NAYLOR, S. POLASKY (2002): Agricultural *sustainability and intensive production practices*. Nature, 418s. 6898: 671-677.

THALER S., ZESSNER M., MAYR M. M., HAIDER T., KROISS H., RECHBERGER H. (2013): Impacts of human nutrition on land use, nutrient balances and water consumption in Austria. *Sustainability of Water Quality and Ecology*, 8:24 – 39, ISSN: 2212-6139

VÝMOLA, J. a kol., *Drůbež na farmách a v drobných chovech*, Praha: Natural s.r.o., 1994, 192 s. ISBN 80-901100-4-5.

VÁCLAVOVSKÝ, J. a kol., *Chov drůbeže*, České Budějovice, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2000, 150 s. ISBN 80-7040-446-9.

VÁCLAVOVSKÝ J., KERNEROVÁ N., MATOUŠEK V., SCHACHERLOVÁ A., (2000). *Chov drůbeže*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, ISBN 80-7040-446-9. s. 14

VOŘÍŠKOVÁ, J. a kol. *Etologie hospodářských zvířat*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2001. 168 s. ISBN: 80-7040-513-9.

VÝMOLA, J., KOŠAŘ, K., MATĚJKA, J., MATOUŠEK, A., SOCHOR, O. a TLÁSKAL, J. (1994) *Drůbež na farmách a v drobném chovu*. Praha, Natural s. r. o., ISBN 80-901100-4-5

WINKEL, A. – MOSQUERA, J. – AARNIK, A. J. A. – GROOT KOERKAMP, P. W. G. – OGINK, N. W. M. 2016. Evaluation of oil spraying systems and air ionisation systems for abatement of particulate matter emission in commercial poultry houses. In *Biosystems Engineering*, vol. 150, pp. 104–122.



ZEMAN J. (1994): Zoohygiena. 1. vyd. Brno : Ediční středisko VFU Brno, 205 s.

ŽIŽLAVSKÝ, J. a kol. Chov hospodářských zvířat. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita, 2002. 209 s. ISBN: 80-7157-615-8.

### **Internetové zdroje:**

AUTOMA. Stájové mikroklima [Dostupné 10. 5. 2017] ([http://automa.cz/cz/casopis-clanky/stajove-mikroklima-2015\\_07\\_53847\\_6786](http://automa.cz/cz/casopis-clanky/stajove-mikroklima-2015_07_53847_6786))

NEHASILOS, D. Maso je celosvětově oblíbenou potravinou [Dostupné 12. 3. 2018] [www:http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=1&typ=1&val=106588&ids=3814](http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=1&typ=1&val=106588&ids=3814)

INGR, I., Máme se bát masných výrobků? [Dostupné 15. 2. 2018] Dostupné na [www:< http://www.cszm.cz/clanek.asp?typ=1&id=1074>](http://www.cszm.cz/clanek.asp?typ=1&id=1074)

EAGRI (2017): Ověření emisních faktorů u chovu prasnic. [Dostupné 6. 2. 2017] [http://eagri.cz/public/web/file/506608/Overeni\\_emisnich\\_faktoru\\_u\\_referencnich\\_chovu\\_prasnic\\_brezich\\_a\\_prasnic\\_kojicich\\_\\_JCU\\_a\\_VUZT\\_\\_2016.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/506608/Overeni_emisnich_faktoru_u_referencnich_chovu_prasnic_brezich_a_prasnic_kojicich__JCU_a_VUZT__2016.pdf)

IPPC (2017): Integrovaná prevence a omezování znečištění. [Dostupné 18. 2. 2018] [https://www.mpo.cz/assets/cz/prumysl/ippc-integrovana-prevence-a-omezovani-znecisteni/referencni-dokumenty-bref/2017/7/JRC107189\\_IRPP\\_Bref\\_2017\\_published\\_1.pdf](https://www.mpo.cz/assets/cz/prumysl/ippc-integrovana-prevence-a-omezovani-znecisteni/referencni-dokumenty-bref/2017/7/JRC107189_IRPP_Bref_2017_published_1.pdf)

CSCHI (2017): Studie emise pachových látek ze zemědělských zdrojů. [Dostupné 6. 3. 2017][http://www.cschi.cz/odour/files/czech/studie\\_zem.pdf](http://www.cschi.cz/odour/files/czech/studie_zem.pdf)

ODOUR (2017) Vyhodnocení úrovně pachových emisí v potravinářství, zemědělství a asanačních zařízeních. [Dostupné 18. 8. 2017] [http://eagri.cz/public/web/file/41234/\\_2007\\_MZe\\_potravinari\\_a\\_pachy.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/41234/_2007_MZe_potravinari_a_pachy.pdf)

CSCHI (2006): Vypracování návrhu metodiky měření zápachu na biofiltrech. [Dostupné 25. 2. 2018] <http://www.cschi.cz/odour/files/0910-seminar/MZLU-ODOUR-Biofiltry.pdf>

HOLOUBEK, M. (2007). Chemie životního prostředí: Atmosféra, Aerosoly. [Dostupné 1. 2. 2017] <http://www.recetox.muni.cz/res/file/prednasky/holoubek/chzp-iii/chzp-iii-atmosfera-02-aerosoly.pdf>.

IMPROVE LIFE (2016): Urban air quality and you, part 2. [Dostupné dne 15. 3. 2017] <http://improve-life.eu/urban-air-quality-and-you-part-2/>.

CHLOUPEK, J., SUCHÝ, P. (2008) Mikroklimatická měření ve stájích pro hospodářská zvířata. Brno, Veterinární a farmaceutická univerzita, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, [Dostupné 14. 3. 2018] <http://cit.vfu.cz/mikroklima/mikroklima.pdf>

ČVUT (2017) Degradální působení prachu [Dostupné 10. 4. 2017] <http://martin.feld.cvut.cz/~kudlacek/EKP/prach.pdf>

ANAMET: Měření prašnosti v reálném čase [Dostupné 15. 5. 2017] [http://www.anamet.cz/technika/microdust\\_pro](http://www.anamet.cz/technika/microdust_pro)

BIOM (2017): Emise ze zemědělské činnosti. [Dostupné 1. 10. 2017] <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/emise-metanu-ze-zemedelske-cinnosti>

EUR-LEX.EUROPA (2017): Konzultativní sdělení o udržitelném využívání fosforu. [Dostupné 16. 1. 2016] <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2013:0517:FIN:CSML>

TVN24 (2017): Chov a antibiotika. [Dostupné 4. 2. 2017] <http://www.tvn24.pl/wiadomosci-z-kraju,3/hodowla-na-antybiotykach-to-jest-ukladmafijny-tutaj-reka-reke-myje,334201.html>

ZEMĚDĚLEC (2017): Pračky vzduchu a jejich vliv na emise. [Dostupné 4. 5. 2017]  
z: <http://zemedelec.cz/pracky-vzduchu-a-jejich-vliv-na-emise/>

VUZT (2017): Zemědělská politika a opatření k ochraně ovzduší. [Dostupné 4. 9. 2017] <http://www.vuzt.cz/svt/vuzt/publ/P2014/038.pdf>

AGRONAVIGATOR (2017): Co umožňují odvětrávací zařízení ve stájích. [Dostupné 6. 10. 2017] z: <http://www.agronavigator.cz/service.asp?act=print&val=44976>

CBKS (2017): Využití biofiltrů k redukci amoniaku. [Dostupné 6. 11. 2017] <http://www.cbks.cz/sbornikRackova03/sections/2/Kosar.pdf>

DOLEJŠ (2017): Studie snížení produkce amoniaku ionizací vzduchu při výkrmu prasat. [Dostupné 14. 9. 2017] [http://www.eagri.cz/public/web/file/32383/Studie\\_IONIZACE\\_MZe.doc](http://www.eagri.cz/public/web/file/32383/Studie_IONIZACE_MZe.doc)

CZSO (2016). [Dostupné 20. 4. 2018] <https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-potravin-2016>

ZAKONYPROLIDI (2018).

[Dostupné 20. 4. 2018] <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-201#prilohy>

ČSÚ (2014). Jak poznáme kvalitu, Drůbeží maso a drůbeží masné výrobky z nich. [Dostupné 4. 9. 2017] <http://www.ctpp.cz/data/files/upload/Jak%20pozname%20kvalitu,%20Drubezi%20maso%20a%20drubezi%20masne%20vyrobky%20z%20nich.pdf>

MAPY (2018). [Dostupné 4. 9. 2018]

<https://mapy.cz/zakladni?x=14.5378429&y=49.2859348&z=17>