

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Zemědělská a dopravní technika

Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Vedoucí katedry: doc. RNDr. Ing. Petr Bartoš, Ph.D.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vyhodnocení roční měrné produkce skleníkových  
a zátěžových plynů z vybraného chovu prasat

Vedoucí diplomové práce: Ing. Antonín Dolan, Ph.D.

Autor diplomové práce: Bc. David Kabuďa

České Budějovice, 2018

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. David KABUŇA**  
Osobní číslo: **Z16278**  
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**  
Studijní obor: **Zemědělská a dopravní technika**  
Název tématu: **Vyhodnocení roční měrné produkce skleníkových a zátěžových plynů z vybraného chovu prasat**  
Zadávací katedra: **Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky**

### Zásady pro vypracování:

Cílem práce je změření emisí zátěžových plynů ve vybraném zemědělském provozu, jejich vyhodnocení a návrh na jejich snížení, porovnání vybraného provozu se zásadami "Správné zemědělské praxe" a odpověď na tyto otázky:

1. Závísí množství výrobní měrné emise amoniaku na technologii ustájení?
2. Splňuje vybraný provoz podmínky "Správné zemědělské praxe"?

### V práci se zaměřte:

1. Změřte emise plynů  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_4$  a  $\text{NO}_2$  ve vybraném zemědělském provozu.
2. Porovnejte emise amoniaku v provozech s direktivou EU.
3. Výsledky měření pomocí statistických metod vyhodnoťte.
4. Odpovězte na otázky z cíle této práce.
5. Uveďte závěry pro praxi.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**  
Rozsah pracovní zprávy: **50 stran**  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

- BARTELT-HUNT Sh., SNOW D. D., DAMON-POWELL T., MIESBACH D. (2011): Occurrence of steroid hormones and antibiotics in shallow groundwater impacted by livestock waste control facilities. *Journal of Contaminat Hydrology*. 123(3-4), s. 94-103. ISSN 0169-7722.
- EUROPEAN COMISION, JOIN RESEARCH CENTRE (2015): Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intesive Rearing of Poultry or Pigs BREF IRPP - Final draft -, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Sustanaible Production and Consumption Unit, European IPPC Bureau, Sevilla, 911 s.
- JELÍNEK A., DOLAN A., VÁVRA V. (2011). Metodika měření emisí amoniaku (NH<sub>3</sub>) a oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) v chovech drůbeže ve vztahu k integrované prevenci a omezení znečištění (dále jen IPPC). Celostátní metodika pro MZe ČR dle smlouvy o dílo 179-2011-17412.
- JELÍNEK A., DOLAN A., VÁVRA V. (2013). Metodika měření emisí amoniaku (NH<sub>3</sub>) a oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) v chovech prasat ve vztahu k integrované prevenci a omezení znečištění (dále jen IPPC). Celostátní metodika pro MZe ČR dle smlouvy o dílo 217-2013-14312.
- PALKOVICOVA Z., BROUCEK J., STRMENOVA A., HANUS A., UHRINCAT M., TONGEL P. (2012). Emissions of harmful gases in pig fattening. 9th International Livestock Environment Symposium 2012, Valencia, Spain. s. 714-720.

Omezeně internetové zdroje:

<https://scholar.google.cz/>  
[https://books.google.com/advanced\\_book\\_search](https://books.google.com/advanced_book_search)  
<http://www.elsevier.com/online-tools/scopus>

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Antonin Dolan, Ph.D.**  
Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Datum zadání diplomové práce: **31. ledna 2017**

Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2018**

  
prof. Ing. Milošlav Šoch, CSc., dr. h. c.  
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentská 1580, 370 08 České Budějovice

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

V Českých Budějovicích dne 13. března 2017

### **Prohlášení autora, souhlas s uveřejněním práce**

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s využitím informací z literatury, jejíž seznam je součástí této práce a je uveden v kapitole Seznam citované literatury.

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 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 .....

vlastnoruční podpis autora

### **Poděkování**

Děkuji Ing. Antonínu Dolanovi, Ph.D. za pomoc při vedení diplomové práce. Mé poděkování patří též BAT centru Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích za poskytnutí měřicích přístrojů. Dále bych chtěl poděkovat společnosti Ponědráž, s. r. o. za možnost provedení měření.

## **Abstrakt**

Diplomová práce se zabývá problematikou stájového klima, množství emisí zátěžových plynů v chovu prasat. Vyhodnocuje použité technologie ve vybraném chovu a navrhuje jejich zlepšení.

Součástí práce je literární rešerše problematiky chovu z fyzikálního i legislativního hlediska. Měření proběhlo s využitím přístrojů Commeter D4141, Testo 435 a INNOVA 1412. Naměřené hodnoty jsou porovnány s direktivou EU.

Měřením bylo zjištěno, že i přes použité technologie došlo k překročení platných limitů v chovu, a to až o 47 %. V práci jsou navrhnuty možnosti, jak tuto situaci změnit.

**Klíčová slova:** amoniak; chov prasat; zátěžové plyny

## **Abstract**

The diploma thesis deals with the issue of stable climate, amount of gas emissions in pig breeding. It evaluates the technology used in the selected breed and suggests improvement.

Part of the thesis is a literary research of the issue of breeding from a physical and legislative point of view. The measurements were carried out using Commeter D4141, Testo 435 and INNOVA 1412. The measured values are compared to the EU directive.

By measuring, it was found that despite the technology used, the existing limits in breeds were exceeded by up to 47%. There are suggested options for how to change this situation.

**Keywords:** ammonia; pig breeding; stressful gases

## Obsah

|  |    |
|--|----|
| 1. Úvod.....   | 10 |
| 2. Literární rešerše.....  | 11 |
| 2.1 Klimatický systém.....   | 11 |
| 2.1.1 Zpětná vazba .....   | 11 |
| 2.1.2 Počasí a klima .....   | 11 |
| 2.1.3 Změny klimatu .....  | 11 |
| 2.1.4 Skleníkový jev.....  | 12 |
| 2.1.5 Skleníkové a zátěžové plyny .....                                | 13 |
| 2.2 Chov prasat .....  | 16 |
| 2.2.1 Mikroklima.....  | 16 |
| 2.2.2 Technika chovu prasat ve velkovýrobních podmínkách.....          | 18 |
| 2.2.3 Technika chovu prasat v ekologickém zemědělství.....             | 19 |
| 2.3 Produkce odpadu při intenzivním chovu a příslušná legislativa..... | 20 |
| 2.4 Správná zemědělská praxe .....                                     | 21 |
| 2.5 BAT nejlepší dostupné techniky .....                               | 21 |
| 2.5.1 BAT 3 Řízení výživy .....  | 22 |
| 2.5.2 BAT 5 Účinné využívání vody .....                                | 23 |
| 2.5.3 BAT 6 Emise z odpadní vody .....                                 | 23 |
| 2.5.4 BAT 8 Účinné využívání energie.....                              | 23 |
| 2.5.5 BAT 10 Emise hluku.....  | 23 |
| 2.5.6 BAT 11 Emise prachu .....  | 24 |
| 2.5.7 BAT 13 Emise pachových látek.....                                | 24 |
| 2.5.8 BAT 16 Emise z úložiště kejdy.....                               | 25 |
| 2.5.9 BAT 19 zpracování hnoje .....                                    | 25 |
| 2.5.10 BAT 20 Aplikace kejdy do půdy .....                             | 25 |

|   |    |
|---|----|
| 2.5.11 BAT 23 Emise z celého výrobního procesu.....                       | 26 |
| 2.5.12 BAT 30 Emise amoniaku z chovu prasat .....                         | 26 |
| 3. Cíl práce .....  | 28 |
| 4. Metodika .....   | 29 |
| 4.1 Metodika měření plynů .....   | 29 |
| 4.1.1 Zásadní požadavky opakovatelnosti .....                             | 29 |
| 4.1.2 Použité měřicí přístroje .....                                      | 29 |
| 4.1.3 Použité vzorce pro výpočet koncentrace vybraného plynu.....         | 31 |
| 4.1.4 Umístění sond .....   | 32 |
| 4.2 Měření teploty, relativní vlhkosti a rychlosti proudění vzduchu ..... | 32 |
| 4.2.1 Použité měřicí přístroje .....                                      | 33 |
| 4.2.2 Umístění přístrojů .....  | 33 |
| 4.3 Teoretická produkce amoniaku .....                                    | 33 |
| 4.4 Charakteristika podniku .....   | 34 |
| 5. Výsledky .....   | 35 |
| 5.1 Výsledky měření v porodně .....                                       | 37 |
| 5.1.1 Výsledky měření v zimním období.....                                | 37 |
| 5.1.2 Výsledky měření v jarním období.....                                | 38 |
| 5.1.3 Výsledky měření v letním období.....                                | 38 |
| 5.2 Výsledky měření v odstavu.....  | 39 |
| 5.2.1 Výsledky měření v zimním období.....                                | 39 |
| 5.2.2 Výsledky měření v jarním období.....                                | 40 |
| 5.3 Výsledky měření ve výkrmu .....                                       | 41 |
| 5.3.1 Výsledky měření v zimním období.....                                | 41 |
| 5.3.2 Výsledky měření v jarním období.....                                | 41 |
| 5.4 Výsledky měření březích prasnic .....                                 | 42 |
| 5.4.1 Výsledky měření v zimním období.....                                | 42 |



|   |    |
|---|----|
| 5.4.2 Výsledky měření v jarním období.....            | 43 |
| 5.5 Teoretická bilance amoniaku .....                 | 44 |
| 5.6 Souhrn naměřených hodnot jednotlivých měření..... | 46 |
| 5.7 Hodnocení používaných technik a technologií ..... | 48 |
| 6. Diskuze.....                                       | 51 |
| 7. Závěr .....  | 53 |
| 8. Seznam obrázků, tabulek a grafů .....              | 57 |
| 9. Seznam vzorců .....                                | 58 |

## 1. Úvod

Chov prasat je v České republice v počtu chovaných kusů druhým největším typem chovu. I přes klesající tendenci bylo v roce 2017 vyrobeno přes 200 000 tun vepřového masa, což je téměř polovina všeho masa vyrobeného v ČR.

Ruku v ruce s intenzivním chovatelstvím jde i potřeba ochrany životního prostředí před negativními vlivy z této činnosti. Svoji charakteristikou patří intenzivní chov prasat k významným producentům emisí amoniaku a skleníkových plynů.

Od minulého století, kdy se společnost začala intenzivně zajímat o životní prostředí okolo sebe, se využívá mnoho technologií i postupů s cílem snížit, mnohokrát technologií neefektivních a neperspektivních.

Se vstupem České republiky do Evropské unie jsme se zavázali dodržovat její legislativu, která zasahuje i do chovu prasat, kde si stanovuje požadavky a návrhy vztahující se k dopadu zemědělské činnosti na životní prostředí. Tyto předpisy upravují jak podmínky chovu hospodářských zvířat z fyziologických požadavků chovaných zvířat, tak i z ohledu na životní prostředí, při stále zvyšující se efektivitě chovu.

## **2. Literární řešerše**

### **2.1 Klimatický systém**

Klimatický systém planety Země je velmi komplexní a složitý systém. Dílčí celky toho systému, jako je atmosféra či hydrosféra si navzájem vyměňují energie a zároveň mezi nimi probíhá celá řada složitých procesů. Část sféry, na které dochází k odrazu slunečního záření, a zároveň na ní probíhá přeměna krátkovlnného slunečního záření na tepelnou energii, se nazývá aktivní povrch. Jakýkoliv zásah do tohoto systému se projeví změnami buď lokálního nebo globálního charakteru (TRIZNA, 2004).

#### **2.1.1 Zpětná vazba**

Zpětná vazba je mechanismus, který ovlivňuje reakci klimatického systému na určité působení. Impuls v jedné části systému vyvolá změnu v jiné části systému a ta způsobí změnu v původní části. V případě zesílení reakce jde o pozitivní zpětnou vazbu, v opačném případě mluvíme o zpětné vazbě negativní. Pozitivní zpětná vazba zvyšuje nestabilitu klimatického systému, proto i nepatrný zásah může vyvolat řetězovou reakci s nepředvídatelnými výsledky ([http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc\\_chap02.pdf](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc_chap02.pdf), „staženo dne: 22. 2. 2018“).

#### **2.1.2 Počasí a klima**

Z definice lze vyčíst, že počasí je okamžitý stav atmosféry v daném místě. V delším časovém úseku vytváří pro dané místo charakteristický režim, tzv. klima. Klima je režim počasí podmíněný bilancí energie, atmosférickou a oceánskou cirkulací, vlastnostmi zemského povrchu, činností člověka. K popisu využíváme mnoho parametrů, např. průměrné srážky, průměrnou teplotu vzduchu, rychlost větru, vlhkost vzduchu atd., většinou v za delší období alespoň 30 let ([http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc\\_chap02.pdf](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc_chap02.pdf), „staženo dne: 22. 2. 2018“).

#### **2.1.3 Změny klimatu**

Změna klimatu je proces přirozený, který probíhá již od samotného vzniku klimatického systému. Hlavním činitelem této změny je radiální a tepelná bilance.

Změny jednotlivých energetických toků jsou impulsem, který může způsobit změnu klimatu. Tyto impulsy vznikají přirozeně nebo jsou způsobeny lidskou činností.

Přirozené impulsy působí většinou v dlouhých časových měřítkách, hlavně geografickými a astronomickými vlivy. Mezi tyto vlivy řadíme změny orbity planety, změny rozložení kontinentů a změny sluneční aktivity. Z krátkodobých měřítek lze zmínit vulkanickou činnost.

O vlivu lidské činnosti, vzhledem k době existence na planetě, lze mluvit z krátkodobého hlediska. Jedná se především o emise skleníkových plynů, aerosolů a dalších škodlivých látek do atmosféry, odlesňování, zástavba, zásahy do hydrologického systému (stavba přehrad, zkracování toků řek, využití zavlažovacích systémů).

Změna klimatu ovšem bude probíhat i bez zásahu těchto impulsů. Jedná se o kolísání podnebí. Nejedná se přímo o změnu, ale o kolísání okolo průměrné hodnoty, to je způsobeno nelinearitou klimatického systému. Příkladem tohoto jevu je např. El Niño.

Tyto faktory si nejsou rovny, co se týče síly vlivy. Složitost tohoto systému znesnadňuje kvantifikaci jednotlivých faktorů. Vědecké poznatky ukazují, že v posledních desetiletí probíhají změny rychleji než v minulosti. Momentálně nejspolehlivější teorie vychází ze změny koncentrací skleníkových plynů v atmosféře.

Zvýšené množství skleníkových plynů způsobuje nerovnost mezi množstvím energie pohlcené a vyzářené. Množství energie pohlcené je vyšší, proto dochází k růstu teplot na planetě. S rostoucí teplotou přibývá i množství vodní páry, čímž se zesiluje skleníkový jev ([http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc\\_chap02.pdf](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc_chap02.pdf), „staženo dne: 22. 2. 2018“).

#### **2.1.4 Skleníkový jev**

Tento jev, který se stal „strašákem“, je naprosto přirozený. Jeho vlivem je planeta obyvatelná, zvyšuje průměrnou teplotu povrchu Země z  $-18^{\circ}\text{C}$  na  $15^{\circ}\text{C}$ . Tento efekt vzniká, když je mezi dvěma tělesy různých teplot prostředí, které pohlcuje více dlouhovlnného záření než krátkovlnného. To znamená, že sluneční paprsky projdou k zemskému povrchu, ale zpětné záření povrchu země atmosféra pohltí a zahřívá okolní vzduch.

Skleníkovými plyny přirozeného původu jsou vodní pára, oxid uhličitý a metan. Z lidské činnosti jsou to oxid uhličitý, metan, oxid dusný, fluorované uhlovodíky, fluorid sírový, freony, halony atd. ([http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc\\_chap02.pdf](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc_chap02.pdf), „staženo dne: 22. 2. 2018“).

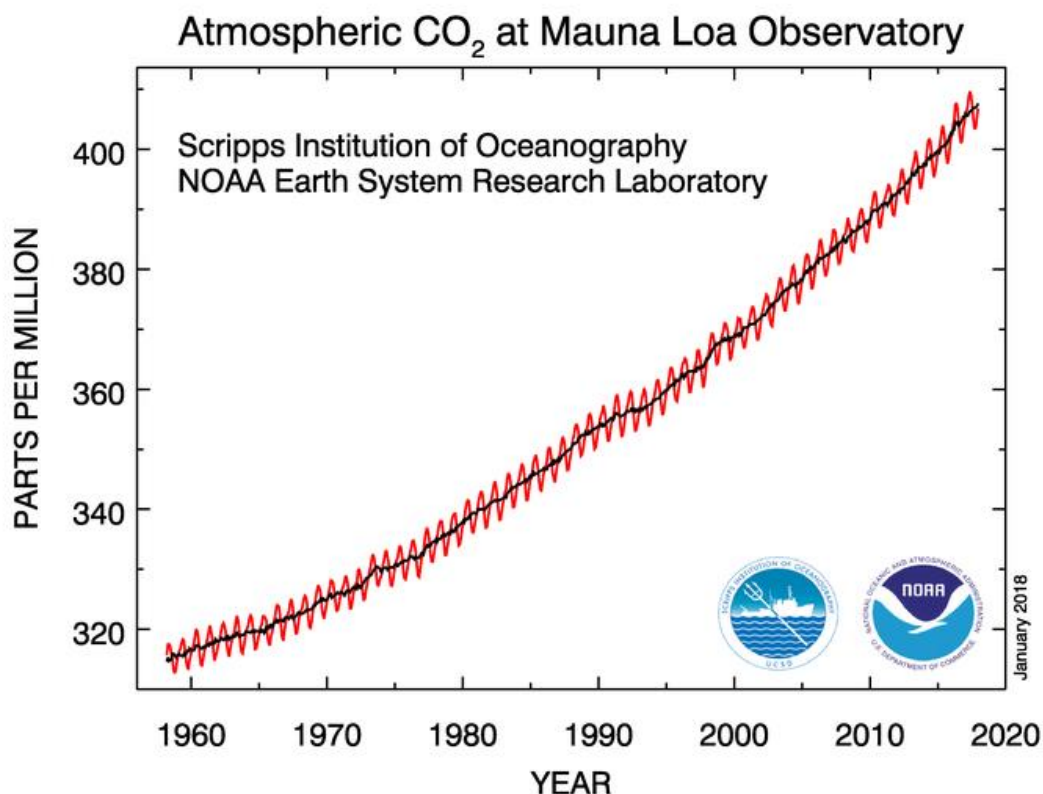
### **2.1.5 Skleníkové a zátěžové plyny**

#### **Oxid uhličitý – CO<sub>2</sub>**

Největší vliv na zesilování skleníkového jevu má oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>). Ten byl po dlouho dobu ukládán ve formě fosilních paliv. V současnosti probíhá jejich intenzivní spalování, čímž dochází k uvolňování tohoto plynu do atmosféry a k zesílení skleníkového jevu, vedoucí k zvyšování teploty povrchu Země (<http://kfa.mff.cuni.cz/?p=57>, „staženo dne: 13. 4. 2018“)

Oxid uhličitý se nejvíce přirozeně vyskytuje v půdě, kde se uvolňuje rozkladem organických zbytků. Jeho podíl na skleníkovém jevu je 76,7 % z celkového účinku všech skleníkových plynů, přes 50 % uvolňování tohoto plynu je způsobeno emisemi energetiky, dopravy či průmyslu. Obsah CO<sub>2</sub> je přírodně regulován fotosyntézou (BLAŽEK, 2004).

Koncentrace CO<sub>2</sub> v atmosféře se od 18. století stále zvyšuje z hodnot okolo 280 ppm (parts per milion – částic v milionu) na hodnoty přesahující 400 ppm, (viz obrázek č. 1).



Obrázek č. 1 - Graf koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře,

zdroj: <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/index.html> „staženo dne: 22. 3. 2018“

### **Vodní pára**

Vodní pára je v atmosféře součástí hydrologického cyklu, jedná se o uzavřený systém oběhu vody (vypařování a srážky). Vodní pára je skleníkový plyn s nejsilnější zpětnou vazbou, čím vyšší je teplota v atmosféře, tím větší je odpar vody (zvyšuje se koncentrace vodní páry v atmosféře). Ta hromadí více tepla a dále ohřívá vzduch. Tato skutečnost byla pozorována při globálním ochlazení po erupci sopky Pinatubo. Došlo k vysušování atmosféry, což vedlo k snížení teplot kolem 3 °C (<https://skepticalscience.com/water-vapor-greenhouse-gas.htm>, „staženo dne: 10. 04. 2018“)

Podíl vodní páry v atmosféře není napřímo ovlivněn lidskou činností, nýbrž jako následek zvyšování teploty. S rostoucí koncentrací vodních par roste i oblačnost, která zastíňuje zemský povrch a částečně odráží sluneční záření, čímž částečně vyrovnávají přírůstek skleníkového efektu (JERMÁŘ, 2010).

### **Metan – CH<sub>4</sub>**

Tento plyn vzniká bakteriálním rozkladem organických látek a z trávících pochodů přežvýkavců. V EU se v posledních letech snížily emise ze zemědělství o 24 % a to z důvodu menšího množství používaných hnojiv a snížení stavu hospodářských zvířat. Tento plyn se využívá v bioplynových stanicích, kde vzniká zpracováním zbytků zemědělské produkce a spaluje se v kogeneračních jednotkách ([https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news\\_170322\\_POK/\\$FILE/POK\\_v\\_CR.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news_170322_POK/$FILE/POK_v_CR.pdf), „staženo dne: 3. 3. 2018“).

### **Oxid dusný – N<sub>2</sub>O**

Přirozeně se v atmosféře vyskytuje z požárů, z vulkanické činnosti, z oceánů, při tvorbě humusu atd. Z lidské činnosti jej produkuje zejména průmyslová a zemědělská výroba. Odráží dvěstěkrát více tepla vyzařované z povrchu než oxid uhličitý.

### **Ozón – O<sub>3</sub>**

Jedná se o kyslík ve formě tříatomové molekuly, vysoce reaktivní plyn s typickým zápachem. Vzniká působením ultrafialového záření na molekuly kyslíku a tím chrání biosféru na zemi (ultrafialové záření je zdraví škodlivé). Úbytek v atmosféře vyvolává jev zvaný ozónová díra, ten je vyvolán rozpadem ozónu chlórem. Proto byla zavedena mezinárodní dohoda, tzv. Montrealský protokol, kterým se státy zavazují omezit výrobu freonů (JERMÁŘ, 2010).

### **Amoniak – NH<sub>3</sub>**

Amoniak je toxický, bezbarvý plyn s typickým štiplavým zápachem. Velmi dobře se rozpouští ve vodě.

Přirozeně vzniká mikrobiálním rozkladem organických zbytků, exkrementů a moči živočichů. Určité mikroorganismy produkuje enzym ureázu, který tyto látky rozkládá za vzniku amoniaku a bikarbonátových iontů (HAVLÍČEK, 2007).

Amoniak je důvodem zvýšené kyselosti půdy a vody v okolí chovů až na hodnoty pH 4,0. Takové podmínky v půdě způsobují vyplavení potřebných živin a zároveň z jílovitých půd uvolňují jedovaté kationty hliníku a těžkých kovů. Tyto látky poté vážou rostliny a prosakují do spodních vod (ZAPLETAL, 2001).

Emise tohoto plynu jsou v chovu přirozené. Vznikají v látkovém metabolismu zvířat z nedostatku plnohodnotných bílkovin s ideálním množstvím a poměrem

aminokyselin. Čím větší je shoda struktury aminokyselin zkrmovaných bílkovin s požadavky zvířat, tím větší množství bílkoviny je zvířetem vytvořeno a tím méně aminokyselin je deaminováno a ve formě močoviny vyloučeno z těla. U prasat jsou při sestavování krmné dávky přímo normovány tyto aminokyseliny: lyzin, methionin, cystin, tryptofan a threonin (DOLEJŠ, 2008).

Uměle vyrobený se používá jako průmyslové hnojivo (téměř 83 % celé produkce) a jako výbušnina. Dále se využívá jako průmyslové chladivo, v domácnostech se nepoužívá kvůli své toxicitě. Nově se používá k neutralizaci oxidů dusíků při provozu spalovacích motorů, tzv. selektivní katalytický redukce (APPL, 2011).

### **Oxid dusičitý – NO<sub>2</sub>**

Červenohnědý, prudce jedovatý plyn, který vzniká oxidací vzdušného kyslíku ve spalovacích motorech. Používá se v průmyslu jako oxidační činidlo. Jeho přítomnost v ovzduší má za následek kyselé deště. Na sliznici působí dráždivě. Vdechování vysokých koncentrací vede k vážným zdravotním problémům, až k smrti (VÍDEN, 2005).

## **2.2 Chov prasat**

Se snižujícím se stavem se chovatelé stále více zaměřují na zvýšení užitkovosti. Rozvíjejí se metody odhadu plemenné hodnoty a zdokonaluje se šlechtění a hybridizace. Využívají se nejmodernější vědecké poznatky, např. metody molekulární biologie a genetiky k tvorbě vysokovýkonného biologického materiálu. Šlechtění probíhá dle genotypu nebo populace na úrovni DNA (MATOUŠEK, 2013).

### **2.2.1 Mikroklima**

Z pohledu požadavků na stájové mikroklima jsou prasata nejnáročnějším hospodářským zvířetem. Odchylka od ideálního stavu se projevuje vyšší úmrtností nebo nižšími přírůstky na hmotnosti, případně na zhoršeném zdravotním stavu chovaných zvířat.

Vliv na pohodu zvířat i ošetřovatelů má zejména technické vybavení stáje, tzn. větrací a vytápěcí zařízení, tepelně-izolační vlastnosti obvodových stěn, technologie krmení a napájení (PULKRÁBEK, 2005).



Obsah oxidu uhličitého by neměl přesáhnout 0,3 obj. %. Amoniak je škodlivý v koncentraci nad 0,0025 obj. %. Sirovodík při zvýšení nad 0,001 obj. % působí na respirační a nervový systém (MATOUŠEK, 20013).

Požadavky na mikroklima jsou v tabulce č. 1.

Tabulka č. 1- Požadavky na mikroklima

|                 | Teplota (°C)             | Relativní vlhkost (%) |
|-----------------|--------------------------|-----------------------|
| Výkrm do 90 kg  | 14–10 (min. 10, max. 26) | 60–80                 |
| Výkrm nad 90 kg | 10–16 (min. 8, max 24)   |                       |

Zdroj: MATOUŠEK (2013)

### **Teplotní pohoda**

Mezi faktory, které ovlivňují tepelnou pohodu, patří tepelný stav prostředí, tvořený teplotou, relativní vlhkost a rychlostí proudění vzduchu. Na změny okolí reaguje organismus snahou o udržení stálé tělesné teploty pomocí termoregulace (PULKRÁBEK, 2005).

Pro prasata je ideální prostředí, ve kterém nejméně zatěžují jejich termoregulační systém, tomuto teplotnímu pásmu se říká, vyhrazenému horní a dolní kritickou teplotou, pásmo tepelné rovnováhy nebo termoneutrální zóna. Tato hodnota se mění s věkem a hmotností prasat. Cílem chovu je, aby prase zbytečně nevynakládalo energii určenou k růstu k tomu, aby udržovalo svojí tělesnou teplotu.

Při překročení horní kritické teploty se začne organismus bránit proti přehřátí, a to zejména odpařováním při dýchání, dochází ke snížení příjmu krmiva, prase je stresováno, popochází po kotci.

### **Relativní vlhkost vzduchu**

Přímý vliv vlhkosti lze pozorovat jen při extrémech. Velmi suchý vzduch ve stáji (pod 35 %) vysušuje sliznici a zvyšuje prašnost. Velmi vlhký vzduch (nad 85 %) kondenzuje vodní páru na vnitřním povrchu stěn. V kombinaci s vysokou teplotou vzniká dusné prostředí, které je negativní pro ošetřovatele i chovaná zvířata.

Teplota se ve vztahu k relativní vlhkosti vzduchu určuje tzv. TVI faktor (teplotně-vlhkostní index), který se používá pro vyjádření úrovně pohody prasat. Čím

vyšší je relativní vlhkost vzduchu, tím nižší je potřeba teploty k dosažení pocitu tepelné pohody.

### **Technické řešení teploty vzduchu**

K eliminování negativních vlivů na užitkovost se využívá chladicích systémů. Nejčastěji používaným systémem je ochlazování pomocí zvýšeného proudění vzduchu. Správným technickým řešením lze snížit pocitovou teplotu až o 5 – 6 °C. Ochlazovací účinek lze ještě zvýšit rozptylem vody do proudícího vzduchu.

Dalším možným způsobem je využití stacionárních systémů k sprechování nebo sprejování. Přes jemné trysky se voda rozprašuje do stáje, kde se následně přemění na páru, energii pro přeměnu skupenství si odebere z prostředí.

K rozšířeným systémům patří i chladicí ventilátory, které mají po obvodu nainstalovány trysky, dosah tohoto ventilátoru je až 30 m. Případně lze využít i deskové chladiče. V tomto systému je vzduch nasycen vodní párou, kdy přes voštinové desky stéká voda. V kritických případech je možno prasata přímo postříkovat vodou.

V letních měsících se na mikroklimatu ve stáji velkou částí podílí i tepelně-izolační vlastnosti stěn a zejména střechy. Ve venkovních výběžích je nejjednodušším způsobem chlazení zastínění. Vhodně navržené zastínění snižuje množství dopadající energie až o 50 % (BROUČEK et al, 2008).

### **2.2.2 Technika chovu prasat ve velkovýrobních podmínkách**

Chované skupiny je třeba rozdělit podle stádia výrobního procesu, nároků na prostředí, věku atd.

Tyto skupiny se dělí na:

- a) Reprodukční část (produkce selat)
  - a. Stáje pro prasnice nezapuštěné, v období zapouštění a nízkobřezí prasnice
  - b. Stáje pro březí prasnice
  - c. Porodny s individuálním stáním
  - d. Dochovny selat (6 - 8 kg)
  - e. Odchovny prasniček
  - f. Odchovny kanečků

g. Stáje pro plemenné kance

b) Produkční část – výkrm prasat do porážkové hmotnosti

Zvířata je nutné chovat s ohledem na druh a hmotnostní kategorii, dalších specifických požadavků na ochranu a platné mezinárodní úmluvy.

Tyto požadavky jsou upraveny vyhláškou č.208/2009, nejdůležitější požadavky jsou:

- Trvalý přístup k materiálu umožňujícímu etologické aktivity (seno, sláma, dřevo, piliny)
- Trvalý přístup k pitné vodě
- Hladké, ale nekluzké podlahy
- Minimální plochu na 1 prase viz tabulka č. 2
- Pro dospělého kance je plocha kotce min. 6 m<sup>2</sup>
- Prasnice od 4 týdnů po zapaštění až do 1 týdne před porodem se chovají ve skupinách (MATOUŠEK, 2013).

Tabulka č. 2 - Minimální plocha pro 1 prase

| Hmotnost [kg] | Minimální plocha pro 1 prase [m <sup>2</sup> ] |
|---------------|--|
| Do 10         | 0,15   |
| 10–20         | 0,20   |
| 20-30         | 0,3  |
| 30-50         | 0,4  |
| 50-85         | 0,55   |
| 85-110        | 0,65   |
| Vyšší než 110 | 1  |

Zdroj: MATOUŠEK (2013)

### 2.2.3 Technika chovu prasat v ekologickém zemědělství

Prase je sociální zvíře, přirozeně žije v malé skupině složené z matky a jejích samičích potomků. Většinu svého času tráví rytím v zemi z důvodu hledání potravy. Ze stejného důvodu olizují a okusují okolní předměty. Ve velkochovech většinou dochází k ignorování těchto přirozených potřeb. U zvířat poté vznikají různá onemocnění, prasata poté okusují předměty v kotci i jiná zvířata (uši, ocasy).

Ekologický chov má za snahu tyto přirozené potřeby respektovat a poskytnout chovaným zvířatům co největší přirozenost (MATOUŠEK, 2013).

### **2.3 Produkce odpadu při intenzivním chovu a příslušná legislativa**

Jedním z nejdůležitějších požadavků na moderní chov je snížení, či dokonce úplná eliminace škodlivých odpadů z tohoto chovu. Pro chovatele je však zásadní i udržet ziskovost.

Za největší znečišťovatele je považován amoniak, který je z kotců odsáván ventilačním systémem. Na množství vyprodukovaného amoniaku má vliv teplota v kotci, množství ustájených zvířat, vlhkost vzduchu a způsob ustájení.

Do půdy a spodních vod se velké množství odpadů dostává nevhodnou aplikací hnoje (případně kejdy) na pozemky. Při dodržení správných postupů je hnůj vhodné hnojivo. Tyto postupy ale nejsou vždy dodržovány a aplikací většího množství, na nevhodné místo nebo v nevhodnou dobu dochází k splachování škodlivin.

Za emise intenzivních chovů lze považovat i prach, zápach a hluk. Prach v suchých oblastech způsobuje dýchací problémy u zvířat i lidí. Zápach je emitován jak ze staveb, tak i z mobilních dopravních prostředků. Hluk je podobně jako zápach místním problémem a lze ho ovlivnit správným načasováním pracovních operací a vhodně zvoleným umístěním staveb.

Na přelomu století bylo množství odpadních látek, které unikaly do přírody, snižováno použitím tzv. koncových technologií. Účelem těchto zařízení bylo na konci výrobního postupu zachytit odpady nebo je vhodně zpracovat. Tento koncept se ukázal jako neperspektivní, protože byl vzhledem k naloženým prostředkům neefektivní, případně pouze problém přesouval jinam.

V roce 1996 vznikla Směrnice Rady 96/61/ES o integrované prevenci a omezování znečišťování (IPPC – Integrated Pollution Prevention and Control), která má za úkol nahradit koncové technologie preventivními opatřeními. Tyto opatření zasahují již v průběhu výrobního procesu a tím zabraňují samotnému vzniku odpadních látek. V České republice byl v této souvislosti zaveden zákon č. 76/2002 Sb. o integrované prevenci, tento zákon byl několikrát novelizován, např. byla implementována směrnice Evropského parlamentu a rady č. 2010/75/EU. Působnost tohoto zákona se v zemědělství vztahuje na intenzivní chov drůbeže

(40 000 kusů drůbeže) a prasat (2 000 kusů na porážku nad 30 kg, nebo 750 prasnic) (BARTOŠ et al., 2017).

## **2.4 Správná zemědělská praxe**

Tento termín byl poprvé uplatněn v Protokolu o omezení acidifikace, eutrofizace a přízemního ozonu (Göteborgský protokol) k Úmluvě EHK OSN o dálkovém znečištění ovzduší překračujícím hranice států. Dále je také zaveden ve směrnici Rady 91/676/EHS o ochraně vod před znečištěním způsobeným dusičnany ze zemědělských zdrojů (nitrátová směrnice) a v referenčním dokumentu o nejlepších dostupných technikách pro intenzivní chovy prasat a drůbeže (BREF – BAT Reference Document), (JELÍNEK, 2006).

Do české legislativy tento termín vstoupil se zákonem o ochraně ovzduší, nitrátové směrnice a zákona o integrované prevenci ve spojitosti aplikace správné zemědělské praxe jako BAT (Best Available Technique).

Tímto pojmem je provozovatel povinen porovnat jím provozované technologie s technologiemi referenčními (HAVLÍČEK, 2007).

## **2.5 BAT nejlepší dostupné techniky**

Pojem BAT byl definován směrnicí Evropského parlamentu 2010/75/EU jako „nejúčinnější a nejpokročilejší stadium vývoje činností a jejich provozních metod dokládající praktickou vhodnost určité techniky jako základu pro stanovené mezních hodnot emisí a dalších podmínek povolení, jejichž smyslem je předejít vzniku emisí, nebo pokud to není proveditelné, tyto emise omezit a zabránit tak nepříznivým dopadům na životní prostředí jako celek“.

Technikami se rozumí použitá technologie a způsob, jakým je zařízení navrženo, vybudováno, provozováno, udržováno a vyřazováno z provozu. 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 zařízení za rozumných podmínek dostupné. Nejlepšími se rozumí nejúčinnější techniky z hlediska dosažení vysoké úrovně ochrany životního prostředí jako celku.

Při hodnocení a stanovení nejlepších dostupných technik se bere ohled na technickou úroveň zařízení, zejména jeho dosažené úrovně emisí, ekonomické možnosti provozovatele, materiálovou náročnost atd.

Tyto údaje se poté porovnávají s nejlepšími dostupnými technikami uvedenými v referenčních dokumentech BREF. Každý dokument podává informace o příslušných kategoriích průmyslových činností v členských státech Evropské unie. Tento dokument obsahuje např. produkční charakteristiky, popis používaných technik a postupů, úroveň emisí, spotřeby surovin a energií (<http://www1.cenia.cz/www/nejlepsi-dostupne-techniky> „staženo dne: 25. 2. 2018).

BREF pro „Intenzivní chov drůbeže a prasat“ byl publikován v rozhodnutí komise č. 2017/302 dne 15. února 2017., nejdůležitější částí tohoto dokumentu je kapitola Závěry o BAT, která je shrnutím a zároveň je závazná pro všechny členy Evropské unie. Tímto dokumentem vznikla povolovacím úřadům povinnost zajistit, aby podmínky integrovaného povolení byly v souladu s ustanovením tohoto dokumentu. Provozovatelům intenzivních chovů vzniká povinnost požádat o vydání integrovaného povolení. Jedná se o další administrativní zátěž, která ovšem nečekaně provozovatelům usnadňuje další postupy. Výhodou je komunikace s jediným místně příslušným správním úřadem (krajský úřad), který je centrálním koordinátorem a který následně vydává pouze jedno rozhodnutí zahrnující všechny oblasti provozu. Tohoto řízení se může účastnit i veřejnost a svými připomínkami může ovlivnit technologické řešení (BARTOŠ et al., 2017).

V následujících kapitolách budou vypsány nejzásadnější BATy v chovu prasat.

### **2.5.1 BAT 3 Řízení výživy**

Ke snížení celkového obsahu vyloučeného dusíku a následné emise amoniaku je nutné využívat takové složení stravy, jež zahrnuje jednu z níže uvedených technik.

- Snižovat obsah hrubých proteinů použitím stravy s vyváženým obsahem dusíku.
- Vícefázové krmení se složením stravy uzpůsobené podle zvláštních požadavků produkčního období.
- Přidávání řízených množství esenciálních aminokyselin ke stravě s nízkým obsahem hrubých proteinů.

- Používání povolených krmivových přísad omezujících celkový vyloučený dusík

### **2.5.2 BAT 5 Účinné využívání vody**

- Vedení záznamů o používání vody.
- Detekce a oprava úniků vody.
- Používání vysokotlakých čističů na čištění ustájením zvířat a vybavení.
- Volba a používání vhodného vybavení pro konkrétní kategorii zvířat při zajištění dostupnosti vody.
- Ověření a pravidelná úprava kalibrace zařízení na pitnou vodu.
- Opakované používání neznečištěné dešťové vody na čištění.

### **2.5.3 BAT 6 Emise z odpadní vody**

- Minimalizace znečištěných ploch
- Minimalizace používání vody
- Oddělení neznečištěné dešťové vody od toku odpadní vody.
- Odvod odpadní vody do zvláštní nádrže nebo do jímky kejdy
- Vyčištění odpadní vody
- Aplikace odpadní vody v rámci zavlažovacího systému

### **2.5.4 BAT 8 Účinné využívání energie**

- Vysoce účinný ohřev/chlazení a systémy odvětrávání
- Optimalizace ohřevu/chlazení a odvětrávání a jejich řízení, zejména v případě používání systémů čištění vzduchu
- Izolace stěn, podlah a/nebo stropů ustájením zvířat
- Používání úsporného osvětlení
- Použití tepelných výměníků
- Používání tepelných čerpadel pro regeneraci tepla
- Použití přirozené ventilace

### **2.5.5 BAT 10 Emise hluku**

- Vhodná vzdálenost mezi provozem a citlivými receptory
- Operativní opatření (uzavírání dveří atd.)
- Používání zařízení s nízkou hlučností

### **2.5.6 BAT 11 Emise prachu**

- Používání hrubší podestýlky
- Bezprašné podestýlání
- Používání adlibitního krmení
- Používání vlhkého krmiva, peletkového krmiva nebo přidávání mastných surovin nebo pojidel do suchých krmivových systémů
- Vybavení skladišť suchých krmiv s pneumatickým plněním odlučovači prachu
- Provoz systému odvětrávání s nízkou rychlostí vzduchu
- Čištění výstupního vzduchu pomocí čističů vzduchu

### **2.5.7 BAT 13 Emise pachových látek**

- Vhodná vzdálenost mezi provozem a citlivými receptory
- Použití systému ustájení, který zavede jednu z následujících zásad nebo jejich kombinaci
  - o Udržování zvířat a povrchů v čistotě a suchu
  - o Omezování emisní plochy hnoje
  - o Časté odklizení do vnějšího, zakrytého skladiště hnoje
  - o Snižování teploty hnoje
  - o Snižování proudění vzduchu
- Optimalizace podmínek uvolňování emisí do ovzduší z ustájení
  - o Zvyšování výstupní výšky (kouřové roury, odvod odpadního vzduchu přes vrchol stěn)
  - o Zvyšování rychlosti proudění vzduchu větracího zařízení při vertikálním výstupu
- Používání systému čištění vzduchu
  - o Biologická pračka
  - o Biofiltr
  - o Dvoufázový nebo trojfázový systém čištění vzduchu
- Zakrytí kejdy nebo tuhého hnoje během skladování
- Umístění uložště s ohledem na všeobecný směr větru
- Minimalizace pohybů s kejdou
- Aerobní digesce kejdy
- Kompostování hnoje
- Anaerobní digesce kejdy



- Aplikace hnoje do půdy

### **2.5.8 BAT 16 Emise z úložiště kejdy**

Snížení emisí amoniaku do ovzduší z úložiště kejdy je možné použitím následujících technik.

- Snížení poměru mezi emisní plochou a objemem úložiště kejdy
- Snížení rychlosti a výměny vzduchu na povrchu kejdy
- Minimalizace pohybů s kejdou
- Zakrytí uložště
  - o Pevné
  - o Pružné
  - o Plovoucí
- Zvýšení kyselosti kejdy

### **2.5.9 BAT 19 zpracování hnoje**

K omezení emisí dusíku, fosforu, pachových látek a mikrobiálních patogenů do ovzduší a vody je nejlepší dostupnou technikou jedna nebo kombinace níže uvedených technik.

- Mechanická separace kejdy
- Anaerobní digesce v bioplynové instalaci
- Aerobní digesce kejdy
- Nitrifikace-denitrifikace kejdy (pouze pro stávající provozy)
- Kompostování tuhého hnoje

### **2.5.10 BAT 20 Aplikace kejdy do půdy**

K omezení emisí amoniaku do ovzduší při aplikaci kejdy je nejlepší dostupnou technikou jedna nebo kombinace níže uvedených technik.

- Ředění kejdy, případně vstřikování kejdy do potrubí se zavlažovací vodou
- Užití pásového aplikátoru
- Užití mělkého injektoru
- Užití hloubkového injektoru
- Zvýšení kyselosti ([https://www.mpo.cz/assets/cz/prumysl/ippc-integrovanaprevence-a-omezovani-znecistenireferencni-dokumenty-bref/2017/3/ZavBAT\\_IRPP.pdf](https://www.mpo.cz/assets/cz/prumysl/ippc-integrovanaprevence-a-omezovani-znecistenireferencni-dokumenty-bref/2017/3/ZavBAT_IRPP.pdf) „staženo dne 1. 3. 2018“).

### **2.5.11 BAT 23 Emise z celého výrobního procesu**

Za nejlepší dostupnou techniku ke snížení emisí amoniaku z celého výrobního procesu v chovu prasat je odhad nebo výpočet snížení emisí amoniaku z celého výrobního procesu pomocí nejlepší dostupné techniky používané v rámci hospodářství. K tomuto má provozovatel k dispozici Metodické pokyny Ministerstva životního prostředí (BARTOŠ et al., 2017).

### **2.5.12 BAT 30 Emise amoniaku z chovu prasat**

Jedna nebo kombinace níže uvedených technik je nejlepší dostupnou technikou pro omezení emisí amoniaku do ovzduší z chovu prasat.

- 30a Jedna z následujících technik, kterou se zavede jedna z následujících zásad nebo jejich kombinace.
  - Snížení plochy, z níž se amoniak uvolňuje
  - Zvýšení četnosti odstraňování kejdy na venkovní úložiště
  - Oddělení moči od výkalů
  - Zajištění čisté a suché podestýlky
    1. Hluboká jímka (částečně nebo celorošťová podlaha) pouze v kombinaci s dalším opatřením: systém čištění vzduchu, snižování pH kejdy, chlazení kejdy atd.
    2. Systém odsávání pro časté odstraňování kejdy
    3. Zkosené stěny v kanále na kejdu
    4. Systém shrabování pro časté odstraňování kejdy
    5. Časté odstraňování kejdy oplachováním
    6. Omezená jímka na hnůj
    7. Celopodestýlkový systém (pevné betonové podlahy)
    8. Ustájení v individuálních kotcích nebo v boxech
    9. Hluboká podestýlka
    10. Konvexní podlaha a oddělené kanály na hnůj a vodu
    11. Kotce s podestýlkou s kombinovaným generováním hnoje
    12. Boxy pro krmení/ležení na pevné podlaze
    13. Koryto na hnůj (částečně nebo celorošťové podlahy)
    14. Sběr hnoje ve vodě
    15. Klínové pásy na hnůj (částečně roštované podlahy)

## 16. Kombinace kanálů na hnůj a vodu

### 17. Vnější chodba s podestýlkou

- 30b Chlazení kejdy
- 30c Používání systému čištění vzduchu
  - o Kyselinová pračka
  - o Dvoufázové nebo trojfázové čištění
  - o Biologická pračka
- 30d Zvýšení kyselosti
- 30e Používání plovoucích balónů v kanále na hnůj  
([https://www.mpo.cz/assets/cz/prumysl/ippc-integrovana-prevence-a-omezovani-znecistení/referencni-dokumenty-bref/2017/3/ZavBAT\\_IRPP.pdf](https://www.mpo.cz/assets/cz/prumysl/ippc-integrovana-prevence-a-omezovani-znecistení/referencni-dokumenty-bref/2017/3/ZavBAT_IRPP.pdf)  
„staženo dne: 1. 3. 2018“).

### 3. Cíl práce

Cílem práce je změření emisí zátěžových plynů ve vybraném zemědělském provozu, jejich vyhodnocení a návrh na jejich snížení, porovnání vybraného provozu se zásadami „Správné zemědělské praxe“ a odpověď na tyto otázky:

- Záviseí množství výrobní měrné emise amoniaku na technologii ustájení?
- Splňuje vybraný provoz podmínky "Správné zemědělské praxe"?

V práci se zaměřím na:

- 1. Změření emise plynů  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_4$  a  $\text{NO}_2$  ve vybraném zemědělském provozu.
- 2. Porovnám emise amoniaku v provozech s direktivou EU.
- 3. Výsledky měření pomocí statistických metod vyhodnotím.
- 4. Odpovím na otázky z cíle této práce.
- 5. Uvedu závěry pro praxi.

## **4. Metodika**

Nejprve je třeba se seznámit s měřeným prostředím, používanými technikami a technologiemi. Tyto informace lze zjistit návštěvou tohoto zařízení, případně po konzultaci s vedoucím pracovníkem atd.

Následně proběhne samotné měření podle stanovené metodiky a statisticky vyhodnocené výsledky se porovnají s údaji z nejnovějšího dokumentu BREF a ověří se, zdali jsou v souladu s direktivou EU.

### **4.1 Metodika měření plynů**

#### **4.1.1 Zásadní požadavky opakovatelnosti**

Pro zajištění vědecké váhy měření monitorovaných ukazatelů je nutno dodržet několik zásadních požadavků.

- Měření proběhne jednotně pro každou halu chovu
- Použité přístroje musí být pravidelně ověřeny a cejchovány dle pokynů výrobce
- Režim ventilace v měřené hale musí být ve standardním režimu, odpovídajícím venkovním podmínkám a době výkrmu dané kategorie prasat
- Optimální venkovní teplota je v rozmezí +10 až +30 °C
- O provedeném měření musí být uskutečněn záznam.

Při samotném měření se část sond umístí do úrovně zvířat a část do větracích šachet odvádějící stájový vzduch. Před zahájením měření se ve všech měřicích místech provede měření relativní vlhkosti vzduchu, které nesmí překročit 90 %, protože by toto mělo vliv na měřicí senzory. Měření probíhá minimálně 24 hodin v 10minutových intervalech (JELÍNEK, 2013).

Měřicí sondy musí být umístěny vždy u výstupního průduchu, minimálně jedna sonda musí být umístěna v místě nasávaného vzduchu.

#### **4.1.2 Použité měřicí přístroje**

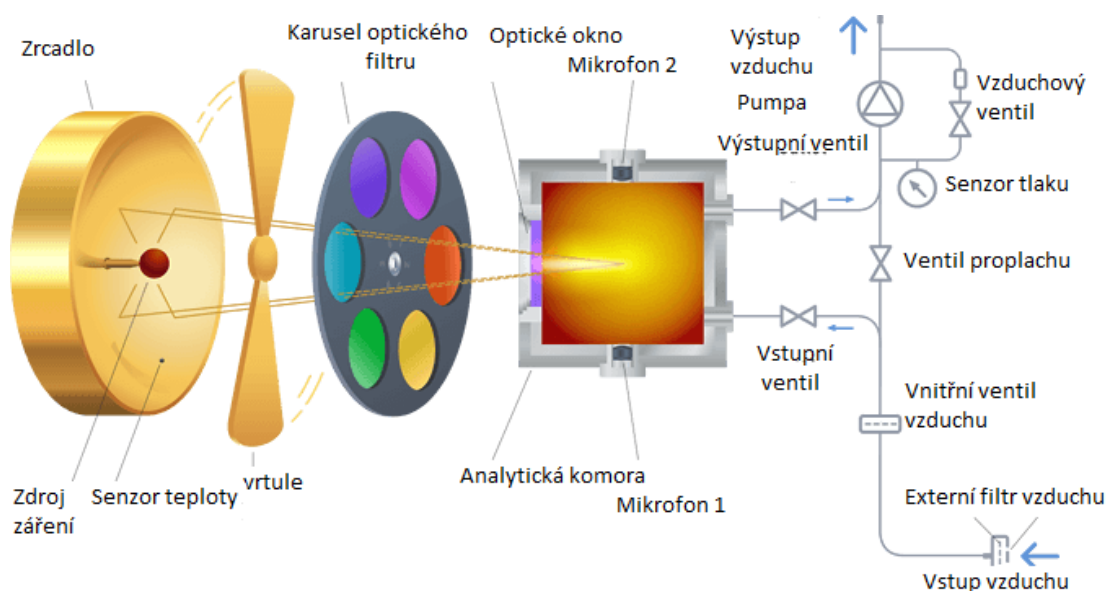
Při měření amoniaku v chovu byl použit přístroj Photoacoustic Gas Monitor INNOVA 1412 od společnosti LumaSense Technologie, Inc. Dánsko.

Tento přístroj pracuje na principu fotoakustické infračervené detekční metodě, kde se světelná energie přeměňuje na zvuk vlivem kmitání měřeného plynu. Měření

plyn je ozářen modulovaným světlem s přesnou vlnovou délkou, dochází k rozkmitání molekul plynu, tím světelnou energii převedou na zvuk, který je dvěma mikrofony zaznamenán a zesílen. U některých plynů dochází ke stejnému rozkmitání, protože pohlcují světlo stejné vlnové délky, tomuto jevu se říká křížová interference, proto je nutno zavést kompenzační algoritmus, který tuto interferenci vykompenzuje (JELÍNEK, 2013).

Má nainstalován filtrový karusel, ve kterém se nachází pět optických filtrů a jeden filtr na vodní páru. To znamená, že může měřit až pět plynů najednou, zároveň s tím i tlak jednotlivých složek. K omezení interference mezi jednotlivými plyny využívá křížovou kompenzaci. Detekční limit závisí na měřeném plynu, ale vždy se pohybuje v oblasti 10-2 ppm při 20 °C a tlaku 101 kPa (<https://www.lumasenseinc.com/EN/products/gas-sensing/innova-gas-monitoring/photoacoustic-spectroscopy-pas/field-monitor-1412i/photoacoustic-gas-monitor-innova-1412i.html> „staženo dne 2. 3. 2018“).

Přístroj má k dispozici dvanáct odběrných míst, ke každému místu je spojen teflonovou hadičkou s délkou až 50 metrů. Odběr vzorků je řízen přepínáním třicestného ventilu, zatímco analyzátor vzorek měří, hadička je proplachována (JELÍNEK, 2013). Princip činnosti tohoto přístroje je znázorněn na obrázku č. 2.



Obrázek č. 2 - Princip činnosti přístroje INNOVA 1412,

zdroj: <https://www.lumasenseinc.com/EN/products/gas-sensing/innova-gas-monitoring/photoacoustic-spectroscopy-pas/field-monitor-1412i/photoacoustic-gas-monitor-innova-1412i.html>, „staženo dne: 3. 4. 2018“

### 4.1.3 Použité vzorce pro výpočet koncentrace vybraného plynu

Výsledná hodnota koncentrace  $k$  sledovaného plynu se vypočte jako geometrický průměr pro  $n$  naměřených hodnot  $k_1$ - $k_n$  v jedné hale dle vztahu:

$$k = \sqrt[n]{k_1 \cdot k_2 \cdot \dots \cdot k_n} \quad (1)$$

Kde:  $k$  = výsledný geometrický průměr koncentrace plynu ze všech míst měření

$k_1 - k_n$  = koncentrace plynu v jednotlivých místech měření

Brutto emise

$$E_{FB} = k \cdot Q \text{ [mg} \cdot \text{h}^{-1}] \quad (2)$$

Kde:  $E_{FB}$  = produkce sledovaného plynu

$k$  = výsledná koncentrace sledovaného plynu [ $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ]

$Q$  = průtok vzduchu měřeným objektem za 1 h [ $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ]

Netto emise (výstupní koncentrace snižená o imisní zátěž – vstupní koncentraci sledovaného plynu).

$$E_{FN} = (k_{out} - k_{in}) \cdot Q \text{ [mg} \cdot \text{h}^{-1}] \quad (3)$$

Kde:  $E_{FN}$  = emise plynu z objektu

$k_{out}$  = koncentrace plynu vycházející z objektu [ $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ]

$k_{in}$  = koncentrace plynu vstupující do objektu [ $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ]

$Q$  = průtok vzduchu [ $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ]

Pro další výpočet se přepočte hodinová produkce na denní produkci

$$Q_D = F_{B,N} \cdot 24 \text{ [mg} \cdot \text{den}^{-1}] \quad (4)$$

Přepočet emise na 1 ks.den<sup>-1</sup>

$$E_{KS} = Q_D \cdot \text{ks}^{-1} \text{ [mg} \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}] \quad (5)$$

Přepočet emise na 1 ks.rok<sup>-1</sup>

$$E_{KR} = E_{KS} \cdot 365 \cdot 10^{-6} \text{ [kg NH}_3 \cdot \text{ks} \cdot \text{rok}^{-1}] \quad (6)$$

Průtok vzduchu [ $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ] (7)

$$Q = s \cdot d \cdot n \cdot v$$

Kde  $Q$  = Průtok vzduchu

$s$  = šířka vstupního otvoru [m]

$d$  = délka vstupního otvoru [m]

$n$  = počet vstupních otvorů

$v$  = rychlost proudění vzduchu [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ], (JELÍNEK, 2013).

#### 4.1.4 Umístění sond

Při měření je sonda č. 1 umístěna u vstupu nasávaného vzduchu. Čtyři sondy jsou umístěny ve výšce zvířat tak, aby k nim zvířata nemohla a nedošlo k poškození měřicího zařízení. Zbylé sondy jsou umístěny na krytech ventilátorů, kudy vzduch proudí ze stáje. Samotný přístroj je v prachotěsném boxu umístěn mimo stáj tak, aby umožnil běžný provoz v chovu.

#### 4.2 Měření teploty, relativní vlhkosti a rychlosti proudění vzduchu

Pro zajištění vědecké váhy měření monitorovaných ukazatelů je nutno dodržet několik zásadních požadavků.

- Venkovní teplota vzduchu nesmí přesáhnout 30 °C.
- Přesnost měřicího přístroje musí být minimálně 0,5 °C
- Měření probíhá ve stejném místě, ve kterém jsou i sondy pro měření koncentrací plynů
- Měření vnější teploty probíhá ve stínu ve výšce jeden metr nad zemí a minimálně metr od stěny haly
- Relativní vlhkost vzduchu se měří pouze, pokud je venkovní teplota alespoň 10 °C
- Při překročení relativní vlhkosti nad 70 %, měření se opakuje nejdříve po 4 hodinách, pokud při tomto druhém měření opět překročí relativní vlhkost 70 %, provede se další měření až po 48 hodinách (JELÍNEK, 2013).



#### **4.2.1 Použité měřicí přístroje**

Na měření teploty a relativní vlhkosti byl použit digitální záznamový termohydrobarometr s externí sondou Commeter D4141 vyrobený společností COMET SYSTEM, s. r. o., Rožnov pod Radhoštěm.

Přístroj je určen pro měření teploty a relativní vlhkosti vzduchu externí sondou se záznamem. Dále měří atmosférický tlak, tlakové tendence a teplotu rosného bodu. Teplota je měřena odporovými snímači, snímač vnější teploty a snímač vlhkosti jsou umístěny v externí sondě. Naměřené údaje jsou uloženy do vnitřní paměti přístroje, odkud je možné je exportovat do počítače (<https://www.cometsystem.cz/produkty/reg-d4141> „staženo dne 4. 3. 2018“).

K měření rychlosti proudění vzduchu byl použit multifunkční měřicí přístroj Testo 435-1 s připojenou vrtulovou sondou od společnosti Testo s. r. o. Praha.

Jedná se o multifunkční přístroj pro měření klima pro zaregulování a kontrolu ventilačních a klimatizačních zařízení. Do přístroje je možné zapojit následující sondy:

- Termický anemometr pro měření rychlosti vzduchu a objemového průtoku
- Vrtulkový anemometr s velkým a malým průměrem pro měření rychlosti vzduchu a objemového průtoku
- Teplotní sondu pro měření teploty vzduchu
- Sondu absolutního tlaku (<https://www.testo.com/cz-CZ/testo-435-1/p/0560-4351> „staženo dne 4. 3. 2018“).

#### **4.2.2 Umístění přístrojů**

Do měřené sekce je umístěn termohydrobarometr ve výšce 2 m nad zemí. Druhý tento přístroj se umístí venku mimo stáj, aby měřil venkovní teplotu. Anemometr se umístí na kryt ventilátoru, zde bude měřit rychlost proudění vzduchu.

#### **4.3 Teoretická produkce amoniaku**

Zákon č. 201/2012Sb. O ochraně ovzduší považuje za stacionární zdroj znečištění takový chov, jehož celková roční emise amoniaku je vyšší nebo rovna 5 tun. Provozovatel takového vyjmenovaného zdroje má povinnost jej provozovat v souladu s povolením provozu dle § 11 odst. 2 písm. d). Teoretická bilance lze spočítat podle následující tabulky č. 3.

Tabulka č. 3 – Dílčí emisní faktory emisí amoniaku

| Emisní faktory kg NH <sub>3</sub> .zvíře <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> | Stáj | Hnůj, podestýlka | Kejda | Zapravení do půdy |
|---|------|------------------|-------|-------------------|
| Selata  | 2    | 2                | 2     | 2,5               |
| Prasnice  | 4,3  | 2,8              | 2,8   | 4,8               |
| Prasnice březí  | 7,6  | 4,1              | 4,1   | 8                 |
| Prasata na výkrm a odchov   | 3,2  | 2                | 2     | 3,1               |

Zdroj: BARTOŠ et al. (2017)

#### 4.4 Charakteristika podniku

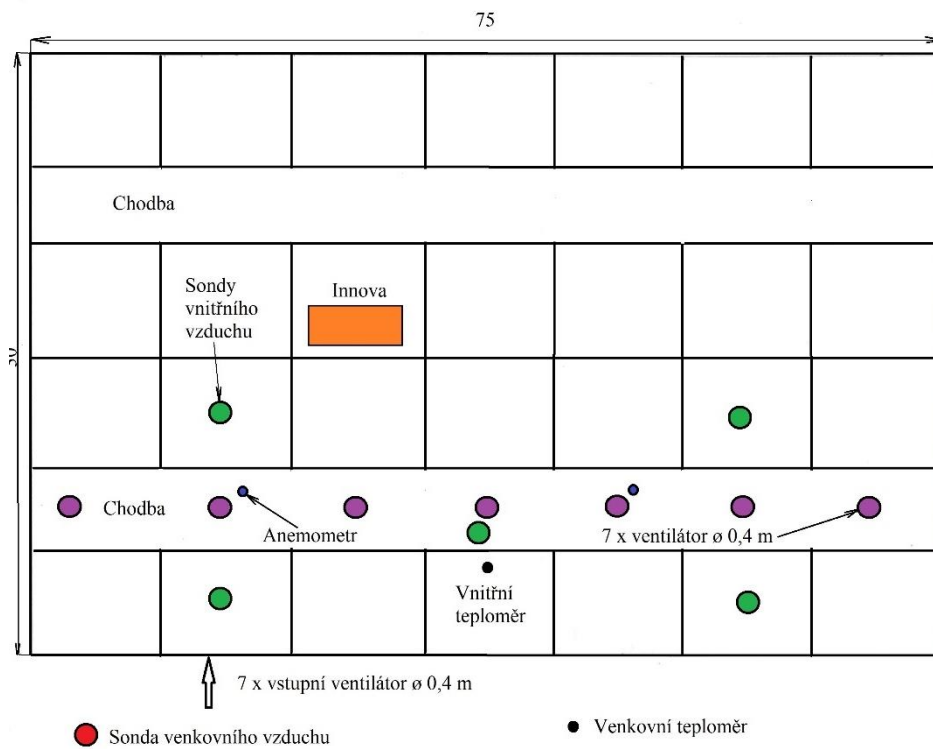
Měření probíhalo ve společnosti Ponědraž s. r. o., která sídlí v Ponědraži v Jižních Čechách. Společnost se zaměřuje na chov prasat, chovem dobytka a rostlinnou výrobou.

Všechny stáje jsou vybaveny stacionárním automatickým krmicím a napájecím zařízením značky Schauer. Stájové podlahy u prasnic a u prasat na výkrm jsou řešeny bez podestýlky s částečným zaroštováním a zbylé stáje jsou opatřeny celoroštem. Odklid výkalů je prováděn šípovými přímoběžnými škrabáky do centrální jímky. Všechna prasata jsou očipovaná za účelem sledování zdravotního stavu.

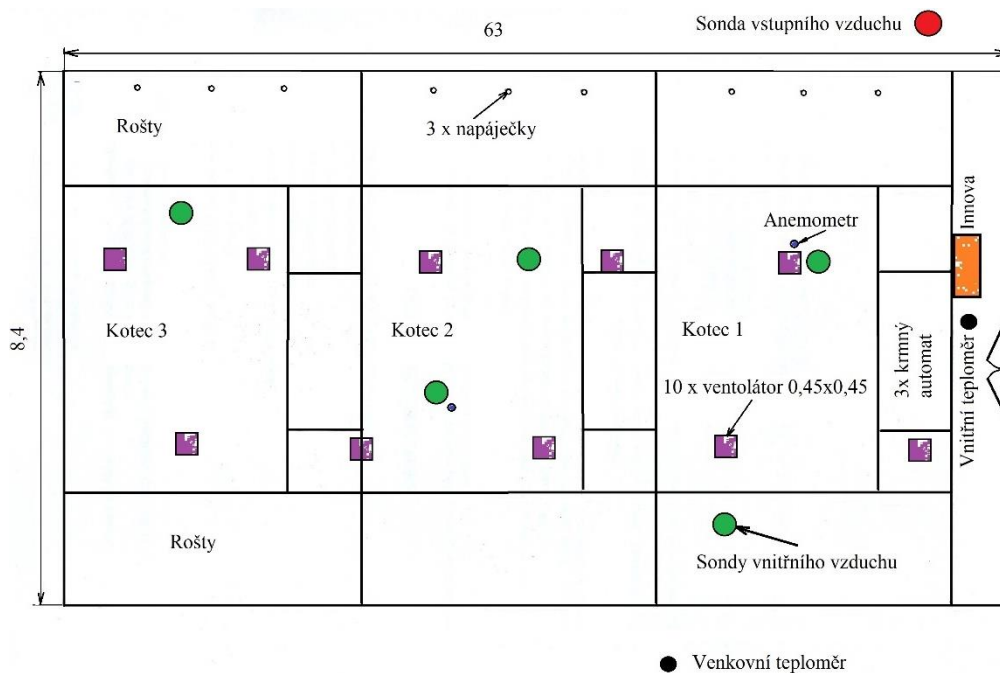




Obrázek č. 4 - Schéma předvýkrmu



Obrázek č. 5 - Schéma výkrmu



Obrázek č. 6 - Schéma březí prasnice

## 5.1 Výsledky měření v porodně

### 5.1.1 Výsledky měření v zimním období

Při měření bylo v boxu č. 2 ustájeno 21 ks kojících prasnic společně s 230 selaty. Průměrná teplota byla uvnitř 19,3 a venkovní 0,18 °C. Stáj má 5 vstupních otvorů o rozměru 95 x 35 cm a 3 ventilátory o průměru 50 cm o průměrné rychlosti proudění vzduchu 1,68 m.s<sup>-1</sup>. Naměřené hodnoty amoniaku jsou znázorněny v tabulce č. 4, další plyny v tabulce č. 5.

Tabulka č. 4 - Naměřené hodnoty amoniaku

| NH <sub>3</sub>                           | Sonda 1   | Sonda 2 | Sonda 3 | Sonda 4 | Sonda 5 | Sonda 6 |
|---|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Průměr [mg·m <sup>-3</sup> ]              | 6,977     | 7,112   | 7,403   | 7,302   | 6,859   | 7,078   |
| Průměr [mg·m <sup>-3</sup> ]              | 6,977     | 7,150   |         |         |         |         |
| Netto [mg·m <sup>-3</sup> ]               | 0,1738    |         |         |         |         |         |
| [kg·m <sup>-3</sup> ]                     | 0,0000002 |         |         |         |         |         |
| [kg·rok <sup>-1</sup> ]                   | 91,547    |         |         |         |         |         |
| [kg·ks <sup>-1</sup> ·rok <sup>-1</sup> ] | 4,359     |         |         |         |         |         |

Tabulka č. 5 - Naměřené hodnoty dalších plynů

|                       |                  |                 |                 |
|-----------------------|------------------|-----------------|-----------------|
|                       | N <sub>2</sub> O | CO <sub>2</sub> | CH <sub>4</sub> |
| [mg.m <sup>-3</sup> ] | 0,34             | 3318,54         | 18,74           |

### 5.1.2 Výsledky měření v jarním období

Při měření bylo v boxu č. 4 ustájeno 30 ks kojících prasnic společně 298 selaty. Průměrná teplota byla uvnitř 20,46 a venkovní 13,88 °C. Průměrná rychlost proudění vzduchu byla 3,24 m.s<sup>-1</sup>. Naměřené hodnoty amoniaku jsou znázorněny v tabulce č. 6, další plyny v tabulce č. 7.

Tabulka č. 6 - Naměřené hodnoty amoniaku

| NH <sub>3</sub>                           | Sonda 1   | Sonda 2 | Sonda 3 | Sonda 4 | Sonda 5 | Sonda 6 |
|---|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Průměr [mg.m <sup>-3</sup> ]              | 1,288     | 5,791   | 5,272   | 1,369   | 7,215   | 7,358   |
| Průměr [mg.m <sup>-3</sup> ]              | 1,288     | 5,401   |         |         |         |         |
| Netto [mg.m <sup>-3</sup> ]               | 4,113     |         |         |         |         |         |
| [kg.m <sup>-3</sup> ]                     | 0,0000041 |         |         |         |         |         |
| [kg.rok <sup>-1</sup> ]                   | 247,108   |         |         |         |         |         |
| [kg.ks <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ] | 8,236     |         |         |         |         |         |

Tabulka č. 7 - Naměřené hodnoty dalších plynů

|                       |                  |                 |                 |
|-----------------------|------------------|-----------------|-----------------|
|                       | N <sub>2</sub> O | CO <sub>2</sub> | CH <sub>4</sub> |
| [mg.m <sup>-3</sup> ] | 0,18             | 2210,88         | 12,47           |

### 5.1.3 Výsledky měření v letním období

Při měření bylo v boxu č. 4 ustájeno 30 ks kojících prasnic společně 297 selaty. Průměrná teplota byla uvnitř 20,3 °C a venkovní 18 °C. Průměrná rychlost proudění vzduchu byla 1,4 m.s<sup>-1</sup>. Naměřené hodnoty amoniaku jsou znázorněny v tabulce č. 8, další plyny v tabulce č. 9.

Tabulka č. 8 - Naměřené hodnoty amoniaku

| NH <sub>3</sub>                             | Sonda 1   | Sonda 2 | Sonda 3 | Sonda 4 | Sonda 5 | Sonda 6 |
|---|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Průměr<br>[mg m <sup>-3</sup> ]             | 1,932     | 14,057  | 14,057  | 3,524   | 5,99    | 5,9685  |
| Průměr<br>[mg m <sup>-3</sup> ]             | 1,932     | 8,719   |         |         |         |         |
| Netto<br>[mg m <sup>-3</sup> ]              | 6,787     |         |         |         |         |         |
| [kg m <sup>-3</sup> ]                       | 0,0000068 |         |         |         |         |         |
| [kg rok <sup>-1</sup> ]                     | 176,469   |         |         |         |         |         |
| [kg ks <sup>-1</sup><br>rok <sup>-1</sup> ] | 5,882     |         |         |         |         |         |

Tabulka č. 9 - Naměřené hodnoty dalších plynů

|                       | N <sub>2</sub> O | CO <sub>2</sub> | CH <sub>4</sub> |
|-----------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| [mg.m <sup>-3</sup> ] | 0,24             | 1349,78         | 11,25           |

## 5.2 Výsledky měření v odstavu

### 5.2.1 Výsledky měření v zimním období

Při měření bylo v boxu č. 6 ustájeno 241 selat o průměrné hmotnosti 10 kg. Průměrná venkovní teplota bylo -1,2 °C a vnitřní 17,8 °C. Průměrná rychlost proudění byla 0,58 m.s<sup>-1</sup>. Naměřené hodnoty amoniaku jsou znázorněny v tabulce č. 10, další plyny v tabulce č. 11.

Tabulka č. 10 - Naměřené hodnoty amoniaku

| NH <sub>3</sub>                 | Sonda 1   | Sonda 2 | Sonda 3 | Sonda 4 | Sonda 5 | Sonda 6 |
|---------------------------------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Průměr<br>[mg m <sup>-3</sup> ] | 1,937     | 4,298   | 3,871   | 4,018   | 4,06    | 3,798   |
| Průměr<br>[mg m <sup>-3</sup> ] | 1,937     | 4,009   |         |         |         |         |
| Netto<br>[mg m <sup>-3</sup> ]  | 2,072     |         |         |         |         |         |
| [kg m <sup>-3</sup> ]           | 0,0000021 |         |         |         |         |         |
| [kg rok <sup>-1</sup> ]         | 21,432    |         |         |         |         |         |

|  |        |
|--|--------|
| [kg·ks <sup>-1</sup><br>·rok <sup>-1</sup> ] | 0,0889 |
|--|--------|

Tabulka č. 11 - Naměřené hodnoty dalších plynů

|                       |                  |                 |                 |
|-----------------------|------------------|-----------------|-----------------|
|                       | N <sub>2</sub> O | CO <sub>2</sub> | CH <sub>4</sub> |
| [mg·m <sup>-3</sup> ] | 0,524            | 1309,94         | 1,58            |

### 5.2.2 Výsledky měření v jarním období

Při měření bylo v boxu č. 6 ustájeno 157 selat o průměrné hmotnosti 30 kg. Průměrná venkovní teplota bylo 13,11 °C a vnitřní 20,61 °C. Průměrná rychlost proudění byla 1,63 m·s<sup>-1</sup>. Naměřené hodnoty amoniaku jsou znázorněny v tabulce č. 12, další plyny v tabulce č. 13.

Tabulka č. 12 - Naměřené hodnoty amoniaku

|   |           |         |         |         |         |         |
|---|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| NH <sub>3</sub>                           | Sonda 1   | Sonda 2 | Sonda 3 | Sonda 4 | Sonda 5 | Sonda 6 |
| Průměr [mg·m <sup>-3</sup> ]              | 0,9574    | 5,193   | 5,694   | 1,152   | 3,849   | 3,858   |
| Průměr [mg·m <sup>-3</sup> ]              | 0,9574    | 3,9492  |         |         |         |         |
| Netto [mg·m <sup>-3</sup> ]               | 2,9918    |         |         |         |         |         |
| [kg·m <sup>-3</sup> ]                     | 0,0000030 |         |         |         |         |         |
| [kg·rok <sup>-1</sup> ]                   | 86,952    |         |         |         |         |         |
| [kg·ks <sup>-1</sup> ·rok <sup>-1</sup> ] | 0,553     |         |         |         |         |         |

Tabulka č. 13 - Naměřené hodnoty dalších plynů

|                       |                  |                 |                 |
|-----------------------|------------------|-----------------|-----------------|
|                       | N <sub>2</sub> O | CO <sub>2</sub> | CH <sub>4</sub> |
| [mg·m <sup>-3</sup> ] | 0,27             | 2423,71         | 11,61           |



## 5.3 Výsledky měření ve výkrmu

### 5.3.1 Výsledky měření v zimním období

Při měření bylo v hale č. 2 ustájeno 450 ks prasat o průměrné hmotnosti 100 kg. Průměrná venkovní teplota bylo 0,7 °C a vnitřní 9,3 °C. Stáj má 7 ventilátorů o celkové ploše 0,8792 m<sup>2</sup> o průměrné rychlosti proudění vzduchu 7,53 m.s<sup>-1</sup>. Naměřené hodnoty amoniaku jsou znázorněny v tabulce č. 14, další plyny v tabulce č. 15.

Tabulka č. 14 - Naměřené hodnoty amoniaku

| NH <sub>3</sub>                           | Sonda 1   | Sonda 2 | Sonda 3 | Sonda 4 | Sonda 5 | Sonda 6 |
|---|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Průměr [mg·m <sup>-3</sup> ]              | 1,456     | 5,499   | 5,189   | 5,301   | 5,219   | 5,333   |
| Průměr [mg·m <sup>-3</sup> ]              | 1,456     | 5,3082  |         |         |         |         |
| Netto [mg·m <sup>-3</sup> ]               | 3,8522    |         |         |         |         |         |
| [kg·m <sup>-3</sup> ]                     | 0,0000039 |         |         |         |         |         |
| [kg·rok <sup>-1</sup> ]                   | 804,262   |         |         |         |         |         |
| [kg·ks <sup>-1</sup> ·rok <sup>-1</sup> ] | 1,787     |         |         |         |         |         |

Tabulka č. 15 - Naměřené hodnoty dalších plynů

|                       | N <sub>2</sub> O | CO <sub>2</sub> | CH <sub>4</sub> |
|-----------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| [mg·m <sup>-3</sup> ] | 0,467            | 2015,02         | 3,272           |

### 5.3.2 Výsledky měření v jarním období

Při měření bylo v hale č. 2 ustájeno 703 ks prasat o průměrné hmotnosti 90 kg. Průměrná venkovní teplota bylo 5,3 °C a vnitřní 12,28 °C o průměrné rychlosti proudění vzduchu 4,49 m.s<sup>-1</sup>. Naměřené hodnoty amoniaku jsou znázorněny v tabulce č. 16, další plyny v tabulce č. 17.

Tabulka č. 16 - Naměřené hodnoty amoniaku

| NH <sub>3</sub>                           | Sonda 1   | Sonda 2 | Sonda 3 | Sonda 4 | Sonda 5 | Sonda 6 |
|---|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Průměr<br>[mg·m <sup>-3</sup> ]           | 1,135     | 4,396   | 4,728   | 3,159   | 7,27    | 8,87    |
| Průměr<br>[mg·m <sup>-3</sup> ]           | 1,135     | 5,684   |         |         |         |         |
| Netto<br>[mg·m <sup>-3</sup> ]            | 4,548     |         |         |         |         |         |
| [kg·m <sup>-3</sup> ]                     | 0,0000045 |         |         |         |         |         |
| [kg·rok <sup>-1</sup> ]                   | 1132,987  |         |         |         |         |         |
| [kg·ks <sup>-1</sup> ·rok <sup>-1</sup> ] | 1,6116    |         |         |         |         |         |

Tabulka č. 17 - Naměřené hodnoty dalších plynů

|                       | N <sub>2</sub> O | CO <sub>2</sub> | CH <sub>4</sub> |
|-----------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| [mg·m <sup>-3</sup> ] | 0,48             | 2825,92         | 1,794           |

## 5.4 Výsledky měření březích prasnic

### 5.4.1 Výsledky měření v zimním období

Při měření bylo v hale ustájeno 134 ks březích prasnic o průměrné hmotnosti 200 kg. Průměrná venkovní teplota bylo 13,08 °C a vnitřní 19,28 °C. Stáj má 10 ventilátorů o celkové ploše 2,025 m<sup>2</sup> o průměrné rychlosti proudění vzduchu 0,47 m·s<sup>-1</sup>. Naměřené hodnoty amoniaku jsou znázorněny v tabulce č. 18, další plyny v tabulce č. 19.

Tabulka č. 18 - Naměřené hodnoty amoniaku

| NH <sub>3</sub>                 | Sonda 1   | Sonda 2 | Sonda 3 | Sonda 4 | Sonda 5 | Sonda 6 |
|---------------------------------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Průměr<br>[mg·m <sup>-3</sup> ] | 4,111     | 8,781   | 8,865   | 9,361   | 8,999   | x       |
| Průměr<br>[mg·m <sup>-3</sup> ] | 4,111     | 9,001   |         |         |         |         |
| Netto<br>[mg·m <sup>-3</sup> ]  | 4,899     |         |         |         |         |         |
| [kg·m <sup>-3</sup> ]           | 0,0000049 |         |         |         |         |         |

|   |         |
|---|---------|
| [kg.rok <sup>-1</sup> ]                   | 146,785 |
| [kg.ks <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ] | 1,095   |

Tabulka č. 19 - Naměřené hodnoty dalších plynů

|                       |                  |                 |                 |
|-----------------------|------------------|-----------------|-----------------|
|                       | N <sub>2</sub> O | CO <sub>2</sub> | CH <sub>4</sub> |
| [mg.m <sup>-3</sup> ] | 0,536            | 4065,45         | 2,303           |

#### 5.4.2 Výsledky měření v jarním období

Při měření bylo v hale ustájeno 134 ks březích prasnic o průměrné hmotnosti 200 kg. Průměrná venkovní teplota bylo 9,98 °C a vnitřní 16,59 °C o průměrné rychlosti proudění vzduchu 1,33 m.s<sup>-1</sup>. Naměřené hodnoty amoniaku jsou znázorněny v tabulce č. 20, další plyny v tabulce č. 21.

Tabulka č. 20 - Naměřené hodnoty amoniaku

|   |           |         |         |         |         |         |
|---|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| NH <sub>3</sub>                           | Sonda 1   | Sonda 2 | Sonda 3 | Sonda 4 | Sonda 5 | Sonda 6 |
| Průměr [mg.m <sup>-3</sup> ]              | 1,476     | 5,714   | 8,202   | 6,355   | 9,0306  | x       |
| Průměr [mg.m <sup>-3</sup> ]              | 1,476     | 7,325   |         |         |         |         |
| Netto [mg.m <sup>-3</sup> ]               | 5,849     |         |         |         |         |         |
| [kg.m <sup>-3</sup> ]                     | 0,0000058 |         |         |         |         |         |
| [kg.rok <sup>-1</sup> ]                   | 496,814   |         |         |         |         |         |
| [kg.ks <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ] | 3,707     |         |         |         |         |         |

Tabulka č. 21 - Naměřené hodnoty dalších plynů

|                       |                  |                 |                 |
|-----------------------|------------------|-----------------|-----------------|
|                       | N <sub>2</sub> O | CO <sub>2</sub> | CH <sub>4</sub> |
| [mg.m <sup>-3</sup> ] | 0,337            | 2109,53         | 7,93            |

## 5.5 Teoretická bilance amoniaku

Vzhledem k vypočtené teoretické produkci amoniaku zaznamenané v tabulkách č. 22 až 26, lze tento chov považovat za stacionární zdroj znečištění.

Tabulka č. 22 - Teoretická produkce amoniaku kojících prasnic

| Prasnice<br>kojící | Emisní faktory  |       |                      | Počet<br>ustájených<br>zvířat<br>v kotci | Celková produkce                            |  |
|--------------------|---|-------|----------------------|--|---|--|
|                    | [kg NH <sub>3</sub> .zvíře <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ] |       |                      |  | [kg<br>NH <sub>3</sub> .rok <sup>-1</sup> ] | [kg<br>NH <sub>3</sub> .rok <sup>-1</sup> .kus <sup>-1</sup> ] |
| Období             | Stáj  | Kejda | Zapravení<br>do půdy |  |   |  |
| Zima               | 3,2   | 2     | 3,1                  | 21                                       | 174,3                                       | 8,3  |
| Jaro               | 3,2   | 2     | 3,1                  | 30                                       | 249   | 8,3  |
| Léto               | 3,2   | 2     | 3,1                  | 30                                       | 249   | 8,3  |

Tabulka č. 23 - Teoretická produkce amoniaku selat

| Selata | Emisní faktory  |       |                      | Počet<br>ustájených<br>zvířat<br>v kotci | Celková produkce                            |  |
|--------|---|-------|----------------------|--|---|--|
|        | [kg NH <sub>3</sub> .zvíře <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ] |       |                      |  | [kg<br>NH <sub>3</sub> .rok <sup>-1</sup> ] | [kg<br>NH <sub>3</sub> .rok <sup>-1</sup> .kus <sup>-1</sup> ] |
| Období | Stáj  | Kejda | Zapravení<br>do půdy |  |   |  |
| Zima   | 2   | 2     | 2                    | 241                                      | 1446  | 6  |
| Jaro   | 2   | 2     | 2                    | 157                                      | 942   | 6  |

Tabulka č. 24 - Teoretická produkce amoniaku prasat ve výkrmu

| Výkrm | Emisní faktory  |  |  | Počet<br>ustájených | Celková produkce |
|-------|---|--|--|---------------------|------------------|
|       | [kg NH <sub>3</sub> .zvíře <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ] |  |  |                     |                  |

| Období | Stáj | Kejda | Zapravení do půdy | zvířat v kotci | [kg NH <sub>3</sub> rok <sup>-1</sup> ] | [kg NH <sub>3</sub> rok <sup>-1</sup> .kus <sup>-1</sup> ] |
|--------|------|-------|-------------------|----------------|---|--|
| Zima   | 3,2  | 2     | 2,5               | 450            | 3465                                    | 7,7  |
| Jaro   | 3,2  | 2     | 2,5               | 157            | 1208,9                                  | 7,7  |

Tabulka č. 25 - Teoretická produkce amoniaku březích prasnic

| Březí prasnice | Emisní faktory  |       |                   | Počet ustájených zvířat v kotci | Celková produkce                        |  |
|----------------|---|-------|-------------------|---------------------------------|---|--|
|                | [kg NH <sub>3</sub> .zvíře <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ] |       |                   |                                 | [kg NH <sub>3</sub> rok <sup>-1</sup> ] | [kg NH <sub>3</sub> rok <sup>-1</sup> .kus <sup>-1</sup> ] |
| Období         | Stáj  | Kejda | Zapravení do půdy |                                 |   |  |
| Zima           | 7,6   | 4,1   | 8                 | 134                             | 2639,8                                  | 19,7   |
| Jaro           | 7,6   | 4,1   | 8                 | 134                             | 2639,8                                  | 19,7   |

Tabulka č. 26 - Teoretická produkce amoniaku březích prasnic

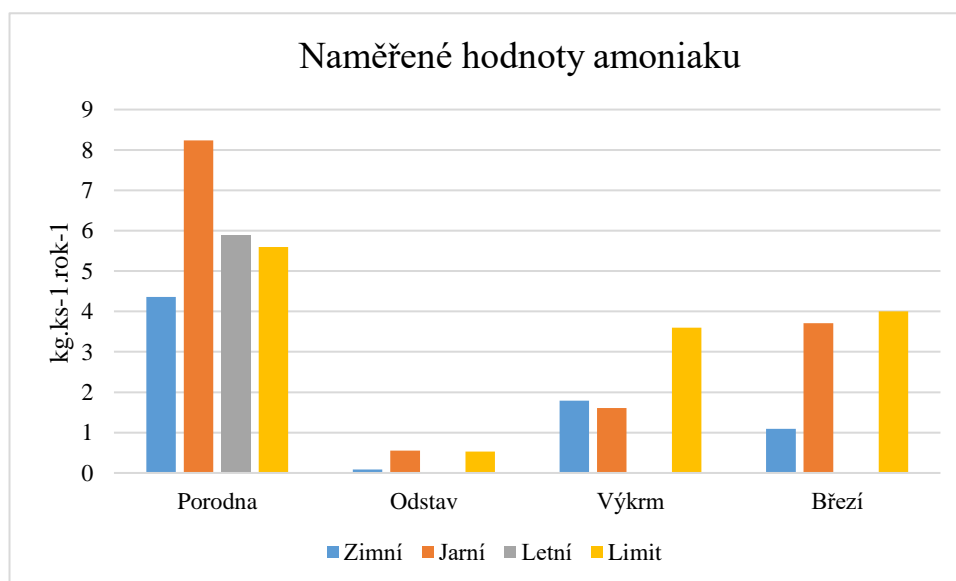
| Březí prasnice | Emisní faktory  |       |                   | Počet ustájených zvířat v kotci | Celková produkce                        |  |
|----------------|---|-------|-------------------|---------------------------------|---|--|
|                | [kg NH <sub>3</sub> .zvíře <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ] |       |                   |                                 | [kg NH <sub>3</sub> rok <sup>-1</sup> ] | [kg NH <sub>3</sub> rok <sup>-1</sup> .kus <sup>-1</sup> ] |
| Období         | Stáj  | Kejda | Zapravení do půdy |                                 |   |  |
| Zima           | 7,6   | 4,1   | 8                 | 134                             | 2639,8                                  | 19,7   |
| Jaro           | 7,6   | 4,1   | 8                 | 134                             | 2639,8                                  | 19,7   |

## 5.6 Souhrn naměřených hodnot jednotlivých měření

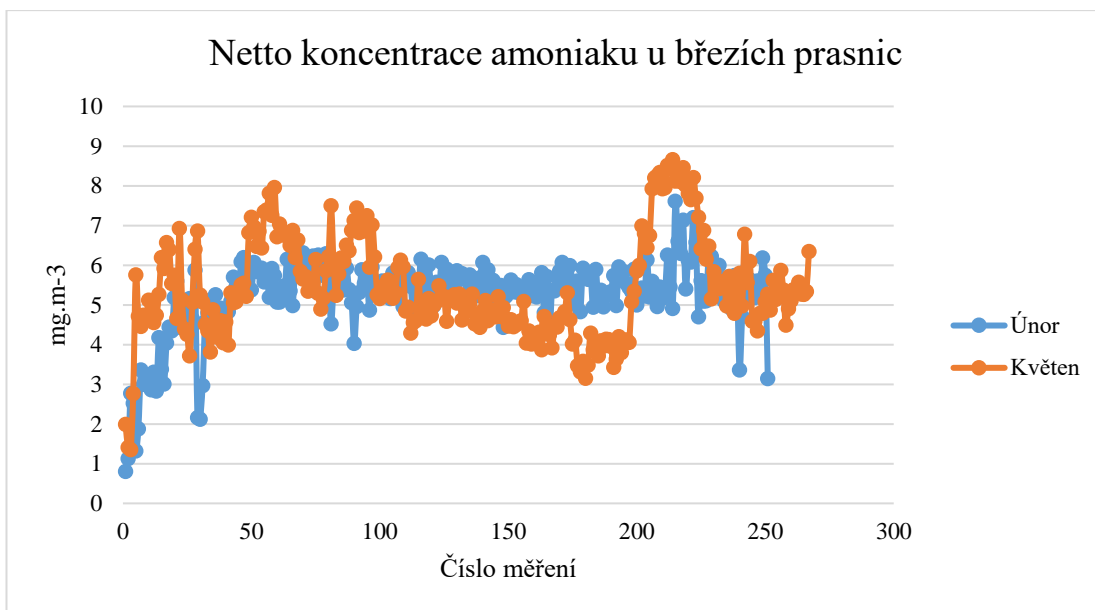
V tabulce č. 27 jsou naměřené hodnoty jednotlivých měření a porovnání s emisními limity, které by neměl chovatel překročovat při podání žádosti o vydání integrovaného povolení. Zeleně zvýrazněná data jsou pod limitem, červeně zvýrazněná limity překračují. V grafu č. 1 až 5 jsou graficky porovnány výsledky měření.

Tabulka č. 27 - Porovnání naměřených hodnot s limity

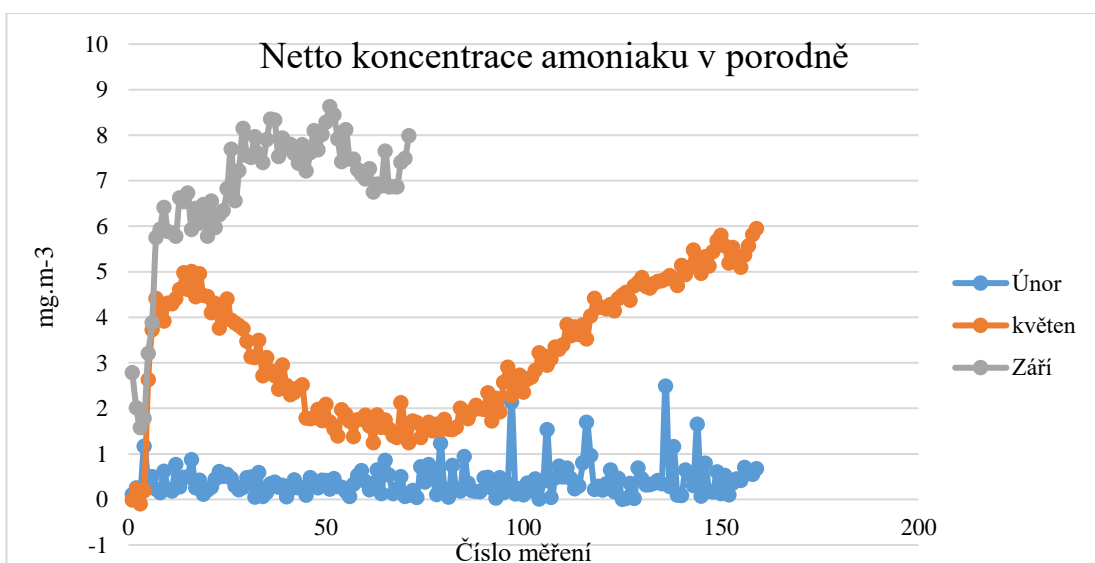
| [kg·ks <sup>-1</sup> ·rok <sup>-1</sup> ] | Porodna | Odstav | Výkrm | Březí  |
|---|---------|--------|-------|--------|
| Zimní                                     | 4,359   | 0,088  | 1,787 | 1,095  |
| Jarní                                     | 8,236   | 0,553  | 1,611 | 3,7074 |
| Letní                                     | 5,882   |        |       |        |
| Limit                                     | 5,6     | 0,53   | 3,6   | 4      |



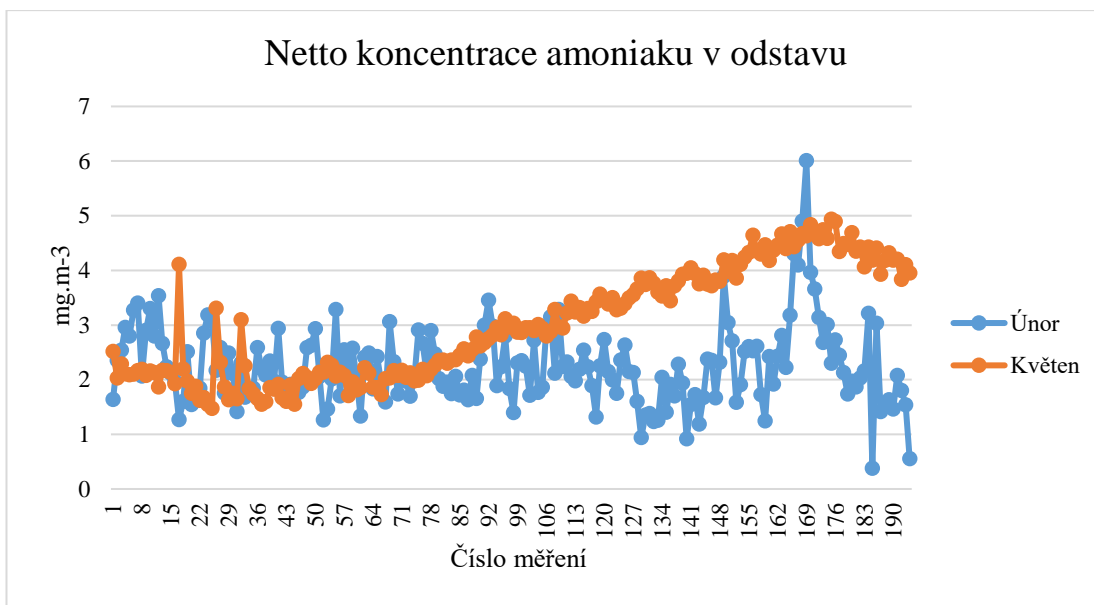
Graf č. 1 - Naměřené hodnoty amoniaku



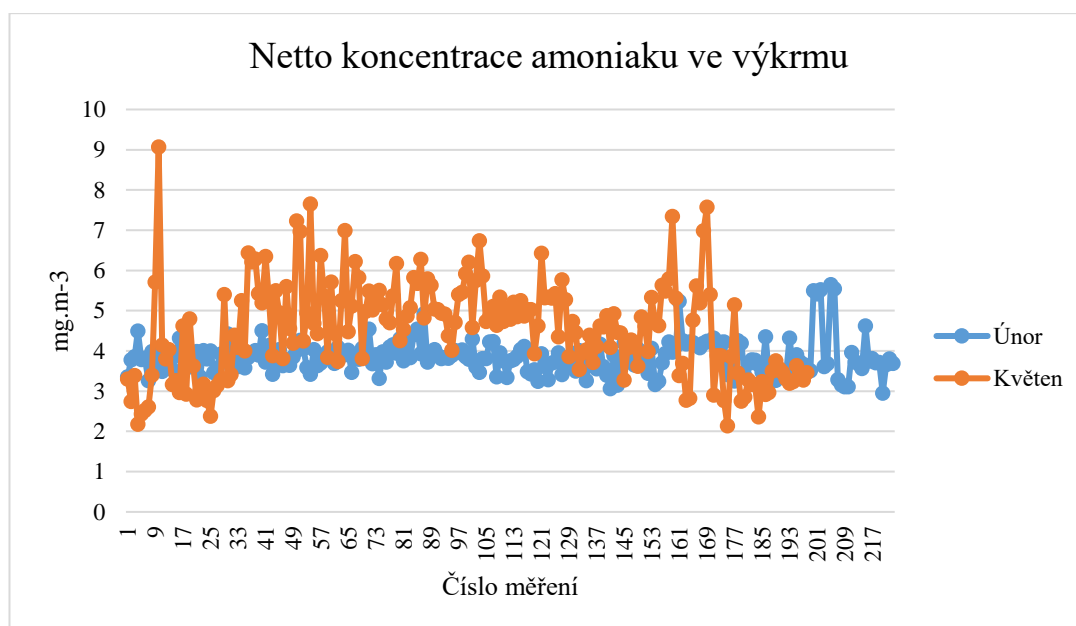
Graf č. 2 - Netto koncentrace amoniaku u březích prasnic



Graf č. 3 – Netto koncentrace amoniaku v porodně



Graf č. 4 – Netto koncentrace amoniaku v odstavu



Graf č. 5 – Netto koncentrace amoniaku ve výkrmu

## 5.7 Hodnocení používaných technik a technologií

### Školení zaměstnanců

Pravidelně probíhá zaškolování zaměstnanců ve vyhláškách a předpisech vztahujících se k výkonu jejich povolání (BOZP, havarijní plány atd.), to plně odpovídá BATu pro správnou zemědělskou praxi.



### **Plánování**

Každý úkon je předem přesně plánován s přímou návazností na údržbu jednotlivých sekcí. Před naskladněním jsou sekce dezinfikovány a z roštů je vypuštěna kejda do jímek, toto lze považovat za BAT.

### **Opravy a údržba**

Strojní vybavení je kontrolováno periodicky a to denně. Po ukončení turnusu dochází k podrobné kontrole celé sekce včetně roštů a hrazení.

### **Hospodaření s vodou**

Chov má svůj vlastní zdroj vody z vrtu, která je čerpána do věžového vodojemu o objemu 150 m<sup>3</sup>, dále je rozvedena do celého areálu. Systém je pravidelně kontrolován proti netěsnostem a nechtěným únikům vody. Použitá technologie snižuje spotřebu vody a dá se tedy považovat za BAT.

### **Hospodaření s elektrickou energií**

Areál je osvětlen pomocí zářivkových panelů. V případě výpadků elektrické energie je k dispozici záložní naftový generátor s výkonem 60 kW.

### **Technologie ventilace**

Spouštění ventilace je řízeno počítačovým systémem Agrivan pomocí teplotních čidel. Soustava je podtlaková, vzduch je nasáván z regulovatelných klapek. Toto lze považovat za BAT.

### **Technologie ustájení**

Stájové podlahy u prasnic a u prasat na výkrm jsou řešeny bez podestýlky s částečným zaroštováním a zbylé stáje jsou opatřeny celoroštem. Vyhovuje dispozicím BAT.

### **Technologie krmení**

Všechny stáje jsou vybaveny stacionárním krmícím a napájecím systémem značky Schauer. Vyhovuje dispozicím BAT.

### **Odklid kejdy**

Kejda je skladována v podroštových vanách, odkud je po ukončení turnusu přepuštěna do centrálního potrubí, tudy je samospádem odvedena do venkovních záchytných jímek o objemu 150 m<sup>3</sup>.

### **Skladování kejdy**

Kejda je skladována v přilehlých jímkách, odtud je pomocí cisterny s hadicovým aplikátorem odvezena k zapravení na pozemky nebo přečerpána do centrální nekryté jímky s vytvořenou krustou na hladině, toto odpovídá BAT.

### **Manipulace s odpady**

Znečištěná voda je sváděna do jímky a dále do místní kanalizace. Komunální odpad v přistavených kontejnerech odváží Technické služby Třeboň. Odvoz nebezpečného odpadu zajišťuje firma VETAS České Budějovice, s. r. o. plně vyhovuje dispozicím BAT.

## 6. Diskuze

Technologie používané na farmě ke snížení produkce amoniaku lze považovat za BAT technologie v těchto bodech: zásady správné zemědělské praxe, technologie krmení, technologie ustájení, hospodaření s vodou a energií, technologie ventilace, technologie odkladu, skladování a zapravování kejdy.

Bohužel z důvodu výskytu afrického moru prasat v ČR, nám nebylo umožněno se do společnosti vrátit, abychom naměřili zbylá data. Proto je v letním období naměřena emise pouze z porodny.

I přes velkou investici v roce 2008, kdy se za podpory EU vybuďovala nová porodní hala, která by měla odpovídat všem platným předpisům, došlo k překročení limitů daných v platném BREF dokumentu, a to o téměř polovinu v jarním období. Z naměřených hodnot lze dedukovat, že největší vliv na produkci amoniaku, bez změny technologie, má venkovní teplota a rychlost proudění vzduchu v kotci, kdy venkovní teplota vzrostla o 13,7 °C a rychlost proudění o 1,56 m.s<sup>-1</sup> a tyto změny měly vliv na zvýšení emisí amoniaku o téměř 89 %. Při měření samozřejmě mohlo dojít k ovlivňujícím vlivům, jako je stres zvířat atd., bohužel tyto okolnosti nelze změřit a zahrnout do výpočtů.

Z naměřených hodnot lze říci, že množství výrobní měrné emise amoniaku **závisí** na technologii ustájení.

Z měření autora ŠOFRONIČ (2016), které proběhlo ve stejném podniku v porodně také vyplývá, že byly limity překročeny i za použití fyto-genických krmných aditiv.

Podle autora PHILIPPE (2011) je nejvhodnější metodou k redukci emise amoniaku udržovat pevnou část podlahy čistou, betonové lamely nahradit hladkými materiály jako je kov nebo plast. Dále je nutné snížit plochu hladiny jímky skloněním stěn, často odstraňovat kejdu pomocí dopravníků. Klimatické podmínky uvnitř budovy také ovlivňují emise v návaznosti na teplotu a rychlost proudění vzduchu. Při upravování klimatických podmínek je však nutné brát ohled na požadavky na pohodlí zvířat. Užitím krmiv s nižším obsahem bílkovin lze dosáhnout snížení o 10 %.

GALASSI (2010) provedl experiment, ve kterém zkoušel vliv obsahu vlákniny a bílkoviny na výkon prasat a emise amoniaku. Došel k výsledku, že zvýšení vlákniny a snížení bílkovin snižuje emise bez ohrožení růstové výkonnosti.

SAHA (2009) se zaměřil na větrání uvnitř kotce. Kromě běžného podtlakového systému větrání s ventilátorem na střeše, namontoval další jednotku přímo nad jímky pod rošty. Toto řešení snížilo množství amoniaku uvnitř stáje o 42,6 %. Toto řešení počítá s čištěním vzduchu, avšak nároky na čištění vzduchu z přídatné jednotky jsou pouze 10%. Použitím této techniky lze snížit produkci amoniaku o 37 až 53 %.

## 7. Závěr

Cílem této práce bylo změřit emise zátěžových plynů ve vybraném zemědělském provozu, vyhodnotit je a navrhnout jejich snížení, porovnat vybraný provoz se zásadami „Správné zemědělské praxe“.

Měření probíhalo na čtyřech stanovištích podle stádia chovu. A to v porodně, u odstavených selat, u březích prasnic a ve výkrmu. Měření proběhlo přístrojem INNOVA 1412, který vyhodnocoval koncentraci z více odběrných míst najednou. Tato data byla vyhodnocena za použití výše zmíněné metodiky a porovnány s platnými dokumenty BREF. Z měření vyplývá, že v „teplejších“ obdobích emise amoniaku dramaticky stoupají z důvodů vyššího pohybu vzduchu v kotci. V porodně byl tento nárůst až o téměř 89 %, tedy o 47 % více než je limit dokumentu BREF.

Společnosti bych doporučil investici do dalších zlepšujících technologií. Použitím pračky vzduchu by bylo možné snížit množství uvolněných emisí z chovu až o 50 %. Další možností by byla změna technologie zapravování kejdy do půdy (přímá aplikace), stavebně technické úpravy budov, zejména tepelně-izolačních, které by snižovaly potřebu výměny vzduchu a s tím související vyšší emise amoniaku.

## Seznam použité literatury

APPL M. (2011): *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Dannstadt-Schauernheim, Print ISBN: 9783527303854| Online ISBN: 9783527306732 DOI: 10.1002/14356007.a02\_143.pub3. Dostupné také z: [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/14356007.a02\\_143.pub3](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/14356007.a02_143.pub3), „staženo dne: 10. 1. 2018“

BARTOŠ P., CELJAK I., DOLAN A., HAVELKA Z., KUNEŠ. R. (2017): *Emise amoniaku a zápachu z intenzivních chovů drůbeže a prasat ve vztahu k Závěrům o BAT*. Praha: Ministerstvo zemědělství, 66 s. ISBN 978-80-7434-397-1.

BLAŽEK B. (2004): *Živel oheň – energie*. 1. vyd. Praha: Agentura Koniklec, 321 s., ISBN 80-902606-4-0.

BROUČEK, J., BOTTO L. a ŠOCH M (2008): *Ochrana skotu, prasat a drůbeže proti vysokým teplotám.*, Metodika pro zemědělskou praxi. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. 50 s. ISBN 978-80-7394-095-9.

DOLEJŠ J. (2008): *Snížení produkce amoniaku ionizací vzduchu při výkrmu prasat*. Výzkumný ústav živočišné výroby Praha Uhřetěves. Studie pro MZe ČR.

GALASSI G., COLOMBINI S., MALAGUTTI L., CROVETTO G. M. a RAPETTI L. (2010): *Effects of high fibre and low protein diets on performance, digestibility, nitrogen excretion and ammonia emission in the heavy pig*. *Animal Feed Science and Technology.*, 161(3-4), 140-148. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2010.08.009. ISSN 03778401. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0377840110002646>, „staženo dne: 26. 11. 2017“

HAVLÍČEK Z. (2007): *Nové trendy v ochraně životního prostředí v podmínkách chovu hospodářských zvířat*. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 73 s., ISBN 978-80-7375-120-3.

JERMÁŘ M. (2010): *Globální změna: Cesta ze světového chaosu do budoucnosti*. 1. vyd. Praha: Aula 414 s. ISBN 978-80-86751-05-4.

PHILIPPE F., CABARAUX J. a NICKS B. (2011): Ammonia emissions from pig houses: Influencing factors and mitigation techniques. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 141(3-4), p. 245-260. DOI: 10.1016/j.agee.2011.03.012. ISSN 01678809. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S016788091100096X> „staženo dne: 26. 11. 2017“

SAHA CH. K., ZHANG G., KAI P. a B. BJERG (2010): Effects of a partial pit ventilation system on indoor air quality and ammonia emission from a fattening pig room. *Biosystems Engineering.*, 105(3), p. 279-287. DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2009.11.006. ISSN 15375110. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1537511009003389>, „staženo dne: 26. 11. 2017“

ŠOFRONIČ T. (2016): *Měření a vyhodnocení produkce emisních plynů ve vybraném provozu s chovem prasat s použitím BAT technik na jejich snižování.* České Budějovice, Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Vedoucí práce Ing. Antonín Dolan, Ph.D, 70 s.

TRIZNA M. (2004): *Klimageografia a hydrogeografia.* 1. vyd., Bratislava: Geo-grafika, 154 s., ISBN 80-96814-67-2.

VÍDEN I. (2005): *Chemie ovzduší.* Vyd. 1. Praha: VŠCHT Praha. 98 s. ISBN 80-7080-571-4

ZAPLETAL O. (2001): *Speciální veterinární toxikologie: pro posluchače Fakulty a veterinární hygieny a ekologie a posluchače Fakulty veterinárního lékařství.* Vyd. 1. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. Ústav veterinární farmakologie a toxikologie, 148 s. ISBN 978-80-730540-3-8.

### **Internetové zdroje**

<http://kfa.mff.cuni.cz/?p=57> „staženo dne: 2. 3. 2018“

[http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc\\_chap02.pdf](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc_chap02.pdf), „staženo dne: 22. 2. 2018“

<http://www1.cenia.cz/www/nejlepsi-dostupne-techniky>, „staženo dne: 25. 2. 2018“

<https://skepticalscience.com/water-vapor-greenhouse-gas.htm> „staženo dne: 10. 4. 2018“

<https://www.cometsystem.cz/produkty/reg-d4141> „staženo dne: 4. 3. 2018“

<https://www.lumasenseinc.com/EN/products/gas-sensing/innova-gas-monitoring/photoacoustic-spectroscopy-pas/field-monitor-1412i/photoacoustic-gas-monitor-innova-1412i.html> „staženo dne: 2. 3. 2018“

[https://www.mpo.cz/assets/cz/prumysl/ippc-integrovana-prevence-a-omezovani-znecistení/referencni-dokumenty-bref/2017/3/ZavBAT\\_IRPP.pdf](https://www.mpo.cz/assets/cz/prumysl/ippc-integrovana-prevence-a-omezovani-znecistení/referencni-dokumenty-bref/2017/3/ZavBAT_IRPP.pdf) „staženo dne: 1. 3. 2018“

[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news\\_170322\\_POK/\\$FILE/POK\\_v\\_CR.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news_170322_POK/$FILE/POK_v_CR.pdf) „staženo dne: 3. 3. 2018“

<https://www.testo.com/cz-CZ/testo-435-1/p/0560-4351> „staženo dne: 4. 3. 2018“



## 8. Seznam obrázků, tabulek a grafů

|   |    |
|---|----|
| Obrázek č. 1 - Graf koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře,.....  | 14 |
| Obrázek č. 2 - Princip činnosti přístroje INNOVA 1412,.....         | 30 |
| Obrázek č. 3 - Schéma porodny .....                                 | 35 |
| Obrázek č. 4 - Schéma předvýkrmu .....                              | 36 |
| Obrázek č. 5 - Schéma výkrmu .....                                  | 36 |
| Obrázek č. 6 - Schéma březí prasnice .....                          | 37 |
|   |    |
| Tabulka č. 1- Požadavky na mikroklima.....                          | 17 |
| Tabulka č. 2 - Minimální plocha pro 1 prase .....                   | 19 |
| Tabulka č. 3 – Dílčí emisní faktory emisí amoniaku .....            | 34 |
| Tabulka č. 4 - Naměřené hodnoty amoniaku .....                      | 37 |
| Tabulka č. 5 - Naměřené hodnoty dalších plynů.....                  | 38 |
| Tabulka č. 6 - Naměřené hodnoty amoniaku .....                      | 38 |
| Tabulka č. 7 - Naměřené hodnoty dalších plynů.....                  | 38 |
| Tabulka č. 8 - Naměřené hodnoty amoniaku .....                      | 39 |
| Tabulka č. 9 - Naměřené hodnoty dalších plynů.....                  | 39 |
| Tabulka č. 10 - Naměřené hodnoty amoniaku .....                     | 39 |
| Tabulka č. 11 - Naměřené hodnoty dalších plynů.....                 | 40 |
| Tabulka č. 12 - Naměřené hodnoty amoniaku .....                     | 40 |
| Tabulka č. 13 - Naměřené hodnoty dalších plynů.....                 | 40 |
| Tabulka č. 14 - Naměřené hodnoty amoniaku .....                     | 41 |
| Tabulka č. 15 - Naměřené hodnoty dalších plynů.....                 | 41 |
| Tabulka č. 16 - Naměřené hodnoty amoniaku .....                     | 42 |
| Tabulka č. 17 - Naměřené hodnoty dalších plynů.....                 | 42 |
| Tabulka č. 18 - Naměřené hodnoty amoniaku .....                     | 42 |
| Tabulka č. 19 - Naměřené hodnoty dalších plynů.....                 | 43 |
| Tabulka č. 20 - Naměřené hodnoty amoniaku .....                     | 43 |
| Tabulka č. 21 - Naměřené hodnoty dalších plynů.....                 | 43 |
| Tabulka č. 22 - Teoretická produkce amoniaku kojících prasnic ..... | 44 |
| Tabulka č. 23 - Teoretická produkce amoniaku selat .....            | 44 |
| Tabulka č. 24 - Teoretická produkce amoniaku prasat ve výkrmu ..... | 44 |

|  |    |
|--|----|
| Tabulka č. 25 - Teoretická produkce amoniaku březích prasnic ..... | 45 |
| Tabulka č. 26 - Teoretická produkce amoniaku březích prasnic ..... | 45 |
| Tabulka č. 27 - Porovnání naměřených hodnot s limity .....         | 46 |
| <br>   |    |
| Graf č. 1 - Naměřené hodnoty amoniaku .....                        | 46 |
| Graf č. 2 - Netto koncentrace amoniaku u březích prasnic .....     | 47 |
| Graf č. 3 – Netto koncentrace amoniaku v porodně.....              | 47 |
| Graf č. 4 – Netto koncentrace amoniaku v odstavu .....             | 48 |
| Graf č. 5 – Netto koncentrace amoniaku ve výkrmu .....             | 48 |

## 9. Seznam vzorců

- (1) Výsledná hodnota koncentrace
- (2) Brutto emise
- (3) Netto emise
- (4) Přepočet hodinové produkce na denní produkci
- (5) Přepočet emise na 1 ks.den<sup>-1</sup>
- (6) Přepočet emise na 1 ks.rok<sup>-1</sup>
- (7) Průtok vzduchu