

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agroekologie – Péče o krajinu

Katedra: Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Měření emisí zátěžových plynů z vybraných BAT technik
ve zvoleném provozu s chovem prasat, zhodnocení jejich
ekonomických dopadů a porovnání s vypočtenými
hodnotami dle dokumentu BREF

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

Autor: Bc. Aleš Hadáček

České Budějovice, 2017

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.

Datum 21. 4. 2017

Podpis studenta

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Antonínovi Dolanovi, Ph.D. za odborné vedení, připomínky, cenné rady a za čas, který mi věnoval při konzultacích. Dále bych chtěl poděkovat BAT centru JU za zapůjčení měřících přístrojů a ZOD Starosedlský Hrádek, kteří mi umožnili provést měření, poskytli přístup k datům, prostředků a případnou radou pomohli ke zpracování diplomové práce.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá změřením emise zátěžových plynů, vyhodnocením používaných technik a technologií ve sledovaném podniku s výkrmem prasat. Poté jsou zjištěné techniky a technologie porovnány s nejlepšími dostupnými technikami BAT a následně ekonomicky vyhodnoceny. Součástí práce je posouzení tří hypotéz:

Splňuje měrná výrobní emise amoniaku z vybraného provozu limity nebo doporučení podle direktivy EU?

Je použitý BAT vhodný z ekonomického pohledu i pro české zemědělce?

Odpovídají naměřené hodnoty snížení emisí amoniaku výpočtu snížení podle dokumentu BREF?

Z naměřených hodnot a následného výpočtu vyplývá, že výrobní emise amoniaku splňuje direktivy EU. Naměřené emise amoniaku jsou však výrazně nižší, než teoretické hodnoty vypočítané dle legislativy zohledňující podnikem použité snižující technologie. Technologie snižující emise odpovídající BAT používané v podniku jsou vhodné pro české zemědělce.

Klíčová slova: emise; amoniak; výkrmová prasata; BAT; BREF

ABSTRACT

This diploma thesis aims to measure the harmful gas emissions and evaluate methods and technologies used in an observed fattening pigs company. Subsequently observed methods and technologies are compared with best available techniques BATs and economically evaluated. The thesis contains three hypotheses.

1. Do measured production emissions of ammonia from the selected plant comply with the limits and recommendation of EU directives?

2. Is the applied BAT suitable from the economical point of view even for Czech agriculturists?

3. Do measured values comply with the decrease of ammonia levels according to the calculated decrease in the BREF document?

The measured values and subsequent evaluation show that the production emissions of ammonia comply with the EU directives. However, the measured ammonia emissions are significantly lower than the theoretical values calculated according to the legislation that takes into account the used technology. BAT-reducing technologies used in the plant are suitable for Czech agriculturists.

KEY WORDS: emissions; ammonia; fattening pigs; BAT; BREF

Obsah

1. Úvod	10
2. Literární přehled	11
2.1. Přehled mezinárodních dohod a protokolů	11
2.1.1. Úmluva o dálkovém znečištění ovzduší přesahující hranice států	11
2.1.2. Rámcová úmluva OSN o změně klimatu	12
2.1.3. Kjótský protokol k Rámcové úmluvě OSN	12
2.1.4. Pařížská dohoda k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu	13
2.1.5. Integrovaná prevence a omezování znečištění	14
2.1.6. Definice BAT	15
2.1.7. Referenční dokument BREF	16
2.2. Plynné odpady ze zemědělské činnosti	16
2.2.1. Amoniak	18
2.2.2. Dopad amoniaku na životní prostředí	20
2.2.3. Amoniak ve stájovém ovzduší	21
2.3. Nejlepší dostupné techniky	22
2.3.1. Správná zemědělská praxe v intenzivních chovech prasat	22
2.3.2. Systém environmentálního managementu EMAS	23
2.3.3. Technologie výživy	24
2.3.4. Emise do ovzduší z ustájených zvířat	25
2.3.5. Hospodaření s vodou	27
2.3.6. Hospodaření s energií	27
2.3.1. Uskladnění exkrementů	28
2.3.2. Zpracování exkrementů na farmě	29
2.3.3. Technika pro zapravování exkrementů	30
3. Cíl práce	31
4. Metodika	32

4.1.	Měření emisí zátěžových plynů ve stáji	32
4.2.	Měření teploty a relativní vlhkosti.....	33
4.3.	Metodika výpočtu.....	34
4.4.	Měřicí zařízení	36
4.4.1.	Měřicí přístroj INNOVA 1412	36
4.4.2.	Měřicí zařízení COMMETER D4141	39
4.4.3.	Měřicí přístroj TESTO 435	40
4.5.	Charakteristika podniku ZOD STAROSEDLSKÝ HRÁDEK.....	41
4.5.1.	System environmentálního managementu (EMS).....	41
4.5.2.	Správná zemědělská praxe	41
4.5.3.	Hospodaření s vodou	41
4.5.4.	Hospodaření s energií.....	42
4.6.	Technologie chovu výkrmových prasat.....	42
4.6.1.	Technologie ustájení	42
4.6.2.	Technologie krmení.....	42
4.6.3.	Technologie napájení.....	43
4.6.4.	Technologie větrání.....	43
4.6.5.	Technologie skladování a zpracování exkrementů	44
5.	Výsledky měření.....	45
5.1.	Vyhodnocení BAT technik	45
5.1.1.	System environmentálního managementu (EMS).....	45
5.1.2.	Správná zemědělská praxe	45
5.1.3.	Řízení výživy	45
5.1.4.	Účinné využívání vody	45
5.1.5.	Účinné využívání energie.....	45
5.1.6.	Emise prachu	45
5.1.7.	Emise z úložiště kejdy.....	46

5.1.8.	Zpracování hnoje v rámci hospodářství.....	46
5.1.9.	Emise amoniaku z chovu prasat.....	46
5.2.	Postup měření	46
5.3.	Výsledky měření emisí zátěžových plynů	50
5.3.1.	Průměrné koncentrace amoniaku měřených sond.....	51
5.3.2.	Koncentrace amoniaku v ustájení.....	51
5.4.	Proudění vzduchu v ustájení.....	52
5.4.1.	Vnitřní teplota ustájení	53
5.4.2.	Průběžná vlhkost v ustájení	54
5.5.	Výsledky teoretického výpočtu emisí.....	55
5.6.	Výsledky ekonomického zhodnocení BAT	57
6.	Diskuse.....	58
7.	Závěr	60
8.	Použitá literatura	61
9.	Použité obrázky.....	66
10.	Použité tabulky	67
11.	Použité grafy	68
12.	Seznam použitých vzorců:.....	69

1. Úvod

Rostoucí antropogenní činnost v posledních desetiletí měla za následek výrazné zhoršení životního prostředí. Tento trend odstartovala průmyslová revoluce na přelomu 18. a 19. století. V tomto období procházeli radikálními změnami zemědělství, průmysl a doprava. Výsledkem byl čím dál více komfortnější životní styl části lidské populace, ale i intenzivnější využívání přírodních zdrojů. Ruku v ruce s tímto rozvojem začala růst i lidská populace. Zavádění nových a výkonnějších technologií celý tento proces zrychlovalo. Lidské potřeby pro vlastní životní prostor i pro nové technologie způsobily narušení ekosystémových služeb a celková zhoršování kvality životního prostředí. Nejvýraznější zhoršení životního prostředí lze pozorovat na ovzduší. Podle MOLDANA (2015) „člověk významně ovlivnil klima především produkcí skleníkových plynů: koncentrace oxidu uhličitého v ovzduší stoupla v období antropocénu o 41 [%], metanu o 100 [%]. Výrazně byla zeslabena stratosférická ozonová vrstva a ovlivněno chemické složení celé troposféry“.

Nutnost chránit životní prostředí a de facto první uznání negativního vlivu lidské činnosti na životní prostředí v mezinárodním měřítku vyústila v roce 1979 na půdě Evropské hospodářské komise OSN v Ženevě podepsáním Úmluvy o dálkovém znečišťování přesahující hranice států. K Úmluvě bylo postupem času přidáno několik prováděcích protokolů. Důležitou součástí ochrany životního prostředí se stal neustálý vývoj technologií šetrnějších k životnímu prostředí a v neposlední řadě kontrolní měření emisí skleníkových plynů unikajících do ovzduší antropogenní činností.

EU řeší omezování znečišťování životního prostředí směrnicí Rady 96/61/EC (IPPC) o integrované prevenci a omezování znečištění. Na základě směrnice Rady 96/61/EC se uděluje povolení provozovněm s potenciálně velkým nebezpečím znečištění životního prostředí. Z důvodu spravedlivého posouzení provozovny žádající o povolení mají rozhodovací orgány k dispozici tzv. referenční dokumenty BREF, které obsahují nejlepší dostupné techniky na snížení emisí.

Zemědělství produkuje nejvíce amoniak (NH_3) – uvádí se 90% celosvětové produkce a dále pak další plyny, z nichž nejsledovanější jsou metan (CH_4), oxid dusný (N_2O), oxid uhličitý (CO_2), (JELÍNEK, 2001).

2. Literární přehled

2.1. Přehled mezinárodních dohod a protokolů

2.1.1. Úmluva o dálkovém znečištění ovzduší přesahující hranice států

Významným milníkem v ochraně životního prostředí bylo přijetí Úmluvy o dálkovém znečištění ovzduší přesahující hranice států v roce 1979 na půdě Evropské hospodářské komise OSN v Ženevě, jež vešla v účinnost v roce 1983. Jednou z důležitých zásad smluvních stran je jejich rozhodnutí chránit člověka a jeho životní prostředí a budou usilovat o omezování, postupné snižování a předcházení znečišťování ovzduší (JELÍNEK et al., 2011).

Konkrétní opatření ke snížení emisí škodlivých látek jsou popsána v osmi rozšiřujících prováděcích protokolech (MOLDAN, 2015).

Protokol o omezování acidifikace, eutrofizace a tvorby přízemního ozónu je posledním ze série dílčích prováděcích protokolů, který byl přijat v Göteborgu v roce 1999 (odtud název Göteborgský protokol nebo též protokol AcETO). Cíl protokolu je kontrolovat a snížit emise síry, oxidů dusíku, amoniaku a těkavých organických sloučenin. Jedná se o emise vzniklé antropogenní činností a mají negativní vliv na zdraví lidské populace, přírodních ekosystémů, materiály a zemědělské plodiny následkem acidifikace, eutrofizace a přízemního ozónu. Prostředky k dosažení toho cíle jsou:

Stanovené limity pro jednotlivé druhy zdrojů znečištění a národní emisní stropy pro zúčastněné státy

Stanovuje termíny k dosažení uvedených emisních stropů a limitů

Ukládá státům přijmout podpůrné strategie, politiky a programy k omezování emisí (JELÍNEK et al., 2011).

Úmluva o dálkovém znečišťování ovzduší dle MOLDANA (2015) „patří mezi mimořádně úspěšné nástroje mezinárodního práva“ a dále tvrdí, že „protokoly jsou v zásadě dodržovány a výrazně přispěly ke zlepšení kvality evropského ovzduší“.

2.1.2. Rámcová úmluva OSN o změně klimatu

Rámcová úmluva o změně klimatu má za cíl vytvořit právní podklad pro stabilizaci či redukci emisí skleníkových plynů na úrovni, která by nebyla z hlediska vzájemné reakce s klimatickým systémem nebezpečná pro další vývoj planety (JELÍNEK et al., 2011).

Úmluva byla přijata na Světové konferenci OSN o životním prostředí a rozvoji v Rio de Janeiru v roce 1992. Úmluva ve článku 2 definuje svůj konečný cíl dosáhnout v souladu s odpovídajícími opatřeními Úmluvy – stabilizace koncentrací skleníkových plynů v atmosféře na úrovni, která by umožnila předejít nebezpečným důsledkům interakce lidstva a klimatického systému (MOLDAN, 1993).

Tato hladina by měla být dosažena v čase dostatečném k zajištění přirozené adaptace ekosystémů na změnu klimatu při současném zachování stálé produkce potravin a trvalého charakteru ekonomického rozvoje.

Úmluva je založena na pěti hlavních principech:

- Princip mezigenerační odpovědnosti: strany úmluvy by měly chránit klimatický systém ve prospěch současných a budoucích generací lidstva.
- Princip společné, byť rozdílné odpovědnosti, a odlišného postavení a schopnosti států: Ekonomicky vyspělé země by měly zaujmout vedoucí postavení v boji proti změnám klimatu a akceptovat z ní plynoucí negativní důsledky s ohledem na zvláštní potřeby rozvojových zemí a zemí nejvíce ohrožených změnou klimatu.
- Princip předběžné opatrnosti: neodkládat řešení problému i za předpokladu nedostatečné vědecké jistoty.
- Právo na trvale udržitelný rozvoj: Strany by měly podporovat trvale udržitelný rozvoj jako základní opatření proti změně klimatu.
- Vzájemná kooperace: Smluvní strany by měli pomocí společného úsilí a vzájemnou kooperací dosahovat cílů Úmluvy (JELÍNEK et al., 2011).

2.1.3. Kjótský protokol k Rámcové úmluvě OSN

V roce 1997 byl v japonském Kjótu přijat Kjótský protokol, jenž vstoupil v platnost o osm let později. Hlavní cíle Protokolu jsou shodné s hlavními cíly Úmluvy dále však smluvním stranám uvedením v příloze I ukládá jednotlivě nebo společně, aby nepřekročili jejich stanovenou úhrnnou úroveň antropogenních emisí skleníkových plynů uvedených v příloze A. Úroveň emisí je vyjádřena

v ekvivalentu oxidu uhličitého. Stanovuje smluvním stranám snížit celkové množství svých emisí plynů dle přílohy A o 5% v kontrolním období v letech 2008-2012 vzhledem k úrovni z roku 1990 ([http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/kjotsky_protokol/\\$FILE/OMV-cesky_protokol-20081120.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/kjotsky_protokol/$FILE/OMV-cesky_protokol-20081120.pdf), „staženo dne: 23. 2. 2017“).

Snížení celkového množství emisí se týká oxidu uhličitého CO₂, metanu CH₄, oxidu dusného N₂O, hydrogenovaných fluorovodíků (HFC), polyfluorovodíků (PFC) a fluoridu sírového (SF₆). V protokolu je zohledněn i rozdílný vliv každého jednotlivého plynu na celkovou změnu klimatického systému Země. Protokol dále zohledňuje propady skleníkových plynů tedy absorpci vyvolanou změnami ve využívání krajiny (zalesňování, péče o lesní porosty, respektive odlesňování), (JELÍNEK et al., 2011).

2.1.4. Pařížská dohoda k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu

Na Pařížském klimatickém kongresu v roce 2015 byla přijata Pařížská dohoda k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu. Smluvní strany se zavázaly udržet nárůst průměrné teploty výrazně pod 2 [°C] oproti hodnotám před průmyslovou revolucí s maximálním úsilím nepřekročit úroveň 1,5 [°C] před průmyslovou revolucí. Důrazněji podporovat zvyšování schopnosti přizpůsobit se nepříznivým dopadům změny klimatu a posilování odolnosti vůči změně klimatu a finančně podporovat rozvoj nízké emisních technologií tak, aby nedošlo ke snížení produkce potravin, což by v konečném důsledku mělo vést k rovnováze mezi mitigací (opatření ke snížení emisí skleníkových plynů) a adaptací (přizpůsobení se změně klimatu).

Důležitou součástí dohody je aktivní zapojení rozvojových států do snižování emisí skleníkových plynů. Nadále by však měli být smluvní strany ekonomicky vyspělých zemí hybnou silou procesu snižování emisí skleníkových plynů a podporovat rozvojové státy jak finančně, tak umožněním přístupu k technologiím a vývoji technologií již na počátku vývoje.

K vyhodnocení a provádění této dohody bude sloužit tzv. globální hodnocení, které bude kolektivně provedeno na konferenci smluvních stran v roce 2023. Výsledky z globálního hodnocení budou sloužit jako základ pro další zavádění opatření a podpory ([http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/parizska_dohoda/\\$FILE/OEOK-Cesky_preklad_dohody-20160419.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/parizska_dohoda/$FILE/OEOK-Cesky_preklad_dohody-20160419.pdf), „staženo dne: 23. 2. 2017“).

2.1.5. Integrovaná prevence a omezování znečištění

Směrnice Rady 96/61/EC o integrované prevenci a omezování znečištění (IPPC - Integrated Pollution Prevention and Control) vstoupila v platnost v roce 1996. Jedná se pokročilým nástrojem k ochraně životního prostředí a má za cíl ochranu životního prostředí jako celku (JELÍNEK et al., 2011).

IPPC patří k dalšímu stupni vývoje strategie koncových technologií, které odstraňují vzniklé znečištění, například z ovzduší nebo odpadních vod „na konci potrubí“ („end of pipe“), tedy převážně pomocí filtrů, odlučovačů a jiných čistících zařízení. Cíl spočívá v preventivním přístupu zabráňujícímu znečištění již před jeho vznikem volbou vhodných výrobních postupů, čímž se šetří investiční náklady na koncové technologie, suroviny a energie. Integrovaná prevence překonává princip složkového přístupu, který často vedl jen k přenosu z jedné složky životního prostředí do druhé (MARŠÁK a SLAVÍK, 2008).

Dopad antropogenních činností na kvalitu životního prostředí se neposuzuje odděleně, ale vychází z komplexu možných vlivů činností na životní prostředí a lidské zdraví. Směrnice přenechává rozhodovací pravomoci na nejnižší možnou úroveň, čímž posiluje úlohu regionů, a otevřeností celého procesu umožňuje nejen přístup ke všem relevantním dokumentům, ale i zapojení veřejnosti do celého procesu vyjednávání, stanovování a dodržování podmínek povolení procesu výrobních zařízení (JELÍNEK et al., 2011).

Vyššího stupně ochrany životního prostředí je dosahováno použitím tzv. nejlepších dostupných technik (BAT - Best Available Techniques), které představují výrobní postupy nejvíce šetrné k životnímu prostředí a jsou aplikovatelné za standardních technických a ekonomických podmínek. Souhrn evropských nejlepších dostupných technik je uveden v referenčních dokumentech o BAT (BREF - BAT Reference Documents). Dokumenty připravuje Evropská komise ve spolupráci s průmyslem, nevládními organizacemi a členskými státy. Praktickou aplikací principu IPPC je integrované povolování průmyslových a zemědělských zařízení. Pro získání integrovaného povolení musí právnická nebo fyzická osoba podnikající, provozující průmyslovou nebo zemědělskou činnost vymezenou v příloze č. 1 zákona č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci, předložit příslušnou žádost na krajský úřad, který povolení vydává (v případě zařízení s vlivem na životní prostředí okolních států vydává povolení Ministerstvo životního prostředí). Integrované povolení nahrazuje většinu složkových povolení

(např. v oblasti ochrany ovzduší, vod a nakládání s odpady)
(http://www.mzp.cz/cz/integrovana_prevence_omezovani_znecistovani
„staženo dne: 11. 1. 2017“).

2.1.6. Definice BAT

Pro dosažení hlavního cíle směrnice Rady 96/61/EC (IPPC) o integrované prevenci a omezování znečištění, kterým je předcházení případně omezení vzniku znečištění životního prostředí ještě před jeho vznikem slouží nejlepší dostupné techniky neboli BAT. BAT jsou jedni ze základních směrnic sloužící státní správě při rozhodování o udělení integrovaného povolení. Dokument je veřejně přístupný a je tvořen souborem nezávislých srovnávacích informací, jenž využívá nejen státní správa, ale může posloužit i provozovatelům a veřejnosti. Během povolovacího procesu by neměli BAT sloužit státní správě jako směrnice emisních limitů pro povolení či zamítnutí integrované povolení. BAT jsou silně provázány s okolím provozu, používanými technologiemi a technikami a ve skutečnosti pouze mapují stupeň využití prevence znečištění v jednotlivých procesech (JELÍNEK et al., 2011).

BAT představuje nejúčinnější stádium vývoje technologií a činností a způsobů jejich provozování, které ukazují, praktickou vhodnost určitých technik navržených k předcházení, a pokud to není možné, k omezení emisí a jejich dopadů na životní prostředí. Jednotlivé části termínu „nejlepší dostupná technika“ jsou definovány následovně:

1. Technikami se rozumí jak použitá technologie, tak způsob, jakým je zařízení navrženo, vybudováno, provozováno, udržováno a vyřazováno z provozu.
2. 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.
3. Nejlepšími se rozumí nejúčinnější technika z hlediska dosažení vysoké úrovně ochrany životního prostředí. (MARŠÁK a SLAVÍK, 2008).

2.1.7. Referenční dokument BREF

Referenční dokumenty BAT – BREF dokumenty (BREFy) jsou formou a výsledkem výměny informací. Obsahují data o daném odvětví, resp. procesu, používaných technikách s vyčíslením indikátorů jednotlivých kritérií pro BAT, emisních limitech používaných v členských zemích, prioritních materiálových tocích a monitoringu.

Zaměřují se na doporučení konkrétních technik a postupů. Neposkytují však detailní návody s konkrétními technologiemi (vznikl by rozpor s pravidly rovné hospodářské soutěže), ale podávají charakteristiku technik, které jsou v daném odvětví na úrovni BAT, tzn. takové techniky/technologie, které vedou ke snižování celkových produkovaných emisí. Uvádějí provozně dosažitelné úrovně emisí, které jsou předpokladem pro vydání integrovaného povolení. Tyto údaje jsou nezávazné, pojednávají o nově vyvíjených technologiích/technikách pro jednotlivé kategorie průmyslových činností. Podávají přehled řešeného tématu spolu s možnými redukcemi emisí v důsledku zavedení těchto nových technologií/technik na trh EU. Jádrem každého BREFu je popis BAT. V závěru obsahuje informace o budoucích BAT (<http://www1.cenia.cz/www/nejlepsi-dostupne-techniky> „staženo dne: 10. 1. 2017“).

BREFy jsou nezávaznými dokumenty, které slouží příslušným orgánům k posouzení technologií chovů uváděných provozovatelem a nejsou právně závazné ani vymáhatelné, nicméně povolovatel k nim musí přihlídnout (JELÍNEK a DĚDINA, 2003).

2.2. Plynné odpady ze zemědělské činnosti

Emise plynů ze zemědělské činnosti ovlivňují životní prostředí stejně jak emise plynů z dopravy a průmyslu. Protože mají prokazatelně negativní vliv na životní prostředí, je nutné se tímto plynným odpadem zabývat. Zemědělství produkuje nejvíce amoniak (NH_3) – uvádí se 90 [%] celosvětové produkce a dále pak další plyny, z nichž nejsledovanější jsou metan (CH_4), oxid dusný (N_2O), oxid uhličitý (CO_2). Nejznámějšími zdrojem emisí v celém spektru zemědělské výroby jsou v živočišné výrobě chov skotu, prasat, ovcí, koz, drůbeže, skladování a manipulace s hnojem a kejdou (JELÍNEK, 2001).

Oxid uhličitý

Vzniká ve stájích především dýcháním zvířat a malé množství pak i kvasnými pochody ve střevech, podestýlce aj. Ve stájovém ovzduší zjišťujeme jeho koncentraci v poměrně širokém rozmezí (až do 1%) a jako přípustné koncentrace do 0,20 – 0,30 % obj. (2,000 – 3,000 ppm) a nad 0,30% obj. jako vysokou.

O toxické koncentraci oxidu uhličitém v uvedených koncentracích nelze v pravém slova smyslu hovořit, spíš může působit dlouhodobou až trvalou expozici zvířat podprahovým koncentracím tohoto plynu. Stanovením oxidu uhličitého ve stájích má proto význam především jako indikátoru větrání (ZEMAN, 1994).

K vysoké koncentraci oxidu uhličitého ve stájovém ovzduší může prakticky dojít jen za mimořádně vysokých koncentrací zvířat a v případě, že není zajištěno větrání. V tom případě je znemožněno uvolňování oxidu uhličitého z krve a dochází k dušení (DOBŠINSKÝ et al., 1982).

Sirovodík

Vzniká ve stájích anaerobním hnitím organických látek, zvláště bílkovin (např. pod krustami neošetřené hluboké podestýlky) a též přímo v zažívacím traktu a vylučuje se ve střevních plynech a obsahu. Do organismu proniká sirovodík dýchacími cestami a jeho přímý účinek na sliznice není tak výrazný jako u amoniaku, zato však poškozují centrální nervový systém a ostatní nervovou soustavou. Uplatňuje se také metatoxickým účinkem a zejména závažná je jeho kumulace v organismu. Klinické projevy jsou pak záněty očí a spojivek a sliznic dýchacích cest, chronické gastroenteritidy a chronické poruchy nervové soustavy (ZEMAN, 1994).

Přítomnost sirovodíku ve stájovém vzduchu je vždy varovným signálem. Proto se za doporučenou hodnotu považuje jeho nulová koncentrace (PULKRÁBEK, 2005).

2.2.1. Amoniak

Dusík

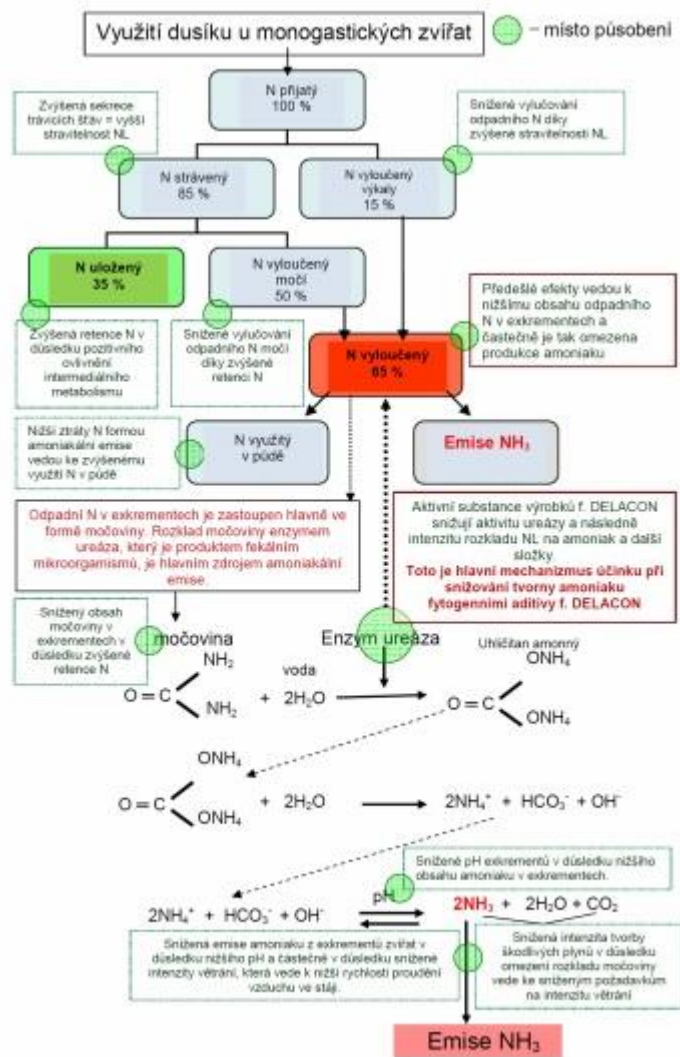
Dusík je základním prvkem pro růst rostlin a zvířat. Koloběh dusíku do značné míry ovlivňuje zemědělství, které vrací prostřednictvím zvířecích exkrementů a rostlinných zbytků do ekosystému značnou část dusíku. Jeho následné ztráty do atmosféry, podzemní vody a povrchových toků ve formě dusíkatých sloučenin jsou nebezpečné pro živé organismy (SCHRÖDER, 2016).

Aplikací exkrementů na půdu nebo skladováním prochází dusík obsažený v exkrementech řadou transformací, které vedou k čtyřem hlavním procesům:

- absorpce dusíku rostlinou a následné odstranění sklizní,
- ztrátou do podzemní nebo povrchové vody jako NO_3^- , DON a částice N,
- ztrátou do atmosféry jako N_2O , NO_x a NH_3 , nebo N_2 ,
- ukládání dusíku v trvalých travních porostech, stromech atd., především v kořenech, kmenech a větvích stromů (ROBERTSON et al., 2013).

Dusík z krmiva zůstává zčásti v těle prasete jako součást přírůstku hmotnosti, část emituje prostřednictvím stájového vzduchu, další část se nachází v kejďe (VONDRÁŠKOVÁ, 2000).

Obecně platí že 65 až 90 [%] dusíku obsaženém v krmivu se vylučuje v exkrementech a zbývající část zůstane v těle jako přírůstek nebo v produktech zvířat jako je mléko, vejce a jiné. Při správné krmné technologii u skotu a prasat je kolem 50 [%] dusíku vyloučeno ve stabilní organické formě jako stolice a zbývající část v moči. Proces využívání dusíku monogastrickými zvířaty popisuje obrázek č. 1. Při styku s podlahou ve stáji se díky enzymům přemění dusík na NH_4^+ . V závislosti na teplotě, pH a dalších vlastnostech vylučované moči dojde k přeměně z NH_4^+ na amoniak který se snadno odpařuje (ROBERTSON et al., 2013).



Obrázek č. 1: Mechanismus eliminace emisí amoniaku při výkrmu monogastických zvířat, zdroj: DELACON Biotechnik ČR s.r.o. (2014).

Amoniak

Amoniak je bezbarvý plyn s výrazným zápachem, při vyšších koncentracích dráždí ke kašli a k slzení. Je zdraví škodlivý již při koncentracích, při nichž je cítit (cca 55 ppm). Amoniak je jediný plyn, který v atmosféře vykazuje zásaditou reakci. Hlavním přírodním zdrojem amoniaku je činnost bakterií při rozkladu bílkovin v půdě a ve vodě. Antropogenní emise pocházejí zejména z chemického průmyslu a z tepelného zpracování uhlí (JELÍNEK et al., 2011).

Samotný amoniak nemá podstatný význam pro vznik skleníkového efektu a ve srovnání s oxidem uhličitým a metanem přetrvává v atmosféře relativně krátkou dobu. Značná část emitovaného amoniaku je ukládána v sousedství zdroje emise (asi 30% v dosahu 5 km). Amoniak však na sebe váže až z poloviny oxidu síry

emitované do ovzduší a může způsobovat eutrofizaci, okyselení a může mít toxické účinky na ekosystémy (HAVLÍČEK et al., 2007).

Nejvyšší produkce amoniaku v zemědělství dosahuje chov skotu s podílem 57 [%], poté následuje chov prasat s podílem 13 [%]. Emise amoniaku v chovu prasat se skládají z 47 [%] z ustájení, 25 [%] se podílí skladování exkrementů a z 28 [%] hnojení (BOTERMANS et al., 2010).

Amoniak je všeobecně považován za hlavní emisní škodlivinu z chovů hospodářských zvířat. Všeobecně bylo přijato pravidlo, že snížením emisí amoniaku dochází současně ke snížení emisí i ostatních škodlivých plynů a proti emisní opatření jsou proto zaměřena na snížení produkce amoniaku jakožto referenční složky škodlivých emisí. Kromě vlivu amoniakových emisí na životní prostředí a ztrát dusíku využitelného ke hnojení nelze opomíjet vliv amoniaku na hygienické podmínky ve stájích a v místech skladování exkrementů (JELÍNEK, 2001).

Objevují se názory, že nízkoemisní techniky pro aplikaci exkrementů na povrch půdy přeceňují význam emisí amoniaku, a naopak emise jiných dusíkatých sloučenin jsou podceňované. Pro toto tvrzení však neexistují žádné důkazy (HUIJSMANS et al., 2016).

2.2.2. Dopad amoniaku na životní prostředí

Amoniak je velice toxický pro vodní organismy (zejména ryby), proto hraje důležitou roli jeho velmi dobrá rozpustnost ve vodě. Toxické koncentrace amoniaku mohou být uvolňovány rozkladem chlévské mrvy, kejdy a odpadů z velkochovů drůbeže. Rovněž rostliny mohou být negativně zasaženy, pokud jsou vystaveny vyšším koncentracím amoniaku jak v ovzduší, tak ve vodě. Ve vodách s dostatečným obsahem kyslíku je amoniak nitrifikačními bakteriemi oxidován na dusičnany, které jsou pro vodní organismy toxické podstatně méně.

V půdách se přirozeně vyskytuje amoniak zejména ve formě amonného iontu. Amoniakální forma dusíku je přitom klíčovým zdrojem dusíku pro rostliny. Z tohoto důvodu se aplikují dusíkatá průmyslová hnojiva, ze kterých se však do podzemních vod uvolňují dusičnany. Podzemní vody pak mohou být nevhodné pro využití člověkem, resp. s jejich využitím jsou spojeny vysoké náklady na čištění a odstranění dusičnanů. Přítomnost dusičnanů (původem přímo z hnojiv či bakteriální oxidací amoniaku) rovněž zvyšuje kyselost půd s negativními důsledky.

Kyselost zemin je zvyšována i depozicí pocházející z ovzduší. Amoniak tvoří relativně stabilní soli se sírany a dusičnany, které jsou v atmosféře přítomny. Takové soli jsou potom ve srovnání s kyselými plyny a samotným amoniakem podstatně ochotněji a rychleji z atmosféry uvolněny ve formě dešťů či spadu a dostávají se tak do půd. Přestože je tedy amoniak sám o sobě zásaditou látkou, podílí se na kyselých depozicích. Je rovněž jedním z původců fotochemického smogu vyskytujícího se především ve městech. Další působení amoniaku spočívá v jeho působení v rámci parametru „celkový dusík“, kde hlavní negativní dopad na životní prostředí je přílišné vnášení živin na životní prostředí a s tím spojenou např. eutrofizaci vod (HAVLÍČEK et al., 2007).

2.2.3. Amoniak ve stájovém ovzduší

Má vždy souvislost s močůvkou a mokřým stelivem. Spolu s CO₂ a ostatními vlhkými látkami (zdivo, podestýlka, krmivo) vytváří složitý chemický komplex amonných solí, které se vlivem kolísání teploty rozkládají a opětně vážou. Měřením byla prokázána dynamická rovnováha mezi amoniakem a oxidem uhličitým. Přesto, že je amoniak podstatně lehčí než vzduch, nelze jednoznačně konstatovat, že se hromadí ve vyšších vrstvách ovzduší ve stáji. Největší koncentrace bývají zjišťovány v místech blízkých jeho zdrojům (podestýlka, podlahy, močůvkové žlaby), (KOŽNAROVÁ a KLABZUBA, 2008).

Již koncentrace amoniaku 25 [ppm] (parts per million – jednotek v milionu) dráždí oční spojivky a sliznici plic, což se projevuje slzením, kašlem a hlavně snížením denních přírůstků až o 6 [%]. Při koncentraci 50 [ppm] se zhoršuje samočisticí schopnost plic a denní přírůstky se mohou snižovat až o 12 [%]. Obsah amoniaku v ovzduší stáje dosahující hodnot 75 -100 [ppm] snižuje denní přírůstek o 30 [%] a konverzi krmiva až o 90 [%]. Z uvedených důvodů se doporučuje, aby koncentrace amoniaku ve stájovém vzduchu byla nižší než 10 [ppm] (PULKRÁBEK, 2005).

Na denní koncentraci amoniaku v ustájení má vliv etologické chování zvířat. Intenzivní pohyb zvířat způsobuje zvýšené uvolňování amoniaku do prostoru stáje z ležících výkalů a moče na podlaze. Zvířata ovlivňuje např. pravidelná ošetření nebo krmení, tzv. cyklické technologické operace ve stáji. Pohybovou aktivitu lze pozorovat např. 0,5 – 1 hodiny před zakládáním krmené dávky. Od tohoto okamžiku začíná cca tří hodinová zvýšená defekace a urinace, poté nastává, útlum spojený s uleháním zvířat na lože, čímž se snižují koncentrace amoniaku.

Necyklické nárazové jevy jako vyskladňování na porážku, veterinární zákroky atd. taktéž zvyšují koncentraci amoniaku. O tří až čtyř násobek může být zvýšena koncentrace např. průjmovým onemocněním zvířat spojeným s nevhodným nebo nakaženým krmivem (DOLEJŠ et al., 2005).

Klimatické podmínky uvnitř stáje do značné míry také ovlivňují tvorbu emisí. Lze pozorovat závislost koncentrace amoniaku na teplotě a rychlosti ventilace. V důsledku toho představují sezonní klimatické podmínky značný vliv na tvorbu amoniaku. Úprava mikroklimatu stáje představuje možnost snížit emise, nicméně v první řadě musí být respektovány bioklimatické požadavky zvířat (PHILIPPE et al., 2011).

2.3. Nejlepší dostupné techniky

V této části jsou popsány nejlepší dostupné techniky (BAT) pro intenzivní chov prasat ve výkrmu.

2.3.1. Správná zemědělská praxe v intenzivních chovech prasat

Správa zemědělské praxe je neodmyslitelnou součástí nelepších dostupných technik (BAT). Ačkoli je obtížné přesně vyčíslit její environmentální přínos ve snížení amoniaku nebo snížení spotřeby vody a energie, je zřejmé, že svědomité řízení farmy přispívá ke zlepšení environmentální výkonnosti v intenzivních chovech prasat (JELÍNEK a DĚDINA, 2006).

Správnou praxí je uvážit, jaké činnosti na prasečí farmě mohou ovlivnit životní prostředí a jaké kroky zvolit k předcházení nebo k minimalizaci emisí nebo jiným negativním vlivům na životní prostředí. Výsledkem by měl být výběr nejlepší kombinace technologií a příležitostí pro každé faremní zařízení (HAVLÍČEK et al., 2007).

Za BAT jsou ve výkrmu prasat považovány postupy:

- správné umístění provozu/farmy a prostorové rozmístění z důvodu např.: omezení přepravy zvířat a materiálů (včetně hnoje), zajištění vhodné vzdálenosti od citlivých míst vyžadujících ochranu, brát ohled na klimatické podmínky (vítr, srážky), zamezení znečištění vody,
- vzdělávání a školení zaměstnanců, zejména v oblasti příslušných předpisů, chovu hospodářských zvířat, welfare zvířat, nakládání s hnojem,

- bezpečnost práce, přeprava a aplikace hnoje na pole, plánování činností, krizové plánování a řízení, opravy a údržby zařízení,
- příprava nouzového plánu pro řešení neočekávaných nehod, jako znečištění vodních ploch, to znamená např.: mít dostupné vybavení pro zabránění šíření nebo likvidaci znečištění,
 - pravidelná kontrola, opravy a údržba konstrukcí a vybavení např.: jakékoli známky poškození, opotřebení nebo úniku z jímky na kejdu, čerpadla na kejdu, míchací zařízení, odlučovače, zavlažovače, systém pro přísun krmiv a vody, systém odvětrávání a snímače teploty,
 - uskladnění uhynulých zvířat tak, aby se zajistila prevence nebo snížení emisí (FINAL DRAFT IPPC, 2015).

2.3.2. Systém environmentálního managementu EMAS

Tento systém řízení je v podstatě nikdy nekončící proces neustálého zdokonalování v ochraně životního prostředí. Vede management k úvaze, jak minimalizovat negativní dopad na životní prostředí již při počátečním návrhu nové provozovny, instalací nového zařízení nebo údržby jak v průběhu životnosti, tak i po vyřazení z provozu.

Za BAT v systému environmentálního managementu se považuje:

- aktivní přístup vedení, včetně vrcholného vedení,
- definování environmentální politiky, která zahrnuje neustálé zlepšování environmentální výkonnosti řízení ze strany vedení,
- plánování a stanovení potřebných postupů, cílů a záměrů, ve spojení s finančním plánováním a investicemi,
- provádění postupů se zvláštním důrazem na: strukturu a odpovědnost, školení, uvědomělost a způsobilost, komunikace, zapojení zaměstnanců, dokumentaci, efektivní proces kontroly, plán údržby, krizový plán pro případ nehody, zabezpečení souladu s právními předpisy v oblasti životního prostředí,
- kontrola prováděných postupů a přijímání nápravných opatření, se zvláštním důrazem na: monitorování a měření, nápravná a preventivní opatření, vedení záznamů, provádění pravidelných interních a externích auditů,
- sledování vývoje nových šetrnějších technologií k životnímu prostředí,
- zohlednit dopady na životní prostředí při vyřazení zařízení z provozu již při jeho projektování a po celou dobu jeho životnosti,

- neustálé používání sektorového benchmarkingu,
- uplatňování plánu na snížení hluku,
- uplatňování plánu na snížení zápachu (FINAL DRAFT IPPC, 2015).

2.3.3. Technologie výživy

Výživa má zásadní vliv nejenom na zdraví a růst zvířat, ale i na množství vylučovaného dusíku a fosforu. Snížení vylučovaného množství dusíku a fosforu má výrazný pozitivní vliv na snížení emisí z ustájení, skladování a aplikace exkrementů na půdu. Existuje řada způsobů, jimiž lze snížit vylučované množství a zlepšit konverzi dusíku a fosforu v těle zvířat. Použitím např. enzymu proteázy do krmiva nebo vody se zlepší stravitelnost krmiv. Další možností může být přizpůsobení krmné dávky růstové fázi, využíváním diet s nízkým obsahem dusíku a fosforu.

PHILIPPE et al. (2011) uvádí „dieta s vyšším obsahem vlákniny v potravě snižuje emise NH₃ o 40 % posunutím dusíku z moči do stolice“. Důležité je uspokojit nutriční potřeby zvířat, aby nebylo ohroženo jejich zdraví a dobré životní podmínky s přihlédnutím na ekonomiku výroby.

Snížování obsahu bílkovin v krmné dávce prasat ve výkrmu je významným prostředkem omezení emisí amoniaku ze stájí a skladů kejdy a snižuje také emise při aplikaci na pozemky (VONDRÁŠKOVÁ, 2000).

Za BAT jsou ve výkrmu prasat považovány postupy:

- snížení hrubého proteinu pomocí stravy s obsahem dusíku dle energetické potřeby zvířete se stravitelnými aminokyselinami,
- fázová výživa přizpůsobená růstové fázi a hmotnosti zvířete,
- doplněk stravy v podobě esenciálních aminokyselin (lysin, methionin, threonin, tryptofan),
- omezení celkového množství vyloučeného dusíku nebo fosforu použitím povolených doplňků do krmiva,
- použití vysoce stravitelného anorganického fosforečnanu pro částečnou náhradu běžných zdrojů fosforu v krmivu (FINAL DRAFT IPPC, 2015).

2.3.4. Emise do ovzduší z ustájených zvířat

Technologie ustájení, které snižují emise, zahrnují principy např.: snížení povrchu kejdy, odkliz z prostoru ustájení do externích skladovacích prostor, používání dalšího ošetření jako je provzdušňování kejdy, chlazení povrchu kejdy, změnu fyzikálně chemických vlastností kejdy jako je snížení pH, užívání povrchů, jež jsou hladké a snadno omyvatelné.

Za BAT jsou v ustájení pro všechny kategorie prasat:

- plně nebo částečně roštová podlaha s hlubokou jámkou, která je umístěna pod roštem, po naplnění se kejda z jámy vyváží do externího úložiště nebo se aplikuje do půdy, toto provedení použitelné pouze v kombinaci se systémem čištění vzduchu, snižování pH kejdy, chlazení kejdy,
- plně nebo částečně roštová podlaha s vakuovým systémem pro časté odstraňování kejdy,
- plně nebo částečně roštová podlaha s šikmými stěnami ve tvaru V s vypouštěcím ventilem na dně do kanálů,
- plně nebo částečně roštová podlaha, se škrabkou pro časté odstraňování kejdy. Plná betonová část je ve sklonu k roštům, pod kterými se shromažďuje kejda. Nashromážděná kejda se odstraňuje pomocí škrabky, moč může odtékat přímo do sběrné jámky,
- zcela nebo částečně roštová podlaha s častým odstraňováním kejdy splachováním, odstranění kejdy se provede otevřením uzavíracího šoupátka nebo stavidla, čímž se odplaví obsah sběrného kanálu pod roštovou podlahu,
- chlazení kejdivých kanálů nebo chlazení povrchu kejdy,
- snížení pH na hodnotu okolo 5,5 přidávkem kyseliny sírové,
- použití systému čištění vzduchu jako je např.: mokrých kyselých praček vzduchu, dvoustupňové nebo třístupňové čištění vzduchu, biopraček.

Za BAT jsou v ustájení pro březí prasnice, prasnice k přípuštění a výkrmová prasat:

- částečná roštová podlaha s redukovanou hnojnou šachtou o šířce 0,6 metru (zmenšením hladiny kejdy jsou zmenšeny emise amoniaku)

Pro ustájení březích prasnic, prasnic k přípuštění, odstávčat a výkrmových prasat:

- pevná betonová podlaha s podestýlkou, která je odstraňována jednou až třikrát týdně případně častěji,
- kotcové a boxové ustájení s částečně roštovou podlahou,

Za BAT jsou v ustájení pro odstávčata a výkrmová prasata:

- částečně roštové kotce s konvexní podlahou s odděleným kanálem pro výkaly a vodu,
- ustájení s trvalou (hlubokou) podestýlkou v kombinaci s trvalým přísunem slámy, šikmou podlahou a pravidelným seškrabem výkalů,
- sběr kejdy ve vodě,

Za BAT jsou v ustájení pro plemenné prasnice:

- kotce s podestýlkou a kombinovanou výrobou hnoje a kejdy, kotce jsou rozděleny do funkčních částí, ležení, roštová nebo performovaná část a část s pevnou podlahou u koryta,
- zcela nebo částečně roštová podlaha s pánví na kejdu,
- plně roštová podlaha v kombinaci s kanálem na vodu a výkaly,

Za BAT jsou v ustájení pro březí prasnice a prasnice k přípuštění:

- ustájení v kotcích rozdělených do dvou funkčních částí na krmení a ležení s podestýlkou,

Za BAT jsou v ustájení pro výkrmová prasata:

- částečně roštová podlaha s klínovým hnojným pásem, pás je umístěn pod roštovou podlahou tak, aby na něj dopadly všechny výkaly,
- ustájení s pevnou betonovou podlahou a s vnější uličkou, která je nastýlána slámou,
- použití plovoucích míčků v kejrovém kanále (FINAL DRAFT IPPC, 2015).

2.3.5. Hospodaření s vodou

Snížení spotřeby vody závisí především na dodržování zásad správné zemědělské praxe. Spotřeba vody je ovlivňována způsobem provozu, údržbou stájí a jejich vybavením.

Za BAT jsou v hospodaření s vodou v chovech prasat považovány postupy:

- pravidelná kontrola a nastavování napájecího systému tak, aby se zabránilo zbytečným únikům vody, použít vhodné napáječky (kapátková napáječka) s ohledem na růstovou fázi zvířat a současně zajistit dostupnost vody (ad libitum), vyhledávání a oprava závad na vodovodním potrubí,
- vedení záznamů o spotřebě vody např. každé tři měsíce nebo po půl roce,
- využívat nekontaminovanou dešťovou vodu pro čištění pokud je to z hygienických důvodů možné, čištění odpadní vody např. pomocí mechanických čističek a její znovu využití, používání vysokotlakých čisticích zařízení (FINAL DRAFT IPPC, 2015).

2.3.6. Hospodaření s energií

Úspory energie a efektivnější využívání energie je otázkou správné zemědělské praxe, dalším důležitým faktorem je správné ustájení zvířat. Snížení spotřeby energie je možné u topení, ventilace, osvětlení, při přípravě krmiv a jeho dopravě ke zvířatům. Na zřetel je důležité brát např. teplo sálající z ustájených zvířat, ztrátu tepla přes stěny, střechy a podlah stájí dále vnější teplotu a v teplém podnebí pásu stínový efekt stromů.

Za BAT jsou v oblasti s hospodaření s energií:

- používání vysoce účinných topných a chladících systémů s optimalizací vytápění a chlazení zvláště tam, kde se používá systém čištění vzduchu a s ohledem na zachování dobrého stájového klimatu např. použít v kombinaci s teplotními čidly,
- izolace stěn, podlah a stropů stájí,
- používat úsporné osvětlení např. zářivky, sodíkové výbojky a LED světla možno použít v kombinaci s fotobuňkami, více využívat přirozené světlo (musí být však v rovnováze s tepelnými ztrátami),
- použití tepelných výměníků vzduch-vzduch, vzduch-voda nebo vzduch-země
- používání tepelných čerpadel pro rekuperaci tepla,

- využití přirozené ventilace za předpokladu, že nebude zhoršeno stájové klima nebo hygienické podmínky zvířat (FINAL DRAFT IPPC, 2015).

2.3.1. Uskladnění exkrementů

Nitrátová směrnice stanovila minimální požadavky na skladování exkrementů s cílem poskytnout povrchovým a podzemním vodám ochranu před znečištěním a ve zvlášť vymezených zranitelných zónách stanovit speciální požadavky na skladování exkrementů. BATem je uspořádání skladovacího zařízení pro prasečí kejdu tak, aby mělo dostatečnou kapacitu do dalšího zpracování nebo zapravení. Požadovaná kapacita závisí na klimatických podmínkách ve vztahu k období, kdy je aplikace do půdy možná. Např. kapacita skladovacího zařízení pro kejdu na farmě se středozezemním klimatem musí umožnit 4 - 5 měsíční skladování, v atlantickém nebo kontinentálním klimatickém pásu 7 - 8 měsíční a 9 - 12 měsíční v severských oblastech. Během skladování je důležité snížit poměr mezi emitujícím povrchem a objemem nádrže, snažit se zabránit výměně vzduchu těsně nad povrchem kejdy a omezit na nezbytné minimum promíchání nádrže

Při skladování kejdy v nadzemních nádržích je pro splnění požadavků BAT nutné:

- kejdu skladovat v ocelových nebo betonových nádržích, které odolávají mechanickým, tepelným a chemickým vlivům,
- nádrže musí být nepropustné a tato nepropustnost musí být ověřena zkouškou, ocel je chráněna proti korozi,
- nádrže by měly být těsně zakryté pevným víkem, střechou z nepružných materiálů,
- pokrytí kejdy pružným nebo poddajným materiálem jako je plast, který je vyztužen např. plechem,
- nebo pokrytí povrchu kejdy plovoucí řezanou slámou, přírodní krustou, plachtou, plovoucí folií, rašelinou nebo lehkým sypkým materiálem jako např. LECA,
- zvýšení kyselosti kejdy,

Při skladování kejdy v laguně je BAT pokud:

- pokrývá povrch kejdy flexibilními nebo plovoucími kryty jako např. plastovou pokrývkou, plovoucí (řezanou slámou), přírodní krustou nebo

moderní technologický systém LECA, je omezeno míchání kejdy na minimum např. homogenizovat kejdu těsně před odčerpáváním

- laguny jsou konstruovány s vodou nepropustnou základnou a stěnami např. z jílu nebo z plastového obložení. Emise do ovzduší mohou být sníženy pokrytím celého povrchu kejdy plovoucím krytem např. plastovou pokrývkou, plovoucí (řezanou slámou), přírodní krustou nebo moderní technologický systém LECA. Snížení emisí amoniaku o 82 [%] bylo zaznamenáno při použití systému LECA, 70 [%] při použití řezané slámy a 28 [%] u přírodní krusty,
- úložiště kejdy je nutné kontrolovat po dobu jejich provozu minimálně jednou ročně, aby se omezilo nebezpečí kontaminace okolní půdy nebo vodních zdrojů. Kontrolní systém sbírá unikající kejdu v nepropustném prostoru pod zásobníkem kejdy. Skládá se z nepropustné vrstvy, drenážní vrstvy, drenážní trubky a inspekční šachty nebo potrubí (FINAL DRAFT IPPC, 2015).

2.3.2. Zpracování exkrementů na farmě

Faremní zpracování exkrementů je BAT pouze za určitých podmínek. V oblastech kde je velké množství farem a nedostatek volných pozemků pro aplikaci hnoje v blízkosti farmy je vhodné exkrementy zpracovávat, aby nedošlo k nadměrné koncentraci živin v půdě.

Podmínky, které určují, zda-li se jedná o BAT jsou: dostupnost půdy, místní přebytek nebo nedostatek živin, technická podpora, tržní možnosti pro zelenou energii a místní nařízení.

Za BAT jsou při zpracování prasečích exkrementů:

- mechanická separace s bubnovými sítí, odstředivkami nebo tlakovými šnekovými separátory s cílem separace pevné a kapalné frakce kejdy s různým obsahem sušiny,
- provzdušňování kejdy pomocí ponořených provzdušňovačů tak, aby se zabránilo co nejmenšímu úniku dusíku,
- nitrifikací a denitrifikací kejdy,
- kompostování kejdy,
- anaerobní fermentace s výrobou bioplynu a s mineralizací a stabilizací organické hmoty (FINAL DRAFT IPPC, 2015).

2.3.3. Technika pro zapravování exkrementů

Exkrementy jsou cenné hnojivo zároveň, však při nesprávné aplikaci dojde nejen ke ztrátě cenných živin, ale může dojít ke kontaminaci povrchové i podzemní vody a k výparu emisí do atmosféry. Emise vzniklé při aplikaci exkrementů do půdy mohou být sníženy použitím vhodné techniky. Každá technika má své omezení a není použitelná za všech okolností a na všechny typy půd.

Při aplikaci kejdy odpovídá BATu:

- vlečené hadice,
- vlečené botky,
- mělká injektáž s tzv. otevřenou štěrbinou,
- hluboká injektáž s tzv. uzavřenou štěrbinou ,
- zvýšení kyselosti,
- ředění kejdy s vodou v poměru kejdy : voda 1 : 1 až 1:50, obsah sušiny v kejdě musí být menší, než 2% následně se tato směs používá na zavlažování s nízkým tlakem v zavlažovacím potrubí (FINAL DRAFT IPPC, 2015).

3. Cíl práce

Cílem práce je změření emisí zátěžových plynů ve vybraném provozu, vyhodnocení stávajících technologií a technik, jejich porovnání s BATy, ekonomické zhodnocení a odpověď na vědecké hypotézy:

1. Splňuje měrná výrobní emise amoniaku z vybraného provozu limity nebo doporučení podle direktivy EU?
2. Je použitý BAT výhodný z ekonomického pohledu i pro české zemědělství?
3. Odpovídají naměřené hodnoty snížení emisí amoniaku výpočtu snížení dle dokumentu BREF?

4. Metodika

Proběhne seznámení s technikami a technologiemi, které používá sledovaný podnik pro výkrm prasat na základě provedení po provozu a konzultací s vedoucími pracovníky a zaměstnanci podniku. Používané techniky a technologie budou porovnány s dostupným BATem pro výkrmová prasata v nově schváleném dokumentu BREF Z roku 2015. Následně bude rozhodnuto o BAT technologii.

Pro zajištění opakovatelnosti měření emisí zátěžových plynů ve stáji s chovem prasat je stanoveno několik důležitých požadavků, které je nutno dodržet. Všeobecně je přijímán názor, že snížením emisí amoniaku se sníží i emise ostatních zátěžových plynů v ustájení. Z tohoto důvodu budou sledovány hlavně emise amoniaku.

4.1. Měření emisí zátěžových plynů ve stáji

- měření proběhne v jedné kóji,
- není vyžadována akreditace měření, ale používané přístroje musí být pravidelně ověřeny a cejchovány dle pokynů výrobce nebo dodavatele,
- v průběhu měření je ventilace ponechána ve standardním režimu, odpovídajícím venkovním podmínkám a době výkrmu dané kategorie prasat,
- proběhne měření rychlosti proudění vzduchu a následný výpočet průtoku vzduchu,
- optimální venkovní teplota je v rozmezí +10 až +30 [°C],
- o provedeném měření je uskutečněn záznam,
- všechna měření proběhnou nepřetržitě po dobu 24 hodin,
- před zahájením měření je nutné provést krátkodobé (okamžité) měření relativní vlhkosti vzduchu (hodnota v daném místě nesmí překročit 90%),
- měření se zahájí po úplném náběhu senzorů (čas náběhu většinou uvádí výrobce zařízení)
- měření koncentrace plynů je minimálně v 10ti minutových intervalech po dobu 24 hodin,

- pro měření koncentrací se umístí minimálně čtyři měřicí sondy do úrovně zvířat a minimálně dvě sondy se umístí v úrovni nasávaného nebo odsávaného vzduchu,
- během celého intervalu měření nesmí dojít k poškození žádného článku měření, z toho důvodu se umístí všechny přístroje (hlavně vzorkovací potrubí se sondami) mimo dosah zvířat,
- bude specifikována technologie ustájení a pořídí se nákres s označením jednotlivých měřicích míst,
- zjistí se průměrná hmotnost jednoho kusu prasete,
- v případě většího rozdílu než 50 [%] mezi jednotlivými měřicími místy se měření musí zopakovat (JELÍNEK, 2013).

4.2. Měření teploty a relativní vlhkosti

- teplota vnitřního prostředí haly se nesmí měřit, pokud venkovní teplota vzduchu ve stínu přesáhne 30 [°C],
- relativní vlhkost vzduchu uvnitř haly nelze měřit, pokud venkovní teplota klesne pod 10 [°C],
- měření teploty se provádí ve stejných místech, ve kterých jsou umístěna čidla a sběrné sondy pro měření koncentrací plynů,
- doplňkové měření vnější teploty vzduchu se provádí ve stínu a ve výšce jeden metr nad zemí a minimálně jeden metr od stěny haly tak, aby byl vyloučen vliv sálání tepla stěnami objektu,
- pokud naměřená hodnota relativní vlhkosti vzduchu překročí 70 [%], provede se opakované měření ve stejných měřicích místech nejdříve po 24 hodinách. Bude-li i při opakovaném měření zajištěna relativní vlhkost vzduchu vyšší jak 70 [%], provede se měření po 48 hodinách (JELÍNEK et al., 2013).

Dle výše popsané metodiky byly zvoleny pro měření emisí zátěžových plynů ve stáji s chovem výkrmových prasat následující přístroje:

- pro měření emisí zátěžových plynů přístroj INNOVA 1412,
- přepínač odběrných míst INNOVA 1309 (nezbytný doplněk pro INNOVA 1412),
- pro měření teploty dva měřicí přístroje COMMETER D4141,
- pro měření proudění vzduchu dva měřicí přístroje TESTO 435.

4.3. Metodika výpočtu

Výpočet výrobní emise dle naměřených hodnot

Netto emise vzniklé činností zvířat a technologických operací přímo ve stáji. Jedná se o výstupní koncentraci částic sníženou o imisní zátěž.

Netto výrobní emise amoniaku

$$E_{FN} = (k_{out} - k_{in}) \cdot Q \text{ [mgNH}_3 \cdot \text{h}^{-1}] \quad (1)$$

Kde:

E_{FN} = emise plynu z objektu

k_{out} = koncentrace plynu ve výduchu [$\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$]

k_{in} = koncentrace plynu – imisní [$\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$]

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

$$Q = v \cdot (V_k \cdot n) \cdot 3600 \text{ [m}^3 \cdot \text{h}^{-1}] \quad (2)$$

Kde:

v = rychlost proudění vzduchu [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]

V_k = plocha větrací klapky [m^2]

n = počet větracích klapek v kóji

Přepočte výrobní emise amoniaku na denní produkci

$$E_D = E_{FN} \cdot 24 \text{ [mgNH}_3 \cdot \text{den}^{-1}] \quad (3)$$

Přepočte emise amoniaku na jedno zvíře

$$E_{KS} = E_D \cdot ks^{-1} \text{ [mgNH}_3 \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}] \quad (4)$$

Výpočet výrobní měrné emise amoniaku (emisního faktoru)

$$E_{VM} = E_{KS} \cdot 365 \cdot 10^{-6} \text{ [kg} \cdot \text{NH}_3 \cdot \text{kus}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}] \quad (5)$$

JELÍNEK (2013).

Teoretický výpočet emisí amoniaku

Výpočet emisí amoniaku se zakládá na nařízení vlády č. 294/2011 Sb., o stanovení emisních limitů. Emisní faktory pro jednotlivé kategorie zvířat a procentuální snížení pro používané technologie jsou získány z příloh č. 1 a č. 2 Věstníku MŽP 3/2013.

Celkový roční emisní faktor bez BAT

$$E_{PVM} = E_{ST} + E_{SK} + E_Z [kgNH_3.kus^{-1}.rok^{-1}] \quad (6)$$

Kde:

$$E_{ST} = \text{emisní faktor stáj} [kgNH_3.kus^{-1}.rok^{-1}]$$

$$E_{SK} = \text{emisní faktor skladování kejdy} [kgNH_3.kus^{-1}.rok^{-1}]$$

$$E_Z = \text{emisní faktor zapravení kejdy do půdy} [kgNH_3.kus^{-1}.rok^{-1}]$$

Celkový roční emisní faktor se snižujícími BAT technologiemi

$$E_{PVMs} = E_{ST} + E_{SK} + E_Z [kgNH_3.kus^{-1}.rok^{-1}] \quad (7)$$

Kde:

$$E_{ST} = \text{emisní faktor stáje se snižujícími technologiemi} [kgNH_3.kus^{-1}.rok^{-1}]$$

$$E_{SK} = \text{emisní faktor skladování kejdy se snižujícími technologiemi} [kgNH_3.kus^{-1}.rok^{-1}]$$

$$E_Z = \text{emisní faktor zapravení kejdy do půdy se snižujícími technologiemi} [kgNH_3.kus^{-1}.rok^{-1}]$$

Roční projektová výrobní emise bez BAT

$$E_V = P_K \cdot E_{PVM} [kgNH_3.rok^{-1}] \quad (8)$$

Kde:

$$P_K = \text{projektová kapacita stáje} [kus]$$

Roční projektová výrobní emise se snižujícími BAT technologiemi

$$E_{VBAT} = P_K \cdot E_{PVMs} [kgNH_3.rok^{-1}] \quad (9)$$

Snížení emisí z použitých BAT

$$ES = \frac{E_{VS}}{E_V} \cdot 100 [\%] \quad (10)$$

Skutečná výrobní emise

$$E_{VS} = P_P \cdot E_{PVMS} [kgNH_3.kus^{-1}.rok^{-1}] \quad (11)$$

Kde:

P_P = průměrný počet ustájených prasat [$ks.rok^{-1}$]

Ekonomické zhodnocení

Podnik využívá fázový výkrm prasat bez přídavku biotechnologického přípravku. Tento postup krmení je všeobecně používán díky zlepšení užitkových vlastností prasat. Podnik krmnou směs vyrábí samostatně. Provede se výpočet zvýšení nákladů na použití vybraného biotechnologického přídavku do krmné směsi.

$$N_A = (S_K \cdot S_A) \cdot C_A = [kč.rok^{-1}] \quad (12)$$

Kde:

S_K – spotřeba krmiva za jeden rok [$t.rok^{-1}$]

S_A – spotřeba aditiva na jednu t krmiva [$kg.t^{-1}$]

C_A – cena 1kg aditiva [$kč.kg^{-1}$]

Statistické metody

Zpracované grafy na základě naměřených hodnot se proloží regresní funkcí, konkrétně lineární spojnicí trendu vygenerovanou MS Excel. Lineární regresní funkce znázorní vývoj sledované proměnné v intervalu měření (24 hodin). Tato metoda usnadní vyhodnocení naměřených hodnot v čase.

4.4. Měřicí zařízení

4.4.1. Měřicí přístroj INNOVA 1412

Pro měření koncentrací NH_3 se použije přístroj INNOVA 1412 Photoacoustic Multi-gas Monitor firmy LumaSense Technologies A/S, Ballerup, Dánsko. Přístroj je vybaven vícekanálovým vzorkovacím dávkovacím zařízením 1309 D Multipoint Sampler, který dodává již zmíněná firma (viz obrázek č. 2).

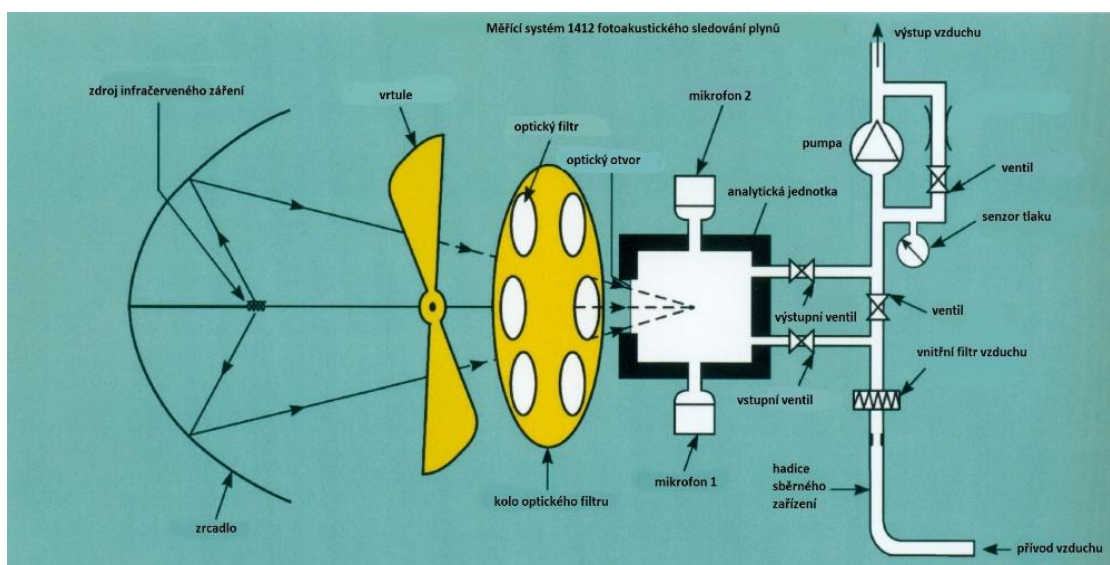


Obrázek č. 2: Měřící zařízení INNOVA 1412 a přepínač odběrných míst INNOVA 1309.

INNOVA 1412 pracuje na principu fotoakustické interferenční detekční metody (viz obrázek č. 3), což umožňuje měřit všechny plyny, které absorbují infračervené záření. Světelná energie se transformuje na zvukovou pomocí měřeného plynu, kapaliny nebo pevné látky. Tudiž pokud projde světelný paprsek prostředím, které může paprsek absorbovat je intenzita paprsku vycházejícího nižší než při vstupu. V praxi některé plyny absorbují infračervené světlo ve stejných vlnových délkách (tzv. křížová interference), čímž se značně komplikuje rozlišení těchto plynů. Problém je řešen přidáním karuselu s filtry do přístroje (tzv. křížová kompenzace). Z toho důvodu může selektivně měřit koncentraci až pěti plynů (amoniaku, oxidu uhličitého CO_2 , oxidu dusného N_2O , metanu, CH_4 a sirovodíku H_2S). Výsledné hodnoty měřených plynů jsou uváděny v jednotkách [ppm] za předpokladu teploty $20[^\circ\text{C}]$ a tlaku $101000 [\text{Pa}]$.

Infračervené světlo (světelný paprsek) je vysláno ze zdroje a pomocí zrcadla se usměrňuje do optického filtru. Ještě před vstupem do optického filtru je paprsek přerušován otáčením světelného děliče (vrtule), čímž dochází k dávkování světelného paprsku. Samotný optický filtr je v podstatě úzkopásmový infračervený

interferenční filtr. Přístroj disponuje pěti filtry a jedním filtrem na vodní páru, díky čemuž může v jednom vzorku vzduchu měřit dle potřeby jeden z pěti plynů plus vodní páru. Po průchodu optickým filtrem směřuje paprsek přes optický otvor do analytické jednotky (komory). Pokud je frekvence přiváděného světelného paprsku stejná jako frekvence absorpčního pásma plynu v komoře, molekuly plynu pohltnou část světelného paprsku. Plyn se v důsledku pohlcení části světelného paprsku zahřeje a zvětší svůj objem a tím pádem i tlak v komoře. Množství pohlceného světelného paprsku roste se zvyšující se koncentrací plynu v komoře. Díky dávkování (vrtulí) světelného paprsku tlak v komoře neustále kolísá (zvyšuje se a snižuje se), čímž se vytváří zvukový signál. Tento signál zaznamenávají dva mikrofony, které následně převádějí zachycený zvukový signál na elektrický signál. Elektrické signály jsou ještě zesíleny v zesilovači. Amplituda zvukového signálu závisí na geometrii komory, intenzitě světla, koncentraci měřeného plynu, absorpčním koeficientu, a na přítomnosti ostatních plynů v komoře.



Obrázek č. 3: Princip funkce přístroje INNOVA 1412, zdroj: www.innova.dk, „staženo dne: 30. 3. 2017“

INNOVA 1309 je v podstatě přepínač odběrných míst a umožňuje odebírat vzorky vzduchu až z 12 různých odběrných míst pomocí vzorkovacích potrubí vedoucích do jednoho místa v přepínači. Vzorkovací potrubí jsou vyrobena z teflonu a dosahují až 50 metrové délky. Na vstupu jsou vybaveny sondami a jsou nezávisle na sobě spojeny s přepínačem, tudíž každé z odběrných míst má vlastní vzorkovací potrubí. Přepínač pomocí třicestného ventilu reguluje, jaký vzorek z konkrétního odběrného místa putuje ze vzorkovacího potrubí přímo do analyzátoru a jaké

vzorkovací potrubí bude proplachováno zpětným výfukem do okolního prostředí. V průběhu analýzy jednoho vzorku vzduchu přepínač proplachuje následující vzorkovací potrubí, jejíž vzorek vzduchu bude následně vpuštěn do analyzátoru (JELÍNEK et al., 2011).

4.4.2. Měřicí zařízení COMMETER D4141

Měření teploty bude provedeno digitálním záznamovým termohygrobarometrem s externí sondou COMMETER D4141 od firmy Comet systém s.r.o., Rožnov pod Radhoštěm, ČR (viz obrázek č. 4). Tento přístroj je určen pro měření a záznam teploty, relativní vlhkosti vzduchu, atmosférického tlaku a rosného bodu. Odporový snímač Ni 1000/6180 ppm zajišťuje měření teploty, přičemž snímač vnější teploty a snímač vlhkosti vzduchu jsou připojeny externě k sondě. Kabel externí sondy dosahuje délky jeden metr (možnost dovybavit dva metry a čtyři metry). Snímač atmosférického tlaku a snímač vnitřní teploty jsou uvnitř přístroje. Na LCD displeji se na dvou řádcích zobrazují naměřené hodnoty. Naměřené hodnoty lze ukládat do záznamové paměti přístroje v nastavitelném intervalu a přehrát je do osobního počítače přes USB port. Pro každou veličinu lze nastavit hlídání hodnot a to maximální a minimální. Při překročení určené hodnoty přístroj indikuje blikání příslušné veličiny na displeji a v případě potřeby lze nastavit alarm (kromě atmosférického tlaku), který přerušovaným akustickým signálem signalizuje překročení hodnot měřené veličiny.

Technické parametry přístroje:

- rozsah měření teploty pro vnitřní prostředí se pohybuje v rozmezí -10 až +60 [°C], vnější -30 až + 105 [°C], přesnost přístroje $\pm 0,4$ [°C] a rozlišení 0,1 [°C],
- rozsah měření relativní vlhkosti 0 až 100 [%RV], přesnost $\pm 2,5$ [%RV] v rozsahu 5 až 95 [%RV] při 23 [°C] a rozlišení 0,1[%RV]. Údaj je teplotně kompenzován v celém rozsahu,
- dle výrobce nesmí být překročen provozní rozsah externí sondy pro okolní teplotu -30 až +105 [°C] a okolní vlhkost 0 až 100 [%RV], provozní rozsah pro přístroj teplota -10 až +60 [°C] a vlhkost 5 až 95 [%RV] (<http://www.cometsystem.cz/userfiles/file/Manuals-Czech/Prenosne%20pristroje/i-com->

d4141.pdf?time=1491377524&FixForIE=.pdf, 2017, „staženo dne: 3. 4. 2017“).



Obrázek č. 4: Přístroje COMETER D4141

4.4.3. Měřicí přístroj TESTO 435

Přístroj TESTO 435 od firmy TESTO s.r.o., Praha, ČR umožňuje měřit pomocí volitelné výměnné sondy teplotu, tlak, vlhkost, proudění i kvalitu vzduchu. Pro měření rychlosti vzduchu a objemového průtoku se používá termický anemometr, který pracuje na principu horkého drátu. Hlava čidla je odolná proti nečistotám a prachu, dále je pokryta ochranným povrchem proti agresivním médiím. Hlavní použití nachází při měření klimatických podmínek v místnostech pro kontrolu kvality vzduchu a kontrolu ventilačních a klimatizačních zařízení. Na displeji lze zobrazit min., max. a průměrnou hodnotu měřené veličiny. Naměřené hodnoty je možné vytisknout připojením přístroje k tiskárně. Taktéž naměřené hodnoty je možné přenést přímo do počítače.

Technické parametry přístroje:

- rozsah měření anemometru se pohybuje od 0 až 60 [m.s⁻¹], rozlišení 0,01 m.s⁻¹, rozsah objemového průtoku vzduchu od 0 až 99.990 m³.h⁻¹ (<https://www.testo.com/cz-CZ/>, 2017, „staženo dne: 3. 4. 2017“).

Vybrané měřicí přístroje svými parametry a technologií plně splňují požadavky pro vypovídající měření emisí zátěžových plynů v ustájení prasat.

4.5. Charakteristika podniku ZOD STAROSEDLSKÝ HRÁDEK

Zemědělské obchodní družstvo (ZOD) Starosedlský Hrádek se nachází ve středočeském kraji v okrese Příbram s bramborářským výrobním typem, podtyp ječného. Rozloha orné půdy činní 2300 [ha] a na 150 [ha] se rozkládají luční porosty. Živočišná výroba je zaměřena na mléčnou produkci, hovězí a vepřové maso. Chov dobytka se pohybuje okolo 1630 kusů a chov prasat se pohybuje okolo 1480 kusů, z toho okolo 1300 výkrmových prasat a 180 prasníc.

4.5.1. Systém environmentálního managementu (EMS)

ZOD Starosedlský Hrádek nemá zavedený systém environmentálního managementu.

4.5.2. Správná zemědělská praxe

ZOD Starosedlský Hrádek každý rok zajišťuje školení zaměstnanců: v bezpečnosti práce, nakládání s hnojem, přepravě a aplikaci exkrementů na pole, zdraví a životních podmínek zvířat, opravě a údržbě zařízení, nouzovém plánování a řízení. V pravidelných intervalech je prováděna kontrola, oprava a údržba konstrukcí a vybavení (ventilační systém, jímky atd.). Podnik disponuje havarijním plánem schváleným městským úřadem – odborem životního prostředí.

4.5.3. Hospodaření s vodou

Spotřeba vody je sledována prostřednictvím centrálního vodoměru, z něhož jsou zaznamenávány odečtené hodnoty o spotřebě. Pro čištění vybavení a ustájení jsou využívány vysokotlaké čističe. Pověřená osoba provádí pravidelnou kontrolu úniku vody a případnou opravu spolu s kalibrací zařízení. Důraz je kladen

na minimalizaci používání vody a minimalizaci znečištění ploch. Pro zachycení dešťové vody slouží podzemní nádrž.

4.5.4. Hospodaření s energií

Na osvětlení stájí a místností budov se používají zářivky. K vytápění kanceláří, dílen, sociálního zařízení a stájí se využívá odpadní teplo z bioplynové stanice. Elektrická energie vyrobená bioplynovou stanicí se prodává firmě AMPER MARKET, a.s.

4.6. Technologie chovu výkrmových prasat

Ve stáji probíhá výkrm prasat od hmotnosti cca 25 [kg] do 110 [kg]. Prasata o hmotnosti 25 [kg] jsou navážena do stáje z předvýkrmových farem provozovatele.

4.6.1. Technologie ustájení

Výkrm prasat probíhá ve stáji s bezstelivový systémem ustájení a s mokrým výkrmem. Stáj je vybavena vyskladňovací a naskladňovací rampou, na níž navazuje přeháněcí chodba spojující jednotlivé koje. Jedna koje je dále rozdělena na 18 kotců ve třech řadách. V kotci může být ustájeno osm až devět prasat a celková kapacita stáje činí 1380 kusů. Kotce jsou vybaveny plastovými koryty o délce tři metry s protikusovou hranou. Jednotlivé koje od sebe oddělují plastové stěny. Z přeháněcí chodby na vstupu vybavené elektronickou váhou se vstupuje do jednotlivých kojí. Podlaha kotců je z železobetonových roštů. Čištění kotců probíhá vždy po vyskladnění vykrmených prasat pomocí vysokotlakového čističe.

Technické parametry železobetonových roštů:

- Šířka 330 [mm],
- Délka 2900 [mm],
- Tloušťka 120 [mm],
- Šířka mezery mezi rošty 18 [mm].

4.6.2. Technologie krmení

Ve stáji je využit systém firmy SCHAUER pro mokrý výkrm s dávkováním krmení. Zkrmována je tzv. kompletní krmná směs (KKS), která je ideální z hlediska optimalizace potřeby živin pro různé růstové fáze prasat. Krmná směs se složením dle růstové fáze výkrmových prasat je míchána přímo v podniku. Dávkování krmení umožňuje jeho maximální využití, minimalizuje ztráty krmiva atd.

System funguje na principu míchání tuhé krmné směsi skladované ve dvou sklolaminátových silech (objem jednoho sila 26 [m³]) v těsné blízkosti přístavku stáje s míchacím zařízením a s přívodem vody. Krmná směs ze sklolaminátového zásobníku je dopravována potrubím pomocí šnekového dopravníku do mísící nádrže. Veškeré procesy ovládá obsluha přes počítačovou jednotku, což jí umožňuje zadat přesný poměr jednotlivých složek krmné dávky. Vstupující složky v míchací nádobě převáží tenzometrické váhy. Připravená krmná dávka se dopraví tlakovým potrubím pomocí čerpadla k nejbližšímu otevřenému elektromagnetickému ventilu, který podléhá řízení počítačovou jednotkou. Průchodem určité krmné dávky do koryta počítačová jednotka uzavře elektromagnetický ventil. Uzavřením elektromagnetického ventilu probíhá plnění dalšího koryta v pořadí. Stáj disponuje 9 okruhy pro dopravu krmné směsi, pro každou kóji je tedy samostatný okruh

4.6.3. Technologie napájení

Napájení prasat je řešeno pomocí kolíkových napáječek umístěných na bočním hrzení ve výšce 450 mm. Teplota napájecí vody neklesá pod 6 [°C]. Rozvod napájecí vody disponuje instalovanými vtokovými a uzavíracími armaturami. Z důvodu snížení úniků vody jsou pravidelně kontrolovány rozvody vody a kolíkové napáječky.

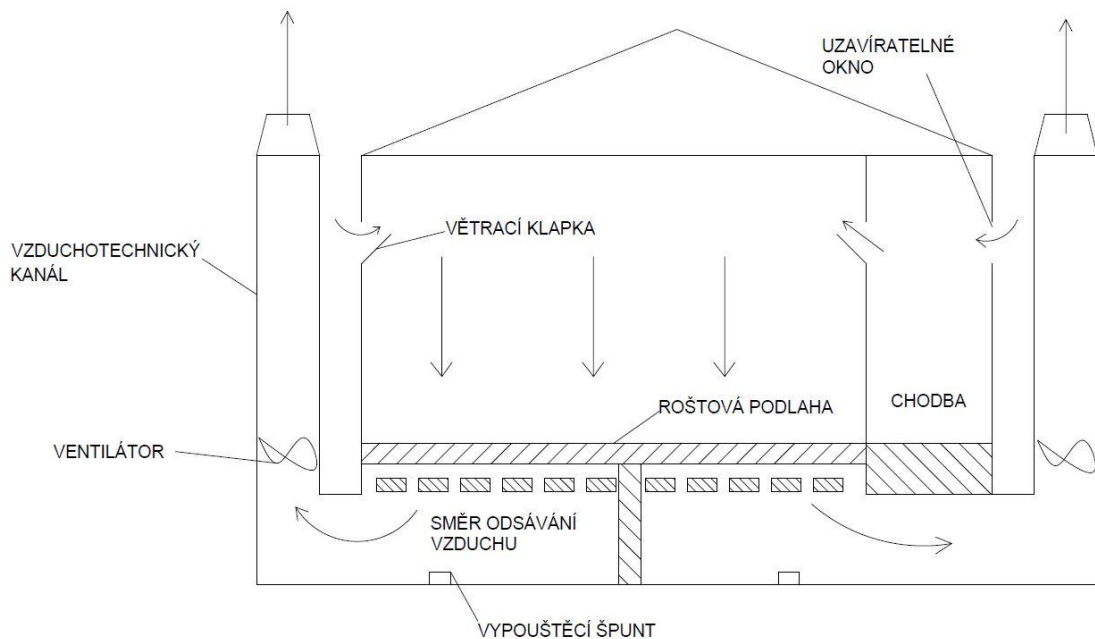
4.6.4. Technologie větrání

Stáj je vybavena podtlakovým systémem větrání, schematicky znázorněno na obrázku č. 5. Vzduch je přiváděn do jednotlivých kójí přes ventilační klapky ovládané servopohonem a z přeháněcí chodby uzavíratelnými okénky. Z podroštové části stáje je vzduch odsáván do vzduchotechnických kanálů. Vzduchotechnické kanály jsou zakončeny lomenými ventilačními šachtami. Ventilátory umístěné v kanálech zabezpečují celoroční větrání a tím odvod škodlivých plynů z ustájení zvířat. Každá koje má instalované čtyři ventilátory „Multifan“ s 12 ventilačními klampkami a disponuje samostatnou regulací.

Technické parametry ventilátoru:

- příkon motoru 530 [W],
- napětí 1 – 230 [V],
- kmitočet 50 [Hz],
- maximální výkonnost při nulovém tlaku 9 930 [m³ · h⁻¹],

- výkonnosti při tlaku 30 Pa činí 8 980 [m³. h⁻¹],
- výkonnost při tlaku 50 Pa činí 8 200 [m³. h⁻¹],
- průměr lopatek 560 [mm].



Obrázek č. 5: Schéma odsávání vzduchu z podroštové prostoru ustájení

4.6.5. Technologie skladování a zpracování exkrementů

Kejda po průchodu přes roštovou podlahu zůstane zachycena v podroštových kanálech. Každá řada kotců disponuje dvěma kanály, tzn. tři kotce mají společný jeden kanál. Vypouštění nahromaděné kejdy z podroštových kanálů probíhá jednou za dva měsíce vytrhnutím špuntu utěsňující otvor do kanalizace z plastových trubek. Trubky ústí do nadzemní ocelové přečerpávací jímky „LIPP“, kam samospádem odtéká kejda. Z ocelové jímky o kapacita 1000 [m³] následně pokračuje přečerpávání do betonové nadzemní jímky „WOLF“ jejíž kapacita činí 945 m³. Odtud je kejda potrubím přečerpávána do bioplynové stanice. Bioplynová stanice za pomoci rozkladných procesů bez přístupu vzduchu vyrábí bioplyn, jehož dalším zpracováním vzniká elektrická a tepelná energie. V případě nadbytku prasečí kejdy je pomocí aplikátoru dopravována a aplikována na pole s následným zaoráním, aby bylo zabráněno úniku amoniaku do atmosféry. Aplikace digestátu z bioplynové stanice na pole probíhá stejným způsobem jako u kejdy. V nadzemních skladovacích jímkách není umožněno vytvoření přirozené krusty na hladině kejdy. Kejda se dle potřeby homogenizuje míchadly.

5. Výsledky měření

5.1. Vyhodnocení BAT technik

5.1.1. Systém environmentálního managementu (EMS)

ZOD Starosedlský Hrádek nemá zavedený systém environmentálního managementu (EMS) BAT 1

5.1.2. Správná zemědělská praxe

Používané postupy popsané v kapitole 4.6 odpovídají zásadám BAT 2 správné zemědělské praxe.

5.1.3. Řízení výživy

Pro výkrm prasat slouží krmná směs upravovaná podle požadavků produkčního období výkrmových prasat. Tato technika odpovídá BAT 3 vícefázové krmení.

5.1.4. Účinné využívání vody

Vedení záznamů o spotřebě vody, pravidelná kontrola rozvodů vody a seřízení např. napájecího zařízení, používání vysokotlakových čističů pro umívání kojí, odpovídá BAT. 5 obecně použitelným technikám umožňujícím účinné využívání vody. Svedení odpadního potrubí do jímky splňuje BAT 7 nejlepší dostupná technika umožňující omezení emisí vody z odpadní vody.

5.1.5. Účinné využívání energie

Využívání zářivek a podtlakového větrání se samostatnou regulací ventilačních klapek odpovídá obecnému BAT 8 nejlepší dostupná technika umožňující účinné využívání energie v rámci hospodářství.

5.1.6. Emise prachu

Mokrý technologie výkrmu omezuje prašnost ve stáji v průběhu krmení. Tato používaná technika odpovídá BAT 11 konkrétně snižování prašnosti uvnitř budov s hospodářskými zvířaty.

5.1.7. Emise z úložiště kejdy

Kejda skladovaná v nezakrytých jámkách bez minimalizace míchání neodpovídá BAT 16 nejlepší dostupné technice umožňující snížení emisí amoniaku do ovzduší z úložiště kejdy. Betonová a ocelová jámka naopak splňuje obecně použitelný BAT. 18 nejlepší dostupnou prevencí emisí do půdy a vody z jámek kejdy, z potrubí a z úložiště nebo úložiště se zemními okraji.

5.1.8. Zpracování hnoje v rámci hospodářství

Využívání bioplynové stanice na zpracování kejdy odpovídá BAT 19 anaerobní digesce hnoje v bioplynové stanici.

5.1.9. Emise amoniaku z chovu prasat

Technologie plnoroštové železobetonové podlahy v ustájení s vakuovým odsáváním kejdy odpovídá BAT 30 nejlepší dostupné techniky pro omezení emisí amoniaku do ovzduší. Hodnota výrobní měrné emise pro plnoroštovou podlahu se systémem častého odsávání kejdy uvedená v referenčním dokumentu BAT dle tabulky 4.102 se pohybují v rozmezí 0,54 až 2,25 [kg.ks⁻¹.rok⁻¹].

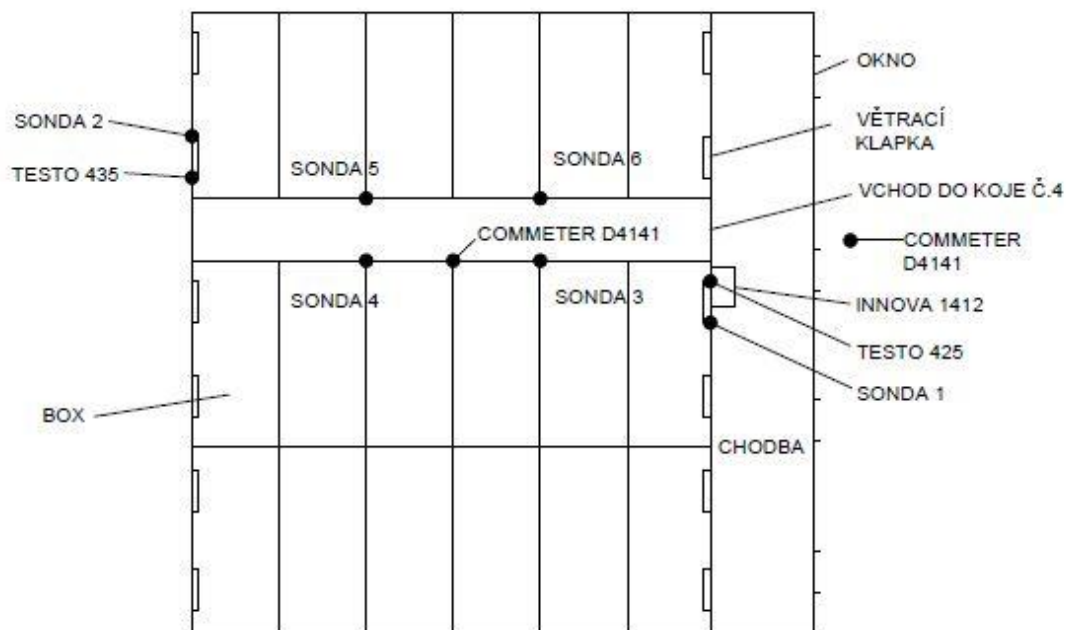
5.2. Postup měření

Měření probíhá ve stáji pro výkrm prasat v ZOD Starosedlský Hrádek v kóji číslo 4 od 9. 8. do 10. 8. 2016. Kapacita kóje 4 je 153 kusů s během měření bylo ustájeno 67 kusů s prasat o průměrné váze 123,3 [kg].

Před samotným měřením je provedena instalace měřících zařízení na určená stanoviště odpovídající schématickému zobrazení na obrázku č. 6. Nejprve jsou zapojeny dva měřící přístroje COMMETER D4141 pro měření venkovní a vnitřní teploty. Pro venkovní měření teploty je externí sonda upevněna ve stínu a jeden metr od venkovní obvodové stěny přes otevřené okno do výšky dva metry nad úroveň venkovního terénu. Tím je zabráněno znehodnocení měření v důsledku sálání teple z obvodových stěn budovy. Samotné měřící zařízení je upevněno uvnitř budovy. Druhé měřící zařízení je umístěno přímo v kóji, kde je prováděno měření emisí. Externí sonda je umístěna do výšky, ve které budou snímány emise zátěžových plynů (viz obrázek č. 7). Po instalaci jsou přístroje zprovozněny. Měření a záznam hodnot probíhá u obou zařízení v pětiminutových intervalech. Dalším krokem je instalace vzorkovacího potrubí (teflonových hadiček) se senzory pro nasávání vzorků. Čtyři senzory jsou umístěny na kovovou konstrukci boxů do úrovně prasat tak, aby prasata nemohla senzory poškodit (viz obrázek č. 8).

Dva senzory jsou umístěny na kovovou síťku ve dvou větracích klapkách ústím sondy směrem ven z koje. Následně jsou vzorkovací potrubí upevněna pomocí stahovacích pásek na železnou konstrukci kotců mimo dosah prasat, aby nedošlo k jejich poškození a zapojena do přepínače INNOVA 1309. Měřicí zařízení INNOVA 1412 a INNOVA 1309 jsou již propojena, přesto je nutno zkontrolovat správnost zapojení. INNOVA 1412 je pomocí prodlužovacího kabelu zapojen do elektrické sítě budovy a uveden do provozu. Po spuštění musí měřicí přístroj INNOVA 1412 naběhnout do plného provozu. Tento čas je využit na instalaci dvou měřících přístrojů TESTO 435 pro měření rychlosti vzduchu, jak je vidět z obrázku č. 9 (množství průtoku vzduchu z koje je nezbytná veličina pro výpočet výrobní měrné emise). Každý s přístrojů je umístěn do větrací klapky. Měřicí zařízení jsou uvedena do provozu. Záznam měřených hodnot probíhá v tříminutových intervalech. Před samotným spuštěním měření emisí jsou ještě zkontrolována všechna měřicí zařízení, hlavně jejich upevnění a je ověřena jejich funkčnost. Následně po naběhnutí je spuštěno měření emisí zátěžových plynů a je zkontrolován zápis měřených hodnot do paměti přístroje. Snímání emisí je nastaveno v intervalu šest minut a 30 sekund.

Během 24 hodinového měření všechny použité přístroje bez přerušení zaznamenaly a uložily do paměti všechny měřené veličiny. Venkovní teplota nepoklesla po dobu měření pod +10 [°C] a zároveň nepřekročila +30 [°C]. Rozdíl emisí plynů mezi jednotlivými měřenými místy není větší než 50 % a interval záznamu těchto hodnot není větší než 10 minut. Měření proběhlo podle předem stanovené metodiky, proto byly všechny přístroje odpojeny a odinstalovány.



Obrázek č. 6: Schéma rozmístění měřících sond



Obrázek č. 7: Foto umístění externí elektrody snímající teplotu a vlhkost koje



Obrázek č. 8: Foto umístění sondy pro snímání emisí zátěžových plynů



Obrázek č. 9: Foto umístění přístroje TESTO 435

5.3. Výsledky měření emisí zátěžových plynů

Během měření v kóji nepřekročila vnitřní teplota 22,1 [°C] a neklesla pod 20,4 [°C], tlak vzduchu se pohyboval kolem 961,51 [hPa], průtok vzduchu činil 2417 [m³. h⁻¹]. Zbývající základní parametry měření uvádí tabulka č. 1.

Tabulka č. 1: Základní parametry při měření

Parametr	Průměr	Maximum	Minimum
Vnitřní teplota [°C]	21,20	22,10	20,40
Relativní vlhkost vzduchu [%]	48,53	54,60	38,50
Rychlost proudění vzduchu [m.s ⁻¹]	0,17	1,23	0,00
Tlak vzduchu [hPa]	961,51	961,88	961,19

Výrobní emise vypočtené na základě měření dosáhly u amoniaku 0,0467 [kg.ks⁻¹.rok⁻¹]. Ostatní měřené emise zátěžových plynů, uvedené v tabulce č. 2, taktéž nepřesáhly úroveň 1,0 [kg.ks⁻¹.rok⁻¹]. Nejvyšší výrobní emise dosáhl oxid uhličitý, naopak oxid dusný vykázal nejnižší hodnotu.

Tabulka č. 2: Výrobní emise měřených plynů

Měřený plyn	Výrobní emise [kg.ks ⁻¹ .rok ⁻¹]
Amoniak	0,0467
Oxid uhličitý	0,8024
Oxid dusný	0,0013
Metan	0,0039

5.3.1. Průměrné koncentrace amoniaku měřených sond

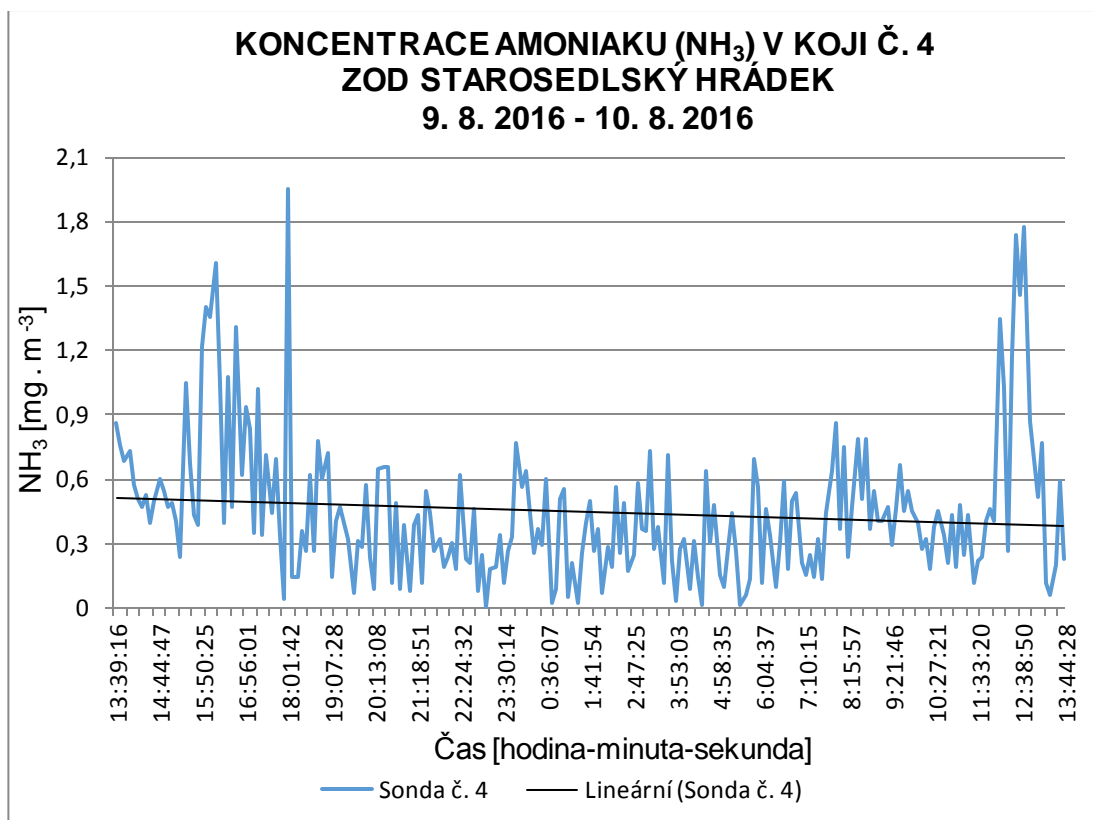
Koncentrace amoniaku dle tabulky č. 3 dosáhla maximální hodnoty 2,06 [mg. m⁻³] u sondy č. 6 a naopak minimální hodnoty 0 [mg . m⁻³] u sond č. 1 a 3.

Tabulka č. 3: Průměrná koncentrace amoniaku z jednotlivých sond

Označení sondy	Průměrná koncentrace amoniaku [mg.m ⁻³]	Maximální naměřená hodnota [mg.m ⁻³]	Minimální naměřená hodnota [mg.m ⁻³]
Sonda č. 1	0,284	1,113	0
Sonda č. 2	0,298	0,99	0,013
Sonda č. 3	0,452	1,074	0
Sonda č. 4	0,449	1,954	0,007
Sonda č. 5	0,425	1,724	0,015
Sonda č. 6	0,421	2,06	0,003

5.3.2. Koncentrace amoniaku v ustájení

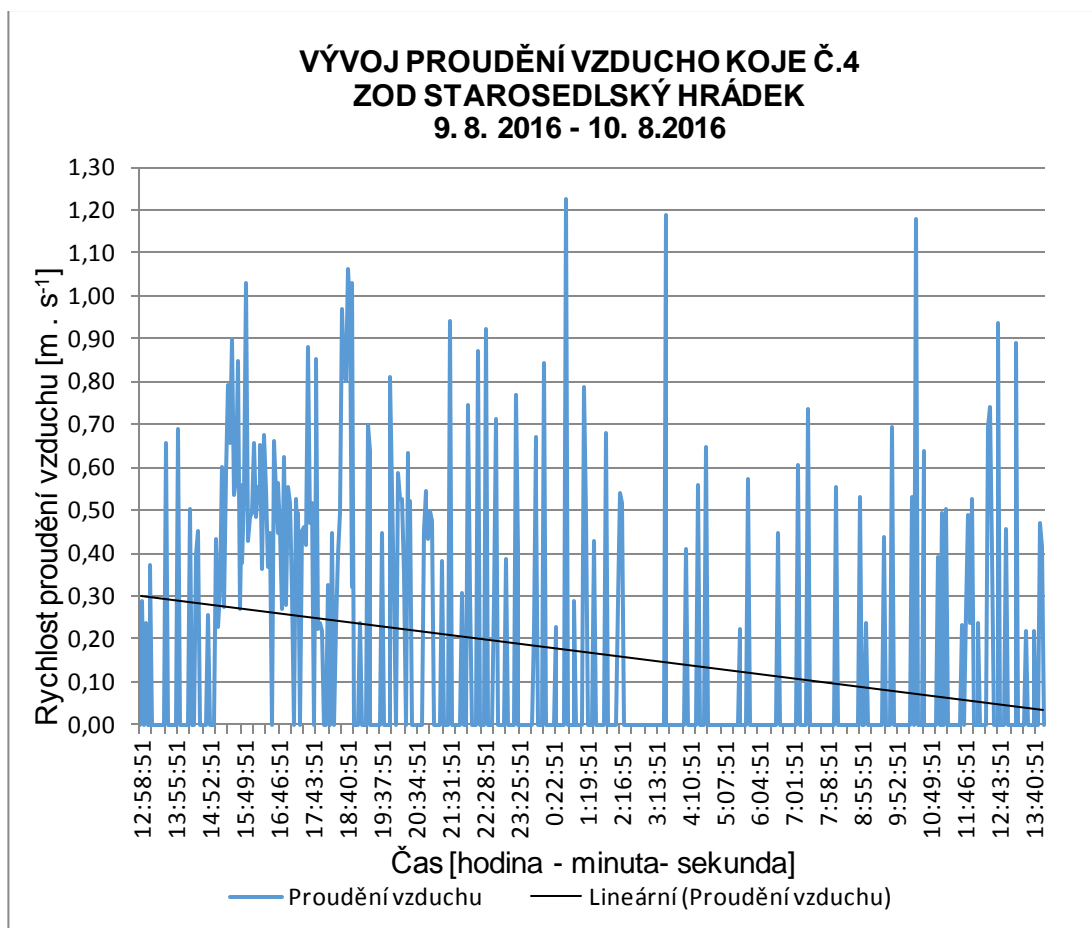
Pro zobrazení do grafu č. 1 byla vybrána sonda č. 4, která nejvíce odpovídá průměrné charakteristice vývoje koncentrace amoniaku ze všech měřených sond. Maximální naměřená hodnota koncentrace amoniaku touto sondou činila 1,95 [mg. m⁻³], naopak minimální hodnota 0,007 [mg.m⁻³]. V průběhu měření dosahovaly hodnoty nejvyšších koncentrací zhruba hodinu po začátku měření a zhruba hodinu před ukončením měření. Kolísání koncentrace amoniaku se uklidnilo během večerních hodin, k mírnému zvýšení koncentrace došlo v rozmezí od 7:00 do 9:00.



Graf č. 1: Koncentrace amoniaku ZOD STAROSEDELSKÝ HRÁDEK

5.4. Proudění vzduchu v ustájení

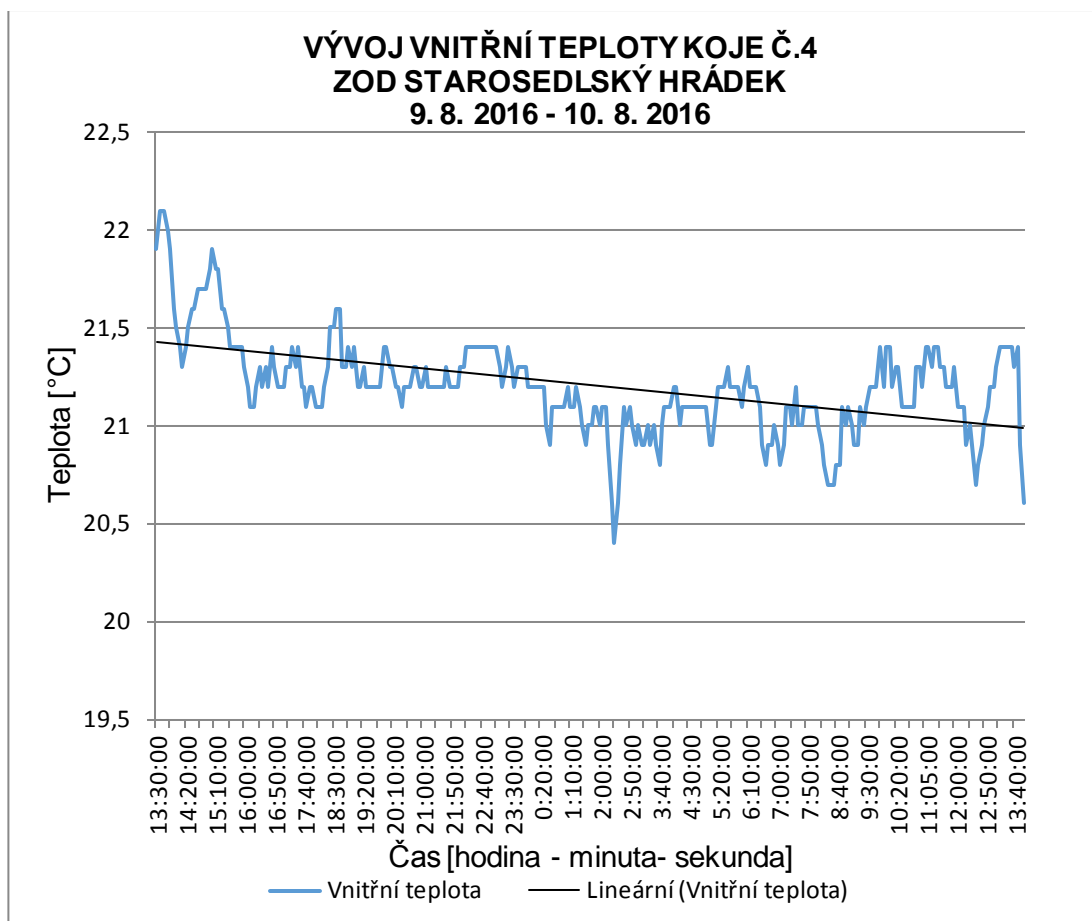
Během měření rychlost proudění vzduchu výjimečně přesáhla hodnotu 1,0 [m. s⁻¹], z toho nejvyšší dosažená rychlost činila 1,23 [m.s⁻¹]. Jak je vidět z grafu č. 2, nejkvalitnější část měření byla v druhé polovině noci a v ranních hodinách, naopak v odpoledních hodinách po začátku měření tj. od 15:00 do 16:30 byl vzduch v kóji neustále v pohybu.



Graf č. 2: Proudění vzduchu ZOD STAROSEDLSKÝ HRÁDEK

5.4.1. Vnitřní teplota ustájení

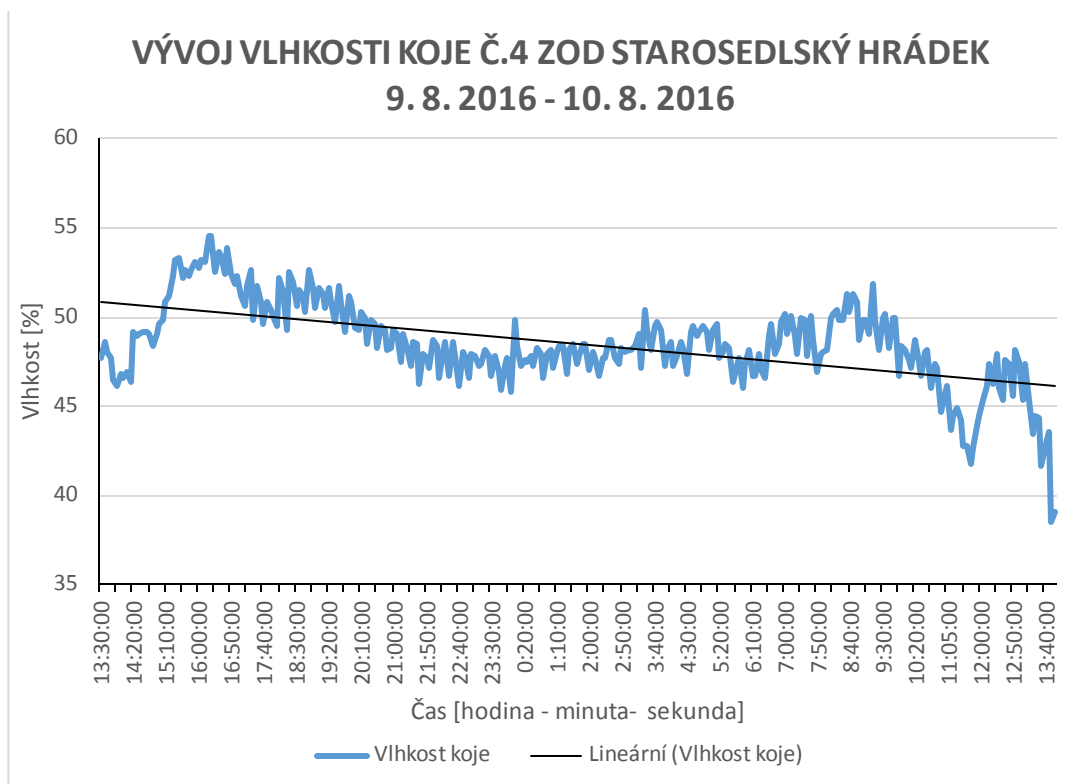
Teplota znázorněná teplotní křivkou grafu č. 3 v měřené kóji dosáhla maxima 22,1 [°C]. Poté již hodnotu 22 [°C] nepřekročila do ukončení měření a až na výjimky se jí ani nepřiblížila. Minimální naměřená teplota klesla na 20,4 [°C]. Během měření se pohybovala hlavně v rozmezí 21 až 21,5 [°C] s občasnými výkyvy pod 21 [°C].



Graf č. 3: Vývoje vnitřní teploty ZOD STAROSEDLSKÝ HRÁDEK

5.4.2. Průběžná vlhkost v ustájení

Průměrná vlhkost v kóji během měření činila 48,5 [%]. Maximální vlhkost 54,6 [%] byla zaznamenána v odpoledních hodinách. Jak je vidět z grafu č. 4, během noci se kolísání vlhkost uklidnilo a pohybovalo mezi hranicemi 50 a 45 [%]. Před koncem měření dosáhla vlhkost skokového snížení pod hodnotu 45 [%], až k minimální hodnotě 38,5 [%].



Graf 4: Vývoj vlhkosti ZOD STAROSEDLSKÝ HRÁDEK

5.5. Výsledky teoretického výpočtu emisí

Výkrm prasat podle projektové kapacity 1380 kusů ročně vyprodukuje 11 454 [kgNH₃.rok⁻¹] po započítání snižujících technologií, které podnik používá, činí výsledná projektová produkce 7 783,2 [kgNH₃.rok⁻¹]. Snížení emisí amoniaku za rok v tomto případě tudíž činí 32 [%]. Skutečná projektová kapacita (viz tabulka č. 4) zohledňující průměrný počet chovaných prasat a použité BAT technologie dosahuje hodnoty 7 721,16 [kgNH₃.rok⁻¹]. Do výpočtu nebyla zahrnuta bioplynová stanice neboť podle přílohy č. 2 Věstníku MŽP 3/2013 nebyly dosud prokázány snižující účinky na emise amoniaku. Proto byly použity emisní faktory pro snižující technologie používané při skladování a zpracování kejdy. Výsledný skutečný emisní faktor při započtení BAT technologií činí 5,64 [kgNH₃.ks⁻¹.rok⁻¹].

Tabulka č. 4: Výsledky teoretických hodnot emisí amoniaku

Výkrmová prasata	Stáj	Kejda	Zapravení do půdy	Ø ustájených prasat [ks.rok ⁻¹]
Emisní faktory [kg.ks ⁻¹ .rok ⁻¹]	3,2	2,0	3,1	1380
Projektová roční emise [kg.rok ⁻¹]	4416	2760	4278	11454,00****
Emisní faktory [kg.ks ⁻¹ .rok ⁻¹]	2,4*	2	1.24**	1380
Projektová roční emise se snížením [kg.rok ⁻¹]	3312	2760	1711,2	7783,20****
Emisní faktory [kg.ks ⁻¹ .rok ⁻¹]	2,4*	2	1.24**	1369
Skutečná roční emise [kg.rok ⁻¹]	3285,6	2738	1697,56	7721,16****
Naměřená měrná výrobní emise [kg.ks ⁻¹ .rok ⁻¹] ^{***}	0,0467			1369
Naměřená roční emise [kg.rok ⁻¹] ^{***}	63,93			63,93****

* emisní faktor ponížení o snižující hodnotu ustájení na plnoroštové podlaze s vakuovým systémem

** emisní faktor ponížení o snižující hodnotu zapravení kejdy do 24 hodin po aplikaci

*** emise odpovídající naměřeným hodnotám

**** emise odpovídající součtu hodnot v řádku tabulky

5.6. Výsledky ekonomického zhodnocení BAT

Podnik zkrmuje krmnou směs vlastní výroby, kterou uzpůsobuje růstové fázi výkrmových prasat. Tato technika je považována za BAT, nicméně je všeobecně rozšířena v českých chovech díky zlepšujícím užitkovým vlastnostem prasat. Z tohoto důvodu byl proveden výpočet zvýšení nákladů na použití biotechnologického přípravku do krmiva, který podnik nevyužívá. Vybraný biotechnologický přípravek na bázi fyto-genických aditiv byl zvolen z nabídky dodavatelů na českém trhu. Aditivum splňuje vysoký stupeň kvality (ISO 9001:2000, FAMI QS). Aditivum vyrábí firma DELACON ČR spol. s r.o. pod názvem Fresta F Plus. Dávkování aditiva bylo vypočteno dle pokynů dodavatele, tzn. 150 [g] aditiva na [t] krmné směsi se snížením emise amoniaku o 48 [%]. Výsledná hodnota je uvedena v tabulce č. 5.

Tabulka č. 5: Cena roční spotřeby aditiva

Roční spotřeba krmiva [t.rok⁻¹]	Výsledná roční spotřeba aditiva [kg.rok⁻¹]	Cena aditiva [kč.kg⁻¹]	Náklady na roční spotřebu aditiva [kč.rok⁻¹]
1 415	212	595	126 140

6. Diskuse

Koncentrace emisí amoniaku naměřené v kóji č. 4, jak naznačuje lineární spojnice trendu grafu č. 1, měla v průběhu měření klesající tendenci. Stejný průběh vykazuje i teplota, vlhkost a proudění vzduchu. Z těchto výsledků lze usuzovat, že klimatické podmínky hrají důležitou roli při tvorbě emisí v ustájení. Výrazné výkyvy koncentrace amoniaku jsou pravděpodobně způsobeny etologickým projevem prasat, v tomto případě zvýšeným pohybem před, během a po krmení, což zmiňuje i DOLEJŠ et al. (2005).

Odpovědi na hypotézy uvedené v cíli práce:

Splňuje měrná výrobní emise amoniaku z vybraného provozu limity nebo doporučení podle direktivy EU?

ANO

Povolené emise amoniaku do ovzduší pro chov výkrmových prasat v referenčním dokumentu BAT (kapitola 5, tabulka 5.4: BAT-AEL) se pohybují v rozmezí od 0,1 do 2,6 [kg.ks⁻¹.rok⁻¹]. Výsledná měrná výrobní emise amoniaku vypočítaná v této práci 0,0467 [kg.ks⁻¹.rok⁻¹] je výrazně nižší než rozpětí povolených emisí dle direktivy EU.

Odpovídají naměřené hodnoty snížení emisí amoniaku výpočtu snížení dle dokumentu BREF?

NE

Skutečná roční výrobní emise (dle legislativy) ze stáje pro výkrm prasat ZOD Starosedlský Hrádek odpovídá hodnotě 3285,6 [kgNH₃.rok⁻¹]. Naproti tomu roční výrobní emise vycházející z naměřených hodnot činí 63,93 [kgNH₃.rok⁻¹]. Výsledné hodnoty na základě legislativy vycházejí z teoretických hodnot, které nezohledňují různorodé klimatické podmínky. Přitom právě klima má zásadní vliv na tvorbu emisí amoniaku. Dalším faktorem ovlivňující emise je růstová fáze prasat. V měřené kóji č. 4 byla ustájena prasata v růstové fázi těsně před porážkou. V neposlední řadě není do teoretických výpočtů zahrnuto snížení emisí vlivem vícefázového výkrmu. Z těchto důvodů se naměřené hodnoty liší od vypočítaných.

Je použitý BAT výhodný z ekonomického pohledu i pro české zemědělství?

ANO

Změna systému ustájení vždy znamená vysoké investiční náklady spojené s technicky náročným řešením. Dokument BREF uvádí použitelnost těchto systémů na snížení emisí z ustájení výhradně pro nově budované stáje. V závislosti na specifických podmínkách podniku může být i takováto investice vhodná, jako tomu je v ZOD Starosedlský Hrádek. Mnohem vhodnějším způsobem z ekonomického i technického hlediska se jeví zaměření na výživu výkrmových prasat. Vícefázové krmení je již běžnou praxí u větších chovatelů. Další způsobem snížení emisí amoniaku může být přidavek biotechnologického produktu do krmiv. S tímto názorem souhlasí i PHILIPPE et al. (2011), který tvrdí že je vhodné zaměřit se na stravu, jelikož ustájení a zpracování kejdy má sice značný vliv na emise, ale investiční a provozní náklady mohou brzdit jejich rozvoj, naopak krmné strategie jsou snadno použitelné a lze je rychle přizpůsobit specifickým požadavkům podniku za přijatelných ekonomických podmínek.

AARNINK a VERSTEGEN (2007) mluví o velkém potenciálu ke snížení ekologické zátěže z chovu prasat v oblasti výživy.

Tuto predikci potvrzuje BATROŠ et al. (2016), který při svém výzkumu rostlinných aditiv zjistil snížení emisí o 20% při současném zlepšení denního přírůstku prasat.

BRENES et al. (2016) zmiňuje pozitivní účinek krmných dávek obsahujících vedlejší produkty vinařského průmyslu na kvalitu masa.

Dle výpočtů by Starosedlský Hrádek zavedením rostlinného aditiva Fresta F Plus ročně zaplatil 126 140 Kč. Uváží-li se zlepšené užitkové vlastnosti, jeví se tato investice jako přijatelná ekonomická zátěž.

7. Závěr

Cílem práce bylo změřit emise zátěžových plynů ve vybraném provozu, vyhodnocení stávajících technologií a technik, jejich porovnání s BATy, ekonomické zhodnocení a odpověď na vědecké hypotézy. Měření emisí zátěžových plynů proběhlo v ZOD Starosedlský Hrádek od 9. 8. 2017 do 10. 8. 2017 v kóji č. 4 s 67 ustájenými výkrmovými prasaty o průměrné váze 123,3 [kg]. Změřené emise amoniaku během měření vykázaly klesající tendenci. Dokument BREF určuje úroveň emisí amoniaku související z BAT pro výkrmová prasata v rozmezí od 0,1 až 2,6 [kg.ks⁻¹.rok⁻¹]. Na základě měření vypočítaná měrná emisní hodnota amoniaku 0,0467 [kg.ks⁻¹.rok⁻¹] splňuje uváděnou emisní úroveň. Zároveň není překročena emisní úroveň pro systém ustájení s častým odsáváním kejdy 2,25 [kg.ks⁻¹.rok⁻¹]. Předepsaná úroveň emisí odpovídá novému referenčnímu dokumentu BAT schválenému na začátku roku 2017.

Roční výrobní emise amoniaku vypočítaná na základě naměřených hodnot činí 63,93 [kg.rok⁻¹]. Naproti tomu vypočítaná skutečná roční výrobní emise amoniaku dle nařízení vlády č. 294/2011 Sb., činí 3285,6 [kg.rok⁻¹]. Tento rozdíl je z velké části způsobem vlivem klimatických podmínek. Vliv klimatických podmínek na koncentraci amoniaku v měřené kóji č. 4 potvrzují i grafy s naměřenými hodnotami. Z tohoto důvodu doporučuji provádět měření podle nové metodiky dokumentu BREF, tzn. jednou v každém ročním období ve stejné stáji, pro danou kategorii zvířat, s následným porovnáním a vyhodnocením naměřených hodnot. Výsledky z těchto měření poskytnou vyšší vypovídající hodnotu o dalších vlivech na koncentraci amoniaku ve stáji.

Na základě provedeného měření emisí a porovnání technik a technologií používaných v podniku ZOD Starosedlský Hrádek s BATy doporučuji používání biotechnologických přípravků do krmiv pro výkrmová prasata. Z ekonomického pohledu jde o variantu s nízkými náklady s vysokou účinností, které ve výsledku mohou vést ke zlepšení užitkových vlastností prasat. Vždy však záleží na správném výběru biologického přípravku, který musí být přizpůsoben specifickým podmínkám podniku. Nicméně při současném zvyšování tlaku na snižování emisí bude pro dosažení nižších emisí do budoucna nutné spojit více BAT technik dohromady.

8. Použitá literatura

AARNINK A. J. A, VERSTEGEN M. W. A. (2007): Nutrition, key factor to reduce environmental load from pig production. *Livestock Science*, 109: 5/2017, p. 194-203. ISSN 1871-1413. Dostupné také z: <http://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.01.112> „staženo dne: 5. 4. 2017“

BARTOŠ P., DOLAN A., SMUTNÝ L., ŠÍSTKOVÁ M., CELJAK I., ŠOCH M., HAVELKA Z. (2016): Effects of phytogetic feed additives on growth performance and on ammonia and greenhouse gases emissions in growing-finishing pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 212: 2/2016, p. 143-148. ISSN 0377-8401. Dostupné také z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840115300596> „staženo dne: 5. 4. 2016“

BOTERMANS J., GUSTAFSSON G., JEPPSSON K. H., BROWN N. a RODHE L. (2010): *Measures to reduce ammonia emissions in pig production - Review*. Swedish University of Agricultural Science; Faculty of Landscape Planning, Horticulture and Agricultural Science, Alnarp,. ISBN 978-91-86373-19-1. Dostupné také z: http://pub.epsilon.slu.se/4687/1/LTJ-rapport_2010-12.pdf „staženo dne: 20. 2. 2017“

BERNES A., VIVEROS A., CHAMORRO S., ARIJA I. (2016). Use of polyphenol-rich grape by-products in monogastric nutrition. *Animal Feed Science and Technology*, 211: 1/2016 p. 1-17. ISSN 0377-8401. Dostupné také z: <http://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.09.016> „staženo dne: 5. 4. 2016“

DOLEJŠ J., TOUFAR O., ADAMEC T. (2005): *Faktory ovlivňující stanovení emise amoniaku*. In: Rožnovský J., Litschmann T. (ed.): Bioklimatologie současnosti a budoucnosti. Brno: Česká bioklimatologická společnost, 5 s. ISBN 80-86-690-31-08. Dostupné také z: <http://www.cbks.cz/sbornik05b/DolejsToufarAdamec4.pdf>, „staženo dne: 15. 4. 2017“

HUIJSMANS J. F. M., SCHRÖDER J. J., MOSQUERA J., VERMEULEN G.D., TEN BERGE H.F.M., NEETESON J.J. (2016): Ammonia emissions from cattle slurries applied to grassland: should application techniques be reconsidered? *Soil Use and Management*, 32: 6/2016 109-116. ISSN 1475-2743. Dostupné také z: [http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/sum.12201/abstract;jsessionid=5C5AE18091E2D4ED52DB91D24A1CBA19.f03t02?userIsAuthenticated=false&deniedAccessCustomisedMessage= „staženo dne: 29. 3. 2017“](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/sum.12201/abstract;jsessionid=5C5AE18091E2D4ED52DB91D24A1CBA19.f03t02?userIsAuthenticated=false&deniedAccessCustomisedMessage=„staženo dne: 29. 3. 2017“)

DOBŠINSKÝ O., FRAIS Z., KURSA J. (1982): *Zoohygiena a prevence I*. Vysoká škola zemědělská v Praze, 2. vydání Praha, 126 s.

EUROPEAN COMISION, JOIN RESEARCH CENTRE (2015): *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs BREF IRPP - Final draft -*, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Sustainable Production and Consumption Unit, European IPPC Bureau, Sevilla, 911 s.

HAVLÍČEK Z., MARADA P., MAREČEK J., KRČÁLOVÁ E., MUSIL J. (2007): *Nové trendy v ochraně životního prostředí v podmínkách chovu hospodářských zvířat*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 70 s. ISBN: 978-80-7375-120-3

JELÍNEK A. (2001): *Hospodaření a manipulace s odpady ze zemědělství a venkovských sídel*. Praha: Agrospoj, 2001, 236 s. ISBN 80-239-4234-4

JELÍNEK A., DĚDINA M. (2003): Správná zemědělská praxe z pohledu zákona o ochraně ovzduší a o integrované prevenci. *Biom.cz*. ISSN: 1801-2655, Dostupné také z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/spravna-zemedelska-praxe-z-pohledu-zakona-o-ochrane-ovzdusi-a-o-integrované-prevenci> „staženo dne: 1. 2. 2017“.

JELÍNEK A., DĚDINA M. (2006): Příručka pro zavedení zásad správné zemědělské praxe pro potřeby procesu IPPC ve velkochovech hospodářských zvířat. Výzkumný ústav zemědělské techniky v Praze, Praha. Dostupné také z: <http://svt.pi.gin.cz/vuztweb/doc/clanky/zivotniprostredi/ippc.pdf?menuid=173> „staženo dne: 5. 2. 2017“

JELÍNEK A., ŠÍSTKOVÁ M., MAŠÁTOVÁ R., (2011): *Udržitelnost hospodaření v krajině*. Vzdělávací modul Ochrana životního prostředí v oblasti vzduch. Náměšť nad Oslavou: ZERA - Zemědělská a ekologická regionální agentura, 174 s. ISBN 978-80-86884-59-2.

JELÍNEK A., DOLAN A., VÁVRA V., (2013): Metodika měření emisí amoniaku (NH₃) a oxidu uhličitého (CO₂) v chovech prasat ve vztahu k integrované prevenci a omezení znečištění (dále jen IPPC). Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 26 s. Dostupné také z: http://eagri.cz/public/web/file/325102/amoniak_oxidu_uhlicity_IPPC_prasata_2013.pdf „staženo dne: 3. 3. 2017“

KOŽNAROVÁ V., KLABZUBA J. (2008): *Aplikovaná meteorologie a klimatologie XI. díl Mikroklima stájí*. České zemědělské učení v Praze, 1. vydání, 2. dotisk, Praha, 30 s. ISBN: 978-80-213-0870-1

MARŠÁK J., SLAVÍK J. (2008): *Integrovaná prevence a omezování znečištění: stručný průvodce*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 46 s. ISBN 978-807-2124-879.

MOLDAN B. (1993): *Konference OSN o životním prostředí a rozvoji: Rio de Janero, 3. - 14. Června 1992 : dokumenty a komentáře*. 1. Vydání. Praha: Management Press, 260 s. ISBN 80-85603-43-8.

MOLDAN B. (2015): *Podmaněná planeta*. Druhé, rozšířené a upravené vydání. V Praze: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 497 s. ISBN 978-80-246-2999-5.

PHILIPPE F., CABARAUX J., NICKS B. (2011): Ammonia emissions from pig houses: Influencing factors and mitigation techniques. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 141: 5/2011, p. 245 - 260. ISSN 0167-8809. Dostupné také z: <http://doi.org/10.1016/j.agee.2011.03.012> „staženo dne: 15. 4. 2017“

PULKRÁBEK J. (2005): *Chov prasat*. ProfiPress, Praha, 156 s. ISBN: 80-86726-11-8

ROBERTSON G. P., BRUULSEMA T.W., GEHL R.J., KANTER D., MAUZERALL D.L., ROTZ C.A., WILLIAMS C.O. (2013): Nitrogen-climate interactions in US agriculture. *Biogeochemistry*, 114: 7/2013 p. 41 - 70. ISSN 0168-2563. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s10533-012-9802-4> „staženo dne: 29. 3. 2017“

SCHRÖDER J. J., SCHULTE R. P. O., CREAMER R. E., DELGADO A., VAN LEEUWEN J., LEHTINEN T., RUTGERS M., SPIEGEL H., STAES J., TOTH G., WALL D. P. (2016): The elusive role of soil quality in nutrient cycling: a review. *Soil Use and Management*, 32: 12/2016, p. 476 - 486. ISSN 1475-2743 Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1111/sum.12288> „staženo dne: 30. 3. 2017“

VONDRÁŠKOVÁ Š. (2000): *Technologie ochrany životního prostředí před negativními vlivy živočišné výroby*. ÚZPI, Praha, 43 s. ISBN: 80-7271-059-1

ZEMAN J. (1994): *Zoohygiena*. Brno: VFU, 205 s.

Internetové zdroje:

<http://www1.cenia.cz/www/nejlepsi-dostupne-techniky>, „staženo dne: 10. 1. 2017“

http://www.mzp.cz/cz/integrovana_prevence_omezovani_znecistovani,
„staženo dne: 11. 1. 2017“

[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/kjotsky_protokol/\\$FILE/OMV-cesky_protokol-20081120.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/kjotsky_protokol/$FILE/OMV-cesky_protokol-20081120.pdf), „staženo dne: 23. 2. 2017“

[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/parizska_dohoda/\\$FILE/OEOK-Cesky_preklad_dohody-20160419.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/parizska_dohoda/$FILE/OEOK-Cesky_preklad_dohody-20160419.pdf), „staženo dne: 23. 2. 2017“

<https://www.testo.com/cz-CZ/> „staženo dne: 5. 4. 2017“

<http://www.cometsystem.cz/userfiles/file/Manuals-Czech/Prenosne%20pristroje/i-com-d4141.pdf?time=1491377524&FixForIE=.pdf> „staženo dne: 5. 4. 2017“

9. Použité obrázky

Obrázek č. 1 - Mechanismus eliminace emisí amoniaku při výkrmu monogastrických zvířat, zdroj: DELACON Biotechnik ČR s.r.o. (2014).

Obrázek č. 2 - Měřicí zařízení INNOVA 1412 a přepínač odběrných míst INNOVA 1309.

Obrázek č. 3 - Princip funkce přístroje INNOVA 1412, zdroj: www.innova.dk, „staženo dne: 30. 3. 2017“

Obrázek č. 4 - Obrázek přístroje COMMETER D4141

Obrázek č. 5 - Schéma odsávání vzduchu z podroštové prostoru ustájení

Obrázek č. 6 - Schéma rozmístění měřících sond

Obrázek č. 7 - Foto umístění externí elektrody snímající teplotu a vlhkost koje

Obrázek č. 8 - Foto umístění sondy pro snímání emisí zátěžových plynů

Obrázek č. 9 - Foto umístění přístroje TESTO 435

10. Použité tabulky

Tabulka č. 1 - Základní parametry při měření

Tabulka č. 2 - Výrobní emise měřených plynů

Tabulka č. 3 - Průměrná koncentrace amoniaku z jednotlivých sond

Tabulka č. 4 - Výsledky teoretických hodnot emisí amoniaku

Tabulka č. 5 - Cena roční spotřeby aditiva

11. Použité grafy

Graf 1 - Koncentrace amoniaku ZOD STAROSEDELSKÝ HRÁDEK

Graf 2 - Proudění vzduchu ZOD STAROSEDELSKÝ HRÁDEK

Graf 3 - Vývoje vnitřní teploty ZOD STAROSEDELSKÝ HRÁDEK

Graf 4 - Vývoj vlhkosti ZOD STAROSEDELSKÝ HRÁDEK

12. Seznam použitých vzorců:

- (1) Netto výrobní emise amoniaku
- (2) Průtok vzduchu měřeným objektem
- (3) Přepočte výrobní emise denní produkci
- (4) Přepočet emise na jedno zvíře
- (5) Výpočet výrobní měrné emise amoniaku
- (6) Celkový roční emisní faktor bez BAT
- (7) Celkový roční emisní faktor se snižujícími BAT technologiemi
- (8) Roční projektová výrobní emise bez BAT
- (9) Roční projektová výrobní emise se snižující BAT technologií
- (10) Snižování emisí z použitých BAT
- (11) Skutečná výrobní emise,
- (12) Náklady na biotechnologický přípravek