

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělství

Studijní obor: Agropodnikání

Zadávací katedra: Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Měření a porovnání emisí v chovu skotu

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

Autor bakalářské práce: Bc. Jan Šebelka

České Budějovice, 2019

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

.....

Bc. Jan Šebelka

.....

datum

Poděkování

Chtěl bych tímto poděkovat Ing. Antonínu Dolanovi, Ph.D. za cenné připomínky a rady, které mi pomohly k vypracování této diplomové práce. Dále pak BAT centru JU za zapůjčení přístrojů k měření.

Abstrakt

V této diplomové práci se zabýváme problematikou znečišťování životního prostředí a hledají se opatření na její redukci. Dále se tato práce zabývá skleníkovými plyny a zátěžovými plyny jako jsou amoniak, metan a další, které jsou z velké části produkovány v zemědělské živočišné výrobě. Právě za největšího celosvětového producenta těchto zmiňovaných plynů je považováno zemědělství. Další částí této práce je specifikování welfare, správné zemědělské praxe a její možnosti realizace do praxe. Na toto téma navazuje cíl práce a to je měření stájového mikroklimatu a řešení jeho snižování.

Vlastní práce se zabývá stanovením a měřením koncentrací zátěžových plynů jako jsou amoniak a metan. Následně je vypočtena výrobní měrná emise, která je na konci této práce diskutována a navrhnuo opatření na její redukování. Praktické měření bylo uskutečněno na rodinné farmě Angus farma Rančice v Rančicích. Farma provozuje živočišnou výrobu a chová masný typ skotu plemene Aberdeen Angus. K měření bylo poskytnuto zimoviště s hlubokou podestýlkou, kde celé 24. hodinové měření probíhalo. Pro správné měření mikroklimatu jsme použili měřící přístroj INNOVA a další speciální přístroje pro vyhodnocení výsledků.. Dále jsou v práci uvedeny návrhy prostředků na snižování emisí plynů.

Klíčová slova: životní prostředí; mikroklima amoniak; metan; správná zemědělská praxe; welfare; skleníkové plyny; INNOVA

Abstract

The diploma thesis deals with environmental pollution and offers measures how to reduce it. It also deals with greenhouse gasses and load gasses such as ammonia, methane and others which are produced in agricultural livestock production. Agriculture is considered the world's largest producer of the aforementioned gases. Other part of the thesis focuses on the welfare, good agricultural praxis and the possibilities of its realization. The objective of the thesis is measurement of stable microclimate and solutions how to reduce it.

The thesis deals with the determination and measurement of concentrations of load gases such as ammonia and methane. Subsequently, the production specific emission is calculated, which is discussed at the end of the work and a measure for its reduction is proposed. Practical measurements were carried out at the family farm Angus farma in Rančice. The farm runs livestock and breeds Aberdeen Angus cattle. A winter bed with deep litter was provided for the whole 24-hour measurement. The Innova measuring instrument was used for correct microclimate measurement and other special instruments were used to evaluate the results. Means for reducing gas emissions are proposed in the thesis.

Keywords: environmental; microclima; ammonia; methan; good agricultural practices; welfare; greenhouse gases; INNOVA

Obsah

Úvod.....	10
1. Literární řešerše.....	11
1.1 Životní prostředí.....	11
1.1.1 Problémy se znečišťováním ovzduší.....	11
1.1.2 Voda.....	11
1.2 Podnebí.....	12
1.2.1 Pedosféra.....	13
1.3 Zákony o životního prostředí (legislativa).....	14
1.3.1 Zákon č. 25/2008 Sb.....	14
1.3.2 Zákon č. 76/2002 Sb.....	14
1.3.3 Nařízení vlády č. 294/2011 Sb.....	15
1.3.4 Zákon č. 86/2002 Sb.....	16
1.3.5 Věstník MŽP 3/2013.....	16
1.3.6 EMAS (Enviromental Managemest System).....	17
1.4 Problematika ochrany ovzduší.....	17
1.5 Zdroje znečišťování ovzduší.....	17
1.5.1 Angažování ČR v problematice ochrany ovzduší.....	18
1.5.2 Kjótský protokol.....	19
1.5.3 Rámcová úmluva OSN.....	19
1.5.4 Klimatická konference OSN 2015.....	20
1.5.5 Klimatická konference COP24 2018 Katowice (PL).....	21
1.6 Emise a imise.....	21
1.6.1 Emise stájového vzduchu.....	22
1.6.2 Emisní limit.....	23
1.6.3 Imisní limit.....	23

1.6.4	Pachové látky.....	24
1.7	Skleníkové plyny.....	24
1.7.1	Oxid uhličitý.....	24
1.7.2	Oxid dusný.....	24
1.7.3	Metan.....	24
1.7.4	Ozon.....	25
1.7.5	Fluorované skleníkové plyny.....	26
1.7.6	Skleníkový efekt.....	26
1.8	Látky produkované skotem.....	27
1.8.1	Amoniak.....	28
1.8.2	Metan u skotu.....	29
1.8.3	Důležitá role krmiva.....	29
1.8.4	Emise z exkrementů.....	30
1.9	Welfare.....	30
1.9.1	Zásady a kritéria welfare.....	31
1.10	Správná zemědělská praxe.....	32
2.	Cíl.....	34
3.	Metodika.....	35
3.1	Popis farmy.....	35
3.2	Technologie chovu skotu Angus farmy Rančice.....	35
3.3	Měřicí přístroje.....	36
3.3.1	Rozmístění měřících přístrojů.....	41
3.3.2	Měření teploty ve stáji.....	45
3.3.3	Proudění vzduchu během měření.....	46
3.4	Způsob měření ukazatelů stájového mikroklimatu.....	47
3.4.1	Výpočet výrobní měrné emise.....	48

4.	Vlastní práce.....	50
4.1	Měření	50
4.2	Koncentrace amoniaku a metanu.....	52
4.3	Naměřené teploty a vlhkosti.....	54
4.4	Vypočtené hodnoty.....	55
5.	Diskuze.....	56
	Závěr.....	59
	Přehled použité literatury a webových stránek.....	60
	Seznam použitých obrázků, tabulek a grafů.....	64

Úvod

Jedním z nejdůležitějších cílů lidstva je eliminovat znečišťování životního prostředí dřív, než bude pozdě. Podvědomí lidí o stavu životního prostředí a jeho příčinu je to, že za znečišťovatele ovzduší a celkového prostředí může těžký průmysl a rozsáhlá doprava. Jak poslední průzkumy ukazují, nejde až tak o dopravu pozemní, jako o dopravu leteckou a vodní. K dalším nečekaně významným znečišťovatelům životního prostředí patří venkov, kde díky zavedenému zemědělskému průmyslu se především živočišnou výrobou vytvářejí plyny, které v určitém množství nejsou prostředí prospěšné. Plyny, které živočišná výroba produkuje, jsou amoniak, metan, sirovodík, oxid dusný. Právě prvně zmiňovaný plyn je ve větším množství nežádoucí, jelikož procesem acidifikace kontaminuje a okyseluje vodní toky i půdu. Amoniak je toxický, bezbarvý plyn a právě v kombinaci s toxickým sirovodíkem vytváří nepříjemný zápach. Z důvodů zvyšování produkce těchto plynů vzniká napříč ohroženými státy z celého světa řada zavazujících úmluv, protokolů, vyhlášek či návrhů na snižování emisí. Nepřispívá tomu fakt, že světová populace se neustále zvětšuje, takže intenzita zemědělské živočišné výroby se zvyšuje také.

V zemědělských stájových objektech ovlivňuje mikroklima řada faktorů, které se podílí na tvorbě a uvolňování zátěžových plynů. Trendem posledních let je využívat tzv. nejlepší zemědělskou praxi a její nejlepší dostupné techniky BAT (Best Available Technique), které vedou ke snižování zátěžových plynů stájového mikroklimatu. Důvod k redukování plynů je především ten, že jejich působení negativně ovlivňuje zdravotní stav zvířat, na což navazuje užitkovost a kvalita a kvantita produkce. Pro tyto důvody je potřeba řešit složení stájového mikroklimatu a hledat řešení ke snižování emisí nejen v zemědělství.

Tato práce navazuje na mou bakalářskou práci s názvem Zhodnocení “Správné zemědělské praxe“ ve vybraném provozu s chovem skotu a zhodnocení produkce zátěžových plynů z ustájení.

1. Literární rešerše

1.1 Životní prostředí

Soubor všech činitelů, se kterými přijde do styku živý subjekt a podmínky kterými je obklopen. Tedy vše, na co subjekt přímo i nepřímo působí. Subjektem může být chápán organismus, populace, člověk i celá lidská společnost. Většinou se pojem životní prostředí chápe ve smyslu životní prostředí člověka (<https://www.priroda.cz/slovník.php?detail=8> „staženo dne: 28. 12. 2018“).

1.1.1 Problémy se znečištěním ovzduší

Lidské aktivity nejrůznějšího typu ovlivňují kvalitativní i kvantitativní charakteristiky všech složek prostředí. Na snížení kvality ovzduší se mohou podílet nejen cizorodé látky unikající do ovzduší jako antropogenní artefakty např. nově syntetizované sloučeniny, ale také v prostředí obvyklé látky v množstvích a koncentracích, které nejsou považovány za přirozené, nebo jejich přirozený výskyt ve větších množstvích nebo vyšších koncentracích je vázán na ojedinělé případy nebo specifické (sopečné erupce, epizody výronu plynů či aerosolu, prašné bouře apod.), (BRANIŠ, HŮNOVÁ, 2011).

1.1.2 Voda

Voda je dominujícím pokryvem Země. Přes dvě třetiny jejího povrchu je kryto tekutou vodou – připočte-li se zmrzlá voda čili led, poměr stoupá na více než 4/5. Voda má základní důležitost pro život, neboť je skvělým rozpouštědlem a může se snadno pohybovat nebo téci. Živé organismy vyžadují nejen přítomnost vody, nýbrž i její trvalé dodávání k udržení života. Vodním obal Země se nazývá hydrosféra.

Vlastnosti vody

Čistá voda nemá barvu, chuť ani vůni, její bod mrznutí, při němž se mění v pevný led je 0°C a bod varu, kdy se mění v páru, je 100°C. Hustota vody nebo-li objemová hmotnost je 1 kg.l⁻¹. Každá molekula se skládá ze dvou atomů vodíku a jednoho atomu kyslíku (chemický vzorec H₂O).

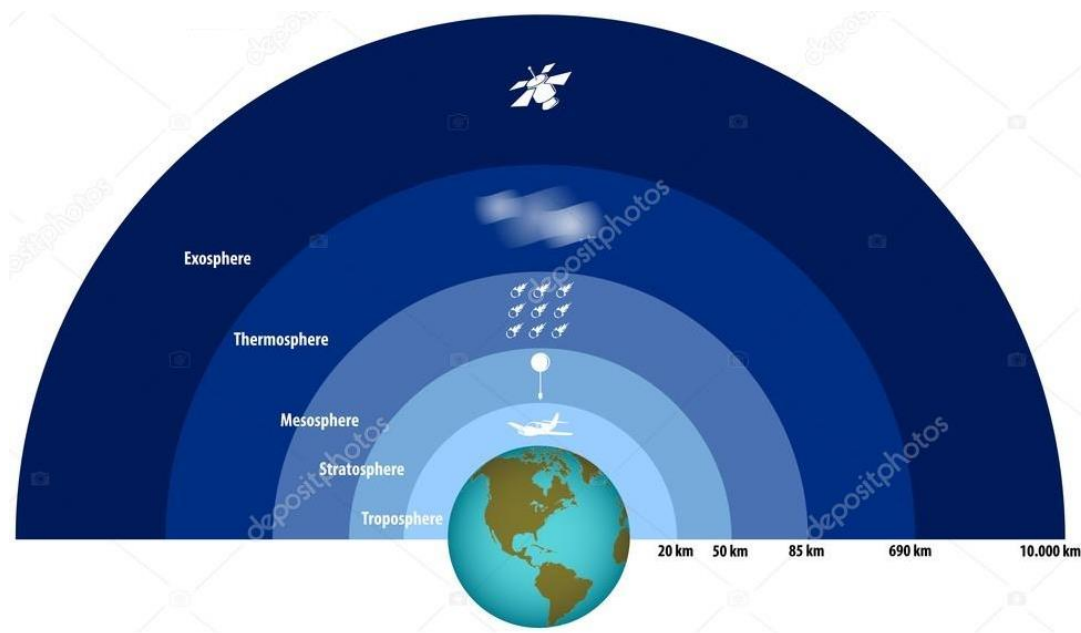
Voda v atmosféře

Podíl vodní páry v atmosféře se nazývá absolutní vlhkost. Mění se v závislosti na teplotě a tlaku od téměř nulové až po čtyři objemová procenta. Užitečnější veličinou je často relativní vlhkost. Ta srovnává skutečně množství vodní páry v daném objemu

s maximálním množstvím, které by onen vzduch mohl obsahovat. Je-li relativní vlhkost 100 %, vzduch je zcela satureován a nemůže pojmout žádnou další vlhkost. Za tohoto stavu nemůže dojít k dalšímu odpařování (LUHR, 2003).

1.2 Podnebí

Atmosféra Země se skládá z několika vrstev (viz obrázek č. 1).



Obrázek č. 1 - Vrstvy atmosféry,

zdroj: <https://cz.depositphotos.com/127413828/stock-illustration-layers-of-the-atmosphere.html>, „staženo dne: 6. 1. 2019“

Je zvláštní, že tyto vrstvy jsou co do chemického složení jednotné, jen jejich hustota se spolu s rostoucí výškou snižuje. Teplota se v každé vrstvě mění konstantně s výškou, jen na rozhraní dvou vrstev je rozdíl skokový. Nejnižší vrstva zvaná troposféra, v níž existuje život, má díky slunečnímu záření a ohřívání zemského povrchu vliv také na počasí. Sluneční paprsky procházejí atmosférou a ohřívají zemský povrch, čímž uvádějí do pohybu vzduch, jsou příčinou vypařování a kondenzace vody. Tím vzniká počasí a různé podnebné oblasti. Ozon, což je plyn, který se vyskytuje v tenké vrstvě ve stratosféře, zadržuje škodlivé ultrafialové paprsky.

Dělení sfér

Termosféra - tato vrstva dosahuje až k termopauze, tedy do výšky okolo 1 000 kilometrů. Teplota v jejích nižších částech zůstává konstantní, ale ve výšce nad 88 kilometrů prudce stoupá.

Mezoféra - v nižší mezoféře se teplota s výškou nemění, ale ve výšce nad 56 kilometrů postupně klesá a v mezopauze dosahuje přibližně 80° C.

Stratosféra - teplota ve stratosféře se do výšky 20 kilometrů nemění, pak díky pohlcování ultrafialového záření roste. Horní hranice stratosféry je ve výšce okolo 48 kilometrů a nazývá se stratopauza.

Troposféra - horní hranice troposféry zvaná tropopauza je nad rovníkem ve výšce přibližně 16 kilometrů a nad póly ve výšce 8 kilometrů. Teplota zde klesá na 30° C nad póly a na -65° C nad rovníkem (LUHR, 2003).

1.2.1 Pedosféra

Několik metrů tlustá svrchní vrstva litosféry se nazývá pedosféra. Litosféra je tvořena silikátovým potahem, který nabývá hloubky j jádru země zhruba 60 km. Tento plášť je často označován jako SAIL. Pod ním je izostatická plastická plocha asi do hloubky 120 km, v níž teplota graduje k 900°C a tlak roste až na 28 000 atmosfér. V pedosféře se prolínají a stýkají vlivy všech dalších čtyř geosfér, které tvoří obal Země. Litosféra, hydrosféra, atmosféra a biosféra (živý obal země-organismy). Biosféra může působit a do výšky několika kilometrů atmosféry, konkrétně do vrstvy zvané troposféra. V hydrosféře se nachází také ve velkém množství biosféra a oživuje jí téměř ve všech tekutých vodách. Organismy pronikají do hloubky 1 - 2 km pod povrch litosféry. Soubor téměř všech organismů je soustředěna na souši jen v tenké vrstvě litosféry o tloušťce pouze několika metrů. Základem, na kterém půda vzniká, je nejsvrchnější vrstva litosféry, mateční hornina. Zvětrávajícími pochody, které jsou mechanické čili fyzikální (teplota, eroze, přemísťování vodou, větrem), chemické (rozpuštění, hydrolýza, hydratace, oxidace a redukce), a biologické (činnost půdního edafonu a kořenových systémů rostlin), vzniká z mateční horniny půdotvorný substrát. Z půdotvorného substrátu se v dlouhodobém půdotvorném procesu vlivem půdotvorných faktorů vytváří půda. Základními půdotvornými faktory jsou klima (teplota, srážky, nadmořská výška), voda, chemický a fyzikální charakter mateční horniny, biologický faktor (organismy) a antropogenní faktor (vliv člověka). Vedoucí roli hraje biologický faktor. Půda obsahuje pevnou fázi (minerální a organickou složku), kapalnou fázi (půdní roztok) a plynnou fázi (půdní vzduch). Obsahuje částice různé velikosti i různého chemického složení. Minerální částice jsou tvořeny primárními minerály, ale i druhotnými (přeměnitelnými) minerály,

např. jílovými. Organické částice půdy mohou být z primární organické hmoty, rozložitelné i nerozložitelné (KALÁČ, 2010).

1.3 Zákony o životního prostředí (legislativa)

Ekologické zákonodárství se v naší republice samostatně a systematicky zpracovává až od roku 1990. Před revolucí existovaly pouze: Zákon o ochraně přírody a zákon o ochraně ovzduší. Částečně se životním prostředím zabýval vodní a lesní zákon a zákon o ochraně půdy. Např. zákon o odpadech vůbec neexistoval. Dnes je zastřešujícím zákonem zákon č. 17/1992 Sb. o životním prostředí, který definuje základní pojmy (životní prostředí, znečišťování, ekosystém) a zavádí nový pojem ekologické újmy (odlišné od škody, jež se vyjadřuje v penězích). Stanoví práva a povinnosti občanů a podnikatelských subjektů ve vztahu k životnímu prostředí (<http://vzdelavani.brontosaurus.cz/pro-organizatory/ekologickavychova/106-zakony-o-ivotnim-prosted-i-v-r.html>, „staženo dne: 3. 4. 2019“).

1.3.1 Zákon č. 25/2008 Sb.

(Úplné znění) o integrovaném registru znečišťování životního prostředí a integrovaném systému plnění ohlašovacích povinností v oblasti životního prostředí a o změně některých zákonů

§ 1

Tento zákon upravuje v návaznosti na přímo použitelný předpis Evropských společenství) integrovaný registr znečišťování životního prostředí (dále jen „integrovaný registr znečišťování“) ve formě veřejně přístupného informačního systému úniků a přenosů znečišťujících látek, jehož výstupy jsou součástí registru úniků a přenosů znečišťujících látek na úrovni Evropských společenství (<http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/>, „ staženo dne: 3. 4. 2019“).

1.3.2 Zákon č. 76/2002 Sb.

(Úplné znění) zákon o integrované prevenci a o omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci)

§ 31

Ministerstvo zemědělství zabezpečuje v oblasti své působnosti, tj. z hlediska nejlepších dostupných technik pro kategorie činností 6.4, 6.5 a 6.6 uvedené v příloze

č. 1 k tomuto zákonu, sledování těchto technik obsažených v dokumentech Evropské unie, zajišťuje překlady těchto dokumentů, zveřejňuje tyto dokumenty, včetně svého výkladu k nim, zajišťuje činnost příslušných technických pracovních skupin, navrhuje členy pracovních skupin zřízených na základě čl. 13 směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/75/EU a poskytuje informace o vývoji nejlepších dostupných technik.

§ 4

Obsah žádosti o integrované povolení. Popis technologie a dalších technik k předcházení vzniku emisí. Porovnání stávajícího nebo uvažovaného zařízení s nejlepšími dostupnými technikami – BATy.

§ 14

Úřad stanoví emisní limity pro znečišťující látky uvedené v příloze č. 2 (http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/ostatni/Legislativa-MZe_uplna-zneni_zakon-2002-76-ippc.html, „staženo dne: 3. 4. 2019“).

1.3.3 Nařízení vlády č. 294/2011 Sb.

kterým se mění nařízení vlády č. 615/2006 Sb., o stanovení emisních limitů a dalších podmínek provozování ostatních stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší.

§ 5

Provozovatelé středních zemědělských zdrojů podle přílohy č. 2 k tomuto nařízení zpracovávají plán zavedení zásad správné zemědělské praxe, náležitosti a způsob zpracování plánu zavedení zásad správné zemědělské praxe stanoví příloha č. 2 k tomuto nařízení (viz tabulka č. 1) (<https://www.psp.cz/sqw/sbirka.sqw?cz=294&r=2011>, „staženo dne: 3. 4. 2019“).

Tabulka č. 1 - Emisní faktory pro vyjmenované zemědělské zdroje

KATEGORIE ZVÍŘAT	Emisní faktory [kg NH ₃ . zvíře ⁻¹ .rok ⁻¹]				
	Stáj	Hnůj, podestýlka	Kejda, trus	Zapravení do půdy	Pastva
Skot					
dojnice	10,0	2,5	2,5	12,0	2,4
telata, býci, jalovice, krávy bez tržní produkce mléka	6,0	1,7	2,5	6,0	1,8

Zdroj: Nařízení vlády ČR č. 294/2011 Sb.

1.3.4 Zákon č. 86/2002 Sb.

o ochraně ovzduší

§ 17

Provozovatel stacionárního zdroje je povinen uvádět do provozu a provozovat stacionární zdroj a činnosti nebo technologie související s provozem nebo zajištěním provozu stacionárního zdroje, které mají vliv na úroveň znečištění, v souladu s podmínkami pro provoz tohoto stacionárního zdroje stanovenými tímto zákonem, jeho prováděcími právními předpisy, výrobcem a dodavatelem (<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-201>, „staženo dne: 3. 4. 2019“).

1.3.5 Věstník MŽP 3/2013

Metodický pokyn odboru ochrany ovzduší „k zařazování chovů hospodářských zvířat podle zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, k výpočtu emisí znečišťujících látek z těchto stacionárních zdrojů a k seznamu technologií snižujících emise z těchto stacionárních zdrojů.“

Pro zařazení stacionárního zdroje dle výše emisí (do pěti nebo nad pět tun za rok) se emise vypočítají jako součin projektované kapacity a dílčích emisních faktorů pro stájové prostory, sklady a pro aplikaci exkrementů, pro tento účel se nezohledňují snižující technologie.

Pro výpočet skutečných ročních emisí pro hlášení do Integrovaného registru znečištění (ale třeba i pro žádost o poskytnutí podpory z vyhlášených dotačních programů) se použije součin průměrného ročního počtu zvířat a součtu dílčích emisních faktorů (stáj, sklad, zapravení) a zohlednění příslušné procentuální snížení při použití ověřené snižující technologie uvedené ve věstníku MŽP.

Pro snížení emisí amoniaku lze použít i takové biotechnologické přípravky, které nejsou uvedeny v tabulce.

Metodický pokyn byl zpracován ve spolupráci s Výzkumným ústavem zemědělské techniky v. v. i. v rámci výzkumného záměru VÚZT MZE0002703102 „Výzkum efektivního využití technologických systémů pro setrvalé hospodaření a využití přírodních zdrojů ve specifických podmínkách českého zemědělství“ (<http://www.mzp.cz/web/edice.nsf/doc/E24AEE419C7A8AA0C1257B4A00255540>, „staženo dne: 3. 4. 2019“).

1.3.6 EMAS (Environmental Management System)

Program systému environmentálního řízení a auditu (EMAS), představuje jeden ze způsobů, kterým může organizace přistoupit k zavedení tzv. systému environmentálního řízení (EMS). Ten lze definovat jako součást celkového systému řízení organizace, jejímž cílem je zahrnutí požadavků na ochranu životního prostředí do celkové strategie organizace a jejích každodenních činností. (Zavedení systému se dotýká organizační struktury, způsobů rozdělení odpovědnosti, technologických postupů, procesů, zdrojů pro stanovení a zavedení politiky životního prostředí apod.) Systémy EMS představují v současné době nejrozšířenější způsob, jak může organizace deklarovat, že v rámci své činnosti dbá na ochranu životního prostředí a že při produkci výrobků či poskytování služeb jsou zvažovány také jejich dopady na životní prostředí.

K zavedení EMS může organizace využít buď některý ze standardizovaných přístupů (mezinárodní norma ISO 14001, Program EMAS), nebo zavést EMS pouze neformálně, tj. bez certifikace nezávislou třetí stranou (<https://www.mzp.cz/cz/emas>, „staženo dne: 2. 4. 2019“).

1.4 Problematika ochrany ovzduší

Znečištění ovzduší se stalo symbolem devastace prostředí. Je to dáno mimo jiné dobrou smyslovou postižitelností změn kvality ovzduší, ale také intenzitou měření a publicitou ve sdělovacích prostředcích. Postoj lidí k znečištění ovzduší je ovlivňován také vědomím, že znečištění ovzduší může za určitých okolností dosáhnout stupně, který je v podstatě havárií.

Počátkem výrazného znečišťování je průmyslová revoluce, při které se v parních strojích začalo spalovat uhlí a do vzduchu se jako vedlejší produkt reakce uvolňoval oxid uhličitý – CO₂. Mnohem větší emise oxidu uhličitého se však uvolňují při spalování fosilních paliv, totiž zemního plynu a hlavně ropných produktů. Největší díl viny tedy nese doprava a chemický a energetický průmysl. Využívání fosilních paliv včetně uhlí tvoří 75% emisí CO₂ (ANDRT, 2001).

1.5 Zdroje znečišťování ovzduší

Zařízení, plocha nebo prostor, které znečišťují nebo mohou znečišťovat ovzduší a pro které se vydávají kolaudační nebo jiná rozhodnutí či povolení. Základní rozdělení zdrojů znečištění je na:

Mobilní zdroje – samojízdné a další pohyblivá vozidla a přenosná zařízení vybavená spalovacími motory.

Stacionární zdroje – zařízení pro spalování paliv nebo jiná technologická zařízení, která znečišťují nebo mohou znečišťovat ovzduší, dále šachta, lom a jiná plocha s možností zapaření, hoření nebo úletu znečišťujících látek, jakož i plocha, na které jsou prováděny práce nebo činnosti, které způsobují nebo mohou způsobovat znečišťování ovzduší, dále sklad a skládka paliv, surovin, produktů, odpadů a další obdobné zařízení nebo činnost. V zemědělství pole, louky, sady, vinice, stáje apod. (JELÍNEK a kol., 2011).

V tabulce č. 2 je přehled význačnějších zdrojů znečišťující atmosféru.

Tabulka č. 2 - Rozdělení význačnějších zdrojů znečištění atmosféry

Zdroje	Znečištění	
Přírodní	eroze, tektonické pohyby, vulkanická činnost, lesní požáry, kosmická činnost, bouřky, mikrobiální procesy atd.	prach, SO ₂ , CO, CO ₂ , HCl, HF, H ₂ S, NO _x , O ₃
Antropogenní	energetika a teplárny	prach, SO ₂ , CO, CO ₂ , HCl, HF, H ₂ S, NO _x
	stavebnictví a výroba stavebních materiálů	prach
	hornictví	prach, plyny, těžké kovy
	hutnictví a koksárenství, plynárny	prach, SO ₂ , CO ₂ , CO, HF, H ₂ S
	chemický průmysl	prach, SO ₂ , CO, CO ₂ , HCl, HF, HCN, H ₂ S
	doprava	prach, sloučeniny Pb, azbest, CO, CO ₂ , NO _x , C _n H _m , aldehydy
	zemědělství	prach, plyny, zápach

Zdroj: JELÍNEK a kol. (2011)

1.5.1 Angažování ČR v problematice ochrany ovzduší

Do dnešních dnů podepsala a ratifikovala Česká republika všechny důležité mezinárodní protokoly a úmluvy. Göteborgský protokol podepsala ČR při jeho schválení Radou EU v roce 1999. K Montrealskému protokolu a Vídeňské úmluvě přistoupila ČR usnesením vlády č. 449 z června 1990, smluvní stranou obou dohod je od roku 1993. Ke dvěma dodatkům Montrealského protokolu (Londýnskému a Kodaňskému) bylo přistoupeno současně v prosinci 1996. Kjótský protokol Rámcové úmluvy OSN o klimatických změnách podepsala Česká republika v listopadu 1998 a ratifikovala jej v říjnu 2001.

Od okamžiku přistoupení České republiky do Evropské unie (1. 5. 2004) je snahou implementovat (začlenit) evropskou legislativu týkající se životního prostředí do zákonného rámce ČR. Většinu nejdůležitějších mezinárodních smluv a právních norem z oblasti ochrany ovzduší přejímá česká legislativa dvěma nejdůležitějšími zákony a jejich prováděcími vyhláškami. Jedná se o zákon č. 472/2005 Sb. a zákon 76/2002 Sb. o integrované prevenci a o omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci) ve znění pozdějších předpisů (JELÍNEK a kol., 2011).

1.5.2 Kjótský protokol

Kjótský protokol byl přijat při závěrečném jednání v ranních hodinách 11. 12. 1997 k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu. Jeho text je v mnohých ohledech textem kompromisním, nicméně lze považovat za přínos jak pro další vývoj Země, tak i pro průběh dalších jednání v budoucnu. Protokol je zaměřen na stanovení kvantitativních redukčních emisních cílů smluvních států a způsoby jejich dosažení. Kromě preambule obsahuje 28 článků a dva dodatky. Státům vyjmenovaným v Dodatku I ukládá, aby do prvního kontrolního období (2008 – 2012) snížily jednotlivě nebo společně emise skleníkových plynů nejméně o 5,0% pod úroveň roku 1990 (JELÍNEK a kol., 2011).

1.5.3 Rámcová úmluva OSN

Vlády již začaly spolupracovat na řešení hrozby změny klimatu na základě Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu (UNFCCC) z roku 1992 z Ria de Janeiro a Kjótského protokolu, který vstoupil v platnost v únoru 2005. Nicméně rozsah mezinárodních akcí, které byly dosud realizovány nebo se k nim státy zavázaly, představuje pouze začátek. Cíl Velké Británie snížit emise skleníkových plynů o 60 % do roku 2050 je vůdčím příkladem vládního závazku a ilustruje rozsah změny, kterého je potřeba dosáhnout.

Rámcová úmluva OSN o změně klimatu (UNFCCC) je dokument, jehož cílem je vytvořit právní podklad pro stabilizaci či redukcí emisí skleníkových plynů na úrovni, která by nebyla z hlediska vzájemné reakce s klimatickým systémem nebezpečná pro další vývoj planety. Přijata byla v červnu 1992 v Rio de Janeiru, v platnost vstoupila v březnu 1994. Ratifikovalo ji více než 180 států. Cílem úmluvy je dle článku 2 "...stabilizovat atmosférické koncentrace skleníkových plynů na takové

hladině, která předejde antropogenním interferencím s klimatickým systémem". Taková hladina by měla být dosažena v čase dostatečném k zajištění:

- přirozené adaptace ekosystémů na změnu klimatu
- stálé produkce potravin
- ekonomického rozvoje trvalého charakteru (JELÍNEK a kol., 2011).

1.5.4 Klimatická konference OSN 2015

Paříž hostila v prosinci 2015 mezinárodní klimatickou konferenci, na které vznikla nová globální dohoda o ochraně klimatu. Od 30. listopadu do 12. prosince 2015 se v Paříži konala 21. konference smluvních stran Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu (UNFCCC), známá také pod zkratkou COP21 (21st Conference of the Parties). Zároveň se jednalo o 11. zasedání smluvních stran Kjótského protokolu. Konference byla jednou z nejočekávanějších politických událostí roku 2015. Završila totiž několikaletá mezinárodní jednání, jejichž cílem bylo vytvořit právní rámec pro globální klimatickou politiku v dalších desetiletích. Kdyby se očekávanou mezinárodní dohodu nepodařilo uzavřít, bylo by propříště mnohem obtížnější nebo zcela nemožné zajistit spolupráci na řešení této problematiky na světové úrovni. Po dvou týdnech intenzivních jednání se nakonec podařilo dohody dosáhnout. Země se shodly, že do konce století udrží globální oteplování pod hranicí 2 stupňů Celsia a budou se snažit směřovat k ještě nižšímu teplotnímu cíli 1,5 stupně Celsia. Podle pařížské dohody by měl svět také ve druhé polovině století dosáhnout rovnováhy mezi vypouštěnými emisemi a emisemi přirozeně pohlcovanými v přírodě, tak aby byly výsledné emise nulové. Svého vrcholu by ovšem měly emise dosáhnout co nejdříve, a pak už by mělo vypuštěné množství jen klesat. Závazky jednotlivých států ovšem nejsou závazné a ve své současné podobě k dosažení cíle nestačí.

Na jedné straně je tak úspěch, že se téměř dvě stovky zemí světa zvládnou dohodnout na společném postupu, výsledek jednání se však setkává s kritikou, že není dostatečně ambiciózní. Záležit teď bude na implementaci dohody. Nejprve ji musí ratifikovat nejméně 55 zemí a musí zahrnovat nejméně 55 % světových emisí skleníkových plynů (<https://euractiv.cz/section/energeticka-ucininnost/linksdossier/klimaticka-konference-v-parizi-2015-cop21-000137/>, „staženo dne: 5. 4. 2019“).

1.5.5 Klimatická konference COP24 2018 Katowice (PL)

Výsledkem je návrh relativně účinných, byť neúplných pravidel pro naplňování Pařížské dohody, ale velmi nejasný příslib rychlejšího tempa snižování emisí skleníkových plynů. Dosavadní tempo snižování emisí skleníkových plynů je příliš pomalé a na splnění požadavků Pařížské dohody zdaleka nestačí. Pokud by všechny státy snížily emise tak, jak v Paříži slíbily, průměrná teplota planety by stoupla zhruba o 3 stupně Celsia (oproti úrovni před průmyslovou revolucí), tj. na dvojnásobek pařížského cíle.

Hlavní závěry konference:

-všechny státy mají příští dva roky na to, aby upravily své závazky ve snižování emisí pro období 2020 až 2030; v případě Evropské unie to znamená, že by měla emise snížit alespoň o 55 % namísto dosud platných 40 %.

- účinná pravidla pro dodržování Pařížské dohody (stejně požadavky na vykazování emisí, kontrolu dodržování závazků a jejich revizi pro všechny státy), která bude třeba ještě částečně dopracovat v příštím roce (pravidla pro fungování mezinárodního emisního obchodování se v Katovicích nepodařilo dojednat).

- finanční pomoc ohroženým zemím zatím slíbilo zdvojnásobit pouze Německo, jiné státy žádné nové příspěvky do Zeleného klimatického fondu neohlásily. V roce 2020 začnou jednání o zvýšení finanční pomoci potřebným zemím, aby celková částka byla vyšší než 100 miliard USD ročně (<http://www.prumyslovaekologie.cz/Dokument/105096/klimaticka-konference-cop24-v-katovicich-pravidla-jsou-pripravena-nejasnosti-ohledne-dalsiho-snizovani-emisi-zustavaji.aspx> „staženo dne: 28. 12. 2018“).

1.6 Emise a imise

Emise nebo imise? Znečištění nebo znečišťování? Stačí malá změna a jedná se o něco jiného. Problematika ovzduší má dva základní okruhy. **Znečišťování (emise)** a **znečištění (imise)**. Znečištění a znečišťování zcela jasně definuje zákon o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb. v §3 a §4. Jednoduše

řečeno **znečišťování (emise)** je vypouštění škodlivin do ovzduší, **znečištění (imise)** jsou škodliviny rozptýlené v ovzduší.

Emise představují množství škodlivin, které nějaký zdroj vypouští. Zpravidla se uvádějí v jednotkách hmotnosti za rok – často se setkáme v emisních bilancích s jednotkami kg/rok, t/rok popř. kt/rok. V emisních limitech pro jednotlivé zdroje jsou pak např. uváděny jednotky mg/m^3 . Důležité je si také uvědomit, že emise nutně nemusí vycházet z komína či výfuku. Může jít např. o prach z polí způsobený zemědělskou činností (orba, sklizeň), nebo může jít o tzv. fugitivní emise, kdy k emisi dochází z nějakého povrchu či objektu – to může být např. prášení z kamenolomů, nebo manipulace se sypkým materiálem. V případě těkavých organických látek může jít o výpary u benzinových stanic atp.

Imise jsou naproti tomu koncentrace škodlivin v ovzduší. Imise se z emisí stanou tak, že se postupně rozptýlí ve vzduchu a měřicí stanice pak nasávají vzduch a měří, kolik je v daném objemu vzduchu škodlivých látek. Nejčastěji jsou koncentrace uváděny v $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ popř. $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$, přeloženo to znamená, kolik mikrogramů (miliontina gramu) nebo nanogramů (miliardtina gramu) škodliviny je obsaženo v jednom m^3 vzduchu. V případě plyných škodlivin (SO_2 , NO_2 , O_3 atd.) je to už přepočet, protože přístroje na stanicích měří v jednotkách ppb, což je zkratka pocházející z anglických slov „part per billion“ a znamená, kolik molekul znečišťující látky je obsaženo mezi miliardou molekul vzduchu (<http://www.ovzdusi-brno-jm.cz/index.php/2017/07/20/emise-nebo-imise/> „staženo dne: 27. 12. 2018“)

1.6.1 Emise stájového vzduchu

Do stájového vzduchu jsou emitovány pachové látky, mikroorganismy, vývojová stádia parazitů a prach, které ve vyšších koncentracích, mohou negativně ovlivňovat zdravotní stav nejen chovaných zvířat, ale i ošetřovatelů. K udržení hygienicky přijatelné kvality vzduchu ve stáji je nutné zajistit dostatečnou výměnu vzduchu větráním. Tím tyto škodliviny, které dostávají charakter imisí, mohou negativně ovlivňovat pohodu lidí, zvířat, rostlin a dalších organismů v imisně zatíženém okolí stáje. Koncentrace těchto škodlivých látek je závislá zejména na druhu, kategorii a počtu ustájených zvířat, použité technologické systémech (ustájení, krmení, napájení, odklizu exkrementů, aj.), výživě (např. obsahu bílkovin

v krmivech, použití krmných aditiv), koncentraci vodíkových iontů ve statkových hnojivech, faktorech ovlivňujících stájové mikroklima, systému výměny vzduchu. Názory na vliv technologických systémů ustájení na množství plynných emisí se různí. Na základě našich zkušeností můžeme konstatovat, že jsou závislé především na dodržování technologické kázně dané technologie. Emise z chovů prasat a drůbeže jsou hygienicky závažnější než z chovu skotu. Pokud posuzujeme technologie chovu, nejméně zatěžující jsou bezstelivové stáje s dobrou úrovní tepelné izolace s nuceným větráním, následují uzavřené stáje s denním přistýláním a pravidelným každodenním odklizem chlěvské mrvy a nejméně příznivé jsou z tohoto pohledu studené otevřené stelivové stáje s přirozeným větráním. Naproti tomu někteří autoři tvrdí, že je možné dosáhnout u dobře fungujících technologických systémů na hluboké podestýlce o 30 % nižší emise amoniaku ve srovnání s bezstelivovými technologickými systémy s roštovou podlahou (<http://www.cbks.cz/sbornik08b/Nov%C3%A1kPavel.pdf>, „staženo dne: 30. 12. 2018“).

1.6.2 Emisní limit

Emisní limit je nejvýše přípustné množství znečišťující látky nebo stanovené skupiny znečišťujících látek nebo pachových látek vypouštěné do ovzduší ze zdroje znečišťování ovzduší vyjádřené jako hmotnostní koncentrace znečišťující látky v odpadních plynech nebo hmotnostní tok znečišťující látky za jednotku času nebo hmotnost znečišťující látky vztahovaná na jednotku produkce nebo lidské činnosti nebo jako počet pachových jednotek na jednotku objemu nebo jako počet částic znečišťující látky na jednotku objemu. Emisní limity zákon o ovzduší člení na:

-Obecné emisní limity, které jsou stanoveny pro jednotlivé znečišťující látky nebo jejich stanovené skupiny.

-Specifické emisní limity, které jsou stanoveny u jmenovitě uvedených stacionárních zdrojů; tyto limity se stanovují bez přihlédnutí k obecným emisním limitům (JELÍNEK a kol., 2011).

1.6.3 Imisní limit

Imise – znečištění ovzduší vyjádřené hmotnostní koncentrací znečišťující látky nebo stanovené skupiny znečišťujících látek (vstupní vzduch).

Imisní limit – hodnota nejvýše přípustné úrovně znečištění ovzduší vyjádřená v jednotkách hmotnosti na jednotku objemu vzduchu při normální teplotě a tlaku (tj. při teplotě 0°C a tlaku 101,32 kPa), (JELÍNEK a kol., 2011).

1.6.4 Pachové látky

Pachové látky – látky nebo jejich směs, které způsobují obtěžující pachový vjem, charakterizované pachovým číslem (pachovou jednotkou), (JELÍNEK a kol., 2011).

1.7 Skleníkové plyny

1.7.1 Oxid uhličitý

Oxid uhličitý (CO_2) je stálou složkou koloběhu uhlíku v přírodě (výměna uhlíku mezi atmosférou, zemským povrchem a oceány). Jeho výměna mezi biosférou a atmosférou probíhá kontinuálně. K hlavním zdrojům CO_2 patří respirace a oxidace odumřelého rostlinného materiálu. Emise z nejdůležitějšího antropogenního zdroje – spalování fosilních paliv, představuje pouze kolem 4% z celkového množství CO_2 přicházejícího do ovzduší. Oxid uhličitý nepodléhá v troposféře žádným chemickým reakcím a setrvává v ní několik let. Z atmosféry je odbouráván až ve stratosféře, kde začíná proces fotolýzy CO_2 , který ve zvýšené míře pokračuje v termosféře. V důsledku spalování fosilních paliv stoupá obsah CO_2 v ovzduší, což se nepříznivě projevuje v oteplování Země, v tzv. skleníkovém efektu (JELÍNEK a kol., 2011)

1.7.2 Oxid dusný

Oxid dusný (N_2O) je nejrozšířenějším oxidem dusíku v atmosféře. Prakticky jediným jeho zdrojem jsou přírodní procesy. Podílejí se na nich denitrifikační bakterie v půdě a v povrchových vrstvách oceánů. Vzhledem k malé reaktivitě je jeho množství v troposféře rovnoměrně rozděleno. N_2O nemá prakticky žádný vliv na chemické reakce ve volném ovzduší, ani nemá nepříznivé účinky na životní prostředí. K jeho rozkladu dohází až ve stratosféře, kde rychlost úbytku vzrůstá se vzrůstající výškou (JELÍNEK a kol., 2011).

1.7.3 Metan

Methan (CH_4) je přirozeně se vyskytujícím, bezbarvým plynem bez zápachu. Methan je hlavní složkou zemního plynu. Díky schopnosti pohlcovat infračervené

záření je metan významný skleníkový plyn. Až 80 % emisí methanu je připisováno biologickým procesům. Člověk k nárůstu množství methanu v prostředí přispívá zejména chovem hospodářských zvířat, spalováním organických materiálů nebo jejich skládkováním. Při vdechování velkého množství methanu může docházet k poruchám dýchání, bezvědomí až k smrti udušením. Při kontaktu tekutého methanu s kůží dochází k vzniku vážných omrzlin. Vysoké riziko představuje výbušnost methanu již při 5 až 15% směsi se vzduchem. Množství člověkem produkovaného methanu je ve členských zemích regulováno Kyotským protokolem.

Uplatnění nachází především jako palivo (např. CNG – stlačený zemní plyn), může být taktéž prekurzorem některých dalších organických látek. Přirozeně se do prostředí uvolňuje v důsledku biologického rozpadu organické hmoty za nepřístupu vzduchu (hnití). V atmosféře je metan schopný přenosu na velké vzdálenosti, jeho poločas rozpadu se odhaduje na 4 roky. V půdě je metan velmi pohyblivý, dochází k jeho zpětnému odparu do ovzduší i biologickému rozkladu. Ve vodě není vázán na sedimenty, za určitých podmínek podléhá mikrobiálnímu rozkladu.

Metan je přibližně 20x účinnější skleníkový plyn než oxid uhličitý. Významnými zdroji metanu v prostředí jsou zemědělská produkce, průmysl se zemním plynem, skládky a těžba uhlí. V ČR byly v roce nahlášeny nadlimitní úniky metanu do ovzduší ve výši bez mála 3,5 tisíce tun. Mezi největší „producenty“ patří v ČR tradičně skládky odpadů. Ve vysokých koncentracích může způsobit udušení. V nebezpečných případech může nastat ztráta vědomí, zástava srdce nebo dojít k poškození centrálního nervového systému. Patří k tzv. skleníkovým plynům, které způsobují oteplování atmosféry Země. Během posledních 200 let se koncentrace metanového plynu v atmosféře zdvojnásobila z 0,8 na 1,7 ppm (parts per million) (<https://arnika.org/methan>, „staženo dne 3. 4. 2019“)

1.7.4 Ozon

Ozon je přirozenou součástí atmosféry, je plynem, který má nesmírný význam pro život na Zemi. Ozonová vrstva ve stratosféře zachycuje krátkovlnné ultrafialové záření, to je druh sluneční energie, která může poškodit nebo zabít živé buňky. V průběhu 20. století ozonové vrstvy vlivem znečištění atmosféry značně ubylo, ale díky spojenému mezinárodnímu úsilí se škoda od konce 80. let postupně napravuje.

Ozon je jedovatou a vysoce reaktivní podobou kyslíku, která má v každé molekule na místo obvyklých dvou atomů kyslíku, jež mnohé organismy dýchají atomy tři (O_3). Většina ozonu na Zemi je koncentrována v ozonové vrstvě ve výšce 20-25 km nad zemským povrchem. Zde se O_2 neustále proměňuje v O_3 a naopak. Molekuly ozonu v ozonové vrstvě pohlcují UVB a UVC záření, ultrafialové záření s krátkou vlnovou délkou, které přenáší velké množství energie. Tuto energii vyzařuje jako teplo (LUHR, 2003).

1.7.5 Fluorované skleníkové plyny

Jsou to jediné skleníkové plyny, které se nevyskytují přirozeně, ale byly vyvinuty člověkem pro průmyslové účely. Jejich podíl na emisích skleníkových plynů z industrializovaných zemí je okolo 1,5%. Jsou ale mimořádně výkonné - mohou zachycovat teplo až 22 000krát účinněji než CO_2 - a mohou v atmosféře zůstat tisíce let. Mezi fluorované skleníkové plyny patří fluorované uhlovodíky (HFC), které se používají k chlazení a mražení včetně klimatizací, fluorid sírový (SF_6), který se používá například v elektronickém průmyslu, a perfluoruhlovodíky (PFC), které se uvolňují při výrobě hliníku a používají se rovněž v elektronickém průmyslu. Pravděpodobně nejznámějšími z těchto plynů jsou chlorofluoruhlovodíky (CFC), které nejenže patří mezi fluorované skleníkové plyny, ale také narušují ozónovou vrstvu. Podle Montrealského protokolu o látkách poškozujících ozónovou vrstvu z roku 1987 se mají postupně přestat používat. (http://ec.europa.eu/clima/sites/campaign/pdf/gases_cs.pdf „staženo dne: 6. 1. 2019“)

1.7.6 Skleníkový efekt

Sluneční záření má největší intenzitu v krátkých vlnových délkách. Atmosféra je propouští téměř bez jakýchkoliv překážek, záření prochází vzduchem a je pohlcováno zemským povrchem. Když se pevnina a moře oteplí, vyzařují energii, kterou pohltily, ale v dlouhých vlnových délkách. Část tohoto dlouhovlnného záření je pohlcena a vyzářena zpět k Zemi atmosférickými plyny, například vodní parou, oxidem uhličitým, metanem a ozonem. Plyny se tím oteplí, a i když se záření nakonec stejně vrátí do vesmíru, zanechá za sebou teplejší atmosféru. Tento jev je znám jako skleníkový efekt a plyny, které se na něm podílejí, se nazývají skleníkové plyny (LUHR, 2003).

Potenciál globálního ohřívání (GWP) – emise skleníkových plynů je souhrnně posuzována pomocí celkové (agregované) emise a vypočte se jako součet emisí jednotlivých plynů vynásobený příslušnými konverzními koeficienty

označoványi jako GWP. Celková agregovaná emise se vyjadřuje ekvivalentním množstvím oxidu uhličitého (CO₂). (JELÍNEK a kol., 2011).

Funkce skleníkového efektu je znázorněna na obrázku č. 2.



Obrázek č. 2 - Funkce skleníkového efektu,

zdroj: <http://slideplayer.cz/slide/5857591/> „staženo dne: 6. 1. 2019“

1.8 Látky produkované skotem

Množství uvolněných plynů je uváděno v kilogramech z jedné stáje nebo jiného prostoru za jeden rok. Toto je považováno za správný způsob kvantifikace uvolněných plynů, jak dané zvíře může změnit kategorii v průběhu roku, vzhledem k věku, hmotnosti nebo fyziologickému stavu. Množství metanu, způsobené statkovými hnojiv (stolice a moči) tvoří 12 až 17% z celkového množství plynu ve vzduchu emitovaného z dobytka. Existuje pozitivní korelace mezi dietním příjmem bílkovin a množství emitovaného metanu z trusu. Množství dusíku uvolněného z kravského hnoje závisí na množství dusíkatých látek ve stravě a produkci mléka (DÄMMGEN, 2012).

Během jednoho roku cca jedna kráva produkuje 112 kg metanu a 40 kg amoniaku. Tyto částky naznačují, že plyny, vydané skotem, mohou představovat hrozbu pro životní prostředí, a proto bychom se měli snažit zmírnit tuto hrozbu. Jeden konkrétní problém je, že vysoké koncentrace hospodářských zvířat vytváří odpovídající vysoké množství statkových hnojiv, a to především ve formě suspenze. V kontextu environmentálních rizik, suspenze k dispozici skýtá určité příležitosti, které jsou jak ekologicky, tak ekonomicky výhodné. Kejda je cenným zdrojem pro

výrobu energie (bioplynu) a je šetrná k životnímu prostředí jako organické hnojivo. Ekonomické cíle se sbíhají směrem k ekologicky šetrné výrobě (BRADE et al., 2008).

1.8.1 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. Pro svou značnou reaktivitu má amoniak v ovzduší krátkou průměrnou dobu setrvání (několik dnů). Je hlavní sledovanou emisní látkou z chovů hospodářských zvířat (JELÍNEK a kol., 2011).

Stále větší pozornost je třeba věnovat výzkumu snižování emisí do ovzduší z chovů hospodářských zvířat. Vysoké úrovně škodlivých plynů, zejména amoniaku, působí škodlivě na životní prostředí, ale i vytváří zhoršené podmínky pro ustájená zvířata i pracovníky uvnitř farem i pro sousedy. Primární opatření ke snížení emisí je úprava chovů a manipulace s výkaly (BROUČEK, 2015).

Pro úroveň výsledné emise amoniaku je důležitých mnoho faktorů, jako je například roční období, okolní teplota a relativní vlhkost vzduchu, zdravotní stav zvířat a řízení klimatu ve stáji. Vnitřní hladiny koncentrací amoniaku jsou značně ovlivněny ustájením, věkem zvířat, hustotě ustájení, množstvím výkalů nebo složením podestýlky, podmínkami manipulačních systémů a větráním budov (WEBB et al., 2005).

Amoniak ve stájovém ovzduší

Má vždy souvislost s močůvkou a mokrým stelivem. Spolu s CO₂ a ostatními vlhkými látkami (zdívo, 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 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).

1.8.2 Metan u skotu

Emise metanu z chovu zvířat pocházejí z kvasného trávení v žaludku, přírodních ekosystémů anaerobních, skladování hnoje a polních aplikacích. V rámci hospodářských zvířat jsou přežvýkavci (skot, ovce a kozy) primárním zdrojem emisí. (SEJIAN a NAQVI, 2012).

Emise ze střevní fermentace jsou vyšší než ty ze skladování kejdy a hnoje a jsou považovány jako klíčový zdroj při vykazování emisí skleníkových plynů. Nicméně vyhodnocení emisí uložených v hnoji je obtížné z důvodu nedostatku experimentálních dat a pokusu (DÄMMGEN, 2012).

Množství metanu produkován přežvýkavci je ovlivněn různými faktory, včetně typu a velikosti zvířat, rychlosti růstu, objemem produkce, stravitelností spotřeby energie, příjmem obsah sušiny, celkovým obsahem sacharidů a stravitelných sacharidů, a teploty prostředí. Takže zvíře a dietní faktory hrají důležitou roli v predikci produkce CH₄ (JOHNSON, 1995).

1.8.3 Důležitá role krmiva

Typ a množství spotřebovaného krmiva jsou hlavními zdroji, které ovlivňují emise u skotu (SEJIAN a NAQVI, 2012).

GERBER a kol. (2013) napsal, že vyšší emisní intenzita v systémech krmení má dopad na nízkou produktivitu. To lze vysvětlit nízkou stravitelností krmiva (zapříčiněné vyššími emisními hodnotami), horším chováním zvířat a nižšími jatečnými váhami (pomalá rychlost růstu vede k většímu množství emisí na kilogram vytvořeného masa). Obecně platí, že větší intenzita emisí CH₄ se odráží na nižší produkci mléka v průmyslových oblastech světa, v porovnání s regionálními průměry. Lepší krmení a výživu zvířat zlepšíme snížením metanu a emisí hnoje.

1.8.4 Emise z exkrementů

Hnůj je také často identifikován jako významný zdroj výroby metanu. To s sebou nese odpovídající populaci mikroorganismů, který má snadno dostupný přístup k substrátu uhlíku (SAGGAR, 2004).

Snížení množství emisí metanu se liší v závislosti na typu hnoje. Měření vedené k získání parametrů hnoje a metanu byly provedeny na dojnících, jalovicích, telatech a volecích krmených různými diety v různých obdobích. Období pastvy ukázalo hodně variability sazeb emisí a typy hnoje. Celkové emise metanu během období měření (10denní) se pohybovala mezi 300 a 2 040 mg.m⁻² hnoje (JARVIS, 1995).

1.9 Welfare

Welfare zvířat je třeba definovat jako optimální stav všech materiálních a nemateriálních podmínek, které jsou předpokladem pro zdraví organismu, kdy je zvíře v souladu s jeho životním prostředím. Nejedná se přitom jen o splnění základních podmínek života a zdraví zvířat, předpokládá stejně tak i ochranu před fyzickým i psychickým strádáním a týráním ze strany chovatele.

Základní charakteristika welfare byla stanovená v roce 1965 ve Velké Británii komisí na ochranu práv zvířat definováním pěti tzv. svobod zvířat:

- zvířata nesmí být žíznivá, hladová ani podvyživená,
- musí mít vhodné, před vnějšími vlivy chráněné prostředí,
- nesmí trpět bolestí, poraněním nebo chorobou,
- musí mít možnost se normálně chovat v dostatečném prostoru spolu s ostatními zvířaty stejného druhu,
- nesmí být ve stresu nebo trpět.

Jedním ze tří základních faktorů welfare je chovatel, jeho etická citlivost, vztah ke zvířatům, schopnost dedukovat behaviorální projevy jako reakce na chybné podmínky chovu a v neposlední řadě šetrnost zacházení se zvířaty.

Druhým faktorem je kvalita chovu, zahrnující pravidelnost a úroveň krmení a napájení, velikost a stálost skupin zvířat, spolehlivost technologických zařízení.

Třetím faktorem je kvalita ustájení a její všechny parametry.

Welfare vyžaduje pro chovaná zvířata dosažení určité spokojenosti, pohody a komfortu. Tento požadavek je zdůvodněný eticky, ale vyplývá i z ekonomiky. Jedině zvíře, které má dostatečně zajištěny své materiální i nemateriální potřeby může

poskytovat maximální užitkovost, odpovídající jeho genetickému potenciálu, může optimálně zhodnocovat krmnou dávku, uchovat si zdraví, produkční schopnost i přirozené projevy chování a jeho chov bývá ekonomicky úspěšný (GÁLIK, 2015).

1.9.1 Zásady a kritéria welfare

Zabývá se zachováním základních podmínek života a zdraví zvířat a jejich ochranou před negativními činiteli, kteří mohou ohrožovat jejich zdraví, způsobovat jim bolest, utrpení a psychickou újmu. Ochrana zvířat proti týrání je v podmínkách ČR upravena příslušným zákonem a dalšími právními předpisy v aktuálním znění. Tyto zákony upravují např. (výživu, transport, plemenitbu, usmrcování aj.).

Cílem každého chovatele by mělo být zvíře především znát. Pouze znalost a respektování biologických nároků zvířat na chovné prostředí je tou správnou cestou k úspěšnému chovu.

1) **odstranění hladu, žízně a podvýživy zvířete** – povinností chovatele je zajistit zvířeti čistou, hygienicky nezávadnou vodu, v dostatečném množství a to bez výjimky. Zajištění výživy musí být v dostatečném množství, vhodné skladby (zastoupení vhodných krmiv a jejich struktura) respektující fyziologii daného druhu. Ohled musí být brán také na věk, zdravotní stav, pohlaví, stádium gravidity atd.

2) **odstranění fyzikálních a tepelných faktorů nepohody** – každý chovatel má za povinnost zajistit zvířeti takové podmínky pro chov, aby zvíře netrpělo působením negativních faktorů (vítr, déšť, mráz, vysoké letní teploty, nízké zimní teploty aj.).

3) **odstranění příčin vzniku bolesti, zranění a nemoci** – pečlivost, starostlivost a prevence chorob by měly být základním pilířem každého uvědomělého chovatele. Zvíře by nemělo být vystaveno působení škodlivých činitelů (např. ostré hrany u krmného žlabu, nerovná a drolivá podlaha poškozující končetiny, cizí předměty v krmivech, nehygienická napájecí voda, špatná technika manipulace se zvířaty aj.). Chovatel by měl vždy okamžitě umět zvířeti poskytnout první pomoc a zvíře neodkladně ošetřit. Pokud již předem ví, že je nutná profesionální pomoc, je povinen přivolat veterinárního lékaře.

4) **možnost projevů normálního chování** – zajištění dostatečného prostoru pro chovaný druh a jeho dostatečné vybavení jsou úspěšnou cestou pro zdárný a efektivní chov zvířat. Velmi důležitý je kontakt mezi zvířaty a tvorba sociální

hierarchie, která je pro daný druh charakteristická. Zde je nutné poznamenat, že mimo znalosti z výživy, genetiky, fyziologie, technologie a techniky chovu, by měl chovatel znát také základní etologické parametry daného druhu.

5) **odstranění strachu a deprese (úzkosti)** – psychická pohoda je velmi důležitá u všech druhů zvířat. Strach a deprese mnohdy vedou k celkovému strádání zvířete, někdy až k jeho smrti. Velmi významnou roli hraje v tomto směru člověk, neboť ten by měl být klidný, všímavý, neagresivní, ale zároveň rázný a jistý (týká se zejména manipulace a zacházení se zvířaty). Zbytečné stresující situace vyvolávají u zvířete přirozenou fyziologickou odezvu (<http://www.zootechnika.cz/clanky/zaklady-chovatelstvi/obecna-zootechnika/welfare/welfare-obecne-.html>, „staženo dne 3. 4. 2019“).

1.10 Správná zemědělská praxe

Správná zemědělské praxe je neodmyslitelnou součástí nejlepších 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 (JELÍNEK a DĚDINA, 2003).

Správnou praxí je uvážit, jaké činnosti na 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 a kol., 2007).

Definice jednotlivých částí BAT jsou následující:

technika – zahrnuje jak používanou technologii, tak i způsob, jakým je zařízení navrhováno, budováno, udržováno, provozováno a po dožití vyřazováno z provozu,

dostupná – to znamená, že je technika vyvinuta v měřítku, které umožňuje její zavedení v příslušném výrobním odvětví za ekonomicky a technicky přijatelných podmínek s přihlédnutím k nákladům a výhodám, bez ohledu na to, zda je v dotyčném členském státě EU vyráběna nebo používána, pokud je provozovateli dostupná za rozumných podmínek,

nejlepší – znamená nejefektivnější pro dosažení vysoké úrovně ochrany životního prostředí jako celku.

BAT neboli nejlepší dostupné techniky jsou uváděny v Referenčních dokumentech nejlepších dostupných technik (BREF). Tyto dokumenty vznikají jako výsledek výměny informací o nejlepších dostupných technikách na národní a mezinárodní úrovni. Jde o soupis technik a technologií, které jsou v daném výrobním odvětví v rámci EU běžně používány. Jedna z kapitol v těchto dokumentech obsahuje popis technik a technologií, jež odpovídají parametrům BAT v daném výrobním odvětví.

Vývoj nejlepších dostupných technik je kontinuální proces a z toho důvodu existuje proces revize a aktualizace stávajících BREF (GÁLIK, 2015).

2. Cíl

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

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

V práci se zaměřím na:

1. Změření emise plynů NH_3 , CO_2 , CH_4 a N_2O ve vybraném zemědělském provozu.
2. Porovnam emise amoniaku s emisemi těchto plynů v provozech s různou technologií ustájení.
3. Výsledky měření pomocí statistických metod vyhodnotím.
4. Odpovím na otázky z cíle této práce.
5. Uvedu závěry pro praxi.

3. Metodika

3.1 Popis farmy

Angus farma Rančice je soukromá rodinná farma, která se nachází v okrese Českých Budějovic nedaleko vesnice Kamenný Újezd, který leží na hlavním silničním tahu z Českých Budějovic do Českého Krumlova. Nadmořská výška farmy je okolo 460 metrů nad mořem. Na farmě pracují pouze rodinní příslušníci nikoliv zaměstnanci či brigádníci.

Farma disponuje celkovou výměrou okolo 140 hektarů. Převážná většina jsou trvalé travní porosty, louky a pastviny. Orné půdy je z celkové výměry 10 hektarů, které farma využívá pro pěstování jetele a obilnin jako je pšenice, oves, ječmen, tritikále. To vše pro vlastní potřeby. Všechny tyto plodiny po vypěstování nesou na svém jméně certifikát BIO.

Z názvu farmy vyplývá, jaké je hlavní zaměření farmy a její produkce. Rodinná farma chová cca 130 kusů skotu masného plemena Aberdeen Angus. Hlavním účel je šlechtění a plemenitba býků, jalovic a posléze krav. Výkrm jatečných mladých býků patří také do programu farmy. Mimo skotu se na farmě chovají v menší míře koně, ovce, slepice, vodní drůbež a králíci. Na farmě je vybudovaný penzion, sloužící k agroturistice, který rodina postavila v roce 2006 s pomocí evropských dotací programu PRV (program rozvoje venkova) Rodina Šebelkova, která farmu řídí, provozuje i tzv. prodej ze dvora, což znamená prodej vlastních produktů ze skotu pomocí řádně vybudované bourárny, chladicí místnosti a dalším vybavením, které je k této činnosti nezbytné z veterinárních, hygienických a dalších důvodů

3.2 Technologie chovu skotu Angus farmy Rančice

Na farmě v Rančicích jsou postaveny dvě stáje pro skot. Jedna slouží převážně jako zimoviště a porodna pro březí jalovice a krávy a druhá pro výkrm jatečných mladých býků, odchov plemenných býků a školka pro odrostlejší telata s krávami. Obě stáje jsou stejných rozměrů, ale jiných technologií. Měření bylo provedeno ve druhé zmiňované stáji, která je dlouhá 35 m a široká 15 m (viz obrázky č. 3 a 4.) Skot se v ní pohybuje na hluboké podestýlce stlané slámou. Pouze krmná chodba je betonová bez podestýlky.



Obrázek č. 3 – Přední strana stáje



Obrázek č. 4 - Zadní strany stáje - uzavřené

3.3 Měřicí přístroje

Měřicí přístroj na teplotu vzduchu Commeter D4141

D4141 - teploměr - vlhkoměr - barometr s externí sondou teplota-vlhkost na kabelu 1m (viz obrázek č. 5). Za příplatek lze dodat sondu s délkou kabelu 2 nebo 4 metry. Průměr sondy je 18 mm, délka 135 mm. Čidla vnitřní teploty a tlaku uvnitř pouzdra přístroje. Současné zobrazení teploty a relativní vlhkosti, po přepnutí zobrazení teploty rosného bodu, teploty uvnitř a atmosférického tlaku. Přístroj dále vyhodnocuje tlakovou tendenci za uplynulé 3 hodiny. Kapacita paměti 16 000 zaznamenaných hodnot.

- venk.teplota -30 až +105°C
- vnitř.teplota -10 až +60°C
- relativní vlhkost 0 až 100%
- rosný bod 30 až 95%RV
- atmosf. tlak 800-1100hPa

Teploměr, vlhkoměr, barometr je určen pro měření i záznam teploty, vlhkosti, rosného bodu, případně atmosférického tlaku do vnitřní paměti. Z paměti loggeru lze pomocí dodaného programu zaznamenané hodnoty přenést po sériové lince do PC k archivaci nebo dalšímu vyhodnocení. Přístroj se propojuje s PC dodaným komunikačním kabelem pouze pro přenos dat z paměti. Po dobu připojení k PC není možné měření ani záznam (<https://www.klz.inshop.cz/d4141-teplomer-vlhkomer-barometr-1060c-595rh-3095rv-8001100-hpa-logger>, „staženo dne: 18. 3. 2019“).



Obrázek č. 5 - Měřicí přístroj Commeter D4141,

zdroj: <https://eshop.micronix.cz/merici-technika/neelektricke-veliciny/teplota-a-vlhkost/vlhkomery-s-teplomerem/se-zaznamem/d3121.html>, „staženo dne: 18. 3. 2019“

Měřicí přístroj Testo 435

Tímto přístrojem (viz obrázek č. 6) je možné měřit teplotu, relativní a absolutní vlhkost, rosný bod, entalpii, objemový průtok, tlak i kvalitu vzduchu. Oproti předcházejícím přístrojům tedy může měřit i parametry proudícího vzduchu pomocí připojitelných anemometrů. Naměřená data jsou zobrazována na

dvouřádkovém LCD displeji a do osobního počítače se mohou přenášet i přes infračervené rozhraní. Měřicí rozsah teplot anemometrů je 0-60 m.s⁻¹ s rozlišením 0,01 m.s⁻¹ objemový průtok 0 - 99 990 m³. h⁻¹ (JELÍNEK, 2011).



Obrázek č. 6 – Anemometr Testo 435,

zdroj: <https://www.testo-direct.com/product/testo-435-3-multi-function-iaq-hvac-meter-with-diff-pressure>, „staženo dne: 17. 3. 2019“

Měřicí přístroj LOGGER S3120

Měřicí senzory teploty a relativní vlhkosti jsou nedílnou součástí přístroje, naměřené hodnoty včetně vypočtené hodnoty rosného bodu jsou zobrazovány na dvouřádkovém displeji LCD a jsou ukládány v nastavitelných časových intervalech do vnitřní, energeticky nezávislé paměti (viz obrázek č. 7). Nastavení a ovládání záznamníku se provádějí prostřednictvím počítače. Zapnutí a vypnutí je možné i pomocí přiloženého magnetu (lze jím i paměť nulovat). Na displeji je možné i volit zobrazení nastavitelných minimálních a maximálních naměřených hodnot střídavě s okamžitými hodnotami. Překročení nastavených hodnot je signalizováno na displeji. Naměřené hodnoty lze z vnitřní paměti pomocí komunikačního adaptéru přenést do osobního počítače k vyhodnocení.

Měřicí rozsah teplot je -30 až $+70^{\circ}\text{C}$ s přesností $\pm 0,4^{\circ}\text{C}$ a rozlišením $0,1^{\circ}\text{C}$, u relativní vlhkosti 0 až 100 % RV s přesností $\pm 2,5$ RV v rozsahu 5 – 95 % při 23°C a rozlišením 0,1 % RV (JELÍNEK, 2011).



Obrázek č. 7 - Měřicí přístroj LOGGER S3120,

zdroj: http://www.kesa.cz/index.php?route=product/product&product_id=104,
„staženo dne 25. 3. 2019“

Měřicí přístroj INNOVA 1412

Pro měření koncentrací zátěžových a skleníkových plynů je vhodné použít přístroj 1412 Photoacoustic Multi-gas Monitor firmy INNOVA Air Tech Instruments s vícekanálovým vzorkovacím a dávkovacím zařízením 1309 D MultipointSampler téže firmy.

Fotoakustický monitor INNOVA 1412 je vysoce přesný, spolehlivý a stabilní kvantitativní měřič plynů. Principem měření je fotoakustická infračervená detekční metoda. Z toho vyplývá, že tento přístroj může v podstatě měřit koncentrace všech plynů, které jsou schopné absorbovat infračervené záření.

V karuselu s filtry jsou instalovány příslušné optické filtry (pět kusů plus jeden na vodní páru). Z toho důvodu může přístroj selektivně měřit až pět plynů (amoniak NH_3 , Oxid uhličitý CO_2 , Oxid dusný N_2O , metan CH_4 a sirovoďík H_2S) spolu s vodní párou v každém vzorku vzduchu. Dále přístroj umožňuje kompenzovat interferenci mezi měřenými plyny využívajíc k tomu křížovou kompenzaci.

Detekční limit závisí na měřeném plynu, ale vždy se pohybuje v oblasti 10^{-2} ppm při 20°C a tlaku 101 kPa. Tyto jednotky mohou být snadno převedeny na jednotky mg.m⁻³. Všechny data jsou zaznamenávána v reálném čase a jsou zobrazována v numerické nebo grafické podobě a přenositelná do osobního počítače ve formátu MS Excel.

Fotoakustický efekt je založen na transformaci světelné energie na zvukovou, pomocí měřeného plynu, kapaliny nebo pevné látky. Měřený plyn je ve fotoakustické spektroskopii ozářen modulovaným světlem s přesně určenou vlnovou délkou a molekuly poté určitou část světelné energie převedou na akustický signál, který přístroj detekuje dvěma mikrofony a zesílí v zesilovači. Některé plyny absorbují infračervené světlo ve stejných vlnových délkách a tím nemusí být zřejmé, jestli naměřená a zobrazená informace je od jednoho nebo druhého plynu, nebo společná pro oba. Tomuto jevu se říká křížová interference a z toho důvodu je do přístroje INNOVA 1412 vložen algoritmus křížové kompenzace, který za pomoci karuselu s filtry redukuje interferenci od ostatních plynů s 98% přesností (JELÍNEK, 2011).



Obrázek č. 8 - Měřicí přístroj plynů INNOVA 1412,

zdroj: <https://www.environmental-expert.com/products/lumasense-innova-model-1512-photoacoustic-multi-gas-monitor-143502>, „staženo dne 18. 3. 2019“

Multiplexer INNOVA 1309 je přepínač odběrných míst a lze jej používat s více měřicími přístroji firmy INNOVA. Umožňuje odběr vzorků z více míst pomocí hadiček se sondami. Celkem může být až dvanáct odběrných míst a každé je spojeno s přepínačem odběrných míst teflonovou hadičkou dlouhou až 50 metrů.

K přepínání vzorků vzduchu do analyzátoru slouží třicestný ventil, zatímco analyzátor vzorek měří, je výfukem proplachovaná hadička, která bude následovat do analyzátoru (JELÍNEK, 2011).



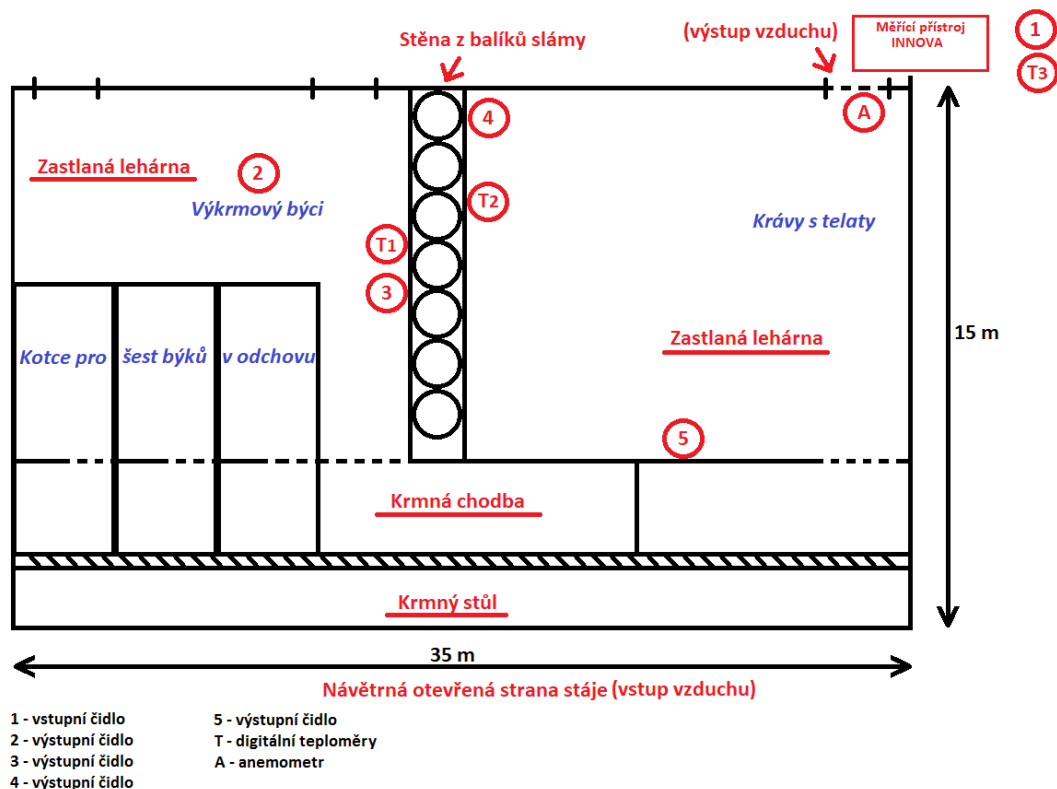
Obrázek č. 9 – Přepínač odběrných míst INNOVA 1309,

zdroj: (<https://www.ecoanalytics.ch/en/Produkte/?katid=35>,

„staženo dne: 18. 3. 2019“)

3.3.1 Rozmístění měřících přístrojů

Měřicí sondy z přístroje INNOVA 1412 budou rozmístěny plošně po stáji tak, aby mohlo dojít k objektivnímu měření, což znamená, že sondy budou odebírat vzorky vzduchu z pěti různých poloh stáje (viz obrázek č. 10).



Obrázek č. 10 - Schéma rozmístění sond (čidel), teploměru a anemometru ve stáji

Měřicí čidla či sondy budou rozmístěna ve stáji v odlišných prostorách, kde bude velká pravděpodobnost odlišných naměřených výsledků (příklad viz obrázek č. 11). Prostory odebíraných míst budou například lehárny býků, lehárny krav s telaty nebo bezstelivová krmná chodba.



Obrázek č. 11 - Čidlo č. 3

Abychom zabránili maření správného měření, budou čidla instalovány ve výšce od 1 300 mm – 2 000 mm na místech, kam se nedostane skot, aby nedošlo k nežádoucí manipulaci sond vlivem hravosti a zvědavosti zvířat (viz obrázek č. 12).



Obrázek č. 12 – Čidlo č. 5 v krmné chodbě

Měřicí přístroj INNOVA 1412 s přepínačem odběrných míst INNOVA 1309 bude umístěn na vnějším rohu stáje v prostoru, kde se nenacházejí zvířata, a proto nemůže dojít k žádnému poškození zvířaty a ani přírodními vlivy, jelikož bude umístěn pod střechou. Tyto dva zmiňované přístroje budou umístěny v mobilní plechové izolované skříni (viz obrázek č. 13).



Obrázek č. 13 – Umístění přístrojů INNOVA

Přístroje bude doplňovat přenosný počítač, který je nedílnou součástí pro měření a jeho úkolem je sekvenční zaznamenávání údajů. Poté se získané údaje budou zpracovávat do programu Excel (viz obrázek č. 14). Pro měření koncentrace amoniaku celkem bude použito pět odběrných sond (čidel). Čidlo č. 1 bude fungovat jako číslo vstupní, které bude umístěno mimo stáj. Ostatní čidla či sondy č. 2 – 4 budou rozmístěna v různých prostorách stáje v podobných výškách. Dvě sondy budou uchyceny na železné hrádi a balíku slámy a v dalších dvou případech se musejí pro umístění čidel v této stáji instalovat provázek napříč stájí (viz obrázek č. 15) a dřevěná lať.



Obrázek č. 14 – Osobní počítač s přístroji INNOVA



Obrázek č. 15 – Čidlo č. 2

3.3.2 Měření teploty ve stáji

Ve vnitřním prostředí haly se musí měřit teplota v případě, pokud venkovní teplota ve stínu přesáhne 30 °C.

Měří se teploměrem s minimálním rozlišením 0,5°C.

Doplňkové měření vnější teploty je prováděno ve stínu ve výšce cca 1 metr nad zemí a minimálně 1 metr od stěny haly tak, aby byl vyloučen vliv sálání tepla stěnami objektu.

Relativní vlhkost vzduchu se měří v případě, že v okolí stáje venkovní teplota klesne pod +10 °C.

Pokud naměřená hodnota relativní vlhkosti vzduchu překročí 70 %, provede se opakované měření relativní vlhkosti vzduchu ve stejném měřicím místě nejdříve po 24. hodinách. Bude-li i opakovaným měřením zjištěna relativní vlhkost vzduchu vyšší jak 70 %, provede se v měřicím místě, měření relativní vlhkosti vzduchu po dobu 48 hodin (JELÍNEK, 2013).



Obrázek č. 16 - Umístění venkovního teploměru Commeter D4141

3.3.3 Proudění vzduchu během měření

Anemometr či větroměr TESTO 435 je přístroj, který bude sloužit k měření proudění vzduchu a jeho rychlosti či směru. Bude uchycen u rohového výstupu ze stáje, který mimo jiné slouží skotu jako východ ze stáje.

Prostor vymezený pro proudění vzduchu ze stáje během měření bude široký 35 cm a vysoký 170 cm. Otvor vzduchu pro výstup bude stavitelný díky umělohmotným přestavitelným clonám (viz obrázek č. 17)



Obrázek č. 17 – Výstup ze stáje s umělohmotnými clonami

Pro správné měření proudění vzduchu bude jako vstup do zimoviště zvolena otevřená strana stáje (viz obrázek č. 3), která bude na návětrné straně.

3.4 Způsob měření ukazatelů stájového mikroklimatu

Z důvodů zjištění vědecké váhy měření (reprodukovatelnost a opakovatelnost) hodnot monitorovaných ukazatelů mikroklimatu v chovech skotu je stanoveno několik zásadních požadavků, které je nutné dodržet:

- Měření proběhne jednotně pro každou halu chovu
- 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 krmení skotu.
- Optimální venkovní teplota je v rozmezí +10 až +30 °C
- O provedeném měření je uskutečněn záznam

Podle současné legislativy v oblasti ochrany ovzduší je požadováno měření po dobu minimálně 24 hodin. K tomu se využívá metod založených na elektrochemických čidlech (většinou pro orientační měření), nebo metody pro přesnější měření využívající fotoakustickou spektroskopii (JELÍNEK, 2013).

3.4.1 Výpočet výrobní měrné emise

Z naměřených hodnot se vypočítají půlhodinové průměry koncentrací amoniaku a průtoku vzduchu, z nichž se posléze stanoví hmotnostní toky znečišťující látky v $\text{mg} \cdot \text{s}^{-1}$ dovnitř a ven ze stáje. Tato hodnota se využije k výpočtu výrobní měrné emise amoniaku (v $\text{kg NH}_3 \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$).

K těmto půlhodinovým průměrům byla určena jejich směrodatná odchylka σ dle standardního statistického vzorce č. 1.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n \cdot (n - 1)}}, \quad (1)$$

Kde:

n - počet průměrovaných hodnot,

x_i - jednotlivé průměrované hodnoty a

\bar{x} - jejich aritmetický průměr.

Z půlhodinových průměrů byly stanoveny hmotnostní toky znečišťující látky v $\text{mg} \cdot \text{s}^{-1}$. Do výpočtu hmotnostních toků znečišťující látky byly zahrnuty půlhodinové průměry koncentrace amoniaku z odběrových míst snížené o koncentrace amoniaku ve vzduchu, který vstupoval do měřené sekce. Odchylka σ_k jednotlivých hmotnostních toků pro daný k -tý půlhodinový interval byla stanovena na základě vzorce č. 2.

$$\sigma_k = \sqrt{(Q \cdot \sigma_i)^2 + (-Q \cdot \sigma_e)^2 + ((i - e) \cdot \sigma_Q)^2}, \quad (2)$$

Kde:

i - příslušná průměrná koncentrace NH_3 z odběrových míst v $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$,

e - příslušná průměrná koncentrace NH_3 ve vzduchu vstupujícím do měřené sekce v $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$,

Q - příslušný průtok vzduchu v $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, a

σ_i , σ_e a σ_Q - jim odpovídající směrodatné odchylky.

Z takto získaných průměrných půlhodinových hmotnostních toků a jejich odchylek byl dále určen 24 hodinový celkový průměrný hmotnostní tok v $\text{mg} \cdot \text{s}^{-1}$. Odchylka celkového průměrného hmotnostního toku σ_{FN} pak byla stanovena dle vztahu č. 3.

$$\sigma_{\text{FN}} = \frac{\sqrt{\sigma_k^2}}{48}. \quad (3)$$

Následně se vypočetla výrobní měrná emise amoniaku NH_3 v $\text{kg} \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ a její odchylka prostým přeškálováním vypočteného 24 hodinového celkového hmotnostního toku na hmotnostní tok připadající na jeden rok a na jedno ustájené zvíře (DOLAN a kol., 2018).

4. Vlastní práce

4.1 Měření

Vlastní měření se uskutečnilo na rodinné farmě Angus farma Rančice ve stáji pro skot, která slouží převážně jako zimoviště. Měření probíhalo ve dnech 6. 2. 2019 – 7. 2. 2019. Přesný čas zahájení byl v 12:14 a ukončen následujícího dne v 12:18. To znamená, že byla dodržena 24 hodinová doba určená pro správné naměření a získání dat pro výpočet a následný cíl této diplomové práce. V zimovišti bylo během měření ustájeno 23 býků a 17 otelených krav s telaty. Technologie této stáje je na principu hluboké podestýlky, kromě krmné chodby, která se betonová, bezstelivová.



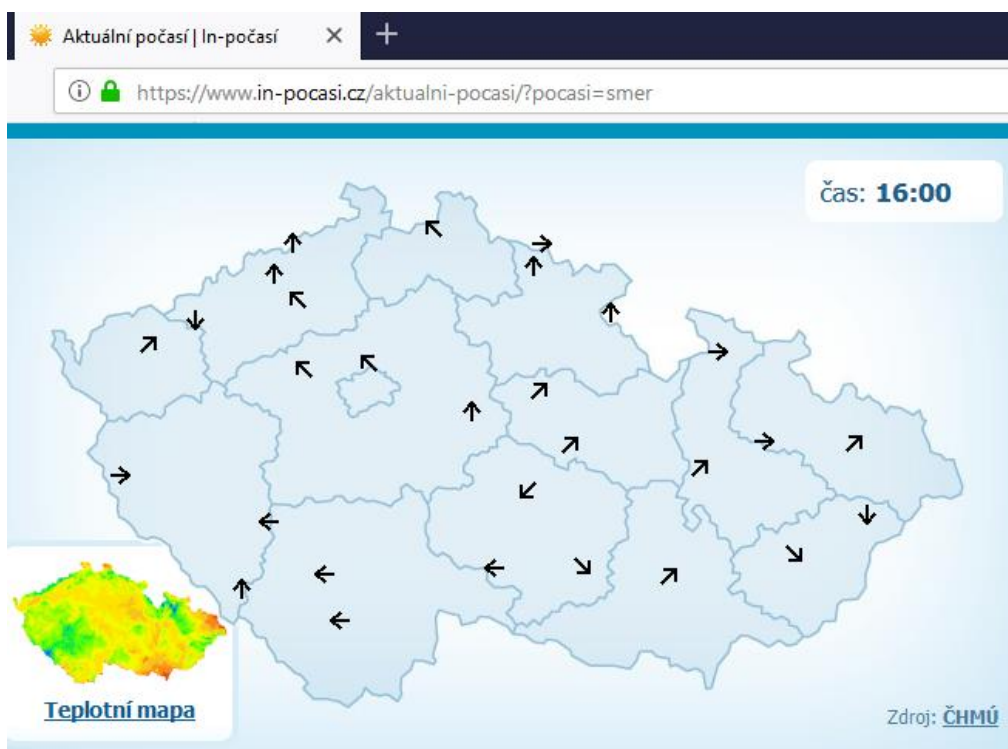
Obrázek č. 18 – Pohled na krmný stůl a krmnou chodbu

K odběru vzorků ve stáji sloužil měřicí přístroj INNOVA 1412 a přepínač odběrných míst Multipoint samplet INNOVA 1309. Celkem bylo použito pět sond odebírající vzorky klimatu ve stáji po dobu měření. Každá sonda či čidlo je tvořena z plastové koncovky a několika metrovou hadičkou, která je namotaná na kotouči. Ze zmiňovaného kotouče, který je uložen na držadle vedle přístrojů INNOVA, se odmotávaly a natahovaly sondy po celém zastřešeném zimovišti na místa předem určená a konzultovaná s vedoucím práce.

Poté byly rozmístěny ostatní přístroje, které byly potřebné k získání dalších doplňujících informací, jako jsou vnitřní a venkovní teploty či rychlost a směr

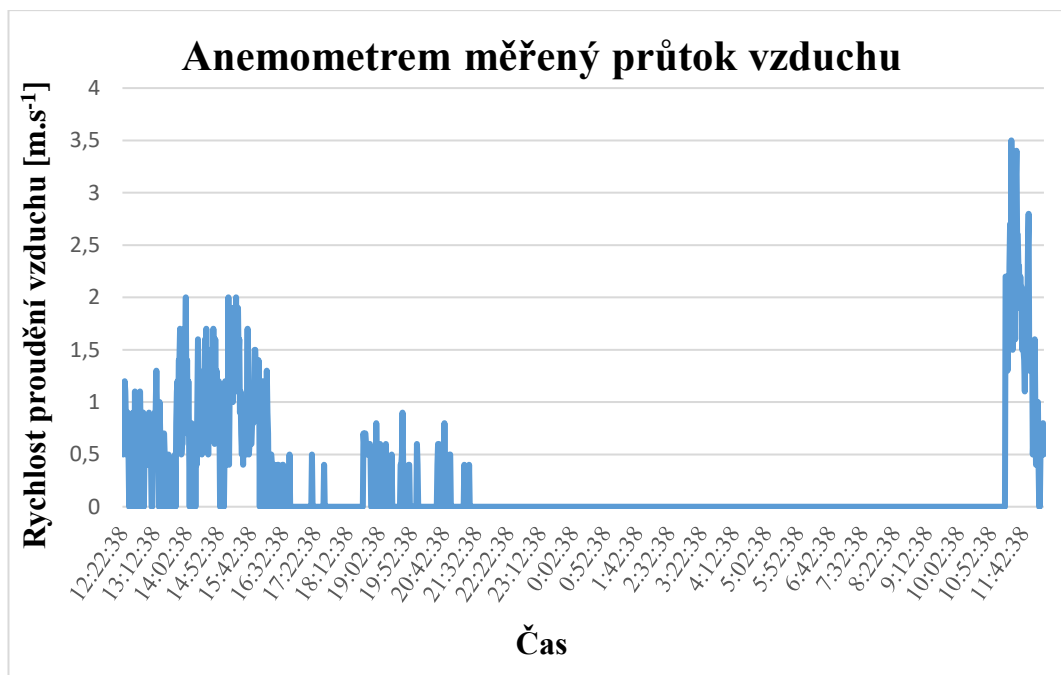
proudění vzduchu. Měřicí přístroje Commeter D4141 a LOGGER S3120 ke stanovení a zaznamenávání teplot a dále měřicí přístroj Testo 435 ke stanovení proudění vzduchu.

Během měření stájového mikroklimatu v oblasti kolem měřeného zimoviště byl směr proudění vzduchu od východu (do krmné chodby). Tento údaj je důležitý z důvodu rozvržení vstupu a výstupu proudění vzduchu do stáje a ze stáje. Důkazem východního větru je obrázek č. 14, který jsem pořídil z internetové portálu pomocí tzv. print screenem.



Obrázek č. 19 – Směr proudění vzduchu během měření,
zdroj: (<https://www.in-pocasi.cz/aktualni-pocasi/?pocasi=smer>,
„staženo dne: 7. 2. 2019“)

Průběh proudění vzduchu a jeho síla během měření je znázorněn v grafu č. 1. Z téměř poloviny doby měření byl naměřeno nulové proudění vzduchu z důvodu nočního mrazu a bezvětří.



Graf č. 1 - Proudění vzduchu měřené anemometrem v závislosti na čas a m. s⁻¹

Průměrná rychlost 24 hodinového proudění vzduchu naměřená anemometrem je 0,20824 m.s⁻¹. Plocha otvoru výstupu (viz obrázek č. 13 a 17) vzduchu pro proudění byla velká 0,595 m².

4.2 Koncentrace amoniaku a metanu

Pro měření těchto plynů jsme měli k dispozici zmíněných pět sond.

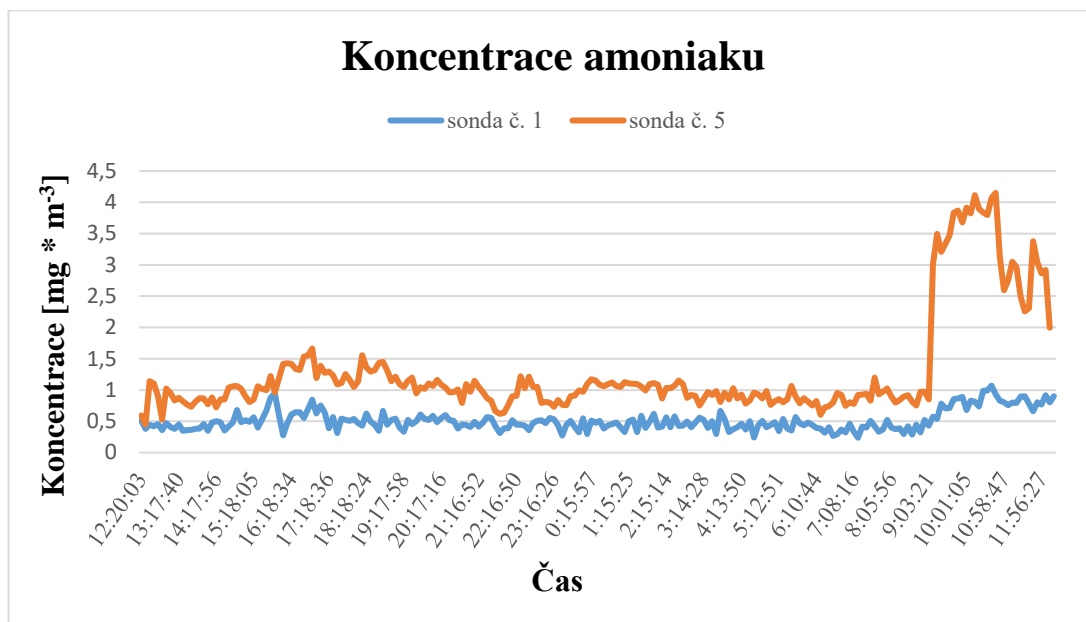
Tabulka č. 3 – Naměřené koncentrace amoniaku a metanu z jednotlivých sond

Číslo sondy	Průměrná koncentrace amoniaku [mg.m ⁻³]	Průměrná koncentrace metanu [mg.m ⁻³]
1	0,5112	0,4728
2	0,9002	5,6542
3	1,0714	7,8253
4	1,0111	2,3502
5	1,2902	7,0557

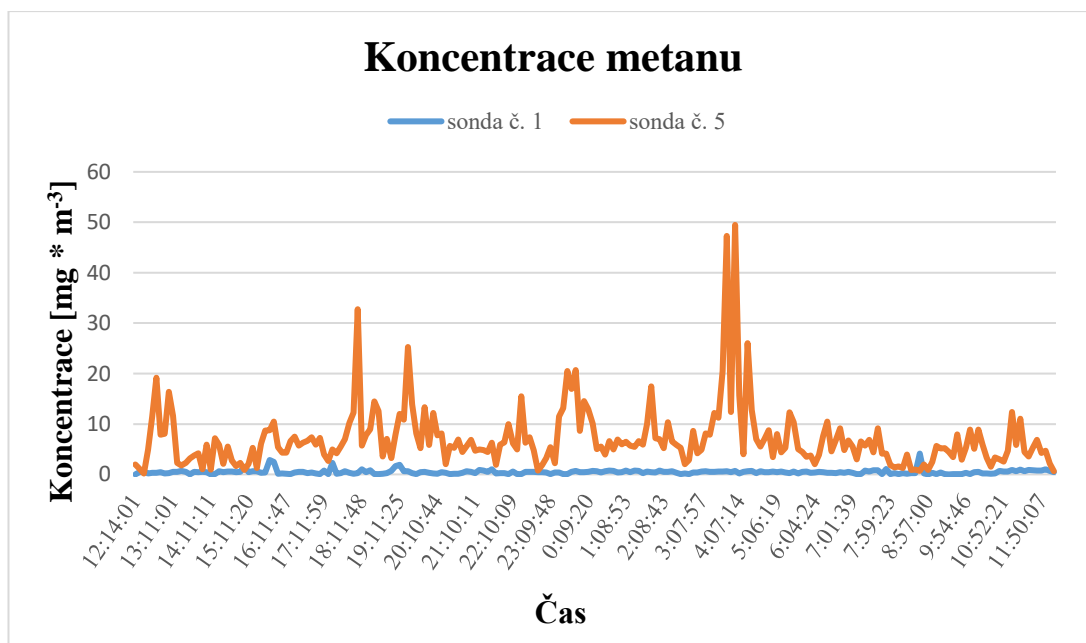
Nejnižší koncentrace byly naměřeny na sondě č. 1, která odebírala vzorky vstupního vzduchu. Naopak nejvyšší koncentrace jsme naměřili na sondě č. 5, která byla umístěna u krmné chodby, kde je velká aktivita zvířat, jelikož se tam krmí a častokrát močí a kálí. Další fakt je, že chodba nedisponuje podestýlkou, takže plyny

ze zvířat a exkrementů nemají možnost se absorbovat. To jsou důvody, proč byla na této sondě naměřená tato koncentrace.

Pro následné porovnání (viz graf č. 2 a graf č. 3) jsme použili sondu vstupního vzduchu č. 1 a sondu č. 5, která byla umístěna u krmné chodby, kde byla nejvyšší naměřená koncentrace amoniaku a metanu.



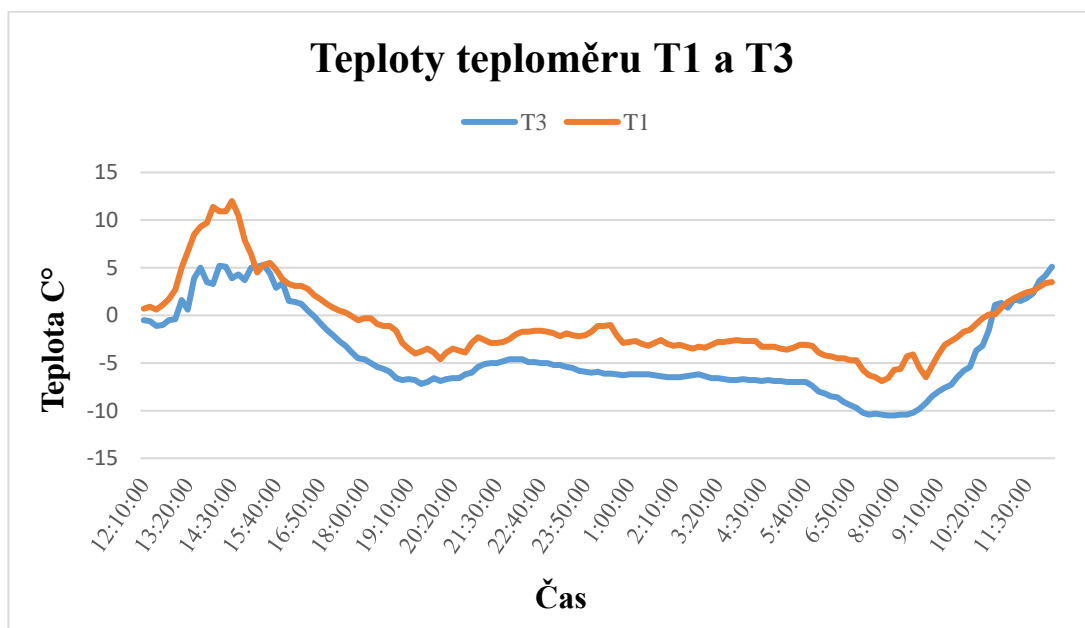
Graf č. 2 – Koncentrace amoniaku v mg . m⁻³



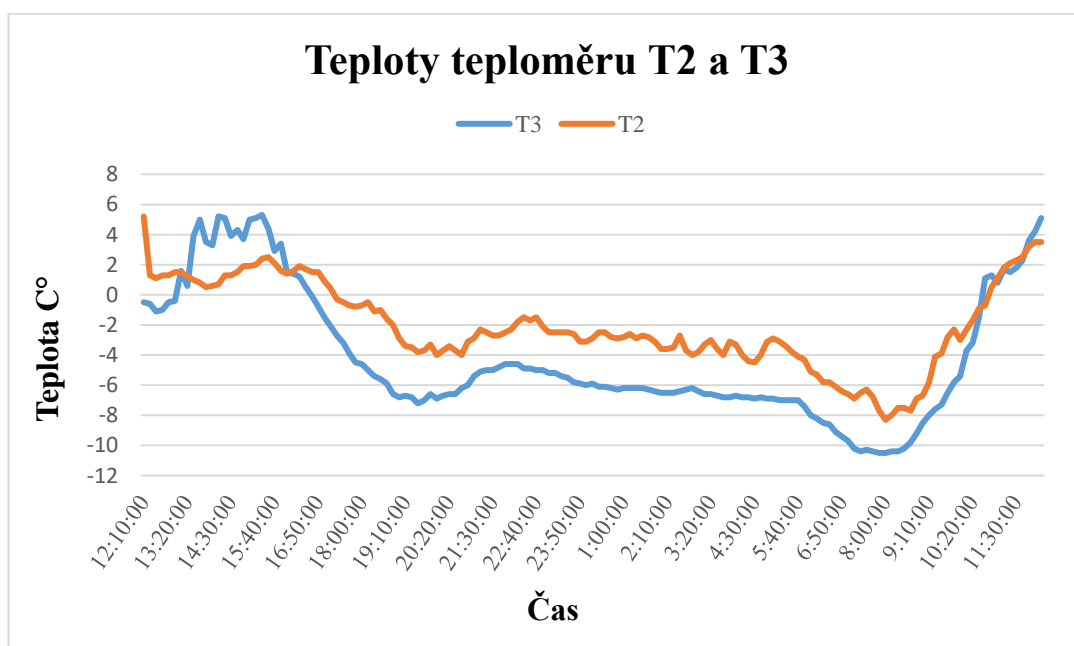
Graf č. 3 – Koncentrace metanu v mg . m⁻³

4.3 Naměřené teploty a vlhkosti

Během měření, které bylo započato v 12:10 a ukončeno 12:10 následujícího dne se naměřila průměrná vlhkost 78,3 %. V zimovišti byly instalovány dva venkovní teploměry (viz obrázek č. 16). Jeden snímal teplotu v levé polovině stáje, kde byly ustájeny býci a druhý na pravé polovině s ustájenými krávy a telaty. Pro porovnání teploty zimoviště s teplotou venkovní jsme měli mimo stáj instalovaný ještě jeden venkovní teploměr, se kterým jsme teploty porovnávaly (viz graf č. 4 a č. 5).



Graf č. 4 – Teploty teploměrů T1 a T3 během měření



Graf č. 5 – Teploty teploměrů T2 a T3 během měření

Rozdíly mezi výkyvy teplot mezi teploměry je ten, že teploměr T1, který byl umístěn u býků na jižní straně stáje byl vystaven slunečním paprskům přes průhledné stěny zimoviště tvořeny z plexiskla. Teplo z paprsků ohřívalo čidlo teploměru.

4.4 Vypočtené hodnoty

V tabulkách č. 4 a 5 nalezneme konečné údaje o koncentracích, teplotách, vlhkostech, tlaku a dalších ukazatelů, který jsou důležitou částí pro správný výpočet výrobní měrné emise amoniaku a metanu měřeného zimoviště.

Tabulka č. 4 – Výsledky amoniaku

Koncentrace NH ₃	jednotka	průměr	maximální	minimální
vstupní	[mg · m ⁻³]	0,5062	1,0703	0,2382
vnitřní		1,2722	4,1509	0,4481
rozdíl		0,7660		
Teplota	[°C]			
venkovní		-3,5	10,9	-10,5
vnitřní		-0,9	12,0	-6,9
Relativní vlhkost	[%]			
venkovní		87,3	100,0	34,2
vnitřní		78,3	98,4	28,3
Atmosférický tlak	[hPa]	962,3	970,2	956,1
Průtok	[m ³ · s ⁻¹]	0,317 ± 0,007		
Průměrný hm. tok	[mg · s ⁻¹]	0,25 ± 0,01		
Výrobní měrná emise	[kg NH ₃ · ks ⁻¹ · rok ⁻¹]	0,21 ± 0,01		

Tabulka č. 5 – Výsledky metanu

Koncentrace CH ₄	jednotka	průměr	maximální	minimální
vstupní	[mg · m ⁻³]	0,4725	4,1345	0,0152
vnitřní		7,1186	49,477	0,1757
rozdíl		6,6461		
Teplota	[°C]			
venkovní		-3,5	10,9	-10,5
vnitřní		-0,9	12,0	-6,9
Relativní vlhkost	[%]			
venkovní		87,3	100,0	34,2
vnitřní		78,3	98,4	28,3
Atmosférický tlak	[hPa]	962,3	970,2	956,1
Průtok	[m ³ · s ⁻¹]	0,369 ± 0,023		
Průměrný hm. tok	[mg · s ⁻¹]	1,778 ± 0,167		
Výrobní měrná emise	[kg CH ₄ · ks ⁻¹ · rok ⁻¹]	0,98 ± 0,09		

5. Diskuze

Odpovědi na otázky z cíle práce:

1. Závísí množství výrobní měrné emise amoniaku na technologii ustájení?

Ano závisí a to z mnoha důvodů. Každý zemědělský podnik zabývající se živočišnou produkcí, má svou strategii a praktiky chovu. V dnešní době, kdy je obzvláště kladen důraz na welfare zvířat, se musí dodržovat určité systémy a zásady chovu, jelikož se v nich odráží zdravotní stav zvířat, následná kvalita i kvantita produkce a často i (ne)závadnost produktů.

Každá technologie má svoje specifika, která má výhody i nevýhody. U námi měřeného zimoviště jsme naměřili koncentraci amoniaku $0,9568 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a velký podíl na tomto výsledku má hluboká podestýlka tvořená slámou, která má velkou schopnost redukovat a částečně vázat plyny. V podnicích, kde jsou zavedeny bezstelivové technologie, bychom naměřili při stejných podmínkách a počtu zvířat větší koncentrace právě z důvodů absence podestýlkového materiálu, který dokáže plyny z exkrementů vázat a ředit. Další faktor technologie ovlivňující množství produkovaného amoniaku je vzdušnost stáje a její možnosti výměny a cirkulace vzduchu. S těmito faktory dále úzce souvisejí vnitřní teploty, vlhkosti a celkové mikroklima, které mohou mít vliv na konečnou výrobní měrnou emisi.

Trendem dnešní doby v podestýlkových technologiích je aplikování tzv. SOPU. SOP je přípravek, který se při čerstvém přistýlání aplikuje na podestýlku a jeho funkcí je vytvoření fermentačního procesu, který dokáže celkovou hloubku podestýlky lépe a rychleji humifikovat, schopný vázat více vody a tím dělat podestýlku sušší, což má za důsledek delší trvanlivost slámy a snižování zápachu plynů z exkrementů. Dále výrazně snižuje výskyt patogenních mikroorganismů. SOP je ve formě granulek nebo prášku. Toto je další faktor, který ovlivňuje koncentraci amoniaku.

Porovnání: V porovnání s mojí bakalářskou prací ŠEBELKA (2017) jsou výsledky diplomové práce odlišné. V této diplomové práci jsem měl k dispozici rozměrově stejnou stáj se stejnou technologií, ovšem s odlišnou vzdušností stáje a dále jiným počtem zvířat a to 57 kusů. V bakalářské práci byla emise počítána z 18 kusů dospělých jedinců plemene Aberdeen Angus plus devět telat, které do výpočtů nebyly zahrnuty. Za odlišnou vypočtenou výrobní emisi této práce $0,21 \text{ kg NH}_3 \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ s prací bakalářskou ($0,61 \text{ kg NH}_3 \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ podle stejné metodiky výpočtu jako

v této práci) může fakt, že počet kusů v mém novém měření byl dvojnásobný, ale průtok vzduchu stáje byl osminásobně menší než u měření bakalářské práce. Doba měření byla stejná, průměrná naměřená vlhkost v této práci byla nižší o 5,6 % a průměrná naměřená vnitřní teplota nižší o 0,3 °C.

V porovnání s diplomovou prací SEDLÁČEK (2013), který také měřil emise zátěžových plynů ve stáje pro skot BTM, jsou výsledky práce značně jiné. Autor měřil ve stáji s celkovou plochou 1 200 m², kde pobývalo 65 březích krav plemene Charolais. V průměru měl každý kus zvířete plochu 18,46 m² (v mém měření měl průměrně každý kus plochu 9,21 m²). Během měření byla o 10 % vyšší relativní vlhkost vzduchu, teplota vyšší o 1,9 °C a šestnácti násobná hodnota průtoku vzduchu a to 5,96 m³ · s⁻¹. Autorem naměřená výrobní měrná emise amoniaku podle stejné metodiky výpočtu jako v mé práci byla 2,04 kg NH₃ · ks⁻¹ · rok⁻¹ (v mé práci 0,21 kg NH₃ · ks⁻¹ · rok⁻¹)

Hlavní důvody, proč výrobní měrná emise amoniaku v mojí práci byla nižší, jsou odlišné teploty, vlhkosti a především autorovo vysoká hodnota průtoku vzduchu stáji, která se dosazuje do vztahu pro výrobní měrnou emisi. Další fakt, proč v mém měření byla emise nižší je ve zmiňovaném aplikování SOPU, který snižuje koncentraci amoniaku a tím i výrobní měrnou emisi. Autor SEDLÁČEK (2013) měl k dispozici stejnou technologii stáje (hluboká podestýlka) jako já a měřil stejnými přístroji, které byly použity i v mojí práci.

Porovnání naměřené výrobní měrné emise metanu 0,98 kg CH₄ · ks⁻¹ · rok⁻¹ s autorem BROUČEK (2015) a jeho výzkumem metanové produkce ze skotu, ovcí a koz, vychází vyšší v mé práci. V autorovo článku vychází na 72 kusů zvířat plemene Aberdeen Angus křížené s plemenem Limousine výrobní měrná emise za den 0,175 kg CH₄. Po přepočtu na jeden kus a jeden rok vychází výrobní měrná emise 0,88 kg CH₄ · ks⁻¹ · rok⁻¹.

Autor diplomové práce SEDLÁČEK (2013) naměřil ve stáji se stejnou technologií, počtem 65 ks a rozměry stáje 48 m x 25 m výrobní měrnou emisi 8,76 kg CH₄ · ks⁻¹ · rok⁻¹. Rozdíly s mým výsledkem je hlavně v odlišné vzdušnosti stáje. Další ovlivňující faktory jsou vlhkost, teplota a absence podestýlkového přípravku pro lepší humifikaci.

2. Splňuje vybraný provoz podmínky “Správné zemědělské praxe“?

Ano, farma splňuje tyto podmínky. Hlavním cílem této práce bylo zjistit výrobní měrnou emisi amoniaku, která vyšla $0,21 \text{ kg NH}_3 \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$. Podle Nařízení vlády ČR č.294/2011 sb. je nejvyšší povolená hodnota $1,7 \text{ kg NH}_3 \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$, což znamená, že farma s velkou rezervou splňuje tuto normu a velmi malou měrou negativně přispívá znečišťování ovzduší. Hlavní důvod spočívá ve správném dodržování welfare. Skot na farmě chovaný extenzivně v ekologickém režimu má téměř neustálý přístup ke krmivu a vodě, má dostatečné životní prostory vyhovujícímu danému plemenu. Ve stájích konstruované moderními způsoby jsou dobře zavedené manipulační prostory, které snižují stres a nenarušují pohodu zvířat.

Stáje jsou vzdušné a přirozeně prosvětlené, takže skot nedýchá takové množství zátěžových plynů, jako tomu bylo ve stájích dřívějšího typu. Farma v případě ohrožení zdraví zvířete hledá alternativní způsoby léčby, a když se musejí nezbytně použít pro léčbu antibiotika, striktně dodržuje ochrannou lhůtu. Jelikož farma hospodaří ve zmiňovaném ekologickém režimu, tak dodržuje mnoho pravidel i v zásadách správné zemědělské praxe. Správná zemědělská praxe zjednodušeně klade důraz na co nejmenší zatěžování přírody chemickými prvky a sloučeninami. Některé ovlivnit nelze, jako je produkování amoniaku či metanu skotu, lze ale ovlivnit jejich přítomnost ve stájích. Další argument proč farma splňuje Správnou zemědělskou praxi je ten, že farma v ekologickém režimu nepoužívá žádné chemické postřiky či průmyslové hnojiva pro rostlinnou výrobu, které mohou mít někdy neblahý vliv na okolní biodiverzitu. Nemusí řešit správné uskladnění těchto látek. Farma splňuje přísné nároky na zacházení s vodou, aby nedocházelo k její kontaminaci a zbytečným plýtváním jelikož vodu, kterou farma využívá, je především pro napájení všech faremních zvířat, která se nachází ve vrtech či podzemních rezervoárech vody, které se nenachází v blízkosti skladiště hnoje či jiného původce kontaminace. Jelikož farma provozuje i autodopravu hospodářských zvířat tak rodinní příslušníci, kteří jsou zároveň pracovníci farmy, jsou každoročně proškolení o správném zacházení se zvířaty během dopravy i následné péči, jakými jsou například úpravy paznehtů. Majitel farmy má zpracované havarijní plány stájí, které na farmy jsou a v případě kolize je vybaven nářadím k její odstranění. V případě velké poruchy jsou farmou smlouvené odborní opraváři, kteří problém vyřeší pro opět klidný a funkční chod farmy. Farma je řízena svědomitě a přispívá ke zlepšení environmentální výkonnosti.

Závěr

Úkolem této práce bylo měření emisí zátěžových plynů, které mají za důsledek negativní přispívání environmentální zátěže pro životní prostředí. Podstatný fakt této práce je výsledek výrobní měrné emise amoniaku, který vyšel v normě. I v zemědělství by měla být diskutována problematika životního prostředí, protože nemalou měrou se na životním prostředí podílí. Měl by být kladen důraz na využívání funkčních nejlepší dostupných technologií a s tím souvisí správné zacházení se zvířaty, s půdou, se správným hospodařením vody, která je čím dál častěji diskutována, kvůli špatnému zacházení a která je nezbytná pro celkový život.

Příkladem nejlepší dostupné technologie pro podestýlky, jak doporučení pro praxi, jsou přípravky nové generace SOP zabraňující množení škodlivých patogenních mikroorganismů. Tyto přípravky zlepšují vlastnosti podestýlky, snižují spotřebu stelivového materiálu, šetří čas odklizu výkalů a eliminují zápach, který může mít neblahý vliv na zdravotní stav. Dalším vhodným opatřením je dbát na kvalitu krmiva a jejich doplňků, dodržování počtu pastevních dnů. Zemědělci by se měli držet hesla, že nejsou pány půdy a přírody, ale jsou její součástí.

Přehled použité literatury a webových stránek

ANDRT M. (2001). *Integrovaná prevence a omezování znečištění (IPPC), Referenční dokument BAT, Intenzivní chov drůbeže a prasat*, Překlad originálu 2. návrhu z července, dostupné také https://www.mpo.cz/assets/cz/prumysl/prumysl-a-zivotni-prostredi/ippc-integrovana-prevence-a-omezovani-znecisteni/referencni-dokumenty-bref/2016/12/ilf_08-03-10_complete.pdf, „staženo dne 10. 4. 2017“

BRANIŠ, M., HŮNOVÁ, I., (2011): *Atmosféra a klima: Aktuální otázky ochrany ovzduší*. UK Praha: Karolinum, s. 168-348.

BROUČEK J., ČERMÁK B. (2015). Emission of harmful gases from poultry farms and possibilities of their reduction. *Ekologia Bratislava*, 34 (1), s. 89–100, ISSN 1335-342X Print, ISSN 1377-947X Online.

BRADÉ W., & LEBZIEN P. (2008). Reduzierungspotentiale für treibhausgase in der tierernährung und tierhaltung. In BMELV *Moderne Tiernahrung – sicher, effizient und klimaschonend. Tagungsband*. Braunschweig, 13/14, November 2008 (pp. 45–46). Bonn: BMELV.

DÄMMGEN U., – AMON B., – HUTCHINGS N. J., – HAENEL H. D., – RÖSEMANN C. (2012). Data sets to assess methane emissions from untreated cattle and pig slurry and solid manure storage systems in the German and Austrian emission inventories. *Landbauforschung - vTI Agriculture and Forestry Research*, vol. 62, 2012, p. 1–20, ISSN 0458-6859.

DOLAN A., HAVELKA Z., CELJAK I., KUNEŠ R., KRÍŽ P., ŠÍSTKOVÁ M., BARTOŠ P. (2018). Zpráva o měření emisí amoniaku z chovů prasat za rok 2018. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

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

GERBER P. J., – HRISTOV A. N., – HENDERSON B., – MAKKAR H., – OH J., – LEE C., – MEINEN R., – MONTES F., – OTT T., – FIRKINS J., – ROTZ A., – DELL C., – ADESOGAN A. T., – YANG W. Z., – TRICARICO J. M., – KEBREAB E., – WAGHORN G., – DIJKSTRA J., – OOSTING S. (2013a). Technical options for the mitigation of direct methane and nitrous oxide emissions from livestock: a review. *Animal*, vol. 7, 2013, p. 220–234 doi: 10.1017/S1751731113000876.

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. 73 stran. ISBN: 978-80-7375-120-3

LUHR J. F. , Kolektiv autorů (2003). *Země (Earth)*. Vydáno ve Velké Británii. Nakladatelství Dorling Kindersley Limited. 520 s. ISBN: 80-242-1225-0

JARVIS S. C., – LOVELL R. D., – PANAYIDES R. (1995). Patterns of methane emissions from excreta of grazing cattle. *Soil Biology and Biochemistry*, vol. 27, 1995, p. 1581–1588 ISSN 0038-0717

JELÍNEK A., DOLAN A. and V. VÁVRA (2011). *Metodika měření emisí amoniaku (NH₃) a oxidu uhličitého (CO₂) v chovech drůbeže ve vztahu k integrované prevenci a omezení znečištění (IPPC)*. Celostátní metodika pro MZe ČR. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

JELÍNEK A., DOLAN A. and V. VÁVRA (2013). *Metodika měření emisí amoniaku (NH₃) a oxidu uhličitého (CO₂) v chovech prasat ve vztahu k integrované prevenci a omezení znečištění (IPPC)*. 1. vydání. Celostátní metodika pro MZe ČR. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

JELÍNEK A., ŠÍSTKOVÁ M., MAŠÁTOVÁ R. (2011). *Udržitelnost hospodaření v krajině vzdělávací modul ochrana životního prostředí v oblasti vzduch*, 1. vydání, Náměšť nad Oslavou, ZERA- zemědělská ekologická agentura o.s., 173 s. ISBN 978-80-86884-59-2.

JOHNSON K. A., – JOHNSON D. E. (1995). Methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science*, vol. 73, 1995, p. 2483–2492 ISSN 2513-2517.

KALACH P. (2010). *Chemie životního prostředí*. 2., dopl. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 171 s. ISBN 978-80-7394-232-8.

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

PULKRÁBEK J. (2005): *Chov prasat*. ProfiPress, Praha, 156 s. ISBN: 80-86726-118

SAGGAR S., – BOLAN N. S., – BHANDRAL R., – HEDLEY C. B., – LUO J. (2004). A review of emissions of methane, ammonia and nitrous oxide from animal excreta deposition and farm effluent application in grazed pastures. New Zealand, *Journal of Agricultural Research*, vol. 47, 2004, p. 513–544 Print ISSN: 0367-8245; Online ISSN: 0976-058X.

SEJIAN V., – NAQVI S. M. K. (2012). *Livestock and Climate Change: Mitigation Strategies to Reduce Methane Production*. In: *Greenhouse Gases - Capturing, Utilization and Reduction*, Chapter 11, , Guoxiang Liu (ed.), p. 276. ISBN: 978-953-510192-5, InTech, DOI: 10.5772/32014. Available.

WEBB, J., MENZI, H., PAIN, B.F., MISSELBROOK, T.H., DAMMGEN, U., HENDRIKS, H. & DOHLER H. (2005). Managing ammonia emissions from livestock production in Europe. *Environ. Pollut.*, 135, 399 - 406. DOI: 10.1016/j.envpol.2004.11.013.

Přehled webových stránek

<http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/>, „staženo dne: 3. 4. 2019“

<http://www.mzp.cz/web/edice.nsf/doc/E24AEE419C7A8AA0C1257B4A00255540>, „staženo dne: 3. 4. 2019“

<https://www.psp.cz/sqw/sbirka.sqw?cz=294&r=2011>, „staženo dne: 3. 4. 2019“

<http://www.mzp.cz/cz/emas>, „staženo dne: 2. 4. 2019“

http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/ostatni/Legislativa-MZe_uplnazneni_zakon-2002-76-ippc.html, „staženo dne: 3. 4. 2019“

<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-201>, „staženo dne: 3. 4. 2019“).

<https://www.priroda.cz/slovník.php?detail=8>, „staženo dne: 28. 12. 2018“

<https://cz.depositphotos.com/127413828/stock-illustration-layers-of-the-atmosphere.html>, „staženo dne: 6. 1. 2019“

<http://vzdelavani.brontosaurus.cz/pro-organizatory/ekologickavychova/106-zakony-o-ivotnim-prostediv-r.html>, „staženo dne: 3.4. 2019“

<https://euractiv.cz/section/energeticka-ucinnost/linksdossier/klimaticka-konference-v-parizi-2015-cop21-000137/>, „staženo dne: 5. 4. 2019“

<http://www.prumyslovaekologie.cz/Dokument/105096/klimaticka-konference-cop24-v-katovicich-pravidla-jsou-pripravena-nejasnosti-ohledne-dalsiho-snizovani-emisi-zustavaji.aspx>, „staženo dne: 28. 12. 2018“

<http://www.ovzdusi-brno-jm.cz/index.php/2017/07/20/emise-nebo-imise/>, „staženo dne: 27. 12. 2018“

<http://www.cbks.cz/sbornik08b/Nov%C3%A1kPavel.pdf>, „staženo dne: 30. 12. 2018“

<https://arnika.org/methan>, „staženo dne 3. 4. 2019“

http://ec.europa.eu/clima/sites/campaign/pdf/gases_cs.pdf, „staženo dne: 6. 1. 2019“

<http://slideplayer.cz/slide/5857591/>, „staženo dne: 6. 1. 2019“

<http://www.zootechnika.cz/clanky/zaklady-chovatelstvi/obecna-zootechnika/welfare/welfare-obecne-.html>, „staženo dne 3. 4. 2019“

<https://www.klz.inshop.cz/d4141-teplomer-vlhkomer-barometr-1060c-595rh-3095rv-8001100-hpa-logger>, „staženo dne: 18. 3. 2019“

<https://eshop.micronix.cz/merici-technika/neelektricke-veliciny/teplota-a-vlhkost/vlhkomery-s-teplomerem/se-zaznamem/d3121.html>, „staženo dne: 18. 3. 2019“

<https://www.testo-direct.com/product/testo-435-3-multi-function-iaq-hvac-meter-with-diff-pressure>, „staženo dne: 17. 3. 2019“

http://www.kesa.cz/index.php?route=product/product&product_id=104, „staženo dne 25. 3. 2019“

<https://www.environmental-expert.com/products/lumasense-innova-model-1512-photoacoustic-multi-gas-monitor-143502>, „staženo dne 18. 3. 2019“

<https://www.ecoanalytics.ch/en/Produkte/?katid=35>, „staženo dne: 18. 3. 2019“

<https://www.in-pocasi.cz/aktualni-pocasi/?pocasi=smer>, „staženo dne: 7. 2. 2019“

Seznam použitých obrázků, tabulek a grafů

- Obrázek č. 1 – Vrstvy atmosféry
- Obrázek č. 2 – Funkce skleníkového efektu
- Obrázek č. 3 – Přední strana stáje
- Obrázek č. 4 – Zadní strany stáje – uzavřené
- Obrázek č. 5 – Měřicí přístroj Commeter D4141
- Obrázek č. 6 – Anemometr Testo 435
- Obrázek č. 7 – Měřicí přístroj LOGGER S3120
- Obrázek č. 8 – Měřicí přístroj plynů INNOVA 1412
- Obrázek č. 9 – Přepínač odběrných míst INNOVA 1309
- Obrázek č. 10 – Schéma rozmístění sond (čidel), teploměru a anemometru ve stáji
- Obrázek č. 11 – Čidlo č. 3
- Obrázek č. 12 – Čidlo č. 5 v krmné chodbě
- Obrázek č. 13 – Umístění přístrojů INNOVA
- Obrázek č. 14 – Osobní počítač s přístroji INNOVA
- Obrázek č. 15 – Čidlo č. 2
- Obrázek č. 16 – Umístění venkovního teploměru Commeter D4141
- Obrázek č. 17 – Výstup ze stáje s umělohmotnými clonami
- Obrázek č. 18 – Pohled na krmný stůl a krmnou chodbu
- Obrázek č. 19 – Směr proudění vzduchu během měření
-
- Tabulka č. 1 – Emisní faktory pro vyjmenované zemědělské zdroje
- Tabulka č. 2 – Rozdělení významnějších zdrojů znečištění atmosféry
- Tabulka č. 3 – Naměřené koncentrace amoniaku a metanu z jednotlivých sond
- Tabulka č. 4 – Výsledky amoniaku
- Tabulka č. 5 – Výsledky metanu

Graf č. 1 – Proudění vzduchu měřené anemometrem v závislosti na čas a $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

Graf č. 2 – Koncentrace amoniaku v $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$

Graf č. 3 – Koncentrace metanu v $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$

Graf č. 4 – Teploty teploměrů T1 a T3 během měření

Graf č. 5 – Teploty teploměrů T2 a T3 během měření