

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Zemědělská a dopravní technika

Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Vedoucí katedry: Ing. Luboš Smutný, Ph.D.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Zhodnocení zásad „Správné zemědělské praxe“ ve
vybraném provozu s chovem skotu

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

Autor diplomové práce: Bc. Pavel Rouha

České Budějovice, 2020

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Zemědělská fakulta

Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Pavel ROUHA**
Osobní číslo: **Z18146**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Zemědělská a dopravní technika**
Téma práce: **Zhodnocení zásad „Správné zemědělské praxe“ ve vybraném provozu s chovem skotu**
Zadávající katedra: **Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky**

Zásady pro vypracování

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

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

Dílicí cíle diplomové práce:

1. Změřit emise plynů NH_3 , CO_2 , NH_4 a NO_2 ve vybraném zemědělském provozu.
2. Porovnat emise amoniaku s emisemi těchto plynů v provozech s různou technologií ustájení.
3. Formulovat doporučení pro praxi.

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

Seznam doporučené literatury:

BARTELT-HUNT Sh., SNOW D. D., DAMON-POWELL T., MIESBACH D. (2011). Occurrence of steroid hormones and antibiotics in shallow groundwater impacted by livestock waste control facilities. *Journal of Contaminat Hydrology*. 123(3-4), s. 94-103. ISSN 0169-7722

JELÍNEK A., DOLAN A. (2010). Komplexní zhodnocení nejlepších dostupných technik (BAT) ve vybraném zemědělském zařízení, ve kterém je zastoupeno více kategorií průmyslových činností dle přílohy č. 1 zákona č.76/2002 Sb., v platném znění O integrované prevenci. Závěrečná zpráva pro MZe ČR dle smlouvy o dílo č. 15/IPPC/2010

JELÍNEK A., DOLAN A., VÁVRA V. (2011). Metodika měření emisí amoniaku (NH₃) a oxidu uhličitého (CO₂) v chovech drůbeže ve vztahu k integrované prevenci a omezení znečištění (dále jen IPPC). Celostátní metodika pro MZe ČR dle smlouvy o dílo 179-2011-17412

JELÍNEK A., DOLAN A., SEDLÁČEK R., VÁVRA V. (2013). Ověření měření emisí amoniaku z chovu skotu bez tržní produkce mléka. Sborník mezinárodní vědecké konference: Technika pro zemědělské, komunální a environmentální technologie, oponované příspěvky jako součást časopisu *Komunální technika* 5/2013, ročník VII, Profi Press Praha, 2013, ISSN 1802-2391

JELÍNEK A., DOLAN A., VÁVRA V. (2013). Metodika měření emisí amoniaku (NH₃) a oxidu uhličitého (CO₂) v chovech prasat ve vztahu k integrované prevenci a omezení znečištění (dále jen IPPC). Celostátní metodika pro MZe ČR dle smlouvy o dílo 217-2013-14312

JELÍNEK A., et al. (2010). Využití vybraných nanotechnologií pro návrhy a ověření nejlepších dostupných technik (BAT) v zemědělské činnosti v roce 2010, periodická zpráva o řešení projektu QH 92195, VÚZT v.v.i, Praha

PALKOVICOVA Z., BROUCEK J., STRMENOVA A., HANUS A., UHRINCAT M., TONGEL P. (2012). Emissions of harmful gases in pig fattening. 9th International Livestock Environment Symposium 2012, Valencia, Spain. s. 714-720

VOSTOUPAL B., ŠOCH M., NOVÁK P., GJUROV V. a kol. (2005). Možnosti dílčí účelové sanace bioklimatu venkovských sídel. Sborník příspěvků z 20. ročníku vědecké konference s mezinárodní účastí „Aktuální otázky bioklimatologie? 2005“. VÚZV Praha, ČHMÚ Brno, 13. prosince 2005, s. 105 – 108

Omezeně internetové zdroje:

<https://scholar.google.cz/>

https://books.google.com/advanced_book_search


<http://www.elsevier.com/online-tools/scopus>

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


Datum zadání diplomové práce: **15. února 2019**

Termín odevzdání diplomové práce: **15. dubna 2020**

V Českých Budějovicích dne 26. února 2019


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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Budějovická 1008, 370 05 České Budějovice
LS.


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

Prohlášení

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

V Českých Budějovicích dne

vlastnoruční podpis autora

Poděkování

Chci tímto poděkovat Ing. Antonínu Dolanovi, Ph.D., vedoucímu mé diplomové práce za cenné rady a odborné vedení, bez kterého by práce nevznikla.

Dále chci poděkovat panu Františku Rouhovi za poskytnutí prostorů k měření. Poděkování také patří BAT centru JU za poskytnutí měřicích přístrojů.

Nakonec chci poděkovat svojí přítelkyni a rodině, bez jejichž podpory bych tuto práci nedokončil.

Abstrakt

V této diplomové práci se zabýváme tématem znečišťování životního prostředí především skleníkovými a zátěžovými plyny vznikajícími v zemědělské živočišné výrobě. Dále se hledají opatření na redukci tohoto znečišťování.

Vlastní práce je zaměřena na měření, vyhodnocení a následné stanovení koncentrace emisí plynů. Jsou to amoniak, oxid dusný, oxid uhličitý a metan produkované ve vybraném provozu s chovem skotu s produkcí mléka.

Měření pro tuto diplomovou práci probíhalo na farmě pana Františka Rouhy ve Velešíně, ve stáji, kde je skot s tržní produkcí mléka ustájen vazným způsobem. Pro zajištění měření byly použity přístroje BAT centra Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, které jsou k tomuto účelu speciálně určeny.

Klíčová slova: metan; amoniak; životní prostředí; INNOVA

Abstract

The thesis deals with the topic of environmental pollution, especially by greenhouse and stress gases emitting in agricultural livestock production. Furthermore, we are seeking measures to reduce this pollution.

The work itself is focused on measuring, evaluating and subsequent determining of the concentration of gas emissions. These are ammonia, nitrous oxide, carbon dioxide and methane produced in a selected dairy farm.

Measurements for this thesis took place on the farm of Mr František Rouha in Velešín, in a stable where dairy cattle are housed in tie stalls. Devices from the BAT centre of the University of South Bohemia in České Budějovice, which are specially designed for this purpose, were used for these measurements.

Keywords: methane; ammonia; environment; INNOVA

Obsah

Obsah	7
Úvod.....	10
1 Literární přehled	11
1.1 Chov skotu a jeho význam, svět, ČR	11
1.2 Historie chovu skotu	11
1.3 Vývoj chovu skotu v Čechách a na Moravě	11
1.3.1 Období chovu původního skotu	12
1.3.2 Období chovatelského chaosu.....	12
1.3.3 Období konsolidace chovu skotu	13
1.4 Přehled možných systémů chovu.....	14
1.5 Životní prostředí.....	15
1.5.1 Atmosféra.....	16
1.5.2 Hydrosféra.....	16
1.5.3 Pedosféra.....	17
1.6 Legislativa upravující životní prostředí	17
1.6.1 Zákon č. 76/2002 Sb.	17
1.6.2 Zákon č. 86/2002 Sb.	18
1.6.3 Zákon č. 25/ 2008 Sb.	19
1.6.4 Nařízení vlády č. 294/2011 Sb.....	20
1.6.5 Věstník MŽP 1/2018.....	21
1.6.6 EMAS	21
1.7 Zdraví a životní prostředí.....	22
1.8 Emise a imise	22
1.9 Emisní a imisní limity	23

1.10	Skleníkové plyny.....	24
1.11	Měřené veličiny.....	25
1.11.1	Metan	25
1.11.2	Amoniak.....	25
1.11.3	Oxid uhličitý	26
1.11.4	Oxid dusný	27
1.12	Ostatní neměřené skleníkové plyny	28
1.12.1	Vodní pára.....	28
1.12.2	Ozon.....	29
1.12.3	Freony a ostatní plyny.....	30
1.13	Látky produkované chovem skotu	31
1.13.1	Emise amoniaku ze stájového prostředí.....	31
1.13.2	Emise metanu u skotu	32
1.13.3	Emise oxidu dusného u skotu	33
1.14	Správná zemědělská praxe	34
2	Cíl práce.....	36
3	Metodika.....	37
3.1	Popis farmy	37
3.2	Technologie chovu skotu	37
3.3	Měřicí přístroje.....	37
3.3.1	Měřicí přístroj LOGGER S3120.....	37
3.3.2	Měřicí přístroj na teplotu vzduchu Commeter D4141	39
3.3.3	Měřicí přístroj Testo 435	40
3.3.4	Měřicí přístroj INNOVA 1412.....	41
3.4	Rozmístění měřících přístrojů.....	44

3.5	Proudění vzduchu ve stáji	46
3.6	Měření teploty	47
3.7	Způsob měření ukazatelů stájového mikroklimatu	48
3.8	Výpočet výrobní měrné emise	49
4	Vlastní práce	51
4.1	Vlastní měření	51
4.2	Naměřené teploty a vlhkosti	53
4.3	Koncentrace metanu a amoniaku	55
4.4	Konečné vypočtené hodnoty výrobní měrné emise všech tří měření	58
5	Diskuse	61
	Závěr	65
	Seznam použité literatury	66
	Seznam obrázků	71

Úvod

Zemědělství již od svých počátků přímo i nepřímo ovlivňuje a formuje krajinu a životní prostředí. Dopady zemědělské činnosti nejsou jen pozitivní, jak by se někdy mohlo zdát. Lidé mají v podvědomí jako největší znečišťovatele životního prostředí potažmo ovzduší těžký průmysl a rozsáhlou dopravu. Z probíhajících výzkumů je patrné, že pozemní doprava nemá tak zásadní dopad na životní prostředí jako doprava letecká a lodní. Výzkumy probíhají i v oblasti zemědělské výroby a ukazují překvapivé výsledky. Pokud se zaměříme pouze na živočišnou výrobu, tak jejím produktem nejsou jen maso, mléko a další potraviny. Jejím produktem jsou také plyny, které ve větší míře nejsou životnímu prostředí prospěšné. Mezi tyto plyny patří metan, amoniak, sirovodík a oxid dusný. Ku příkladu amoniak je bezbarvý plyn, který je toxický, stejně tak i zmiňovaný sirovodík. Společně nepříjemně zapáchají.

Světová populace stále roste, je tak jasné, že intenzita zemědělské živočišné výroby musí růst také, aby postačovala jejím požadavkům. To je neblahý fakt, kvůli kterému vznikají mezi ohroženými státy vyhlášky, úmluvy a návrhy, jak tyto emise omezit.

V České republice je nejčastějším způsobem ustájení hospodářských zvířat v uzavřeném prostoru. Podmínky venkovního klimatu, použité technologie, práce strojů a zařízení ve stáji, působení dalších procesů (chemické, fyzikální a biologické) vytváří mikroklima. To má vliv na zdravotní stav i psychickou pohodu zvířat, která jsou v objektu ustájena. Dále je těmito faktory ovlivněna i užitkovost, což se projevuje i v prosperitě jednotlivých chovů.

Proto je velmi důležité sledovat strukturu stájového vzduchu. Ke snižování emisí se využívají nejlepší dostupné techniky BAT (z angl. Best Available Techniques) společně se zásadami správné zemědělské praxe.

1 Literární přehled

1.1 Chov skotu a jeho význam, svět, ČR

Chov skotu je základním odvětvím živočišné výroby v ČR a velmi významně se podílí na celkových tržbách zemědělských podniků. Je zároveň ekonomicky nejnáročnějším odvětvím živočišné výroby a jeho výsledky do značné míry rozhodují o ekonomické úspěšnosti zemědělských podniků. Hlavním úkolem chovu skotu je produkce kvalitních živočišných produktů. Mléko, hovězí a telecí maso, hrají nezastupitelnou úlohu ve výživě obyvatelstva (FRELICH, 2001).

Světovou populaci skotu tvoří 300 - 350 plemen, která jsou využívána k produkci mléka a masa, k tahu, ale také k býčím zápasům. Část zvířat žije volně v přírodě, v rezervacích nebo v zoologických zahradách. Dojením krav je získáváno mléko pro lidský konzum. K tomuto účelu je využíván skot zejména na Blízkém východě, v Evropě a v Severní Americe. Tedy v regionech a zemích, které mají tradici ve spotřebě mléka a mléčných výrobků pro lidský konzum. Z jednotlivých států jsou největší počty skotu registrovány v Indii, USA, Brazílii, Číně, Rusku, Argentině. Z evropských států jsou to Francie, Německo, Velká Británie, Itálie, Polsko atd. (URBAN, 1997).

1.2 Historie chovu skotu

V prehistorických dobách se lidé živili lovem divokých zvířat, tedy i skotu v mnoha podobách. Nejstarší nástěnné malby v jeskyních, například v Lascaux ve Francii, zobrazují lov zubrů, předchůdců dnes domestikovaného dobytka. Přibližně 8 tisíc let před naším letopočtem si začali lidé skot ochočovat. Domestikace tehdy probíhala dvojnásobným způsobem. V Evropě se choval tur domácí, v jihovýchodní Asii a Africe zase plemeno skotu zebu.

Před domestikací žil tur na pastvinách ve stádech. Uvnitř stáda se vytvářel sociální řád. Uznávaným vůdcem stáda se stává nejsilnější, někdy nejagresivnější jedinec – býk nebo kráva (FRELICH, 2001).

1.3 Vývoj chovu skotu v Čechách a na Moravě

Vývoj chovu skotu v Čechách a na Moravě lze rozdělit do tří období:

období s chovem původního keltského skotu (červinek),

období chovatelského chaosu (křížení červinek)

období konsolidace chovu skotu (vznik červenostrakatého skotu (<https://www.zootechnika.cz/clanky/chov-skotu/chov-obecne-/historie-chovu-skotu-v-cechach-a-na-morave.html>, „staženo dne: 18. 2. 2020“).

1.3.1 Období chovu původního skotu

Toto období začíná přibližně 400 let před n. l. kdy naše území bylo osídleno Kelty. Z okolních států k nám byl přiveden tzv. skot keltský, který byl celoplášťově červený. Tento skot dal vzniknout v podmínkách Čech rázu "české červinky".

Původní skot keltský lze charakterizovat:

- krátkou a klínovitou hlavou,
- mulcem pleťové barvy,
- hřbetem rovným a pevným, zádí rovnou nebo mírně skloněnou dozadu,
- končetinami, které byly jemnější,
- barvou celoplášťově červenou s nádechem do žluta,
- živou hmotností 300 - 500 kg,
- skromností, nenáročností na výživu a dobrým zdravím,
- velmi dobrým tahem v zápřaži,
- pozdnější dospělostí,
- dlouhověkostí (<https://www.zootechnika.cz/clanky/chov-skotu/chov-obecne-/historie-chovu-skotu-v-cechach-a-na-morave.html>, „staženo dne: 18. 2. 2020“).

1.3.2 Období chovatelského chaosu

Toto období začíná v XVII. století, kdy v Českých zemích je snaha využívat výkonnější plemena ze zahraničí. Skot byl dovážen hlavně na šlechtické velkostatky, a to z oblastí Alp, Bavorska, Švýcarska, Holandska apod. Chov těchto specializovaných plemen byl velmi náročný. Zvláště výrazné problémy často vyvstaly s adaptabilitou dovezených plemen na podmínky prostředí, výživou, která neodpovídala požadavkům těchto plemen apod. V této době dochází ke křížení

původního skotu (červinek) s těmito výkonnějšími plemeny a tím je položen základní kámen pro vznik tzv. přechodných rázů. Tímto krokem došlo k formování:

- opočenských mourek,
- českých mandlic,
- jihočeských plavek,
- skotu kravařského,
- skotu hřbíneckého apod (<https://www.zootechnika.cz/clanky/chov-skotu/chov-obecne-/historie-chovu-skotu-v-cechach-a-na-morave.html>, „staženo dne: 18. 2. 2020“).

1.3.3 Období konsolidace chovu skotu

Toto období začíná v Čechách a na Moravě okolo roku 1870. Vznikem chovatelské rady a dalších spolků vzniká snaha o omezení zahraničních dovozů plemen. Cílem a jedním z hlavních programů rady je konsolidovat chovy a dát vzniku národním plemenům skotu. Začíná omezený, avšak plánovitý dovoz simenského skotu, který byl žemlově strakatý. Na podkladě simenského skotu vznikl v Jihočeském kraji tzv. šumavský ráz skotu.

Na Moravu byl hojně dovážen skot bernský. Velmi dobré chovy byly v oblasti Napajedel. Křížením bernského skotu s červinkami dalo vzniknout plemeni bernsko-hanáckému. Po první světové válce byl z Moravy skot hojně dovážen do Čech východních. Chovatelé chtěli toto plemeno, které bylo v té době považováno za velmi odolné a s výbornými užitkovými vlastnostmi. Velmi dobrý ráz vznikl v oblasti Litomyšlska. Zde bylo bernsko-hanácké plemeno kříženo s původními bernskými býky. Tak vznikl ráz bernsko-český, který byl lehčího typu a byl velmi rozšířen na: Královohradecku, Kostelecku (Kostelec nad Orlicí), Žamberecku, Poličsku a Náchodsku.

Organizací chovu došlo postupem času ke splynutí mnoha rázů, pocházejících jak z Čech, tak i Moravy. Tak vzniklo plemeno červenostrakaté.

Postupným zavedením kontroly užitkovosti a organizovanou plemenitbou, byly jak užitkové, tak i tvarové vlastnosti ustáleny.

V roce 1957 bylo o skotu napsáno toto:

Dnes v Čechách a na Moravě je chován skot červenostrakatého typu jatečně-mléčného. Kolem Chebu a Sokolova se chovají původní české červinky. Chebské červinky byly za druhé světové války kříženy s červeně strakatým skotem a slezskými červinkami. Uchovaly se také zbytky kravařského a hřbíneckého skotu v oblasti Šumperska (<https://www.zootechnika.cz/clanky/chov-skotu/chov-obecně-historie-chovu-skotu-v-cechach-a-na-morave.html>, „staženo dne: 18. 2. 2020“).

1.4 Přehled možných systémů chovu

Aby mohly být využity co nejvíce schopnosti dojnic, je nutné jim vytvořit takové podmínky chovu, které odpovídají jejich přirozeným nárokům na prostředí. Etologické studie se proto využívají k poznání chování zvířat a jejich reakce na technologické a technické vlivy vytvářené chovatelem (FRELICH, 2001).

Chov skotu v České republice byl ovlivněn změnou tržního prostředí, které se projevilo především v citelném snížení stavů skotu. Tyto změny spolu se snahou pokrokových chovatelů vedou k obrovskému rozvoji moderních technologií v chovu skotu. Nejen příklady z chovatelsky vyspělých zemí, ale i příklady předních tuzemských chovatelů nastartovaly zájem o rekonstrukce stájí a dostavby farem, ale i výstavbu nových objektů s parametry nejen přibližujícími se světové špičce, ale mnohdy je i překračujícími. Je zajímavé, že právě ty nejlepší chovatelské podniky jsou vždy zcela otevřeny nejnovějším poznatkům z oblasti vědy a výzkumu, z oblasti ověřování nových prvků, zařízení a systémů i z oblasti výživy a krmení, šlechtitelské a plemenářské práce, managementu apod. (URBAN, 1997).

Aby mohly být využity co nejvíce schopnosti dojnic, je nutné jim vytvořit takové podmínky chovu, které odpovídají jejich přirozeným nárokům na prostředí. Etologické studie se proto využívají k poznání chování zvířat a jejich reakce na technologické a technické vlivy vytvářené chovatelem (FRELICH, 2001).

Na chovaná zvířata působí nesmírně komplikovaný systém faktorů vnějšího prostředí. Avšak tím, že člověk vyloučil zvířata z jejich přirozeného prostředí, musí na sebe přijmout odpovědnost za to, že se octnou v podmínkách adekvátních jejich přirozeným nárokům a požadavkům. Proto chovatel musí eliminovat velkou část těchto faktorů, které při jejich extrémních hodnotách nebo v určitých kombinacích nutí organismus zvířat posilovat obranné mechanismy, a tím omezovat potenciální

užitkovost. Pro úspěch veškeré chovatelské činnosti je zcela zásadní, aby se do povědomí všech chovatelů dostal poznatek o absolutní nezastupitelnosti čtyř základních faktorů komplexu:

1. plemeno
2. krmení a výživa
3. prostředí
4. člověk

Jakmile jeden z faktorů tohoto chovatelského komplexu projevuje svoji nedostatečnost, dochází k disbilanci celého komplexu.

Chovné systémy rozdělujeme na vazné a volné. Vazný systém dále dělíme na krátké uvázání, středně dlouhé uvázání a dlouhé uvázání. Volné ustájení dělíme na ustájení s podestýlkou a lehací boxy (WINCKLER, 2019).

1.5 Životní prostředí

Pro pojem životní prostředí existuje několik definic. Nejznámější z nich jsou:

1) definice dynamická od norského profesora Wika, přijatá na konferenci UNESCO v Paříži v roce 1967:

"životní prostředí je ta část světa, se kterou je živý organismus ve stálé interakci, to znamená, kterou používá, mění a které se musí přizpůsobovat",

2) definice tbiliská přijatá na konferenci v Tbilisi v roce 1979:

"životní prostředí je systém složený z přírodních, umělých a sociálních složek materiálního světa, jež jsou, anebo mohou být s uvažovaným organismem ve stálé interakci",

3) definice uvedená v našem zákoně č. 17/1992 Sb., o životním prostředí:

"vše, co vytváří přirozené podmínky existence organismů včetně člověka a je předpokladem jejich dalšího vývoje. Jeho složkami jsou zejména: ovzduší, voda, horniny, půda, organismy, ekosystémy a energie",

4) definice uvedená v normě ČSN EN ISO 14001:

"prostředí, ve kterém organizace provozuje svou činnost a zahrnující ovzduší, vodu, půdu, přírodní zdroje, rostliny a živočichy, lidi a jejich vzájemné vztahy" (<http://www.enviweb.cz/eslovník/269>, „staženo dne: 20. 2. 2020“).

Celková množina složek, ze kterých je tvořeno naše okolí. Jedná se o vzájemnou interakci všech složek kolem nás, které ovlivňují život a životní styl nás všech, nejen lidí, ale veškerých živých organismů. Hlavní složky, které tvoří životní prostředí, jsou ovzduší, voda, půda, horniny, organismy, ekosystémy a energie. Jiná definice životního prostředí pak zní: „Je to vše, co vytváří přirozené podmínky existence organismů, včetně člověka, a je předpokladem jejich dalšího vývoje“ (<https://www.samosebou.cz/dictionary/zivotni-prostredi/>, „staženo dne: 20. 2. 2020“).

1.5.1 Atmosféra

Atmosféra zastává v našem životě několik funkcí. Určuje klima a počasí, tím pádem ovlivňuje podmínky života. Díky cirkulaci atmosféry je zajištěn transport látek. Například vody mezi oceány a souší. Dále atmosféra tvoří ochranný obal Země. Díky svým vlastnostem umí zachytit škodlivé působení kosmického záření a značnou část nebezpečného ultrafialového záření, které má kratší vlnovou délku než 330 nm. Další kladnou vlastností atmosféry je schopnost zabraňovat extrémním výkyvům teplot.

Atmosféra se dále dělí do několika vrstev. Nejnížší a zároveň nejhmotnější vrstvou atmosféry je troposféra. Sahá do výšky přibližně 16 km a přitom tvoří 80 % celkové hmoty atmosféry. Další vrstvou je stratosféra. Ta se nachází v rozmezí 16 – 50 km od povrchu Země. Třetí vrstva atmosféry se nazývá mezosféra a zaujímá prostor mezi 50 a 85 km od Země. Poslední vrstvou v atmosféře je termosféra. Ta sahá až do vzdálenosti 500 km (KALACĚ, 2010)

1.5.2 Hydrosféra

Hydrosférou lze nazvat vodu na planetě Zemi. Celkové množství vody je odhadováno na 1,38 miliard km³ a pokrývá asi 71 % zemského povrchu. Téměř 97,4 % celkového množství je voda slaná. Role vody v životě člověka je nenahraditelná, a to díky

několika svým vlastnostem. Voda je výborným rozpouštědlem, díky čemuž může v organismech probíhat transport živin a odpadních látek. Další důležitou vlastností je také to, že má nejvyšší hustotu v kapalném stavu při 4°C. To má za následek například to, že nádrže vesměs nepromrzají až na dno a led plave (KALACĚ, 2010).

1.5.3 Pedosféra

Pedosférou se rozumí půdní obal Země. Díky pedosféře lze zajistit nejen lidskou potřebu potravy. Dále také lidé získávají z této části Země suroviny. Pedosféra je součástí geosféry, jež zahrnuje další části, nicméně půda je ze všech složek životně nejdůležitější (KALACĚ, 2010).

1.6 Legislativa upravující životní prostředí

Životní prostředí je v České republice upravováno řadou zákonů a nařízeních. Níže jsou vyjmenovány některé z nich. Konkrétně zákon č. 86/2002 Sb. a nařízení vlády č. 294/2011 Sb. Byly nahrazeny zákonem č. 201/2012 Sb (<http://vzdelavani.brontosaurus.cz/pro-organizatory/ekologickavychova/106-zakony-o-ivotnim-prosted-i-v-r.html>, „staženo dne: 12. 6. 2020“).

1.6.1 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)

Účelem zákona je, v souladu s právem Evropské unie, dosáhnout vysoké úrovně ochrany životního prostředí jako celku uplatněním integrované prevence a omezování znečištění vznikajícího činnostmi uvedenými v příloze č. 1 k tomuto zákonu.

Tento zákon:

- a) stanoví povinnosti provozovatelů zařízení,
- b) upravuje postup při vydávání integrovaného povolení a další řízení a postupy týkající se integrovaného povolení,
- c) stanoví působnosti orgánů veřejné správy podle tohoto zákona,

d) upravuje náležitosti systému výměny informací o nejlepších dostupných technikách, zřízení a činnost technických pracovních skupin a zveřejňování informací o nejlepších dostupných technikách,

e) stanoví sankce za porušení povinností stanovených tímto zákonem,

f) upravuje vedení informačního systému integrované prevence a stanoví jeho obsah.

Tento zákon se nevztahuje na:

a) znečištění způsobené vniknutím radioaktivních látek, do životního prostředí,

b) vypouštění radioaktivních látek do životního prostředí a emisní limity stanovené pro tyto látky podle zvláštního právního předpisu,

c) nakládání s geneticky modifikovanými organismy podle zvláštního právního předpisu.

§ 31

Ministerstvo zemědělství a) 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. (https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/1337AF598BE48C81C1256B8400433DCC/%24file/Z%2076_2002.pdf, „staženo dne: 15. 6. 2020“).

1.6.2 Zákon č. 86/2002 Sb.

Tento zákon zapracovává příslušné předpisy Evropské unie, zároveň navazuje na přímo použitelné předpisy Evropské unie a upravuje

a) práva a povinnosti osob a působnost správních úřadů při ochraně vnějšího ovzduší před vnášením znečišťujících látek lidskou činností,

b) podmínky pro další snižování množství vypouštěných znečišťujících látek působících nepříznivým účinkem na život a zdraví lidí a zvířat, na životní prostředí nebo na hmotný majetek,

c) práva a povinnosti osob a působnost správních úřadů při ochraně ozonové vrstvy Země před nepříznivými účinky regulovaných látek a při ochraně klimatického systému Země před nepříznivými účinky fluorovaných skleníkových plynů a další nástroje ke snižování množství látek ovlivňujících klimatický systém Země.

Tento zákon se nevztahuje na vnášení radionuklidů do životního prostředí, které je upraveno zvláštním právním předpisem

§ 3

Povinnosti právnických a fyzických osob

Každý je povinen omezovat a předcházet znečišťování ovzduší a snižovat množství jím vypouštěných znečišťujících látek stanovených podle tohoto zákona a prováděcích právních předpisů.

§ 45a

Ministerstvo zemědělství kontroluje přesnost, úplnost a pravdivost (dále jen „správnost“) údajů uváděných v prohlášeních podle § 3c odst. 3 a 4. Je-li zjištěna nesprávnost údajů, dá Ministerstvo zemědělství podnět inspekci k uložení pokuty a v řízení o uložení pokuty poskytuje na vyžádání nezbytnou součinnost. Kontrolní činností podle věty první může Ministerstvo zemědělství pověřit právnickou osobu nebo organizační složku státu (<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2002-86#cast1>, „staženo dne: 15. 6. 2020“).

1.6.3 Zákon č. 25/ 2008 Sb.

Zákon o integrovaném registru znečišťování životního prostředí a integrovaném systému plnění ohlašovacích povinností v oblasti životního prostředí a o změně některých zákonů.

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.

Zřizuje se integrovaný registr znečišťování jako veřejně přístupný informační systém veřejné správy. Správcem integrovaného registru znečišťování je Ministerstvo životního prostředí (https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/B6817F9601414A26C125755200380CB6/%24file/Z%2025_2008.pdf, „staženo dne: 15. 6. 2020“).

1.6.4 Nařízení vlády č. 294/2011 Sb.

Kategorie zemědělských zdrojů, plány zavedení zásad správné zemědělské praxe a výpočet roční emise amoniaku včetně emisních faktorů

1. Stanovení kategorie zemědělských zdrojů

Kategorie zemědělského zdroje se určuje ve vztahu na projektovanou kapacitu chovu hospodářských zvířat.

Kategorii zdroje určuje celková roční emise amoniaku z provozovny, která je rozhodující pro zařazení do příslušné kategorie zdroje znečištění a vypočítá se jako součin projektované kapacity kategorie zvířat a součet dílčích emisních faktorů uvedených v tabulce 3. 1. přílohy č. 2. Celkové emise z jednotlivých kategorií zvířat (viz tabulka č. 1) se sčítají. Do celkové roční emise amoniaku z provozovny náleží i emise z ploch rostlinné výroby a z činností, pokud jsou spojeny s nakládáním s látkami uvolňujícími emise amoniaku pocházejícími z provozu zdroje.

Zemědělské zdroje se dělí podle celkové roční emise amoniaku na

- a) střední zdroj znečišťování - celková roční emise amoniaku větší než 5 t,
- b) malý zdroj znečišťování - celková roční emise amoniaku je menší nebo rovna 5 t

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.

1.6.5 Věstník MŽP 1/2018

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“

Tento pokyn aktualizuje znění Metodického pokynu 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“ platného od jeho vydání ve Věstníku MŽP č. 1-2 z roku 2013.

V tomto pokynu je mezi dílčí emisní faktory doplněna pastva. Slouží pro účely zařazení zdroje. Dále tento metodický pokyn obsahuje informace o zařazování chovů hospodářských zvířat na základě celkového množství emisí amoniaku vyprodukovaného za rok, které odpovídá celkové projektované kapacitě. Provozovatelé chovů hospodářských zvířat by tento dokument měli vnímat a používat jako doporučení. Jinak je určen především České inspekci životního prostředí a krajským úřadům ([https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/chov_hospodarskych_zvirat_metodicky_pokyn/\\$FILE/000-MP_chovy-20180216.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/chov_hospodarskych_zvirat_metodicky_pokyn/$FILE/000-MP_chovy-20180216.pdf), „staženo dne: 15. 6. 2020“).

1.6.6 EMAS

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: 16. 6 2020“).

1.7 Zdraví a životní prostředí

Kvalita životního prostředí významně ovlivňuje zdraví člověka a celé populace. Podle odhadu Světové zdravotnické organizace způsobuje znečištění životního prostředí v Evropském regionu až 19% onemocnění; pouze v důsledku znečištění ovzduší polévatým prachem v Evropě zemře předčasně asi 280 tisíc lidí. Nejvýznamnějšími důsledky jsou respirační, kardiovaskulární, metabolická a nádorová onemocnění, a vývojové a reprodukční poruchy (<http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi>, „staženo dne: 16. 6. 2020“).

1.8 Emise a imise

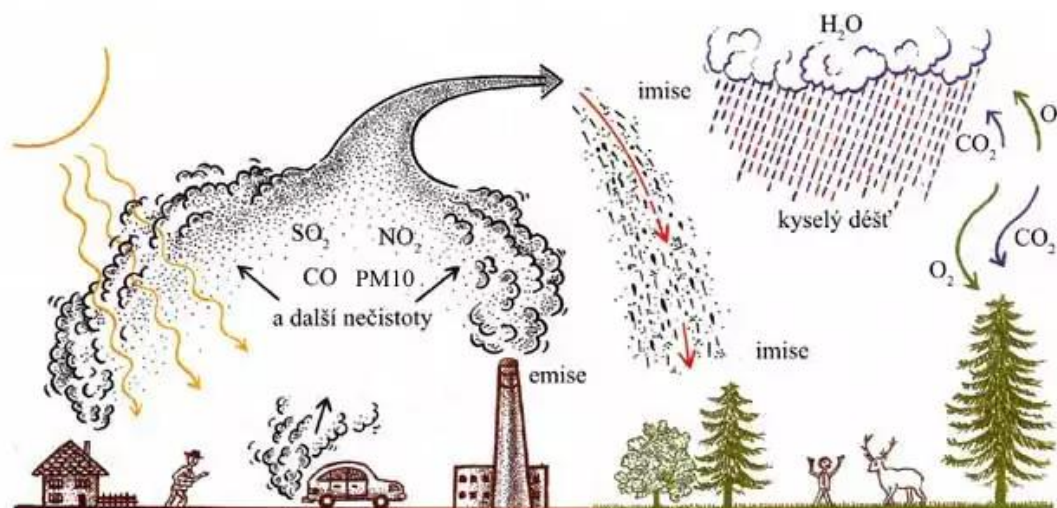
Emise lze definovat jako vnášení jedné nebo více znečišťujících látek do životního prostředí.

Imise vyjadřuje znečištění ovzduší, které je vyjádřeno hmotnostní koncentrací znečišťující látky nebo skupiny znečišťujících látek, která je stanovená (JELÍNEK a kol., 2011).

Imise je dle Zákona o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb. definována jako úroveň znečištění. Představuje ji hmotnostní koncentrace znečišťující látky v ovzduší nebo její depozice na zemský povrch za jednotku času. Imise je tedy v přímém kontaktu s příjemcem. Tím může být člověk, rostlina, zvíře, půda apod. (<https://chmibrno.org/blog/2018/08/23/imisni-limity-co-znamenaji-a-jak-je-interpretovat>, „staženo dne: 16. 6. 2020“)

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 (viz obrázek č. 1). Tuto terminologii je tedy nutné při vyjádřeních čít, protože jinak

se jen mluví do větru. Pro názornost je přiložen obrázek č. 1 (<http://www.ovzdusi-brno-jm.cz/index.php/2017/07/20/emise-nebo-imise>, „staženo dne: 16. 6. 2020“).



Obrázek č. 1 - Emise a imise v ovzduší,

zdroj: <http://www.ovzdusi-brno-jm.cz/index.php/2017/07/20/emise-nebo-imise/>
(„staženo dne: 16. 6. 2020“)

1.9 Emisní a imisní limity

Emisní limit je dle zákona č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší ve znění pozdějších předpisů definován jako nejvyšší přípustné množství znečišťující látky nebo skupiny znečišťujících látek vnášené do ovzduší ze stacionárního zdroje.

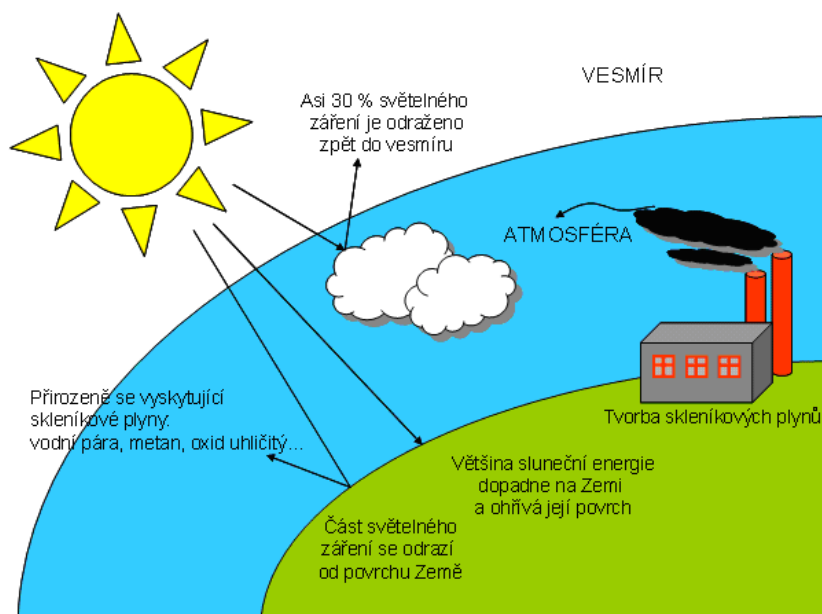
Emisní limity jsou tímto zákonem rozděleny na:

- Obecné emisní limity, které jsou stanovené prováděcím právním předpisem pro znečišťující látky a jejich skupiny
- Speciální emisní limity vymezené u jmenovitě uvedených stacionárních zdrojů. Tyto limity jsou vymezeny bez ohledu na obecné emisní limity (JELÍNEK a kol, 2011)

Imisní limit představuje nejvyšší přípustnou úroveň znečištění (průměr či maximum) vyjádřenou jako hmotnost znečišťující látky na jednotku objemu ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$ apod.) při standardním tlaku a teplotě za daný časový úsek (1 h, 24 h, rok) (<https://chmibrno.org/blog/2018/08/23/imisni-limity-co-znamenaji-a-jak-je-interpretovat/>, „staženo dne: 16. 6. 2020“).

1.10 Skleníkové plyny

Skleníkové plyny jsou v atmosféře zastoupeny necelým procentem, přesto však hrají důležitou roli. Jedná se o sloučeniny s vysokou absorpcí dlouhovlnného infračerveného záření, které v porovnání s ostatními planetami, udržují stabilní teplotu na Zemi. Nebýt těchto plynů, byla by teplota Země o desítky stupňů nižší, okolo 18 °C. Mezi nejpodstatnější skleníkové plyny patří metan (CH₄), oxid uhličitý (CO₂), vodní pára a oxid dusný (N₂O). Dalšími plyny, které se podílejí na skleníkovém jevu, jsou například freony nebo ozon. Koncentrace těchto plynů začala stoupat na konci 19. století vlivem rozvoje industrializace a během 20. století stále prudce vzrůstá. Tato skutečnost představuje problém, kdy nárůst koncentrace skleníkových plynů způsobuje zvýšení skleníkového efektu. Skleníkový efekt je proces, při kterém dochází k nežádoucímu globálnímu oteplování planety. Jak funguje, je možno vidět na obrázku č. 2. Především viditelná část spektra slunečního záření je propouštěná atmosférou, zatímco tepelné záření o vyšších vlnových délkách (Infračervené záření) je pohlcováno a je zabráněno jeho zpětného uvolnění do kosmického prostoru. Průměrná teplota v současné době roste o 0,10 – 0,15 °C za desetiletí (POSPÍCHAL, 2019).



Obrázek č. 2 - Skleníkový efekt,

zdroj: [http://ekotym.zsslivenec.cz/2018/03/05/co-vsechno-ovlivni-to-co-si-
vybereme-k-obedu/](http://ekotym.zsslivenec.cz/2018/03/05/co-vsechno-ovlivni-to-co-si-vybereme-k-obedu/) („staženo dne: 17. 6. 2020“)

1.11 Měřené veličiny

V této práci byl měřen amoniak, oxid uhličitý, oxid dusný a metan.

1.11.1 Metan

Metan je nejjednodušší uhlovodík, který je často známý pod pojmem bahenní plyn. Vyskytuje se v plynném nebo kapalném skupenství a mezi jeho nejdůležitější vlastnosti patří výbušnost a absorpce infračerveného záření. Vzniká rozkladem organismů způsobeným teplem, metabolickou činností mikroorganismů nebo syntézou anorganických sloučenin. Je produkován z větší části z přírodních zdrojů. Doba setrvání metanu v atmosféře je poměrně krátká, s porovnáním s ostatními skleníkovými plyny, dosahuje kolem 12 let (DOHNAL, 2017).

Až z 80 % vznikají emise v případě metanu při těžbě uhlí a jiných těžebních prací, z rýžových polí, zemin, vlhké půdy, oceánu a v neposlední řadě jsou produkovány zvířaty. Zbýlých přibližně 20 % vzniká při výrobě a spotřebě energie (CENKA, 2001).

Metan se ve stratosféře rozkládá na oxid uhličitý a vodu a přímo výrazně zvyšuje účinek skleníkového jevu tím, že pohlcuje dlouhovlnné infračervené záření až 20x účinněji než oxid uhličitý. Přispívá k vyšší koncentraci vodní páry. Celková koncentrace metanu v atmosféře se ročně zvyšuje až o 1,2 % (PEKÁRKOVÁ, 2009).

1.11.2 Amoniak

Amoniak je bezbarvý plyn, typický pro svůj štiplavý zápach. Tento plyn má zásaditý charakter, je toxický, dráždí a poškozuje sliznici. Hustota amoniaku je $0,77 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ a tudíž je přibližně o polovinu lehčí než vzduch. Pokud plyn stlačíme nebo ochladíme, může poměrně snadno dojít k jeho zkapalnění. Amoniak se skladuje v kapalném stavu v tlakových lahvích. Mezi jeho vlastnosti patří dobrá rozpustnost ve vodě, dobrá reaktivita s kyselinami za vzniku amonných solí nebo silné korozivní účinky vůči kovům. Amoniak se vyskytuje ve formě sloučenin ve vodách, vzduchu nebo půdě. Často se amonné sloučeniny využívají jako anorganická hnojiva. Amoniak je posledním produktem redukčních pochodů při procesech rozkladu živočišných nebo rostlinných těl nebo při rozkladu zplodin jejich látkové výměny. Vzniká tedy přirozeně

rozkladem organických látek. Zplodiny látkové výměny, tedy tuhé a tekuté výkaly mají nesmírný význam v zemědělství. Využívají se jako statková hnojiva (např. močůvka, kejda, hnojůvka atd.), která vrací půdě živiny, které byly vyčerpány pěstováním plodin. Řádné shromáždění, ošetření a zacházení s těmito formami hnojiv, zabraňuje znehodnocení a ztrátám amoniaku. Špatným shromažďováním může být například nerovnoměrné ukládání a vrstvení chlévského hnoje. K dalšímu úniku amoniaku může dojít při špatné manipulaci (například vyvážení chlévské mrvy za suchého, slunného a větrného podnebí). Ztráty souvisí právě s velmi dobrou rozpustností ve vodě, kdy se zvyšující se teplotou rozpustnost ve vodě klesá. K určitým ztrátám amoniaku může docházet i při nesprávném míchání průmyslových hnojiv nebo při nesprávném zařazení vápnění do plánu hnojení. Tyto ztráty jsou zbytečné, protože látky, které jsou zásaditější, než amoniak je vytěsňují. Nemusí se nutně vždy jednat o hašené vápno, ale i o jiná hnojiva, která obsahují volné vápno nebo produkty se silnější alkalickou reakcí (popel).

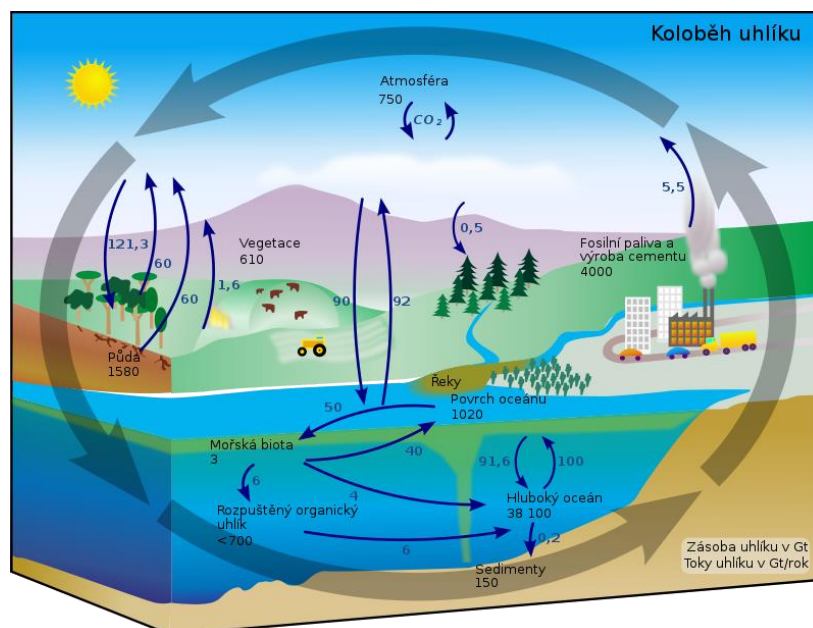
Velmi důležité je podpořit unikání amoniaku ze stájových prostor, kde vzniká rozkladem tekutých výkalů, větráním. Pokud by nebyl amoniak odvětráván jeho koncentrace, uvnitř stájových prostor, by způsobovala zdravotní problémy zvířat i lidí vlivem svých dráždivých a leptavých účinků (již ve stopovém množství způsobuje poleptání sliznic a horních dýchacích cest a dráždění očí), (HUBÁČEK, 1988).

1.11.3 Oxid uhličitý

Oxid uhličitý je uvolňován spalováním fosilních paliv. Celý koloběh uhlíku je znázorněn na obrázku č. 3. Až 20 % emisí oxidu uhličitého souvisí s výrobou nebo spotřebou energie. Většina emisí je tedy přírodního původu a nijak se vznikem a spotřebou energie nespojuje. Oxid uhličitý je obsažen ve vzduchu v objemové koncentraci 0,03 % a je to životně důležitý plyn, který je hlavní živinou pro fotosyntetizující rostliny, které pomocí chloroplastů s fotoaktivními pigmenty a sluneční energie získávají z tohoto oxidu organické látky (cukr, škrob) a uvolňují kyslík. Opačným jevem fotosyntézy je dýchání člověka a dalších organismů, kdy naopak je spotřebováván kyslík a oxid uhličitý vzniká (CENKA, 2001).

I tento plyn ovlivňuje teplotu povrchu Země a přispívá ke skleníkovému efektu. Brání vyzařování tepla zpět ze zemského povrchu do kosmu. Navýšení obsahu CO₂

v atmosféře o 25 % může vést k oteplení naší planety až o 1 °C. V atmosféře zůstává velice dlouho (CENKA, 2001).



Obrázek č. 3 - Koloběh uhlíku na Zemi,

zdroj: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Carbon_cycle-cute_diagram.svg

(„staženo dne: 17. 6. 2020“)

Rostliny fixují molekulu oxidu uhličitého a vytváří z ní organické látky. Rostlina dále slouží jako potrava pro živočichy, houby nebo mikroby, které vytváří další jiné organické látky a po odumření organismu využívají vzniklou organickou hmotu mikroorganismy. Odumřelé rostliny se rozkládají a oxid uhličitý se dostává do půdního vzduchu, odkud se poté difuzí (pokud je jeho koncentrace v půdě vyšší než v atmosféře) dostává z půdy do atmosféry. Všechny živé organismy dýchají, a tak rozkládají uhlíkaté sloučeniny na oxid uhličitý a vodu. To je způsob, jak se CO₂ dostává zpátky do atmosféry (PEKÁRKOVÁ, 2009).

1.11.4 Oxid dusný

Jedná se o bezbarvý, netoxický, nehořlavý plyn typický nasládlou vůní, který hmotnostně odpovídá kyslíku. Často se označuje termínem „rajský plyn“, který při inhalaci způsobuje veselou nápadu a vede ke spontánnímu smíchu osob. Má využití v medicíně, kde se využívá jako slabé celkové anestetikum nebo jako vynikající analgetikum. Využití tento plyn získal také v potravinářství jako hnací plyn

do sprejů nebo jako inertní atmosféra v různých výrobcích jako jsou například chipsy. Dobré oxidační vlastnosti plynu se mohou využívat také v závodních spalovacích motorech ke zvyšování výkonu.

Oxid dusný setrvává v atmosféře po dobu přibližně 130 let. Oproti oxidu uhličitému pohltí 200 – 300x více dlouhovlnného infračerveného záření. Do prostředí se dostává přirozenou přírodní cestou při nitrifikaci a denitrifikaci, která probíhá v půdách nebo vodách činností různých mikroorganismů. Antropogenními zdroji emisí oxidu dusného je především zemědělská činnost. V zemědělství se používají dusíkatá průmyslová hnojiva. Dále emise ovlivňují spalovací procesy v energetice a v dopravě, raketová nebo letecká technika, výroba kyseliny dusičné a výroba nylonu. Žádné chemické reakce oxid dusný z atmosféry neodstraňují, a tak proniká až do stratosféry, kde se fotochemicky rozkládá a vznikají tak radikály, které rozkládají ozon (https://www.irz.cz/sites/default/files/latky/Oxid_dusny.pdf, „staženo dne: 18. 6. 2020“).

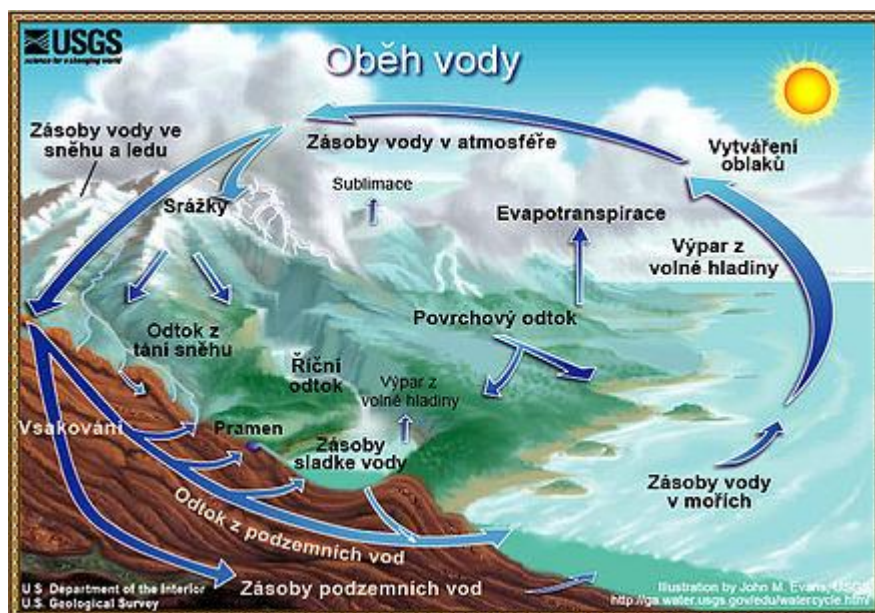
1.12 Ostatní neměřené skleníkové plyny

Mezi skleníkové plyny patří řada dalších, které v této práci měřeny nebyly, přesto však významně ovlivňují životní prostředí.

1.12.1 Vodní pára

Vodní pára se považuje za jeden z hlavních skleníkových plynů. Přibližně dvě třetiny přirozeného skleníkového efektu je způsobeno právě vodní parou. Zvyšování koncentrace vodní páry v atmosféře souvisí se zvyšováním teploty. Molekuly vody, které jsou v atmosféře, zachycují teplo vyzařující zemským povrchem a opět ho vyzařují do všech směrů. Dochází tak k ohřevu zemského povrchu. Zvyšování koncentrace vodní páry může naopak způsobit větší oblačnost a oblaka mohou teoreticky odrážet sluneční záření a tím ovlivnit a snížit množství záření, které se podílí na ohřívání zemského povrchu. To by mohlo pomoci alespoň částečně vyrovnat zesílení skleníkového efektu. Toto je předmětem intenzivního výzkumu (https://skepticalscience.com/arg_vapor_cz.htm, „staženo dne 18. 6. 2020“).

Vodní pára je součástí uzavřeného systému oběhu vody (viz obrázek č. 4).



Obrázek č. 4 - Koloběh vody na Zemi,

zdroj: https://cs.wikipedia.org/wiki/Kolob%C4%9Bh_vody, („staženo dne: 18. 6. 2020“)

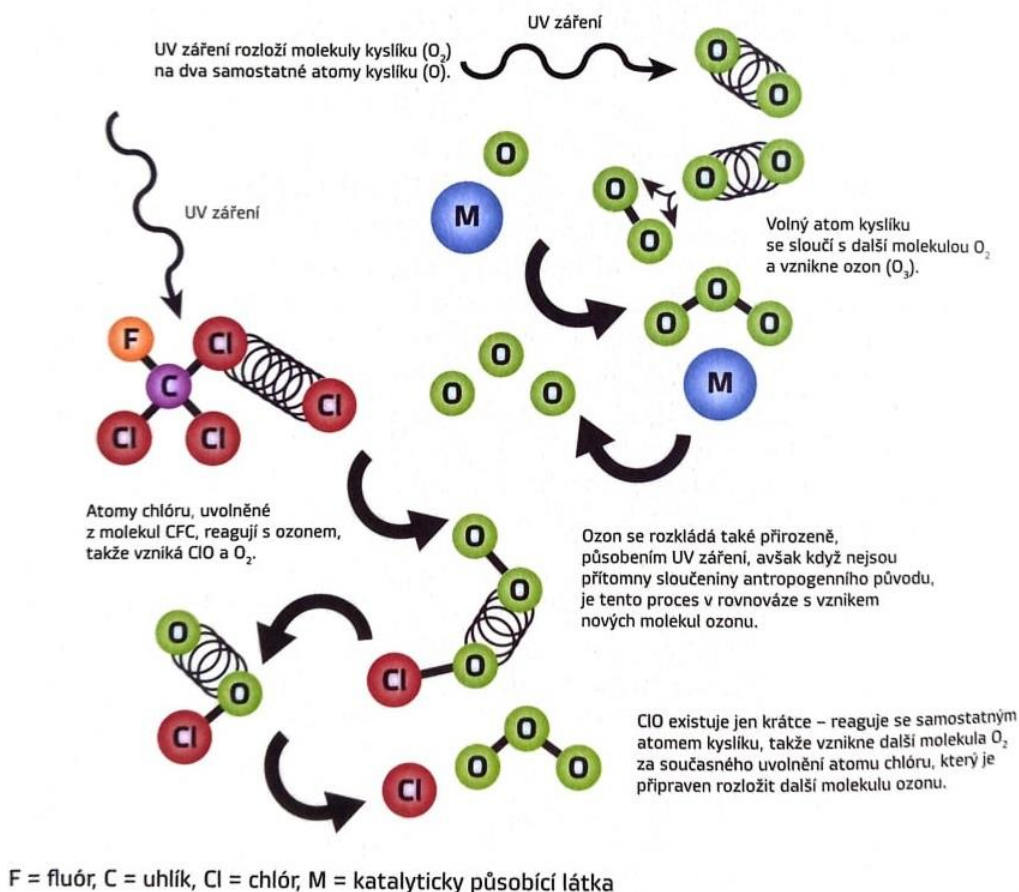
Z vodních ploch a půdy se vypařuje voda, sráží a vrací se zpět na povrch. Teplejší vzduch pojme větší množství vlhkosti, z toho důvodu rostoucí teploty způsobují intenzivnější změnu klimatu (https://skepticalscience.com/arg_vapor_cz.htm, „staženo dne: 18. 6. 2020“).

1.12.2 Ozon

Ozon (O_3) vzniká působením krátkovlnným slunečním zářením z tzv. prekurzorů ozonu. Prekurzory jsou těkavé organické sloučeniny a oxidy dusíku. Různými složitými chemickými reakcemi vzniká ozon a s ním další různé oxidanty, které vykazují podobné účinky. Hlavní chemické reakce ozonu jsou znázorněny na obrázku č. 5. Krátkovlnné sluneční záření způsobuje vznik volných atomů kyslíku, které se následně slučují s molekulami O_2 . Ozon ovlivňuje skleníkový efekt v troposféře. V troposféře vzniká ozon fotolýzou sloučenin dusíku (dochází k fotodisociaci NO_2 na NO , uvolněný atom kyslíku se pak slučuje s O_2). Největší vrstva ozonu se nachází ve výšce okolo 20 – 25 km nad Zemí. Od počátku minulého století se koncentrace ozonu zvýšila až tisíckrát.

Ozon má negativní vliv na zdraví člověka a rostliny. Způsobuje škody na úrodě nebo na lesích. Ovzduší, které je znečištěné ozonem je známé pod pojmem letní či fotochemický smog, který se stále častěji objevuje v letních obdobích ve velkých městech po celé Evropě. Výskyt je častější vlivem snížené filtrační schopnosti stratosférické ozonové vrstvy pro ultrafialové paprsky i globálnímu oteplování.

Ačkoli je ozon toxická látka, ve stratosféře je velmi důležitá, protože tvoří ochrannou vrstvu. Ozon má za úkol pohlcovat část ultrafialového záření ze slunce (UV-B) a tím se rozkládá zpět na běžný kyslík O_2 (MOLDAN, 2009).



Obrázek č. 5 - Schéma hlavních chemických reakcí stratosférického ozonu, zdroj: MOLDAN (2009)

1.12.3 Freony a ostatní plyny

Freony jsou tvořeny atomy vodíku, uhlíku, chloru nebo fluor a jsou to syntetické látky, které se v dřívějších dobách v atmosféře nevyskytovaly. Jsou velice stálé v atmosféře. Freony byly využívány do sprejů nebo ledniček ale od roku 2006, kvůli tomu,

že způsobovaly rozpad ozonové vrstvy a velmi přispívaly ke vzniku ozonové díry, bylo jejich používání úplně omezeno a již by se vůbec neměly používat. Freony pohlcují takové dlouhovlnné infračervené záření vlnových délek, které nejsou schopny ostatní skleníkové plyny zachytit. Oproti oxidu uhličitému jsou freony schopny zachytit až o 5 – 10x více záření.

Jako další plyn můžeme jmenovat například oxid uhelnatý, který vzniká ve spalovacích motorech a jeho koncentrace se začala zvyšovat vlivem rozvoje dopravy. Oxid uhelnatý se v atmosféře oxiduje na oxid uhličitý, jehož vliv byl popsán již dříve.

Velmi známou škodlivinou je také oxid siřičitý vznikající při spalování fosilních paliv, které obsahují síru. Dříve mělo hlavní podíl, na vznik tohoto oxidu, spalování uhlí. Dnes hraje významnou roli také ropa, protože některé její druhy obsahují poměrně velké množství síry (PEKÁRKOVÁ, 2009).

1.13 Látky produkované chovem skotu

Množství uvolněných plynů z jedné stáje nebo z určitého prostoru se udává v kilogramech na rok. V průběhu roku může dané zvíře změnit kategorii vzhledem k věku, fyziologickému stavu nebo hmotnosti. Z celkového množství plynu, který je produkován dobyt看em, je ve vzduchu 12 – 17 % metanu. Za jeden rok je jedna kráva schopná vyprodukovat kolem 112 kg metanu a 40 kg amoniaku. Toto nezanedbatelné množství poukazuje na to, že plyny produkované skotem mohou skutečně představovat problém pro životní prostředí. Na druhou stranu rozšířeným chovem skotu získáváme odpovídající množství statkových hnojiv, především ve formě suspenze. Hnojení těmito hnojivy je ekonomicky i ekologicky výhodné. Kejdu je možné použít jako zdroj bioplynu nebo jako šetrné organické hnojivo (BRADE, LEBZIEN, 2008).

1.13.1 Emise amoniaku ze stájového prostředí

Značná část amoniaku, která se uvolňuje do atmosféry, vzniká tak, že se rozkládají živočišné a lidské výkaly. V celosvětovém měřítku je zemědělství největším producentem amoniaku, proto je prioritou redukce těchto emisí. Mezi hlavní zdroje řadíme chovy prasat, drůbeže a skotu. Je třeba se zaměřit na výzkum redukce emisí amoniaku hlavně z důvodu, že má negativní vliv na životní prostředí a také vytváří

špatné podmínky pro ustájení zvířat a zaměstnance farem. Je potřeba také zohlednit okolí farem (SYMON, BENCKO, 1988).

Močůvka a mokré stelivo vytváří, spolu s oxidem uhličitým a dalšími vlhkými látkami jako je například zdivo, podestýlka nebo krmivo, složitý chemický komplex amonných solí. Tento komplex se opakovaně vlivem teploty rozkládá a opět váže. Podle měření je amoniak a oxid uhličitý v dynamické rovnováze, a přestože amoniak je o dost lehčí než vzduch, nemůžeme prohlásit, že by se hromadil ve stájích ve vyšších vrstvách (u stropu). Největší koncentrace je ve většině případů v místech blízkých jeho zdrojům (podestýlka, podlahy, žlaby), (KOŽNAROVÁ, KLABZUBA, 2008).

Výslednou hladinu emisí amoniaku ovlivňuje relativní vlhkost vzduchu, okolní teplota, kondice a zdraví zvířat, řešení klimatu ve stáji, sezona. Dále ovlivní emise hustota ustájení, stáří zvířat, konstrukce budov, složení podestýlky a mnoho dalších faktorů. Základní opatření, které vede k redukci emisí, je správná úprava a manipulace s výkaly (WEBB a kol., 2005).

V exkrementech hospodářských zvířat totiž vzniká amoniak enzymatickou a bakteriální činností. Následně dojde k uvolnění tohoto plynu z exkrementů při shromažďování, uskladnění a manipulaci. Přibližně až 60 % dusíkaté složky hnoje tvoří právě amoniakální dusík (HAVLÍČEK a kol., 2007).

Již velmi malé koncentrace amoniaku (25 ppm) způsobuje dráždění plicní sliznice a očních spojivek. Amoniak tak způsobuje kašel, slzení, a především snižování denních přírůstků až o 6 %. Pokud se koncentrace amoniaku ve stáji bude pohybovat okolo 75 – 100 ppm, budou denní přírůstky snižovány až o 30 % a konverze krmiva až o 90 %. Proto je důležité, aby koncentrace amoniaku byla ve stájích nižší než 10 ppm (PULKRÁBEK, 2005).

1.13.2 Emise metanu u skotu

Mezi hospodářskými zvířaty jsou primárním zdrojem emisí metanu přežvýkavci (Skot, kozy a ovce), protože v jejich žaludku probíhá kvasné trávení. Při fermentačním procesu v bachoru vzniká kolem 90 % plynů z celkového množství plynů, které je produkováno přežvýkavci. Tyto plyny se podílejí na skleníkovém efektu. Dalším menším zdrojem metanu v zemědělství je skladovaný hnůj a kejda.

Množství metanu, které je přežvýkavci vyprodukované, závisí opět na různých faktorech. Produkci ovlivní typ a velikost zvířat, rychlost růstu, stravitelnost spotřeby energie, teplota prostředí, obsah celkových a stravitelných sacharidů v potravě a mnoho dalších faktorů (SEJIAN, NAQVI, 2012).

V posledních letech se velmi studuje vliv krmení a chovu skotu na produkci metanu. Výběrem zvířat s nízkým zbytkovým příjmem krmiva, lze emise metanu u přežvýkavců snížit. Produkce metanu se liší podle trávicí fyziologie přežvýkavců. Proto je možné, prostřednictvím křížení a výběru v rámci plemen, které vykazují nízké emise na jednotku příjmu krmiva, zlepšit genetický potenciál zvířat a tím celkově snížit intenzitu emisí tohoto plynu. Trávení se u skotu mění podle kvality krmiv. Produkce metanu může být snížena krměním krmiv s vysokým obsahem bílkovin nebo nízkým obsahem vlákniny. Špatně stravitelná rostlinná složka stravy má za následek produkci vyšších podílů metanogenních substrátů a tím je snížena míra průchodnosti bachoru. Z tohoto důvodu pak dochází k vyšší produkci metanu (ELLIS a kol., 2009).

1.13.3 Emise oxidu dusného u skotu

Oxid dusný vzniká rozkladem tekutých a tuhých výkalů, především během skladování a manipulace. Dále pak při aplikaci dusíkatých hnojiv v terénu. Skot a prasata vylučují exkrementy, ve kterých je dusík obsažen ve formě močoviny, zatímco u drůbeže je dusík ve formě kyseliny močové. Dusík je velmi často ve hnoji vázán na protein. Tvorba oxidu uhličitého je závislá na počasí, ustájení a kategorii zvířat, nebo na systému nakládání s exkrementy nebo na typu krměného krmiva. Je tedy velmi obtížné předvídat koncentrace a emise tohoto plynu (BROUČEK, 2018).

Vzhledem k tomu, že obsah dusíkatých látek ve stravě podmiňuje množství uvolněného oxidu dusného z exkrementů, je třeba přizpůsobit výživu zvířat a předcházet nadbytku dusíku v krmných dávkách. Výživa by měla redukovat vylučování dusíku užitím fermentovaných látek v tlustém střevě (HRISTOV a kol., 2013).

Krmiva by měla obsahovat pouze takový obsah dusíkatých látek, aby docházelo k optimálnímu růstu mikroorganismů v předžaludcích skotu a dále aby bylo produkováno optimální množství mléčné bílkoviny a bylo dostatek dusíku pro

záchovu a růstu plodu. V krmivech se dusík vyskytuje především vázaný ve formě esenciálních aminokyselin. Esenciální aminokyseliny tvoří základ pro stavbu tkání a u dojnic jsou nezbytné, aby docházelo k syntéze mléčných bílkovin a další metabolitů. Aminokyseliny mohou v krmivech nahrazovat finančně náročné dusíkaté látky. Přesné definování krmiv obsahující aminokyseliny, tak aby docházelo k zajištění všech nutričních potřeb dojnic, je stále předmětem studií a zatím není přesně zjištěno (KUDRNA, HOMOLKA, 2009).

1.14 Správná zemědělská praxe

V České republice jsou schváleny a používány zásady a postupy pro správnou zemědělskou praxi. Ty se vztahují na několik oblastí. Jsou to ochrana ovzduší, ochrana vod, správná chovatelská praxe při krmení hospodářských zvířat a správná zemědělská praxe dle požadavků IPPC – dokumenty BREF (<http://www.enviweb.cz/98297>, „staženo dne: 17. 6. 2020“).

Zásady správné zemědělské praxe jsou nedílnou součástí nejlepších dostupných technik BAT. I když je velmi obtížné přesně určit její enviromentální přínos ve snížení amoniaku či snížení spotřeby energie a vody, je evidentní, že pečlivé řízení farmy má pozitivní vliv na enviromentální výkonnost (JELÍNEK, DĚDINA, 2006).

Pojmem správná praxe se rozumí uvážení, které z prováděných činností na farmě mohou mít vliv na životní prostředí. Dále také uvážení, které kroky budou nejvhodnější k minimalizaci nebo předcházení emisí, či jiným negativním vlivům na životní prostředí. Ve výsledku by tedy mělo každé faremní zařízení vybrat nejlepší kombinaci příležitostí a technologií (HAVLÍČEK a kol., 2007)

Definice jednotlivých částí BAT zní následovně:

Nejlepší – vyjadřuje nejefektivnější cestu vedoucí k dosažení vysoké úrovně ochrany životního prostředí jakožto celku

Dostupná – tento pojem vyjadřuje aplikovatelnost techniky v příslušném výrobním odvětví za přijatelných podmínek, ať už technických či ekonomických s přihlédnutím k výhodám a nákladům. Na to, zda je v dotyčném členském státě EU

vyráběna či používána není brán zřetel, jestliže je za přijatelných podmínek dostupná provozovateli

Technika – způsob návrhu, budování, údržby, provozu a vyřazení z provozu, dále také zahrnuje používanou technologii.

Nejlepší dostupné techniky jsou uvedeny v Referenčních dokumentech nejlepších dostupných technik (BREF – z angl. Best Reference Document). Ty jsou výsledkem výměny informací o BAT jak na národní, tak i mezinárodní úrovni. Jedná se o běžně používané techniky a technologie v EU.

Z důvodu kontinuity vývoje nejlepších dostupných technik existuje proces revizí a aktualizací stávajících BREF (GÁLIK, 2015)

Používání zásad správné zemědělské praxe má za cíl snahu o princip prevence a trvale udržitelný rozvoj. Mezi další cíle této praxe patří pevné zakotvení environmentálního myšlení do rozhodovacích procesů, jež mají vliv na výrobní činnosti dotyčného zařízení (KRČÁLOVÁ, 2009).

2 Cíl práce

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

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

Dílčí cíle diplomové práce:

1. Změřit emise plynů NH_3 , CO_2 , NH_4 a NO_2 ve vybraném zemědělském provozu.
2. Porovnat emise amoniaku s emisemi tohoto plynu v provozech s různou technologií ustájení.
3. Formulovat doporučení pro praxi.

3 Metodika

3.1 Popis farmy

Areál farmy Františka Rouhy není nijak rozsáhlý. Nachází se v malém městě Velešín, které leží přibližně dvacet kilometrů jižně od Českých Budějovic. Práce na farmě zajišťují rodinní příslušníci a to již 30 let.

Využití řadové zástavby na náměstí nenabízí mnoho prostoru, proto je zde chováno celkem 15 kusů skotu s tržní produkcí mléka. Celkový počet skotu chovaného na farmě se pohybuje kolem 40 kusů. Na farmě jsou dále chována prasata, kozy, krůty a slepice. Rodina obhospodařuje celkem přibližně 70 ha. Trvalé travní porosty tvoří větší část, asi 40 ha. Zbylých 30 ha je orná půda. Na této ploše je pěstována řada plodin. Od obilnin jako je pšenice, triticales, ječmen a oves, přes brambory a kmín, až po kukuřici a jeteloviny. V malé míře jsou realizovány služby různými stroji.

3.2 Technologie chovu skotu

Krávy jsou celoročně ustájeny ve stáji vazným způsobem. Dojení je realizováno do skleněného potrubí. Návoz krmení i odkliz chlévské mrvy je realizován pomocí ručního náradí. Ve stáji se nikde nenachází porodna, telení probíhá přímo na stanovištích jednotlivých kusů. Podlaha pod zvířaty je dlážděná, pouze manipulační uličky a krmná chodba jsou betonované. Podestýlka je řešena řezanou slámou. Odkliz chlévské mrvy probíhá dvakrát denně, stejně jako krmení a dojení. Uprostřed krmné chodby je komín pro odvod par, dále jsou na dvou protilehlých stranách budovy okna. Ta částečně osvětlují vnitřek stáje a částečně zajišťují výměnu vzduchu ve stáji.

3.3 Měřicí přístroje

3.3.1 Měřicí přístroj LOGGER S3120

Tento měřicí přístroj je používán za účelem měření teploty a relativní vlhkosti vzduchu. Dvouřádkový LCD displej slouží k zobrazení naměřených údajů včetně hodnot rosného bodu (viz obrázek č. 6). Přenos naměřených hodnot z vnitřní paměti Dataloggeru do osobního počítače je jednoduše možný. V počítači následně dochází k vyhodnocení naměřených hodnot. Měřené hodnoty jsou do vnitřní paměti ukládány

v časových intervalech, které jsou nastavitelné. Vnitřní paměť je energeticky nezávislá. Nastavení a ovládání přístroje je prováděno prostřednictvím počítače. Senzory teploty a relativní vlhkosti vzduchu jsou nedílnou součástí aparátu. Přiložený magnet slouží k zapnutí, vypnutí a také k vynulování přístroje. LCD displej slouží také k volbě a zobrazení nastavitelných mezních hodnot střídavě s hodnotami okamžitými. Na displeji je též zobrazována odchylka od nastavených hodnot.

Rozsah měřených teplot je -30 až 70 °C s rozlišením $0,1$ °C a přesností $\pm 0,4$ °C. U relevantní vlhkosti je rozsah od 0 až 100 %, přesnost $\pm 2,5$ RV při vlhkosti $5 - 95$ % a 23 °C. Rozlišení činí $0,1$ % RV (JELÍNEK a kol., 2011).



Obrázek č. 6 - Měřicí přístroj LOGGER S3120,

zdroj: <https://eshop.micronix.cz/merici-technika/neelektricke-veliciny/teplota-a-vlhkost/vlhkomery-s-teplomerem/se-zaznamem/d3121.html> („staženo dne: 17. 6. 2020“)

Dodavatelem tohoto měřicího přístroje LOGGER S3120 je firma Comet systém s.r.o., sídlící v Rožnově pod Radhoštěm. Přístroj bude použit k měření RV a teplot.

3.3.2 Měřicí přístroj na teplotu vzduchu Commeter D4141

Pro získávání hodnot relativní vlhkosti vzduchu a měření teplot vnitřního prostředí se jako vhodný jeví měřicí přístroj Commeter D4141 (viz obrázek č. 7). Jedná se o digitální záznamový termohydrobarometr. To znamená, že tímto přístrojem je možné zjistit a zaznamenat teplotu vzduchu, relativní vlhkost a atmosférický tlak, dále také tlakové tendence za 3 hodiny zpětně a rosný bod. Součástí přístroje je externí sonda s kabelem o délce 1 m. Velkou výhodou je příplatkové vybavení kabelem o délce 2 nebo 4 metry. Další výhodou je kapacita zaznamenaných hodnot, která činí 16 000. Rozsah měřených parametrů tohoto přístroje:

- Relativní vlhkost 0 až 100 %
- Venkovní teplota – 30 až + 105 °C
- Vnitřní teplota – 10 až + 60 °C
- Rosný bod při 30 až 95% RV
- Atmosférický tlak 800 až 1100 hPa



Obrázek č. 7 - 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: 17. 6. 2020“)

Díky dodanému programu lze záznam z měřicího přístroje přenést do počítače buď k archivaci nebo dalšímu vyhodnocení. K propojení s osobním počítačem slouží

komunikační kabel určený pouze k přenosu dat. Ve chvíli, kdy dochází k přenosu dat nelze měřit ani zaznamenávat hodnoty (<https://marcomplet.cz/zbozi/produkt-9007/comet-system-comet-commeter-d4141-2-teplomer-vlhkomer-barometr-adatalogger-s-externi-sondou-t-plus-rh-na-kabelu-2-metry.html>, „staženo dne: 17. 6. 2020“).

3.3.3 Měřicí přístroj Testo 435

Měřicí přístroj Testo 435 (viz obrázek č. 8) je multifukční zařízení. Lze jej použít k měření parametrů proudícího vzduchu, relativní i absolutní vlhkost, teplotu, objemový průtok, rosný bod nebo také kvalitu vzduchu. To, k čemu bude přístroj použit, závisí na použité sondě neboli anemometru. Oproti předešlým přístrojům jej lze tedy při správné konfiguraci využít k naměření parametrů proudícího vzduchu. K zobrazení měřených dat slouží dvouřádkový LCD displej. Data lze následně přesunout do osobního počítače. S využitím infračerveného rozhraní (<https://www.testo.com/cz-CZ/testo-435-4/p/0563-4354>, „staženo dne: 17. 6. 2020“).



Obrázek č. 8 - Měřicí přístroj Testo 435,

zdroj: https://www.revizeshop.cz/fotky29448/fotos/29448_764__vyr_7624351a-multifunkcni-merici-pristroj-pro-VAC-500x500.jpg („staženo dne 17. 6. 2020“)

Pro měření rychlosti proudění vzduchu bude použit měřicí přístroj Testo 435 s vrtulkovou sondou. Sonda má průměr 16 mm a je vybavena teleskopem, díky kterému je možné měřit až v dosahu 890 mm. Díky těmto parametrům nachází

tento přístroj využití při regulaci, kontrole a provozu ventilačních systémů a nejen tam (<https://www.testo.com/cz-CZ/vrtulkova-sonda-o-16-mm/p/0635-9535>, „staženo dne: 17. 6. 2020“). Anemometry mají měřicí rozsah 0 až 60 m.s⁻¹ s rozlišením 0,01 m.s⁻¹ a objemového průtoku 0 až 99 999 m³.h⁻¹ (JELÍNEK a kol., 2011).

3.3.4 Měřicí přístroj INNOVA 1412

Zátěžové a skleníkové plyny lze měřit přístrojem 1412 Photoacoustic Multi-gas Monitor firmy INNOVA Air Tech Instruments (viz obrázek č. 9), který má vícekanálové vzorkovací a dávkovací zařízení 1309 D Multipoint Samplet od stejné firmy. Fotoakustický monitor INNOVA 1412 se vyznačuje tím, že je vysoce spolehlivý, přesný a stabilní kvantitativní měřič plynů (<https://innova.lumasenseinc.com/manuals/1412i/>, „staženo dne: 17. 6. 2020“).



Obrázek č. 9 - Měřicí přístroj INNOVA 1412,

zdroj: <https://innova.lumasenseinc.com/manuals/1412i/> („staženo dne: 17. 6. 2020“)

Princip samotného měření je založen na fotoakustické infračervené detekční metodě. Pokud je tedy plyn schopen absorbovat infračervené záření, může být jeho koncentrace pomocí tohoto přístroje změřena. V karuselu s filtry je instalováno pět optických filtrů plus jeden filtr na vodní páru, a tudíž lze selektivně měřit v každém vzorku vzduchu spolu s vodní párou, až pět různých plynů – amoniak, oxid uhličitý, metan, oxid dusný a sirovodík. Přístroj využívá křížovou kompenzaci a díky tomu je schopný také kompenzovat interferenci mezi měřenými plyny. Při tlaku 101 kPa

a teplotě 20 °C se detekční limity plynů pohybují okolo 10^{-2} ppm (tyto jednotky se snadno převádějí na $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$). Naměřená data se zaznamenávají v reálném čase a je možné je v numerické či grafické podobě přenést do osobního počítače ve formátu MS Excel.

Fotoakustická infračervená detekční metoda využívá fotoakustického jevu, kdy je světelná energie transformovaná na energii zvukovou pomocí měřeného plynu, kapaliny nebo pevné látky. Měřený plyn je ve fotoakustické spektrometrii ozářen modulovaným světlem, které má přesně definovanou vlnovou délku. Molekuly jsou poté schopné část světelné energie převést na akustický signál. Signál je detekován pomocí dvou mikrofonů a zesilovačem zesílen.

Protože některé plyny mohou absorbovat infračervené světlo o stejných vlnových délkách, může se stát, že nebude zcela jasné, zda naměřená data patří k jednomu nebo druhému plynu, případně k oběma. Tomu to problému se říká křížová interference. Řešením je začlenění algoritmu křížové kompenzace do přístroje. Pomocí karuselu s filtry tak dochází k redukci interference od ostatních plynů s velmi vysokou přesností (více jak 98 %).

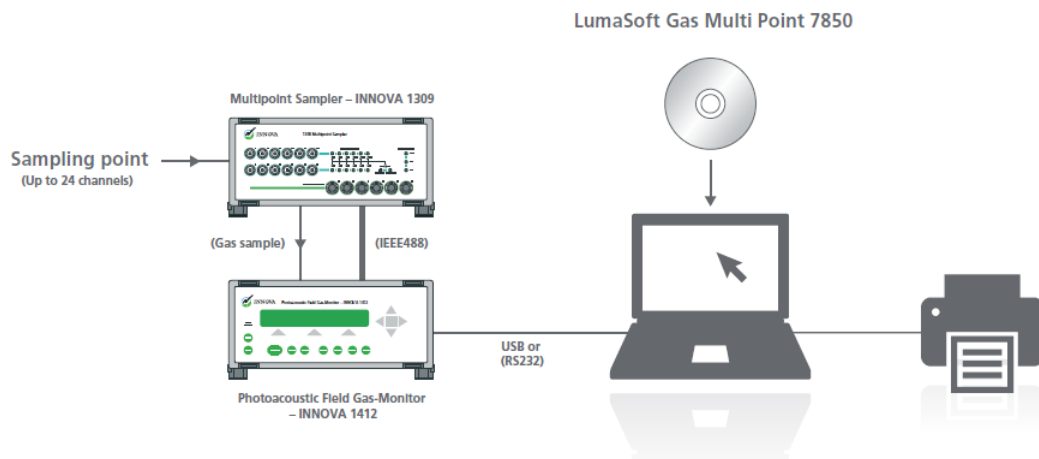
Použitý přepínač INNOVA 1309 Multipoint Samplet je možné využít pro měření vzorků z více míst a to tak, že tento přepínač je schopný odebírat vzorky, pomocí sond a hadiček, až z 12 různých odběrových míst a tyto vzorky odesílat následně do analyzátoru. Přístroj je vidět na obrázku č. 10. Odběrové místo je vždy spojeno s přepínačem pomocí teflonové hadičky o délce až 50 metrů. Tyto jednotlivé hadičky se v přístroji spojují do jednoho místa a třicetým ventilem je řízen odběr jednotlivých vzorků. Vzorek, jak už bylo řečeno výše, je pak odesílán do analyzátoru. Druhou možností je, že je přepnut na výfuk do okolního prostředí a poté nastává proplachování vzorkovacího potrubí. Analyzátor tedy proměřuje daný vzorek a zároveň mezi tím je pomocí výfuku proplachována hadička, která odebírá vzorek. Dále je možné k přístroji připojit šest teplotních čidel. Tyto čidla se umísťují do spodního rohu pod odběrná místa (JELÍNEK a kol., 2011).



Obrázek č. 10 - Přepínač INNOVA 1309,

zdroj: <https://innova.lumasenseinc.com/manuals/historical-manuals/1309/> („staženo dne: 17. 6. 2020“)

Na obrázku č. 11 je pro jednoduchost znázorněno pouze jedno vzorkovací místo. Současně lze provádět až 24 podobných analýz pomocí dvou multiplexerů INNOVA 1309 Multipoint Sampler, nebo je v nabídce i multiplexer s 24 kanály.



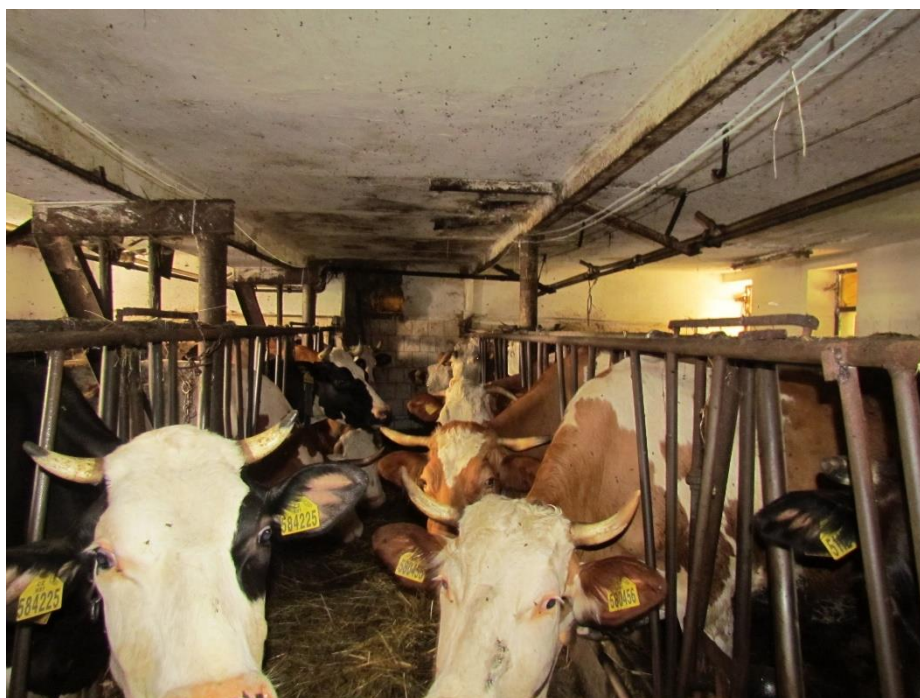
Obrázek č. 11 - Typický vzorkovací systém,

zdroj: <https://innova.lumasenseinc.com/manuals/historical-manuals/1309/> („staženo dne: 17. 6. 2020“)

3.4 Rozmístění měřicích přístrojů

Měřicí sondy z přístroje INNOVA 1412 budou rozmístěny po stáji tak, aby bylo možné provést objektivní měření, což znamená, že sondy budou odebírat vzorky vzduchu z pěti různých míst ve stáji.

Čidla a sondy použité k měření budou ve stáji umístěny na různých místech, aby byla maximální pravděpodobnost naměření odlišných hodnot. Sondy určené k měření uvnitř stáje budou umístěny přibližně nad hlavami chovaného skotu. Jelikož ustájení skotu je vazného typu, vychází rozmístění sond blízko hran krmné chodby. Přesné umístění sond je vidět na obrázku č. 12. K jejich upevnění a vedení bude možné využít pevných konstrukcí stáje, jako například sloupy či držáky potrubí dojení. Další pomůckou budou pravděpodobně stahovací pásy a provázky. Výše umístění sond bude mimo dosah zvířat, aby nedošlo k jejich poškození a zmaření měření. To odpovídá výšce cca 2 m nad zemí.



Obrázek č. 12 - Vedení sond nad zvířaty

Měřicí přístroj INNOVA 1412 spolu s přepínačem odběrných míst INNOVA 1309 bude umístěn mimo vnitřní prostor stáje tak, aby nedošlo k jeho poškození zvířaty. Bude tedy mimo jejich dosah, stejně jako bude chráněn před povětrnostními

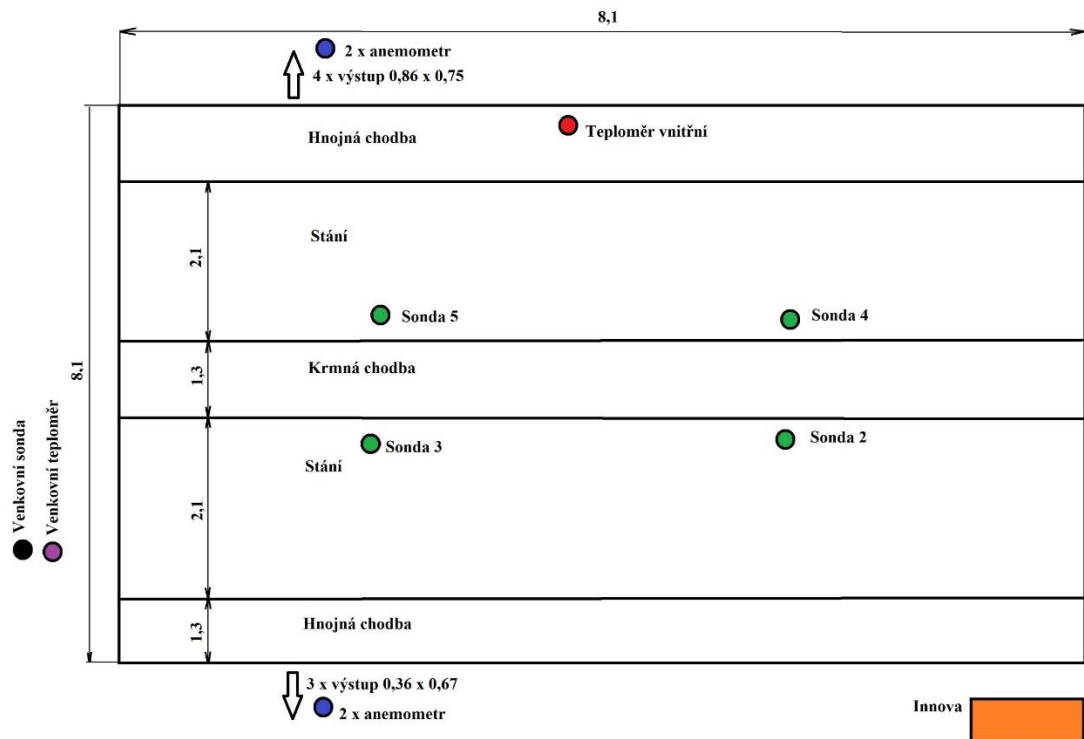
a dalšími vlivy počasí. To zajistí zastřešení a také mobilní plechová izolovaná skříň, ve které budou tyto dva přístroje umístěny (viz obrázek č. 13).



Obrázek č. 13 - Umístění skříně a stojanu s cívkami

V již zmiňované skříně bude spolu s měřicími přístroji umístěn také přenosný počítač, který je nezbytnou součástí pro provedení měření. Jeho prvotním úkolem je zaznamenávat naměřené údaje, a to sekvenčním způsobem. Následně se naměřené hodnoty budou přenášet do programu Excel. Měření koncentrace amoniaku bude probíhat za využití celkem pěti odběrných sond. Sondy označené čísly 2 až 5 budou umístěny uvnitř stáje, jak je popsáno výše. Sonda označená číslem 1 bude sloužit jako kontrolní neboli vstupní. Z toho důvodu bude umístěna v podobné výšce jako ostatní sondy, avšak mimo stáj. Schéma rozmístění přístrojů je znázorněno na obrázku č. 14.

Pro výpočet výrobní měrné emise budou použita data z kanálu s nejvyšší koncentrací amoniaku a metanu (celkem se použijí čtyři sondy).



Obrázek č. 14 - Rozmístění měřicích přístrojů

3.5 Proudění vzduchu ve stáji

Co se týká dalších přístrojů, konkrétně anemometrů Testo 435, ty budou rozmístěny v blízkosti výstupů ze stáje, tedy oken (viz obrázek č. 15). Jejich úkolem bude měřit rychlost proudění vzduchu. K upevnění budou opět sloužit provázky a stahovací pásky. Prostor pro výměnu vzduchu ve stáji tvoří okna, dveře a vstup do krmné chodby. Celková plocha těchto otvorů činí 9,28 m². Kromě toho je uprostřed krmné chodby umístěn komín pro odvod par. Dva anemometry budou umístěny u oken o rozměrech 0,36 x 0,67 m. Další dva budou využívat okna s rozměry 0,86 x 0,75 m.

Pro výpočet výrobní měrné emise budou použita data z anemometru s nejvyšší rychlostí proudění vzduchu (celkem se použijí čtyři přístroje – viz obrázek č. 14).



Obrázek č. 15 - Upevnění sondy anemometru

3.6 Měření teploty

Teploměry pro provedení měření budou umístěny na dvou různých místech. Jeden uvnitř stáje, druhý mimo její prostor. Ve stáji bude teploměr umístěn v prostoru hnojné chodby, jak můžeme vidět na obrázku č. 16 ve výšce cca 1 metr nad zemí. Bude umístěn, stejně jako ostatní přístroje, mimo dosah zvířat.

V podobné výšce je umístěn i venkovní teploměr. Je umístěn tak, aby nedošlo k jeho poškození a zkreslení výsledků měření. Podmínky pro nezkraslení výsledků měření jsou uvedeny níže.

V případě, že venkovní teplota přesáhne 30 °C ve stínu, je zapotřebí měřit i teplotu uvnitř stáje. Teploměr určený pro měření musí splňovat minimální rozlišení 0,5 °C. Doplňkové měření teploty venku je prováděno ve výšce 1 metru nad zemí, ve stínu a alespoň 1 metr od stěny haly. To z toho důvodu, aby případné sálání tepla stěnami objektu nemělo na měření vliv. Relativní vlhkost vzduchu měříme tehdy, pokud je okolní teplota stáje nižší než +10 °C. Pokud vyjde hodnota relativní vlhkosti při měření vyšší než 70 %, je zapotřebí provést měření znovu, a to nejdříve za 24 hodin na stejném místě. Pokud i poté bude překročena hranice 70 % relativní vlhkosti, bude měření v tomtéž místě probíhat po dobu 48 hodin (JELÍNEK a kol., 2011).



Obrázek č. 16 - Umístění teploměru a anemometru

3.7 Způsob měření ukazatelů stájového mikroklimatu

Pro zajištění vědeckého významu a objektivity měření hodnot sledovaných ukazatelů mikroklimatu při chovu skotu je nastaveno několik základních pravidel, které je zapotřebí dodržovat.

- Měření bude jednotné pro každou halu používanou k chovu
- Ventilační systém je během měření v běžném provozu dle venkovních podmínek a času krmení skotu
- Ideální teplota vnějšího prostředí je v rozmezí +10 až +30 °C
- O uskutečněném měření je veden záznam
- Používané přístroje musí být dle výrobce či dodavatele pravidelně ověřeny a cejchovány, pak není vyžadována jejich akreditace.

Současná legislativa v oblasti ochrany ovzduší požaduje provádět měření alespoň po dobu 24 hodin. Za tímto účelem jsou využívány metody založené na elektrochemických čidlech, popřípadě metody založené na fotoakustické spektroskopii, které jsou přesnější (JELÍNEK a kol., 2011)

3.8 Výpočet výrobní měrné emise

Naměřené hodnoty se použijí k výpočtu koncentrací amoniaku a průtoku vzduchu, konkrétně půlhodinové průměry těchto sledovaných hodnot. Z těchto průměrů se následně vypočítají hmotnostní toky znečišťující látky. Tyto toky jsou sledovány v $\text{mg} \cdot \text{s}^{-1}$ směrem ven ze stáje i dovnitř. Vypočtená hodnota bude využita k výpočtu výrobní měrné emise amoniaku. Ta je uváděna v $\text{kg NH}_3 \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$.

Podle standardního statického vzorce č. 1 se vypočítá směrodatná odchylka σ .

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

kde:

n - počet průměrovaných hodnot,

x_i - jednotlivé průměrované hodnoty

\bar{x} - aritmetický průměr průměrovaných hodnot.

Dále se z půlhodinových průměrů stanoví hmotnostní toky znečišťující látky ($\text{mg} \cdot \text{s}^{-1}$). Zde se do výpočtu zahrnují půlhodinové průměry koncentrace amoniaku z odběrových míst, od kterých se odečítá koncentrace amoniaku, která se naměří ve vstupujícím vzduchu do měřené oblasti. Pro každý k -tý půlhodinový interval se vypočítá odchylka hmotnostních toků σ_k pomocí 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 - průměrná koncentrace NH_3 z odběrových míst v $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$,

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

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

σ_i , σ_e a σ_Q - odpovídající směrodatné odchylky.

Celkový čtyřadvacetihodinový průměrný hmotnostní tok ($\text{mg} \cdot \text{s}^{-1}$) se určuje pomocí získaných průměrných půlhodinových hmotnostních toků a jejich odchylek. Dále se vypočítá odchylka tohoto celkového průměrného hmotnostního toku σ_{FN} podle vztahu č. 3.

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

Posledním krokem je výpočet výrobní měrné emise amoniaku ($\text{kg}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$) a její odchylka. Tyto hodnoty se vypočítají přeškálováním vypočteného celkového dvaceti čtyř hodinového hmotnostního toku na hmotnostní tok na jeden rok a jedno zvíře (DOLAN a kol., 2018).

4 Vlastní práce

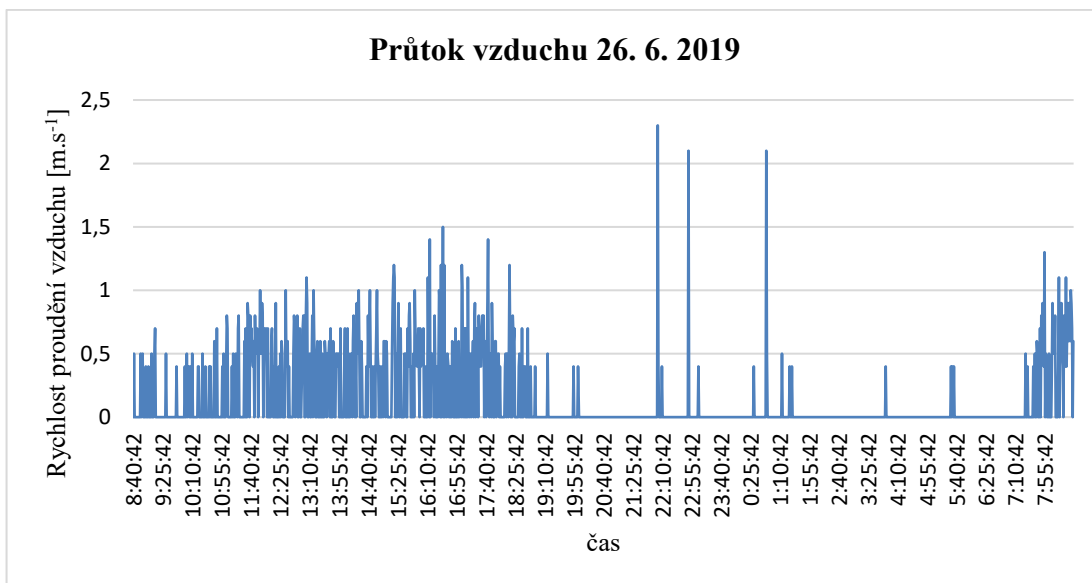
4.1 Vlastní měření

Vlastní měření se uskutečnilo na rodinné farmě Františka Rouhy ve Velešíně, ve stáji určené skotu s tržní produkcí mléka. Měření probíhalo opakovaně, ve třech různých termínech. Konkrétně byla měření započata 26. 6. 2019, 17. 9. 2019 a 16. 1. 2020 dopoledne. Měření byla vždy ukončena následující den, minimálně po 24 hodinách. To z důvodu, aby byla získána data z různých období roku. Ve všech třech termínech byl dodržen limit měření 24 hodin, tím byl splněn jeden z požadavků na správné provedení měření a získání dat. Ve stáji, kde bylo prováděno měření, je 15 stání a všechna byla obsazena jak během měření, tak během celého roku. Během dne probíhala běžná denní činnost, jako je odkliz zbytků krmení, návoz nového krmení, odkliz chlévské mrvy, dojení a stlaní. Během měření nedošlo k otelení žádné z krav ustájených v měřeném prostoru.

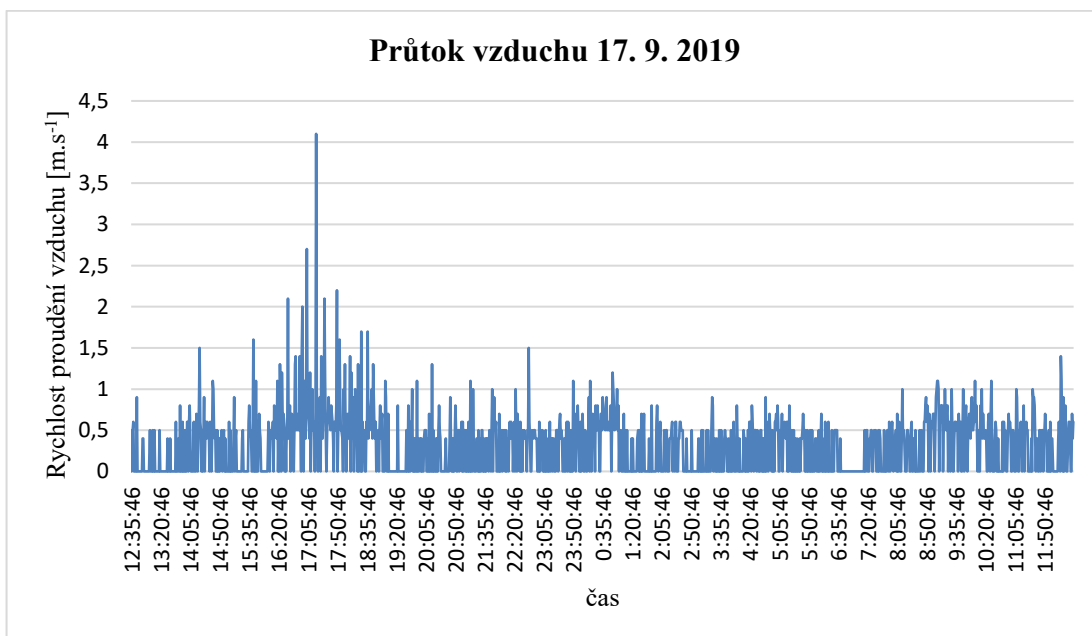
Odběr vzorků byl realizován za použití měřicího přístroje INNOVA 1412 a přepínač odběrných míst Multipoint samplet INNOVA 1309. Pro odběr vzorků klimatu bylo použito celkem pět sond po celou dobu provádění měření. Čtyři sondy byly umístěny uvnitř stáje, jedna mimo stáj. V odběrných místech byly instalovány koncovky vyrobené z plastu. Nasazeny byly na teflonové hadičky, které disponují dostatečnou délkou i pro měření větších prostorů a staveb. Tyto hadičky jsou pro transport navinuty na kotoučích. Pro měření byla odvinuta dostatečná délka hadiček, kotouč se zbytkem byl umístěn na stojan v blízkosti přístrojů INNOVA, a druhý konec hadičky spojen s přepínačem odběrných míst Multipoint samplet INNOVA 1309. Odběrná místa byla vybrána podle metodiky práce.

Následovalo rozmístění ostatních přístrojů, potřebných a vybraných k měření dalších doplňujících hodnot, konkrétně teploty a vlhkosti uvnitř i mimo stáj a rychlost a směr proudění vzduchu. Byly to měřicí přístroje LOGGER S3120 a Commeter D4141 vybrané k měření a zaznamenání teplot. Posledním použitými přístroji byly anemometry Testo435 určené pro monitoring a zaznamenávání proudění vzduchu. Stejně jako předešlé přístroje i tyto byly osazeny na předem vybraná místa, tedy do oken. Průběhy proudění a rychlosti vzduchu jsou znázorněny na obrázcích č. 17, 18 a 19. Můžeme pozorovat, že po většinu času panovaly klidné podmínky,

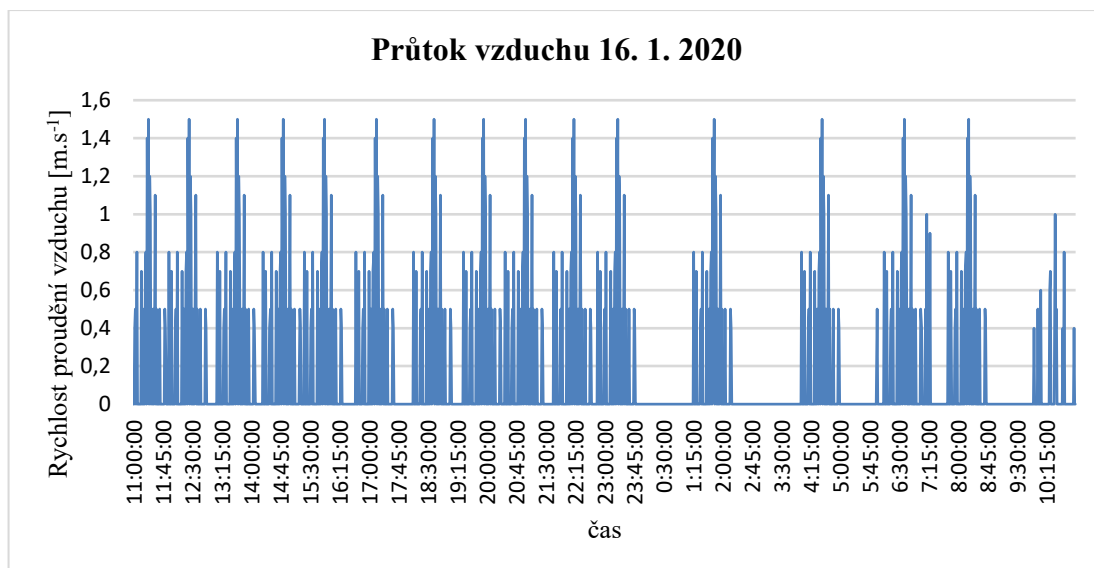
chvílemi úplně bezvětří. Lednové měření ukázalo téměř periodicky se opakující hodnoty, zatímco výsledky z června a září jsou mnohem více rozmanité. Průměrná rychlost proudění vzduchu v červnu byla $0,146 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, v září $0,319 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a v lednu $0,177 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Otvor pro výstup vzduchu při měření měl plochu $0,2412 \text{ m}^2$.



Obrázek č. 17 – Graf proudění vzduchu měřené anemometrem dne 26. 6. 2019



Obrázek č. 18 – Graf proudění vzduchu měřené anemometrem dne 17. 9. 2019



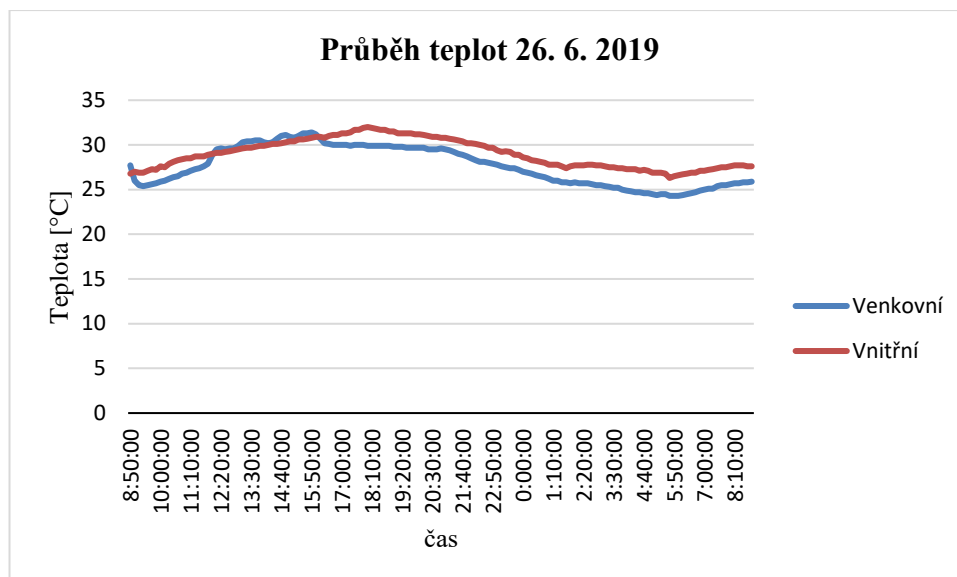
Obrázek č. 19 – Graf proudění vzduchu měřené anemometrem dne 16. 1. 2020

4.2 Naměřené teploty a vlhkosti

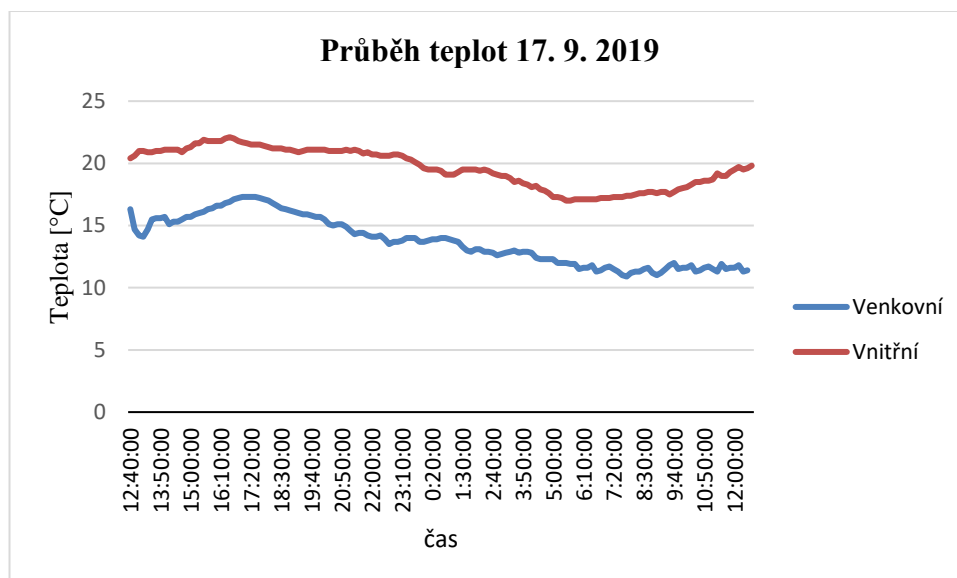
Pro získání dat o teplotách a vlhkostech jak uvnitř, tak i mimo stáj byly použity měřicí přístroje LOGGER S3120 a Commeter D4141. Jejich umístění je znázorněno na obrázku č. 14. Hodnoty teplot a vlhkostí získané během tří měření byly zaznamenány a následně zpracovány. Vypočtené průměrné hodnoty a jsou zpracovány do tabulky č. 2. Průběh a porovnání teplot je zaznamenán na obrázcích níže (č. 20, 21 a 22).

Tabulka č. 2 - Průměrné hodnoty teplot a vlhkostí

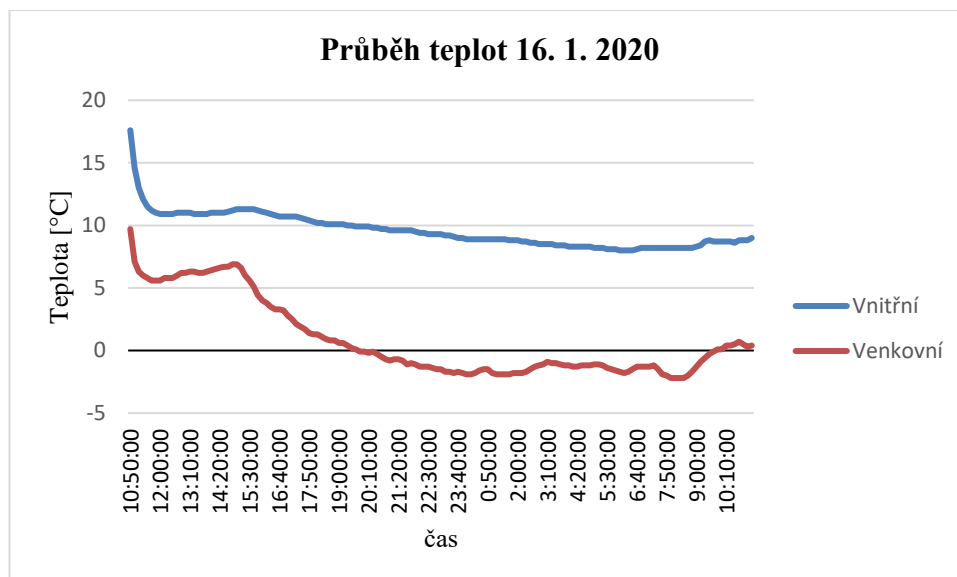
Průměrné hodnoty	Teplota [°C]		Relativní vlhkost [%]	
	venku	uvnitř	venku	uvnitř
26. 6. 2019	27,64	29,00	64,20	73,20
17. 9. 2019	13,74	19,63	58,14	61,80
16. 1. 2020	0,86	9,59	86,61	77,65



Obrázek č. 20 – Graf naměřené teploty dne 26. 6. 2019



Obrázek č. 21 – Graf naměřené teploty dne 17. 9. 2019



Obrázek č. 22 – Graf naměřené teploty dne 16. 1. 2020

4.3 Koncentrace metanu a amoniaku

Pro získání hodnot koncentrace těchto plynů bylo využito již zmíněných pět sond. Vypočtené průměry zaznamenaných hodnot vybraných plynů jsou v tabulkách níže. Každá tabulka je věnována jednomu realizovanému měření. V tabulce č. 3 vidíme výsledky z měření provedeného 26. 6. 2019, v tabulce č. 4 výsledky ze 17. 9. 2019 a do tabulky č. 5 jsou zpracovány výsledky z měření provedeného 16. 1. 2020.

Tabulka č. 3 - Průměrné koncentrace dne 26. 6. 2019

26. 6. 2019	Průměrná koncentrace metanu [mg.m ⁻³]	Průměrná koncentrace amoniaku [mg.m ⁻³]
Číslo sondy		
1	4,7377	3,7369
2	107,1653	7,1777
3	106,1715	7,4416
4	118,1028	8,0252
5	102,2039	7,3628

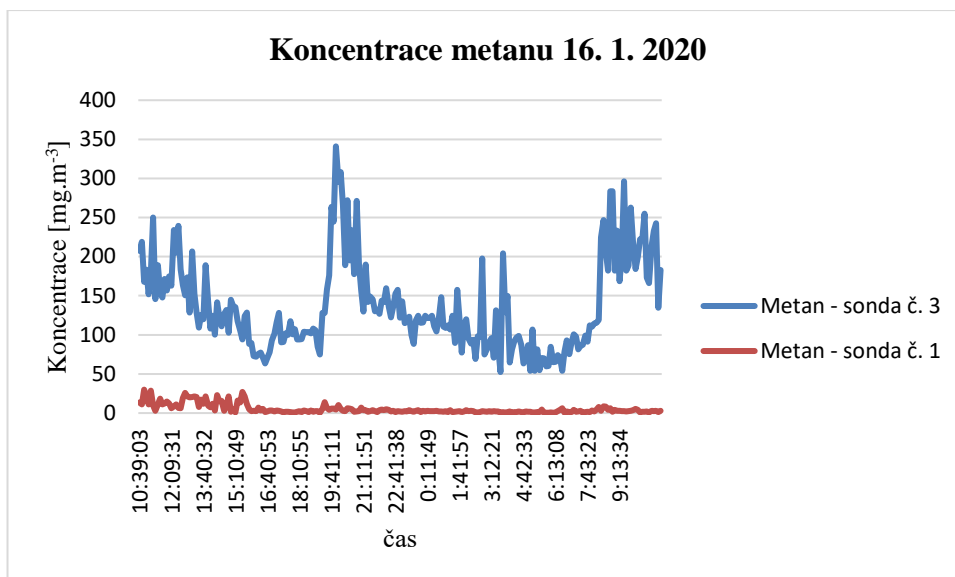
Tabulka č. 4 - Průměrné koncentrace dne 17. 9. 2019

17. 9. 2019	Průměrná koncentrace metanu [mg.m ⁻³]	Průměrná koncentrace amoniaku [mg.m ⁻³]
Číslo sondy		
1	3,2858	2,2840
2	62,5135	4,0374
3	71,4308	4,1926
4	83,5590	4,8153
5	88,8325	5,1747

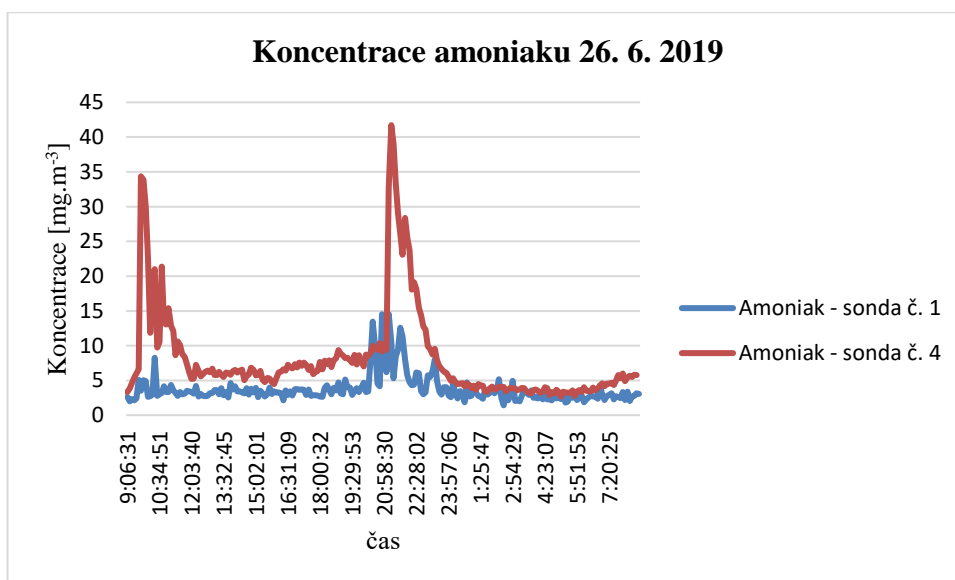
Tabulka č. 5 - Průměrné koncentrace dne 16. 1. 2020

16. 1. 2020	Průměrná koncentrace metanu [mg.m ⁻³]	Průměrná koncentrace amoniaku [mg.m ⁻³]
Číslo sondy		
1	5,0785	1,4646
2	63,3926	4,0195
3	136,0385	7,9523
4	123,5634	7,4399
5	120,1592	6,9236

Z tabulek jsou patrné relativně vysoké koncentrace plynů produkovaných zvířaty. Podle předpokladů nejnižší koncentrace byla naměřena sondou č. 1, která odebírala vzorky vzduchu na vstupu. Průběh nejvyšší koncentrace metanu je znázorněn na č. 5. Stejně tak můžeme vidět průběh nejvyšší koncentrace amoniaku na č. 7. V obou případech je průběh porovnáván s hodnotami vstupního vzduchu konkrétního měření, u metanu tedy z 16. 1. 2020 a u amoniaku z 26. 6. 2019.



Obrázek č. 23 – Graf průběh nejvyšší koncentrace metanu



Obrázek č. 24 – Graf průběh nejvyšší koncentrace amoniaku

4.4 Konečné vypočtené hodnoty výrobní měrné emise všech tří měření

Výsledné vypočtené hodnoty ze všech tří provedených měření jsou zpracována do tabulek č. 6, 7 a 8.

Tabulka č. 6 – Výsledné hodnoty 26. 6. 2019

Koncentrace NH ₃	jednotka	průměr	maximální	minimální
vstupní	[mg · m ⁻³]	3,737	14,54	1,416
vnitřní		8,0253	41,717	2,6713
rozdíl		4,2883		
Teplota	[°C]			
venkovní		27,6	31,4	24,3
vnitřní		29	32	26,3
Relativní vlhkost	[%]			
venkovní		64,2	78,7	40,7
vnitřní		73,2	95,2	46,9
Atmosférický tlak	[hPa]	960,2	963,33	958,53
Průtok	[m ³ · s ⁻¹]	0,572 ± 0,03		
Průměrný hm. tok	[mg · s ⁻¹]	2,198 ± 0,16		
Výrobní měrná emise	[kg NH ₃ · ks ⁻¹ · rok ⁻¹]	4,62 ± 0,34		
metan				
Koncentrace CH ₄	jednotka	průměr	maximální	minimální
vstupní	[mg · m ⁻³]	3,1764	14,044	0,0186
vnitřní		117,1595	339,04	8,0831
rozdíl		113,9831		
Teplota	[°C]			
venkovní		27,6	31,4	24,3
vnitřní		29	32	26,3
Relativní vlhkost	[%]			
venkovní		64,2	78,7	40,7
vnitřní		73,2	95,2	46,9
Atmosférický tlak	[hPa]	960,2	963,33	958,53
Průtok	[m ³ · s ⁻¹]	0,524 ± 0,029		
Průměrný hm. tok	[mg · s ⁻¹]	48,787 ± 3,086		
Výrobní měrná emise	[kg CH ₄ · ks ⁻¹ · rok ⁻¹]	102,57 ± 6,49		

Tabulka č. 7 – Výsledné hodnoty 17. 9. 2019

Koncentrace NH ₃	jednotka	průměr	maximální	minimální
vstupní	[mg · m ⁻³]	2,291	12,639	0,8867
vnitřní		5,178	29,508	2,0205
rozdíl		2,887		
Teplota	[°C]			
venkovní		13,7	17,3	10,9
vnitřní		19,6	22,1	17
Relativní vlhkost	[%]			
venkovní		58,1	74	45,3
vnitřní		61,9	76	45,7
Atmosférický tlak	[hPa]	954,35	957,47	952,22
Průtok	[m ³ · s ⁻¹]	1,217 ± 0,037		
Průměrný hm. tok	[mg · s ⁻¹]	3,492 ± 0,189		
Výrobní měrná emise	[kg NH ₃ · ks ⁻¹ · rok ⁻¹]	7,34 ± 0,4		
metan				
Koncentrace CH ₄	jednotka	průměr	maximální	minimální
vstupní	[mg · m ⁻³]	3,3406	18,883	0,1148
vnitřní		88,6724	315,9	4,8998
rozdíl		85,3318		
Teplota	[°C]			
venkovní		13,7	17,3	10,9
vnitřní		19,6	22,1	17
Relativní vlhkost	[%]			
venkovní		58,1	74	45,3
vnitřní		61,9	76	45,7
Atmosférický tlak	[hPa]	954,35	957,47	952,22
Průtok	[m ³ · s ⁻¹]	1,217 ± 0,037		
Průměrný hm. tok	[mg · s ⁻¹]	95,424 ± 4,413		
Výrobní měrná emise	[kg CH ₄ · ks ⁻¹ · rok ⁻¹]	200,62 ± 9,28		

Tabulka č. 8 – Výsledné hodnoty 16. 1. 2020

Koncentrace NH ₃	jednotka	průměr	maximální	minimální
vstupní	[mg · m ⁻³]	1,4784	11,945	0,4494
vnitřní		7,4674	76,627	0,6905
rozdíl		5,989		
Teplota	[°C]			
venkovní		0,9	9,7	-2,2
vnitřní		5,8	9,9	3,4
Relativní vlhkost	[%]			
venkovní		86,6	92,8	57,7
vnitřní		77,3	100	54,9
Atmosférický tlak	[hPa]	953,6	961,65	947,8
Průtok	[m ³ · s ⁻¹]	0,229 ± 0,012		
Průměrný hm. tok	[mg · s ⁻¹]	1,632 ± 0,21		
Výrobní měrná emise	[kg NH ₃ · ks ⁻¹ · rok ⁻¹]	3,43 ± 0,44		
metan				
Koncentrace CH ₄	jednotka	průměr	maximální	minimální
vstupní	[mg · m ⁻³]	5,1538	29,96	0,3588
vnitřní		134,2664	340,99	52,473
rozdíl		129,1126		
Teplota	[°C]			
venkovní		0,9	9,7	-2,2
vnitřní		5,8	9,9	3,4
Relativní vlhkost	[%]			
venkovní		86,6	92,8	57,7
vnitřní		77,3	100	54,9
Atmosférický tlak	[hPa]	953,6	961,65	947,8
Průtok	[m ³ · s ⁻¹]	0,229 ± 0,012		
Průměrný hm. tok	[mg · s ⁻¹]	30,495 ± 1,709		
Výrobní měrná emise	[kg CH ₄ · ks ⁻¹ · rok ⁻¹]	64,11 ± 3,59		

5 Diskuse

Odpovědi na otázky z cíle práce:

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

Ano, závisí. Důvodů je hned několik. Zemědělské provozy, které se zabývají živočišnou výrobou, mají různé dispozice a z toho plynoucí praktiky a strategie chovu. Každá z používaných technologií je specifická a skýtá výhody i nevýhody. Dispozice měřené stáje je poměrně omezená, jelikož byla budována v devadesátých letech ve městě, v řadově zástavbě. Tehdy se jako jediná možnost jevílo vazné ustájení skotu a provádění veškerých prací ručně. Proto je stáj málo vzdušná, na což tehdy nebyl brán takový zřetel. Tomu odpovídají i naměřené hodnoty koncentrace amoniaku, kdy nejvyšší činila $8,0252 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$. Ve stájích s hlubokou podestýlkou, při splnění stejných podmínek a stejného počtu zvířat, bych naměřil koncentrace amoniaku nižší. To z toho důvodu, že sláma v hluboké podestýlce disponuje velkou schopností redukce a částečné vazby plynů. Přestože se nejedná o používání bezstelivové technologie, množství používaného steliva je v aktuální chvíli nižší, takže možnost absorpce plynů klesá. Fakt, že k odklizení chlévské mrvy dochází přibližně ve dvanáctihodinových intervalech, má také vliv na naměřené koncentrace amoniaku.

Dalším faktorem ovlivňujícím kvantum vyprodukovaného amoniaku je cirkulace vzduchu a možnost výměny vzduchu ve stáji. To souvisí s celkovou vzdušností stáje, kterou ovlivňují další faktory. Mezi ně patří vnitřní teploty a vlhkosti a celkový stav mikroklima, které mohou být úzce spjaty s konečnou výrobní měrnou emisí.

Tyto skutečnosti mají s jistotou dopad na zdravotní stav zvířat, s tím související schopnost reprodukce a kvantitu i kvalitu produkce. Dnes často zmiňovaný termín welfare chovaných zvířat souvisí právě s využitou technologií chovu a má tak spojitost i s tím, v jakých koncentracích se produkované plyny ve stáji nacházejí.

Porovnání: Pro porovnání výsledků z mé diplomové práce vybral autory, kteří prováděli měření v chovech s tržní produkcí mléka stejně jako já. Vybral jsem tedy autory ŠÍMA (2019) v místě Žišov, POSPÍCHAL (2018) v Lipí a ŠIMKOVÁ (2015) na statku JU. Porovnával výsledky těchto autorů s mými třemi měřeními ve

Velešíně. Pro porovnání emisí amoniaku jsem využil také odbornou publikaci autora BROUČEK (2015).

Tabulka č. 9 – Porovnání výrobní měrné emise v chovech s tržní produkcí mléka

Porovnání výrobní měrné emise v chovech skotu s tržní produkcí mléka [kg plynu. ks ⁻¹ . rok ⁻¹]							
Sledovaný plyn	Velešín 6/2019	Velešín 9/2019	Velešín 1/2020	Žišov 2019	Žišov 2018	Lipí 2018	Statek JU 2015
Metan CH ₄	4,62	7,34	3,43	0,26	3,49	2,28	2,12
Amoniak NH ₃	102,57	200,62	64,11	8,19	0,17	22,41	70,50

Poměrně velké rozdíly můžeme vidět z tabulky č. 9 již z výsledků naměřených ve Velešíně. Za rozdíly v měrné výrobní emisi amoniaku (4,62; 7,34; a 3,43 kg.ks⁻¹.rok⁻¹) určitě nemůže rozdílný počet kusů, jelikož ten je neměnný (při měření byla vždy všechna stání obsazena), ani čas měření, protože všechna měření probíhala stejně dlouho. Naopak vliv na rozdíly v měřeních mohly mít rozdílné průměrné vlhkosti (73,2; 61,9 a 77,3 %) a průměrné vnitřní teploty, konkrétně 29,0; 19,6 a 5,8 °C. V porovnání s ostatními autory vychází všechny výrobní měrné emise metanu ve Velešíně vyšší. Rychlost proudění byla zaznamenána ve většině případů nižší, pouze měření ze září 2019 ukázalo vyšší hodnoty než u autora ŠÍMY (2019) a to o 0,548 m³.s⁻¹.

V případě porovnání výrobních měrných emisí u amoniaku jsou vidět mnohem větší rozdíly. Téměř všechna měření ve Velešíně ukázala vyšší hodnoty než ostatní porovnávané výsledky. Pouze výsledné výrobní měrné emise amoniaku u ŠIMKOVÉ (2015) v porovnání s měřením v lednu 2020 ve Velešíně vyšly vyšší a to o 6,39 kg.ks⁻¹.rok⁻¹. Tam se však jednalo o experiment s uzavřením tří kusů krav na tři dny do uzavřené stáje. Téměř s jistotou takto vysoké hodnoty souvisí s malou vzdušností stáje. Celkově je jasně vidět, že technologie chovu, parametry stáje

a způsob manipulace, ať už s krmivem nebo s chlévskou mrvou má na emise negativní vliv, protože je zvyšuje.

Pro porovnání s chovem skotu s masnou produkcí jsem využil diplomovou práci autora ŠEBELKY (2019). Technologie chovu jím měřeného podniku je oproti mnou zvolenému hodně rozdílná. Zvířata jsou chována volně a stáj, kde probíhalo měření, funguje pouze jako zimoviště. Zvířata přezimují na hluboké podestýlce, která je navíc ošetřena přípravkem SOP. Ten slouží k vytvoření fermentačního procesu, čímž v konečném důsledku dochází ke snížení koncentrace amoniaku. Všechny výsledné hodnoty výrobních měrných emisí metanu ve Velešíně jsou vyšší oproti výsledným hodnotám tohoto autora. Výsledné výrobní měrné emise metanu jeho měření $0,21 \text{ kg.ks}^{-1}.\text{rok}^{-1}$ v porovnání se mnou naměřenými (v rozmezí $3,43$ až $7,34 \text{ kg.ks}^{-1}.\text{rok}^{-1}$) jsou opravdu nízké. Ještě markantnější rozdíl je u výsledných emisí amoniaku, kdy ŠEBELKA uvádí $0,98 \text{ kg.ks}^{-1}.\text{rok}^{-1}$. Výsledné měrné emise amoniaku naměřené ve Velešíně v rozmezí $64,11$ až $200,62 \text{ kg.ks}^{-1}.\text{rok}^{-1}$ jsou nepoměrně vyšší. Autor BROUČEK (2015) uvádí, že produkce amoniaku se odvíjí od aktuální fáze laktace, stupně užitkovosti a také podnebí. Vysoce užitkové krávy ve fázi nejvyšší laktace, chované v tropech produkují přibližně 430 g CH_4 denně. Z toho po přepočtu vychází výsledné měrné emise amoniaku $156,95 \text{ kg.ks}^{-1}.\text{rok}^{-1}$. V porovnání s měřeními provedenými ve Velešíně je tato hodnota nižší než výsledné měrné emise ze zářijového měření. Ostatní dva výsledky však převyšuje. Z toho lze usuzovat, že výsledné hodnoty nejsou nutně tak abnormální, jak by se mohlo na první pohled zdát.

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

Ne nesplňuje. Všechny tři výsledné hodnoty převyšují předpis, kdy podle Nařízení vlády ČR č. 294/2011 sb. je nejvyšší povolená hodnota emisního faktoru $10 \text{ kg NH}_3.\text{ks}^{-1}.\text{rok}^{-1}$. Farma se maximálně snaží dodržovat podmínky „správné zemědělské praxe“. Skladování nebezpečných látek jako jsou pohonné hmoty a statková hnojiva je ošetřeno havarijním plánem. Ten funguje jako součást opatření v případě úniku škodlivých látek do okolního prostředí. Řeší jednotlivé škodlivé látky a možné cesty jejich úniku, dále způsoby řešení těchto situací a stanovuje způsob hlášení, a nakonec také odstranění následků těchto situací.

Přípravky určené pro ochranu rostlin jsou řádně evidovány a skladovány dle zásad „Správné zemědělské praxe“ tak, aby byla dodržena maximální bezpečnost. Pracovníci jsou pravidelně proškolení, jak s těmito přípravky zacházet, stejně jako s havarijním plánem. Náhlý úhyn zvířat je řešen neodkladně, a to kontaktováním kafilerie tak, aby bylo zvíře nejdéle do druhého dne odvezeno k likvidaci. Likvidace odpadů produkovaných při zemědělské činnosti je řešena smluvním vztahem s firmou, která se likvidací těchto odpadů zabývá.

Pozemky, na kterých farma hospodaří, mají různou dispozici, a proto jsou na nich používána protierozní opatření, která souvisí s rozmístěním jednotlivých plodin a jejich zařazením do osevních postupů. Tam, kde jsou pozemky svažité, jsou trvalé travní porosty (TTP) určené pro výrobu objemných krmiv. Na pozemcích mírně svažitých se pěstují pouze obilniny a jeteloviny. Širokořádkové plodiny se pak pěstují pouze na pozemcích, které k půdní erozi nejsou náchylné.

Dalším důležitým bodem je také skutečnost, že některé pozemky se nacházejí v ochranném pásmu vodního zdroje VN Římov. Proto jsou zde dodržovány podmínky hospodaření dle zpřísněných kritérií.

Zvířata, která jsou na farmě chována, mají stálý přístup k vodě a krmivo je jim podáváno v dostatečném množství a kvalitě.

Závěr

Cílem této diplomové práce bylo změřeni emisí zátěžových plynů, které negativně ovlivňují životní prostředí. V zemědělství by se tato otázka měla řešit stejně jako v jiných odvětvích. Je totiž velmi intenzivně propojeno s přírodou, je její součástí a zároveň i utváří její podobu. Aby lidé mohly přírodu dále využívat, je zapotřebí se k ní a k životnímu prostředí chovat s respektem tak, aby docházelo, k co nejmenšímu poškození. A to za aktivního využívání nejlepších dostupných technologií.

Vlastní měření probíhalo v podmínkách běžného provozu na farmě pana Františka Rouhy. Z výsledků lze definovat doporučení pro praxi hlavně v oblasti vzdušnosti stáje. Aktuálně je stáj velmi uzavřená a nedochází k takové výměně ovzduší, jak by bylo zapotřebí. Tento nedostatek lze odstranit použitím ventilátorů, což je jednodušší možnost oproti přestavbě stáje. Tímto způsobem však nesnižujeme množství emisí, ale měníme mikroklima stáje. To se projevuje na celkové produkci chovaných zvířat. Snížení emisí je možné docílit úpravou podávaných krmiv, popřípadě vody. Zde jde hlavně o kvalitu. Krmení a jeho dávkování je upravováno za cílem co možná nejvyšší užitkovosti a s tím souvisí i množství produkovaných emisí. Jde tedy o to nalézt určitý kompromis.

Seznam použité literatury

- BRADE W., & LEBZIEN P. (2008). Reduzierungspotentiale für treibhausgase in der tierernährung und tierhaltung. In BMELV Moderne Tiernährung – sicher, effizient und klimaschonend. *Tagungsband*. Braunschweig, 13/14, November 2008 (pp. 45–46). Bonn: BMELV. ISSN 1867-6154
- BROUČEK J. (2018). Nitrous oxide production in ruminants – A review. *Animal Science Papers and Reports*. Institute of Genetics and Animal Breeding, Jastrzębiec, Poland, vol. 36, no. 1, p. 5 – 19. ISSN 0860-4037
- 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.
- CENKA M. (2001). *Obnovitelné zdroje energie*, 2. upravené a doplněné vydání, FCC Public, 2001. 208 s. ISBN 80-901985-8-9
- DOHNAL J. (2017). *Měření koncentrací skleníkových plynů*. Diplomová práce. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Vedoucí práce: doc. Ing. Petr Bača, Ph.D.
- 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
- ELLIS J. L., KE BRE AB E., ODONGO N. E. (2009). Modeling methane production from beef cattle using linear and nonlinear approaches. *Journal of Animal Science*, vol. 87, no. 5, p. 1334–1345. DOI: 10.2527/jas.2007-0725.
- FRELICH J. (2001) *Chov skotu*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 211 s. ISBN 80-7040-512-0.
- GÁLIK R. a kol., (2015). *Technika pre chov zvierat*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. 253 s. ISBN 978-80-552-1407-8.
- 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 s. ISBN: 978-80-7375-120-3
- HRISTOV A. N., OH J., FIRKINS J., DIJKSTRA J., KEBREAB E., WAGHORN G., MAKKAR H. P. S., ADESOGAN A. T., YANG W., LEE C., GERBER P. J.,

HENDERSON B., TRICARICO J. M. (2013). Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: I. A review of enteric methane mitigation options. *Journal of Animal Science*, vol. 91, no. 11, p. 5045-5069. DOI:10.2527/jas.2013-6583.

HUBÁČEK J. (1988). *Chemie pro vysoké školy zemědělské*, Praha: Státní zemědělské nakladatelství 1988, 767 s.

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., DĚDINA M. (2006): *Příručka pro zavedení zásad správné zemědělské praxe pro potřeby procesu IPPC ve velkochovech hospodářských zvířat*. Dostupné z: <http://svt.pi.gin.cz/vuztweb/doc/clanky/zivotniprostredi/ippc.pdf?menuid=173>, „staženo dne: 27. 11. 2018“.

KALÁČ 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

KRČÁLOVÁ E. (2009). Správná zemědělská praxe v chovech hospodářských zvířat. *Náš chov – Odborný recenzovaný časopis pro chovatele hospodářských zvířat a veterinární lékaře*. Profi Press s. r. o. Praha. Ročník LXIX., č. 5/2009, s. 66 – 70. ISSN: 0027-8068.

KUDRNA V., HOMOLKA P. (2009). *Vliv diety, zejména obsahu dusíkatých látek, na množství a kvalitu mléčné bílkoviny a zdraví dojnic*. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. Praha. Vědecký výbor výživy zvířat, 44 s.

MOLDAN B. (2009). *Podmaněná planeta*. Karolinum, Praha. 416 s. ISBN 978-80-246-1580-6.

PEKÁRKOVÁ R. (2009) *Globální oteplování*. Bakalářská práce. Brno: Masarykova univerzita v Brně, Pedagogická fakulta, 40 s. Vedoucí bakalářské práce: Prof. RNDr. Vladislav Navrátil, CSc.

POSPÍCHAL L. (2019). *Zhodnocení vybrané "správné zemědělské praxe" ve vybraném provozu s chovem skotu*. Bakalářská práce. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 50 s. Vedoucí bakalářské práce: Ing. Antonín Dolan, Ph.D.

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

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.

SYMON K., BENCKO V. (1988): *Znečištění ovzduší a zdraví*. 1. vyd. Praha: Avicenum, 250 s.

URBAN F. (1997). *Chov dojeného skotu: [reprodukce, odchov, management, technologie, výživa]*. Praha: Apros, 289 s. ISBN 80-901100-7-x

WEBB J., MENZI H., PAIN B. F., MISSELBROOK T. H., DAMMGEN U., HENDRIX H., DOHLER H., (2005). Managing ammonia emissions from livestock production in Europe. *Environmental Pollution*, vol. 135, no. 3, p. 399–406., ISSN: 0269-7491

Přehled webových stránek

<https://www.zootechnika.cz/clanky/chov-skotu/chov-obecne-/historie-chovu-skotu-v-cechach-a-na-morave.html>, „staženo dne: 18. 2. 2020“

<http://www.enviweb.cz/eslovník/269>, „staženo dne: 20. 2. 2020“

<https://www.samosebou.cz/dictionary/zivotni-prostredi/>, „staženo dne: 20. 2. 2020“

<http://vzdelavani.brontosaurus.cz/pro-organizatory/ekologickavychova/106-zakony-o-ivotnim-prostedi-v-r.html>, „staženo dne: 12. 6. 2020“

https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/1337AF598BE48C81C1256B8400433DCC/%24file/Z%2076_2002.pdf, „staženo dne: 15. 6. 2020“

<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2002-86#cast1>, „staženo dne: 15. 6. 2020“

https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/B6817F9601414A26C125755200380CB6/%24file/Z%2025_2008.pdf, „staženo dne: 15. 6. 2020“

[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/chov_hospodarskych_zvirat_metodicky_pokyn/\\$FILE/000-MP_chovy-20180216.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/chov_hospodarskych_zvirat_metodicky_pokyn/$FILE/000-MP_chovy-20180216.pdf), „staženo dne: 15. 6. 2020“

<https://www.mzp.cz/cz/emas>, „staženo dne: 16. 6. 2020“

<http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi>, „staženo dne: 16. 6. 2020“

<https://chmibrno.org/blog/2018/08/23/imisni-limity-co-znamenaji-a-jak-je-interpretovat/>, „staženo dne: 16. 6. 2020“

<http://www.ovzdusi-brno-jm.cz/index.php/2017/07/20/emise-nebo-imise>, „staženo dne: 16. 6. 2020“

<https://chmibrno.org/blog/2018/08/23/imisni-limity-co-znamenaji-a-jak-je-interpretovat/>, „staženo dne: 16. 6. 2020“

<http://ekotym.zsslivenec.cz/2018/03/05/co-vsechno-ovlivni-to-co-si-vybereme-k-obedu/>, „staženo dne: 17. 6. 2020“

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Carbon_cycle-cute_diagram.svg, „staženo dne: 17. 6. 2020“

https://www.irz.cz/sites/default/files/latky/Oxid_dusny.pdf, „staženo dne: 18. 6. 2020“

https://skepticalscience.com/arg_vapor_cz.htm, „staženo dne 18. 6. 2020“

https://cs.wikipedia.org/wiki/Kolob%C4%9Bh_vody, „staženo dne: 18. 6. 2020“

<http://www.enviweb.cz/98297>, „staženo dne: 17. 6. 2020“

<https://eshop.micronix.cz/merici-technika/neelektricke-veliciny/teplota-a-vlhkost/vlhkomery-s-teplomerem/se-zaznamem/d3121.html>, „staženo dne: 17. 6. 2020“

<https://marcomplet.cz/zbozi/produkt-9007/comet-system-comet-commeter-d4141-2-teplomer-vlhkomer-barometr-adatalogger-s-externi-sondou-t-plus-rh-na-kabelu-2-metry.html>, „staženo dne: 17. 6. 2020“

<https://www.testo.com/cz-CZ/testo-435-4/p/0563-4354>, „staženo dne: 17. 6. 2020“

https://www.revizeshop.cz/fotky29448/fotos/29448_764__vyr_7624351a-multifunkcni-merici-pristroj-pro-VAC-500x500.jpg „staženo dne 17. 6. 2020“

<https://www.testo.com/cz-CZ/vrtulkova-sonda-o-16-mm/p/0635-9535>, „staženo dne: 17. 6. 2020“

<https://innova.lumasenseinc.com/manuals/1412i/> „staženo dne: 17. 6. 2020“

<https://innova.lumasenseinc.com/manuals/historical-manuals/1309/> „staženo dne: 17. 6. 2020“

Seznam obrázků

- Obrázek č. 117 - Emise a imise v ovzduší
- Obrázek č. 2 - Skleníkový efekt
- Obrázek č. 3 - Koloběh uhlíku na Zemi
- Obrázek č. 4 - Koloběh vody na Zemi
- Obrázek č. 5 - Schéma hlavních chemických reakcí stratosférického ozonu
- Obrázek č. 6 - Měřicí přístroj LOGGER S3120
- Obrázek č. 7 - Měřicí přístroj Commeter D4141
- Obrázek č. 8 - Měřicí přístroj Testo 435
- Obrázek č. 9 - Měřicí přístroj INNOVA 1412
- Obrázek č. 10 - Přepínač INNOVA 1309
- Obrázek č. 11 - Typický vzorkovací systém
- Obrázek č. 12 - Vedení sond nad zvířaty
- Obrázek č. 13 - Umístění skříně a stojanu s cívkami
- Obrázek č. 14 - Rozmístění měřicích přístrojů
- Obrázek č. 15 - Upevnění anemometru
- Obrázek č. 16 - Umístění teploměrů
- Obrázek č. 17 – Graf proudění vzduchu měřené anemometrem dne 26. 6. 2019
- Obrázek č. 18 – Graf proudění vzduchu měřené anemometrem dne 17. 9. 2019
- Obrázek č. 19 – Graf proudění vzduchu měřené anemometrem dne 16. 1. 2020
- Obrázek č. 20 – Graf naměřené teploty dne 26. 6. 2019
- Obrázek č. 21 – Graf naměřené teploty dne 17. 9. 2019
- Obrázek č. 22 – Graf naměřené teploty dne 16. 1. 2020
- Obrázek č. 23 – Graf průběh nejvyšší koncentrace metanu
- Obrázek č. 24 – Graf průběh nejvyšší koncentrace amoniaku

Seznam tabulek

Tabulka č. 1 - Emisní faktory pro vyjmenované zemědělské zdroje

Tabulka č. 2 - Průměrné hodnoty teplot a vlhkostí

Tabulka č. 3 - Průměrné koncentrace dne 26. 6. 2019

Tabulka č. 4 - Průměrné koncentrace dne 17. 9. 2019

Tabulka č. 5 - Průměrné koncentrace dne 16. 1. 2020

Tabulka č. 6 – Výsledné hodnoty 26. 6. 2019

Tabulka č. 7 – Výsledné hodnoty 17. 9. 2019

Tabulka č. 8 – Výsledné hodnoty 16. 1. 2020

Tabulka č. 9 – Porovnání výrobní měrné emise v chovech s tržní produkcí mléka