

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Zemědělská a dopravní technika

Katedra: Zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Vedoucí katedry: doc. RNDr. Petr Bartoš, 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. Ondřej Šíma

České Budějovice, 2019

# JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

## Zemědělská fakulta

Akademický rok: 2017/2018

### ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Ondřej ŠÍMA  
Osobní číslo: Z17110  
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 změřeni 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. Závisí množství výrobní měrné emise amoniaku na technologii ustájení?
2. Splňuje vybraný provoz podmínky „Správné zemědělské praxe“?

*V práci se zaměřte:*

1. Změřte emise plynů  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  a  $\text{N}_2\text{O}$  ve vybraném zemědělském provozu.
2. Porovnejte emise amoniaku s emisemi těchto plynů v provozech s různou technologií ustájení.
3. Odpovězte na otázky z cíle této práce.
4. Uveďte závěry pro praxi.

Rozsah pracovní zprávy: 40 stran  
Rozsah grafických prací: obrázky, fotografie, grafy 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. (2013). Metodika měření emisí amoniaku (NH<sub>3</sub>) a oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) v chovech prasat ve vztahu k integrované prevenci a omezení znečištění (dále jen IPPC). Celostátní metodika pro MZe ČR dle smlouvy o dílo 217-2013-14312.

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.

PALKOVIČOVA 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“. VÚŽV Praha, ČHMÚ Brno, 13. prosince 2005, s. 105 – 108.

Omezeně internetové zdroje: <https://scholar.google.cz/>; [https://books.google.com/advanced\\_book\\_search](https://books.google.com/advanced_book_search)

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

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

Datum zadání diplomové práce: **30. ledna 2018**  
Termín odevzdání diplomové práce: **15. dubna 2019**

V Českých Budějovicích dne 13. března 2019



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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Budejovická 1940, 370 05 České Budějovice

L.S.



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

### **Prohlášení autora**

Prohlašuji, že v souladu s § 47 b 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:

Podpis studenta

## **Poděkování**

Chtěl bych tímto poděkovat Ing. Antonínu Dolanovi, Ph.D. za cenné připomínky a rady, které mi pomohly k vypracování této diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat rodinné farmě pana Michala Horáka se sídlem v Žišově nedaleko Veselí nad Lužnicí, který mi s ochotou poskytl potřebné prostory pro měření hodnot a získání potřebných informací pro svou vlastní diplomovou práci.

V neposlední řadě bych chtěl poděkovat BAT centru Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích za vypůjčení potřebných měřicích přístrojů.

## **Abstrakt**

Tato diplomová práce je věnována problematice znečištění životního prostředí skleníkovými a zátěžovými plyny ze zemědělské živočišné výroby.

Diplomová práce je zaměřena na změření a stanovení koncentrace emisí plynů amoniaku, metanu, oxidu dusného a oxidu uhličitého ve vybraném provozu s chovem skotu s produkcí mléka.

Vlastní měření pro tuto diplomovou práci probíhalo ve stáji na rodinné farmě pana Michala Horáka se sídlem v Žišově nedaleko Veselí nad Lužnicí. Pro zjišťování koncentrací emisních plynů byly použity speciální přístroje BAT centra Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

**Klíčová slova:** chov skotu; životní prostředí; emise plynů; zemědělská praxe

## **Abstract**

This diploma thesis is devoted to the problematics of pollution of the environment by greenhouse gases and load gases from agricultural livestock production.

The diploma thesis is focused on measurement and determination of concentration of emissions of gases of ammonia, methane, nitrous oxide and carbon dioxide in a selected operation with dairy cattle breeding.

Own measurements for this diploma thesis went on place in the stable on the family farm Mr. Michal Horák based in Žišov not far Veselí nad Lužnicí. For the detection of concentrations of emission gases have been used a special device BAT center of the South Bohemian University in České Budějovice.

**Keywords:** cattle breeding; environment; emissions of gases; agricultural practice

## Obsah

Úvod .....	10
1. Literární přehled řešené problematiky .....	11
1.1 Chov skotu v České republice .....	11
1.1.1 Systémy ustájení chovu skotu .....	13
1.2 Životní prostředí a jeho složky .....	14
1.2.1 Atmosféra .....	14
1.2.2 Hydrosféra .....	16
1.2.3 Pedosféra .....	17
1.2.4 Litosféra.....	18
1.2.5 Živá složka životního prostředí – Biosféra.....	19
1.3 Legislativa a politika ochrany životního prostředí .....	20
1.3.1 Zákon č. 86/2002 Sb.....	21
1.3.2 Věstník MŽP 3/2013 .....	21
1.3.3 Zákon č. 76/2002 Sb.....	22
1.3.4 Zákon č. 25/2008 .....	23
1.3.5 Rámcová úmluva OSN o změně klimatu .....	23
1.3.6 Kjótský protokol.....	24
1.3.7 Pařížská dohoda a Klimatická konference COP24.....	25
1.3.8 Integrovaná prevence a omezování znečištění (IPPC) .....	27
1.4 Znečišťování ovzduší (atmosféry).....	28
1.4.1 Znečišťující látky.....	29
1.4.2 Pachové látky.....	29
1.4.3 Emise .....	30
1.4.4 Imise .....	30
1.4.5 Zdroje znečišťování ovzduší .....	31
1.4.6 Vliv znečištění ovzduší na zdraví člověka .....	32
1.4.7 Vliv znečištění ovzduší na zdraví hospodářských zvířat.....	33
1.5 Skleníkové plyny .....	33
1.5.1 Vodní pára .....	34
1.5.2 Oxid uhličitý.....	34
1.5.3 Oxid dusný.....	35
1.5.3.1 Emise oxidu dusného z chovů skotu .....	35

1.5.4	Metan.....	37
1.5.4.1	Emise metanu z chovů skotu.....	38
1.5.5	Ozon .....	40
1.5.6	Fluorované skleníkové plyny .....	40
1.5.7	Skleníkový efekt.....	41
1.6	Amoniak .....	42
1.6.1	Výskyt amoniaku v životním prostředí .....	43
1.6.2	Emise amoniaku z chovů hospodářských zvířat.....	43
1.7	Stájové mikroklima .....	45
1.7.1	Chemické složení stájového vzduchu.....	45
1.8	Nejlepší dostupné techniky (BAT).....	46
1.9	Správná zemědělská praxe.....	48
2.	Cíl diplomové práce.....	50
3.	Metodika.....	51
3.1	Popis farmy.....	51
3.1.1	Technologie chovu a popis stáje.....	52
3.2	Způsob měření ukazatelů stájového mikroklimatu.....	53
3.2.1	Měření koncentrace plynů .....	53
3.2.1.1	Použité měřicí přístroje .....	54
3.2.2	Měření teploty, relativní vlhkosti a rychlosti proudění vzduchu.....	57
3.2.2.1	Použité měřicí přístroje .....	57
3.3	Rozmístění sond a měřících přístrojů .....	60
3.4	Způsob zpracování naměřených hodnot .....	67
4.	Vlastní práce .....	69
4.1	Vlastní měření .....	69
4.2	Výsledky měření č. 1, Žišov 2018.....	71
4.3	Grafy k měření č. 1, Žišov 2018.....	72
4.4	Výsledky měření č. 2, Žišov 2019.....	75
4.5	Grafy k měření č. 2, Žišov 2019.....	76
5.	Výsledky a diskuze .....	79
	Závěr .....	87



Seznam použité literatury.....	89
Seznam použitých obrázků, tabulek a grafů .....	96

## Úvod

V současnosti zemědělská výroba vystupuje pro korespondující krajinu jako jeden z hlavních souborů zátěžových antropogenních prvků, a právě proto dopady na životní prostředí nelze v tomto směru přehlížet. Obecně za hlavní znečišťovatele považujeme především průmysl, dopravu a populačně koncentrované urbanizované oblasti, ale přesto nesmíme zapomínat na činnosti venkova, které v důsledku produkce některých plynů spadají také ke značným znečišťovatelům. Nejde pouze o znečišťování ovzduší prostředky se spalovacími motory, ale především také znečišťování živočišnou výrobou a organickými zbytky z ní. V zemědělství je chov skotu velmi výrazný, neboť skot je uznáván jako nejvyužitelnější zvíře v oblasti zemědělské živočišné výroby. To tedy obecně představuje, že chov skotu je velmi zásadní, avšak pro životní prostředí představuje určité nebezpečí. Na základě toho se vytváří a prezentuje řada úmluv a protokolů o redukování emisí.

V rámci Evropské unie, stejně tak jako v České republice se vyskytují odlišnosti mezi jednotlivými typy farem živočišné výroby. Rozdíly jsou co do velikosti farem, technologického vybavení ale i v intenzitě produkce. V současnosti převážnou část podniků můžeme popsat jako velice specializované a koncentrované chovy s vysokou produktivitou. Jedná se zejména o intenzivní chovy zvířat, které se staly svými dopady na životní prostředí předmětem pozornosti. Důvodem je často problém nepříjemného zápachu v okolí těchto farem. Mnohdy je v této spojitosti diskutována i záležitost možnosti kontaminace půdy a vody.

Z těchto důvodů je nezbytně nutné přihlížet k problematice emisí z produkčního zemědělství zodpovědně. V České republice máme nejčastější způsob ustájení hospodářských zvířat v uzavřeném prostoru. Následkem podmínek venkovního klimatu, životních projevů zvířat, použitých technologií, práce strojů a zařízení ve stáji a působením řady dalších chemických, fyzikálních a biologických procesů se v tomto uzavřeném prostoru utváří mikroklima, které působí na organismus ustájených zvířat. Má vliv tak na jejich psychickou pohodu, zdravotní stav a tím také zásadně ovlivňuje jejich užitkovost. Z těchto důvodů je velice zásadní sledovat strukturu stájového vzduchu, a právě proto se zemědělství v současné době specializuje na nejlepší zemědělskou praxi, na nejlepší dostupné techniky BAT (z angl. Best Available Techniques), které právě napomáhají ke snižování emisí.

# **1. Literární přehled řešené problematiky**

## **1.1 Chov skotu v České republice**

Chov skotu se v České republice řadí k tradičnímu odvětví živočišné výroby. Podílí se na produkci mléka, masa, kostí a kůže a také zabezpečuje údržbu trvalých travních porostů, čímž se podílí na zlepšování životního prostředí (MUDŘÍK a kol., 2006).

Člověku zvířata v minulosti sloužila nejen produkcí mléka, masa, kostí a kůže, ale byla také hojně využívána jako významný tažný prostředek. Význam chovu skotu představuje zásadní zužitkování jeho užitkových vlastností, jako je masná a mléčná užitkovost, používaná pro výrobu nejzákladnějších potravin, které zajišťují výživu člověka (SNÍŽEK, 1990).

Značný význam má skot i při zhodnocování objemných statkových krmiv, bohatých na vlákninu a nepoužitelných pro lidskou výživu, neboť je přeměňuje na biologicky i kaloricky velmi hodnotné produkty z hlediska lidské výživy. Hodnotná je i produkce kůže pro kožedělný průmysl. Velké množství chlévské mrvy, která vzniká v těchto chovech, zajišťuje udržení dobré úrodnosti půdy, a tím i zvyšování výnosů pěstovaných plodin. Při zpracování mléka vznikají odpady, které jsou svým vysokým obsahem živočišné bílkoviny velmi dobře využitelné v chovu drůbeže a prasat (VANĚK, ŠTOLC, 2002).

Po roce 1990 se projevila restrukturalizace našeho zemědělství i v chovu skotu. Došlo ke značnému poklesu nejen ve spotřebě mléka a mléčných výrobků, ale také hovězího masa. Nastalo také k rychlému snížení stavů skotu. Od roku 1990 v České republice zaznamenáváme vývoj především chovu masného skotu. Do roku 1990 se na masné produkci podílela hlavně plemena s kombinovanou užitkovostí. Až do roku 1992 se u nás využíval skot s dvoustrannou užitkovostí (na produkci masa a mléka). Od roku 1992 se přešlo k chovu skotu s jednostranným zaměřením. Hlavním cílem restrukturalizace chovu skotu byla produkce kvalitního zástavového skotu, údržba znevýhodněných oblastí, osídlení venkova a zajištění pracovních příležitostí. Svědomitou plemenářskou prací dospíváme ke stálému vylepšování mléčné i masné užitkovosti chovaného skotu (TESLÍK, 2000).

Chov skotu má výrazný podíl na tržbách zemědělských podniků, a přitom je nejnáročnějším odvětvím živočišné výroby. Je klíčový v ekonomické úspěšnosti

podniku a jeho posláním je produkce kvalitních živočišných produktů. Jedná se tedy zejména o hovězí a telecí maso, které hraje významnou úlohu ve výživě obyvatelstva, a o mléko představující prvotní surovinu pro další výrobu (FRELICH, 2001).

Podle užitkového zaměření členíme skot na dojený a nedojený. Do dojeného skotu (též popisovaném jako „s tržní produkcí mléka“) patří plemena mléčná a kombinovaná. Skot nedojený (bez tržní produkce mléka) je zastoupen plemeny masnými a kombinovanými. Mezi nejčastěji chovaná masná plemena v České republice patří Masný Simentál, Charolais, Aberdeen Angus a Limousine. Mezi nejčastěji chovaná mléčná plemena patří v České republice Holštýnský skot, plemeno Ayrshire a Jersey. Z plemen s kombinovanou užitkovostí je to potom Český strakatý skot ([https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz\\_cast.pl?cast=7595](https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=7595), „staženo dne: 20. 11. 2018“).

Mléčná plemena skotu se vyznačují menším osvalením a nižším zastoupením požadovaných partií masa a jeho kvality. Tento problém řeší uplatnění masného užitkového typu skotu. Navíc dochází k využívání travních porostů jako pastvin, což je významným ekologickým a krajinnotvorným přínosem (LOUDA a kol., 2001).

Spotřeba hovězího masa v ČR se v posledních letech pohybuje kolem 8,5 kg na obyvatele za rok. Spotřeba mléka a mléčných výrobků v hodnotě mléka (bez másla) se v ČR pohybuje kolem hodnoty 247 kg na obyvatele za rok. Více statistických informací dle Českého statistického úřadu je vneseno do tabulky č. 1. (<https://www.czso.cz/documents/10180/78834602/27021918.pdf/df8812aa-f530-4f43-83f7-7d56566ec3e3?version=1.0>, „staženo dne: 5. 3. 2019“).

Tabulka č. 1 - Statistické údaje skotu v České republice

	Stavy skotu [ks]	Výroba jatečných zvířat [tis.t.ž.hm.]	Výroba masa [t]	Výroba mléka [mil.litrů]	Průměrná roční dojivost 1 krávy [l]	Porážky skotu [ks]
2016	1 415 658	173	71 932	2 984	8 061	241 789
2017	1 421 242	166	67 714	2 998	8 222	227 430
2018	1 415 770	174	71 579	3 078	8 525	236 600

Zdroj: Český statistický úřad (2019)

### 1.1.1 Systémy ustájení chovu skotu

Cílem systému ustájení je vytvářet optimální podmínky chovu – zachování fyziologických potřeb, etologických potřeb a produkci zvířat (krmení a napájení, pohyb, odpočinek, mikroklima, dojení). Volbu ustájení ovlivňuje druh, kategorie a počet zvířat, produkční nebo reprodukční stáj, intenzivní nebo extenzivní chov a finanční možnosti chovatele.

Typy ustájení:

- vazné a volné,
- stelivové a bezstelivové,
- vzdušné a přístřeškové.

U vazného ustájení je zvíře trvale fixováno a v současnosti je již neperspektivní, neboť neodpovídá požadavkům welfare zvířat. Vazné ustájení tedy má řadu nedostatků (nevyhovující mikroklima, zvířata se nemohou volně pohybovat, nedostatečná kubatura většiny stájí, nízká efektivita práce aj.). Volné ustájení rozdělujeme jako kotcové nebo boxové. Volné kotcové ustájení bývá realizováno v kotcích o různých velikostech (větší obdélníková plocha ohrazená zábranami). Kotcové ustájení slouží pro větší počet zvířat ustájených na hluboké podestýlce. Volné boxové ustájení, kdy zvířata odpočívají v boxových ložích je systémem vyhovujícím potřebám a pohodě zvířat v celém životním cyklu. Box je místo v ustájovacím objektu, ohrazené ze tří stran zábranami a slouží pro jedno zvíře. Box musí (rozměrově a provedením) odpovídat technologii ustájení, druhu a věkové kategorii nebo hmotnosti zvířat. Volné boxové ustájení rozdělujeme na systémy s lehacími boxy nebo s krmnými lehacími boxy (kombiboxy) a na hluboké nebo vysoké boxového lože (DOLEŽAL a kol., 1996).

U stelivového nebo bezstelivového ustájení se uvádí řada výhod a nevýhod. Výhodou stelivového systému je výroba kvalitní chlévské mrvy a vyšší čistota zvířat. Nevýhodou je nečistota prostředí (prašnost, hmyz), vyšší náklady na stelivo a pracovní údržbu. Z těchto důvodů se preferuje bezstelivový způsob chovu skotu s použitím roštových podlah. Roštová podlaha může být z betonových, dřevěných, keramických nebo železných roštů. Mezi jednotlivými rošty jsou otvory, kde propadává moč a výkaly do sběrných kanálů, kterými jsou poté odváděny do jímky. Zde je třeba dbát na kvalitu roštů. Tvrdé rošty a abrazivita způsobují onemocnění paznehtů u skotu.

Vzdušné stáje mají stěny z protiprůvanové sítě nebo ze svinovacích plachet. Tím je zaručen dostatek přirozeného světla a vhodné mikroklima. Skot má také dostatek místa k pohybu. Přístřeškové stáje vychází z poznatků, že skot je velmi přizpůsobivým druhem, má dobrou termoregulaci a odolnost nižším teplotám. Systémy přístřeškových stájí mají minimální náklady na jejich stavbu. Jsou vhodná zejména pro odchov telat, jalovic nebo pro výkrm býků (DOLEŽAL, STANĚK, 2015).

## **1.2 Životní prostředí a jeho složky**

Pojem životní prostředí bylo již definováno konferencí UNESCO v roce 1967 takto: „Prostředí člověka je ta část světa, se kterou je člověk ve vzájemné interakci (ve vzájemném působení), tj. kterou používá, ovlivňuje ji a přizpůsobuje se jí“.

Životní prostředí je obecně komplex vnějších podmínek – živých i neživých, které člověka obklopují. Je to ta část světa, s níž jsou lidé ve vzájemném působení, tj. kterou používají, ovlivňují a které se přizpůsobují. Člověk jej ovlivňuje zejména svým chováním a sám si ho přizpůsobuje.

Obecně můžeme konstatovat, že životní prostředí je souborem všech činitelů, se kterými živý subjekt přijde do styku, a podmínek, kterými je obklopen. Životní prostředí je tedy vše, co na daný živý subjekt přímo i nepřímo působí.

Životní prostředí je tvořeno neživými složkami, kterými jsou vzduch (atmosféra), voda (hydrosféra), půda (pedosféra) a horninové podloží (litosféra). Dále je životní prostředí tvořeno také živou složkou – biosférou (NOVÁČEK, 2011).

### **1.2.1 Atmosféra**

Zemskou atmosféru tvoří plynný obal, který obklopuje zemský povrch. Tento plynný obal nabývá výšky zhruba do vzdálenosti 560 km, přesto naprostá majorita plynné hmoty (co do hmotnosti) se objevuje v nejspodnější vrstvě atmosféry. Zvláštností je, že vrstvy atmosféry jsou jednotné v chemickém složení, jen jejich hustota se současně s rostoucí výškou snižuje. Teploty se ve vrstvách konstantně mění s výškou a na rozmezí dvou vrstev (sfér) je skokový rozdíl teplot. Nejspodnější vrstvu nazýváme troposféra a lze o ni hovořit jako o ovzduší. V troposféře existuje život, působením slunečního záření a ohřívání zemského povrchu má vliv rovněž na počasí – sluneční paprsky pronikají atmosférou a zahřívají povrch zemský, čímž dochází k pohybu vzduchu, jsou zdrojem vypařování a kondenzace vody (LUHR, 2003).

Primární složku zemské atmosféry tvoří dusík, kyslík, oxid uhličitý a zčásti argon. Zbytek plynů je v atmosféře obsažen v řádově menším množství.

Lidé potřebují vzduch především k přímé fyziologické potřebě, ale jistě i k dalším účelům. Vzduch se tedy například využívá jako chladicí látka ve výrobě nebo jako důležitá podmínka pro spalování apod. Nepřetržitý pohyb vzdušných hmot nachází využití také v energetice. O problematiku ovzduší se zajímají obory meteorologie a klimatologie (CÍSAŘ, 1987).

### **Dělení sfér atmosféry**

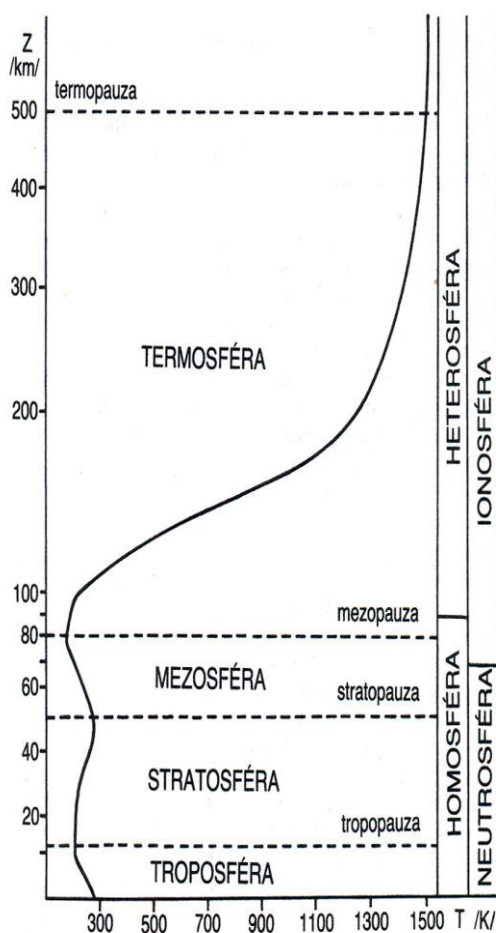
Troposféra – nejnižší část atmosféry. Tvořena 99 % vzdušné hmoty a veškerou atmosférickou vlhkostí. Tato vrstva je podstatná pro vývoj počasí. Nabývá výšky kolem 10 – 15 km. Teplotní rozsah troposféry se obvykle pohybuje v rozhraní cca +25 °C až -52 °C. Od následující vrstvy – stratosféry je oddělena tropopauzou.

Stratosféra – objevuje se nad troposférou a nabývá výšky kolem 50 km. Ve srovnání s troposférou má výrazně nižší hustotu a je naprosto bez vzdušné vlhkosti. V této vrstvě nastává narozdíl předešlému snížení teploty k jejímu zpětnému růstu, až k hranici okolo -3 °C. Tento růst je vyvolán pohlcením UV záření zvláště v této vrstvě. Zde se také objevuje atmosférický ozón. Od následující vrstvy – mezosféry je oddělena stratopauzou.

Mezosféra – nachází se přibližně ve výšce 50 km a končí zhruba ve výšce 80 km. V této vrstvě teplota se vzrůstající výškou stupňovitě klesá a v mezopauze nabývá zhruba 80 °C. Působením slunečního záření se zde látky objevují s větším obsahem energie (excitovaný stav). Od další vrstvy – termosféry je oddělena mezopauzou.

Termosféra – nejvyšší vrstva atmosféry. Dosahuje až k termopauze, tedy do vzdálenosti okolo 500 – 1 000 km nad povrchem planety. Teplota v nižších výškách je konstantní, ale ve výšce okolo 90 km rapidně stoupá ve spojitosti s markantním slunečním zářením. Její úroveň nabývá až 1 700 °C, přesto se zřetelem na nízkou hustotu vnějšího prostředí je tepelný účinek v poměru k ostatním tělesům minimální. Touto vrstvou hmota nalézající se okolo obalu země přesto nekončí. Některé hmoty převyšují hranici 1 000 km, ale hustota této sféry je takřka totožná s hustotou v meziplanetárním prostoru. Někdy označováno jako pátá vrstva – exosféra.

Jednotlivé sféry (vrstvy) atmosféry, které jsou již výše popsány jsou zobrazeny na obrázku č. 1. Na vodorovné ose je zachycena teplota v jednotkách Kelvin (0 K = - 273,15 °C), na ose svislé je zachycena vzdálenost v jednotkách kilometrů (LUHR, 2003).



Obrázek č. 1 - Vrstvy atmosféry, zdroj:

<http://geneze.info/pojmy/images/atmosfera.jpg>,

„staženo dne: 23. 11. 2018“

### 1.2.2 Hydrosféra

Hydrosféra je označována jako vodní obal Země. Udává se, že zemský povrch pokrývá 71 % vody a pokrývá více než 2/3 zemského povrchu. Většinou část (cca 97 %) představují slané vody oceánů a moří a příčinou vysokého obsahu soli není pitná. Zhruba 3 % pojmají vodu čistou, tedy pitnou.

Značná část pitné vody se nachází pod zemským povrchem, případně ve formě ledu v polárních nebo vysoko v horských oblastech – kryosféra. Povrchová voda je soustředěna hlavně v oceánech a mořích, dále ve vodních tocích nebo v přírodních



a umělých vodních nádržích. Podpovrchová voda se nachází v půdních pórech, průlinách nebo ve formě podzemního ledu v permafrostu. Vodu v atmosféře nacházíme ve třech skupenstvích. Objevuje se v plynném skupenství (vodní páry), v kapalném skupenství (vodní kapky) a v pevném skupenství (sněhové vločky).

Voda v živých organismech je nezbytnou součástí rostlinných a živočišných těl (převážně přes 50 % jejich živé hmotnosti). Voda je bezpochyby důležitá pro život, protože je výborným rozpouštědlem a je schopna se snadno pohybovat. Živé organismy potřebují přítomnost vody, ale vyžadují i její stálé dodávání k udržení života.

Průmysl a také zemědělství bohužel negativně působí na čistotu povrchových vod, což se ukazuje v nedostatku pitné vody ale i vody pro technické použití (LUHR, 2003).

### **1.2.3 Pedosféra**

Pedosféra je půdní obal Země. Půda pokrývá převážnou část zemského povrchu a je významná pro zachování života na Zemi, neboť zapříčiňuje růst rostlin, a tím tak zaopatřuje potravu pro živé organismy.

Složení půdy se skládá z pevné složky, organické složky, kapalně a plynné složky půdy. Pevná složka půdy obsahuje látky anorganického původu – nerosty a horniny. Organickou složku půdy představuje půdní edafon, tedy živé organické látky a humus – soubor látek z rozkládajících se těl odumřelých organismů a odpadních produktů živých organismů. Kapalná složka půdy je tvořena půdní vodou, půdním roztokem a podzemní vodou. Plynnou složku půdy představuje půdní vzduch, který vyplňuje volné prostory v půdě. Půdní vzduch má podobné složení jako atmosférický vzduch, a navíc je doplněn o bohaté zplodiny chemických a biochemických procesů v půdě.

Půda vzniká složitým a dlouhodobým působením půdotvorných činitelů, které podmiňují půdotvorné procesy. Vzniká zvětralinový plášť – půdotvorný materiál – půda. Za půdotvorné činitele se uvádějí všechny vlivy, které mají podíl na vzniku, vlastnostech a geografickém rozšíření půd. Příkladem půdotvorných činitelů jsou mateční hornina, organismy, podnebí, vodstvo, reliéf a čas. Půdotvornými procesy rozumíme fyzikální, chemické a biologické procesy, které v půdách ztvárňují půdní vrstvy – horizonty.

Část půdy, kterou využíváme v zemědělství nazýváme ornice. Vrstva půdy, která se nachází pod ornici nazýváme spodina. Pod vrstvou spodiny je základ, tedy mateční hornina ([http://galerie.gymjiil.cz/zahradnik/pedosfera/pedosfera\\_puda.htm](http://galerie.gymjiil.cz/zahradnik/pedosfera/pedosfera_puda.htm), „staženo dne: 2. 11. 2018“).

Půdu dělíme do několika půdních typů v závislosti na vegetaci, podnebí, místním horninovým složení a na ostatních přírodních faktorech. Větší část půd je přirozeně úrodných, ale může nastat jejich vyčerpání extenzivním zemědělstvím nebo dojít k jejich znečištění (kontaminaci).

Úrodnost půdy chápeme jako schopnost půdy poskytovat rostlinám ideální podmínky k životu, tedy vodu, živiny, vzduch a musí tak uspokojovat potřeby rostlin. Úrodnost půdy může být přirozená, která se vyvinula bez zásahu člověka anebo úrodnost kulturní. Kulturní úrodnost je vytvořena kultivací, tedy obděláváním, hnojením, zavlažováním a odvodňováním přírodních půd (HOLOUBEK, 1990).

Z obecného pohledu je třeba věnovat pozornost ochraně půdy, obzvláště tedy půdě orné. Ke ztrátám úrodné půdy dochází znehodnocováním lidskou činností, zábory pro povrchové doly a stoupající stavební činností. Pokud do půdy v hojné míře vnikají anorganické i organické kontaminanty, poté následkem toho některé pozemky nemohou být využívány. Takovou zvláštností půdy totiž je omezená migrace látek, které jsou v ní obsaženy. To znamená, že každé lokální znečištění se dá najevo ve značném měřítku až po delší době (POPL, FAHNRICH, 1995).

#### **1.2.4 Litosféra**

Litosféra je charakterizována jako pevný obal, který je tvořený zemskou kůrou a nejsvrchnějšími vrstvami zemského pláště. Tvoří horninový (kamenný) obal Země. Materiál litosféry se chová jako pevná látka. Oproti tomu ve větší hloubce na materiál pláště působí větší tlak a teplota, poté se z dlouhodobého hlediska chová jako plastická látka. Tato část pláště se označuje jako astenosféra.

Litosféra není jednolitá, neboť je rozlámána na velké bloky – litosférické (též tektonické) desky. Litosférické desky se pohybují malou rychlostí řádově několik centimetrů za rok a jako by plavaly po plastické ploše – astenosféře. Litosférické desky nesou jednotlivé kontinenty či jejich části, stejně tak jako části oceánů. Z toho poté rozlišujeme litosférické desky oceánské a pevninské, které se neustále pohybují.

Pohyby těchto litosférických (tektonických) desek jsou různé. Směr pohybu může být k sobě, od sebe, podél sebe nebo dochází k podsouvání desek. Na hranici jednotlivých desek může docházet k zemětřesení nebo k sopečné činnosti. (<https://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/fyzika/geofyzika/litosfera>, „staženo dne: 3. 11. 2018“).

### **1.2.5 Živá složka životního prostředí – Biosféra**

Biosféra se označuje jako živý obal Země. Tato živá složka životního prostředí prezentuje veškerý oživený prostor na Zemi. Zahrnuje části atmosféry, hydrosféry a povrch litosféry, které jsou osídleny živými organismy. Biosféra je pořád obnovována, reaguje na změny v prostředí a odehrává se v ní neustálá transformace látek a různých forem energie mezi živou a neživou přírodou v globálním biochemickém cyklu. Biosféru můžeme rozdělit na zoogeografii neboli faunu a na fytoogeografii neboli floru.

Vznik biosféry je možno předpokládat od okamžiku vzniku života na Zemi. Rozsah biosféry, která pojímá veškeré živé organismy a jejich životní prostředí, je v současnosti charakterizován schopností organismů adaptovat se na podmínky prostředí ve kterém žijí a také přizpůsobit se základním vlastnostem, které definují život.

Živé organismy působí i na další složky krajiny. Mají účast například na zvětrávání hornin a na tvorbě půd. Rostliny tlumí vítr a ovlivňují odtok vody z krajiny. Rostliny, živočichové a další organismy (viry, bakterie a houby), které se nacházejí a žijí společně v krajině na určitém místě ztvárňují společenstva (biocenózy) a označují se podle stanoviště. Společenstva rostlin a živočichů jsou v neustálém spojení se svým neživým (abiotickým) prostředím a tvoří s ním ekosystémy (geobiocenózy), například savana, step, tundra, oceán. Působením člověka vznikají umělá společenstva a ekosystémy, např. pole, louky, vesnice, města, zahrady. V ekosystémech nastává nepřetržitý oběh organických a anorganických látek a k převodům a přeměnám energie (<http://bio-zeme.wz.cz/>, „staženo dne: 3. 11. 2018“).

### 1.3 Legislativa a politika ochrany životního prostředí

Politika ochrany životního prostředí u nás nemá dlouhou historii. Počátky spadají někde kolem roku 1989. Současná legislativa a politika na ochranu životního prostředí zakládá na moderních demokratických principech, které jsou zakotveny v Ústavě České republiky a Listině základních práv a svobod. Politika na ochranu životního prostředí je centrálně řízená vládními institucemi a vychází z centrálně stanovených limitů pro znečišťující látky. Při zhotovování ekologické legislativy České republiky byly zohledněny modely, a především zkušenosti s ekologickou legislativou aplikovanou ve státech Evropské unie. Od okamžiku vstoupení České republiky do Evropské unie (1. 5. 2004) je úsilím začlenit evropskou legislativu související s životním prostředím do zákonného rámce České republiky (JELÍNEK a kol., 2011).

Legislativu v oblasti životního prostředí tvoří zákony, nařízení vlády a vyhlášky. Právní předpisy jsou rozčleněny do samostatných oblastí, které obsahují jak předpisy, které patří do tzv. horizontální legislativy (hodnocení vlivů na složky životního prostředí, integrovaná prevence znečišťování ap.), tak předpisy regulující ochranu dílčích složek životního prostředí (atmosféra, voda, půda ap.). Dílčí právní předpisy jsou předloženy ve formě úplného znění, tj. zahrnují v sobě i později přijaté novely, které se reformují a aktualizují. Pracovní úplná znění těchto předpisů jsou tedy průběžně aktualizována tak, aby vždy korespondovaly aktuálně platnému právnímu stavu. K jednotlivým právním předpisům jsou sděleny výklady některých jejich ustanovení (<https://www.mzp.cz/cz/legislativa>, „staženo dne: 27. 11. 2018“).

Přestože legislativa životního prostředí nemá dlouhou historii, můžeme říci, že se dosahuje základních cílů, které představují snahu o snížení rostoucího znečištění jednotlivých složek životního prostředí. Část užitečné práce bylo vykonáno, ale rozhodně je třeba se věnovat této problematice i do budoucna.

Níže uvedu vybrané zákony České republiky týkající se problematiky ochrany životního prostředí a dále také světovou politiku, v níž Česká republika do dnešních dnů podepsala a ratifikovala všechny podstatné mezinárodní úmluvy a protokoly, kde výčet z nich rovněž uvedu (JELÍNEK a kol., 2011).

### 1.3.1 Zákon č. 86/2002 Sb.

Zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší ve znění pozdějších předpisů, novela č. 201/ 2012 Sb., č. 172/2018 Sb.

#### § 1

Ochranou ovzduší se rozumí předcházení znečišťování ovzduší a snižování úrovně znečišťování tak, aby byla omezena rizika pro lidské zdraví způsobená znečištěním ovzduší, snížení zátěže životního prostředí látkami vnášenými do ovzduší a poškozujícími ekosystémy a vytvoření předpokladů pro regeneraci složek životního prostředí postižených v důsledku znečištění ovzduší (<https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf>, „staženo dne: 23. 11. 2018“).

### 1.3.2 Věstník MŽP 3/2013

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

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

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

Tento metodický pokyn byl vypracován v kooperaci s Výzkumným ústavem zemědělské techniky v. v. i. v rámci výzkumného záměru VÚZT MZE0002703102.

Pro výpočet celkové roční emise amoniaku za účelem kategorizace zdroje znečišťování ovzduší a dále i výpočet skutečných emisí se používají emisní faktory uvedené v tabulce č. 2 (<https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/TitleTree?OpenView&Start=1&Count=30&Expand=2#2>, „staženo dne: 23. 11. 2018“).

Tabulka č. 2 - Výše emisních faktorů

KATEGORIE ZVÍŘAT	Emisní faktory [kg NH <sub>3</sub> . zvířec <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]				
	Stáj	Hnůj, podestýlka	Kejda, trus	Zapravení do půdy	Pastva
<b>Skot</b>					
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
<b>Ovce a kozy</b>					
ovce a kozy	0,3	0,03		0,1	0,45
<b>Prasata</b>					
selata	2,0	0	2,0	2,5	0
prasnice	4,3	0	2,8	4,8	0
prasnice březí	7,6	0	4,1	8,0	0
prasata výkrm a odchov	3,2	0	2,0	3,1	0
<b>Králci</b>					
králci výkrm	0,45		0,02	0,50	
samice	0,80		0,01	0,90	
<b>Drůbež</b>					
kuřice a nosnice	0,12	0	0,02	0,13	0
brojleři	0,10	0,01	0	0,10	0
husy, kachny, a krůty	0,35	0,03	0	0,35	0
<b>Koně</b>					
koně	2,9	0,9		2,2	2,9

Zdroj: Věstník MŽP 3/2013

### 1.3.3 Zákon č. 76/2002 Sb.

Zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a o omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci) novela zákon č. 69/2013 Sb.

V souladu s právem Evropské unie směrnici Rady EU 96/61/EC o integrované prevenci a omezování znečištění (Integrated Pollution Prevention and Control – IPPC)

## § 1

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 (<https://www.psp.cz/sqw/sbirka.sqw?cz=76&r=2002>, „staženo dne: „23. 11. 2018“).

### **1.3.4 Zákon č. 25/2008**

Zákon č. 25/2008 Sb., o integrovaném registru znečišťování životního prostředí a integrovaném systému plnění ohlašovacích povinností v oblasti životního prostředí a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, novela č. 77/2011 Sb., č. 255/2016 Sb.

#### **§ 1**

Tento zákon upravuje v návaznosti na přímo použitelný předpis Evropských společenství integrovaný registr znečišťování životního prostředí (dále jen „integrovaný registr znečišťování“) ve formě veřejně přístupného informačního systému úniků a přenosů znečišťujících látek, jehož výstupy jsou součástí registru úniků a přenosů znečišťujících látek na úrovni Evropských společenství (<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-255>, staženo dne: 23. 11. 2018“).

### **1.3.5 Rámcová úmluva OSN o změně klimatu**

Rámcová úmluva OSN o změně klimatu (označována jako UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change) byla schválena na Konferenci OSN o životním prostředí a rozvoji v roce 1992, vstoupila v platnost v roce 1994. Tato úmluva uděluje rámec mezinárodního vyjednávání o realizovatelném řešení problémů týkajících se probíhající změny klimatu. Tato vyjednávání pojímají problematiku ohledně snižování emisí skleníkových plynů, vypořádávání se s negativními následky, které jsou vyvolané změnou klimatu ale i finanční a technologická podpora pro rozvojové země.

Rámcová úmluva, následující Kjótský protokol a Pařížská dohoda jsou právními podklady pro snižování emisí skleníkových plynů na takový stupeň, který nevystupuje z pohledu vzájemného působení s klimatickým systémem Země jako nebezpečný pro další vývoj planety.

Znamená to tedy, že cílem této úmluvy je stabilizování atmosférické koncentrace skleníkových plynů na určité úrovni, která má předejít antropogenním interferencím s klimatickým systémem Země. Taková hladina by měla být v tom nejlepším případě dosažena v čase, který je dostatečný k zabezpečení přirozené adaptace ekosystémů na změny klimatu a zajištění stálé produkce obživy a ekonomického rozvoje neměnného charakteru (JELÍNEK a kol., 2011).

Rámcová úmluva je zatím ratifikována 197 státy. Zároveň některé státy ratifikačním procesem nyní procházejí. Česká republika Úmluvu podepsala dne 13. 6. 1993 a ratifikovala ji dne 7. 10. 1993 v pořadí jako třicátá šestá strana.

Rámcová úmluva OSN o změně klimatu si zakládá na těchto hlavních principech:

- a) princip mezigenerační spravedlnosti – prezentuje ochranu klimatického systému ve prospěch nejen současné, ale i příští generaci,
- b) princip společné, ale diferencované odpovědnosti – uvádí, že ekonomicky vyspělé státy nesou odpovědnost za zvyšující se koncentrace skleníkových plynů v atmosféře a zároveň mají i povinnost poskytovat pomoc rozvojovým zemím,
- c) princip potřeby chránit především ty části planety, které jsou více predisponované na nežádoucí dopady změn klimatického systému, tj. zejména země, které jsou v rámci svého geografického umístění a hospodářského vývoje zranitelnější,
- d) princip předběžné opatrnosti, tzn. je nutné neodkládat řešení problémů, a to ani v tom případě, že dosud nejde některé následky změny klimatu exaktně určit ([https://www.mzp.cz/cz/ramcova\\_umluva\\_osn\\_zmena\\_klimatu](https://www.mzp.cz/cz/ramcova_umluva_osn_zmena_klimatu), „staženo dne: 6. 11. 2018“).

### **1.3.6 Kjótský protokol**

Kjótský protokol k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu (UNFCCC) byl přijat v prosinci roku 1997. Zemím, které jsou vyjmenovány v Příloze I Úmluvy ukládá do konce prvního kontrolního období – v letech 2008 – 2012 snížit emise skleníkových plynů nejméně o 5,2 % ve srovnání se stavem, který byl v roce 1990 (JELÍNEK a kol., 2011).

V prosinci roku 2012 byl schválen dodatek tohoto protokolu, kterým bylo potvrzeno jeho pokračování a vymezení druhého kontrolního období, které bylo vypsáno na osm let – v letech 2013 – 2020. V rámci tohoto druhého kontrolního období se část zemí Přílohy I Úmluvy zavázaly zredukovat emise skleníkových plynů nejméně o 18 % pod úroveň roku 1990. Evropská unie a jejích 28 členských států se tímto dodatkem protokolu zavázala zredukovat emise skleníkových plynů o 20 % do roku 2020 v porovnání s úrovní roku 1990. Vzhledem k tomu, že se k tomuto dodatku



zapojila jenom část zemí Přílohy I Úmluvy a protokol není závazný pro rozvojové země (včetně Číny, Brazílie, Indie atd.), budou nové závazky do roku 2020 pokrývat přibližně jenom 15 % celosvětových emisí skleníkových plynů.

Snížení se týká emisí metanu (CH<sub>4</sub>), oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>), oxidu dusného (N<sub>2</sub>O), hydrogenovaných fluorovodíků (HFC<sub>s</sub>), polyfluorovodíku (PFC<sub>s</sub>), fluoridu sírového (SF<sub>6</sub>) a fluoridu dusitého (NF<sub>3</sub>).

Českou republikou byl tento protokol podepsán dne 23. 11. 1998 na základě usnesení vlády a ratifikován byl dnem 15. 11. 2001. Protokol má celkem 192 smluvních stran. Obsahuje preambuli, 28 článků a 2 přílohy ([https://www.mzp.cz/cz/kjotsky\\_protokol](https://www.mzp.cz/cz/kjotsky_protokol), „staženo dne: 7. 11. 2018“).

### **1.3.7 Pařížská dohoda a Klimatická konference COP24**

Pařížská dohoda neboli také Klimatická konference OSN (2015 United Nations Climate Change Conference) v Paříži byla přijata smluvními stranami Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu (UNFCCC) v prosinci roku 2015. Tato dohoda provádí ustanovení Úmluvy a po roce 2020 má nahradit aktuálně platný Kjótský protokol.

Pařížská dohoda stanovuje dlouhodobý cíl ochrany klimatu, jímž je dosáhnout k zachování nárůstu průměrné globální teploty značně pod hranicí 2 °C ve srovnání s obdobím před průmyslovou revolucí a snažit se o to, aby vzestup teploty nepřekročil hranici 1,5 °C. Představuje významnou změnu, pokud jde o závazky redukování emisí skleníkových plynů. Dohoda totiž nařizuje nejen rozvinutým, ale i rozvojovým státům povinnost určit si vnitrostátní redukční příspěvky k dosažení cíle dohody.

Hlavní znečišťovatelé společně s dalšími zeměmi světa prezentovali své závazky. V rámci Pařížské dohody se Česká republika přihlásila s dalšími členskými státy EU společně snížit emise o nejméně 40 % do roku 2030 ve srovnání s rokem 1990. USA se přihlásilo, že sníží své emise zhruba o 27 % do roku 2025 ve srovnání s rokem 2005. Čína prezentovala, že její emise nabydou vrcholu do roku 2030. Poté, co Spojené státy opustily Pařížskou dohodu (2017), převzala Čína vedoucí úlohu hlavního znečišťovatele.

Pařížská dohoda nabyla platnosti 4. listopadu 2016, tudíž necelý rok od jejího schválení ve Francii. Smluvními stranami této dohody jsou státy ze všech kontinentů světa a kromě Ruské federace pojmají všechny výrazné producenty emisí skleníkových plynů jako je například Čína a USA. Spojené státy ale následně

odstoupily od Pařížské dohody v roce 2017. Dohodu ratifikovala také EU a její členské státy. Česká republika se stala smluvní stranou Dohody dne 4. listopadu 2017 ([https://www.mzp.cz/cz/parizska\\_dohoda](https://www.mzp.cz/cz/parizska_dohoda), „staženo dne: 7. 11. 2018“).

### **Klimatická Konference OSN o změně klimatu 2018 v Katovicích (Polsko)**

Ve dnech 2. až 15. prosince 2018 probíhala v polských Katovicích 24. konference OSN o změnách klimatu (označována jako COP24). Zasedání v Polsku se zúčastnili zástupci 190 zemí včetně České republiky. Jako hlavní cíl této konference bylo přijetí pravidel, které by umožnily úplnou realizaci cílů pařížské klimatické dohody z roku 2015, která je součástí Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu a odpověděla na varovné zprávy vědců.

Důvodem bylo, že varovné zprávy uváděly nárůst teplot, které už dosáhly hranici jednoho stupně a současné národní cíle týkající se emisí skleníkových plynů by se podle Zvláštní zprávy IPCC oteplování zastavilo až na hranici 3 °C.

Ve večerních hodinách 15. prosince 2018 byl přijat výsledný kompromisní text, který by měl zabezpečit omezení růstu průměrných teplot pod 2 °C vzhledem k hodnotám před průmyslovou revolucí (1850 – 1900).

Hlavní závěry 24. konference OSN o změnách klimatu jsou:

- byla sestavena a přijata tzv. „kniha pravidel“, která představuje účinná pravidla pro naplňování závazků Pařížské dohody – jednotné požadavky na vykazování emisí, kontrolu dodržování závazků a jejich revizi pro všechny státy. Tuto část dohody je nutné ještě částečně dopracovat v roce 2019. Dále bylo rozvojovým zemím poskytnuto více času k vytvoření vhodných technických podmínek,
- každý stát má dva roky (2019 – 2020) na to, aby upravil své závazky ve snižování emisí pro období 2020 až 2030. Pro EU to znamená, že by měla své emise zredukovat alespoň o 55 % namísto doposud platných 40 %,
- finanční pomoc ohroženým zemím prozatím slíbilo zdvojnásobit pouze Německo. Ostatní státy neohlásily žádné nové příspěvky do Zeleného klimatického fondu. V roce 2020 se zahájí jednání o zvýšení finanční pomoci potřebným zemím, aby celková částka byla vyšší než 100 miliard amerických dolarů

ročně. Každé dva roky předloží průmyslové země zprávu o své finanční pomoci na přizpůsobení a ochraně klimatu,

- byla dojednána evidence škod a ztrát zapříčiněných změnou klimatu, které budou zařazeny do pravidelných soupisů pro provádění Pařížské dohody.

Je nutno podotknout, že mnoho problémů a dalších řešení bylo odsunuto na klimatickou konferenci COP 25, která se bude konat v roce 2019 v Chile (<https://cop24.gov.pl/news/>, „staženo dne: 29. 1. 2019“).

### **1.3.8 Integrovaná prevence a omezování znečištění (IPPC)**

Integrovaná prevence a omezování znečištění (IPPC) je rozvinutý způsob usměrňování průmyslových a zemědělských činností ve vztahu k životnímu prostředí a zajištění takových provozních podmínek, které nedovolují přenos znečištění mezi jednotlivými složkami životního prostředí.

Hlavní důraz je především kladen na preventivní přístup, kdy je snaha zabránit znečištění již před jeho vznikem výběrem vhodných výrobních postupů, čímž následně dospíváme k ušetření nákladů na finální technologie, používané suroviny a energii.

Hlavní cíl IPPC představuje předcházení a snižování znečištění za pomoci vhodně zvolených, k životnímu prostředí ohleduplných, výrobních postupů a technologií. To je dosahováno za pomoci tzv. nejlepších dostupných technik (BAT), které uvádějí takové výrobní postupy, které jsou šetrné k životnímu prostředí a jsou aplikovatelné za běžných technických a ekonomických podmínek. Přehled evropských nejlepších dostupných technik je sdělen v referenčních dokumentech o BAT (BREF – Bat Reference Document), které zpracovává Evropská komise ve spolupráci s průmyslem, nevládními organizacemi a členskými státy. Nejlepším dostupným technikám je věnována samostatná kapitola níže v textu.

Ministerstvo životního prostředí (MŽP) řídí informační systém integrované prevence, kde je k dohledání výčet aktuálních řízení, databáze všech vydaných integrovaných povolení a platných evropských i národních předpisů ([https://www.mzp.cz/cz/integrovaná\\_prevence\\_omezovani\\_znecestovani](https://www.mzp.cz/cz/integrovaná_prevence_omezovani_znecestovani), „staženo dne: 7. 11. 2018“).

## 1.4 Znečišťování ovzduší (atmosféry)

Pojem „znečišťování ovzduší“ obecně představuje řadu činností, při kterých může nastat ke vnášení látek nebo energie do atmosféry, tj. od vnášení hmotných látek, přes emise škodlivého elektromagnetického záření, až po hluk, teplo a další. Pojem „znečištění ovzduší“ je charakterizován jako přítomnost, tedy obsah těchto látek v ovzduší v takovém obsahu a době trvání, při nichž se prokáže negativní ovlivňování životního prostředí. Znečištění ovzduší označujeme jako fyzikální, chemický nebo biologický činitel, který pozměňuje přírodní vlastnosti zemské atmosféry (JELÍNEK a kol., 2011).

Znečištění ovzduší tedy chápeme jako devastaci prostředí. Je to dáno především kvalitní smyslovou postižitelností změn kvality ovzduší, ale také četností měření a publicitou v mediálních prostředcích. Názory a postoje lidí ke znečišťování atmosféry podmiňuje také vědomí, že právě znečištění ovzduší může za daných okolností dosáhnout úrovně, která je v jádru havárií.

V současné době je bezpečně potvrzena domněnka, že znečištěné ovzduší nepředstavuje pouze zdroj nepříjemností, ale vykazuje i velké nebezpečí pro zdraví člověka. Je celosvětovou příčinou řady nemocí (např. dýchacích cest), které mají na populaci mnohdy fatální následky (ADAMEC a kol., 2008).

Pokud se budeme dívat na počátky výrazného znečišťování ovzduší, nejde přehlédnout například průmyslovou revoluci, při které se spalovalo uhlí v parních strojích a do vzduchu se poté významně uvolňoval oxid uhličitý jako vedlejší produkt reakce. Daleko větší emise oxidu uhličitého se uvolňují při spalování fosilních paliv, a to především zemního plynu a ropných produktů. Největší vinu můžeme přisuzovat poté dopravě, chemickému a energetickému průmyslu (ANDRT, 2001).

V tabulce č. 3 je zobrazena doba setrvání některých plyných látek v atmosféře.

Tabulka č. 3 - Doba setrvání plynů v atmosféře

Prvek nebo sloučenina		Průměrná doba setrvání v atmosféře
dusík	N <sub>2</sub>	2.10 <sup>7</sup> roků
kyslík	O <sub>2</sub>	10 <sup>4</sup> roků
oxid uhličitý	CO <sub>2</sub>	10 roků
vodík	H <sub>2</sub>	4 až 7 roků
metan	CH <sub>4</sub>	5 roků
oxid dusný	N <sub>2</sub> O	4 roky
ozon	O <sub>3</sub>	0,3 roku
oxid uhelnatý	CO	0,3 roku
oxid dusičitý	NO <sub>2</sub>	11 dnů
vodní pára	H <sub>2</sub> O	10 dnů
oxid dusnatý	NO	9 dnů
amoniak	NH <sub>3</sub>	6 dnů
oxid siřičitý	SO <sub>2</sub>	4 dny
sirovodík	H <sub>2</sub> S	4 dny

Zdroj: JELÍNEK a kol. (2011)

Míru pro znečišťování ovzduší představují hmotnostní toky dílčích znečišťujících látek na vstupu do atmosféry, vyjádřené buď v absolutních hodnotách, nebo vztahené na jednotku času, jednotku produkce apod. Mírou znečištění ovzduší jsou pak tzv. imisní koncentrace (vyjádřené obvykle v  $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$  nebo ppb – parts per bilion), čímž chápeme koncentrace znečišťujících látek v ovzduší. Je patrné, že emisní koncentrace jsou o pár řádů vyšší než imisní a vyjadřují se většinou v  $\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$  (nebo  $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ) nebo v % objemových, případně i v ppm (parts per milion), (JELÍNEK a kol., 2011).

#### 1.4.1 Znečišťující látky

Za znečišťující látky označujeme různorodé látky, které jsou vneseny do vnějšího ovzduší nebo v něm druhotně vznikají a mají nebo mohou mít po chemické nebo fyzikální přeměně nebo po spolupůsobení s jinými látkami negativní vliv na zdraví a pohodu člověka, zvířat, na složky životního prostředí, na zemský klimatický systém nebo na hmotný majetek (JELÍNEK a kol., 2011).

#### 1.4.2 Pachové látky

Za pachové látky označujeme látky nebo jejich směsi, které vyvolávají obtěžující pachový vjem, vyznačující se pachovým číslem neboli pachovou jednotkou (JELÍNEK a kol., 2011).

### **1.4.3 Emise**

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

#### **Emisní limit**

Zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší ve znění pozdějších předpisů definuje emisní limit jako nejvýše přípustné množství znečišťující látky nebo skupiny znečišťujících látek vnášené do ovzduší ze stacionárního zdroje.

Emisní limity tento zákon dělí na:

- a) obecné emisní limity stanovené prováděcím právním předpisem pro znečišťující látky a jejich skupiny,
- b) specifické emisní limity, které jsou vymezeny u jmenovitě uvedených stacionárních zdrojů, tyto limity se vymezují bez zohlednění k obecným emisním limitům (JELÍNEK a kol., 2011).

### **1.4.4 Imise**

Imise lze definovat jako znečištění ovzduší, které je vyjádřeno hmotnostní koncentrací znečišťující látky nebo stanovené skupiny znečišťujících látek (vstupní vzduch), (JELÍNEK a kol., 2011).

#### **Imisní limit**

Zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší ve znění pozdějších předpisů definuje imisní limit jako nejvýše přípustnou úroveň znečištění stanovenou tímto zákonem ([https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/9F4906381B38F7F6C1257A94002EC4A0/%24file/Z%20201\\_2012.pdf](https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/9F4906381B38F7F6C1257A94002EC4A0/%24file/Z%20201_2012.pdf), „staženo dne: 2. 11. 2018“).

#### 1.4.5 Zdroje znečišťování ovzduší

Jako zdroje znečišťování ovzduší jsou považovány zařízení, plochy nebo prostory, které znečišťují nebo případně mohou znečišťovat ovzduší a pro které se vystavují kolaudační nebo jiná další povolení či rozhodnutí.

Základní členění zdrojů znečištění ovzduší je na:

- a) mobilní zdroje: jako mobilní zdroj se označuje technická jednotka (samohybná a další pohyblivá či přenosná), která je opatřena spalovacím motorem, pokud tento slouží k vlastnímu pohonu nebo je vestavěn jako integrální prvek technologického vybavení,
- b) stacionární zdroje: stacionárním zdrojem se rozumí zařízení pro spalování paliv nebo jiné technologické zařízení, které znečišťuje nebo může znečišťovat atmosféru, dále šachta, lom nebo jiné plochy s možností zapaření, hoření nebo úletu znečišťujících látek, jakož i plocha, na které jsou realizovány činnosti nebo operace, které způsobují nebo mohou způsobovat znečišťování ovzduší, dále sklad a skládka paliv, surovin, výrobků, odpadů a další podobné prostory, zařízení nebo činnost. V zemědělství pole, louky, vinice, sady, stáje, sklady, dílny apod.

Za hlavní skupinu zdrojů, které znečišťují ovzduší je obecně považováno spalování pohonných hmot u mobilních zdrojů a spalovací pochody při spalování fosilních paliv u stacionárních zdrojů.

Uvádí se, že odhadem 90 % všech znečišťujících látek v ovzduší má původ v přírodních zdrojích jako je například eroze půdy a hornin, vulkanická činnost, přírodní požáry apod. Zdroje antropogenního původu představuje průmysl, zemědělství, energetika, doprava, komunální zdroje, spalovny apod. Tyto fakty včetně znečišťujících látek jsou uvedeny v přehledné tabulce č. 4 (JELÍNEK a kol., 2011).

Tabulka č. 4 – Rozdělení zdrojů znečištění atmosféry

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

Zdroj: JELÍNEK a kol. (2011)

#### 1.4.6 Vliv znečištění ovzduší na zdraví člověka

V posledních letech vzrostlo znečištění ovzduší do takové míry, že přinutily vlády průmyslově rozvinutých zemí k přijetí legislativních opatření. Ty vedou, jak již bylo řečeno k omezování znečištění vzduchu, ke zkoumání vhodných opatření, které jsou účinné v boji proti emisím včetně jejich škodlivých dopadů a nepříznivých vlivů na zdraví člověka. Dále vedou i k podpoře obsáhlého studia těchto problémů.

V této kapitole je nutno podotknout, že znečištění ovzduší v současnosti patří k nejvýznamnějším problémům, které souvisejí s ochranou zdraví člověka před negativními vlivy znečištěného prostředí. Z toho plyne, že není adekvátní tento problém přehlížet a v letech následujících neřešit.

Uvádí se, že dospělý člověk denně potřebuje kolem 15 kg vzduchu, z toho se při klidném běžném dýchání zhruba 0,5 kg kyslíku vstřebává do krve a je metabolizováno v těle. Dýchací ústrojí člověka je tedy branou, jíž se do organismu dostávají nejen plyny představující normální ovzduší, ale i plyny a páry, které se do ovzduší dostávají jako znečišťující škodlivé látky, případně až toxické pro organismus. Touto cestou se dostávají do organismu i tuhé imise (prach, saze, popílek) a mikroorganismy (viry, bakterie apod.). Z těchto uvedených důvodů je patrné, že škodlivé vlivy znečištěného prostředí se nejčastěji dostávají do člověka dýcháním a jsou tak nepříznivé pro jeho zdraví (ŠINDELÁŘ, 2014).



#### **1.4.7 Vliv znečištění ovzduší na zdraví hospodářských zvířat**

Kvalita ovzduší v chovech hospodářských zvířat má zásadní vliv na jejich zdraví a prosperitu. Především tedy v průmyslově organizovaných velkochovech hospodářských zvířat se stává mikroklima stájí, ale i působení emisí ve venkovním ovzduší, stále zásadnějším zdravotním, výrobním a ekonomickým činitelem.

Pokud ve stáji zaručíme co nejlepší hygienu a walfere, můžeme očekávat vyšší pravděpodobnost zdraví zvířat a tím i jejich užitkovost. Poté pochopitelně můžeme očekávat na základě vyšší užitkovosti vyšší výnosnost z těchto chovů hospodářských zvířat.

Naopak zvýšené koncentrace zátěžových plynů a vodních par, mikroorganismů, prachu a průmyslových škodlivin ve venkovním a stájovém prostředí působí záporně na zdraví, užitkovost, a tím i na výslednou ekonomiku živočišné zemědělské výroby.

Ovzduší jako důležitá složka v oblasti hygieny zvířat může mít na zvířata pozitivní vliv, pokud ovšem značnou mírou vyhovuje požadavkům celkové biologické pohody a podmínkám pro optimální produkci. Velmi často ale také působí negativně, jako stresový činitel pro zrod zjevných i skrytých poruch zdravotního stavu. To se vztahuje i pro nenabývání předpokládané, geneticky dané a ekonomicky žádoucí užitkovosti za situace, kdy jeden nebo soubor faktorů životního prostředí včetně ovzduší ve stájích nebo ve volné přírodě není v souladu s požadavky zvířat (SYMON, BENCKO, 1988).

#### **1.5 Skleníkové plyny**

Skleníkové plyny jsou označovány jako sloučeniny, které díky svým fyzikálním vlastnostem propouštějí krátkovlnné záření horkých těles, a naopak pohlcují dlouhovlnné záření těles chladnějších. Skleníkové plyny se zahřívají a s nimi i jejich okolí. Zjednodušeně by se skleníkové plyny daly definovat jako plyny, které mají schopnost pohltit tepelné (infračervené) záření.

V praxi tedy dochází k propouštění slunečního záření směrem k zemskému povrchu. Zpětné záření chladnějšího povrchu Země molekuly oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) už pohltí a zahřívají tak okolní vzduch.

V důsledku lidské činnosti a skleníkového efektu se v atmosféře zvyšuje obsah oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) a následně se země ohřívá. Podle odhadů se zemědělství podílí 32 % na produkci skleníkových plynů (SVĀTĀ, 2014).

Uvádí se, že nejdůležitějšími skleníkovými plyny v atmosféře jsou vodní pára (zdaleka nejvýznamnější), oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>), oxid dusný (N<sub>2</sub>O), metan (CH<sub>4</sub>) a některé další plyny obsahující fluor. Jejich působení spočívá v tom, že pohlcují dlouhovlnné záření lépe než záření krátkovlnné a samy také vyzařují dlouhovlnné radiace, a to jak do vnějšího prostoru ochlazování, tak zpět k zemskému povrchu – skleníkový efekt (LAŠTŮVKOVÁ, 2013).

### **1.5.1 Vodní pára**

Nejvýznamnějším skleníkovým plynem je označována vodní pára (H<sub>2</sub>O). Odpovídá zhruba za dvě třetiny zemského přirozeného skleníkového efektu. Molekuly vody v atmosféře pohlcují teplo, které je vyzařované ze zemského povrchu a dále je vyzařují všemi směry, čímž dochází znovu k ohřívání zemského povrchu. Nakonec teplo vyzáří zpět do vesmíru. V atmosféře je vodní pára součástí hydrologického cyklu – uzavřeného systému oběhu vody – z oceánů a půdy do atmosféry a zpět vypařováním a transpirací, kondenzací a srážkami.

Do atmosféry se tedy vodní pára dostává vypařováním – množství vodních par je záležitostí teploty. Pokud se do ovzduší dostává další pára, tak ta kondenzuje a řádově do dvou týdnů padá na zem ve formě deště či sněhu. Jestliže v ovzduší ubývá vlhkosti, následně se odpařováním v krátkém čase opět ustalují její „normální“ hodnoty ([https://skepticalscience.com/arg\\_vapor\\_cz.htm](https://skepticalscience.com/arg_vapor_cz.htm), „staženo dne: 9. 11. 2018“).

### **1.5.2 Oxid uhličitý**

Oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>) je bezbarvý plyn bez zápachu a chuti, který je stálou složkou zemské atmosféry. Oxid uhličitý značně přispívá ke zvýšenému skleníkovému efektu. V atmosféře oxid uhličitý absorbuje infračervené záření a podílí se tak ke vzniku tzv. skleníkového efektu. Běžné koncentrace oxidu uhličitého nejsou škodné.

Ke zdrojům oxidu uhličitého patří oxidace a respirace odumřelého rostlinného materiálu a emise z antropogenních zdrojů. Antropogenní zdroje uhlíku představuje značné spalování uhlíkatých látek, a to od dopravy přes průmysl až k domácím topeništím. Následkem spalování uhlíkatých látek vzrůstá obsah CO<sub>2</sub> v ovzduší, což se negativně ukazuje v oteplování Země, v tzv. skleníkovém efektu.

Oxid uhličitý se používá jak v plynném, pevném tak i v kapalném skupenství v různých odvětvích průmyslu. Využívá se například při sycení nápojů, jako chladicí médium, v chemickém průmyslu se využívá jako primární surovina pro řadu organických látek. Dále nachází uplatnění jako ochranný plyn při svařování, v hasicích přístrojích a v zemědělství jako podpora růstu rostlin (JELÍNEK a kol., 2011).

### **1.5.3 Oxid dusný**

Oxid dusný ( $N_2O$ ) je nejvíce rozšířeným oxidem dusíku v atmosféře a je přirozenou součástí koloběhu dusíku. Oxid dusný se uvolňuje přirozenou cestou z oceánů a moří, deštných pralesů a dále následkem mikrobiálních procesů nitrifikace a denitrifikace v půdě a vodě. Mezi zdroje oxidu dusného patří spalování uhlíkatých látek a chemická průmyslová výroba používající dusík (např. zpracování odpadních vod). Mezi zdroje oxidu dusného v zemědělství patří dusíkatá hnojiva a chov hospodářských zvířat. Oxid dusný je podobně jako oxid uhličitý a metan skleníkový plyn, jejichž molekuly pohlcují teplo pokoušející se o únik do vesmíru.

Oxid dusný je také označován pod pojmem rajský plyn a je pro své anestetické a analgetické účinky často používaným plynem v medicíně. Je také využíván jako bezpečné oxidační činidlo v raketových motorech. Oxid dusný (E942) je hojně využíván jako plnicí, hnací, a konzervační plyn různých potravin (šlehačky, uzeniny, sýry, bramborové chipsy apod.), (JELÍNEK a kol., 2011).

#### **1.5.3.1 Emise oxidu dusného z chovů skotu**

Přežvýkavci v současnosti vystupují jako zdroje četných kontaminantů ve vzduchu, především tedy plynů. Emise oxidu dusného vznikají rozkladem tuhých a tekutých výkalů, při skladování a manipulaci s nimi, stejně jako při použití dusíkatých hnojiv v terénu aplikací na půdu. Jsou tvořeny nitrifikačními bakteriemi ve dvou procesech: nitrifikace a denitrifikace.

Moč a exkrementy vylučované skotem obsahují dusík v různých sloučeninách. V moči skotu a prasat je dusík obvykle ve formě močoviny a u drůbeže ve formě kyseliny močové. Ve hnoji je dusík obvykle vázán na protein.

Kvantifikace emisí oxidu dusného z ustájení přežvýkavců, povrchů půdy, skladovacích zařízení pro hnůj a hnojiva aplikovaného na půdě je intenzivně zkoumána v mnoha zemích. Rychlost výroby oxidu dusného se liší v závislosti na počasí, kategorii zvířat, ustájení, systému nakládání s exkrementy, typu krmiva

a systému řízení. Proto je velmi obtížné spolehlivě předvídat koncentrace a emise těchto složek (BROUČEK, 2018).

Specifickou možnost snižování emisí představuje například výživa zvířat. Výživa zvířat by měla být taková, aby se předešlo nadbytku dusíku v krmných dávkách, jelikož množství oxidu dusného uvolněného z exkrementů je podmíněno množstvím dusíkatých látek ve stravě a produkci mléka. Výživa by měla poskytovat protein podle požadavků přežvýkavců a redukovat vylučování dusíku močoviny užitím fermentovatelných látek v tlustém střevu (HRISTOV a kol., 2013).

Dusíkaté látky, které dojnice přijímají nad optimální potřebu následně bez racionálního využití vylučují. Z toho důvodu krmné dávky i pro vysoko užitkové dojnice by měly obsahovat pouze takové množství dusíkatých látek, které jsou nezbytně potřebné pro optimální růst mikroorganismů v jejich předžaludcích, pro produkci odpovídajícího množství mléčné bílkoviny a pro záchovu a růst plodu. Významnou roli tedy hraje nejen celkové množství proteinu, ale i kvalita zkrmovaných dusíkatých látek, která je dána hlavně obsahem esenciálních aminokyselin. Z výše uvedených důvodů existuje v současné době zájem na vytvoření takové diety, která by dodala tenkému střevu dojnice potřebné množství konkrétních esenciálních aminokyselin. Absorbované aminokyseliny jsou základem pro stavbu tkání a u dojnic nezbytné pro syntézu mléčných bílkovin a dalších tělesných metabolitů. Jednou z výhod krmných dávek s vhodnou strukturou aminokyselin je teoretická možnost významného snížení koncentrace finančně náročných dusíkatých látek (např. sójový extrahovaný šrot), což by mělo značný hospodářský dopad.

Problematika dusíkatých látek ve výživě dojnic je dlouhodobě a podrobně sledovanou oblastí. Přesto, že byly učiněny velké pokroky, existuje pravděpodobně ještě dlouhá cesta, než budeme schopni přesně definovat potřeby jednotlivých aminokyselin tak, aby byly zajištěny nutriční potřeby dojnic, zabezpečena kvantita i kvalita mléčné produkce a současně minimálně ohroženo zdraví dojnic a aby nedocházelo ke znečišťování životního prostředí (<https://vuzv.cz/wp-content/uploads/2018/03/Dojnice-2009.pdf>, „staženo dne: 7. 2. 2019“).

Živočišné odpady z chovu jsou vynikající zdroj živin. Použití hnojiva nebo odpadních vod na zemědělské půdy prokázalo, že zvyšují úrodnost půd.

Nicméně, pro účinné využití hnoje je namísto brát zřetel na některé úvahy, které by mohly být následkem značného znečištění životního prostředí (BROUČEK, 2017).

#### 1.5.4 Metan

Metan ( $\text{CH}_4$ ) je uváděn jako druhý nejzásadnější skleníkový plyn pro zvýšený skleníkový efekt. Atmosférické koncentrace metanu se od počátku průmyslové revoluce zdvojnásobily a podílely se zhruba 20 % k zesílení účinku skleníkových plynů. Metan je za běžného tlaku a teploty plyn bez barvy a zápachu. K nejdůležitějším vlastnostem metanu se řadí výbušnost při vyšších koncentracích a jeho nadprůměrná schopnost pohlcovat infračervené záření. V účinnosti převyšuje oxid uhličitý, v atmosféře pohlcuje teplo 23krát účinněji, avšak ještě účinnějším skleníkovým plynem je vodní pára.

Zdrojem emisí metanu jsou všeobecně biologické pochody, které se uskutečňují bez přístupu kyslíku (vyhňívání), kdy je metan finálním produktem redukce organických látek. Metan je produkován především bakteriemi, které se živí organickým materiálem za nepřístupu kyslíku. Metan se proto uvolňuje z různorodých přírodních a člověkem ovlivňovaných zdrojů, přitom člověkem způsobené emise představují většinu jeho emisí. Metan se v přírodě vyskytuje též při zahňívacích procesech, například v rašeliništích, kde se často nazývá jako bahenní plyn, nebo je výsledkem biologické činnosti živočichů. Ukazuje se, že přibližně 80 % současných emisí metanu je právě biologického původu.

Mezi člověkem ovlivněné zdroje metanu se řadí těžba a spalování fosilních paliv, pěstování rýže (zaplavená rýžoviště produkují metan, protože se organické látky v půdě rozkládají bez dostatečného přísunu kyslíku), skládky (rozklad organického odpadu bez dostatečného přístupu kyslíku) a rovněž i chov skotu, jelikož skot konzumuje rostlinný materiál, který fermentuje v batoru, a proto vydechuje metan, který je rovněž obsažen následně i v mrvě (<http://veda-technika.blogspot.com/2008/03/metan-sklenikovy-plyn-o-kterem-se.html>, „staženo dne: 11. 12. 2018“).

#### 1.5.4.1 Emise metanu z chovů skotu

Emise metanu z chovů skotu pocházejí především z kvasného trávení v žaludku a při skladování hnoje a polních aplikacích. Přežvýkavci produkují nejvíce metanu na jednotku spotřebovaného krmiva. Plyny, generované během fermentačního procesu v batoru, jsou částečně ztrátou energie krmiva a jsou také označeny za důležité faktory ovlivňující skleníkový efekt. Uvádí se, že kolem 90 % produkovaného metanu u přežvýkavců má svůj původ v batoru (COTTLE a kol., 2011).

Emise metanu ze střešní fermentace jsou vyšší než ty ze skladování hnoje a kejdy. Produkované množství metanu od přežvýkavců je ovlivněno různými faktory, včetně velikosti a typu zvířat, rychlosti jejich růstu, stravitelností spotřeby energie, příjmem obsahu sušiny, celkovým obsahem sacharidů a stravitelných sacharidů, objemem produkce a teploty prostředí. Z toho plyne, že druh zvířete a dietní faktory hrají významnou roli v predikci produkce CH<sub>4</sub> (JOHNSON, JOHNSON, 1995).

Dochází k nejnovějším studiím vlivů krmení a chovu skotu na produkci metanu. Emise metanu ze systémů přežvýkavců lze snížit výběrem zvířat s nízkým zbytkovým příjmem krmiva. Trávicí fyziologie přežvýkavců vede k rozdílné produkci CH<sub>4</sub>. Je uvedeno, že zlepšování genetického potenciálu zvířat prostřednictvím křížení nebo výběr v rámci plemen s nízkými emisemi na jednotku příjmu krmiva jsou účinnými postupy snížení intenzity emisí CH<sub>4</sub>. Trávení se mění podle stravy a kvality. Výroba metanu může být snížena přísunem bílkovin s vysokým podílem bílkovin nebo nízkým obsahem vlákniny, konkrétně podáváním více koncentrátů. Podíl koncentráту ve stravě a zdroj zrna ovlivňuje produkci CH<sub>4</sub> u přežvýkavců. Vysoce vláknitá a špatně stravitelná rostlinná biomasa vede k produkci vyšších podílů metanogenních substrátů a snižuje míru průchodu batoru, což vede k vyšší míře metanu (ELLIS a kol., 2009).

Organizace spojených národů uvádí, že chov hospodářských zvířat je zodpovědný za zhruba 18 % skleníkových plynů, které přispívají ke globálnímu oteplování. Téměř čtvrtina pochází právě z plynatosti skotu. Vědci proto chtějí přispět k boji proti globálnímu oteplování studii o nových možnostech způsobu krmení a ideálních krmiv pro skot, z hlediska snížení jejich plynatosti. Podle ní skot zbytečně moc řihá a trpí plynatostí, a přispívá tak k tvorbě skleníkových plynů. Názory expertů na obsah vyprodukovaného metanu se liší od 100 až 200 litrů za den, někteří uvádějí až 500 litrů za den.

Publikovanou skutečností ale zůstává, že enormní produkce metanu z chovů skotu znečišťuje atmosféru stejnou měrou jako automobily. (<https://www.parlamentnilisty.cz/zpravy/tiskovezpravy/Vinici-sklenikoveho-efektu-Nejen-elektrarny-a-auta-ale-i-kravy-272088>, „staženo dne: 7. 2. 2019“).

Hnůj, resp. kejda, rovněž uvolňují metan, neboť se rozkládají a uvolňují ze sběrných jímek a skládek hnoje, které se během zemědělských činností často používají k ukládání ohromného množství vyprodukovaných organických odpadů. Je proto také hojně označován jako výrazný zdroj výroby metanu (SAGGAR a kol, 2004).

Hlavní zdroje metanu v chovech skotu:

a) vlastní zdravé živočišné organismy:

- procesem zažívání a trávení v trávicím ústrojí,
- procesem dýchání,
- procesem extrakorporálních rozkladů exkrementů,

b) nemocné živočišné organismy:

- procesem patologického trávení a zažívání v trávicím ústrojí,
- procesem patologické plicní ventilace (dýchání),
- procesem extrakorporálních rozkladů chorobou pozměněných exkrementů,

c) technologie, přímo navazující na chov:

- výpary CH<sub>4</sub> z krmivových komponent (konzervovaných),
- odparem a odvětráváním asanačních médií,
- dalšími – vedlejšími – technologiemi živočišné výroby,

d) navazující zdroje metanu v živočišné výrobě:

- polní a statková hnojiště,
- močůvkové a kejdové jímky,
- senážní a silážní jámy a věže,
- kafilerní boxy a trezory.

Je nutné se věnovat dalším studiím, zejména „snižujícím technologiím“ pro zdroje metanu ale i dalších skleníkových plynů z chovů hospodářských zvířat a zemědělských činností, aby byly dodrženy mezinárodní závazky k jejich snižování (<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/emise-metanu-ze-zemedelske-cinnosti>, „staženo dne: 8.2. 2019“).

### **1.5.5 Ozon**

Ozon ( $O_3$ ) je považován jako velice důležitý skleníkový plyn, který vytváří ozonovou vrstvu ve výšce něco kolem třiceti kilometrů nad povrchem zemským. Ozonová vrstva chrání Zemi před ultrafialovým zářením (HOUGHTON, 1998).

Ozon je velice chemicky agresivní a jedovatý plyn, který vzniká a rozkládá se působením slunečního záření. Ozon je zásadní vzdušnou škodlivinou přízemních sfér atmosféry. Tento plyn je nejvýznamnější toxickou složkou fotochemického smogu, toxický je již při koncentracích okolo 1 ppm. Ozon se uvádí jako jedovatá a vysoce reaktivní podoba kyslíku (JELÍNEK a kol., 2011).

Ozon je ve velmi proměnlivé koncentraci přirozenou součástí atmosféry. Je plynem, který má ohromný význam pro existenci na Zemi. Zmíněná ozonová vrstva zachycuje ve stratosféře krátkovlnné ultrafialové záření, což je takový typ sluneční energie, která je schopna negativně ovlivňovat ba až zabít živé buňky (LUHR, 2003).

Ozonová vrstva má tedy funkci ochranného filtru. Narušení ozonové vrstvy by mohlo mít fatální následky pro život na Zemi. Riziko pro ozonovou vrstvu znamenají dusíkatá hnojiva. V jejich přírodním cyklu je enormní obsah oxidu dusného, který dosahuje až výšek stratosféry a zrychluje rozpad ozonu. Vzniká také při spalování uhlíkatých látek a má tentýž následky. Na ozonovou vrstvu neblaze působí i fluorochlorované uhlovodíky označované jako freony, které se využívají jako rozpouštědla, ředidla, nosné plyny a chladicí kapaliny (HOLOUBEK, 1990).

### **1.5.6 Fluorované skleníkové plyny**

Fluorované skleníkové plyny, popisované také jako freony nebo tzv. F - plyny, se člení do kategorií obsahujících částečně fluorované uhlovodíky (látky HFC), zcela fluorované uhlovodíky (perfluoruhlovodíky, látky PFC), fluorid sírový ( $SF_6$ ) a další fluorované skleníkové plyny.

Fluorované uhlovodíky (HFC) se využívají k chlazení a mražení včetně klimatizací. Perfluoruhlovodíky (PFC) se uvolňují při výrobě hliníku a využití nalezneme v elektronickém průmyslu. Fluorid sírový ( $SF_6$ ) se využívá rovněž v elektronickém průmyslu.

Mezi další nejznámější fluorované skleníkové plyny patří chlorofluoruhlovodíky (CFC). Jedná se o synteticky vyráběné chemické látky,



známé též pod komerčním označením freony. Hojně se využívaly při výrobě chladicí techniky či aerosolových sprejů, které nejenže spadají mezi fluorované skleníkové plyny, ale také oslabují ozonovou vrstvu. Právě z toho důvodu se měli postupně omezovat až do úplného ukončení (LOMBORG, 2008).

Tyto skleníkové plyny vystupují jako jediné, které se nevyskytují přirozeně, ale byly především vytvořeny člověkem pro účely průmyslu. Jejich podíl na emisích skleníkových plynů z industrializovaných zemí je okolo 1,5 %. Tyto látky jsou ale neobvykle výkonné – mohou mnohonásobně zachycovat teplo účinněji než oxid uhličitý a v atmosféře mohou zůstat až tisíce let.

Fluorované skleníkové plyny nevykazují potenciál narušovat ozonovou vrstvu Země, avšak mají tzv. potenciál globálního oteplování. Emise těchto látek působí tedy negativně na klimatický systém Země především v jeho oteplování ([https://www.mzp.cz/cz/fluorovane\\_sklenikove\\_plyny](https://www.mzp.cz/cz/fluorovane_sklenikove_plyny), „staženo dne: 9. 11. 2018“).

### **1.5.7 Skleníkový efekt**

Skleníkový efekt je vytvářen částí odraženého slunečního záření, který odráží povrch planety. Odražené sluneční záření je pohlcováno plyny v atmosféře a vytváří přirozený skleníkový efekt (JELÍNEK a kol., 2011).

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

Akumulací tepelného záření se planeta Země otepluje. Skleníkový efekt tedy způsobuje globální oteplování. Skleníkový efekt umožňuje život na naší planetě. Pokud by skleníkový efekt neexistoval, tak by došlo k poklesu průměrné teploty o 33 °C. V důsledku toho by se planeta Země stala neobyvatelnou (BRANIŠ, HŮNOVÁ, 2009).

Schéma a princip skleníkového efektu je zobrazen na obrázku č. 2.



Obrázek č. 2 - Skleníkový efekt, zdroj:

<http://slideplayer.cz/slide/5857591/>, „staženo dne: 9. 11. 2018“

## 1.6 Amoniak

Amoniak ( $\text{NH}_3$ ) je za běžných podmínek bezbarvý plyn charakteristický výrazným zápachem (amoniak silně čpí), má zásaditou povahu, je dráždivý a žíravý. Amoniak je škodlivý již při koncentracích, při nichž je cítit (cca 55 ppm). Nižší koncentrace způsobují podráždění dýchacích cest a při zvýšených koncentracích může dojít až k chronickým zánětům kůže, očí a plic.

Mezi hlavní přírodní zdroje amoniaku se uvádí činnost bakterií při rozkladu bílkovin v půdě a ve vodě. Antropogenní zdroje emisí amoniaku pocházejí především z tepelného zpracování uhlí a z chemického průmyslu. Jelikož disponuje značnou reaktivitou má amoniak v ovzduší krátkou dobu setrvání, řádově několik dnů. Amoniak je ústřední sledovanou emisní látkou z chovů hospodářských zvířat (JELÍNEK a kol., 2011).

Amoniak je významnou součástí přírodního koloběhu dusíku. Tento zátěžový plyn vzniká při rozkladu organických materiálů, především bílkovin. V aerobních půdách a ve vodě se transformuje na kyselinu dusičnou, která je spolu s rozpuštěným amoniakem zásadní složkou sloučenin, ze kterých rostliny čerpají dusík nezbytný pro svůj růst. Živočiškové včetně lidí hrají velkou roli ve vylučování nadbytku dusíku ve formě močoviny (sloučenina amoniaku a oxidu uhličitého). Vlivem mikrobiálních reakcí se poté močovina snadno rozkládá a uvolňuje amoniak.

Amoniak a amonné sloučeniny v zemědělství patří k nejpoužívanějším hnojivům. Amoniak mimo jiné nachází využití v chladičství, v různých průmyslových činnostech včetně výroby hnojiv, umělých hmot, farmaceutických výrobků, výbušnin, v petrochemii nebo jako čistící a bělicí činidlo v průmyslu i v domácnostech (HAVLÍČEK a kol, 2007).

### **1.6.1 Výskyt amoniaku v životním prostředí**

Značná část amoniaku, který se uvolňuje do atmosféry, vychází z rozkladu živočišných a lidských odpadů. Četné hnojení dusíkatými hnojivy, jako jsou například močovina nebo dusičnan amonný apod. způsobují vyluhování značného obsahu dusičnanů do spodních vod, které pak nevykazují vhodnost pro lidskou spotřebu, eventuálně je potřeba nákladnou úpravu pro redukci koncentrace dusičnanů na bezpečné a přijatelné hodnoty (HAVLÍČEK a kol, 2007).

Zásadním problémem při uvolňování amoniaku do ovzduší je jeho nepříjemný zápach, který pocítujeme již při jeho nízkých koncentracích. Ve vodním prostředí je amoniak velmi nebezpečný a zapříčiňuje vážné škody, neboť je velmi toxický pro vodní organizmy a může dojít až k jejich úhynu. V půdě jsou nižší koncentrace amoniaku běžné a jsou podstatné pro výživu rostlin, nicméně při koncentracích vyšších dochází k vyluhování do spodních vod, což vyvolává jejich znehodnocení. Amoniak je také jedním z plynů, který je obsahem kyselých dešťů, které mají podstatnou funkci v transportu kyselých znečišťujících látek na velké vzdálenosti s nežádoucím vlivem na vegetaci i živočichy (ZAPLETAL, 2001).

### **1.6.2 Emise amoniaku z chovů hospodářských zvířat**

Zdroje amoniaku ( $\text{NH}_3$ ) v zemědělství se řadí mezi největší producenty emisí tohoto plynu v celosvětovém měřítku a z toho důvodu se v posledních letech stalo prioritou tyto emise redukovat vhodnými technicky a ekonomicky nenáročnými způsoby, které jsou pro provozovatele realizovatelné (SYMON, BENCKO, 1988).

Za hlavní zdroje amoniaku v zemědělství se považují chovy skotu, prasat a drůbeže. Právě z těchto důvodů je potřeba se zaměřit na výzkum redukce emisí amoniaku z těchto chovů hospodářských zvířat do ovzduší. Vyšší úroveň amoniaku a řada dalších škodlivých plynů působí negativně na životní prostředí. Vytvářejí i negativní podmínky pro ustájená zvířata, zaměstnance farem a nesmíme opomínat ani okolí těchto farem. Jako základní opatření k redukci emisí z chovů je

jejich úprava a manipulace s výkaly. Toto téma na snižování emisí (především amoniaku) z chovů hospodářských zvířat se v současnosti stalo předmětem zájmu řady vědeckých institucí, včetně BAT centra Jihočeské univerzity (BROUČEK, ČERMÁK, 2015).

Pro výslednou hladinu emisí amoniaku z chovů hospodářských zvířat je důležitých mnoho faktorů. Jimiž jsou například okolní teplota a relativní vlhkost vzduchu, sezona, zdravotní stav a kondice zvířat a řízení klimatu ve stáji chovu. Vnitřní hodnoty koncentrací amoniaku jsou notně ovlivněny zvolenou volbou a hustotou ustájení, stářím zvířat, množstvím exkrementů nebo složením podestýlky, podmínkami manipulačních systémů, větráním a konstrukcí budov.

Základní opatření pro snižování emisí amoniaku ze živočišné výroby představuje z dlouhodobého hlediska integrování živočišné a rostlinné výroby. Dalším významným opatřením je z krátkodobého hlediska, které představuje soustředění se na redukci emisí amoniaku v prostorách stáje, při skladování exkrementů a manipulování s nimi, a zejména při aplikování hnoje na půdu (WEBB a kol., 2005).

Amoniak, jehož zdrojem je močovina, je produkován enzymatickou a bakteriální činností v exkrementech hospodářských zvířat. Uvolnění tohoto plynu z exkrementů vzniká při shromažďování, uskladnění a při manipulaci s nimi. Amoniakální dusík tvoří zhruba 60 % dusíkaté složky hnoje. Amoniak se ve vyšších koncentracích často objevuje ve vzduchu stájových objektů a to tam, kde vzniká rozklad exkrementů na pevné podlaze. Produkce plynných látek v ustájení zvířat ovlivňuje vlastnosti vnitřního vzduchu a může mít vliv na zdraví zvířat a vytvořit nezdravé pracovní podmínky pro zaměstnance farmy. Celková pohoda ustájených zvířat je podmíněna mikroklimatem ve stáji a od jejich jednotlivých složek (HAVLÍČEK a kol., 2007).

V posledních letech roste význam využití biotechnologií, které jsou způsobilé eliminovat negativní vlivy emisí. Při ustájení zvířat se jedná například o biologické čištění stájového vzduchu, enzymatické preparáty pro ustájení zvířat na hluboké podestýlce a různé přísady do krmiv. Jak již bylo řečeno zdrojem emisí amoniaku je také aplikace hnoje na půdu, která znamená klasickou a zpravidla i nejehospodárnější

formu zužitkování organických odpadů z chovů, zároveň je ale důležité se držet správných technologií a používat optimální způsoby zapravení do půdy.

Stoupající ekologické podvědomí, politika a legislativa na ochranu životního prostředí ve spojitosti s připravovanými a přijatými mezinárodními závazky, klade nároky na další výzkum a vývoj technologií zabývající se touto problematikou (ONDRAŠOVIČ, FIŠER, 1999).

## **1.7 Stájové mikroklima**

Stájové mikroklima můžeme definovat jako konkrétní stav vzdušného prostředí ve stájových prostorech, které je utvořeno fyzikálními, chemickými a biologickými faktory.

Mezi fyzikální faktory se řadí teplota, vlhkost a proudění vzduchu, ochlazovací účinek prostředí, sluneční záření, osvětlení, atmosférický tlak a hluk. Chemické faktory tvoří plyny, které vznikají ve stájových prostorech mezi ustájenými zvířaty. Jedná se především o oxid uhličitý, metan, amoniak a sirovodík. Biologické faktory představují mikroorganismy a prachové částice, které jsou rozptýleny v ovzduší.

Stájové ovzduší je směsí atmosférického vzduchu a plyných zplodin ze stájového provozu, především z vlastního ustájení zvířat, např. střevních, bachorových a jiných plynů, které vznikají při trávení nebo dýchání. Dále pak plyných látek, které vznikají rozkladem exkrementů, látek vznikajících při biochemických pochodech v podestýlce a v chlévské mrvě a v neposlední řadě také látek z provozu stájové mechanizace (výfukové plyny). Koncentrace škodlivých příměsí jsou nestálé a závislé na několika faktorech, které jsou charakterizovány například počtem kusů ve stáji, provozem a technologií ustájení, a zejména také intenzitou výměny vzduchu větráním (ŠIMKOVÁ a kol., 2015).

### **1.7.1 Chemické složení stájového vzduchu**

Ve stájovém vzduchu je nejvíce obsaženo dusíku, kyslíku a oxidu uhličitého. Dalšími plyny, které se objevují ve stájovém vzduchu jsou amoniak, sirovodík, metan a jiné, které mohou být toxické i při nízkých koncentracích.

Uvádí se, že množství plynů ve stájovém vzduchu ovlivňuje i druh podestýlky. Rozdílné koncentrace jsou u stelivového ustájení, na hluboké podestýlce,

při bezstelivovém ustájení, v ustájení na roštích anebo v částečně zaroštovaném ustájení.

Pro oxid uhličitý všeobecně platí, že čím vyšší budou jeho koncentrace, tím více se mohou zpomalovat životní projevy zvířat a intenzita produkce.

Zvýšené koncentrace amoniaku ve stájovém vzduchu zvyšují pravděpodobnost k řadě onemocnění a negativně ovlivňují užitkovost.

Sirovodík je silně toxický plyn a při vdechování nízkých koncentrací se absorbuje v organismu a může dojít až k chronickým otravám, které se vyznačují pocením, poklesem hmotnosti, celkovou slabostí, záněty dýchacích cest a očí. Účinky sirovodíku se stupňují s vyššími hodnotami vzdušné vlhkosti. Sirovodík se uvolňuje anaerobním rozkladem organických látek ve stájích, obzvláště bílkovin se sirnými aminokyselinami.

Uvádí se, že metan nemá přímý vliv na zdravotní stav ustájených zvířat. Koncentrace metanu mají největší závislost na přijatých proteinech, lipidech, rozpustných cukrech a na sušině v krmivu. Snižování emisí metanu hraje důležitou roli z ekologických důvodů, neboť zemědělství je značným producentem tohoto skleníkového plynu (ŠIMKOVÁ a kol., 2015).

### **1.8 Nejlepší dostupné techniky (BAT)**

Dle zákona č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci, ve znění pozdějších předpisů, jsou nejlepší dostupné techniky (BAT) definovány jako nejvíce účinný a pokročilý stupeň vývoje činností a jejich provozních metod dokládající praktickou vhodnost určité techniky jako základu pro stanovení mezních hodnot emisí a dalších podmínek povolení, jejichž smyslem je předejít vzniku emisí, nebo pokud to není proveditelné, tyto emise omezit, a zabránit tak nepříznivým dopadům na životní prostředí jako celek.

V souladu s evropskou legislativou je termín BAT vymezen takto:

1. technikami se rozumí použitá technologie a jakým způsobem je zařízení navrženo, sestaveno, provozováno, udržováno a vyřazováno z provozu,
2. dostupnými technikami se rozumí techniky, které jsou vyvinuty v rozsahu umožňujícím zavedení v náležitém průmyslovém oboru za technicky a ekonomicky přijatelných podmínek z hlediska nákladů a přínosů,

pokud jsou provozovateli za přijatelných podmínek dostupné bez ohledu na to, zda jsou vyráběny nebo používány v České republice,

3. nejlepšími se rozumí nejefektivnější technika z pohledu dosažení vysoké úrovně ochrany životního prostředí.

Pojem „nejlepší dostupné techniky“ (BAT) se uvádí do řady mezinárodních dokumentů, které se zabývají problematikou ochrany životního prostředí, neboť právě použitím tzv. BAT technik při provozu větších průmyslových a zemědělských zařízení tento pojem vystupuje jako jeden z nejvíce významných prostředků v ochraně životního prostředí a je nejpodstatnější součástí procesu integrované prevence a omezování znečištění (IPPC), (<https://www.mpo.cz/cz/prumysl/prumysl-a-zivotni-prostredi/ippc-integrovana-prevence-a-omezovani-znecisteni/referencni-dokumenty-bref/nejlepsi-dostupne-techniky-bat--224368/>), „staženo dne: 17. 11. 2018“).

Během stanovení a zhodnocování nejlepších dostupných technik se přihlíží zejména na technickou úroveň zařízení, zvláště z hlediska dosahovaného stupně emisí do ovzduší, půdy a vody. Dále na obsah vyprodukovaných odpadů, energetické a materiálové náročnosti a finančních možností provozovatele zařízení při dosažení regionálních standardů životního prostředí. V rozhodování je nutné zohlednit důležité podklady, jimiž jsou plány snižování emisí, plány odpadového hospodářství, podmínky provozu vycházející z dokumentace a další.

Údaje se poté srovnávají s definovanými nejlepšími dostupnými technikami, vřazenými do evropských referenčních dokumentů o nejlepších dostupných technikách (BREF), které jsou vypracovány pro jednotlivé kategorie průmyslových činností (JELÍNEK a kol., 2011).

## 1.9 Správná zemědělská praxe

V České republice je schváleno a také rovněž používáno několik postupů pro správnou zemědělskou praxi, které se vztahují nejen na ochranu ovzduší a na ochranu vod, ale zajišťují i takové požadavky, které jsou v rámci plnění cílů společné zemědělské politiky Evropské unie (KRČÁLOVÁ, 2009).

Správná zemědělské praxe je neodmyslitelnou součástí nejlepších dostupných technik (BAT č. 2 v dokumentu BREF). Přestože je obtížné vyčíslit její environmentální přínos ve snížení amoniaku nebo snížení spotřeby vody a energie, je zřejmé, že svědomité řízení farmy přispívá ke zlepšení environmentální výkonnosti (JELÍNEK, DĚDINA, 2006).

Správnou zemědělskou praxí rozumíme uvážení, jaké činnosti a operace na farmě mohou mít vliv na životní prostředí a jaké postupy aplikovat k prevenci nebo k minimalizaci emisí nebo dalším záporným vlivům na složky životní prostředí. Výsledkem je poté výběr nejlepší kombinace technologií a příležitostí pro každý podnik (farmu), (HAVLÍČEK a kol., 2007).

Zemědělci by měli projevit snahu o dodržování všech zásad správné zemědělské praxe, a to hlavně ve vlastním zájmu. Bez ohledu na to, zda jsou zásady popsány v učebnicích a metodikách nebo jsou součástí legislativních předpisů. Náplní jednotlivých zásad správné zemědělské praxe jsou většinou obecně známá doporučení či požadavky, jak hospodařit s ohledem na ochranu životního prostředí (KRČÁLOVÁ, 2009).

Zásady správné zemědělské praxe v chovech hospodářských zvířat představují určité postupy, které převážně vychází z právních předpisů a jejich úkolem je zabezpečení zdraví spotřebitele a také ochrany životního prostředí. V podstatě všechny postupy správných zemědělských praxí, které se uplatňují, jsou od 1. ledna 2009 kontrolovány v rámci systému Cross-compliance (kontroly podmíněnosti), což je systém, který byl iniciován reformou Společné zemědělské politiky a stal se klíčovým prvkem k vyjednávání o zachování evropských dotací do zemědělství i v budoucnu.

V současnosti je nejvíce aktuálním a nejvíce vyžadovaným postupem taková správná zemědělská praxe, která se řídí podle referenčních dokumentů nejlepších dostupných technik (BREF), (KRČÁLOVÁ, 2010).



Cílem k uplatňování zásad správné zemědělské praxe je snaha o trvale udržitelný rozvoj a princip prevence. Dalším důležitým cílem této praxe je, aby bylo environmentální myšlení pevně zakotveno do rozhodovacích procesů, které ovlivňují výrobní činnosti dotčeného zařízení (KRČÁLOVÁ, 2009).

Zásady správné zemědělské praxe dle závěrů o nejlepších dostupných technikách (BAT):

- a) vhodné umístění zemědělského provozu a prostorové rozmístění činností pro tyto účely: snížení počtu přeprav zvířat a materiálů (včetně hnoje), posouzení převažujících klimatických podmínek (např. větru a srážek), zvážení kapacity možného budoucího vývoje hospodářství, zabránění kontaminace vody,
- b) vzdělávání a školení zaměstnanců, a to především v těchto oblastech: náležité předpisy, bezpečnost práce, chov hospodářských zvířat, zdraví a životní podmínky zvířat, nakládání, přeprava a aplikace s hnojem do polí, plánování činností, nouzové plánování a řízení, opravy a údržba vybavení,
- c) příprava nouzového plánu pro řešení neočekávaných emisí a nehod, jako je znečištění vodních ploch. Toto znamená například plán hospodářství s uvedením odvodňovacích systémů a zdrojů vody/odpadů, akční plány reagující na některé možné události (např. požáry, prosakování nebo zhroucení jímek kejdy, neřízený odtok z otevřených skládek hnoje, rozlití oleje), dostupné vybavení pro nakládání s událostmi znečištění (např. zařízení pro těsné uzavření odtoků, zahrazení, zástěny),
- d) pravidelná kontrola, oprava a údržba konstrukcí a vybavení, jako je: jakékoli stupně opotřebení, poškození nebo úniku z jímek kejdy, čerpadla na kejdu, míchací zařízení, zavlažovače, odlučovače, systémy pro přísun vody a krmiv, systém odvětrávání a snímače teploty, síla a přepravní zařízení (např. ventily, trubice), systémy čištění vzduchu (např. pravidelná prohlídka). Může sem patřit i čistota hospodářství a ochrana proti škůdcům,
- e) uskladnění uhynulých zvířat tak, aby se zajistila prevence nebo snížení emisí [\(<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=OJ:L:2017:043:FULL&from=CS>\), „staženo dne: 5. 2. 2019“\).](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=OJ:L:2017:043:FULL&from=CS)

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

V práci se zaměřím na:

1. Změření emisí plynů  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  a  $\text{N}_2\text{O}$  ve vybraném zemědělském provozu.
2. Porovnáím emise amoniaku a metanu s emisemi těchto plynů v provozech s různou technologií ustájení.
3. Odpovím na otázky z cíle této práce.
4. Uvedu závěry pro praxi.

### 3. Metodika

#### 3.1 Popis farmy

Pro měření koncentrací plynů byla zvolena rodinná farma soukromého zemědělce pana Michala Horáka. Farma se nachází v obci Žíšov nedaleko Veselí nad Lužnicí. Tato rodinná farma se zaměřuje jak na rostlinou, tak i na živočišnou výrobu. Farma nemá žádné zaměstnance, pracují na ní pouze rodinní příslušníci včetně majitele, který pokračuje v rodinné tradici Horákových.

Farma obhospodařuje výměru okolo 212 ha, z toho část pozemků je pronajatých. Přibližně 26 ha tvoří trvalé travní porosty (TTP) a zbytek orná půda. Rostlinná výroba je zaměřena především na pěstování krmných plodin. Mimo jiné podnik soukromého zemědělce nabízí a provozuje služby pro zvýšení sezonní výkonnosti vlastních strojů a ekonomiky podniku.

V živočišné výrobě se farma pana Horáka zaměřuje na produkci mléka. V konkrétní stáji, kde probíhalo měření, jsou chovány podíloví kříženci českého strakatého skotu s holštýnským plemenem. V době prvního měření bylo ve stáji ustájeno 48 kusů dojnic. V období druhého měření pak 63 kusů. Majitel farmy udává průměrnou roční dojivost zhruba 8 760 litrů mléka na dojnici ( $24 \text{ litrů} \cdot \text{kus}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$ ). Mléčná farma pana M. Horáka prošla v roce 2008 rekonstrukcí. Na obrázku č. 3 je zachycena stáj pro skot, kde probíhalo měření, čerstvě po modernizaci.



Obrázek č. 3 - Farma rodiny Horákových, zdroj:

<http://www.asz.cz/cs/soutez-o-farmu-roku/farma-roku-2010/farma-rodiny-horakovych-zisov-asz-tabor-2-misto.html>, „staženo dne: 21. 11. 2018“

### 3.1.1 Technologie chovu a popis stáje

Dispozice stáje je řešena jako volné boxové ustájení na betonové podlaze. Podestýlku hlubokého boxového lože tvoří obilná sláma, zastýlání se provádí dle potřeb nastýlacím vozem. Odkliz z hnojných chodeb se provádí nakladačem současně s krmením dvakrát denně. Ve stáji je umístěn jeden moderní automatický dojící robot značky Lely Astronaut A3. Jako krmivo slouží směs kukuřičné siláže, travní senáže, pšeničné slámy a doprovodného šrotu. Pro zakládání krmiv je použit mobilní míchací krmný vůz. Napájení skotu ve stáji představuje systém s napájecími žlaby.

Stáj, kde probíhalo měření, se skládá z cihlových zdí, na kterých je omítka. Na bocích jsou také otvory na větrání, které jsou na jedné straně vyplněny sítěmi a na druhé straně stahovacími plachtami. Krytinu střechy tvoří betonové tašky a na hřebenu se nacházejí přibližně z jedné třetiny solární panely, ze kterých je energie spotřebovávána ve stáji. Velikost celého objektu je přibližně 80 x 25 metrů. Čelní strany tvoří tři vjezdy, které lze v chladném počasí zakrýt svinovacími roletami.

Součástí budovy stáje je i posklizňová linka, která se nachází v půdních prostorech nad ustájením. K budově v zadní části přiléhá stáj pro telata. Na snímku č. 4 je zachycena stáj, kde probíhalo měření. Na uvedeném snímku první třetinu tvoří část ustájení, přilehlá mléčnice a v půdních prostorech se nachází zmiňovaná posklizňová linka. Budova pokračuje ustájením, ke kterému poté v zadní části přiléhá stáj pro telata.



Obrázek č. 4 - Farma Horákových, zdroj:

<http://www.asz.cz/cs/soutez-o-farmu-roku/farma-roku-2010/farma-rodiny-horakovych-zisov-asz-tabor-2-misto.html>, „staženo dne: 21. 11. 2018“

### 3.2 Způsob měření ukazatelů stájového mikroklimatu

Při měření ukazatelů stájového mikroklimatu v chovech skotu je nezbytné zachovávat některé stanovené a základní podmínky, aby měření nabilo vědecké váhy (reprodukovatelnost a opakovatelnost). Z důvodů zaručení vědecké váhy měření je tedy nutno dodržet:

- přístroje, které jsou používány pro měření ukazatelů stájového mikroklimatu musí být pravidelně ověřovány a cejchovány podle pokynů výrobce nebo dodavatele,
  - během měření je ideální venkovní teplota v rozmezí +10 až +30 °C,
  - měření se uskuteční jednotně pro každou halu chovu,
  - o provedeném měření je vždy evidován záznam naměřených hodnot,
  - dle aktuální legislativy v oblasti ochrany ovzduší je vyžadováno neustálé měření hodnot po dobu minimálně 24 hodin (JELÍNEK a kol, 2013).

#### 3.2.1 Měření koncentrace plynů

Při měření koncentrace amoniaku, ale i dalších zátěžových a skleníkových plynů je nutné se držet těchto zásad:

- těsně před začátkem měření koncentrace se ve všech měřících místech vykoná krátkodobé měření okamžité relativní vlhkosti vzduchu. Měření koncentrace emisních plynů se nesmí provádět, je – li naměřená okamžitá relativní vlhkost vzduchu v daném místě vyšší jak 90 %. Z důvodu negativního vlivu vysoké relativní vlhkosti na senzory měřících přístrojů,
  - měřící sondy musíme umístit tak, abychom zamezili kontaktu sond včetně přírodních hadiček se zvířetem,
  - zahájení měření se realizuje po uplynutí doby náběhu senzorů, pokud jí výrobce nebo dodavatel neuvádí jinak,
  - doba měření koncentrace je minimálně 10 minut, pro denní průběh 24 hodin,
  - měření se opakuje, jsou – li rozdíly v koncentraci na jednotlivých měřících místech větší než 50 %.

Pro orientační měření koncentrací plynů se využívá metod založených na elektrochemických čidlech. Pro přesnější měření ukazatelů se používá fotoakustická spektroskopie (JELÍNEK a kol., 2013).

### **3.2.1.1 Použité měřicí přístroje**

#### **Měřicí přístroj koncentrace plynů INNOVA 1412**

Pro měření koncentrace amoniaku ale i dalších zátěžových a skleníkových plynů je možné použít přístroj 1412 Photoacoustic Multi - gas Monitor firmy INNOVA Air Tech Instruments s vícekanálovým vzorkovacím a dávkovacím zařízením 1309 Multipoint Sampler od téže firmy – LumaSense Technologies A/S, Ballerup, Dánsko.

Fotoakustický monitor INNOVA 1412 se uvádí obecně jako analyzátor a měřič plynů, kde měření probíhá na principu fotoakustické infračervené detekční metody. Z toho plyne, že tento měřicí přístroj je schopen měřit koncentrace všech plynů, které mají schopnost absorbovat infračervené záření.

V zásobníku optických filtrů jsou umístěny patřičné optické filtry – pět kusů plus jeden na vodní páru. Z toho vyplývá, že přístroj je schopen současně měřit koncentrace až pěti plynů spolu s vodní párou a také tlak vzduchu v každém vzorku vzdušiny. Tento přístroj dále poskytuje kompenzovat interferenci mezi měřenými plyny využitím křížové kompenzace. Limity detekce jsou závislé na měřeném plynu, ale zpravidla se pohybují kolem hranice  $10^{-2}$  ppm při 20 °C a tlaku 101 kPa. Měřená data se průběžně zaznamenávají v reálném čase a jsou zobrazována v numerické nebo grafické podobě a přenositelná do osobního počítače ve formátu MS Excel.

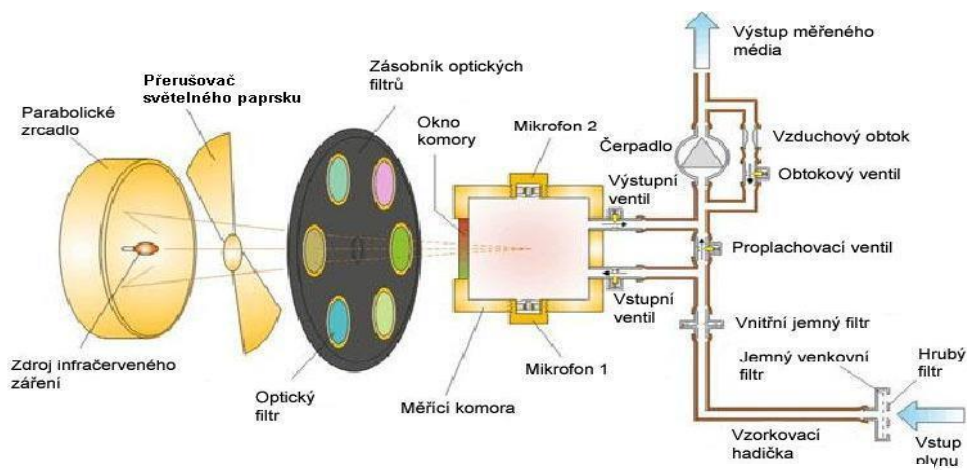
Výše popsaný měřicí přístroj INNOVA 1412 Photoacoustic Multi - gas Monitor je zobrazen na obrázku č. 5.



Obrázek č. 5 - Měřicí přístroj INNOVA 1412, zdroj:

<https://shop.labexchange.com/de/innova-1412.html>, „staženo dne: 21. 11. 2018“

Princip fotoakustického efektu (viz obrázek č. 6) u tohoto přístroje je založen na přeměně světelné energie na zvukovou vlivem kmitání měřeného plynu, kapaliny nebo pevné látky. Ve fotoakustické spektroskopii je měřený plyn ozařován pomocí modulovaného světla, které má přesně určenou vlnovou délku. Tím dochází ke kmitání molekul, které pak převedou světelnou energii na akustický signál, který je v přístroji INNOVA detekován dvěma mikrofony a zesílen v zesilovači. Některé plyny pohlcují infračervené světlo ve shodných vlnových délkách a tím nemusí být zřetelné, zda naměřená a zobrazená informace je od jednoho nebo druhého plynu, eventuálně společná pro oba. Tento jev se označuje jako křížová interference, a proto byl do přístroje INNOVA 1412 vřazen algoritmus křížové kompenzace, který s pomocí karuselu s filtry redukuje interferenci od ostatních plynů s přesností více než 98 %.



Obrázek č. 6 - Princip fotoakustického efektu, zdroj: JELÍNEK a kol. (2011)

**Přepínač odběrných míst INNOVA 1309 Multipoint Sampler** se používá v kombinaci s více měřicími přístroji firmy INNOVA k podpoře vícekanálového měření. Tento přístroj navyšuje možnosti použití monitorovacích zařízení tím, že poskytuje odběr vzorků z více míst měření pomocí měřících hadiček se sondami. Tento přepínač je schopen odebírat až z 12 různých odběrových míst a posílat vzorky do analyzátoru. Každé z 12 možných odběrových míst je spojeno s přepínačem odběrných míst vlastní teflonovou hadičkou dlouhou až 50 metrů. V přístroji se hadičky spojí do jednoho místa a třicestný ventil řídí odběr vzorků. Ten vzorek posílá přímo do analyzátoru, nebo může být přepnut na výfuk do okolního prostředí, čímž nastává proplachování vzorkovacího potrubí. Mezitím co analyzátor proměřuje vzorek, je výfukem proplachována následující odběrná hadička.

K přístroji INNOVA 1309 Multipoint Sampler (viz obrázek č. 7) můžeme připojit také 6 teplotních čidel, které jsou umístěny ve spodním rohu (ikona temperature) pod odběrnými místy. Jednotlivé snímače teploty můžeme od přístroje situovat až do vzdálenosti 50 m (JELÍNEK a kol, 2011).



Obrázek č. 7 – Přepínač odběrných míst INNOVA 1309 Multipoint Sampler, zdroj: <https://innova.lumasenseinc.com/manuals/historical-manuals/1309/>, „staženo dne: 22. 11. 2018“



### **3.2.2 Měření teploty, relativní vlhkosti a rychlosti proudění vzduchu**

Při měření těchto veličin je nutné se držet těchto zásad:

- teplota vnitřního prostředí stáje je nutná měřit tehdy, jestliže venkovní teplota ve stínu překročí hranici +30 °C,
- teplota se měří teploměrem s minimálním rozlišením 0,5 °C,
- doplňkové měření venkovní teploty provádíme ve stínu ve výšce 1 metr nad zemí a minimálně 1 metr od stěny haly tak, aby se eliminoval vliv sálání tepla stěnami objektu,
- relativní vlhkost vzduchu měříme tehdy, pokud v okolí haly venkovní teplota klesne pod hranici +10 °C,
- jestliže naměřená hodnota relativní vlhkosti vzduchu přesáhne 70 %, provedeme opětovné měření relativní vlhkosti vzduchu v totožném místě měření nejdříve po 24 hodinách. Bude-li i opakovaným měřením zjištěna relativní vlhkost vzduchu vyšší jak 70 %, provedeme měření relativní vlhkosti vzduchu po dobu 48 hodin (JELÍNEK a kol, 2013).

#### **3.2.2.1 Použité měřicí přístroje**

##### **Měřicí přístroj COMMETER D4141**

Pro účely měření teplot vnitřního prostředí a relativní vlhkosti vzduchu je vhodné použít například tento digitální záznamový termohydrobarometr s externí sondou. Tento přístroj slouží pro měření a záznam teploty a relativní vlhkosti vzduchu externí sondou, teploty vzduchu v okolí přístroje, atmosférického tlaku, tlakové tendence a rosného bodu.

Teploty se měří pomocí odporových snímačů. Snímače vnitřní teploty a tlaku jsou umístěny uvnitř přístroje. Snímače vnější teploty a relativní vlhkosti vzduchu se nacházejí v přípojitelné externí sondě.

Hodnoty naměřené přístrojem jsou zobrazovány na dvouřádkovém LCD displeji a lze je ukládat v předurčeném časovém intervalu do vnitřní nezávislé paměti, odkud je můžeme snadno přenést do osobního počítače. Pro každou veličinu je možné v přístroji nastavit dvě hodnoty (minimální a maximální) a měřené hodnoty se v přístroji porovnávají. Jejich přesah se signalizuje akusticky nebo blikáním na displeji.

Měřicí rozsah teplot je  $-30$  až  $+105$  °C s přesností  $\pm 0,4$  °C a rozlišením  $0,1$  °C, u relativní vlhkosti  $0$  až  $100$  % RV s přesností  $\pm 2,5$  RV v rozsahu  $5 - 95$  % při  $23$  °C a rozlišením  $0,1$  % RV (JELÍNEK a kol., 2011).

Digitální záznamový termohydrobarometr s externí sondou COMMETER D4141 dodávaný firmou Comet systém s.r.o., Rožnov pod Radhoštěm, Česká republika, který bude použit pro účely měření vnitřních teplot a hodnot relativní vlhkosti ve stáji, je znázorněn na obrázku č. 8.



Obrázek č. 8 - Měřicí přístroj COMMETER D4141, zdroj:

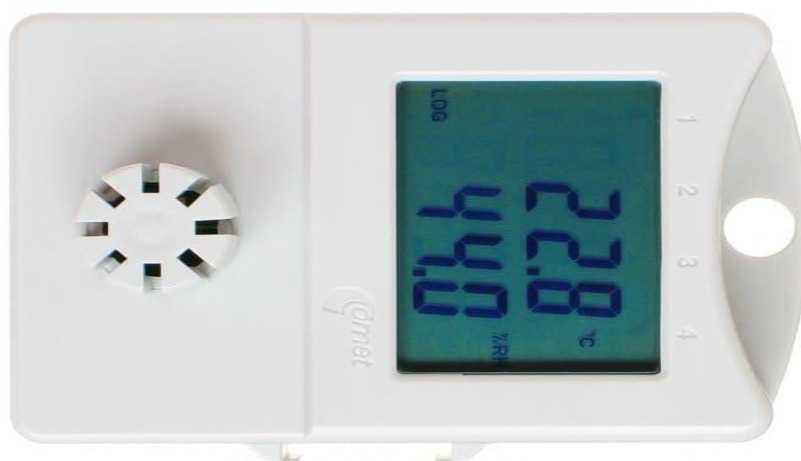
<https://www.cometsystem.cz/produkty/teplomer-vlhkomer-barometr-s-externi-sondou-na-kabelu-1-metr/reg-d4141>, „staženo dne: 21. 11. 2018“

### **Měřicí přístroj LOGGER S3120**

Tento měřicí přístroj se používá pro účely měření teploty a relativní vlhkosti vzduchu. Naměřené údaje včetně hodnot rosného bodu jsou zobrazovány na dvouřádkovém LCD displeji a naměřené hodnoty z Dataloggeru lze jednoduše přenést z vnitřní nezávislé paměti do osobního počítače. Do vnitřní nezávislé paměti jsou měřené hodnoty ukládány v nastavitelných časových intervalech. Nedílnou součástí přístroje jsou měřicí senzory teploty a relativní vlhkosti vzduchu. Ovládaní a nastavení Dataloggeru se provádí prostřednictvím počítače. Zapnutí, vypnutí a nulování je možné i pomocí přiloženého magnetu. Na LCD displeji můžeme volit i zobrazení nastavitelných maximálních a minimálních naměřených hodnot střídavě s okamžitými hodnotami. Přesah nastavených hodnot je oznamován na displeji.

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

Tento měřicí přístroj LOGGER S3120 (Datalogger) dodávaný firmou Comet systém s.r.o., Rožnov pod Radhoštěm, Česká republika, který bude použit pro účely měření venkovních (vnějších) teplot a hodnot vnější relativní vlhkosti pro tuto práci je zachycen na obrázku č. 9.



Obrázek č. 9 - Měřicí přístroj LOGGER S3120, zdroj:

<https://www.cometsystem.cz/produkty/reg-s3120>, „staženo dne: 22. 11. 2018“

### **Měřicí přístroj TESTO 435**

Pro měření rychlosti proudění vzduchu je vhodné použít například tento měřicí přístroj TESTO 435. Jedná se o multifunkční přístroj, který na základě přípojných sond (anemometrů) je schopen měřit parametry proudícího vzduchu, relativní a absolutní vlhkost, teplotu, rosný bod, objemový průtok, tlak i kvalitu vzduchu. Měřená data se zobrazují na dvouřádkovém LCD displeji a poté se exportují do osobního počítače (lze i přes infračervené rozhraní).

Tento měřicí přístroj nachází využití pro regulaci a revize vzduchotechnických zařízení, pro měření klimatu v místnostech, pro měření rosného bodu v rozvedech stlačeného vzduchu a kontrolu kvality vzduchu. Používání tohoto přístroje ve výbušném prostředí a pro diagnostická měření v medicíně není dovoleno.

Měřicí rozsah teplot anemometrů je  $0 - 60 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  s rozlišením  $0,01 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  objemový průtok  $0 - 99990 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  (JELÍNEK a kol, 2011).

Tento používaný měřicí přístroj TESTO 435 dodávaný společností Testo s.r.o. Praha, Česká republika, který bude součástí měření pro tuto diplomovou práci je zobrazen na obrázku č. 10.



Obrázek č. 10 – Měřicí přístroj TESTO 435, zdroj: <https://www.testo-direct.com/product/testo-435-2-multi-function-meter>, „staženo dne: 22. 11. 2018“

### 3.3 Rozmístění sond a měřících přístrojů

Měřicí přístroj INNOVA 1412 společně s doprovodným zařízením přepínačem odběrných míst Multipoint Sampler INNOVA 1309 a osobním počítačem byly instalovány v ochranném prachotěsném boxu, který byl umístěn ve stáji bez možnosti kontaktu se zvířaty. Nemohlo tedy dojít k žádnému poškození zvířaty a ani nepříznivými přírodními vlivy, jelikož byl umístěn ve stáji pod střechou.

Osobní počítač zaznamenává všechny údaje z měřících přístrojů INNOVA, které jsou umístěné v boxu a zpracovává údaje do programu MS Excel.

Umístění prachotěsného boxu s instalovanými přístroji INNOVA a osobním počítačem značky DELL je zachyceno na obrázku č. 11 včetně stojanu cívek s rozvedenými hadičkami se sondami. Box s přístroji nebyl vystaven žádnému riziku, a tudíž nedošlo ani k žádnému poškození během měření.



Obrázek č. 11 – Umístění přístrojů INNOVA

Teflonové hadičky se sondami byly odmotávány z cívek a poté rovnoměrně roztaženy po stáji za pomoci starého mostku u stropu a ocelových nosníků stropu. Hadičky byly bezpečně připevněny za pomoci stahovací pásky a připevněny tak, aby nebyl omezen průchod plynů v hadičkách případným skřípnutím, zalomením či silným utahením páskou. Cívky hadiček byly instalovány na speciálním stojanu a zajištěny proti samovolnému otáčení.

Jednotlivé sondy byly umístěny nad úroveň hlav zvířat, tak aby bylo zamezeno kontaktu sond se zvířaty nebo případnému stržení. Sondy byly rovněž bezpečně uchyceny za pomoci stahovací pásky ke starému mostku u stropu stáje.

Na obrázcích č. 12 a č. 13 je znázorněn rozvod měřících hadiček, které vedou od doprovodného zařízení přepínače odběrných míst Multipoint Sampler INNOVA 1309 a jsou zakončeny měřící sondou. Jsou uchyceny ke starému mostku u stropu stáje černou stahovací páskou.



Obrázek č. 12 - Svazek rozvodu hadiček



Obrázek č. 13 - Umístění připevněné sondy

Měřicí přístroj COMMETER D4141 pro měření teploty a relativní vlhkosti vzduchu externí sondou byl umístěn v objektu stáje, kde probíhalo měření.

Na obrázku č. 14 je zachyceno umístění měřicího přístroje. Přístroj byl umístěn na zábradlí schodiště vedoucí na posklizňovou linku, která jak již bylo zmíněno se nachází v půdních prostorách stáje. COMMETER D4141 byl k zábradlí opět bezpečně připevněn černou stahovací páskou a nebyl vystaven nebezpečí kontaktu se zvířetem nebo nepřízní počasí. Měřicí externí sonda byla instalována tak, aby byla zajištěna správnost měření.



Obrázek č. 14 - Umístění měřicího přístroje COMMETER D4141

Měřicí přístroj LOGGER S3120 pro záznam teploty a relativní vlhkosti vzduchu byl umístěn mimo objekt stáje (ve stínu ve výšce 2 m nad zemí). Datalogger byl umístěn ve venkovním prostředí a byl určen pro záznam venkovních (vnějších) hodnot. Byl umístěn tak, aby správně plnil požadovanou funkci a nedošlo k jeho poškození. Umístění Dataloggeru je zachyceno na snímku č. 15.



Obrázek č. 15 - Umístění měřícího přístroje LOGGER S3120

Měřící přístroj TESTO 435 pro měření rychlosti proudění vzduchu s připojenou sondou (vrtulkovým anemometrem) byl umístěn v otevřeném manipulačním otvoru v boku stáje. Měřící přístroj i anemometr byli opět bezpečně připevněny stahovací páskou.

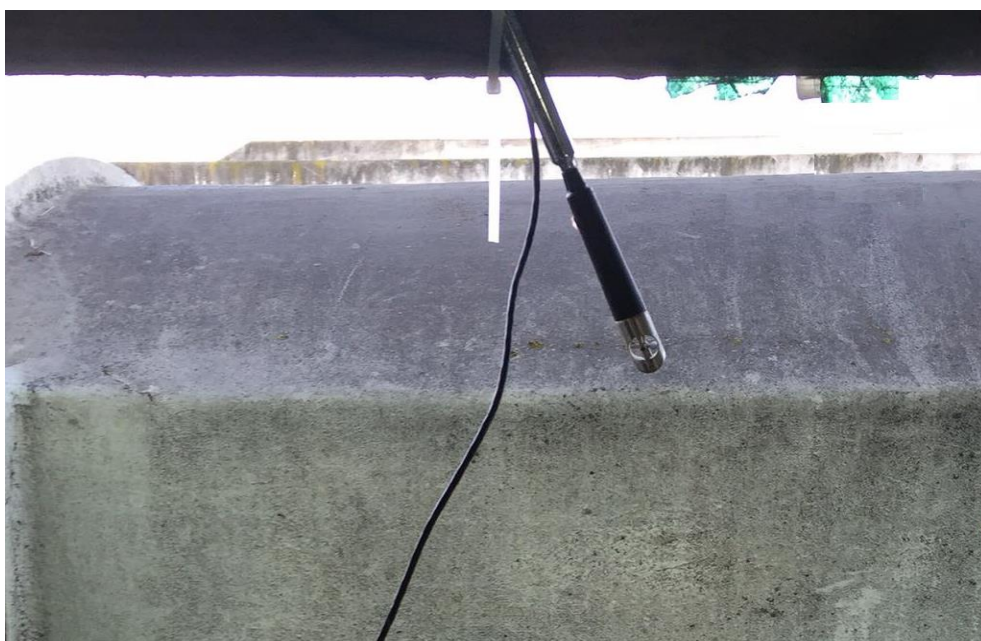
Před umístěním anemometru včetně připojené sondy jsme vybrali takové povětrnostní podmínky, kdy proudění vzduchu mělo směr do otevřené strany stáje (u krmné chodby). Anemometr jsme následně pak umístili na výstup vzduchu ze stáje. Z toho plyne, že po dobu měření rychlosti proudění vzduchu byla zaručena správnost měření.

Měřící přístroje nebyly vystaveny nebezpečí poškození. Na obrázcích č. 16 a č. 17 je znázorněno umístění měřícího přístroje TESTO 435 a připojené sondy (vrtulkový anemometr).



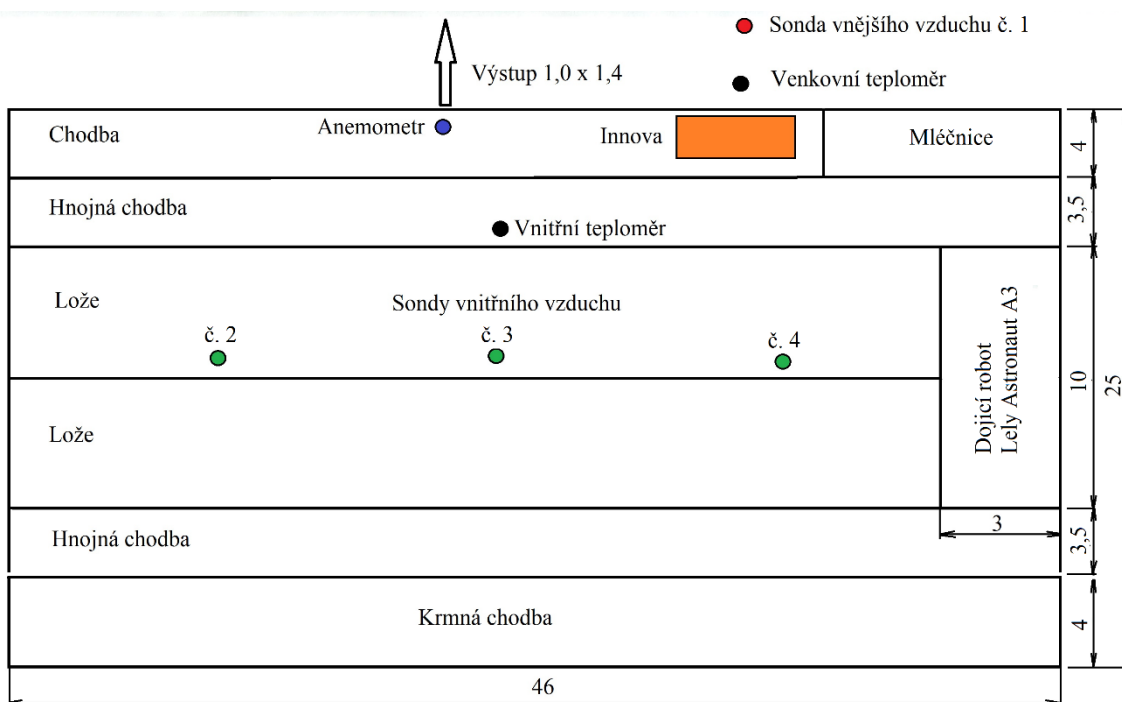


Obrázek č. 16 – Umístění přístroje TESTO 435



Obrázek č. 17 - Umístění anemometru

Na obrázku č. 18 je znázorněno schéma s rozměry části stáje, kde probíhalo měření. Schéma zobrazuje rovněž i rozmístění jednotlivých výše popsanych měřících přístrojů a sond po stáji.



Obrázek č. 18 - Schéma s rozměry stáje včetně rozmístění měřících přístrojů

Ze sond vnitřního vzduchu bude pro další výpočty a grafické znázornění použita ta s nejvyšší hodnotou koncentrace měřeného plynu.

### 3.4 Způsob zpracování naměřených hodnot

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

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

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

Kde:

$n$  – počet průměrovaných hodnot,

$x_i$  – jednotlivé průměrované hodnoty,

$\bar{x}$  - jejich aritmetický průměr.

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

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

Kde:

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

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

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

$\sigma_i$ ,  $\sigma_e$  a  $\sigma_Q$  - jim odpovídající směrodatné odchylky.

Z takto získaných průměrných půlhodinových hmotnostních toků a jejich odchylek bude dále určen 24 hodinový celkový průměrný hmotnostní tok v  $\text{mg} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Odchylka celkového průměrného hmotnostního toku  $\sigma_{\text{FN}}$  pak bude stanovena dle vztahu č. 3.

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

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

## **4. Vlastní práce**

### **4.1 Vlastní měření**

Měření probíhalo ve zmiňovaném zemědělském podniku pana Michala Horáka, který svůj podnik zaměřuje především na produkci mléka. Podnik sídlí v jihočeské vesničce Žišov nedaleko města Veselí nad Lužnicí v okrese Tábor. Pan Horák pokračuje v rodinné tradici a velice ochotně přistupoval na požadavky spojené s měřením pro účely této diplomové práce.

Po příjezdu na místo měření jsme s vedoucím práce provedli vizuální zhodnocení stáje. Následně jsme po poradě s majitelem farmy určili, kde a jakým způsobem budou rozmístěny a uchyceny všechny potřebné přístroje a sondy. Měřicí přístroj INNOVA 1412 spolu s přepínačem odběrných míst Multipoint Sampler INNOVA 1309, jsme umístili do prostorů bez možnosti přístupu ustájených zvířat. Tyto dva měřicí přístroje, spolu se záznamovým zařízením v podobě přenosného osobního počítače značky DELL, jsou uloženy v prachotěsném uzamykatelném boxu, tak aby byla zajištěna nejvyšší ochrana přístrojů. Navazujícím krokem bylo roztažení hadiček včetně sond po stáji. Byly zvoleny celkem 4 odběrné sondy, jedna vnější a tři vnitřní. Následně jsme rozmístili ostatní přístroje, které jsou nezbytně nutné pro získání doplňujících informací jako je vnitřní a venkovní (vnější) teplota a relativní vlhkost a rychlost proudícího vzduchu. Měřicí přístroj COMMETER D4141 pro měření a zaznamenávání teplot a relativní vlhkosti uvnitř stáje a měřicí přístroj LOGGER S3120 pro záznam venkovních (vnějších) teplot a relativní vlhkosti. Dále pak měřicí přístroj TESTO 435 s připojeným vrtulkovým anemometrem ke stanovení hodnot rychlosti proudícího vzduchu. Rozmístění měřících přístrojů a sond je zobrazeno výše na obrázku č. 18. Pro obě měření jsme měřicí přístroje a sondy situovali totožně.

Vlastní měření probíhalo ve dvou etapách. První měření bylo zahájeno dne 16. 2. 2018 v 9:20 hodin. Během měření jsem osobně v 18:00 provedl kontrolu správnosti a funkčnosti měření na místě. Měření probíhalo do druhého dne 17. 2. 2018 a v 9:20 bylo vypnuto. Byla tak bezpečně splněna podmínka nepřetržitého měření po dobu 24 hodin. Během prvního měření bylo ve stáji ustájeno 48 kusů dojnic. Druhé měření proběhlo necelý rok od prvního měření, a to ve dnech 30. 1. 2019 a 31. 1. 2019. Druhé měření začalo 30. 1. 2019 v 8:40. Během druhého měření jsem

opět navštívil podnik ve večerních hodinách pro kontrolu zařízení a průběhu měření. Druhé měření bylo ukončeno dne 31. 1. 2019 v 8:40. Byla opět bezpečně splněna podmínka nepřetržitého měření. Během druhého měření bylo ve stáji ustájeno 63 kusů dojnic. Pro obě měření bylo shodné rozmístění měřících přístrojů a sond (dle schématu č. 18). Shodně byly zvoleny i vzdálenosti a počet sond po stáji (max. 50 metrů od analyzátoru plynů). Obě měření proběhla bez výpadku, nepřetržitě po dobu 24 hodin a bez alarmových hlášení. Během měření nedošlo k poškození, stržení ani k odcizení měřících přístrojů.

Na obrázku č. 19 je zobrazen podnik Michala Horáka z leteckého snímku, podnik se nachází na okraji vesnice. Na snímku je podnik zachycen v době, kdy ještě není zcela po modernizaci.



Obrázek č. 19 - Umístění mléčné farmy, zdroj:

[https://www.google.com/maps/place/391+81+%C5%BD%C3%AD%C5%A1ov/@49.2016137,14.6877961,819m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x470cb0d5483f3a2b:0x400af0f66163cb0!8m2!3d49.1999478!4d14.6933805,](https://www.google.com/maps/place/391+81+%C5%BD%C3%AD%C5%A1ov/@49.2016137,14.6877961,819m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x470cb0d5483f3a2b:0x400af0f66163cb0!8m2!3d49.1999478!4d14.6933805)

„staženo dne: 21. 2. 2019“

#### 4.2 Výsledky měření č. 1, Žišov 2018

První měření proběhlo 16. 2 – 17. 2. 2018 ve stáji v Žišově. Ve stáji bylo ustájeno 48 kusů dojníc. V tabulce č. 5 jsou znázorněny hodnoty pro měření koncentrace amoniaku  $\text{NH}_3$ . V tabulce č. 6 jsou uvedeny hodnoty pro měření koncentrace metanu  $\text{CH}_4$ .

Tabulka č. 5 – Výsledky měření – koncentrace amoniaku, Žišov 2018

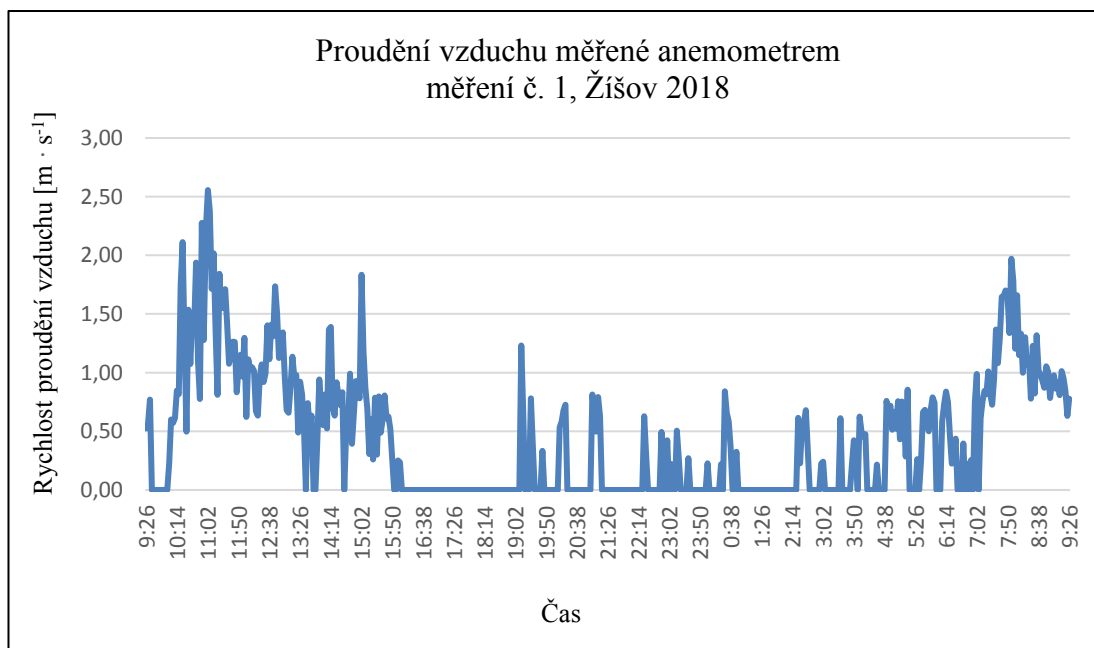
	<b>jednotka</b>	<b>průměr</b>	<b>maximální</b>	<b>minimální</b>
<b>Koncentrace <math>\text{NH}_3</math></b>	$[\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}]$			
vstupní		0,8837	1,9419	0,4297
vnitřní		1,4774	4,6865	0,7416
rozdíl		0,5937		
<b>Teplota</b>	$[\text{°C}]$			
venkovní		-3,1	0,6	-5,5
vnitřní		4,2	6,9	1,1
<b>Relativní vlhkost</b>	$[\%]$			
venkovní		64,2	64,8	42,4
vnitřní		81,3	86,1	44,2
<b>Atmosférický tlak</b>	$[\text{hPa}]$	970,5	971,8	967,3
<b>Průtok</b>	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$	0,603 ± 0,035		
<b>Průměrný hm. tok</b>	$[\text{mg} \cdot \text{s}^{-1}]$	0,254 ± 0,013		
<b>Výrobní měrná emise</b>	$[\text{kg } \text{NH}_3 \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}]$	0,17 ± 0,01		

Tabulka č. 6 – Výsledky měření – koncentrace metanu, Žišov 2018

	<b>jednotka</b>	<b>průměr</b>	<b>maximální</b>	<b>minimální</b>
<b>Koncentrace <math>\text{CH}_4</math></b>	$[\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}]$			
vstupní		12,9158	27,435	2,1075
vnitřní		24,6269	72,939	5,7193
rozdíl		11,7111		
<b>Teplota</b>	$[\text{°C}]$			
venkovní		-3,1	0,6	-5,5
vnitřní		4,2	6,9	1,1
<b>Relativní vlhkost</b>	$[\%]$			
venkovní		64,2	64,8	42,4
vnitřní		81,3	86,1	44,2
<b>Atmosférický tlak</b>	$[\text{hPa}]$	970,5	971,8	967,3
<b>Průtok</b>	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$	0,603 ± 0,035		
<b>Průměrný hm. tok</b>	$[\text{mg} \cdot \text{s}^{-1}]$	5,314 ± 0,322		
<b>Výrobní měrná emise</b>	$[\text{kg } \text{CH}_4 \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}]$	3,49 ± 0,21		

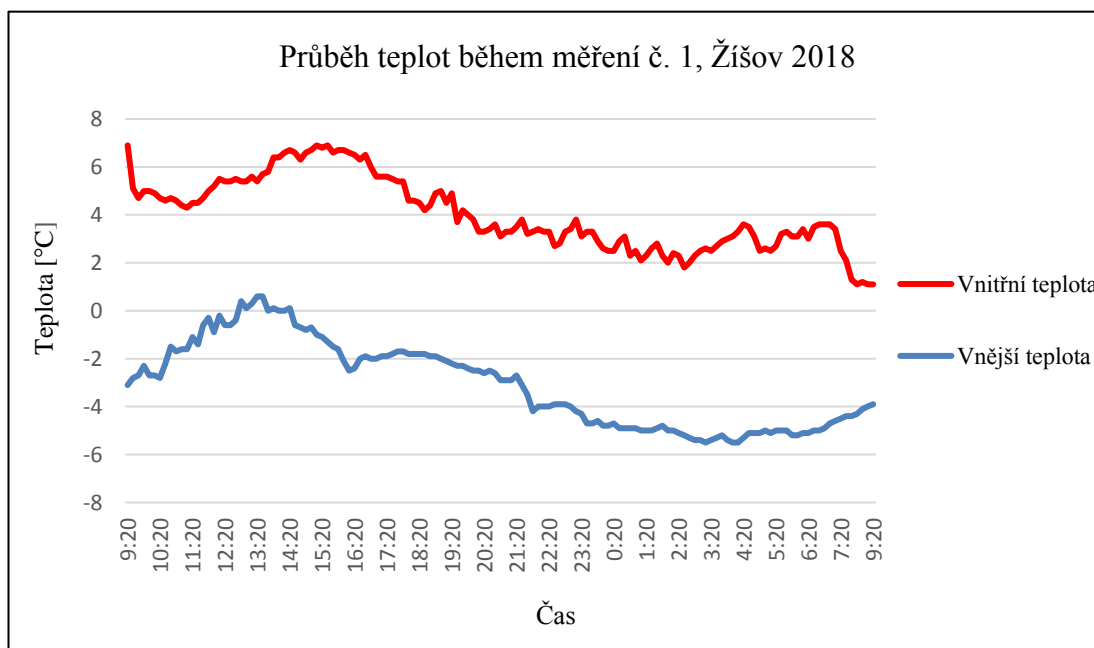
### 4.3 Grafy k měření č. 1, Žišov 2018

V grafu č. 1 je znázorněno proudění vzduchu během 24 hodinového měření koncentrací plynů. Hodnoty jsou získány z měřicího přístroje TESTO 435.



Graf č. 1 - Proudění vzduchu měřené anemometrem, měření č. 1, Žišov 2018

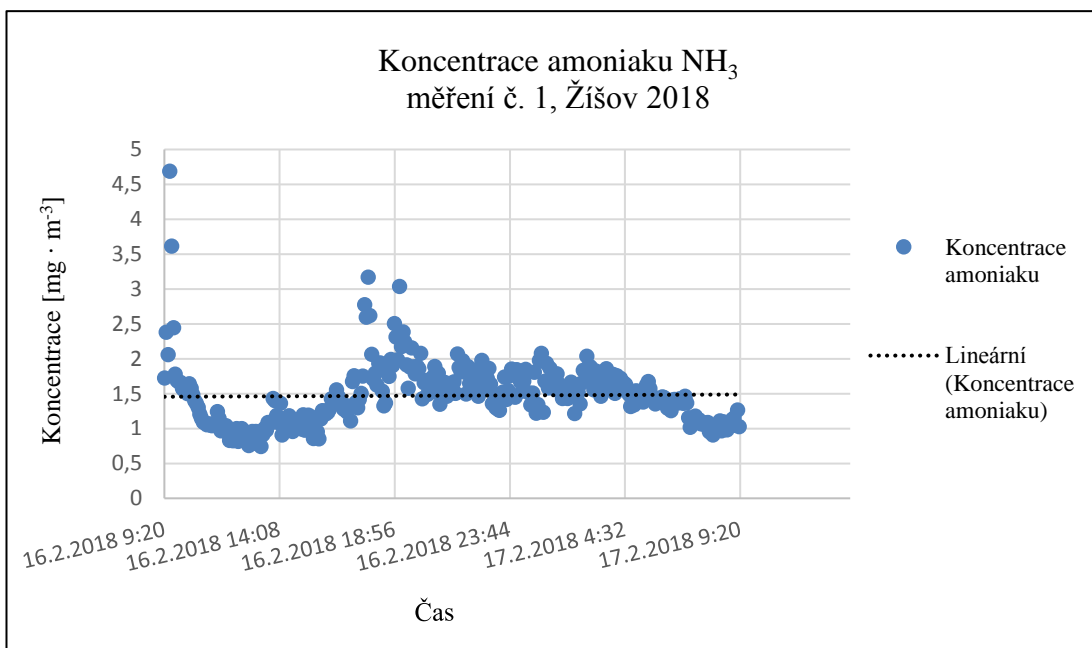
Graf č. 2 znázorňuje průběh vnitřních a vnějších teplot během prvního měření. Vnitřní hodnoty teplot jsou získány z přístroje COMMETER D4141 a hodnoty vnějšího prostředí zaznamenával měřicí přístroj LOGGER S3120. Hodnoty vnitřních a vnějších (venkovních) teplot jsou uvedeny v tabulkách č. 5 a č. 6.



Graf č. 2 - Průběh teplot během měření č. 1, Žišov 2018

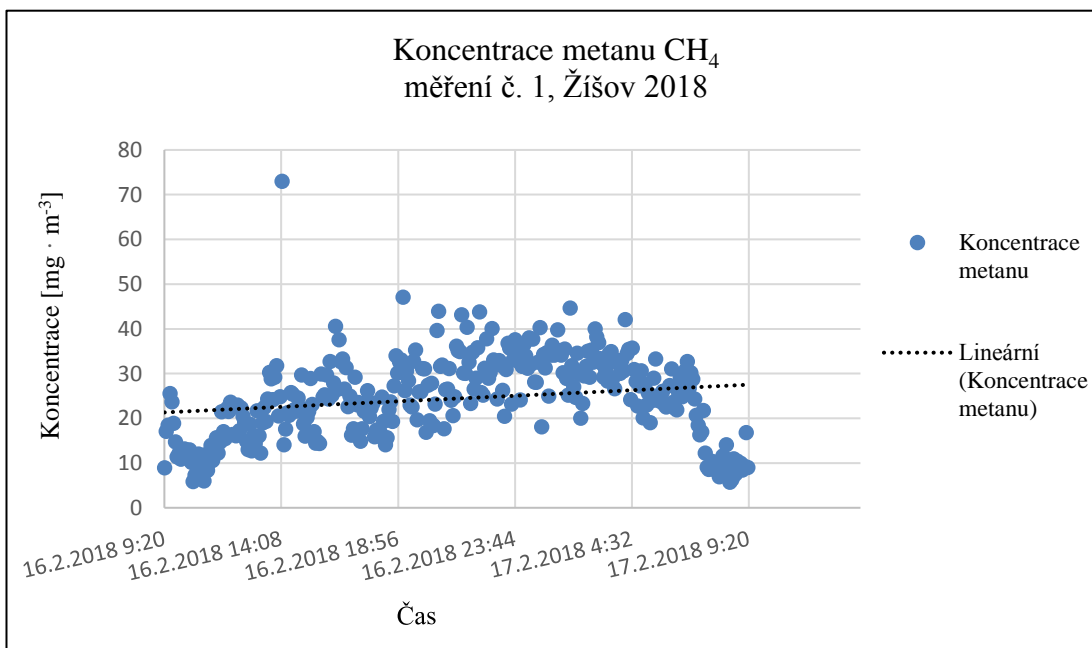


V grafu č. 3 jsou zachyceny koncentrace amoniaku. V grafu jsou znázorněny hodnoty ze sondy č. 4, kde byl nejvyšší průměr koncentrací amoniaku ze všech odběrných sond. Průměrná koncentrace amoniaku je zachycena v tabulce č. 5.



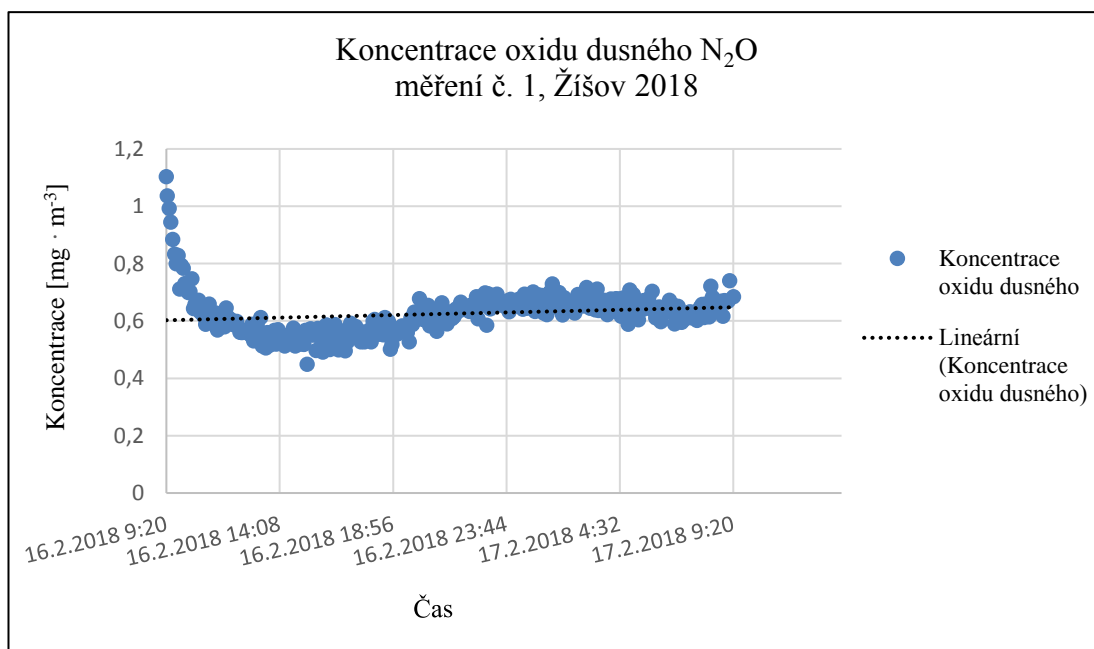
Graf č. 3 - Koncentrace amoniaku  $\text{NH}_3$ , měření č. 1, Žišov 2018

V grafu č. 4 jsou zachyceny koncentrace metanu. V grafickém znázornění jsou zachyceny hodnoty ze sondy č. 4, kde byl nevyšší průměr koncentrací metanu ze všech měřených kanálů. Průměrná koncentrace metanu je k vidění v tabulce č. 6.



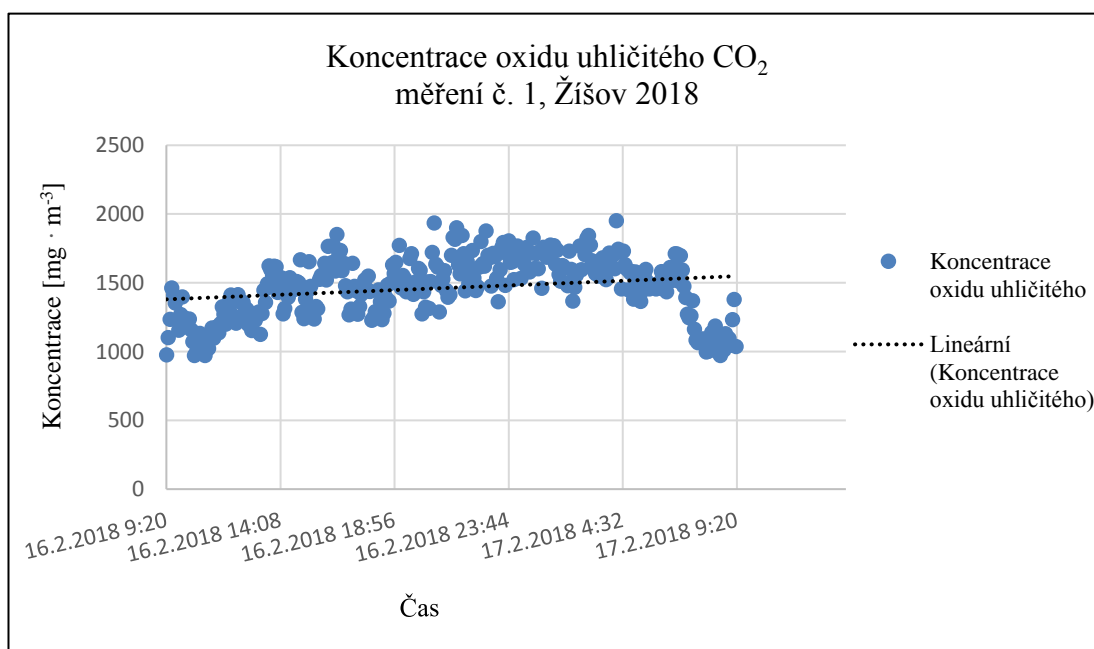
Graf č. 4 - Koncentrace metanu  $\text{CH}_4$ , měření č.1, Žišov 2018

V grafu č. 5 jsou zachyceny koncentrace oxidu dusného. Grafické znázornění zobrazuje hodnoty ze sondy č. 2, kde byl průměr koncentrací tohoto plynu nejvyšší. Průměrná koncentrace oxidu dusného je  $0,6251 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ .



Graf č. 5 - Koncentrace oxidu dusného  $\text{N}_2\text{O}$ , měření č. 1, Žišov 2018

V grafu č. 6 jsou zachyceny koncentrace oxidu uhličitého. Grafické znázornění zobrazuje nejvyšší průměrnou hodnotu  $\text{CO}_2$  ze všech sond, tedy sondu č. 4. Průměrná koncentrace oxidu uhličitého je  $1463,8945 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ .



Graf č. 6 - Koncentrace oxidu uhličitého  $\text{CO}_2$ , měření č. 1, Žišov 2018

#### 4.4 Výsledky měření č. 2, Žišov 2019

Druhé měření probíhalo ve dnech 30.1 – 31. 1. 2019 ve stáji v Žišově. Ve stáji bylo ustájeno 63 kusů dojnic. V tabulce č. 7 jsou znázorněny hodnoty pro měření koncentrace amoniaku NH<sub>3</sub>. V tabulce č. 8 jsou uvedeny hodnoty pro měření koncentrace metanu CH<sub>4</sub>.

Tabulka č. 7 – Výsledky měření – koncentrace amoniaku, Žišov 2019

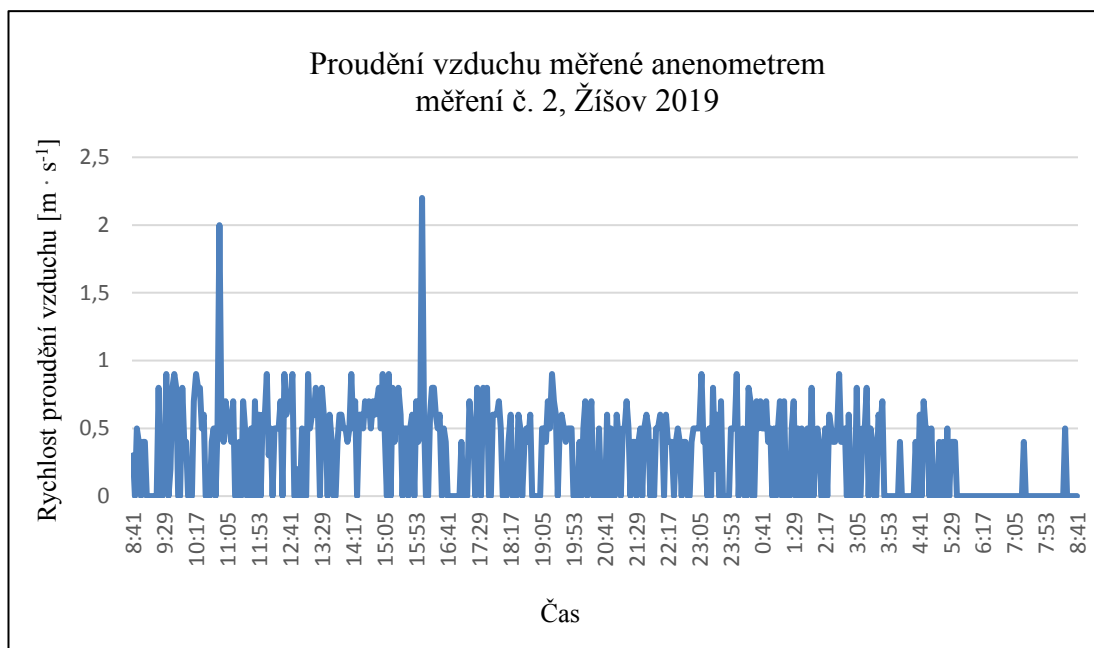
	<b>jednotka</b>	<b>průměr</b>	<b>maximální</b>	<b>minimální</b>
<b>Koncentrace NH<sub>3</sub></b>	[mg · m <sup>-3</sup> ]			
vstupní		0,5901	1,1612	0,2395
vnitřní		1,5552	4,0150	0,1999
rozdíl		0,9651		
<b>Teplota</b>	[°C]			
venkovní		-1,1	2,6	-3,8
vnitřní		2,2	3,5	0
<b>Relativní vlhkost</b>	[%]			
venkovní		67,0	83,0	36,8
vnitřní		74,6	87,2	52,4
<b>Atmosférický tlak</b>	[hPa]	945,5	946,8	943,4
<b>Průtok</b>	[m <sup>3</sup> · s <sup>-1</sup> ]	0,669 ± 0,023		
<b>Průměrný hm. tok</b>	[mg · s <sup>-1</sup> ]	0,529 ± 0,028		
<b>Výrobní měrná emise</b>	[kg NH <sub>3</sub> · ks <sup>-1</sup> · rok <sup>-1</sup> ]	0,26 ± 0,01		

Tabulka č. 8 – Výsledky měření – koncentrace metanu, Žišov 2019

	<b>jednotka</b>	<b>průměr</b>	<b>maximální</b>	<b>minimální</b>
<b>Koncentrace CH<sub>4</sub></b>	[mg · m <sup>-3</sup> ]			
vstupní		1,7236	5,9956	0,0940
vnitřní		30,4555	93,7110	0,9135
rozdíl		28,7534		
<b>Teplota</b>	[°C]			
venkovní		-1,1	2,6	-3,8
vnitřní		2,2	3,5	0
<b>Relativní vlhkost</b>	[%]			
venkovní		67,0	83,0	36,8
vnitřní		74,6	87,2	52,4
<b>Atmosférický tlak</b>	[hPa]	945,5	946,8	943,4
<b>Průtok</b>	[m <sup>3</sup> · s <sup>-1</sup> ]	0,669 ± 0,023		
<b>Průměrný hm. tok</b>	[mg · s <sup>-1</sup> ]	16,366 ± 0,767		
<b>Výrobní měrná emise</b>	[kg CH <sub>4</sub> · ks <sup>-1</sup> · rok <sup>-1</sup> ]	8,19 ± 0,38		

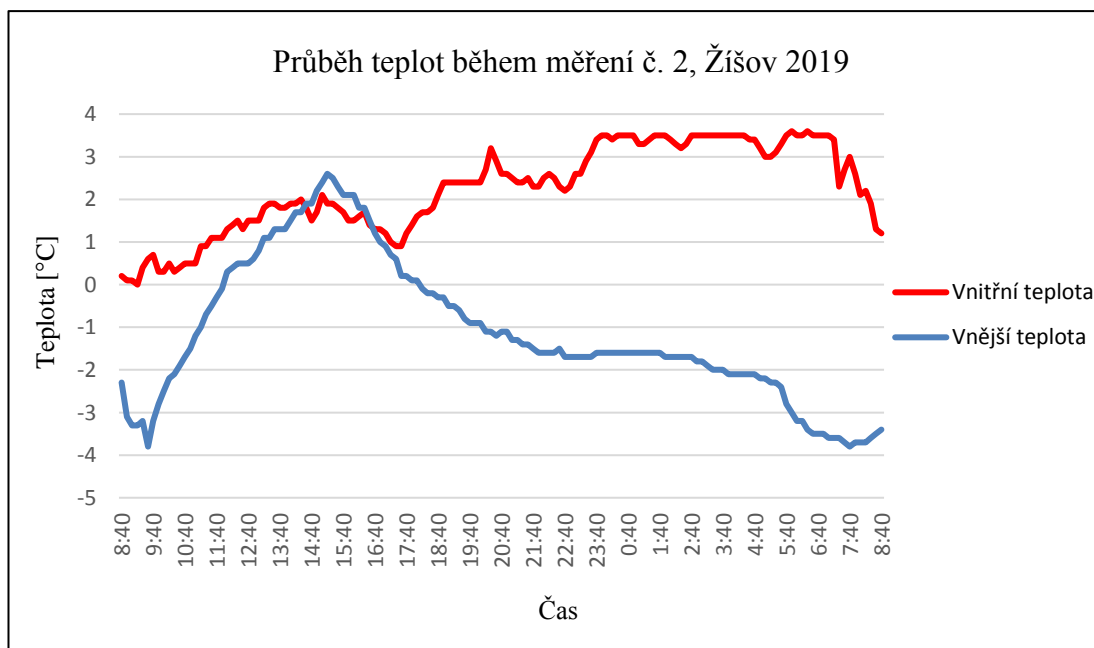
#### 4.5 Grafy k měření č. 2, Žišov 2019

V grafu č. 7 je znázorněno proudění vzduchu během 24 hodinového měření koncentrací plynů. Hodnoty jsou získány z přístroje TESTO 435.



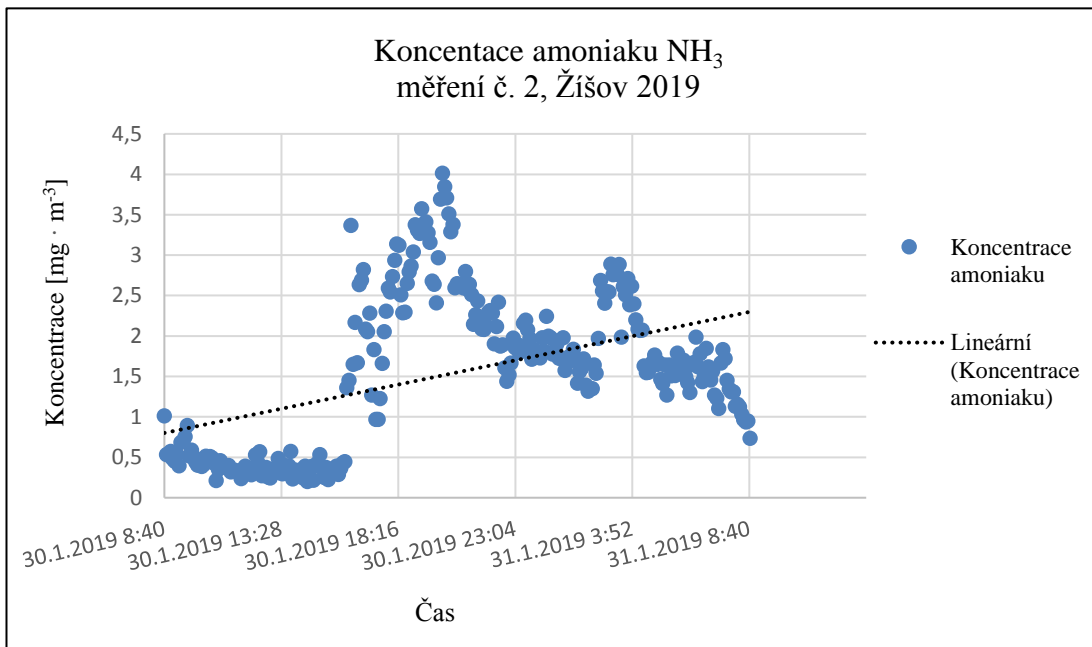
Graf č. 7 - Proudění vzduchu měřené anemometrem, měření č. 2, Žišov 2019

V grafu č. 8 je znázorněn průběh vnitřních a vnějších teplot během druhého měření. Vnitřní hodnoty teplot jsou získány z přístroje COMMETER D4141 a hodnoty vnějšího prostředí zaznamenával měřicí přístroj LOGGER S3120. Hodnoty vnitřních a vnějších (venkovních) teplot jsou rovněž uvedeny v tabulkách č. 7 a č. 8.



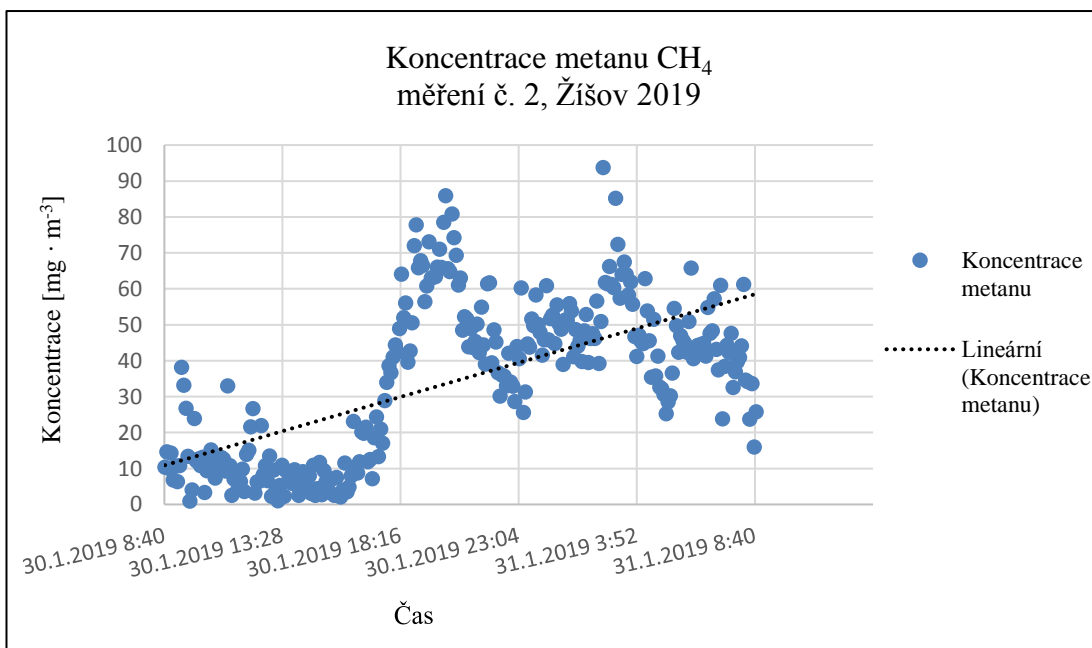
Graf č. 8 – Průběh teplot během měření č. 2, Žišov 2019

V grafu č. 9 jsou zachyceny koncentrace amoniaku. V grafickém znázornění jsou zaznamenány hodnoty ze sondy č. 2, kde byl nejvyšší průměr koncentrací amoniaku ze všech odběrných sond. Průměrná koncentrace amoniaku je zachycena v tabulce č. 7.



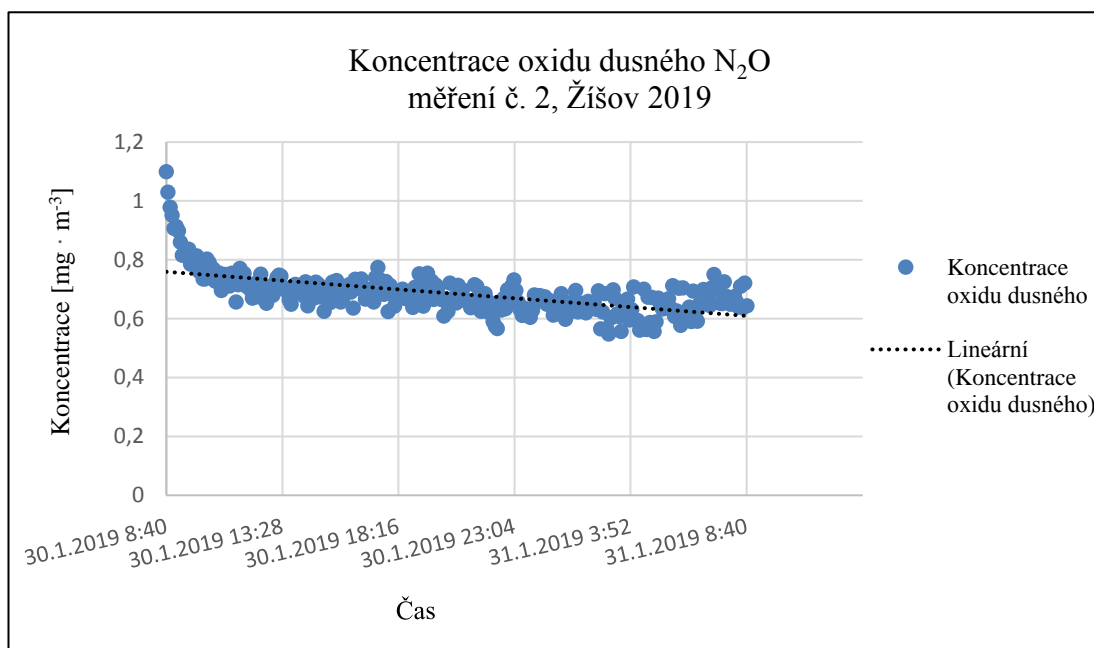
Graf č. 9 - Koncentrace amoniaku NH<sub>3</sub>, měření č. 2, Žišov 2019

V grafu č. 10 jsou zachyceny koncentrace metanu. V grafickém znázornění jsou uvedeny hodnoty ze sondy č. 3, kde byl nejvyšší průměr koncentrací metanu ze všech měřených kanálů. Průměrná koncentrace metanu je k vidění v tabulce č. 8.



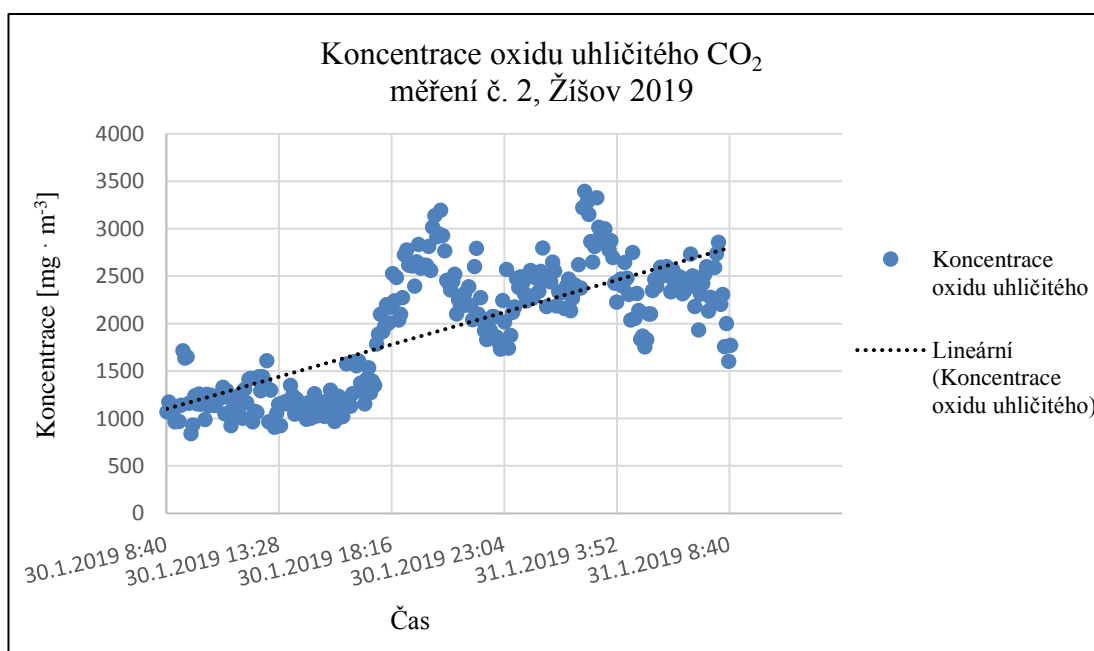
Graf č. 10 - Koncentrace metanu CH<sub>4</sub>, měření č. 2, Žišov 2019

V grafu č. 11 jsou zachyceny koncentrace oxidu dusného. Grafické znázornění zobrazuje hodnoty ze sondy č. 4, kde byl průměr koncentrací tohoto plynu nejvyšší. Průměrná koncentrace oxidu dusného je  $0,6813 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ .



Graf č. 11 - Koncentrace oxidu dusného  $\text{N}_2\text{O}$ , měření č. 2, Žišov 2019

V grafu č. 12 jsou zachyceny koncentrace oxidu uhličitého  $\text{CO}_2$ . Grafické znázornění zobrazuje nejvyšší průměrnou hodnotu  $\text{CO}_2$  ze všech sond, tedy sondu č. 3. Průměrná koncentrace oxidu uhličitého je  $1949,4068 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ .



Graf č. 12 - Koncentrace oxidu uhličitého  $\text{CO}_2$ , měření č. 2, Žišov 2019

## 5. Výsledky a diskuze

### Odpovědi na otázky z cíle práce:

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

**Ano**, technologie ustájení v chovech skotu má značný vliv na naměřené koncentrace amoniaku ale i dalších emisních plynů. Nejzásadnějším důvodem jsou plochy a prostory, na kterém se ustájená zvířata pohybují. Podestýlka stlaná slámou redukuje koncentrace emisních plynů, které sláma částečně naváže, zředí a pohltí. Opakem ale může být z pohledu údržby zanedbaná hluboká podestýlka, která může být nasáklá a společně s exkrementy rozšlapávána zvířaty. Tím dochází k vyšším koncentracím zátěžových plynů a ke zhoršení stájového mikroklimatu. Zanedbaná, nasáklá a stará podestýlka se pak stává značným producentem emisních plynů. Je vhodné a důležité tedy odklízet podestýlku a výkaly ze stájí častěji, aby nedocházelo k uvolňování plynů z jejich přítomnosti. U podestýlky se stává trendem aplikování speciálních přípravků, které výrazně zlepšují vlastnosti podestýlky a snižují zápach. Přípravky se objevují ve formě bílého prášku nebo granulátu, který pracuje efektivně pro všechny druhy ustájení. Tento přípravek se objevuje například jako SOP pro dojný skot nebo do zimovišť jako SOP pro masný skot. Tento přípravek jsem uvedl jako způsob, kterým se snažíme eliminovat uvolňování plynů a zároveň prodloužíme životnost podestýlky. Přípravky tedy mohou přímo záviset na množství vyprodukovaných koncentrací amoniaku. Pro bezstelivové způsoby ustájení na roštech či na jiné podobné technologii hrozí vyšší produkce amoniaku či dalších emisních plynů z důvodu silné koncentrace z exkrementů. Avšak důkladná údržba těchto systémů tomu může efektivně zabránit. Dalšími faktory, které ovlivňují koncentrace plynů z ustájení jsou vnitřní a vnější teploty, vlhkost a proudění vzduchu v objektech. Nižší teplota v zimě představuje nižší emise amoniaku. Další otázkou je způsob krmení, druh krmiva a samozřejmě také konstrukce dané stáje.

Rozdíly v množství výrobní měrné emise amoniaku mohou být rovněž v manipulaci s exkrementy. Hluboká podestýlka se odstraňuje ze zimovišť na konci zimního období (turnusu) a nedochází tedy během ustájení s její manipulací, kdežto například u volného stelivového ustájení dochází k manipulaci s výkaly několikrát během dne. Při manipulování s výkaly dochází k podpoře uvolňování amoniaku a k znečišťování stájového ovzduší stájovou technikou.

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

**Ano**, vybraný provoz v Žišově splňuje podmínky „Správné zemědělské praxe“. Obě měření probíhala ve stáji, kde byly ustájeny dojnice podílových kříženců. Pro kategorii „dojnice“ dovoluje Věstník MŽP (viz tabulka č. 2 – Výše emisních limitů) pro stáj maximálně  $10 \text{ kg NH}_3 \cdot \text{zvíře}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ . Při prvním měření ve stáji v Žišově 2018 jsme naměřili hodnotu  $0,17 \text{ kg NH}_3 \cdot \text{zvíře}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ . Při druhém měření ve stáji v Žišově 2019 jsme naměřili hodnotu  $0,26 \text{ kg NH}_3 \cdot \text{zvíře}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ .

Z obou měření v Žišově tedy plyne, že stáj s dojnicemi produkuje výrazně nižší emise amoniaku než uvádí pro dojnice Věstník Ministerstva životního prostředí 3/2013.

Vybraná farma splňuje a má stálou snahu dodržovat zásady „Správné zemědělské praxe“ podle BAT č. 2 v dokumentu BREF. Majitel včetně rodinných spolupracovníků jsou školeni v oblastech příslušných předpisů v chovu hospodářských zvířat, jsou proškolení o životních podmínkách zvířat, přepravě a aplikování exkrementů, stejně tak nakládání s nimi a v dalších oblastech, které náleží v chovech hospodářských zvířat. Podnik disponuje dostatečným opravárenským vybavením na odstranění menších havárií. Na větší možné události se vyhledává patřičné zařízení na jejich odstranění. Na celý objekt jsou zpracovány havarijní plány. Podnik zařizuje a vykonává pravidelné údržby, kontroly a opravy vybavení, technologií a systémů. Farma si rovněž zakládá na čistotě hospodářství, aby bylo dosaženo co nejvyšší hygieny a efektivnosti. Pokud dojde k náhlému úhynu zvířete, farma kontaktuje patřičné zařízení, které uhynulé zvíře odveze a provede příslušné opatření v souladu s příslušnými předpisy. Komunální a nebezpečný odpad z tohoto provozu je umístěn na příslušném místě do předepsaných kontejnerů a nádob. Následně jsou tyto odpady likvidovány externí specializovanou firmou. Organické zemědělské odpady pan Horák skladuje a následně využívá jako organické hnojivo při polnohospodářských operacích v rostlinné výrobě. Tekuté výkaly skladuje v zakryté betonové skladovací jímce, kam jsou výkaly čerpány kalovými čerpadly z přečerpávací jímky, která je umístěna na konci ustájení v návaznosti na příčný kanál v hnojně chodbě. Obsah jímky pravidelně mixuje a následně aplikuje aplikátory na pozemky dle agrotechnických požadavků. Chlévskou mrvu vyhrnutou ze stáji skladuje v obdélníkovém betonovém hnojišti na konci celého objektu v areálu podniku, kde následně uzrálý chlévský hnůj rozmetá rozmetadly statkových hnojiv dle



agrotechnických požadavků po pozemcích. Farma dodržuje podmínky welfare zvířat. Zvířata mají dostatek prostoru, mají neustálý přístup k nezávadné pitné vodě a způsobem krmení netrpí hladu. Ve stáji je bezpečně splněna minimální kubatura pro zvíře, která musí být podle DOLEŽALA, STAŇKA (2015) minimálně 7 – 9 m<sup>2</sup> na dojnici. Rovněž rozměry boxových loží jsou v normě, tedy mezi 1 200 – 1 250 mm a na délku 2 400 – 2 500 mm. Podnik rovněž zajišťuje veterinární zásahy a prevence proti různým onemocněním. V ohledu na podmínky stájového mikroklimatu a ochranu ovzduší podnik splňuje normy. Důkazem tomu jsou výpočty této diplomové práce ve vlastní práci. Průběžnými testy vydojeného mléka sledují kvalitu finálního produktu výroby a sledují i tak efektivitu výroby dojnic. Pro snížení spotřeby elektrické energie a nákladů je na střechy objektů farmy instalována fotovoltaická elektrárna. Farma prošla v roce 2008 rozsáhlou a nákladnou rekonstrukcí stáje za cílem zajištění kvality, robotizace výroby a také k zajištění co nejlepších podmínek welfare zvířat. Farma rovněž disponuje špičkovou stájovou technikou, stejně tak technikou používanou v rostlinné výrobě. Podnik po modernizaci následně získal 2. místo v soutěži Farma roku 2010. Nutno podotknout, že farma rozhodně neusla na vavřínech a pokračuje dál v kvalitní výrobě a v seriózním chodu podniku, který se přebírá z generaci na generaci.

## Porovnání farmy s ostatními provozy

Pro porovnání výsledků z mé diplomové práce (Žišov 2018 a Žišov 2019) jsem vybral nejdříve autory závěrečných prací, kteří rovněž měřili koncentrace emisních plynů **v chovech skotu s tržní produkcí mléka**. Pro porovnání jsem vybral autory ŠINDELÁŘ (2014), POSPÍCHAL (2019) a ŠIMKOVÁ (2017).

Autor ŠINDELÁŘ (2014) měřil ve své bakalářské práci koncentrace emisních plynů na farmě Javořice Jihlava, kde bylo ustájeno 113 kusů skotu plemene Česká straka. Koncentrace amoniaku ( $0,51 \text{ kg NH}_3 \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ ) jsou menší než uvádí Věstník MŽP, který je k vidění v tabulce č. 2. Koncentrace metanu jsou rovněž na přijatelné hodnotě ( $2,68 \text{ kg CH}_4 \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ ) a jsou značně menší například oproti koncentracím metanu u autora ŠIMKOVÁ (2017). Během jeho měření byly rozdílné teploty a větší průtok vzduchu oproti mému měření. Kdežto průtok ŠIMKOVÉ (2017) je v porovnání absolutně minimální oproti průtoku ŠINDELÁŘE (2014). Rozdíly v nízkých hodnotách metanu u ŠINDELÁŘE (2014) bych přisuzoval faktu, že z měření z Jihlavy vychází vyšší proudění vzduchu než u ostatních porovnávaných a rozdíl může být rovněž v technologii a systému ustájení, zejména v jeho řízení.

Autor POSPÍCHAL (2019) má vydání své bakalářské práce ve stejném roce jako práce má. Měření však prováděl v roce 2018 v podniku Lipí u Českých Budějovic, kde bylo ustájeno 52 kusů dojníc. Jeho koncentrace amoniaku a metanu jsou už v tomto případě vyšší než z mého měření, avšak koncentrace amoniaku jsou rovněž menší než uvádí Věstník MŽP v tabulce č. 2 i u tohoto měření. Autor měřil ve stáji v mnohem teplejším období než já v Žišově. Z toho plyne, že průměrné vnitřní koncentrace plynů byly několikanásobně vyšší v Lipí než v Žišově na přibližně shodný počet kusů.

Autorka ŠIMKOVÁ (2017) ve své disertační práci prováděla měření na statku Jihočeské univerzity – Účelové zařízení Čtyři Dvory v Českých Budějovicích. Měření probíhalo celé 3 dny pro ustájené 3 dojnice. Vnitřní a venkovní teploty dosahovaly tropických hodnot a průtok byl zcela minimální, oproti všem porovnávaným podnikům. Koncentrace amoniaku jsou oproti ostatním porovnávaným hodnotám průměrné a jsou v normě Věstníku MŽP, ovšem hodnoty metanu jsou v tomto případě enormní.

Pokud srovnáme vybrané podniky k porovnání s mým měřením v Žiřově, můžeme konstatovat, že jsou výrobní měrné emise amoniaku nejmenší a u metanu druhé nejmenší.

Zmíněné porovnání z chovů dojníc včetně hodnot je znázorněno v tabulce č. 9, kde jsou hodnoty z obou mých měření v porovnání s Jihlávkou, Lipím a účelovým zařízením JU.

Tabulka č. 9 - Porovnání výrobních měrných emisí sledovaných plynů

Porovnání výrobní měrné emise s chovem skotu s tržní produkcí mléka [kg plynu · ks <sup>-1</sup> · rok <sup>-1</sup> ]					
Sledovaný plyn	Žiřov 2018	Žiřov 2019	Jihlávka 2014	Lipí 2018	Statek JU 2015
Amoniak (NH <sub>3</sub> )	0,17	0,26	0,51	3,80	2,12
Metan (CH <sub>4</sub> )	3,49	8,19	2,68	22,41	70,50

Zdroj: ŠINDELÁŘ (2014), POSPÍCHAL (2019), ŠIMKOVÁ (2017)

Následně jsem pro porovnání výsledků z mé diplomové práce (Žiřov 2018 a Žiřov 2019) vybral autory závěrečných prací, kteří naopak měřili koncentrace emisních plynů **v chovech skotu bez tržní produkce mléka**. Pro porovnání jsem vybral autory ŠEBELKA (2017) a SEDLÁČEK (2013), kteří měřili koncentrace plynů v zimovištích pro masná plemena skotu.

Autor ŠEBELKA (2017) měřil koncentrace emisních plynů na farmě v Rančicích v roce 2017. Koncentrace plynů měřil v zimovišti, kde bylo ustájeno 18 kusů plemena Aberdeen Angus.

Autor SEDLÁČEK (2013) měřil koncentrace plynů na farmě Seval Valdov v roce 2012. Měřil také v zimovišti, kam bylo převezeno 65 kusů plemene Charolais.

V obou případech byly masné plemena ustájena na hluboké podestýlce. Na farmě v Rančicích byl na podestýlku aplikován enzymatický přípravek, který redukuje zápach, zřetelně zlepšuje vlastnosti podestýlky, která je rychleji zhumifikovaná a má schopnost navázat více vody. Může hrát roli v nižších

koncentracích v porovnání Rančic s Valdovem. Dalším důvodem může být i rozdíl v samotném druhu plemene, které bylo v zimovišti ustájeno. Plemeno Aberdeen Angus je oproti plemenu Charolais menšího tělesného rámce, a tak jeho denní příjem krmiva a zároveň množství výkalů je nižší.

Autor ŠEBELKA (2017) měřil hodnoty plynů v chladnějším počasí než autor SEDLÁČEK (2013) a velký rozdíl je poté i ve vnitřních průměrných hodnotách amoniaku a metanu. Příčinou může být rozdíl v plemenu a počtu ustájených zvířat během měření a také v období měření, zejména v teplotě venkovního i vnitřního prostředí – SEDLÁČEK (2013) měřil koncentrace v říjnu, ŠEBELKA (2017) v únoru.

Pokud porovnáme rozdíl ze stájí, kde probíhalo měření pro dojnice s hodnotami ze zimovišť pro masný skot, zjistíme, že rozdíly ve výrobní měrné emisi nejsou diametrálně odlišné.

Z tabulky porovnání rovněž můžeme konstatovat, že výrobní měrné emise amoniaku jsou u porovnávaných podniků (Rančice a Valdov) v normě Věstníku MŽP 3/2003. Tyto zimoviště tedy produkovaly nižší hodnoty než povoluje tento Věstník.

Zmíněné porovnání z ustájení dojnic se zimovištěm masného skotu včetně hodnot je znázorněno v tabulce č. 10, kde jsou hodnoty z obou mých měření v porovnání s Angus farmou a Valdovem, kteří měli jiný systém ustájení.

Tabulka č. 10 - Porovnání výrobních měrných emisí sledovaných plynů

Porovnání výrobní měrné emise s chovem skotu bez tržní produkce mléka [kg plynu · ks <sup>-1</sup> · rok <sup>-1</sup> ]				
Sledovaný plyn	Žišov 2018	Žišov 2019	Rančice 2017	Valdov 2012
Amoniak (NH <sub>3</sub> )	0,17	0,26	0,24	1,74
Metan (CH <sub>4</sub> )	3,49	8,19	5,71	8,76

Zdroj: ŠEBELKA (2017), SEDLÁČEK (2013)

Vyšší koncentrace amoniaku a metanu během druhého měření v mojí diplomové práci v Žišově 2019 lze přisuzovat faktu, že nastal nárůst hodnot koncentrací po 18. hodině, jak můžeme vidět z grafů sledovaných plynů. Nutno podotknout, že během druhého měření byla do 3/4 zatažena svinovací plachtou otevřená strana stáje u krmného stolu. Z toho plynou vyšší koncentrace a nárůst hodnot k večerním hodinám, důkazem tomu je i stoupající tendence vnitřních teplot ve stejném čase. Větší výchyly koncentrací mohou být ovlivňovány také pohybem zvířat, průjezdem mechanizace, krmením a právě pohybem vzduchu ve stáji. Z toho vycházejí samozřejmě i vyšší průměrné hodnoty vnitřních koncentrací oproti prvnímu měření. Tento fakt potvrzují tabulky výpočtů a grafy druhého měření.

### **Všeobecné doporučení pro praxi v chovech skotu**

Pokud budeme diskutovat o snaze redukování emisních plynů v chovech skotu, je potvrzeno a publikováno, že jím můžeme docílit častějším odklizem výkalů z prostorů stáje či staré podestýlky ze stáji. Dalším takovým procesem může být oplach podlah a prostorů stáje tlakovou vodou, popř. zředěným formalínem. Stejně tak je vhodné adekvátní hospodaření se statkovými hnojivy, především jejich skladování a aplikace na pozemky.

Autorka VIGURIA a kol. (2015) provedla rozsáhlou studii u skladování hnojiv v jímkách s použitím a bez použití zakrývacích prostředků. Uvádí, že zakrývací prostředky snižují únik amoniaku až o 75 %. Zakrytí skladovací jímky foliovou membránou zvolil majitel farmy, kde jsem prováděl měření, tím tedy zabraňuje úniku emisních plynů a znečišťování životního prostředí. Kdežto u hnojiště, kam je vyhrnována chlévská mrva ze stáje, tam tomu nelze úplně efektivně zabránit. Možností a doporučením ke snížení emisí je rovněž změna konstrukce stáje, kde se zvýší proudění vzduchu otevřením stěn, kde se průtok dá ovládat podle požadavků svinovacími plachtami, či jsou opatřeny protiprůvanou sítí. Takto k tomu přistoupil i chovatel z Žišova, který změnil dispozice a konstrukce stáje v roce 2008 na více vzdušné. Dále je možná instalace podpůrných prostředků, jako jsou ventilátory ve stájích nebo případně biologické čištění stájového vzduchu. Těmito způsoby však měníme stájové mikroklima ve stáji, ale nezabráňujeme vzniku emisí.

K zabránění vzniků emisí lze tedy například dosáhnout, jak již jsem v rešerši zmiňoval úpravou krmiva. O tuto problematiku úpravy krmiv za účelem redukce a zabránění vzniků emisí sledovaných plynů v chovech se zajímají například autoři ELLIS a kol. (2009) nebo HRISTOV a kol. (2013). Ti uvádějí a popisují skutečnosti, že k zabránění vzniků emisí lze dosáhnout například úpravou krmiv, které mají následně po příjmu, strávení a vyloučení snížit emise sledovaných plynů. Jedná se například o snižování dusíku v krmivech k předcházení uvolnění oxidu dusného ( $N_2O$ ) z exkrementů a moče zvířat. Snížení metanu ovlivníme přísunem bílkovin s vysokým podílem bílkovin nebo nízkým obsahem vlákniny, konkrétně podáváním více koncentrátů, čímž ovlivníme fermentační procesy v batoru. Dalším krokem k zabránění emisí může být výběr plemen či kříženců s nízkým zbytkovým příjmem krmiva, neboť trávicí fyziologie přežvýkavců vede k rozdílné produkci  $CH_4$ . Je potvrzeno, že zlepšování genetického potenciálu zvířat prostřednictvím křížení nebo výběr v rámci plemen s nízkými emisemi na jednotku příjmu krmiva jsou účinnými postupy k snížení intenzity emisí  $CH_4$ .

Ale proč to zmiňuji? Autor BROUČEK (2017 a 2018) ve svých publikacích a odborných článcích se zahraničními zdroji uvádí a popisuje skutečnosti, že se začínají čím dál více objevovat četné koncentrace i dalších zátěžových a skleníkových plynů v chovech. Už to není jenom ten amoniak, ale právě i metan a oxid dusný z těchto chovů skotu. Myslím, že je správné, že se začíná uvažovat o jejich omezování v celém širokém spektru průmyslu včetně zemědělství. Ve vlastní práci jsem tedy vyhodnotil a zpracoval průměrné hodnoty všech sledovaných plynů včetně jejich grafických průběhů. Výrobní měrné emise jsem vypočetl u amoniaku a metanu v  $kg \text{ plynu} \cdot ks^{-1} \cdot rok^{-1}$ . Tyto dva plyny jsem svým zjištěním a ujištěním vyhodnotil jako zatím dva nejsledovanější a nejzásadnější v tomto odvětví živočišné výroby.

V současné době neexistuje žádný dokument, zákon, ustanovení, normy, či referenční dokument, který by upravoval emisní limity těchto dalších sledovaných plynů pro chovy skotu. Pouze v případě amoniaku se pro výpočty pro účely Integrovaného povolení používá Věstník MŽP 3/2013. Výrobní měrné emise metanu jsem tedy musel pouze porovnávat mezi jednotlivými provozy s chovem skotu. Z mého pohledu je tedy na místě v dohledné době učinit nápravné opatření a normy upravující emise dalších plynů nacházejících se v chemickém složení stájového vzduchu připravit a vydat.

## Závěr

Cílem této diplomové práce bylo 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 předložené otázky z cíle práce.

V literární rešerši jsem úvodem naznačil chov, rozdělení a ustájení skotu. Jak z názvu práce vyplývá, veškerá problematika se týkala ohledně tohoto u nás tradičního chovu. Dále jsem nastínil téma životního prostředí včetně jeho složek a vzápětí legislativu právě ochraně životního prostředí a jeho složek. Rovněž jsem uvedl problematiku znečišťování ovzduší a jeho vlivy. V literární rešerši je dále nastíněna problematika skleníkových a zátěžových plynů, kde cílem bylo většinu z nich změřit právě v této diplomové práci. Za zmínku tedy stálo popsat i stájové mikroklima stáji a jejich chemické složení. Následně jsem popsal nejlepší dostupné techniky a zásady správné zemědělské praxe, se kterými jsem podnik porovnával.

V metodice diplomové práce je popsán podnik, kde probíhalo měření a dále používaná metodika pro měření. V této kapitole jsou rovněž uvedeny používané měřicí přístroje a jejich rozmístění po stáji. Metodika obsahuje i způsob zpracování naměřených hodnot koncentrací sledovaných plynů.

Ve vlastní práci se tedy konkrétně jednalo o změření emisí plynů amoniaku ( $\text{NH}_3$ ), oxidu uhličitého ( $\text{CO}_2$ ), metanu ( $\text{CH}_4$ ) a oxidu dusného ( $\text{N}_2\text{O}$ ) ve vybraném zemědělském provozu. Vybraný zemědělský provoz s chovem skotu představoval rodinný podnik Michala Horáka. V tomto provozu probíhaly celkem dvě měření v zimním období a získané hodnoty sloužily pro následné vyhodnocení ve vlastní práci. Měření emisí plynů probíhalo ve dnech 16. 2. – 17. 2. 2018 a 30. 1. – 31. 1. 2019 ve stáji v Žišově. V době prvního měření bylo ustájeno 48 kusů podílových kříženců českého strakatého skotu s plemenem Holštýn a při druhém měření se ve stáji nacházelo 63 kusů.

Všechny naměřené hodnoty byly graficky vyhodnoceny a byly spočítány průměrné koncentrace všech měřených plynů. Rovněž byly vypočítány výrobní měrné emise amoniaku a metanu v jednotkách kilogramu plynu na kus zvířete za rok. Důvodem výpočtu výrobní měrné emise u těchto dvou plynů je fakt, že jsou nejsledovanějšími plyny v chovech skotu.

Průměrné koncentrace v roce 2018 byly u amoniaku  $1,4774 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ , u metanu  $24,6269 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ , u oxidu dusného  $0,6251 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$  a u oxidu uhličitého  $1463,8945 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ . Průměrné vnitřní koncentrace při měření v roce 2019 byly u amoniaku  $1,5552 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ , u metanu  $30,4555 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ , u oxidu dusného  $0,6813 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$  a u oxidu uhličitého  $1949,4068 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

Výrobní měrné emise pro měření v roce 2018 byly u amoniaku  $0,17 \text{ kg NH}_3 \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$  a u metanu  $3,49 \text{ kg CH}_4 \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ . Výrobní měrné emise amoniaku v roce 2019 byly  $0,26 \text{ kg NH}_3 \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$  a u metanu  $8,19 \text{ kg CH}_4 \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ .

Z grafických znázornění koncentrací sledovaných plynů lze zpozorovat, že hodnoty koncentrací nevykazují stálou hodnotu, ale během dne nabývají rozdílných hodnot. Jestliže porovnáme hodnoty z jednotlivých sond po stáji, lze zpozorovat, že se hodnoty v různých časech mění, příčinou je různé umístění sond. Koncentrace sledovaných plynů jsou závislé hlavně na použité technologii chovu, způsobu krmení, úrovni organizace a řízení chovu. Druhotně hraje velký význam obsah bílkovin v krmivech, podávání krmných aditiv, teplotě a vlhkosti ovzduší, podestýlce a rychlosti výměny vzduchu v objektu. Z toho vyplývá, že množství stájových plynů můžeme přímo ovlivňovat.

V diskuzi jsem se pokusil zodpovědět otázky z cíle diplomové práce a porovnal vybraný podnik s ostatními provozy. Dále jsem v diskuzi nastínil některé návrhy na snížení emisí jako doporučení a závěry pro praxi v chovech skotu.

V diplomové práci jsem zjistil, že vybraný podnik s chovem skotu produkuje nižší výrobní měrné emise amoniaku v jednotkách kilogramu plynu na kus zvířete za rok než povoluje Věstník Ministerstva životního prostředí 3/2013 a podle svého průzkumu jsem vyhodnotil, že podnik dodržuje zásady „Správné zemědělské praxe“.

Závěrem této diplomové práce je třeba konstatovat, že vysoké obsahy emisních plynů ve stájích znehodnocují stájové prostředí a následně mají negativní vliv na zdraví zvířat. Rovněž znečišťují životní prostředí člověka. Poté záporně ovlivňují organismus a kvalitu života lidí. Z těchto důvodů to považuji za závažné a doporučuji sledovat koncentrace emisních plynů v chovech hospodářských zvířat.



## Seznam použité literatury

ADAMEC V., DOSTÁL I., DUFEK J., JEDLIČKA J., HUZLÍK J. (2008). *Doprava, zdraví a životní prostředí*, Praha: Grada, 176 s., ISBN 978-80-247-2156-9.

ANDRT M. (2001). *Integrovaná prevence a omezování znečištění (IPPC)*, Referenční dokument BAT, Intenzivní chov drůbeže a prasat, Překlad originálu 2. návrhu z července 2001.

BRANIŠ M., HŮNOVÁ I. aj. (2009). *Atmosféra a klima: aktuální otázky ochrany ovzduší*. 1. vyd. Praha: Karolinum. 174 s. ISBN 978-80-246-1598-1

BROUČEK J. (2017). Nitrous oxide production from soil and manure application: A review. *Slovak journal of Animal Science*. Institute for Animal Production Nitra, vol. 50, no. 1, p. 21 – 32. ISSN 1337-9984.

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. Dostupné také z [https://www.researchgate.net/publication/323705676\\_Nitrous\\_oxide\\_production\\_in\\_ruminants\\_-\\_A\\_review](https://www.researchgate.net/publication/323705676_Nitrous_oxide_production_in_ruminants_-_A_review), „staženo dne: 6. 2. 2019“.

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

CÍSAŘ V. (1987). *Člověk a životní prostředí*. Vyd. 1. Praha: Státní Pedagogické nakladatelství Praha, 264 s.

COTTLE D. J., NOLAN J. V., WIEDEMANN S. G. (2011). Ruminant enteric methane mitigation: a review. *Animal Production Science*, vol. 51, no. 6, p. 491–514. DOI: 10.1071/AN10163.

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. Dostupné také z [http://eagri.cz/public/web/file/609925/FU\\_BAT\\_centrum\\_2018\\_mereni\\_emisi.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/609925/FU_BAT_centrum_2018_mereni_emisi.pdf), „staženo dne: 15. 2. 2019“.

DOLEŽAL O., PYTLOUN J., MOTYČKA J. (1996). *Technologie a technika chovu skotu*. Praha: SCHČSS, 184 s.

DOLEŽAL O., STANĚK S. (2015). *Chov dojeného skotu: Technologie, Technika, Management*. Praha: Profi Press s.r.o., 243 s., ISBN 978-80-86726-70-0

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.

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

HOLOUBEK I. (1990). *Chemie a společnost: chemie životního prostředí*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 154 s. ISBN 80-210-0105-4.

HOUGHTON J. (1998). *Globální oteplování: Úvod do studia změn klimatu a prostředí*. 1. vyd. Praha: Academia. 228 s. ISBN 80-200-0636-2.

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.

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“.

JELÍNEK A., DOLAN A., VÁVRA V. (2011). *Metodika měření emisí amoniaku (NH<sub>3</sub>) a oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) v chovech drůbeže ve vztahu k integrované prevenci a omezení znečištění (IPPC)*. Celostátní metodika pro MZe ČR. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

JELÍNEK A., DOLAN A., VÁVRA V. (2013). *Metodika měření emisí amoniaku (NH<sub>3</sub>) a oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) v chovech prasat ve vztahu k integrované prevenci a omezení znečištění (IPPC)*. 1. vydání. Celostátní metodika pro MZe ČR. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

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

JOHNSON K. A., JOHNSON D. E. (1995). Methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science*, vol. 73, no. 8, p. 2483–2492. ISSN 2513-2517.

KRČÁLOVÁ E. (2009). Správná zemědělská praxe v chovech hospodářských zvířat. *Náš chov – Odborný recenzovaný časopis pro chovatele hospodářských zvířat a veterinární lékaře*. Ročník LXIX., č. 5/2009, s. 66 – 70., Profi Press s. r. o. Praha. 78 s. ISSN: 0027-8068.

KRČÁLOVÁ E. (2010). Správná zemědělská praxe v chovech. *Zemědělec – Odborný a stavovský týdeník*. Ročník XVIII., č. 43/2010, s. 10 - 11, Profi Press s. r. o. Praha. 39 s. ISSN: 1211-3816.

LAŠTŮVKOVÁ J. (2013). *Emise skleníkových plynů v živočišné výrobě*. Diplomová práce. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, Vedoucí diplomové práce: Ing. Jan Moudrý, Ph.D. 52 s.

LOMBORG B. (2008). *Zchlad'te hlavy!* 1. vyd. Praha: DOKOŘÁN. 360 s. ISBN: 978–80-7363-188-8.

LOUDA F., MRKVIČKA J., STÁDNÍK L. (2001). *Základy chovu skotu bez tržní produkce mléka*. Vyd. 1. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 74 s., ISBN 80-7105-219-1.

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

MUDŘÍK Z., DOLEŽAL P., KOUKAL P. a kol. (2006). *Základy moderní výživy skotu*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 276 s. ISBN 80-213-1559-8.

NOVÁČEK P. (2011). *Udržitelný rozvoj*. Vydání 2. Olomouc: nakladatelství Papír tisk s.r.o., 430 s., ISBN 978-80-224-2795-9.

ONDRAŠOVIČ M., FIŠER A., (1999): *Ochrana zvířat a welfare 99*, část A. 1. vyd. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 254 s.

POPL M., FÄHNRIK J. (1995) *Analytická chemie životního prostředí*. Vyd. 2. Praha: Avicentrum, 304 s.

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

SAGGAR S., BOLAN N. S., BHANDRAL R., HEDLEY C. B., LUO J. (2004). A review of emissions of methane, ammonia and nitrous oxide from animal excreta deposition and farm effluent application in grazed pastures. New Zealand, *Journal of Agricultural Research*, vol. 47, no. 4, p. 513–544 Print ISSN: 0367-8245; Online ISSN: 0976-058X.

SEDLÁČEK R. (2013). *Možnosti snižování emisí amoniaku z chovu skotu bez tržní produkce mléka*. Diplomová práce. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Antonín Jelínek, CSc., 94 s.

SNÍŽEK J. (1990). *Vybrané poznatky v rozvoji chovu skotu*. Praha: Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, 51 s.

SVĚTÁ A. (2014). *Bilance uhlíku u prasat*. Diplomová práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Ladislav Zeman, CSc., 49s.

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

ŠEBELKA J. (2017). *Zhodnocení „Správné zemědělské praxe“ ve vybraném provozu s chovem skotu a zhodnocení produkce zátěžových plynů z ustájení*. Bakalářská práce. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, Vedoucí bakalářské práce: Ing. Antonín Dolan, Ph.D, 56 s.

ŠIMKOVÁ A. (2017). *Optimalizace řízení mikroklimatu stájových objektů*. Disertační práce. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, Školitel disertační práce: prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr.h.c, 150 s.

ŠIMKOVÁ A., SMUTNÝ L., KRUPKA F., ŠVEJDOVÁ K., ŠOCH M. (2015). Stájové mikroklima. *Automa*. roč. 21, č. 7, s. 64. Dostupné také z [http://automa.cz/cz/casopis-clanky/stajove-mikroklima-2015\\_07\\_53847\\_6786/](http://automa.cz/cz/casopis-clanky/stajove-mikroklima-2015_07_53847_6786/), „staženo dne: 16. 11. 2018“.

ŠINDELÁŘ J. (2014). *Měření a vyhodnocení produkce emisních plynů ve vybraném provozu s chovem skotu a jejich snižování*. Bakalářská práce. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, Vedoucí bakalářské práce: Ing. Antonín Dolan, 56 s.

TESLÍK V. (2000). *Masný skot*. Praha: Agrospoj, 197 s., ISBN 80-239-4226-3.

VANĚK D., ŠTOLC L. (2002). *Chov skotu a ovcí: (přednášky pro Bc)*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita, 199 s. ISBN 80-86642-11-9.

VIGURIA M., SANZ-COBEÑA A., LÓPEZ D. M., ARRIAGA H., MERINO P., (2015). Ammonia and greenhouse gases emission from impermeable covered storage and land application of cattle slurry to bare soil. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 199, no. 8, p. 261-271., ISSN 0167-8809.

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.

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

## Internetové zdroje

<http://bio-zeme.wz.cz/>, „staženo dne: 3. 11. 2018“.

[http://galerie.gymjil.cz/zahradnik/pedosfera/pedosfera\\_puda.htm](http://galerie.gymjil.cz/zahradnik/pedosfera/pedosfera_puda.htm), „staženo dne: 2. 11. 2018“.

<http://geneze.info/pojmy/images/atmosfera.jpg>, „staženo dne: 23. 11. 2018“.

<http://slideplayer.cz/slide/5857591/>, „staženo dne: 9. 11. 2018“.

<http://veda-technika.blogspot.com/2008/03/metan-sklenikovy-plyn-o-kterem-se.html>,  
staženo dne: 11. 12. 2018“.

<http://www.asz.cz/cs/soutez-o-farmu-roku/farma-roku-2010/farma-rodiny-horakovych-zisov-asz-tabor-2-misto.html>, „staženo dne: 21. 11. 2018“.

<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/emise-metanu-ze-zemedelske-cinnosti>, „staženo dne: 8.2. 2019“.

<https://cop24.gov.pl/news/>, „staženo dne: 29. 1. 2019“.

<https://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/fyzika/geofyzika/litosfera>, „staženo dne: 3. 11. 2018“.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=OJ:L:2017:043:FULL&from=CS>, „staženo dne: 5. 2. 2019“.

<https://innova.lumasenseinc.com/manuals/historical-manuals/1309/>, „staženo dne: 22. 11. 2018“.

[https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz\\_cast.pl?cast=7595](https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=7595), „staženo dne: 20. 11. 2018“.

<https://shop.labexchange.com/de/innova-1412.html>, „staženo dne: 21. 11. 2018“.

[https://skepticalscience.com/arg\\_vapor\\_cz.htm](https://skepticalscience.com/arg_vapor_cz.htm), „staženo dne: 9. 11. 2018“.

<https://vuzv.cz/wp-content/uploads/2018/03/Dojnice-2009.pdf>, „staženo dne: 7. 2. 2019“.

<https://www.cometsystem.cz/produkty/reg-s3120>, „staženo dne: 22. 11. 2018“.

<https://www.cometsystem.cz/produkty/teplomer-vlhkomer-barometr-s-externi-sondou-na-kabelu-1-metr/reg-d4141>, „staženo dne: 21. 11. 2018“.

<https://www.czso.cz/documents/10180/78834602/27021918.pdf/df8812aa-f530-4f43-83f7-7d56566ec3e3?version=1.0>, „staženo dne: 5. 3. 2019“.

<https://www.google.com/maps/place/391+81+%C5%BD%C3%AD%C5%A1ov/@49.2016137,14.6877961,819m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x470cb0d5483f3a2b:0x400af0f66163cb0!8m2!3d49.1999478!4d14.6933805>, „staženo dne: 21. 2. 2019“.

<https://www.mpo.cz/cz/prumysl/prumysl-a-zivotni-prostredi/ippc-integrovana-prevence-a-omezovani-znecisteni/referencni-dokumenty-bref/nejlepsi-dostupne-techniky-bat--224368/>, „staženo dne: 17. 11. 2018“.

[https://www.mzp.cz/cz/fluorovane\\_sklenikove\\_plyny](https://www.mzp.cz/cz/fluorovane_sklenikove_plyny), „staženo dne: 9. 11. 2018“.

[https://www.mzp.cz/cz/integrovana\\_prevence\\_omezovani\\_znecistovani](https://www.mzp.cz/cz/integrovana_prevence_omezovani_znecistovani), „staženo dne: 7. 11. 2018“.

[https://www.mzp.cz/cz/kjotsky\\_protokol](https://www.mzp.cz/cz/kjotsky_protokol), „staženo dne: 7. 11. 2018“.

<https://www.mzp.cz/cz/legislativa>, „staženo dne: 27. 11. 2018“.

[https://www.mzp.cz/cz/parizska\\_dohoda](https://www.mzp.cz/cz/parizska_dohoda), „staženo dne: 7. 11. 2018“.

[https://www.mzp.cz/cz/ramcova\\_umluva\\_osn\\_zmena\\_klimatu](https://www.mzp.cz/cz/ramcova_umluva_osn_zmena_klimatu), „staženo dne: 6. 11. 2018“.

<https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/TitleTree?OpenView&Start=1&Count=30&Expand=2#2>, „staženo dne: 23. 11. 2018“.

<https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf>, „staženo dne: 23. 11. 2018“.

[https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/9F4906381B38F7F6C1257A94002EC4A0/%24file/Z%20201\\_2012.pdf](https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/9F4906381B38F7F6C1257A94002EC4A0/%24file/Z%20201_2012.pdf), „staženo dne: 2. 11. 2018“.

<https://www.parlamentnilisty.cz/zpravy/tiskovezpravy/Vinici-sklenikoveho-efektu-Nejen-elektrarny-a-auta-ale-i-kravy-272088>, „staženo dne: 7. 2. 2019“.

<https://www.psp.cz/sqw/sbirka.sqw?cz=76&r=2002>, „staženo dne: „23. 11. 2018“.

<https://www.testo-direct.com/product/testo-435-2-multi-function-meter>, „staženo dne: 22. 11. 2018“.

<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-255>, staženo dne: 23. 11. 2018“.

## Seznam použitých obrázků, tabulek a grafů

Obrázek č. 1 - Vrstvy atmosféry .....	16
Obrázek č. 2 - Skleníkový efekt.....	42
Obrázek č. 3 - Farma rodiny Horákových.....	51
Obrázek č. 4 - Farma Horákových.....	52
Obrázek č. 5 - Měřicí přístroj INNOVA 1412 .....	55
Obrázek č. 6 - Princip fotoakustického efektu .....	55
Obrázek č. 7 – Přepínač odběrných míst INNOVA 1309 Multipoint Sampler .....	56
Obrázek č. 8 - Měřicí přístroj COMMETER D4141 .....	58
Obrázek č. 9 - Měřicí přístroj LOGGER S3120 .....	59
Obrázek č. 10 – Měřicí přístroj TESTO 435.....	60
Obrázek č. 11 – Umístění přístrojů INNOVA .....	61
Obrázek č. 12 - Svazek rozvodu hadiček.....	62
Obrázek č. 13 - Umístění připevněné sondy .....	62
Obrázek č. 14 - Umístění měřicího přístroje COMMETER D4141 .....	63
Obrázek č. 15 - Umístění měřicího přístroje LOGGER S3120 .....	64
Obrázek č. 16 – Umístění přístroje TESTO 435 .....	65
Obrázek č. 17 - Umístění anemometru .....	65
Obrázek č. 18 - Schéma s rozměry stáje včetně rozmístění měřicích přístrojů .....	66
Obrázek č. 19 - Umístění mléčné farmy .....	70
Tabulka č. 1 - Statistické údaje skotu v České republice.....	12
Tabulka č. 2 - Výše emisních faktorů .....	22
Tabulka č. 3 - Doba setrvání plynů v atmosféře .....	29
Tabulka č. 4 – Rozdělení zdrojů znečištění atmosféry .....	32
Tabulka č. 5 – Výsledky měření – koncentrace amoniaku, Žišov 2018 .....	71
Tabulka č. 6 – Výsledky měření – koncentrace metanu, Žišov 2018 .....	71
Tabulka č. 7 – Výsledky měření – koncentrace amoniaku, Žišov 2019 .....	75
Tabulka č. 8 – Výsledky měření – koncentrace metanu, Žišov 2019 .....	75
Tabulka č. 9 - Porovnání výrobních měrných emisí sledovaných plynů.....	83
Tabulka č. 10 - Porovnání výrobních měrných emisí sledovaných plynů.....	84



Graf č. 1 - Proudění vzduchu měřené anemometrem, měření č. 1, Žišov 2018.....	72
Graf č. 2 - Průběh teplot během měření č. 1, Žišov 2018 .....	72
Graf č. 3 - Koncentrace amoniaku NH <sub>3</sub> , měření č. 1, Žišov 2018 .....	73
Graf č. 4 - Koncentrace metanu CH <sub>4</sub> , měření č.1, Žišov 2018 .....	73
Graf č. 5 - Koncentrace oxidu dusného N <sub>2</sub> O, měření č. 1, Žišov 2018.....	74
Graf č. 6 - Koncentrace oxidu uhličitého CO <sub>2</sub> , měření č. 1, Žišov 2018 .....	74
Graf č. 7 - Proudění vzduchu měřené anemometrem, měření č. 2, Žišov 2019.....	76
Graf č. 8 – Průběh teplot během měření č. 2, Žišov 2019.....	76
Graf č. 9 - Koncentrace amoniaku NH <sub>3</sub> , měření č. 2, Žišov 2019 .....	77
Graf č. 10 - Koncentrace metanu CH <sub>4</sub> , měření č. 2, Žišov 2019 .....	77
Graf č. 11 - Koncentrace oxidu dusného N <sub>2</sub> O, měření č. 2, Žišov 2019.....	78
Graf č. 12 - Koncentrace oxidu uhličitého CO <sub>2</sub> , měření č. 2, Žišov 2019 .....	78