

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Agropodnikání

Zadávací katedra: Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

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

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Zhodnocení “Správné zemědělské praxe“ ve vybraném provozu  
s chovem skotu a zhodnocení produkce zátěžových plynů z ustájení

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

Autor bakalářské práce: Jan Šebelka

České Budějovice 2017



Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské 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.

.....

Jan Šebelka

.....

datum

## **Poděkování**

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

### **Abstrakt:**

Tato bakalářská práce je zaměřena na řešení problematiky znečišťování životního prostředí, do kterého spadají sféry Země. Dále se tato práce zabývá skleníkovými plyny a amoniakem a dalšími plyny produkovanými zemědělskou živočišnou výrobou. Zemědělství je celosvětově považováno za jednoznačně největšího producenta amoniaku. Dále se práce zabývá správnou zemědělskou praxí, měřením a řešením snižování stájového mikroklimatu a celkovým welfarem zvířat.

Vlastní práce je zaměřena na stanovení a měření koncentrace emisí plynů oxidu uhličitého, metanu, vodních par, oxidu dusného, a především amoniaku. Vlastní měření probíhalo ve stáji s masným plemenem Aberdeen Angus na rodinné farmě Angus farma Rančice u Kamenného Újezdu nedaleko Českých Budějovic. Pro zjišťování koncentrací emisních plynů byly využity speciální přístroje. Hlavní měřicí přístroj byl od značky INNOVA. Dále jsou v práci uvedeny návrhy prostředků na snižování emisí plynů.

**Klíčová slova:** amoniak; skleníkové plyny; welfare; INNOVA; životní prostředí; mikroklima

### **Abstract:**

This bachelor thesis is focused on solution the issue of environmental pollution, which falls within the sphere of the Earth. Furthermore, this work deals with the greenhouse gases and ammonia and other gases produced from agricultural livestock production. Agriculture is globally considered to be clearly the largest producer of ammonia. Further the work deals with good agricultural practice, the measurement and reduction solutions of stable microclimate and overall welfare.

Custom work is focused on determining and measuring the concentration of gaseous emissions of carbon dioxide, methane, water vapor, nitrous oxide primarily ammonia. The measurement was carried out in the barn with a meat breed Aberdeen Angus on family farm Angus farma Rančice from Kamenný Újezd near České Budějovice. For the measurement of exhaust gas was used special device. Main measuring device was from the company INNOVA. Further, there are proposals include funds for reducing gas emissions.

**Keywords:** ammonia; greenhouse gases; welfare; INNOVA; environmental; microclima

# Obsah

1.	Úvod.....	9
2.	Literární rešerše.....	10
2.1	Životní prostředí.....	10
2.1.1	Voda.....	10
2.2	Podnebí.....	11
2.2.1	Pedosféra .....	12
2.3	Zákony o životního prostředí (legislativa) .....	13
2.3.1	Zákon č. 25/2008 Sb. ....	13
2.3.2	Zákon č. 76/2002 Sb. ....	13
2.3.3	Nařízení vlády č. 294/2011 Sb. ....	14
2.3.4	Zákon č. 86/2002 Sb. ....	15
2.3.5	Věstník MŽP 3/2013 .....	15
2.3.6	EMAS (Enviromental Managemest System) .....	16
2.4	Problematika ochrany ovzduší .....	16
2.5	Zdroje znečišťování ovzduší .....	17
2.5.1	Angažování ČR v problematice ochrany ovzduší .....	17
2.5.2	Kjótský protokol .....	18
2.5.3	Rámcová úmluva OSN .....	18
2.5.4	Klimatická konference OSN 2015.....	19
2.6	Emise a imise.....	19
2.6.1	Emisní limit .....	20
2.6.2	Imisní limit .....	21
2.6.3	Pachové látky.....	21
2.7	Skleníkové plyny.....	21
2.7.1	Oxid uhličitý.....	21

2.7.2	Oxid dusný.....	21
2.7.3	Metan.....	22
2.7.4	Ozon.....	22
2.7.5	Fluorované skleníkové plyny.....	23
2.7.6	Skleníkový efekt.....	23
2.8	Látky produkované skotem.....	24
2.8.1	Amoniak.....	25
2.8.2	Metan u skotu.....	25
2.8.3	Důležitá role krmiva.....	26
2.8.4	Emise z exkrementů.....	26
2.9	Welfare.....	26
2.9.1	Zásady a kritéria welfare.....	27
2.10	Správná zemědělská praxe.....	28
3.	Cíl.....	29
4.	Metodika.....	30
4.1	Popis farmy.....	30
4.2	Technologie chovu skotu Angus farmy Rančice.....	30
4.3	Měřicí přístroje.....	31
4.3.1	Rozmístění čidel a přístrojů.....	35
4.3.2	Měření teploty ve stáji.....	37
4.3.3	Proudění vzduchu během měření.....	38
4.4	Způsob měření ukazatelů stájového mikroklimatu.....	39
4.4.1	Měření koncentrace plynů.....	40
4.4.2	Použité vzorce.....	40
5.	Vlastní práce.....	42
5.1	Měření.....	42

5.1.1	Koncentrace amoniaku .....	43
5.2	Výpočty .....	45
6.	Diskuze.....	46
7.	Závěr .....	49
8.	Použitá literatura a webové stránky .....	50
9.	Seznam použitých obrázků, tabulek a grafů .....	56



# 1. Úvod

Čistota životního prostředí, zejména ovzduší se stala jedním z nejdůležitějších cílů lidstva, který by měl být řešen včas, než bude pozdě. I když za hlavní znečišťovatele se považuje především průmysl, doprava a populačně koncentrované urbanizované oblasti, tak se nesmí zapomínat na venkovské činnosti, které spadají také k velkým znečišťovatelům, ba dokonce při produkci některých plynů drží prim. Vzniká proto řada protokolů a úmluv o snižování emisí, kam se zapojují státy z celého světa.

Zemědělství je hlavním zdrojem skleníkových plynů jako jsou amoniak, metan, oxidu dusný a sirovodík. Amoniak, který je nebezpečný acidifikací, což je okyselování půd nebo vodního prostředí, je toxický plyn s přímým škodlivým vlivem na životní prostředí. Metan je klasický skleníkový plyn způsobující spolu s oxidem uhličitým a oxidem dusným oteplování zemské atmosféry, sirovodík je již při relativně nízkých koncentracích toxický a spolu s amoniakem je hlavním zdrojem nepříjemného zápachu. Emise skleníkových plynů ze živočišné výroby a zemědělské půdy jsou nejvyšší v zemích s vysokou hustotou hospodářských zvířat. Vzhledem k rostoucí světovou populaci se předpokládá, že intenzita zemědělské výroby se zvýší včetně zvýšeného počtu zvířat.

V stájových objektech působí několik faktorů, které ovlivňují tvorbu a uvolňování škodlivých plynných sloučenin. V současné době se zemědělství zaměřuje na nejlepší zemědělskou praxi, na nejlepší dostupné techniky BAT (Best Available Technique), které pomáhají ke snižování emisí. Vlivem podmínek venkovního klimatu, vlivem životních projevů zvířat, užitých technologií a biologických procesů se v uzavřeném prostoru vytváří prostředí, které ovlivňuje organismus ustájených zvířat. Působí také na jejich zdravotní stav a významně ovlivňuje jejich užitkovost. Z tohoto důvodu je důležité sledovat složení stájového vzduchu

## **2. Literární rešerše**

### **2.1 Životní prostředí**

Životní prostředí člověka je ta část světa, se kterou je člověk ve vzájemném působení, tj. kterou používá, ovlivňuje a které se přizpůsobuje. Obecněji můžeme říci, že životní prostředí (nejen člověka, ale také jiných organismů, populací a společenstev) je soubor všech činitelů, se kterými daný živý subjekt přichází do styku, a podmínek, kterými je obklopen. Životní prostředí je tedy vše, co na živý subjekt přímo i nepřímo působí (NOVÁČEK, 2011).

#### **2.1.1 Voda**

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

##### Vlastnosti vody

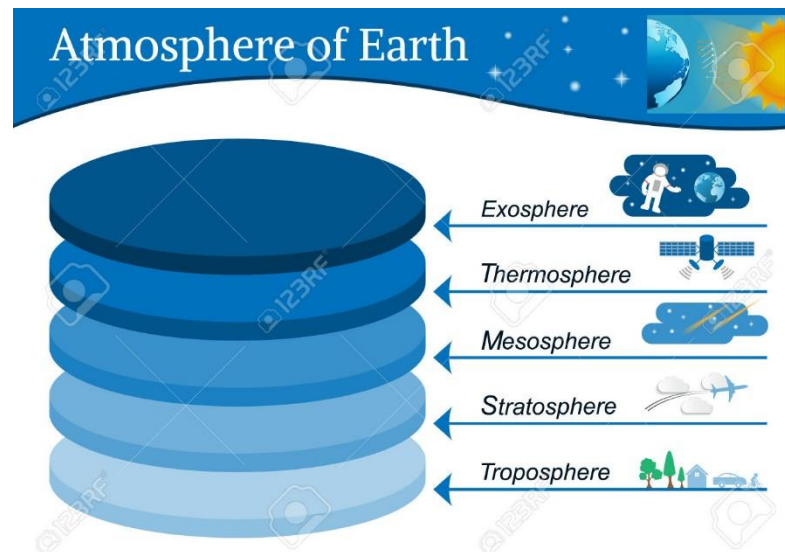
Čistá voda nemá barvu, chuť ani vůni, její bod mrznutí, při němž se mění v pevný led je 0°C a bod varu, kdy se mění v páru, je 100°C. Hustota vody nebo-li objemová hmotnost je 1 kg.l<sup>-1</sup>. Každá molekula se skládá ze dvou atomů vodíku a jednoho atomu kyslíku (chemický vzorec H<sub>2</sub>O).

##### Voda v atmosféře

Podíl vodní páry v atmosféře se nazývá absolutní vlhkost. Mění se v závislosti na teplotě a tlaku od téměř nulové až po čtyři objemová procenta. Užitečnější veličinou je často relativní vlhkost. Ta srovnává skutečně množství vodní páry v daném objemu s maximálním množstvím, které by onen vzduch mohl obsahovat. Je-li relativní vlhkost 100 %, vzduch je zcela saturován a nemůže pojmout žádnou další vlhkost. Za tohoto stavu nemůže dojít k dalšímu odpařování (LUHR, 2003).

## 2.2 Podnebí

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



Obrázek č. 1 - Schéma vrstev atmosfér,

zdroj: [http://cz.123rf.com/photo\\_51283635\\_hlavn%C3%ADm-vrstvy-atmosf%C3%A9ra-zem%C4%9B..html](http://cz.123rf.com/photo_51283635_hlavn%C3%ADm-vrstvy-atmosf%C3%A9ra-zem%C4%9B..html), „staženo dne: 6. 12. 2016“

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

### Dělení sfér

Termosféra - tato vrstva dosahuje až k termopauze, tedy do výšky okolo 1000 kilometrů. Teplota v jejích nižších částech zůstává konstantní, ale ve výšce nad 88 kilometrů prudce stoupá.

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

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

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

### **2.2.1 Pedosféra**

Několik metrů tlustá svrchní vrstva litosféry se nazývá pedosféra. Litosféra je tvořena silikátovým potahem, který nabývá hloubky j jádru země zhruba 60 km. Tento plášť je často označován jako SAIL. Pod ním je izostatická plastická plocha asi do hloubky 120 km, v níž teplota graduje k 900°C a tlak roste až na 28 000 atmosfér. V pedosféře se prolínají a stýkají vlivy všech dalších čtyř geosfér, které tvoří obal Země. Litosféra, hydrosféra, atmosféra a biosféra (živý obal země-organismy). Biosféra může působit a do výšky několika kilometrů atmosféry, konkrétně do vrstvy zvané troposféra. V hydrosféře se nachází také ve velkém množství biosféra a oživuje jí téměř ve všech tekutých vodách. Organismy pronikají do hloubky 1 - 2 km pod povrch litosféry. Soubor téměř všech organismů je soustředěna na souši jen v tenké vrstvě litosféry o tloušťce pouze několika metrů. Základem, na kterém půda vzniká, je nejsvrchnější vrstva litosféry, mateční hornina. Zvětrávajícími pochody, které jsou mechanické čili fyzikální (teplota, eroze, přemísťování vodou, větrem), chemické (rozpuštění, hydrolýza, hydratace, oxidace a redukce), a biologické (činnost půdního edafonu a kořenových systémů rostlin), vzniká z mateční horniny půdotvorný substrát. Z půdotvorného substrátu se v dlouhodobém půdotvorném procesu vlivem půdotvorných faktorů vytváří půda. Základními půdotvornými faktory jsou klima (teplota, srážky, nadmořská výška), voda, chemický a fyzikální charakter mateční horniny, biologický faktor (organismy) a antropogenní faktor (vliv člověka). Vedoucí roli hraje biologický faktor. Půda obsahuje pevnou fázi (minerální a organickou složku), kapalnou fázi (půdní roztok) a plynnou fázi (půdní vzduch). Obsahuje částice různé velikosti i různého chemického složení. Minerální částice jsou tvořeny primárními minerály, ale i druhotnými (přeměnitelnými) minerály, např. jílovými. Organické částice půdy mohou být z primární organické hmoty, rozložitelné i nerozložitelné (KALAČ, 2010).

## **2.3 Zákony o životního prostředí (legislativa)**

Zákony, nařízení vlády, vyhlášky, ty tvoří legislativu v oblasti ochrany životního prostředí v širokém slova smyslu. Právní předpisy jsou rozděleny do jednotlivých oblastí, které pokrývají jak předpisy spadající do tzv. horizontální legislativy (posuzování vlivů na životní prostředí, integrovaná prevence znečišťování ap.), tak předpisy upravující ochranu jednotlivých složek životního prostředí (ovzduší, voda ap.). Jednotlivé právní předpisy jsou uvedeny ve formě úplného znění, tj. obsahují v sobě i později přijaté novely, které se obnovují. Pracovní úplná znění těchto předpisů jsou průběžně aktualizována tak, aby pokud možno vždy odpovídala platnému právnímu stavu. U jednotlivých právních předpisů jsou uvedeny výklady některých jejich ustanovení. Výklady jsou postupně aktualizovány a doplňovány (<http://www.mzp.cz/cz/legislativa>, „staženo dne: 28. 12. 2016“)

### **2.3.1 Zákon č. 25/2008 Sb.**

(Úplné znění) o integrovaném registru znečišťování životního prostředí a integrovaném systému plnění ohlašovacích povinností v oblasti životního prostředí a o změně některých zákonů, novela č. 77/2011 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 (<http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/>, „ staženo dne: 7. 12. 2016“).

### **2.3.2 Zákon č. 76/2002 Sb.**

(Úplné znění) o integrované prevenci a omezování znečištění a o změnách některých zákonů (zákon o integrované prevenci) novela zákon č. 69/2013 Sb.

#### **§ 31**

Ministerstvo zemědělství zabezpečuje v oblasti své působnosti, tj. z hlediska nejlepších dostupných technik pro kategorie činností 6.4, 6.5 a 6.6 uvedené v příloze č. 1 k tomuto zákonu

#### § 4

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

#### § 14

Úřad stanoví emisní limity pro znečišťující látky uvedené v příloze č. 2 ([http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/ostatni/Legislativa-MZe\\_uplna-zneni\\_zakon-2002-76-ippc.html](http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/ostatni/Legislativa-MZe_uplna-zneni_zakon-2002-76-ippc.html), „staženo dne: 11. 4. 2017“)

### 2.3.3 Nařízení vlády č. 294/2011 Sb.

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

#### § 5

Provozovatelé středních zemědělských zdrojů podle přílohy č. 2 k tomuto nařízení zpracovávají plán zavedení zásad správné zemědělské praxe, náležitosti a způsob zpracování plánu zavedení zásad správné zemědělské praxe stanoví příloha č. 2 k tomuto nařízení (viz tabulka č. 1) (<https://www.psp.cz/sqw/sbirka.sqw?cz=294&r=2011>, „staženo dne: 5. 3. 2017“)

Tabulka č. 1 - Emisní faktory pro vyjmenované zemědělské zdroje

KATEGORIE ZVÍŘAT	Emisní faktory [kg NH <sub>3</sub> . zvíře <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

Zdroj: Nařízení vlády ČR č 294/2011 Sb.

### **2.3.4 Zákon č. 86/2002 Sb.**

o ochraně ovzduší a změně některých zákonů, novela 201/2012 Sb.

#### **§ 17**

uvádí povinnosti provozovatele stacionárního zdroje znečištění ovzduší (<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-201>, „staženo dne: 15. 3. 2017“).

### **2.3.5 Věstník MŽP 3/2013**

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

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

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

Pro snížení emisí amoniaku lze použít i takové biotechnologické přípravky, které nejsou uvedeny v tabulce, ale jsou uvedeny v seznamu na internetových stránkách Výzkumného ústavu zemědělské techniky v. v. i.

Metodický pokyn byl zpracován ve spolupráci s Výzkumným ústavem zemědělské techniky v. v. i. v rámci výzkumného záměru VÚZT MZE0002703102 „Výzkum efektivního využití technologických systémů pro setrvalé hospodaření a využití přírodních zdrojů ve specifických podmínkách českého zemědělství“ (<http://www.mzp.cz/web/edice.nsf/doc/E24AEE419C7A8AA0C1257B4A00255540>, „staženo dne: 5. 4. 2017“)

### **2.3.6 EMAS (Environmental Management System)**

Zahrnuje oblasti, které jsou již součástí integrovaného povolení

**Ministerstvo životního prostředí** je garantem a odpovědným orgánem programu, byla zřízena tzv. Rada programu EMAS (dnes Rada pro dobrovolné nástroje)

CENIA, česká informační agentura životního prostředí zabezpečuje registraci organizací s ověřeným systémem a spravuje národní registr EMAS

Český institut pro akreditaci, o.p.s. je národní akreditační orgán, zodpovědný za akreditaci a dohled nad environmentálními ověřovateli

Česká inspekce životního prostředí je jedním z orgánů zapojených přímo do procesu registrace, na základě žádosti předkládá agentuře CENIA stanovisko k organizaci, která žádá o registraci v programu EMAS

Na posledním jednání k pozici ČR k závěrům o BAT (28. 1. 2016 na MZe ČR) bylo konstatováno, že pro chovy hospodářských zvířat z tohoto programu neplynou žádné další povinnosti (<http://www.mzp.cz/cz/emas>, „staženo dne: 10. 4. 2017“).

## **2.4 Problematika ochrany ovzduší**

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

Počátkem výrazného znečišťování je průmyslová revoluce, při které se v parních strojích začalo spalovat uhlí a do vzduchu se jako vedlejší produkt reakce uvolňoval oxid uhličitý – CO<sub>2</sub>. Mnohem větší emise oxidu uhličitého se však uvolňují při spalování fosilních paliv, totiž zemního plynu a hlavně ropných produktů. Největší díl viny tedy nese doprava a chemický a energetický průmysl. Využívání fosilních paliv včetně uhlí tvoří 75% emisí CO<sub>2</sub> (ANDRT, 2001).



## 2.5 Zdroje znečištění ovzduší

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

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

Stacionární zdroje – zařízení pro spalování paliv nebo jiná technologická zařízení, která znečišťují nebo mohou znečišťovat ovzduší, dále šachta, lom a jiná plocha s možností zapaření, hoření nebo úletu znečišťujících látek, jakož i plocha, na které jsou prováděny práce nebo činnosti, které způsobují nebo mohou způsobovat znečištění ovzduší, dále sklad a skládka paliv, surovin, produktů, odpadů a další obdobné zařízení nebo činnost. V zemědělství pole, louky, sady, vinice, stáje apod.. (JELÍNEK et al., 2011). V tabulce č. 2 je přehled významnějších zdrojů znečišťující atmosféru.

Tabulka č. 2 - Rozdělení významnějších 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)

### 2.5.1 Angažování ČR v problematice ochrany ovzduší

Do dnešních dnů podepsala a ratifikovala Česká republika všechny důležité mezinárodní protokoly a úmluvy. Göteborgský protokol podepsala ČR při jeho schválení Radou EU v roce 1999. K Montrealskému protokolu a Vídeňské úmluvě přistoupila ČR usnesením vlády č. 449 z června 1990, smluvní stranou obou dohod je

od roku 1993. Ke dvěma dodatkům Montrealského protokolu (Londýnskému a Kodaňskému) bylo přistoupeno současně v prosinci 1996. Kjótský protokol Rámcové úmluvy OSN o klimatických změnách podepsala Česká republika v listopadu 1998 a ratifikovala jej v říjnu 2001.

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

### **2.5.2 Kjótský protokol**

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

### **2.5.3 Rámcová úmluva OSN**

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

Rámcová úmluva OSN o změně klimatu (UNFCCC) je dokument, jehož cílem je vytvořit právní podklad pro stabilizaci či redukci emisí skleníkových plynů na

úrovni, která by nebyla z hlediska vzájemné reakce s klimatickým systémem nebezpečná pro další vývoj planety. Přijata byla v červnu 1992 v Rio de Janeiru, v platnost vstoupila v březnu 1994. Ratifikovalo ji více než 180 států. Cílem úmluvy je dle článku 2 "...stabilizovat atmosférické koncentrace skleníkových plynů na takové hladině, která předejde antropogenním interferencím s klimatickým systémem". Taková hladina by měla být dosažena v čase dostatečném k zajištění:

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

#### **2.5.4 Klimatická konference OSN 2015**

Klimatické konference OSN (2015 United Nations Climate Change Conference) v Paříži (30. 11. – 11. 12. 2015) se zúčastnili zástupci více než 190 vlád se snahou dosáhnout dohody o ochraně klimatu. Největší znečišťovatelé spolu s téměř 150 dalšími zeměmi světa předložili své závazky. EU se zavázala snížit emise o 40 %, ve srovnání s rokem 1990, do roku 2030. USA sníží své emise o 26 – 28 % ve srovnání s rokem 2005, do roku 2025. Čína slíbila, že její emise dosáhnou vrcholu do roku 2030. V mezinárodním vyjednávání jsou tyto závazky známé pod označením INDCs (Intended Nationally Determined Contributions). Díky zveřejněným závazkům víme, že nestačí na to, aby svět udržel oteplení planety pod 2°C. Aby byl tento cíl přeci jen dosažen, byly navrženy dva přístupy: pozornost by se měla více zaměřit na to, aby se emise snížily i mimo vyjednávání mezinárodního společenství, například zapojením nestátních aktérů jako jsou města, místní samosprávy a firmy; dále by INDCs měly být předmětem pravidelného přezkoumávání a průběžného upravování i po jednání v Paříži (UNITED NATIONS CLIMATE CHANGE CONFERENCE, 2015).

### **2.6 Emise a imise**

Emise stájového vzduchu-do stájového vzduchu jsou emitovány pachové látky, mikroorganismy, vývojová stádia parazitů a prach, které ve vyšších koncentracích, mohou negativně ovlivňovat zdravotní stav nejen chovaných zvířat, ale i ošetřovatelů. K udržení hygienicky přijatelné kvality vzduchu ve stáji je nutné zajistit dostatečnou výměnu vzduchu větráním. Tím tyto škodliviny, které dostávají charakter imisí, mohou negativně ovlivňovat pohodu lidí, zvířat, rostlin a dalších organismů v imisně

zatíženém okolí stáje. Koncentrace těchto škodlivých látek je závislá zejména na druhu, kategorii a počtu ustájených zvířat, použité technologických systémech (ustájení, krmení, napájení, odklizu exkrementů, aj.), výživě (např. obsahu bílkovin v krmivech, použití krmných aditiv), koncentraci vodíkových iontů ve statkových hnojivech, faktorech ovlivňujících stájové mikroklima, systému výměny vzduchu. Názory na vliv technologických systémů ustájení na množství plynných emisí se různí. Na základě našich zkušeností můžeme konstatovat, že jsou závislé především na dodržování technologické kázně dané technologie. Emise z chovů prasat a drůbeže jsou hygienicky závažnější než z chovu skotu. Pokud posuzujeme technologie chovu, nejméně zatěžující jsou bezstelivové stáje s dobrou úrovní tepelné izolace s nuceným větráním, následují uzavřené stáje s denním přistýláním a pravidelným každodenním odklizem chlěvské mrvy a nejméně příznivé jsou z tohoto pohledu studené otevřené stelivové stáje s přirozeným větráním. Naproti tomu někteří autoři tvrdí, že je možné dosáhnout u dobře fungujících technologických systémů na hluboké podestýlce o 30 % nižší emise amoniaku ve srovnání s bezstelivovými technologickými systémy s roštovou podlahou (<http://www.cbks.cz/sbornik08b/Nov%C3%A1kPavel.pdf>, „staženo dne: 28. 12. 2016“).

### **2.6.1 Emisní limit**

Emise – vnášení jedné nebo více znečišťujících látek do životního prostředí.

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

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

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

## 2.6.2 Imisní limit

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

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

## 2.6.3 Pachové látky

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

## 2.7 Skleníkové plyny

### 2.7.1 Oxid uhličitý

Oxid uhličitý ( $\text{CO}_2$ ) je stálou složkou koloběhu uhlíku v přírodě (výměna uhlíku mezi atmosférou, zemským povrchem a oceány). Jeho výměna mezi biosférou a atmosférou probíhá kontinuálně. K hlavním zdrojům  $\text{CO}_2$  patří respirace a oxidace odumřelého rostlinného materiálu. Emise z nejdůležitějšího antropogenního zdroje – spalování fosilních paliv, představuje pouze kolem 4% z celkového množství  $\text{CO}_2$  přicházejícího do ovzduší. Oxid uhličitý nepodléhá v troposféře žádným chemickým reakcím a setrvává v ní několik let. Z atmosféry je odbouráván až ve stratosféře, kde začíná proces fotolýzy  $\text{CO}_2$ , který ve zvýšené míře pokračuje v termosféře. V důsledku spalování fosilních paliv stoupá obsah  $\text{CO}_2$  v ovzduší, což se nepříznivě projevuje v oteplování Země, v tzv. skleníkovém efektu (JELÍNEK a kol., 2011)

### 2.7.2 Oxid dusný

Oxid dusný ( $\text{N}_2\text{O}$ ) je nejrozšířenějším oxidem dusíku v atmosféře. Prakticky jediným jeho zdrojem jsou přírodní procesy. Podílejí se na nich denitrifikační bakterie v půdě a v povrchových vrstvách oceánů. Vzhledem k malé reaktivitě je jeho množství v troposféře rovnoměrně rozděleno.  $\text{N}_2\text{O}$  nemá prakticky žádný vliv na chemické reakce ve volném ovzduší, ani nemá nepříznivé účinky na životní prostředí. K jeho rozkladu dohází až ve stratosféře, kde rychlost úbytku vzrůstá se vzrůstající výškou (JELÍNEK a kol., 2011).

### 2.7.3 Metan

V třicátých letech 20. století odhalili odborníci skutečnost, že plynová a naftová potrubí jsou v arktických oblastech ucpávána krystaly ledu. Vědci se začali tímto problémem zabývat a zjistili, že tyto krystaly ledu obsahují plyn. Prozkoumali strukturu a složení krystalů ledu s plynem a novou látku pojmenovali hydráty plynů (klatráty). Jejich nejčastější složkou byl metan, který je též známý jako bahenní plyn. Metan je nejjednodušší uhlovodík vůbec, jeho sumární vzorec je  $\text{CH}_4$ .

Mezi nejdůležitější vlastnosti metanu patří výbušnost (při vyšší koncentraci) a mimořádná schopnost pohlcovat infračervené záření. Patří proto mezi důležité skleníkové plyny. V účinnosti překonává  $\text{CO}_2$ , ještě účinnějším skleníkovým plynem je však vodní pára. V sedmdesátých letech se zjistilo, že se hydráty metanu mohou vyskytovat i na mořském dnu, především v mělkých mořích. Zdroje pro potenciální uvolnění metanu do atmosféry se tedy nacházejí na poměrně velkých oblastech.

Metan, který se hromadí v naší atmosféře, vzniká třemi různými způsoby. Tepelným rozkladem organické hmoty, syntézou anorganických sloučenin bez přispění živých tvorů a metabolickou aktivitou mikroorganismů. Každoročně se ve vzduchu objeví 600 milionů tun. Což je poměrně velké množství, větší než které by se dalo vysvětlit klasickými přírodními způsoby a lidskou aktivitou (typicky při zpracování zemního plynu a v zemědělství - při pěstování rýže jsou viníkem anaerobní bakterie v zatopených rýžových polích; krávy je rovněž obsahují ve svém žaludku) (<http://veda-technika.blogspot.cz/2008/03/metan-sklenikovy-plyn-o-kterem-se.html>, „staženo dne: 28. 12. 2016“)

### 2.7.4 Ozon

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

Ozon je jedovatou a vysoce reaktivní podobou kyslíku, která má v každé molekule na místo obvyklých dvou atomů kyslíku, jež mnohé organismy dýchají

atomy tří ( $O_3$ ). Většina ozonu na Zemi je koncentrována v ozonové vrstvě ve výšce 20-25 km nad zemským povrchem. Zde se  $O_2$  neustále proměňuje v  $O_3$  a naopak. Molekuly ozonu v ozonové vrstvě pohlcují UVB a UVC záření, ultrafialové záření s krátkou vlnovou délkou, které přenáší velké množství energie. Tuto energii vyzařuje jako teplo (LUHR, 2003).

### 2.7.5 Fluorované skleníkové plyny

Fluorované skleníkové plyny, označované také jako tzv. F-plyny, se dělí do skupin obsahujících částečně fluorované uhlovodíky (látky HFC), zcela fluorované uhlovodíky (látky PFC), fluorid sírový ( $SF_6$ ) a další fluorované skleníkové plyny.

Fluorované skleníkové plyny sice nemají potenciál poškozovat ozonovou vrstvu Země, zato však mají tzv. potenciál globálního oteplování (tzv. GWP z anglického „global warming potential“). Emise těchto látek tedy mají negativní vliv na klimatický systém Země ve smyslu jeho oteplování. Potenciál GWP je vztažen k molekule  $CO_2$ , pro kterou je stanoven potenciál rovný 1. Některé F-plyny mají potenciál až tisícinásobně vyšší než právě jedna molekula  $CO_2$ . Znamená to tedy, že pokud má látka  $GWP = 1430$ , jedna vypuštěná molekula do atmosféry má stejný efekt jako 1430 vypuštěných molekul  $CO_2$ . ([http://www.mzp.cz/cz/fluorovane\\_sklenikove\\_plyny](http://www.mzp.cz/cz/fluorovane_sklenikove_plyny), „staženo dne: 28. 12. 2016“).

### 2.7.6 Skleníkový efekt

Sluneční záření má největší intenzitu v krátkých vlnových délkách. Atmosféra je propouští téměř bez jakýchkoliv překážek, záření prochází vzduchem a je pohlcováno zemským povrchem. Když se pevnina a moře oteplí, vyzařují energii, kterou pohltily, ale v dlouhých vlnových délkách. Část tohoto dlouhovlnného záření je pohlcena a vyzářena zpět k Zemi atmosférickými plyny, například vodní parou, oxidem uhličitým, metanem a ozonem. Plyny se tím oteplí, a i když se záření nakonec stejně vrátí do vesmíru, zanechá za sebou teplejší atmosféru. Tento jev je znám jako skleníkový efekt a plyny, které se na něm podílejí, se nazývají skleníkové plyny (LUHR, 2003). Funkce skleníkového efektu je znázorněn na obrázku č. 2.



Obrázek č. 2 - Funkce skleníkového efektu

zdroj: <http://slideplayer.cz/slide/5857591/> „staženo dne: 28. 12. 2016“

## 2.8 Látky produkované skotem

Množství uvolněných plynů je uváděno v kilogramech z jedné stáje nebo jiného prostoru za jeden rok. Toto je považováno za správný způsob kvantifikace uvolněných plynů, jak dané zvíře může změnit kategorii v průběhu roku, vzhledem k věku, hmotnosti nebo fyziologickému stavu. Množství metanu, způsobené statkových hnojiv (stolice a moči) tvoří 12 až 17% z celkového množství plynu ve vzduchu emitovaného z dobytka. Existuje pozitivní korelace mezi dietním příjmem bílkovin a množství emitovaného metanu z trusu. Množství dusíku uvolněného z kravského hnoje závisí na množství dusíkatých látek ve stravě a produkci mléka (DÄMMGEN, 2009).

Během jednoho roku cca jedna kráva produkuje 112 kg metanu a 40 kg amoniaku. Tyto částky naznačují, že plyny, vydané skotem, mohou představovat hrozbu pro životní prostředí, a proto bychom se měli snažit zmírnit tuto hrozbu. Jeden konkrétní problém je, že vysoké koncentrace hospodářských zvířat vytváří odpovídající vysoké množství statkových hnojiv, a to především ve formě suspenze. V kontextu environmentálních rizik, suspenze k dispozici skýtá určité příležitosti, které jsou jak ekologicky, tak ekonomicky výhodné. Kejda je cenným zdrojem pro výrobu energie (bioplynu) a je šetrná k životnímu prostředí jako organické hnojivo. Ekonomické cíle se sbíhají směrem k ekologicky šetrné výrobě (BRADE et al., 2008).



### 2.8.1 Amoniak

Je bezbarvý plyn s výrazným zápachem, při vyšších koncentracích dráždí ke kašli a k slzení. Je zdraví škodlivý již při koncentracích, při nichž je cítit (cca 55 ppm - parts per million). Amoniak je jediný plyn, který v atmosféře vykazuje zásaditou reakci. Hlavním přírodním zdrojem amoniaku je činnost bakterií při rozkladu bílkovin v půdě a ve vodě. Antropogenní emise pocházejí zejména z chemického průmyslu a z tepelného zpracování uhlí. Pro svou značnou reaktivitu má amoniak v ovzduší krátkou průměrnou dobu setrvání (několik dnů). Je hlavní sledovanou emisní látkou z chovů hospodářských zvířat (JELÍNEK a kol., 2011).

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

Emise amoniaku jsou výsledkem složitých fyzikálních a chemických procesů a vztahující zejména ke čtyřem faktorům: koncentrace  $\text{NH}_4^+$ , teplota, pH, účinnost turbulentního transportu  $\text{NH}_3$  (JONES et al., 2013).

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

### 2.8.2 Metan u skotu

Emise metanu z chovu zvířat pocházejí z kvasného trávení v žaludku, přírodních ekosystémů anaerobních, skladování hnoje a polních aplikacích. V rámci hospodářských zvířat jsou přežvýkavci (skot, ovce a kozy) primárním zdrojem emisí. (SEJIAN A NAQVI, 2012). Emise ze střevní fermentace jsou vyšší než ty ze skladování kejdy a hnoje a jsou považovány jako klíčový zdroj při vykazování emisí skleníkových plynů. Nicméně vyhodnocení emisí uložených v hnoji je obtížné z důvodu nedostatku experimentálních dat a pokusu (DÄMMGEN, 2012).

Množství metanu produkovaného přežvýkavci je ovlivněno různými faktory, včetně typu a velikosti zvířat, rychlosti růstu, objemem produkce, stravitelností spotřeby energie, příjmem obsah sušiny, celkovým obsahem sacharidů a stravitelných sacharidů, a teploty prostředí. Takže zvíře a dietní faktory hrají důležitou roli v predikci produkce CH<sub>4</sub> (JOHNSON, 1995).

### **2.8.3 Důležitá role krmiva**

Typ a množství spotřebovaného krmiva jsou hlavními zdroji, které ovlivňují emise u skotu (SEJIAN a NAQVI, 2012). GERBER a kol. (2013b) napsal, že vyšší emisní intenzita v systémech krmení má dopad na nízkou produktivitu. To lze vysvětlit nízkou stravitelností krmiva (zapříčiněné vyššími emisními hodnotami), horším chováním zvířat a nižšími jatečnickými váhami (pomalá rychlost růstu vede k většímu množství emisí na kilogram vytvořeného masa). Obecně platí, že větší intenzita emisí CH<sub>4</sub> se odráží na nižší produkci mléka v průmyslových oblastech světa, v porovnání s regionálními průměry. Lepší krmení a výživu zvířat zlepšíme snížením metanu a emisí hnoje.

### **2.8.4 Emise z exkrementů**

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

Snížení množství emisí metanu se liší v závislosti na typu hnoje. Měření vedené k získání parametrů hnoje a metanu byly provedeny na dojnících, jalovicích, telatech a volích krmených různými diety v různých obdobích. Období pastvy ukázalo hodně variability sazeb emisí a typy hnoje. Celkové emise metanu během období měření (10denní) se pohybovala mezi 300 a 2040 mg.m<sup>-2</sup> hnoje (JARVIS, 1995).

## **2.9 Welfare**

Welfare, nebo-li pohoda zvířat v obecné rovině, představuje stav dokonalého fyzického a psychického zdraví, kdy zvíře žije v souladu se svým prostředím. Pohoda zvířete je určena jeho schopností vyhnout se strádání a zachovat si fyzickou a psychickou zdatnost. Welfare zvířat zahrnuje celý komplex podmínek, které zajišťují jejich spokojenou existenci, zejména pak jejich zdraví a životní pohodu. Zvířata obdobně jako lidé reagují kladně na pozitivní situace a podněty a negativně na

nepříjemné události. Také u zvířat je možné pozorovat projevy chování spojené s projevy radosti a uspokojení nebo naopak projevy bolesti, deprese a strachu. Z tohoto důvodu je nutné přistupovat ke zvířatům ohleduplně, upravit techniku a technologii jejich chovu takovým způsobem, aby byly naplněny požadavky na přirozený průběh životních projevů chovaných zvířat. Je nutné vytvořit podmínky, které odpovídají nejen jejich fyziologickým a etologickým potřebám, ale také humánním a etickým zásadám. Narušení welfare může vést ke změnám v chování zvířat, dochází k narušení fyziologických pochodů v organismu a mohou také nastat změny ve struktuře jednotlivých tkání či orgánů.

Životní pohoda každého zvířete je dána stavem jeho mysli a těla, tím, jak se cítí ve škále sahající od utrpení k požitku a tím, zda je schopno udržovat se mentálně a fyzicky v dobré kondici. Má-li zvíře dosáhnout pocitu mentální pohody, musí mu dovolit fyzické a sociální prostředí jednat tak, aby se vyhnulo hladu, žízni, strachu, bolesti, frustraci a stresu dříve, než intenzita těchto potenciálních zdrojů utrpení příliš naroste. K udržení fyzické zdatnosti zvířete nesmí metody techniky a technologie chovu narušovat jeho schopnost prožít život bez utrpení, způsobeného fyzickými problémy, jako je například chronická bolest, hlad, vyčerpání (<http://www.chovzvirat.cz/clanek/675-welfare-zvirat/>, „staženo dne: 29. 12. 2016“).

### **2.9.1 Zásady a kritéria welfare**

K dosažení životní pohody (welfare) v chovech zvířat je třeba vytvořit takové podmínky, které zajistí požadavky stanovené Britskou radou pro ochranu hospodářských zvířat (Farm Animal Welfare Council - FAWC), která těchto pět svobod novelizovala v r. 1993 takto:

1. Odstranění hladu, žízně a podvýživy - neomezený přístup ke krmivu a čerstvé napájecí vodě v množství dostačujícím pro zachování dobrého zdravotního stavu, fyzické i psychické energie.
2. Odstranění fyzikálních a tepelných faktorů nepohody – zajištění odpovídajícího prostředí včetně zabezpečení před nepřízní makroklimatu a pohodlného místa k odpočinku.
3. Odstranění příčin vzniku bolesti, zranění, nemoci – v první řadě prevence onemocnění, popř. rychlá diagnostika a terapie.

4. Možnost projevů normálního chování – zajištění dostatečného prostoru, vhodného vybavení a možnosti sociálních kontaktů s jedinci téhož druhu.

5. Odstranění strachu a deprese (úzkosti) – vyloučení takových podmínek, které by způsobovaly psychické strádání a utrpení ([http://www.zootechnik.cz/zoo\\_oaw.php](http://www.zootechnik.cz/zoo_oaw.php), „staženo dne 29. 12. 2016“).

## 2.10 Správná zemědělská praxe

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

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

Za BAT jsou považovány postupy:

- správné umístění provozu/farmy a prostorové rozmístění z důvodu např.: omezení přepravy zvířat a materiálů (včetně hnoje), zajištění vhodné vzdálenosti od citlivých míst vyžadujících ochranu, brát ohled na klimatické podmínky (vítr, srážky), zamezení znečištění vody
- vzdělávání a školení zaměstnanců, zejména v oblasti příslušných předpisů, chovu hospodářských zvířat, welfare zvířat, nakládání s hnojem, bezpečnost práce, přeprava a aplikace hnoje na pole, plánování činností, krizové plánování a řízení, opravy a údržby zařízení
- příprava nouzového plánu pro řešení neočekávaných nehod, jako znečištění vodních ploch, to znamená např.: mít dostupné vybavení pro zabránění šíření nebo likvidaci znečištění,
- pravidelná kontrola, opravy a údržba konstrukcí a vybavení např.: jakékoli známky poškození, opotřebení nebo úniku z jímky na kejdu, čerpadla na kejdu, míchací zařízení, odlučovače, zavlažovače, systém pro přísun krmiv a vody, systém odvětrávání a snímače teploty,
- uskladnění uhynulých zvířat tak, aby se zajistila prevence nebo snížení emisí

### **3. Cíl**

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

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

## **4. Metodika**

### **4.1 Popis farmy**

Rodinná farma Angus farma Rančice se nachází v okrese Českých Budějovic nedaleko hlavního silničního tahu z Českých Budějovic do Českého Krumlova. Farma nemá žádné zaměstnance, a tak na ní pracují pouze rodinné příslušníci.

Celková výměra farmy činí okolo 125 hektarů, z toho 115 hektarů jsou TTP (trvalé travnaté porosty) a pastviny pro koně a převážně pro skot. Farma je ekologicky zaměřená, čili dodržuje systém, který jí pro ekologické farmy určen. Pouze 10 hektarů je orné půdy, především pro pěstování obilnin, kterými jsou triticales, oves, ječmen a pšenice. Všechny tyto plodiny po vypěstování nesou na svém jméně certifikát BIO.

Z názvu farmy vyplývá zaměření na hlavní komoditu farmy. Rodinná farma chová cca 130 kusů skotu masného plemena Aberdeen Angus. Hlavním účel je šlechtění a plemenitba býků, jalovic a posléze krav. Výkrm jatečných mladých býků patří také do programu farmy. Mimo skotu se na farmě chovají v malé míře koně, ovce, slepice, vodní drůbež a králíci. Na farmě je vybudovaný penzion, sloužící k agroturistice. Rodina Šebelků, která farmu řídí, provozuje i tzv. prodej ze dvora, což znamená prodej vlastních produktů ze skotu pomocí řádně vybudované chladicí místnosti a dalších aspektů, které jsou k této činnosti nezbytné.

### **4.2 Technologie chovu skotu Angus farmy Rančice**

Farma disponuje dvěma stájemi sloužícími jako zimoviště, prostorem pro výkrm jatečných býků a odchov plemenných býků. Stáj, ve které bylo provedeno měření, je 35 metrů dlouhá a 15 metrů široká (viz obrázky č. 3 a 4). Skot se v ní pohybuje na hluboké podestýlce stlané slámou. Pouze krmná chodba je betonová.



Obrázek č. 3 - Stáj Angus farmy Rančice ze severní strany



Obrázek č. - 4 Stáj z jižní strany

### 4.3 Měřicí přístroje

#### Měřicí přístroj INNOVA 1412

Pro měření koncentrací  $\text{NH}_3$  a jiných skleníkových a zátěžových plynů můžeme použít přístroj od firmy INNOVA 1412 Air Tech Instruments s více kanálovým dávkovacím zařízením 1309 D Multipoint Samplet a. INNOVA 1412 (viz obrázek č. 5) je vysoce spolehlivý, přesný a stabilní analyzátor plynů. Principem měření je infračervená detekční metoda. Tento přístroj může v podstatě měřit koncentrace všech plynů, které jsou schopné absorbovat infračervené záření.

V karuselu s filtry jsou instalovány optické filtry (pět a jeden na vodní páru). To znamená, že přístroj může selektivně měřit až pět plynů (oxid uhličitý  $\text{CO}_2$ , amoniak  $\text{NH}_3$ , metan  $\text{CH}_4$ , oxid dusný  $\text{N}_2\text{O}$  a sirovodík  $\text{H}_2\text{S}$ ) spolu s vodní párou v každém vzorku vzduchu. Přístroj dále dokáže kompenzovat interferenci mezi měřenými plyny využívajíc k tomu křížovou kompenzaci. Detekční limit se pohybuje v oblasti  $10^{-2}$  ppm (parts per million) při teplotě  $20^\circ\text{C}$  a tlaku 101 kPa. Tyto jednotky lze snadno převést na  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Data se zaznamenávají v reálném čase a jsou zobrazována v grafické nebo numerické podobě a přenositelná do počítače ve formátu MS Excel.



Obrázek č. 5 - Měřicí přístroj plynů INNOVA 1421,

zdroj: <http://www.3si.co.in/innova-1412.jpg>, „staženo dne 5. 3. 2017“

Fotoakustický efekt je založen na transformaci světelné energie na zvukovou, pomocí měřeného plynu, kapaliny nebo pevné látky. Měřený plyn je ve fotoakustické spektroskopii ozářen modulovaným světlem s přesně určenou vlnovou délkou a molekuly poté určitou část světelné energie převedou na akustický signál, který přístroj detekuje dvěma mikrofony a zesílí v zesilovači. Některé plyny absorbují infračervené světlo ve stejných vlnových délkách a tím nemusí být zřejmé, jestli naměřená a zobrazená informace je od jednoho nebo druhého plynu, nebo společná pro oba. Tomuto jevu se říká křížová interference a z toho důvodu je do přístroje INNOVA 1412 vložen algoritmus křížové kompenzace, který za pomoci karuselu s filtry redukuje interferenci od ostatních plynů s 98% přesností. Multiplexer INNOVA 1309 je přepínač odběrných míst a lze jej používat s více měřicími přístroji firmy INNOVA. Umožňuje odběr vzorků z více míst pomocí hadiček se sondami. Celkem může být až dvanáct odběrných míst a každé je spojeno s přepínačem odběrných míst teflonovou hadičkou dlouhou až 50 metrů. K přepínání vzorků vzduchu do analyzátoru slouží třicestný ventil, zatímco analyzátor vzorek měří, je výfukem proplachovaná hadička, která bude následovat do analyzátoru (<https://www.lumasenseinc.com/EN/products/gas-sensing/innova-gas-monitoring/photoacoustic-spectroscopy-pas/field-monitor-1412i/photoacoustic-gas-monitor-innova-1412i.html>, „staženo dne: 8. 4. 2017“)



## Měřicí přístroj na teplotu Commeter D4141

Digitální záznamový termohydrobarometr (viz obrázek č. 6) s externí sondou je určen pro měření a záznam teploty, relativní vlhkosti vzduchu a atmosférického tlaku a tlakové tendence za uplynulé tři hodiny s možností zobrazení přepočtené hodnoty rosného bodu a přepočtené hodnoty atmosférického tlaku na hladinu moře. Teplota je měřena odporovými snímači Ni 1000/6180 ppm, přičemž snímač vnější teploty a snímač vlhkosti vzduchu jsou umístěny v připojitelné externí sondě. Snímače tlaku a vnitřní teploty jsou uvnitř přístroje. Naměřené hodnoty jsou zobrazovány na dvouřádkovém LCD displeji a mohou být ukládány v nastavitelném časovém intervalu do vnitřní, energeticky nezávislé paměti, odkud je lze přenést do osobního počítače. Naměřené hodnoty jsou porovnávány v přístroji se dvěma nastavitelnými hodnotami pro každou veličinu (maximální a minimální) a jejich překročení signalizuje blikáním na displeji a akusticky (kromě tlakové tendence). Měřicí rozsah teplot je  $-30$  až  $+105^{\circ}\text{C}$  s přesností  $\pm 0,4^{\circ}\text{C}$  a rozlišením  $0,1^{\circ}\text{C}$ , u relativní vlhkosti 0 až 100% RV s přesností  $\pm 2,5$  RV v rozsahu 5-95% při  $23^{\circ}\text{C}$  a rozlišením  $0,1\%$  RV (<http://www.wuntronic.com/en/index.php?site=2&xid=65&subid=79&sub2id=125&pid=265>, „staženo dne: 11. 4. 2017“).



Obrázek č. 6 - Měřicí přístroj Commeter D4141,

zdroj: <http://www.wuntronic.com/en/index.php?site=2&xid=65&subid=79&sub2id=125&pid=265>, „staženo dne: 11. 4. 2017“

## Měřicí přístroj Testo 435

Tímto přístrojem (viz obrázek č. 7) je možné měřit teplotu, relativní a absolutní vlhkost, rosný bod, entalpii, objemový průtok, tlak i kvalitu vzduchu. Oproti předcházejícím přístrojům tedy může měřit i parametry proudícího vzduchu pomocí připojitelných anemometrů. Naměřená data jsou zobrazována na dvouřádkovém LCD displeji a do osobního počítače se mohou přenášet i přes infračervené rozhraní. Měřicí rozsah teplot anemometrů je 0-60 m.s<sup>-1</sup> s rozlišením 0,01 m.s<sup>-1</sup> objemový průtok 0-99990 m<sup>3</sup>. h<sup>-1</sup> (JELÍNEK, 2011).

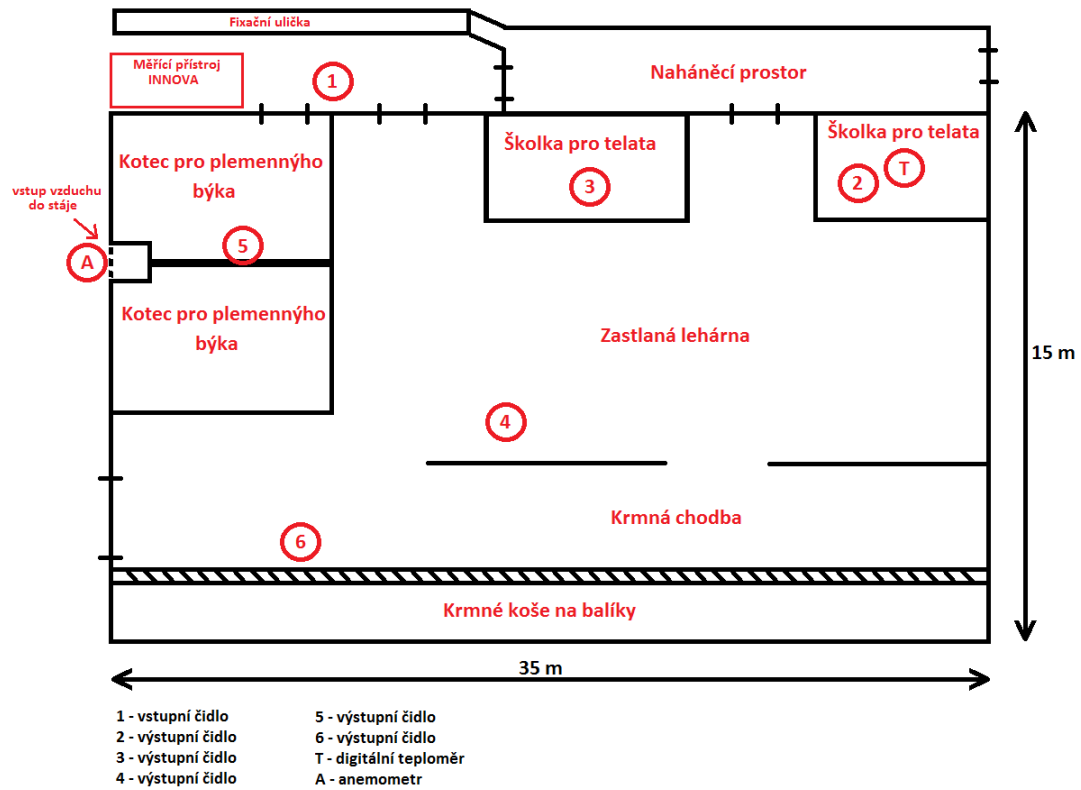


Obrázek č. 7 – Anemometr Testo 435,

zdroj: <https://www.instrumart.com/products/25700/testo-435-multifunction-hvac-and-iaq-meter>, „staženo dne: 11. 4. 2017“

### 4.3.1 Rozmístění čidel a přístrojů

Čidla snímající množství amoniaku a další plynů a vodních par budou rozmístěny plošně ve stáji tak, aby byla každá část a kout stáje pokryt čidlem v jeho okruhu cirká sedm metrů (viz obrázek č. 8).



Obrázek č. 8 - Schéma rozmístění sond, teploměru a anemometru ve stáji

Čidla budou umístěna ve stáji ve výškové úrovni hlav skotu. Přibližná výška od podestýlky je cca 1600 mm. Budou instalována tak, aby k nim skot neměl přístup a nemohl je nikterak poškodit (viz obrázek č. 9).



Obrázek č. 9 - Čidlo č. 2

Měřicí přístroj INNOVA bude umístěn na vnějším rohu stáje v prostoru, kde se nenacházejí zvířata, a proto nemůže dojít k žádnému poškození zvířaty a ani přírodními vlivy, jelikož bude umístěn pod střechou (viz obrázek č. 10). Přístroj INNOVA spolu s přepínačem odběrných míst Multipoint bude umístěn v plechovém boxu. Přístroj bude doplněn osobním počítačem, který všechny údaje z těchto dvou přístrojů zaznamenává a posléze zpracovává do programu Excel. Pro měření koncentrace plynů bude použito šest odběrných sond (čidel). Čidla 2, 3, 4, 5, 6 budou rozmístěna na železné konstrukci a hrádích stáje tak, aby byly v úrovni zvířat. Čidlo číslo 1 (pro měření koncentrace vstupního vzduchu) bude umístěno mimo stáj v blízkosti měřicího zařízení.



Obrázek č. 10 - Umístění přístroje INNOVA u stáje

### 4.3.2 Měření teploty ve stáji

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

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

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

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

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



Obrázek č. 11 - Umístění venkovního teploměru Commeter D4141

### 4.3.3 Proudění vzduchu během měření

Anemometr či větroměr je přístroj pro měření rychlosti proudění anebo rychlosti a směru proudění. Tyto přístroje se používají k měření rychlosti větru anebo rychlosti a směru větru.

Otvor, který bude dán pro proudění vzduchu do stáje, bude krmný koš pro plemenné býky o rozměru 1,7 m x 2 m (viz obrázek č. 12).



Obrázek č. 12 - Umístění anemometru na návětrné straně stáje

#### 4.4 Způsob měření ukazatelů stájového mikroklimatu

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

- Měření proběhne jednotně pro každou halu chovu
- Není vyžadována akreditace měření, ale používané přístroje musí být pravidelně ověřeny a cejchovány dle pokynů výrobce nebo dodavatele
- V průběhu měření je ventilace ponechána ve standardním režimu, odpovídajícím venkovním podmínkám a době krmení skotu.
- Optimální venková teplota je v rozmezí +10 až +30 stupňů Celsia
- O provedeném měření je uskutečněn záznam

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

#### 4.4.1 Měření koncentrace plynů

Výsledná hodnota se vypočte jako geometrický průměr všech naměřených hodnot:

$$M = \sqrt[6]{M1 + M2 + M3 + M4 + M5 + M6}$$

Bezprostředně před zahájením měření koncentrace amoniaku se ve všech měřících místech provede krátkodobé měření okamžité relativní vlhkosti vzduchu. Měření koncentrace plynů se neprovádí, pokud je naměřená okamžitá relativní vlhkost vzduchu v daném místě větší jak 90% (negativní vliv vysoké relativní vlhkosti na senzory měřících přístrojů). Zahájení měření se provede po uplynutí doby náběhu senzorů, pokud ji výrobce nebo dodavatel zařízení uvádí. 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%. Měřící sondy umístíme tak, aby se zamezilo kontaktu sondy či přívodní hadičky se zvířetem a nedošlo k poškození (JELÍNEK, 2011).

#### 4.4.2 Použité vzorce

##### Brutto emise

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

$E_{FB}$  = produkce amoniaku vstupní sondy

$k_F$  = koncentrace amoniaku sondy č.1 (vstupní) [mg. m<sup>-3</sup>]

$Q$  = celkový průtok vzduchu měřený anemometrem za 1 hodinu [m<sup>3</sup>. h<sup>-1</sup>]

##### Netto emise

$$E_{FN} = (k_{out} - k_{in}) \cdot Q \text{ [mg} \cdot \text{h}^{-1}\text{]} \quad (2)$$

$E_{FN}$  = produkce amoniaku z celého objektu (ze sond 2 - 6)

$k_{out}$  = součet koncentrací amoniaku sond 2 - 6 č. 1 [mg. m<sup>-3</sup>]

$k_{in}$  = koncentrace amoniaku sondy č. 1 (vstupní) [mg. m<sup>-3</sup>]

$Q$  = celkový průtok vzduchu měřený anemometrem za 1 hodinu [m<sup>3</sup>. h<sup>-1</sup>]



### **Přepočet hodinové produkce na denní produkci**

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

1 den = 24

### **Přepočet emise na 1 ks za den**

$$E_{ks} = Q_d \cdot k^{-1} \text{ [mg} \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}] \quad (4)$$

k = celkový počet kusů zvířat ve stáji (ks)

### **Výpočet výrobní měrné emise (emisního faktoru) za rok**

$$E_{VM} = 10^{-6} \cdot E_{KS} \cdot D_Z \text{ [kg} \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}] \quad (5)$$

$D_Z$  = počet dní zástavu zvířat v objektu během kalendářního roku (den.rok<sup>-1</sup>)

(CELJAK a kol., 2016).

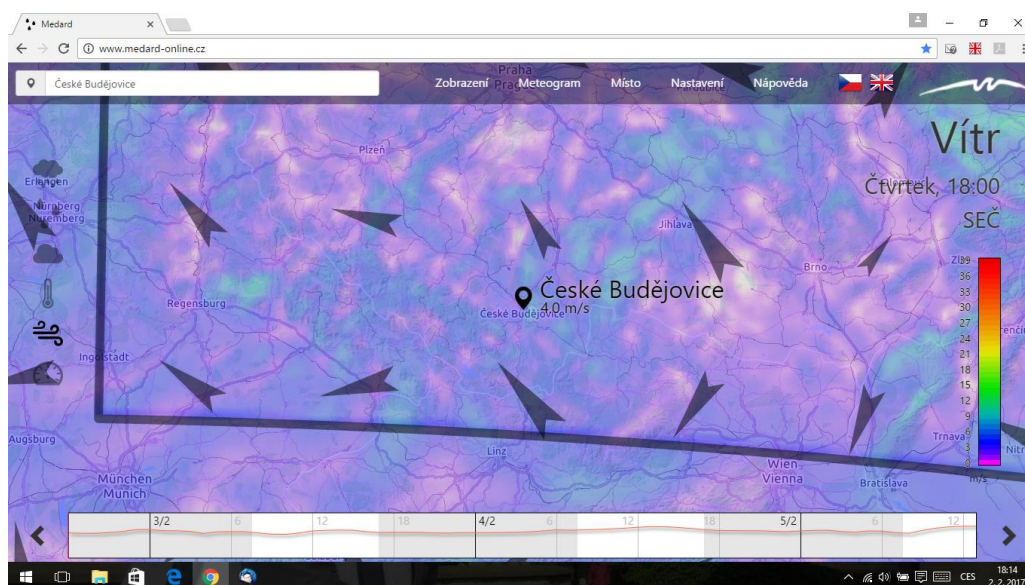
## 5. Vlastní práce

### 5.1 Měření

Měření bylo provedeno ve stáji na rodinné farmě Angus farma Rančice, ve které byly dva separované plemenné býci a zbytek byl převážně tvořen z březích a otelených krav. Měření bylo zahájeno dne 2. 2. 2017, v 9:17 hodin. K odběru vzorků ve stáji sloužil měřicí přístroj INNOVA 1412 a přepínač odběrných míst Multipoint samplet INNOVA 1309. Celkem šest sond odebíralo po dobu měření vzorky klimatu ve stáji. Interval na ukládání hodnot ze snímačů byl nastaven na cca 7 minut. Měření probíhalo bez potíží a problémů do 3. 2. 2017 12:20, kdy bylo měření po 24 hodinách vypnuto. Během měření se ve stáji nacházelo celkem 18 kusů skotu plemene Aberdeen Angus.

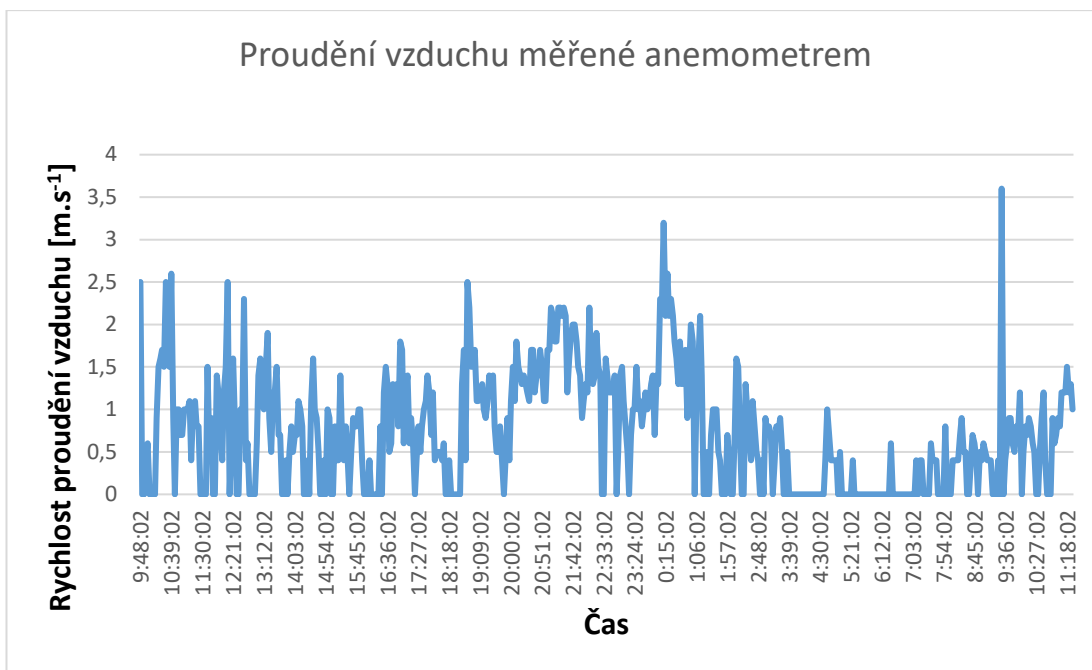
Po celou dobu měření stájového mikroklimatu panoval v Rančicích jihovýchodní vítr. Důkazem toho je obrázek č. 13. Tento fakt je důležitý z důvodu rozvržení vstupu a výstupu proudění vzduchu do stáje a ze stáje.

Snímek je pořízený tzv. print screenem z internetového portálu na počasí MEDARD. Průběh proudění vzduchu je znázorněn v grafu č. 1.



Obrázek č. 13 - Mapa proudění vzduchu v místě Angus farmy

<http://www.medard-online.cz/>, „staženo dne: 2. 2. 2017“



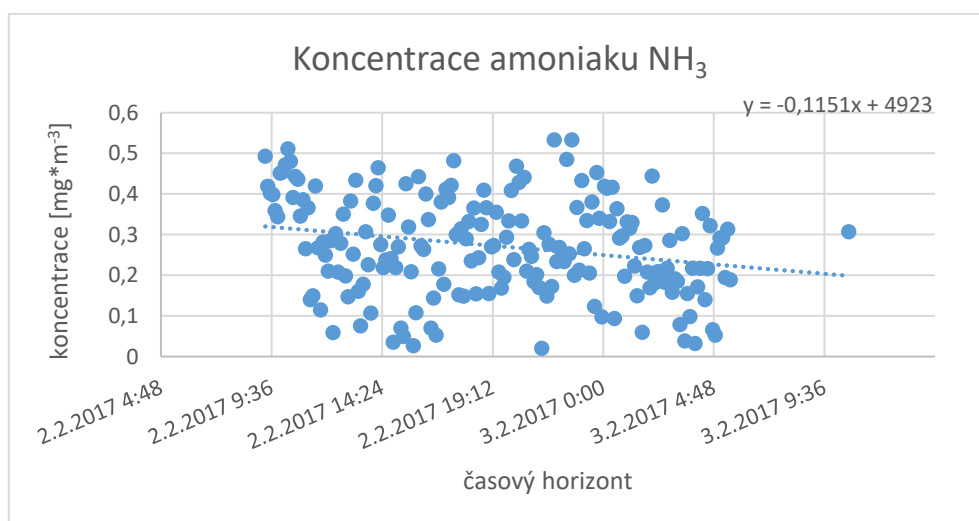
Graf č. 1 - Proudění vzduchu měřené anemometrem v závislosti na čas a  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

Průměrná rychlost 24 hodinového proudění vzduchu naměřená anemometrem je  $0,737938 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Plocha otvoru pro proudění byla tedy  $3,4 \text{ m}^2$ .

### 5.1.1 Koncentrace amoniaku

Průměrná koncentrace amoniaku ( $\text{NH}_3$ ) ze 6 měřicích sond je  $0,26 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ . Na grafu č. 2 můžeme vidět koncentraci ze sondy č. 6, která se nejvíce blíží celkovému průměru koncentrace amoniaku ze všech 6 sond.



Graf č. 2 - Koncentrace amoniaku sondy č. 6

Měřicí přístroj INNOVA 1412 měřil přesně od rána 9:14 do dopoledne druhého dne 10:40. Na grafu č. 2 také můžeme vidět klesající koncentraci znázorněnou spojnicí trendu. Ostatní koncentrace plynů a vlhkosti naměřené ve stáji v tabulce č. 3.

Tabulka č. 3 – Měřené koncentrace dalších plynů a vlhkosti ve stáji (průměry)

Oxid dusný	0,627 mg.m <sup>-3</sup>
Oxid uhličitý	919, 572 mg.m <sup>-3</sup>
Metan	1,214 mg.m <sup>-3</sup>
Vlhkost	83,855 % RV

Průměrné hodnoty naměřené koncentrace amoniaku jednotlivých sond v tabulce č. 4.

Tabulka č. 4 – Naměřené koncentrace amoniaku z jednotlivých sond

Číslo sondy	Průměrná koncentrace [mg.m <sup>-3</sup> ]
1	0,177
2	0,278
3	0,275
4	0,280
5	0,281
6	0,271

## 5.2 Výpočty

### Brutto emise

$$E_{FB} = k_F \cdot Q \text{ [mg} \cdot \text{h}^{-1}\text{]}$$

$$E_{FB} = 0,177 \cdot 9000 = \underline{\underline{1\,593 \text{ mg} \cdot \text{h}^{-1}}}$$

$E_{FB}$  = produkce amoniaku vstupní sondy

$k_F$  = koncentrace amoniaku sondy č.1 (vstupní) [mg · m<sup>-3</sup>]

$Q$  = celkový průtok vzduchu měřený anemometrem za 1 hodinu [m<sup>3</sup> · h<sup>-1</sup>]

### Netto emise

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

$$E_{FN} = (1,385 - 0,177) \cdot 9000 = \underline{\underline{9\,001 \text{ mg} \cdot \text{h}^{-1}}}$$

$E_{FN}$  = produkce amoniaku z celého objektu (ze sond 2-6)

$k_{out}$  = součet koncentrací amoniaku sond 2-6 [mg · m<sup>-3</sup>]

$k_{in}$  = koncentrace amoniaku sondy (vstupní) [mg · m<sup>-3</sup>]

$Q$  = celkový průtok vzduchu měřený anemometrem za 1 hodinu [m<sup>3</sup> · h<sup>-1</sup>]

### Přepočet hodinové produkce na denní produkci

$$Q_d = 9\,001 \cdot 24 = 216\,024 \text{ mg} \cdot \text{den}^{-1}$$

1 den = 24

### Přepočet emise na 1 ks za den

$$E_{ks} = 216\,024 \cdot 18^{-1} = 12\,001 \text{ mg} \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$$

$k$  = celkový počet kusů zvířat ve stáji (18 ks)

### Výpočet výrobní měrné emise (emisního faktoru) za rok

$$E_{VM} = 10^{-6} \cdot 12\,001 \cdot 365 = \underline{\underline{0,243 \text{ kg} \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}}}$$

$D_Z$  = počet dní setrvání zvířat v objektu během kalendářního roku (365 dní)

## 6. Diskuze

Odpovědi na vědecké hypotézy z cíle práce:

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

**Ano**, na technologii ustájení závisí z mnoha důvodů. Každý druh technologie má svoje specifika, jakými jsou krmné stoly nebo koše, dále lehárny, kotce, separé. Tím nejzásadnějším důvodem je druh plochy, na kterém se skot pohybuje. Podestýlka stlaná slámou redukuje koncentraci amoniaku, metanu a dalších plynů, které částečně sláma pohltí, zředí a naváže. Oproti tomu bezstelivové stlaní na rostech či jiné technologii je produkce amoniaku a dalších plynů vyšší z důvodu silné koncentrace z exkrementů.

Dalšími faktory ovlivňující emise ve stáji je vlhkost, vnitřní a vnější teplota, a druh krmiva. U podestýlky je v dnešní době trendem na slámu aplikovat tzv. přípravek SOP, který je ve formě bílého prášku nebo malých granulek. Tento přípravek snižuje zápach, výrazně zlepšuje vlastnosti podestýlky, která je rychleji zhumifikovaná a je schopná vázat více vody a hlavně díky zrychlenému humifikování se šetří podestýlkou a náklady na kydání.

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

**Ano**, splňuje. Naše měření probíhalo ve stáji, kde byly umístěny březí krávy masného užitkového typu. Pro kategorii, krávy bez tržní produkce mléka“ Věstník MŽP povoluje  $1,7 \text{ kg NH}_3 \cdot \text{zvíře}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ . V této stáji jsme naměřili hodnotu  $0,243 \text{ kg NH}_3 \cdot \text{zvíře}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ . Tento fakt je ovlivněn díky denní době měření, ve které se provádělo. Nízkou koncentraci zapříčinila i noc, kdy zvířata se dostali do klidového režimu, čili nejedla a jejich aktivita se snížila a tím se zmenšila produkce exkrementů. Z měření tedy vyplývá fakt, že stáj s kravami oproti nařízení vlády 294/2011 produkuje výrazně menší emise amoniaku.

Farma splňuje a snaží se dodržovat “Správnou zemědělskou praxi“. Jelikož farma hospodaří v ekologickém režimu není potřeba dbát na uskladnění průmyslových hnojiv, postřiků a další chemie, protože je nevyužívá. Dále dodržuje etapově střídání míst hnojišť na loukách tak, aby nedocházelo k přesycování půdy dusíkem a také dodržování nitrátové směrnice. Z tohoto způsobu pramení fakt, že v blízkosti stáje, respektive vrtu a podzemního rezervoáru vody nemůže dojít k její kontaminaci hnojem

a hnojůvkou. Není možné tedy dojít k znečištění vody. Pracovníci na farmě jsou proškolení o správném zacházení se zvířaty i jejich dopravou. Farma má dostatečné opravárenské vybavení při menších kolizích vody a elektřiny. Při větší havárii se volá specializovaný opravář daného problému. Další způsob zmíněné zemědělské praxe je dodržování welfare zvířat na farmě. Zvířata mají dostatek výběhů a pastvin, mají neustálý přístup k pitné vodě a dostatečný množství pastvy a celkově krmiva po celý rok. Na stáje se skotem jsou zpracované havarijní plány. V ohledu na ochranu ovzduší farma splňuje normy. Důkazem jsou výpočty této bakalářské práce. Při náhlém úhynu zvířete farma kontaktuje kafilérii, která nejpozději do druhého dne uhynulé zvíře odveze.

V neposlední řadě farma dodržuje při sklizni pícnin TTP (trvalé travních porostů) tzv. biopásy. Biopás je nevysečený pruh porostu, dlouhý jako je délka louky a šířka cca 10 metrů sloužící pro ochranu a útočiště biodiverzity. Šíře pásu závisí na velikosti pozemku.

**Porovnání:** Při porovnání mé práce s bakalářskou prací s obdobným tématem autora ŠINDELÁŘ (2014) můžu porovnat různé výsledky měření s tím mým. Během jeho měření na farmě v Javořicích panovala patrně vyšší vlhkost vzduchu a jiné teploty. Rozmístění měřicích sond bylo podobné. Ve stáji během měření se nacházelo 113 kusů dobytka plemene Charolais. Stáj v Javořicích v porovnání s tou v Rančicích má rapidně větší rozměry a to 100 x 30 metrů. Důvod, proč jeho měření naměřilo průměrnou koncentraci amoniaku  $1,623 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$  a výslednou měrnou emisí  $0,512 \text{ kg} \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ , je ve zmiňované vyšší vlhkosti vzduchu a odlišné teplotě. Také v naplněné kapacitě stáje k poměru její velikosti, dále v neaplikování rozprašování přípravku SOP. Další důvod může být i v samotném druhu plemene. Plemeno Charolais oproti Aberdeenu Angus je většího tělesného rámce, a tak jeho denní příjem krmiva a zároveň objem exkrementů je vyšší.

Další porovnání jsem srovnával od autora MIHINA (2012). Ten měřil koncentraci amoniaku jak v letním, tak i v zimním období. Ve stáji s podestýlanými ložnými boxy se během obou měření nacházelo 216 dojnic. Díky letním teplotám byla koncentrace amoniaku  $1,096 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$  a při měření v zimních měsících klesla koncentrace na  $0,981 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

Celý měření bylo prováděno ze tří různě položených odběrných míst (různé polohy sond ve stáji). Sondy se nacházely ve výšce podestýlky, v úrovni hlav dojnic a u stropu stáje jak v místech lehárny, tak i v místě krmné chodby. Zimní koncentrace je velmi dobrá v ohledu na počet kusů. Velkým faktorem byla velmi dobře fungující ventilace stájového mikroklima.



## **7. Závěr**

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo změření a následné vyhodnocení produkce amoniaku a dalších emisí plynů. V práci jsem se zpočátku zabýval tématem životního prostředí, vlivy na něj působící. Také jevy, jakými jsou skleníkové efekty. V první polovině práce je přiblíženo téma welfare zvířat, které velmi zásadním způsobem ovlivňuje měřenou koncentraci amoniaku a celkové stájové mikroklima ve stáji. Koncentrace emisních plynů ve stáji je velmi závislá na mnoha faktorech, které se dají ovlivnit a také snižovat. V práci jsou popsány všechny přístroje a prostředky, které vykonávaly měření. Vlastní měření probíhalo na rodinné farmě Angus farma Rančice dne 2. a 3. února 2017. V průběhu měření se ve stáji nacházelo 18 kusů březích jalovic a krav plemene Aberdeen Angus čekající na otelení.

## 8. Použitá literatura a webové stránky

### Přehled použité literatury

ANDRT M. (2001). *Integrovaná prevence a omezování znečištění (IPPC), Referenční dokument BAT, Intenzivní chov drůbeže a prasat*, Překlad originálu 2. návrhu z července, dostupné také [https://www.mpo.cz/assets/cz/prumysl/prumysl-a-zivotni-prostredi/ippc-integrovana-prevence-a-omezovani-znecisteni/referencni-dokumenty-bref/2016/12/ilf\\_08-03-10\\_complete.pdf](https://www.mpo.cz/assets/cz/prumysl/prumysl-a-zivotni-prostredi/ippc-integrovana-prevence-a-omezovani-znecisteni/referencni-dokumenty-bref/2016/12/ilf_08-03-10_complete.pdf), „staženo dne 10. 4. 2017“

ARIAS R. A., – CATRILEO A., – LARRAÍN R., – VERA R., – VELÁSQUEZ A., – TONEATTI M., – FRANCE J., – DIJKSTRA J., – KEBREAB E. (2015). Estimating enteric methane emissions from Chilean beef fattening systems using a mechanistic model. *Journal of Agricultural Science*, vol. 153, 2015, p. 114–123. ISSN: 0021-8596 (Print), 1469-5146 (Online).

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

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

CELJAK I., DOLEJŠ J., ŠÍSTKOVÁ M., DOLAN A., ŠOCH M., BARTOŠ P. (2016) *Emise prachových částic v chovech prasat*. Certifikovaná metodika. 40 s. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

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

GERBER P. J., – HRISTOV A. N., – HENDERSON B., – MAKKAR H., – OH J., – LEE C., – MEINEN R., – MONTES F., – OTT T., – FIRKINS J., – ROTZ A., – DELL C., – ADESOGAN A. T., – YANG W. Z., – TRICARICO J. M., – KEBREAB E., – WAGHORN G., – DIJKSTRA J., – OOSTING S. (2013a). Technical options for the

mitigation of direct methane and nitrous oxide emissions from livestock: a review. *Animal*, vol. 7, 2013, p. 220–234 doi: 10.1017/S1751731113000876.

HAVLÍČEK Z., MARADA P., MAREČEK J., KRČÁLOVÁ E., MUSIL J. (2007) *Nové trendy v ochraně životního prostředí v podmínkách chovu hospodářských zvířat*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 73 stran. ISBN: 978-80-7375-120-3

HEGARTY R. S., GOOPY J.P., HERD R.M. & MCCORKELL B. (2007). Cattle selected for lower residual feed intake have reduced daily methane production. *J. Anim. Sci.*, 85, 1479–1486. DOI: 10.2527/jas.2006-236.

CHIANESE D. S., – ROTZ C. A., – RICHARD, T. L. (2009). Whole farm greenhouse gas emissions: A review with application to a Pennsylvania dairy farm. *Applied Engineering in Agriculture*, vol. 25, 2009, p. 431–442 ISSN: 1002-6819.

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

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

JELÍNEK A., DĚDINA M. (2003): *Správná zemědělská praxe z pohledu zákona o ochraně ovzduší a o integrované prevenci*. *Biom.cz*[AD1] . ISSN: 1801-2655, dostupné také z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/spravna-zemedelska-praxe-z-pohledu-zakona-o-ochrane-ovzdusi-a-o-integrované-prevenci> „staženo dne: 1. 2. 2017“.

JELÍNEK A., DOLAN A. and V. VÁVRA (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. and V. VÁVRA (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, 1995, p. 2483–2492 ISSN 2513-2517.

JONES L., NIZAM M. S., REYNOLDS B., BAREHAM S. and E. R. B. OXLEY (2013). Upwind impacts of ammonia from an intensive poultry unit. *Environmental Pollution*, 180, s. 221–228. ISSN: 0269-7491.

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

KOLÁŘ K. (2013). *Bakalářská práce Kamil Kolář*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 77 s, dostupné také z: [https://wstag.jcu.cz/portal/studium/prohlizeni.html?pc\\_windowid=221718&pc\\_publicnavigationalstatechanges=H4sIAAAAAAAAAAGNgYGAAABzfRCEEAAAA&pc\\_phase=render&pc\\_type=portlet&pc\\_navigationalstate=JBPNS\\_r00ABXdOAApzdGF0ZUNsYXNzAAAAAQAzY3ouemN1LnN0YWwucG9ydGxldHMxNjgucHJvaGxpemVuaS5wcmFjZS5QcmFjZVN0YXRIAAdfX0VPRi9f#prohlizeniContent](https://wstag.jcu.cz/portal/studium/prohlizeni.html?pc_windowid=221718&pc_publicnavigationalstatechanges=H4sIAAAAAAAAAAGNgYGAAABzfRCEEAAAA&pc_phase=render&pc_type=portlet&pc_navigationalstate=JBPNS_r00ABXdOAApzdGF0ZUNsYXNzAAAAAQAzY3ouemN1LnN0YWwucG9ydGxldHMxNjgucHJvaGxpemVuaS5wcmFjZS5QcmFjZVN0YXRIAAdfX0VPRi9f#prohlizeniContent), „staženo dne 12. 4. 2017“.

MIHINA Š., KARANDUŠOVSKÁ I., PALKOVIČOVÁ Z., SAUTER M., BROUČEK J. (2012). *Faktory ovplyvňujúce produkciu škodlivých plynov v chove hospodárskych zvierat*. Slovenská poľnohospodárska univerzita Nitra, Centrum výskumu živočíšnej výroby Nitra

MONTENY G., – BANNINK A., – CHADWICK, D. (2006). Greenhouse gas abatement strategies for animal husbandry. *Agriculture Ecosystems & Environment*, vol. 112, 2006, p. 163–170 ISSN 1804-1930.

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

PEDREIRA S. M. – PRIMAVESI, O. – LIMA, M. A. – FRIGHETTO, R. – OLIVEIRA, S. G. – BERCHIELLI, T. T. (2009). Ruminant methane emission by dairy cattle in southeast Brazil. *Scientific Agriculture* (Piracicaba, Braz.), vol. 66, 2009, p. 742–750, ISSN 0103-9016.

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

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

SHIBATA M., – TERADA F. (2010). Factors affecting methane production and mitigation in ruminants. *Animal Science Journal*, vol. 81, 2010, p. 2–10 ISSN 1344-3941.

ŠINDELÁŘ J. (2014). *Bakalářská práce Jan Šindelář*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 56 s, dostupné také z: [https://wstag.jcu.cz/portal/studium/prohlizeni.html?pc\\_windowid=221718&pc\\_publicnavigationalstatechanges=H4sIAAAAAAAAAAGNgYGAAABzfRCEEAAAA&pc\\_phase=render&pc\\_type=portlet&pc\\_navigationalstate=JBPNS\\_r00ABXdOAApzdGF0ZUNsYXNzAAAAAQAzY3ouemN1LnN0YWwucG9ydGxldHMxNjgucHJvaGxpemVuaS5wcmFjZS5QcmFjZVN0YXRlAAdfX0VPRl9f#prohlizeniContent](https://wstag.jcu.cz/portal/studium/prohlizeni.html?pc_windowid=221718&pc_publicnavigationalstatechanges=H4sIAAAAAAAAAAGNgYGAAABzfRCEEAAAA&pc_phase=render&pc_type=portlet&pc_navigationalstate=JBPNS_r00ABXdOAApzdGF0ZUNsYXNzAAAAAQAzY3ouemN1LnN0YWwucG9ydGxldHMxNjgucHJvaGxpemVuaS5wcmFjZS5QcmFjZVN0YXRlAAdfX0VPRl9f#prohlizeniContent), „staženo dne 12. 4. 2017“.

VAN ZIJDERVELD S. M., GERRITS W.J.J., DIJKSTRA J., NEWBOLD J. R., DEWYSEN D., & PERDOK H.B. (2009): Effects of extruded linseed, a mixture of C8:0 and C10:0 fatty acids, and dialdisulfide on methane emission in dairy cows. In Y. Chilliard, F. Glasser, Y. Faulconnier, F. Bocquier, I. Veissier & M. Doreau (Eds.), *Ruminant physiology* (pp. 384–385). Wageningen: Wageningen Academic Publishers. ISSN 1377-947X Online

WALTER K. (2008). Fütterung und Haltung von Hochleistungskühen: 1. Rationsoptimierung, Nährstoffdefizit und –bedarf. *Landbauforschung vTI*, 58, 1–2. Walter, K. (2008b). Fütterung und Haltung von Hochleistungskühen: 2. Grundfutterqualität und erzielbare Leistung. *Landbauforschung vTI*, 58, 211–230 ISSN. 0458-6859WEBB J., MENZI H., PAIN B. F., MISSELBROOK T. H., DAMMGEN U., HENDRIX H. and

H. DOHLER (2005). Managing ammonia emissions from livestock production in Europe. *Environmental Pollution* 135, s. 399–406, ISSN: 0269-7491.

WILLIAMS D. J. (1993). Methane emissions from manure of free-range dairy cows. *Chemosphere*, vol. 26, 1993, p. 179–187 ISSN: 0045-6535

YAN T., – AGNEW R. E., – GORDON F. J., – PORTER M. G. (2000). Prediction of methane energy output in dairy and beef cattle offered grass silage based diets. *Livestock Production Science*, vol. 64, p. 253–263 ISSN 1392-2130

ZHOU M., HERNANDEZ-SANABARIA E. & GUAN L.L. (2009). Characterisation of methanogens in the rumen of cattle with different feed efficiency. In Y. Chilliard, F. Glasser, Y. Faulconnier, F. Bocquier, I. Veissier & M. Doreau (Eds.), *Ruminant physiology* (pp. 100– 101). Wageningen: Wageningen Academic Publishers. ISSN 1377-947X Online

#### **Přehled webových stránek**

[http://cz.123rf.com/photo\\_51283635\\_hlavn%C3%ADm-vrstvy-atmosf%C3%A9ra-zem%C4%9B.html](http://cz.123rf.com/photo_51283635_hlavn%C3%ADm-vrstvy-atmosf%C3%A9ra-zem%C4%9B.html), „staženo dne: 6. 12. 2016“

<http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/>, „ staženo dne: 7. 12. 2016“

<http://www.mzp.cz/web/edice.nsf/doc/E24AEE419C7A8AA0C1257B4A00255540>, „staženo dne: 5. 4. 2017“

<https://www.psp.cz/sqw/sbirka.sqw?cz=294&r=2011>, „staženo dne: 5. 3. 2017“

<http://www.cbks.cz/sbornik08b/Nov%C3%A1kPavel.pdf> „staženo dne 28.12.2016“

<http://veda-technika.blogspot.cz/2008/03/metan-sklenikovy-plyn-o-kterem-se.html>, „staženo dne: 28. 12. 2016“

<http://www.wuntronic.com/en/index.php?site=2&xid=65&subid=79&sub2id=125&pid=265>, „staženo dne: 11. 4. 2017“

<https://www.lumasenseinc.com/EN/products/gas-sensing/innova-gas-monitoring/photoacoustic-spectroscopy-pas/field-monitor-1412i/photoacoustic-gas-monitor-innova-1412i.html>, „staženo dne: 8. 4. 2017“

<http://www.mzp.cz/cz/legislativa>, „staženo dne: 28. 12. 2016“

[http://www.mzp.cz/cz/fluorovane\\_sklenikove\\_plyny](http://www.mzp.cz/cz/fluorovane_sklenikove_plyny), „staženo dne: 28. 12. 2016“

<http://slideplayer.cz/slide/5857591/>, „staženo dne: 28. 12. 2016“

<http://www.mzp.cz/cz/emas>, „staženo dne: 10. 4. 2017“

<http://www.3si.co.in/innova-1412.jpg>, „staženo dne: 5. 3. 2017“

[http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/ostatni/Legislativa-MZe\\_uplna-zneni\\_zakon-2002-76-ippc.html](http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/ostatni/Legislativa-MZe_uplna-zneni_zakon-2002-76-ippc.html), „staženo dne: 11. 4. 2017“

<http://www.chovzvirat.cz/clanek/675-welfare-zvirat/>, „staženo dne 29. 12. 2016“

([http://www.zootechnik.cz/zoo\\_oaw.php](http://www.zootechnik.cz/zoo_oaw.php), „staženo dne: 29. 12. 2016“

(<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-201>, „staženo dne: 15. 3. 2017“

<https://www.instrumart.com/products/25700/testo-435-multifunction-hvac-and-iaq-meter>, „staženo dne: 11. 4. 2017“

<http://zemedelec.cz/spravna-zemedelska-praxe-v-chovech/>  
„staženo dne: 17. 4. 2017“

## **9. Seznam použitých obrázků, tabulek a grafů**

Obrázek č. 1 – Schéma vrstev atmosfér

Obrázek č. 2 – Funkce skleníkového efektu

Obrázek č. 3 – Stáj Angus farmy Rančice ze severní strany

Obrázek č. 4 – Stáj z jižní strany

Obrázek č. 5 – Měřicí přístroj plynů INNOVA 1421

Obrázek č. 6 – Měřicí přístroj Commeter D4141

Obrázek č. 7 – Anemometr Testo 435

Obrázek č. 8 – Schéma rozmístění sond, teploměrů a anemometru

Obrázek č. 9 – Čidlo č. 2

Obrázek č. 10 – Umístění přístroje INNOVA u stáje

Obrázek č. 11 – Umístění venkovního teploměru Commeter D4141

Obrázek č. 12 – Umístění anemometru na návětrné straně stáje

Obrázek č. 13 – Mapa proudění vzduchu v místě Angus farmy Rančice

Tabulka č. 1 – Emisní faktory pro vyjmenované zemědělské zdroje

Tabulka č. 2 – Rozdělení význačnějších zdrojů znečištění atmosféry

Tabulka č. 3 – Měřené koncentrace dalších plynů a vlhkosti ve stáji

Tabulka č. 4 – Naměřené koncentrace amoniaku z jednotlivých sond

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

Graf č. 2 – Koncentrace amoniaku sondy č. 6