

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agroekologie – Ekologické zemědělství

Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Měření a vyhodnocení produkce emisních plynů ve vybraném provozu s chovem skotu, návrhy na jejich snižování a hodnocení zásad „Správné zemědělské praxe“

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

Autor diplomové práce: Bc. Kamil Kolář

České Budějovice, 2016

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Kamil KOLÁŘ**
Osobní číslo: **Z14329**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Agroekologie - Ekologické zemědělství**
Název tématu: **Měření a vyhodnocení produkce emisních plynů ve vybraném provozu s chovem skotu, návrhy na jejich snižování a hodnocení zásad "Správné zemědělské praxe"**
Zadávací katedra: **Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cíl práce:

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 vědecké hypotézy:

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 NH_3 , CO_2 , NH_4 a NO_2 ve vybraném zemědělském provozu.
2. Porovnejte emise amoniaku s emisemi těchto plynů v provozech s různou technologií ustájení.
3. Vyhodnoťte výsledky měření pomocí statistických metod.
4. Odpovězte na vědecké hypotézy z cíle této práce.
5. Uveďte závěry pro praxi.

Rozsah grafických prací: dle potřeby
Rozsah pracovní zprávy: cca 60 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

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

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

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

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

Jelínek, A., et al. (2010). Využití vybraných nanotechnologií pro návrhy a ověření nejlepších dostupných technik (BAT) v zemědělské činnosti v roce 2010, periodická zpráva o řešení projektu QH 92195, VÚZT v.v.i, Praha; Směrnice Rady 96/61/EC o integrované prevenci a omezování znečištění, (IPPC, 2001);

www.scholar.google.com

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

Vedoucí diplomové práce: Ing. Antonin Dolan
Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Datum zadání diplomové práce: 5. února 2015
Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2016

Prohlášení autora práce:

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

.....

Datum

.....

Podpis autora

Poděkování:

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Antonínu Dolanovi, Ph.D. za odborné vedení práce, rady a připomínky při měření a během utváření práce a BAT centru JU za poskytnutí měřicích přístrojů

Další poděkování patří zemědělskému družstvu Skalka Lipí za poskytnutí prostorů a umožnění měření emisí a také za informace, které byly pro diplomovou práci přínosem.

Abstrakt

Měření a vyhodnocení produkce emisních plynů ve vybraném provozu s chovem skotu, návrhy na jejich snižování a hodnocení zásad „Správné zemědělské praxe“.

Tato diplomová práce se zabývá problematikou znečišťování ovzduší. V práci je poukázáno na jednotlivé složky životního prostředí, zákony a legislativu spojenou s tímto tématem a na měřené prvky stájového mikroklimatu.

Zadáním diplomové práce je změření emisí plynů oxidu uhličitého, oxidu dusného, amoniaku a metanu ve vybraném provozu. Vlastní měření bylo uskutečněno v ZD Skalka Lipí ve stáji s chovem skotu s produkcí mléka. Pro změření byl použit přístroj INNOVA1412 Photoacoustic Multi-gas spolu s rozdělovačem odběrných míst. Dále se práce zabývá nejlepšími dostupnými technikami, které vedou ke snižování produkce emisních plynů.

Klíčová slova: zemědělství; životní prostředí; amoniak; INNOVA1412 Photoacoustic Multi-gas

Measurement and evaluation of exhaust gas production in the cattle selected operation, proposals reduction and evaluation principles of "Good Agricultural Practice".

This master's thesis is focused on the issue of air pollution and also on the individual components of the environment, laws and legislation related to this subject and measured elements of microclimate that we can consider stable.

The aim of this master's thesis is to measure emissions of carbon dioxide, nitrous oxide, ammonia and methane in the selected operation. The measurement was carried out at farm Skalka Lipí on cattle for milk production. Photoacoustic INNOVA 1412 multi-gas distributor was used like measure device. This thesis also deals the best available techniques leads to the reduction of exhaust gas production.

Key words: agricultural; environment; ammonia; INNOVA1412 Photoacoustic Multi-gas

Obsah

1. Úvod.....	8
2. Literární rešerše.....	9
2.1 Životní prostředí.....	9
2.2 Atmosféra.....	9
2.2.1 Troposféra.....	10
2.2.2 Stratosféra.....	11
2.2.3 Mezosféra.....	11
2.2.4 Termosféra.....	11
2.3 Pedosféra.....	11
2.4 Hydrosféra.....	12
2.5 Znečišťování ovzduší.....	13
2.5.1 Základní terminologie v oblasti ochrany ovzduší.....	13
2.5.2 Skleníkový efekt.....	16
2.6 Legislativa v ochraně ovzduší.....	18
2.6.1 Zákony v České republice.....	18
2.6.2 Integrovaná prevence a omezování znečištění.....	20
2.6.3 BAT.....	21
2.6.4 Göteborgský protokol.....	22
2.6.5 Vídeňská úmluva a Montrealský protokol.....	23
2.6.6 Kjótský protokol.....	23
2.6.7 Klimatická konference OSN.....	24
2.7 Měřené veličiny.....	25
2.7.1 Amoniak.....	25
2.7.2 Oxid dusný.....	26
2.7.3 Oxid uhličitý.....	27

2.7.4 Metan	28
2.7.5 Vodní páry.....	28
3. Cíl práce	30
4. Metodika	31
4.1 Způsob měření ukazatelů stájového mikroklimatu	31
4.1.1 Měření koncentrace plynů.....	31
4.1.2 Měření teploty a relativní vlhkosti vzduchu	35
4.2 Vzorce potřebné k výpočtům	39
4.2.1 Průměr koncentrací	39
4.2.2 Výrobní měrná emise	39
4.2.3 Statistické metody	40
4.3 Popis farmy	41
4.3.1 Technologie chovu	42
4.4 Metodika měření	43
4.4.1 Umístění přístrojů	44
4.5 Vlastní měření	48
5. Výsledky měření	49
5.1 Grafy	50
5.2 Vyhodnocení výsledků statistickými metodami	52
5.3 Porovnání s ostatními provozy.....	54
6. Diskuze.....	56
7. Závěr	58
8. Seznam použité literatury.....	59
8.1 Použité obrázky.....	62
8.2 Použité tabulky.....	62
8.3 Použité grafy.....	63

1. Úvod

Tématem této diplomové práce je měření a vyhodnocení produkce emisních plynů ve vybraném provozu s chovem skotu. Znečištění ovzduší se v posledních letech mírně zmenšuje díky novým technologiím, ale stále míra znečištění zůstává na vyšší úrovni. Největšími znečišťovateli jsou průmyslová výroba, spalování fosilních paliv, doprava, ale také právě zemědělství, které je považováno za největšího znečišťovatele, co se týče amoniaku. Amoniak je bezbarvý plyn, při vdechnutí štiplavý a životu nebezpečný, poškozují sliznici. V roce 2014 bylo v České Republice chováno celkem 1374tis. kusů skotu, což je o 25tis. kusů více než v roce 2010. Je tedy patrné, že produkce jatečného skotu a hovězího masa roste, čímž je pochopitelné, že produkce emisí amoniaku také roste.

Měřené zátěžové plyny, jsou plyny skleníkové, které způsobují skleníkový efekt a globální oteplování planety, proto je toto téma v posledních desetiletích velmi projednáváno. V poslední době vzniká na různých konferencích řada úmluv a protokolů, které se touto tematikou zabývají a snaží se státy přinutit co nejvíce produkci emisních plynů snížit.

V diplomové práci je představeno životní prostředí a jeho jednotlivé složky. Dále se práce zabývá terminologií v ochraně ovzduší, legislativou a skleníkovým efektem. V práci jsou také detailněji představené měřené prvky.

2. Literární rešerše

2.1 Životní prostředí

Životní prostředí je soubor vnějších podmínek – živých i neživých, které jedince obklopují. Je to část světa, s níž je člověk ve vzájemném působení. Ovlivňuje jej svým chováním a sám si ho přizpůsobuje. Životní prostředí tvoří tři základní neživé složky: půda, voda a vzduch. Tyto tři části jsou současně třemi základními abiotickými faktory. Vedle abiotických faktorů je člověk v interakci s biotickými faktory (<http://www.la-ma.cz/?p=11>, „staženo dne 24. 11. 2015“).

2.2 Atmosféra

Zemská atmosféra je tvořena plynným obalem, který obklopuje zemský povrch. Tento obal sahá přibližně do vzdálenosti 560 km, nicméně naprostá většina plynné hmoty (co do hmotnosti) se nachází v její nejspodnější vrstvě. Přibližně 50% celkové hmoty je obsaženo do výšky 5 500 m. V horních vrstvách atmosféry, ve kterých se pohybuje většina umělých družic, je koncentrace částic zcela minimální.

Hmotnost plynu při povrchu není lidským organizmem vnímána. Je to dáno přenosem venkovního tlaku na hmotu uvnitř těla, jehož následkem se vytváří tlak totožný s venkovním. Částečně zle tlak pozorovat při rychlém vertikálním pohybu např. seskok padákem, jízda autem po kopcích a podobně. Pro přesnější představu celkové hmotnosti vzduchového sloupce nad námi, lze využít dostupnějšího mechanismu - je jím volné potápění (na nádech, nikoliv s automatikou, která dorovnává okolní tlak) do hloubky 10 m. Za těchto podmínek působí na m^2 tlak odpovídající hmotnosti přibližně 10 tun (povrch lidského těla je cca $2 m^2$), což je přibližně stejný tlak (přetlak) jako atmosférický tlak na povrchu.

Základní složkou zemské atmosféry je dusík a kyslík, částečně argon a oxid uhličitý. Ostatní plyny jsou obsaženy v řádově nižším množství, jak ukazuje tabulka č. 1.

Tabulka č. 1 - Zastoupení plynů v atmosféře

Látka	[%]
Dusík (N ₂)	78.08
Kyslík (O ₂)	20.95
Argon (A)	0.93
Oxid uhličitý (CO ₂)	0.03
Neon (Ne)	18.18 x10 ⁻⁴
Helium (He)	5.25 x10 ⁻⁴
Metan (CH ₄)	2 x10 ⁻⁴
Krypton (Kr)	1.14 x10 ⁻⁴
Oxid dusný (N ₂ O)	0.5 x10 ⁻⁴
Vodík (H ₂)	0.5 x10 ⁻⁴
Xenon (Xe)	0.087 x10 ⁻⁴
Ozon (O ₃)	0-0.07 x10 ⁻⁴
Oxid siřičitý (SO ₂)	0-1 x10 ⁻⁴
Oxid dusičitý (NO ₂)	0-0.02 x10 ⁻⁴
Jód (I ₂)	stopové množství
Chlorid sodný (NaCl)	stopové množství
Čpavek (NH ₃)	0-stopové množství
Oxid uhelnatý (CO)	0-stopové množství

Zdroj: <http://www.euromarina.cz/pocasi/meteorologie/atmosfera.htm>, („staženo dne 24. 11. 2015“)

2.2.1 Troposféra

Nejnižší část atmosféry. Obsahuje 99% vzdušné hmoty a veškerou atmosférickou vlhkost. Pro vývoj počasí je podstatná právě tato vrstva. Dosahuje výšky 8-15km (na pólech do 8km, v rovníkové oblasti až 18km). Teplotní rozsah této vrstvy se normálně pohybuje mezi +17°C až -52°C. Od následující vrstvy je oddělena tropopauzou (<http://www.euromarina.cz/pocasi/meteorologie/atmosfera.htm>, „staženo dne 24. 11. 2015“).

2.2.2 Stratosféra

Nachází se nad troposférou a dosahuje výšky 50 km. V porovnání s troposférou je tato část zcela bez vzdušné vlhkosti a má rovněž podstatně nižší hustotu. V této vrstvě dochází oproti předchozímu poklesu teploty k jejímu zpětnému růstu, až k úrovni kolem -3°C . Tento růst je zapříčiněn absorpcí UV záření právě v této vrstvě. Zde se rovněž nachází atmosférický ozón. Od další vrstvy je oddělena stratopauzou (<http://www.euromarina.cz/pocasi/meteorologie/atmosfera.htm>, „staženo dne 24. 11. 2015“).

2.2.3 Mezoféra

Začíná kolem výšek 50 km a končí ve výšce 85 km. V této vrstvě teplota s rostoucí výškou opět klesá až na úroveň -93°C . Látky se zde díky slunečnímu záření nacházejí v excitovaném stavu. Od další vrstvy ji dělí mezopauza (<http://www.euromarina.cz/pocasi/meteorologie/atmosfera.htm>, „staženo dne 24. 11. 2015“).

2.2.4 Termosféra

Nejvyšší vrstva atmosféry dosahující výšky kolem 600 km nad povrchem planety. Teplota zde opět výrazně roste ve vztahu výrazným slunečním zářením. Její úroveň dosahuje až $1\ 700^{\circ}\text{C}$, nicméně s ohledem na minimální hustotu okolního prostředí je tepelný účinek ve vztahu k dalším tělesům minimální. Touto vrstvou hmota nacházející se kolem obalu země sice nekončí. Některé látky přesahují hranici 1 000 km, ale hustota této oblasti je téměř identická s hustotou v meziplanetárním prostoru (<http://www.euromarina.cz/pocasi/meteorologie/atmosfera.htm>, „staženo dne 24. 11. 2015“).

2.3 Pedosféra

Půda pokrývá většinu zemského povrchu a je rozhodující pro udržení života na Zemi, protože podmiňuje růst rostlin, a tím zajišťuje potravu pro živočichy.

Půda se skládá z částeczek hornin a nerostů, plynů, vody a humusu - odumřelých a rozkládajících se těl rostlin a živočichů. Ty rozrušují matečnou horninu na části zvané zvětraliný či zvětralinový plášť, a ten se dále rozměňuje na menší částice. Částičky se mísí se vznikajícím humusem a slepují se s vlhkostí a kořeny rostlin, které pronikají hluboko do půdy. Chemickými reakcemi se do půdy uvolňuje velké množství minerálů, hlavně vápníku a draslíku a hořčíku, obsažených v horninových částech, ty pak obohacují půdu o živiny potřebné pro růst rostlin. Bakterie, houby a další malé organizmy pomáhají chemickému rozkladu odumřelých rostlinných a živočišných těl. Tímto způsobem vzniká humus bohatý na živiny, na kterých je závislý růst většiny rostlin.

Rozlišuje se několik půdních typů v závislosti na podnebí, vegetaci, místním horninovým složení a na dalších přírodních faktorech. Půda je řazena mezi obnovitelné půdní zdroje, i když z ní mohou být velmi snadno vyčerpány všechny živiny. Většina půd je přirozeně úrodných, ale může dojít k jejich znečištění nebo vyčerpání extenzivním zemědělstvím. Půdy vyčerpané vegetací nemohou vytvářet vrstvu ornice, která je odplavována nebo odváta. Na původním místě zůstává jen neúrodná půda (<http://www.komenskeho66.cz/materialy/zemepis/pedosfera.htm#pedosfera>, „staženo dne 24. 11. 2015“).

2.4 Hydrosféra

Zemský povrch pokrývá asi 71 % vody. Většina vody není z důvodu vysokého obsahu soli pitná. 3 % zahrnují vodu čistou, tedy pitnou. Velká část pitné vody je ukryta pod zemským povrchem nebo ve formě ledu v polárních oblastech a vysoko v horách. Vrstva, v níž je alespoň po dva roky teplota pod bodem mrazu, a tedy voda ve formě ledu, se nazývá kryosféra.

Povrchová voda je soustředěna převážně ve světovém oceánu a mořích, dále ve vodních tocích, v přírodních vodních nádržích (jezerech, bažinách, rašeliništích atd.), v umělých vodních nádržích (přehrady, rybníky). Voda podpovrchová je obsažena v půdních pórech, průlinách, ve formě podzemního ledu v permafrostu. Voda v atmosféře se vyskytuje ve skupenství plynném (vodní páry), ve skupenství kapalném (vodní kapky), ale i ve skupenství pevném (sněhové vločky) a na závěr voda v

živých organismech je bezpodmínečnou součástí rostlinných a živočišných těl (většinou přes 50 % jejich živé hmotnosti), (<http://planety.astro.cz/zeme/1945-hydrosfera>, „staženo dne 24. 11. 2015“).

2.5 Znečišťování ovzduší

Znečištění ovzduší je chemický, fyzikální nebo biologický činitel, který mění přírodní vlastnosti zemské atmosféry. Je celosvětovou příčinou řady úmrtí a nemocí např. dýchacích cest a výskytu rakoviny a srdečních onemocnění (ADAMEC a kol., 2008).

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

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

2.5.1 Základní terminologie v oblasti ochrany ovzduší

Níže uvedená terminologie je v souladu se současnou platnou legislativou, především zákonem č. 86/2002 Sb. (zákon o ochraně ovzduší) a zákonem č. 76/2002 Sb. (zákon o integrované prevenci) ve znění pozdějších předpisů (JELÍNEK, ŠÍSTKOVÁ, MAŠÁTOVÁ, 2011).

2.5.1.1 Znečišťující látka

Jakákoliv látka vnesená do vnějšího ovzduší nebo v něm druhotně vznikající, která má nebo může mít po fyzikální nebo chemické přeměně nebo po spolupůsobení

s jinou látkou škodlivý vliv na lidské zdraví a pohodu, zdraví zvířat, na životní prostředí, na klimatický systém Země nebo na hmotný majetek (JELÍNEK, ŠÍSTKOVÁ, MAŠÁTOVÁ, 2011).

2.5.1.2 Emise

Vnášení jedné nebo více znečišťujících látek do životního prostředí (JELÍNEK, ŠÍSTKOVÁ, MAŠÁTOVÁ, 2011).

2.5.1.3 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 přihlédnutí k obecným emisním limitům (JELÍNEK, ŠÍSTKOVÁ, MAŠÁTOVÁ, 2011).

2.5.1.4 Imise

Znečištění ovzduší vyjádřené hmotnostní koncentrací znečišťující látky nebo stanovené skupiny znečišťujících látek (vstupní vzduch), (JELÍNEK, ŠÍSTKOVÁ, MAŠÁTOVÁ, 2011).

2.5.1.5 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, ŠÍSTKOVÁ, MAŠÁTOVÁ, 2011).

2.5.1.6 Zdroj znečišťování ovzduší

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

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

2.5.1.7 Provozovatel zdroje znečišťování ovzduší

Právnícká osoba nebo fyzická osoba, která zdroj znečišťování ovzduší skutečně provozuje. Není-li taková osoba, považuje se za provozovatele vlastník zdroje znečišťování (JELÍNEK, ŠÍSTKOVÁ, MAŠÁTOVÁ, 2011).

2.5.1.8 Pachové látky

Látky nebo jejich směs, které způsobují obtěžující pachový vjem, charakterizované pachovým číslem (pachovou jednotkou), (JELÍNEK, ŠÍSTKOVÁ, MAŠÁTOVÁ, 2011).

2.5.1.9 Integrované povolení

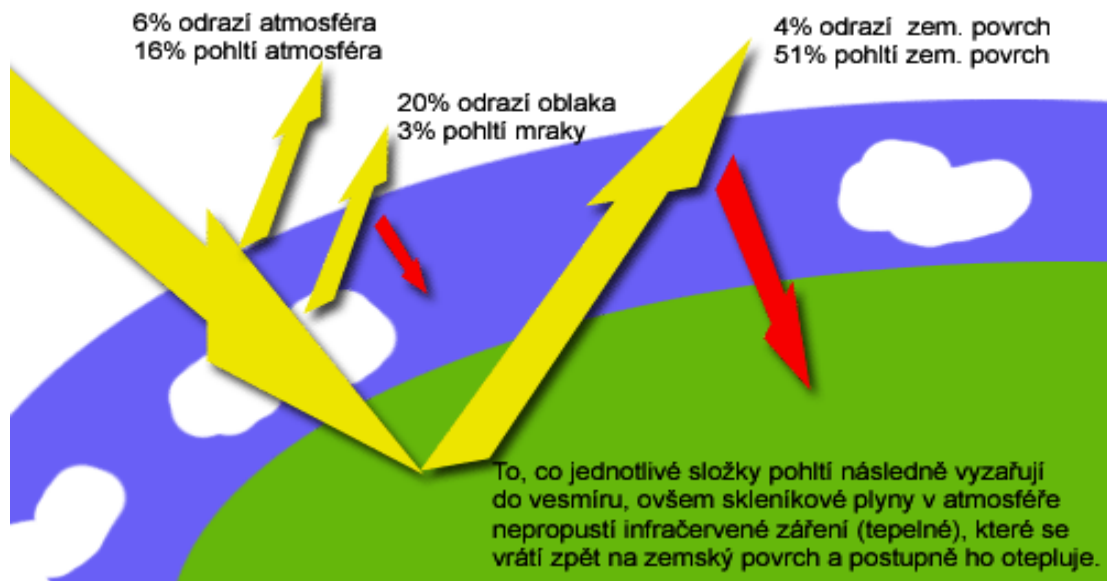
Rozhodnutí, kterým se stanoví podmínky k provozu zařízení, včetně provozu činností přímo spojených s provozem zařízení v místě a které se vydává namísto rozhodnutí, stanovisek, vyjádření a souhlasů vydávaných podle zvláštních právních předpisů v oblasti ochrany životního prostředí, ochrany veřejného zdraví a v oblasti zemědělství, pokud to tyto předpisy umožňují (JELÍNEK, ŠÍSTKOVÁ, MAŠÁTOVÁ, 2011).

2.5.1.10 Integrovaný registr znečišťování ovzduší

Databáze údajů o vybraných látkách, jejich přenosech a emisích (JELÍNEK, ŠÍSTKOVÁ, MAŠÁTOVÁ, 2011).

2.5.2 Skleníkový efekt

Skleníkový efekt je proces, při kterém dochází k ohřívání planety. Na zemský povrch od Slunce dopadá záření, určitá část tohoto záření následně naši planetu zase opouští. Opouštějící záření nabývá dvou forem: odražené sluneční záření a tepelné záření. Tepelné záření při opouštění naší planety z části zachycují skleníkové plyny. Skleníkové plyny jsou - vodní páry, které způsobují asi 60 % zemského přirozeného skleníkového efektu, oxid uhličitý způsobuje asi 26 %, metan, oxid dusný a ozón způsobují asi 8 %. Hromaděním tepelného záření se naše planeta otepluje. Skleníkový efekt způsobuje globální oteplování, viz obrázek č. 1 (<http://www.in-pocasi.cz/clanky/teorie/sklenikovy-efekt/>, „staženo dne 29. 11. 2015“).



Obrázek č. 1 - Skleníkový efekt, zdroj: <http://www.in-pocasi.cz/clanky/teorie/sklenikovy-efekt/>, („staženo dne 29. 11. 2015“).

Problematika globálního oteplování patří dnes k nejožehavějším tématům environmentální politiky. Vědecké poznatky posledních let ukazují, že zvyšování koncentrací skleníkových plynů (viz tabulka č. 2) v důsledku lidské činnosti klimatický systém ovlivňuje. Navzdory pokroku jež byl proveden v oblasti vědy a výzkumu změny klimatu stále existují nejasnosti v oblasti vzájemné interakce emisí skleníkových plynů a klimatického systému. Na základě modelů zabývajících se projekcí vývoje změny klimatu je odhadován nárůst globální teploty o 1,4 – 5,8°C v horizontu konce 21. století. Pokud se tyto projekce splní, bude se jednat o nejvýznamnější a nejrychlejší nárůst za posledních 10 000 let (JELÍNEK, ŠÍSTKOVÁ, MAŠÁTOVÁ, 2011).

Tabulka č. 2 - Zvyšování koncentrací skleníkových plynů

Skleníkový plyn	Koncentrace (roky)		Změna oproti roku 1780	Přírodní a antropogenní zdroje	Ekvivalent CO ₂	Procentní podíl na skleníkovém jevu
	1780	1995				
vodní pára	0,2 - 4 objemová procenta, průměrně 1,3		-	Moře, oceány, sladkovodní zdroje - hydrosféra obecně	> 10 000	36-72
CO ₂	280 ppm	360 ppm	+ 29 %	spalování fosilních paliv a biomasy (80 %); odlesňování; Aerobní rozklad organických látek; lesní požáry; vulkanická činnost; eroze ...	1	9-26
CH ₄	0,70 ppm	1,70 ppm	+ 143 %	Mokřady, močály a tundra (20 %); anaerobní rozklad organických látek, termiti, spalování biomasy a skládky odpadů (5 %); zpracování zemního plynu a ropy, uhelné zdroje, úniky plynu (10 %); chov dobytka, pěstování rýže (25 %); tání permafrostu	20	4-9
N ₂ O	280 ppb	310 ppb	+ 11 %	Lesy; louky; oceány; půda; zpracování půdy; zemědělská hnojiva; spalování fosilních paliv a biomasy, změna v užívání půdy	200	
CFC (freony)	0	300 - 900 ppt	-	Chladicí zařízení (30 %); aerosoly (30 %); plastické pěny (32 %), rozpouštědla, počítačový průmysl, sterilanty, farmaceutický průmysl (8 %)	7 500	může být značný ^[6]
Ozón (O ₃)	-	82 ppb	Globální množství pokleslo ve stratosféře a vzrostlo v blízkosti zemského povrchu	Vytváří se přírodně reakcí fotochemickou reakcí slunečního záření s molekulami kyslíku a uměle jako součást fotochemického smogu	2000	3-7

Zdroj: MILICH, (2009)

2.6 Legislativa v ochraně ovzduší

2.6.1 Zákony v České republice

Zákon č. 76/2002 Sb. 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 tomto zákoně.

Zákon č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší. 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.

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.

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. Výše emisních limitů je patrná z tabulky č.3 (http://www.emise.cz/sysdata/file/582_6-Dedina-ZemedelaskeZdroje.pdf, „staženo dne 10. 4. 2016“).

Tabulka č. 3 - Výše emisních limitů

KATEGORIE ZVÍŘAT	Emisní faktory [kg NH ₃ . zvíře ⁻¹ .rok ⁻¹]				
	Stáj	Hnůj, podestýlka	Kejda, trus	Zapravení do půdy	Pastva
Skot					
dojnice	10,0	2,5	2,5	12,0	2,4
telata, býci, jalovice, krávy bez tržní produkce mléka	6,0	1,7	2,5	6,0	1,8
Ovce a kozy					
ovce a kozy	0,3	0,03		0,1	0,45
Prasata					
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
Králci					
králci výkrm	0,45		0,02	0,50	
samice	0,80		0,01	0,90	
Drůbež					
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
Koně					
koně	2,9	0,9		2,2	2,9

Zdroj: http://www.emise.cz/sysdata/file/582_6-Dedina-ZemedelaskeZdroje.pdf,

(„staženo dne 10. 4. 2016“)

2.6.2 Integrovaná prevence a omezování znečištění

Integrovaná prevence a omezování znečištění IPPC (z angl. Integrated Pollution Prevention and Control) je pokročilým způsobem regulace vybraných průmyslových a zemědělských činností při dosažení vysoké úrovně ochrany životního prostředí jako celku. Cílem IPPC je předcházet vzniku znečištění, případně omezování jeho vzniku, pomocí volby vhodných výrobních postupů a technologií. Zároveň by mělo docházet k úspoře nákladů za spotřebované suroviny, energie a koncové technologie. IPPC překonává princip složkového přístupu, který často vedl pouze k přenosu znečištění z jedné složky životního prostředí do druhé.

Vyššího stupně ochrany životního prostředí je dosahováno použitím tzv. BATů (z angl. Best Available Techniques), které představují výrobní postupy nejvíce šetrné k životnímu prostředí, které jsou aplikovatelné za standardních technických a ekonomických podmínek. Souhrn evropských nejlepších dostupných technik je uveden v referenčních dokumentech o BAT BREF (z angl. Reference Document on Best Available Techniques), které připravuje Evropská komise ve spolupráci s průmyslem, nevládními organizacemi a členskými státy.

Integrovaný přístup k ochraně životního prostředí je zakotven v legislativě Evropské unie směrnicí Evropského parlamentu a Rady 2010/75/EU o průmyslových emisích. Evropské předpisy jsou do českého právního řádu transponovány zákonem č. 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. V příloze č. 1 tohoto zákona jsou vymezeny příslušné kategorie jednotlivých průmyslových činností, pro jejichž provoz je nutné integrované povolení. Vzory žádosti o integrované povolení a dalších důležitých dokumentů pro provozovatele obsahuje vyhláška č. 288/2013 Sb., o provedení některých ustanovení zákona o integrované prevenci.

Proces IPPC se na národní úrovni sestává ze dvou vzájemně provázaných elementů. Jedná se o povolování zařízení, kde probíhá příslušná průmyslová činnost (návazně pak kontrola těchto zařízení a změny povolení) a také zapojení národních orgánů, provozovatelů, vysokých škol, výzkumných institucí, průmyslových a nevládních environmentálních organizací a spolků do tvorby a revize BREF na

evropské úrovni. Povolovacím orgánem je pro převážnou většinu zařízení místě příslušný krajský úřad. V případě zařízení s významným negativním přes hraničním vlivem je povolujícím orgánem Ministerstvo životního prostředí, které je zároveň odvolacím, metodickým i ústředním orgánem tuto agendu. Národní participaci na tvorbě a revizi BREF mají rozdělenou podle jednotlivých průmyslových činností Ministerstvo životního prostředí, Ministerstvo průmyslu a obchodu a Ministerstvo zemědělství. Ministerstvo průmyslu a obchodu navíc zajišťuje zveřejňování a informační podporu v oblasti BAT a BREF (<http://www.ippc.cz/>, „staženo dne 11. 12. 2015“).

2.6.3 BAT

Pojem „nejlepší dostupné techniky“, s nímž operuje proces integrovaného povolování. Nejlepší dostupná technika má odpovídat nejúčinnější existující technologii v nejpokročilejším stadiu jejího vývoje při optimálním způsobu provozování, který zajistí nejmenší možné negativní vlivy na životní prostředí. Jde tedy o kombinaci zavádění nejmodernějších technologií a přísné kontroly jejich ekologických dopadů. V souladu s přílohou č. 3 zákona č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a omezení znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci), ve znění pozdějších předpisů, jsou při určování nejlepších dostupných technik brána v úvahu (buď obecně, anebo v určitých případech, se zřetelem k očekávaným nákladům a přínosům plánovaného opatření a se zřetelem k principům prevence a předběžné opatrnosti), následující hlediska: použití nízko odpadové technologie; použití látek méně nebezpečných, podpora využívání a recyklace látek, které vznikají nebo se používají v technologickém procesu, a případně využívání a recyklace odpadu; srovnatelné procesy, zařízení či provozní metody, které již byly úspěšně vyzkoušeny v průmyslovém měřítku, technický pokrok, charakter, účinky a množství příslušných emisí, datum uvedení nových nebo existujících zařízení do provozu, doba potřebná k zavedení nejlepší dostupné techniky, spotřeba a druh surovin (včetně vody) používaných v technologickém procesu a energetická účinnost, požadavek prevence nebo omezení celkových dopadů emisí na životní prostředí a rizik s nimi spojených na minimum, požadavek prevence havárií a minimalizace jejich následků pro životní

prostředí, informace zveřejňované mezinárodními organizacemi (<http://www.ipcc.cz/obsah/nejlepsi-dostupne-techniky/hlediska-vyberu-bat/>, „staženo dne 11. 12. 2015“).

2.6.4 Göteborgský protokol

Je jedním z osmi protokolů k rámcové Úmluvě o dálkovém znečišťování ovzduší přesahujícím hranice států z roku 1979. Mezi iniciátory byly především státy Skandinávie, které byly nejvíce postiženy emisemi oxidu siřičitého. Špatný stav lesních a vodních ekosystémů a také zdravotní dopady znečištění ovzduší na zdraví člověka vedly k mezinárodnímu úsilí snížit emise síry. Současně byl vytvořen program vědeckého monitorování kvality ovzduší v Evropě a dopadů znečištění ovzduší (program EMEP). Konkrétní opatření a závazky byly realizovány postupně prostřednictvím dvou protokolů o síře, protokolu o dusíku, o těkavých organických látkách (VOC). Jako poslední z celkem osmi protokolů Úmluvy byl přijat Göteborgský protokol, někdy je také nazýván více-účinkový (multi-effect) protokol. Protokol byl sjednán v roce 1999 a vstoupil v platnost 17. 5. 2005. K 1. 7. 2011 měl 26 smluvních stran, včetně Evropské unie. Protokol je vyhlášen ve Sbírce mezinárodních smluv (č. 81/2010 Sb.m.s.).

Jaké jsou základní povinnosti smluvních stran Protokolu? Mezi základní povinnosti smluvních stran Protokolu patří dodržování emisních stropů na svém území pro čtyři znečišťující látky nebo jejich skupiny (oxidy síry, oxidy dusíku, těkavé organické látky a amoniak), tj. nejvyšší přípustné množství emisí dané látky na území státu produkované lidskou činností. Dalšími povinnostmi je aplikace emisních limitů (nejvyšší přípustné koncentrace znečišťující látky v odpadním plynu) na nejvýznamnějších zdrojích emisí a aplikace principu BAT, nejlepších dostupných technik. Technické přílohy obsahující BAT a emisní limity se zaměřují jak na spalovací zdroje (energetiku, průmysl) a průmysl pracující s rozpouštědly, tak na dopravu a zemědělství. Zemědělské zdroje jsou povinny se řídit tzv. zásadami správné zemědělské praxe, které omezují emise amoniaku do ovzduší (www.unece.org/env/lrtap/, „staženo dne 11. 12. 2015“).

2.6.5 Vídeňská úmluva a Montrealský protokol

Vídeňská úmluva na ochranu ozonové vrstvy (1985) byla sjednána za účelem ochrany lidského zdraví a životního prostředí proti nepříznivým účinkům lidské činnosti, které mění nebo by mohly měnit ozonovou vrstvu. Její smluvní strany spolupracují především při systematických pozorováních, výzkumu a prostřednictvím výměny informací. Konkrétní závazky naplňující cíl stanovený ve Vídeňské úmluvě jsou upraveny prováděcím Montrealským protokolem o látkách, které poškozují ozonovou vrstvu (1987).

Cílem Protokolu je přijímat a realizovat celosvětová opatření na vyloučení výroby a spotřeby téměř 100 regulovaných látek, které ozonovou vrstvu poškozují. Upravuje nakládání s látkami populárně označovanými jako freony a halony a dále výrobu a použití methylbromidu. Regulované látky jsou chemicky velmi stálé. Pronikají do vyšších vrstev atmosféry, kde způsobují zeslabování ozonové vrstvy, která život na Zemi chrání před vysoce intenzivním UV-zářením (http://www.mzp.cz/cz/videnska_umluva_montrealsky_protokol_dokument, „staženo dne 11. 12. 2015“).

2.6.6 Kjótský protokol

Kjótský protokol k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu byl přijat v prosinci roku 1997 na Třetí konferenci smluvních stran (COP-3) v Kjótu. Obsahuje preambuli, 28 článků a 2 přílohy. V příloze B jsou kvantifikovány redukční cíle ekonomicky vyspělých států a vymezeny způsoby jejich možného plnění. Země Přílohy I Úmluvy se v Protokolu zavázaly do konce prvního kontrolního období (2008-2012) snížit emise skleníkových plynů nejméně o 5,2 % ve srovnání se stavem v roce 1990. V prosinci 2012 byl na Osmnácté konferenci smluvních stran (COP-18) v Doha schválen dodatek, kterým bylo potvrzeno pokračování Protokolu a jeho druhé kontrolní období, které bylo stanoveno na osm let (2013 – 2020). V rámci druhého kontrolního období se část zemí Přílohy I Úmluvy zavázala přijat nové redukční závazky, které by měly přispět ke snížení emisí skleníkových plynů o nejméně 18 % pod úroveň roku 1990. EU a jejích 27 členských států se zavázalo snížit do roku 2020 emise skleníkových plynů o 20 % v porovnání s rokem 1990. Toto snížení odpovídá cíli formulovanému v příslušných předpisech EU přijatých v

rámci tzv. klimaticko-energetického balíčku z roku 2009. Vzhledem k tomu, že se ke druhému kontrolnímu období připojila pouze část zemí Přílohy I Úmluvy a Protokol není závazný pro rozvojové země a rozvíjející se ekonomiky (včetně Číny, Indie, Brazílie atd.), budou nové závazky do roku 2020 pokrývat odhadem pouze 15 % celosvětových emisí skleníkových plynů.

Českou republikou byl Protokol podepsán 23. 11. 1998 na základě usnesení vlády č.669/1998 a ratifikován 15. 11. 2001 (č. 81/2005 Sb. m. s.). Protokol má celkem 190 smluvních stran (http://www.mzp.cz/cz/kjotsky_protokol, „staženo dne 11. 12. 2015“).

2.6.7 Klimatická konference OSN

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 (http://unfccc.int/meetings/paris_nov_2015/meeting/8926.php, „staženo dne 11. 2. 2016“).

2.7 Měřené veličiny

2.7.1 Amoniak

Amoniak a jeho sloučeniny patří v zemědělství k nejpoužívanějším hnojivům. Jedná se o za normálních podmínek silně a typicky čpící bezbarvý plyn. Užití nalézá v nejrůznějších průmyslových odvětvích (agrochemie, výbušniny, farmaceutický průmysl, petrochemie aj.). Amoniak je přirozenou součástí koloběhu dusíku. Většina amoniaku uvolněného do životního prostředí pochází z rozkladu organického materiálu. Významným zdrojem je i nadměrné užívání dusíkatých hnojiv. Amoniak je vysoce toxický pro vodní organizmy. Při nízkých koncentracích dochází k podráždění horních cest dýchacích, při vyšších koncentracích pak k rozvoji zánětů kůže, očí a plic. Dlouhodobé působení amoniaku vede k chronickým onemocněním dýchacích cest a očí (<http://www.irz.cz/repository/latky.pdf>, „staženo dne 22. 2. 2016“).

Problematika snižování emisí (zejména amoniaku) z chovu hospodářských zvířat se v poslední době stala předmětem zájmu řady vědeckých institucí, zvláště pak v zemích EU a USA. V ČR tuto problematiku provádí VÚZT Praha, BAT centrum JU, VÚŽV Uhřetěves, Cenia Praha, Ekotoxa Opava a MZLU Brno. 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, ČERMÁK, 2015).

Intenzivní chovy zvířat jsou hlavními zdroji emisí amoniaku. Studie ukázali, že 80,9% celkových emisí amoniaku v USA bylo z farem chovu hospodářských zvířat a z nich 26,7% bylo z chovů drůbeže. 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).

ASTERAKI, MATTHEWS a PAIN (1997) se ve své práci zabývali emisemi amoniaku z chovu skotu, ustájeného na slámě. K nejvyšším únikům NH_3 dochází již

při ustájení zvířat a při volné aplikaci mrvy přímo na pozemek. Jedním z řešení je kompostování, kde se úniky sníží až o 48% během prvních 77 dnů.

SCHULZE, ROMER a BOEKER (1997) omezili emise amoniaku z uložené tuhé mrvy zhuštěním podestýlky a různými způsoby její uložení.

Tento fakt potvrdili i AMON, BOXBERGER, ZAUSSINGER a POLLINGER (1996) v práci nazvané: „Emise NH₃, N₂O a CH₄ z výkrmu býků, dojníc a během různých způsobů uskladnění tuhé mrvy“. Emise NH₃ závisí i na množství mrvy v hnojném kanálu, dále na teplotě uvnitř stáje. Nižší teplota v zimě představuje nižší emise.

MONTENY a ERISMAN (1998) při jejich snižování, v objektech pro ustájení dojníc zjistili, že splachování podlahy vodou má ve výsledku nižší účinnost na potlačení produkce amoniaku (maximálně 17 %) než např. rozředěný formalin (účinnost snížení 50 % na roštové podlaze a až 80 % na pevné podlaze). Kromě teploty, mají význam i další faktory, jako je rychlost proudění vzduchu a únik amoniaku z úložiště kejdy v oddělených stájích pro dojnice. Zjistili, že přesná znalost proudění a teploty vstupního a výstupního vzduchu ve stáji zvyšuje přesnost odhadu vývoje emisí NH₃ z uložené kejdy.

SUTTON, KEPHART a PATETERSON (1996) a další použili dietní zpracování krmiva ke snížení amoniaku a zápachu ve výkalech a anaerobní skladování hnoje. Přídavkem nízkého množství oligosacharidů a celulózy do stravy, se významně sníží množství NH₃ a N v čerstvém hnoji. Amoniak je také součástí zápachu. Roční produkce od jedné krávy se uvádí na 112 kg metanu a 40 kg amoniaku.

VIGURIA, SANZ-COBEÑA, LÓPEZ, ARRIAGA a MERINO (2015) ve své studii uvádí, že skladování kejdy v jímce bez použití zakrývacích prostředků, zvyšuje únik amoniaku až o 75% oproti použití systému se zakrývacím vakem.

2.7.2 Oxid dusný

Oxid dusný známý pod názvem rajský plyn, je pro své anestetické a analgetické účinky v medicíně hojně používaným plynem. Člověk je zodpovědný za emise oxidu dusného z použití dusíkatých hnojiv, chemického průmyslu a spalovacích procesů.

Díky schopnosti absorbovat infračervené záření se oxid dusný řadí mezi skleníkové plyny. Oxid dusný je díky oxidaci ozónu v horních vrstvách atmosféry považován za největší hrozbu pro ozónovou vrstvu 21. století. Dlouhodobé účinky chronického užívání oxidu dusného zahrnují nervové poškození a poruchu tvorby krvinek, zřejmě v souvislosti s přítomným deficitem vitamínu B12. Dlouhodobější inhalace této drogy zhoršuje psychomotorické funkce, kognitivní funkce, učení a paměť. Oxid dusný je podezřelý z možných nežádoucích účinků na plod (teratogenita).

Za normálních podmínek je bezbarvý, vyznačující se typickou nasládnou chutí a vůní. Oxid dusný je používán jako vesměs bezpečné oxidační činidlo v raketových motorech, za Druhé světové války byl také používán k zlepšení spalování v konvenčních leteckých motorech. Oxid dusný (E942) je běžně používán jako hnací, plnicí a konzervační plyn nejrůznějších potravin (šlehačky, sýry, uzeniny, bramborové chipsy apod.). Oxid dusný je přirozenou součástí koloběhu dusíku, přirozeně vzniká především díky mikrobiálním procesům nitrifikace a denitrifikace v půdě a vodě (<http://www.irz.cz/repository/latky.pdf>, „staženo dne 22. 2. 2016“).

2.7.3 Oxid uhličitý

Oxid uhličitý je bezbarvý plyn bez chuti a zápachu, který je běžnou součástí zemské atmosféry. Mezi nejvýznamnější antropogenní zdroje uhlíku patří jakékoliv spalování uhlíkatých látek (od dopravy, průmysl, k domácím topeništím) a jeho úniky z výrobků, ve kterých je obsažen. V atmosféře oxid uhličitý pohlcuje infračervené záření a přispívá tak ke vzniku tzv. skleníkového efektu. Běžné koncentrace oxidu uhličitého jsou neškodné, krátkodobá expozice větším dávkám může způsobit bolest hlavy, závratě, dýchací potíže, třes, zmatenost a zvonění v uších. Vyšší expozice pak může způsobit křeče, kóma a smrt.

Oxid uhličitý je v podstatě jediným přirozeným zdrojem uhlíku pro veškerý život; v před-průmyslových dobách byl obsah tohoto plynu regulován především fotosyntetizujícími organismy (bakterie, rostliny). Tito tzv. producenti jsou schopni utvářet složité uhlovodíky z oxidu uhličitého a vody. Oxid uhličitý se hodí k nejrůznějším průmyslovým účelům jak v plynném i pevném (v menší míře kapalném) skupenství. Používá se při sycení nápojů, jako chladicí médium, v chemickém průmyslu slouží jako základní surovina řady organických látek, uplatňuje

se jako ochranný plyn při svařování, v hasicích přístrojích i v zemědělství jako podpora růstu rostlin (<http://www.irz.cz/repository/latky.pdf>, „staženo dne 22. 2. 2016“).

2.7.4 Metan

Metan je za normálního tlaku a teploty bezbarvý plyn bez zápachu (teplota varu činí -161°C). Může se rovněž vyskytovat kapalně v tlakových nádobách. Jedná se o vysoce hořlavou a v určitých koncentracích (5-15 % obj.) ve směsi se vzduchem výbušnou látku. Jeho hustota činí $0,72 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ oproti $1,29 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ vzduchu a je tedy mírně lehčí než vzduch. Zdrojem emisí jsou obecně především biologické pochody probíhající bez přístupu kyslíku (vyhánění), kdy je metan konečným produktem redukce organických látek. V přírodě se metan vyskytuje rovněž při zahnívacích procesech, například v rašeliništích, kde se někdy označuje jako bahenní plyn, nebo je produktem biologické činnosti živočichů. Ukazuje se, že zhruba 80 % současných emisí metanu je biologického původu. Mezi přírodní zdroje emisí metanu patří: všechny druhy mokřadů (50% přírodních emisí), výměna plynů mezi atmosférou a oceány (10-20 mil. tun metanu ročně), termity (10-20 mil. Tun metanu ročně), (<http://www.irz.cz/repository/latky.pdf>, „staženo dne 22. 2. 2016“).

2.7.5 Vodní páry

Vodní pára je dominantní skleníkový plyn. Skleníkový efekt neboli radiační tok vody je $75 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, zatímco u oxidu uhličitého je to $32 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Tyto údaje potvrzují měření infračerveného záření, které se vrací na zemský povrch. Vodní pára je také dominantní zesilující zpětnou vazbou v našem klimatickém systému a hlavním důvodem, proč je teplota tak citlivá na změny koncentrace CO_2 . Na rozdíl od vnějších vlivů, jako je CO_2 , který může být do atmosféry prostě přidán, množství vodních par je záležitostí teploty. Vodní pára se do atmosféry dostává vypařováním – míra závisí na teplotě oceánu a vzduchu. Je-li do ovzduší přidána další pára, tak ta kondenzuje a během týdne nebo dvou padá na zem ve formě deště či sněhu. Stejně tak když vlhkosti ve vzduchu ubývá, odpařováním se v krátkém čase opět

ustalují její „normální“ hodnoty (www.skepticalscience.com/arg_vapor_cz.htm,
„staženo dne 22. 2. 2016“).

3. Cíl práce

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 vědecké hypotézy:

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

4. Metodika

4.1 Způsob měření ukazatelů stájového mikroklimatu

Při měření ukazatelů stájového mikroklimatu v chovech skotu je důležité dodržovat několik stanovených a důležitých faktorů, aby měření nabilo vědecké váhy a dalo se kdykoliv opakovat či napodobovat.

- O provedeném měření je vždy veden záznam hodnot
- Přístroje použité pro měření stájového mikroklimatu musí být pravidelně od svých výrobců nebo dovozců prověřovány, zkoušeny a cejchovány
- Při měření by měla být optimální teplota v rozmezí mezi +10 a +30

Podle současné legislativy v oblasti ochrany ovzduší je požadováno kontinuální měření po dobu minimálně 24 hodin. K tomu se používají metody založené na elektrochemických čidlech (orientační měření) nebo přesnější fotoakustická spektroskopie (JELÍNEK, 2011).

4.1.1 Měření koncentrace plynů

Výsledná hodnota se vypočte jako geometrický průměr všech naměřených hodnot

$$M = \sqrt[6]{M_1 \cdot M_2 \cdot M_3 \cdot M_4 \cdot M_5 \cdot M_6}$$

Bezprostředně před zahájením měření koncentrace NH₃ 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%.

Měřicí sondy umísťujeme tak, aby se zamezilo kontaktu sondy či přívodní hadičky se zvířetem a nedošlo k poškození (JELÍNEK, 2011).

Měřicí přístroj koncentrace plynů INNOVA

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

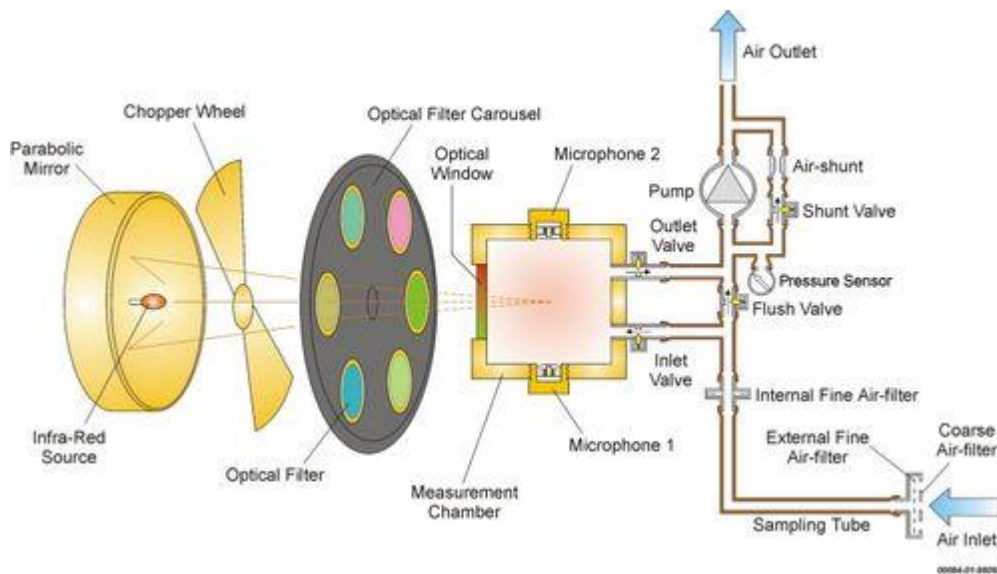
Fotoakustický monitor INNOVA 1412 je vysoce přesný, spolehlivý a stabilní kvantitativní měřič plynů. Principem měření je fotoakustická infračervená detekční metoda. Z toho vyplývá, že tento přístroj může v podstatě měřit koncentrace všech plynů, které jsou schopné absorbovat infračervené záření, viz obrázek č. 2.

V karuselu s filtry jsou instalovány příslušné optické filtry (pět kusů plus jeden na vodní páru). Z toho důvodu může přístroj selektivně měřit až pět plynů (amoniak NH_3 , Oxid uhličitý CO_2 , Oxid dusný N_2O , metan CH_4 a sirovodík H_2S) spolu s vodní párou v každém vzorku vzduchu. Dále přístroj umožňuje kompenzovat interferenci mezi měřenými plyny využívajíc k tomu křížovou kompenzaci. Detekční limit závisí na měřeném plynu, ale vždy se pohybuje v oblasti 10^{-2} ppm (parts per milion – jednotek v milionu) při 20°C a tlaku 101 kPa. Tyto jednotky mohou být snadno převedeny na jednotky $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$. Všechny data jsou zaznamenávána v reálném čase a jsou zobrazována v numerické nebo grafické podobě a přenositelná do osobního počítače ve formátu MS Excel (JELÍNEK, 2011).



Obrázek č. 2 - Měřicí přístroj INNOVA, zdroj: http://www.r-expo.jp/exhiSearch/FC/en/search_detail.php?id=1191, („staženo dne 29. 1. 2016“)

Fotoakustický efekt je založen na transformaci světelné energie na zvukovou, pomocí měřeného plynu, kapaliny nebo pevné látky. Ve fotoakustické spektroskopii je měřený plyn ozářen modulovaným světlem s přesně určenou vlnovou délkou a molekuly pak určitou část světelné energie převedou na akustický signál, který je v přístroji INNOVA detekován dvěma mikrofony a zesíleny v zesilovači. Některé plyny absorbují infračervené světlo ve stejných vlnových délkách a tím nemusí být zřejmé, zda naměřená a zobrazená informace je od jednoho nebo druhého plynu, případně společná pro oba. Tento jev se nazývá křížová interference a z toho důvodu byl do přístroje INNOVA 1412 začleněn algoritmus křížové kompenzace který s pomocí karuselu s filtry redukuje interferenci od ostatních plynů s přesností více než 98% viz obrázek č. 3.



Obrázek č. 3 - Princip činnosti přístroje INNOVA, zdroj:

<http://www.oleinitec.fi/Innova%201412%20fotoakustinen%20kaasuanalysaattori.htm>, („staženo dne 29. 1. 2016“).

Přepínač odběrných míst Multipoint samoleť INNOVA 1309 může být používán s více měřicími přístroji firmy INNOVA. Umožňuje odběr vzorků z více míst pomocí hadiček se sondami. Odběrných míst může být až dvanáct a každé je spojeno s přepínačem odběrných míst teflonovou hadičkou dlouhou až 50 metrů. Třicestný ventil přepíná vzorky vzduchu do analyzátoru, a zatímco analyzátor vzorek měří, je výfukem proplachována hadička, která bude následovat do analyzátoru - viz obrázek č. 4 (JELÍNEK, 2011).



Obrázek č. 4 - Přepínač odběrných míst INNOVA, zdroj:
<http://www.3si.co.in/innova-1309.htm>, („staženo dne 29. 1. 2016“).

4.1.2 Měření teploty a relativní vlhkosti vzduchu

Teplota vnitřního prostředí haly se musí měřit, pokud venkovní teplota ve stínu přesáhne $+30^{\circ}\text{C}$.

Měří se teploměrem s minimálním rozlišením $0,5^{\circ}\text{C}$.

Doplňkové měření vnější teploty se provádí ve stínu ve výšce 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 tehdy, pokud venkovní teplota klesne pod $+10^{\circ}\text{C}$.

Pokud naměřená hodnota relativní vlhkosti vzduchu překročí 70%, provede se opakované měření relativní vlhkosti vzduchu ve stejném měřicím místě nejdříve po 24 hodinách. Bude li i opakovaným měřením zjištěna relativní vlhkost vzduchu vyšší

jak 70%, provede se v měřicím místě, měření relativní vlhkosti vzduchu po dobu 48 hodin (JELÍNEK, 2011).

4.1.2.1 Měřicí přístroj Commeter D4141

Digitální záznamový termohydrobarometr 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 1000/6180ppm, 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) viz obrázek č. 5.

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 $\pm 2,5\text{RV}$ v rozsahu 5-95% při 23°C a rozlišením $0,1\%RV$ (JELÍNEK, 2011).



Obrázek č. 5 - Měřicí přístroj Commeter D4141,

zdroj:<http://www.wuntronic.com/en/index.php?site=2&xid=65&subid=79&sub2id=125&pid=265>, („staženo dne 29. 1. 2016“).

4.1.2.2 Měřicí přístroj LOGGER S3120

Měřicí senzory teploty a relativní vlhkosti jsou nedílnou součástí přístroje, naměřené hodnoty včetně vypočtené hodnoty rosného bodu jsou zobrazovány na dvouřádkovém displeji LCD a jsou ukládány v nastavitelných časových intervalech do vnitřní, energeticky nezávislé paměti. Nastavení a ovládání záznamníku se provádějí prostřednictvím počítače. Zapnutí a vypnutí je možné i pomocí přiloženého magnetu (lze jím i paměť nulovat). Na displeji je možné i volit zobrazení nastavitelných minimálních a maximálních naměřených hodnot střídavě s okamžitými hodnotami. Překročení nastavených hodnot je signalizováno na displeji. Naměřené hodnoty lze z vnitřní paměti pomocí komunikačního adaptéru přenést do osobního počítače k vyhodnocení viz obrázek č. 6.

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

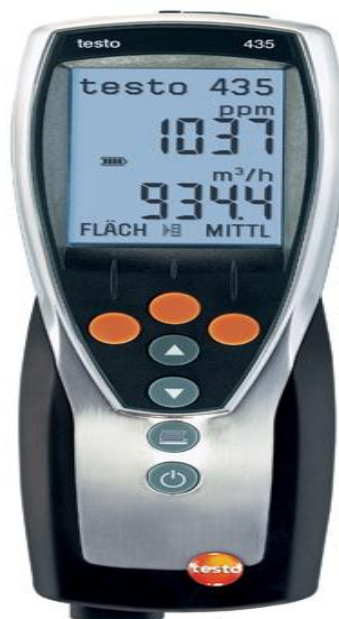


Obrázek č. 6 - Měřicí přístroj LOGGER S3120, zdroj:
<http://www.cometsystem.cz/products/reg-S3120>, („staženo dne 29. 1. 2016“).

4.1.2.3 Měřicí přístroj Testo 435

Tímto přístrojem 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 zobrazována na dvouřádkovém LCD displeji a do osobního počítače se mohou přenášet i přes infračervené rozhraní viz obrázek č. 7.

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, 2011).



Obrázek č. 7 - Měřicí přístroj Testo 435, zdroj:[http://www.testo.cz/online/abaxx-?\\$part=PORTAL.CZE.SimpleContentDesk&\\$event=show-from-menu&categoryid=5757024](http://www.testo.cz/online/abaxx-?$part=PORTAL.CZE.SimpleContentDesk&$event=show-from-menu&categoryid=5757024), („staženo dne 29. 1. 2016“).

4.2 Vzorce potřebné k výpočtům

4.2.1 Průměr koncentrací

Výsledná hodnota se vypočte jako geometrický průměr všech naměřených hodnot.

$$M = \sqrt[6]{M_1 \cdot M_2 \cdot M_3 \cdot M_4 \cdot M_5 \cdot M_6}$$

4.2.2 Výrobní měrná emise

Výrobní měrnou emisi vypočítáme: z 24 hodinové průměrné koncentrace plynu odečteme hodnotu vypočítaného průtoku výstupního vzduchu, tím získáme 24 hodinovou emisi plynů pro celou stáj. Dále hodnotu přepočteme na ustájený kus zvířat * rok. Tím získáme sledovanou měrnou emisi. Průměrný průtok výstupního vzduchu byl $0,02\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

$e_c = x - ye$ e_c - výrobní měrná emise za celou stáj
 x- průměrná koncentrace emisního plynu
 y- vypočítaný průtok výstupního vzduchu

$e_k = \frac{e_c}{z}$ e_k - výrobní měrná emise za jeden kus
 z- počet kusů zvířat ve stáji

$V_{me} = e_k \cdot 365$ V_{me} - výrobní měrná emise [kg. kus⁻¹. rok⁻¹]
 365- dní za rok

4.2.3 Statistické metody

4.2.3.1 Rozptyl

Vztah pro rozptyl $S_x^2 = \frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n}$
 S_x^2 - rozptyl
 $(x - \bar{x})^2$ - Rozdíl hodnot
 $X_1^2 (Y_1^2)$ a jejich průměru
 n- počet subjektů

4.2.3.2 Směrodatná odchylka

Vztah pro odchylku $S_x = \sqrt{S_x^2}$
 S_x - odchylka

4.2.3.3 Metoda korelace

Vztah pro korelaci
$$r_{xy} = \frac{\overline{x \cdot y} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{S_x \cdot S_y}$$

r_{xy} - Korelační koeficient

$\overline{x \cdot y}$ - Aritmetický průměr

$\bar{x} \cdot \bar{y}$ - Součin průměrů

$S_x \cdot S_y$ - směrodatné odchylky

4.2.3.4 Regresní přímka

V rovnici lineární regresní model vyjádříme takto:

$$y = \alpha + \beta x + e$$

β představuje vektor

α bod, ve kterém vložená přímka protíná ypsilonovou osu

x představuje nezávisle proměnnou

y představuje závisle proměnnou

e představuje chybu

4.3 Popis farmy

Pro měření koncentrací plynů byla vybrána stáj zemědělského družstva Skalka v Lipí u Českých Budějovic. Zemědělská výroba družstva je orientována především na hospodaření na polích s důrazem na pěstování obilovin - potravinářská a krmná pšenice, krmný ječmen, množitelské porosty, technické plodiny, okopaniny a pícniny na orné půdě včetně trvalých travních porostů. Rostlinná výroba je zaměřena zejména na pěstování krmných plodin pro živočišnou výrobu. Z tržních plodin je zaměřena na pěstování ozimé řepky a výrobu osiv. Výnosová hladina jednotlivých

plodin je nastavena tak, aby bylo dosaženo co možná největší efektivity při jejich výrobě.

V živočišné výrobě pak na chov hovězího dobytka s výrobou mléka a masa a uzavřeným obratem stáda. Na farmě proběhla rozsáhlá změna technologie ustájení a dojení skotu, kdy bylo ustoupeno od klasického vazného ustájení a dojení do potrubí a přešlo se na moderní volné boxové a automatické dojení dojícími roboty.

Družstvo hospodaří na celkové výměře 1145 ha zemědělské půdy v k. ú.obcí Dubné, Habří u Lipí, Holašovice, Jankov, Jaronice, Kaliště u Lipí, Kvítkovice, Křenovice, Lipí, Čakov, Čakovec a Nová Ves. Hlavním cílem družstva je v nejvyšší míře uspokojovat potřeby a požadavky zákazníků a směřovat k vytvoření prosperujícího podniku, který bude konkurenceschopný a bude dosahovat efektivnosti a stability. Cílem tržní strategie je vybudování a udržení vzájemně výhodných a dobrých obchodních vztahů. Dlouhodobá strategie podniku nepředpokládá zásadní změnu ve výrobním sortimentu. Cílem je ale dosáhnout u některých komodit vyšší kvality. Týká se to především mléka a jatečních zvířat.

4.3.1 Technologie chovu

Jak je již výše zmíněno, v zemědělském družstvu Skalka je chován skot masného a mléčného typu. V konkrétní stáji, kde probíhalo měření, jsou chována mléčná plemena holštýnského a českého strakatého skotu. Dispozice stáje je řešena volným ustájením s lehacími boxy a krmným stolem. Odkliz chlévské mrvy je zajištěn lanovým škrabákem. Ve stáji je umístěn moderní automatický dojící robot.

V době měření bylo v objektu ustájeno 151 kusů dojnic s průměrnou hmotností 580kg. Družstvo používá jako krmivo směs kukuřičné siláže, travní senáže, pšeničné slámy a doprovodného šrotu. Pro udávaný počet 151 kusů dojnic je stanovená krmná dávka 2500kg krmiva v poměru 1150kg kukuřičné slámy, 1150kg travní senáže, 50kg pšeničné slámy a 150kg šrotu. Dle zootechničky paní Evy Děkanové, která poskytla všechny potřebné informace, byl obsah sušiny v krmivu kolem 35%.

4.4 Metodika měření

Hlavním cílem této diplomové práce, je změření a vyhodnocení zátěžových plynů. Pro změření koncentrace amoniaku, oxidu dusného, oxidu uhličitého, metanu a vodních par byl zvolen, v metodice již zmíněný, fotoakustický přístroj INNOVA 1412 spolu s doprovodným zařízením přepínačem odběrných míst Multipoint samolet INNOVA 1309, který umožňuje měření až dvanácti plynů najednou. Samotné měření proběhlo v objektu stáje, kterou poskytlo, zemědělské družstvo Skalka v Lipí u Českých Budějovic viz obrázek č. 8. Stáj je montovaná, složena z ocelových profilů. Střecha je pokryta vlnitými hliníkovými plechy. Dvě kratší strany z jejího obdélníkového půdorysu jsou zděné. Zbylé dvě delší strany jsou řešeny plachtovým zakrýváním, tak aby bylo možné v letních měsících zajistit dobré větrání ve stáji. Po celé délce jedné z delších stran se nachází krmný stůl. Rozměry stáje jsou 117m x 21m.



Obrázek č. 8 - Stáj v Lipí

4.4.1 Umístění přístrojů

Fotoakustický přístroj INNOVA 1412 spolu s doprovodným zařízením přepínačem odběrných míst Multipoint samolet INNOVA 1309 a osobním počítačem umístěné v ochranném boxu, byly instalovány v uzavřeném boxu ve stáji bez možnosti kontaktu se zvířaty, viz obrázek č. 9.



Obrázek č. 9 – Umístění přístroje INNOVA

Hadičky se sondami byly roztaženy rovnoměrně po stáji za pomoci starého mostku u stropu, který původně sloužil k rozvodu kabelů elektrické energie, viz obrázek č. 10. Každá ze sond byla spuštěna mírně nad úroveň hlav zvířat, tak aby byly mimo jejich dosah a nedošlo ke stržení.



Obrázek č. 10 – Umístění sond

Přístroje LOGGER S3120 pro měření vnitřní i venkovní teploty, byly umístěny tak, aby správně plnily požadovanou funkci, viz obrázek č. 11.



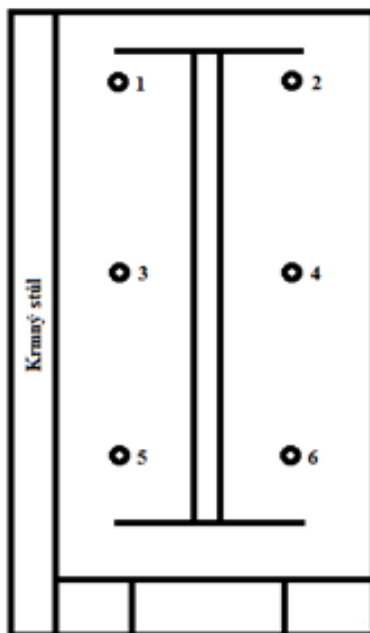
Obrázek č. 11 – Umístění přístroje LOGGER S3120

Přístroj Testo 435 pro měření proudění vzduchu, byl umístěn do otvoru vrat o rozměrech 3,20m x 3,85m viz obrázek č. 12.

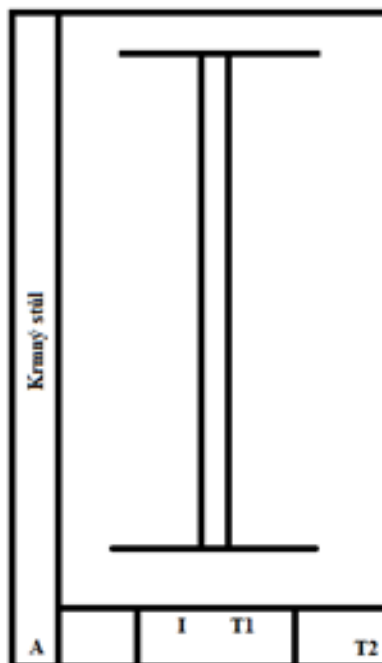


Obrázek č. 12 – Umístění přístroje Testo 435

Rozmístění všech sond a přístrojů je patrné z následujícího obrázku číslo 13
Rozmístění sond a z obrázku číslo 14 Rozmístění přístrojů.



Obrázek č. 13 – Rozmístění sond



Obrázek č. 14 – Rozmístění přístrojů

Legenda: A= anemometr
 I= Innova
 T1= vnitřní teploměr
 T2= venkovní teploměr

4.5 Vlastní měření

Vlastní měření probíhalo ve dnech 13. 1. 2016 a 14. 1. 2016. Po vizuálním zhodnocení stáje a po poradě s vedoucím práce bylo rozhodnuto, kde a jak budou rozmístěny všechny potřebné přístroje. Měřicí přístroj INNOVA spolu s přepínačem odběrných míst Multipoint samolet INNOVA 1309, byl umístěn do volného boxu, který byl ohrazen železným hrazením, tak aby nedošlo ke kontaktu zvířat s přístroji. Tyto dva přístroje, spolu se záznamovým zařízením v podobě přenosného osobního počítače, jsou ještě umístěny v ochranném uzamykatelném boxu, který je odolný vůči prašnosti, tak aby byla zaručena maximální ochrana přístrojů. Dalším krokem bylo rozmístění sond po stáji. Bylo zvoleno šest odběrných sond. Hadičky se sondami byly rovnoměrně roztaženy po stáji, tak aby se pokryla celá plocha stáje.

Poté byly rozmístěny ostatní přístroje, které jsou potřebné k získání doplňujících informací jako je teplota a proudění větru. Měřicí přístroj LOGGER S3120 ke stanovení a zaznamenávání teplot a měřicí přístroj Testo 435 ke stanovení proudění vzduchu.

V průběhu měření se v objektu stáje nacházelo 151 kusů dojného typu skotu s průměrnou hmotností jednoho kusu 580kg. Průměrná venkovní teplota byla naměřena na hodnotu 4,8°C a vnitřní teplota 5,6°C. Průměrné proudění vzduchu bylo 0,02m/s. Dle pracovníků družstva probíhalo krmení dne 13. 1. 2016 v 7:00 hod a v 14:30 hod kukuřičnou senáží a slámou. V 15:30 byly aplikovány doplňkové granule při dojení. Dne 14. 1. 2016 probíhalo krmení ve stejném časovém sledu. Vlastní měření probíhalo od 8:00 hod 13. 1. 2016 do následujícího dne do 8:00 hod 14. 1. 2016 tak aby byla splněna podmínka nepřetržitého měření po dobu 24 hodin.

5. Výsledky měření

Získaná data a informace jsou graficky vyhodnocena. Jsou vypočteny průměrné koncentrace všech měřených plynů a je vypočtena výrobní měrná emise viz tabulky č. 4 a č. 5.

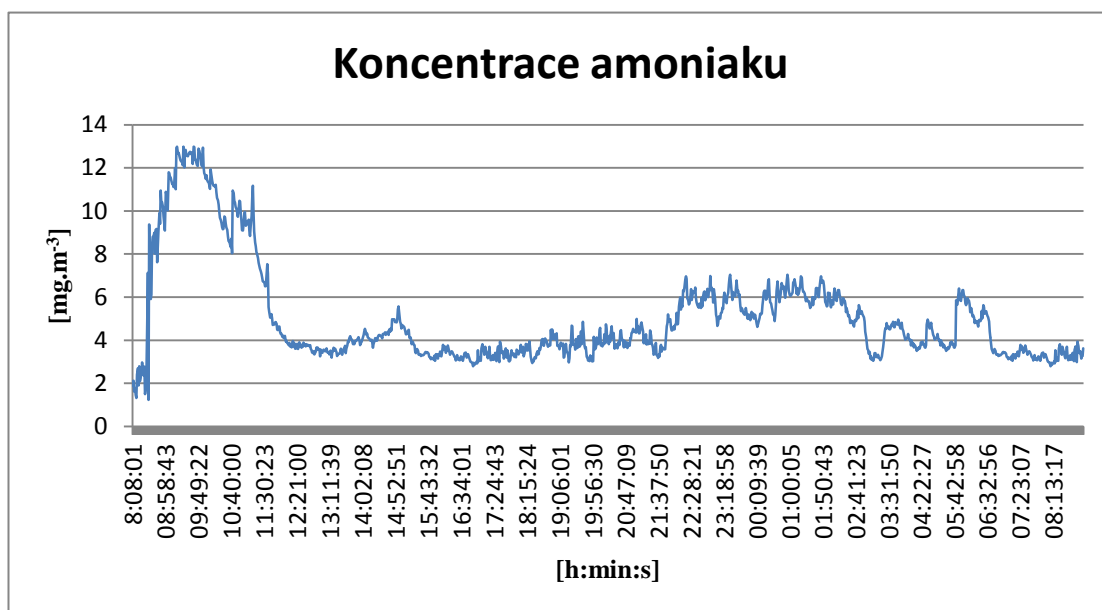
Tabulka č. 4 - Průměrná koncentrace plynů Skalka

Plyn	Průměrná koncentrace [mg.m ⁻³]
Amoniak	5,017
Oxid uhličitý	1611,586
Oxid dusný	0,593
Metan	30,088
Vodní páry	8,324

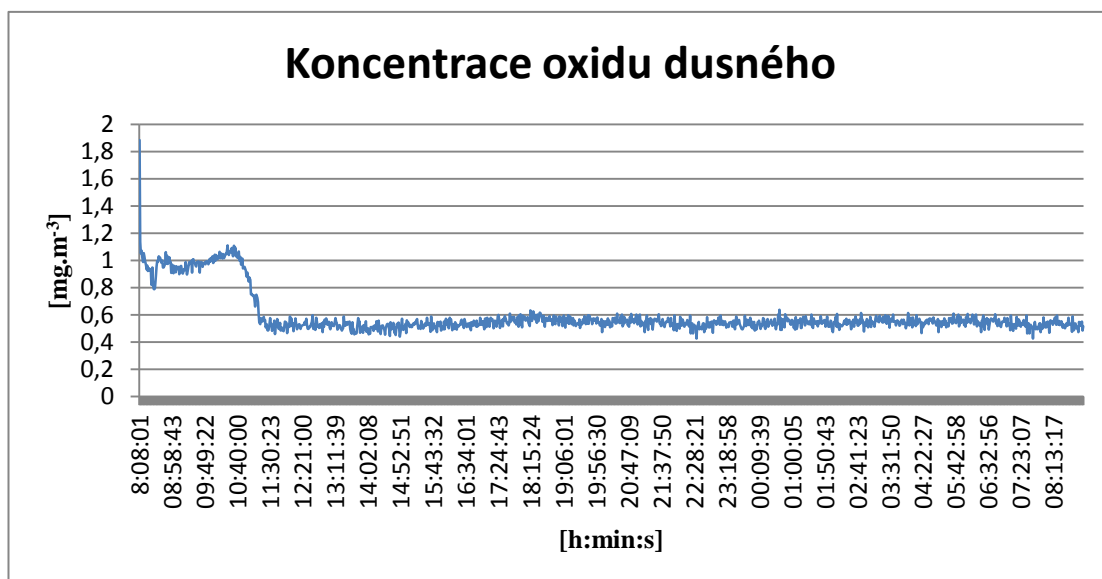
Tabulka č. 5 - Výrobní měrná emise Skalka

Plyn	Výrobní měrná emise [kg ⁻¹ . kus ⁻¹ . rok ⁻¹]
Amoniak	11,533
Oxid uhličitý	3894,960
Oxid dusný	0,838
Metan	72,135
Vodní páry	19,526

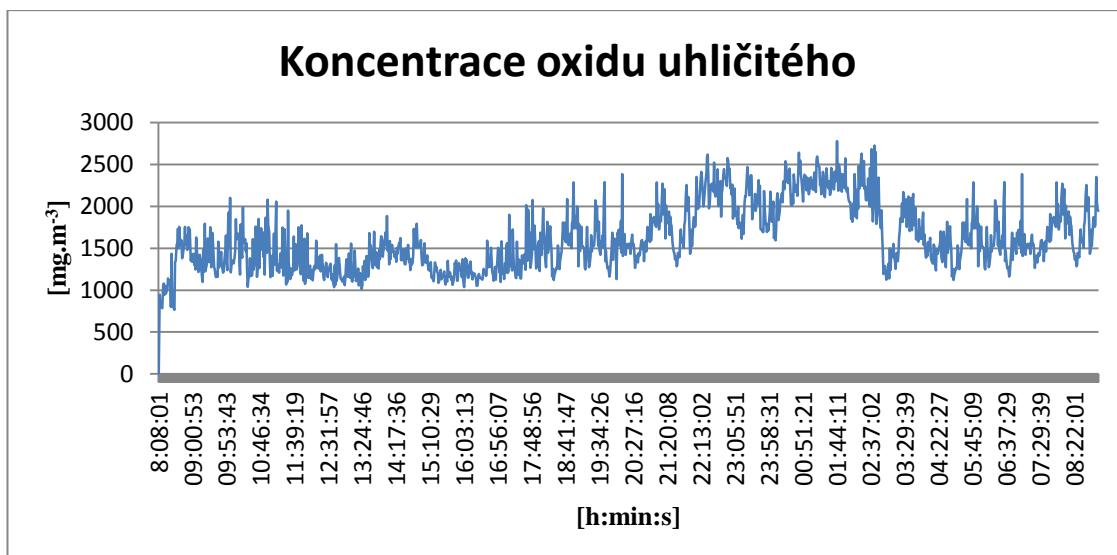
5.1 Grafy



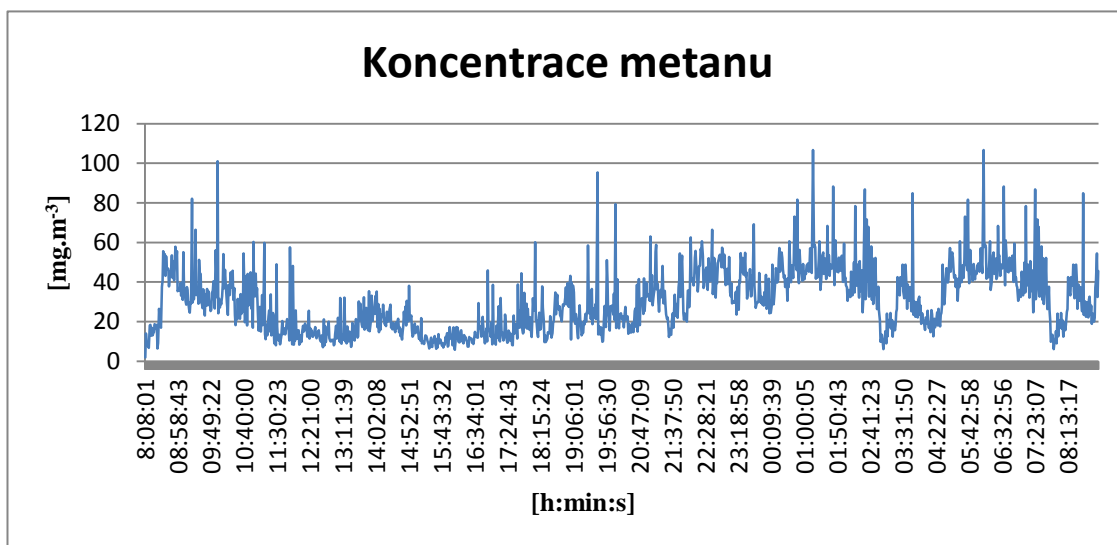
Graf č. 1 – Koncentrace amoniaku



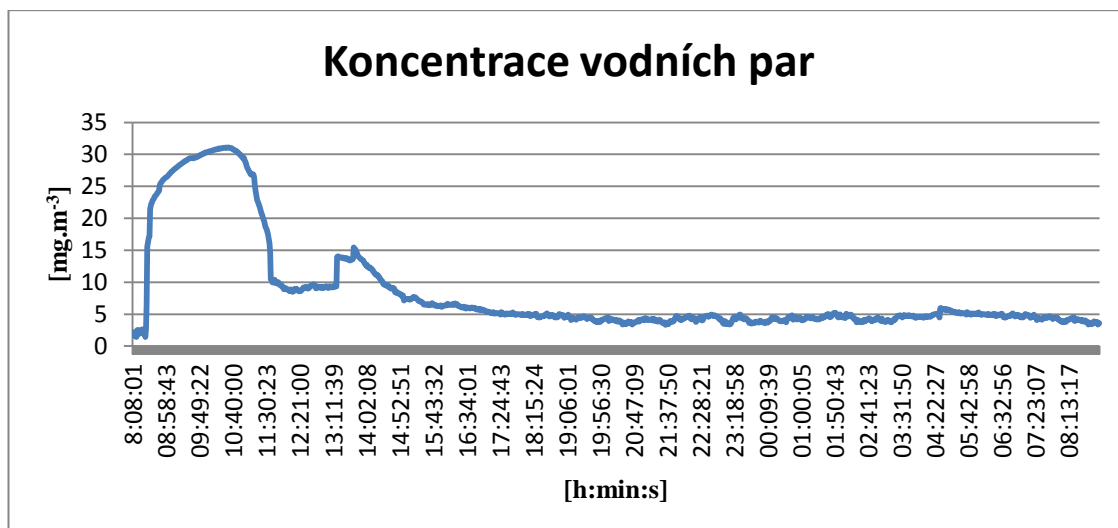
Graf č. 2 – Koncentrace oxidu dusného



Graf č. 3 – Koncentrace oxidu uhličitého



Graf č. 4 – Koncentrace metanu



Graf č. 5 – Koncentrace vodních par

5.2 Vyhodnocení výsledků statistickými metodami

Pro vyhodnocení výsledků byly zvoleny statistické metody korelačního koeficientu a regresivní přímky. Pro tyto metody potřebujeme dva subjekty, které budeme mezi sebou porovnávat. V tomto případě bylo zvoleno měření ze ZD Skalka Lipí jako první subjekt a měření z bakalářské práce KOLÁŘ (2013) z farmy Seval ve Valdově jako subjekt druhý viz tabulka č. 6. Statistická metoda korelačního koeficientu nám poukazuje na stupeň závislosti mezi dvěma subjekty. Je možné, ho vypočítat pomocí jiných statistických metod jako je rozptyl a směrodatná odchylka. Nebo je možné použít program MS Excel, ve kterém se počítá korelační koeficient pomocí statistické funkce CORREL.

Tabulka č. 6 - Porovnání průměrné koncentrace plynů ze ZD Lipí a farmy Seval Valdov

Plyn	Lipí [mg . m ⁻³]	Valdov [mg . m ⁻³]
Amoniak	5,017	0,704
Oxid uhličitý	1611,586	1055,478
Oxid dusný	0,593	0,497
Metan	30,088	6,818

Tabulka č. 7 - Výsledné korelační koeficienty

	Amoniak	O. uhličitý	O. dusný	Metan	V. páry
Korelační koeficient (r_{xy})	0,1468	-0,0213	-0,0466	-0,0537	-0,2266

Tabulka č. 8 - Stupně korelační závislosti

Koeficient korelace	Stupeň závislosti
$0,3 < r_{xy} $	Nízký stupeň závislosti
$0,3 \leq r_{xy} < 0,5$	Mírný stupeň závislosti
$0,5 \leq r_{xy} < 0,7$	Střední stupeň závislosti
$0,7 \leq r_{xy} < 0,9$	Vysoký stupeň závislosti
$0,9 \leq r_{xy} < 1,0$	Velmi vysoký stupeň závislosti
$ r_{xy} = 1,0$	Matematická závislost

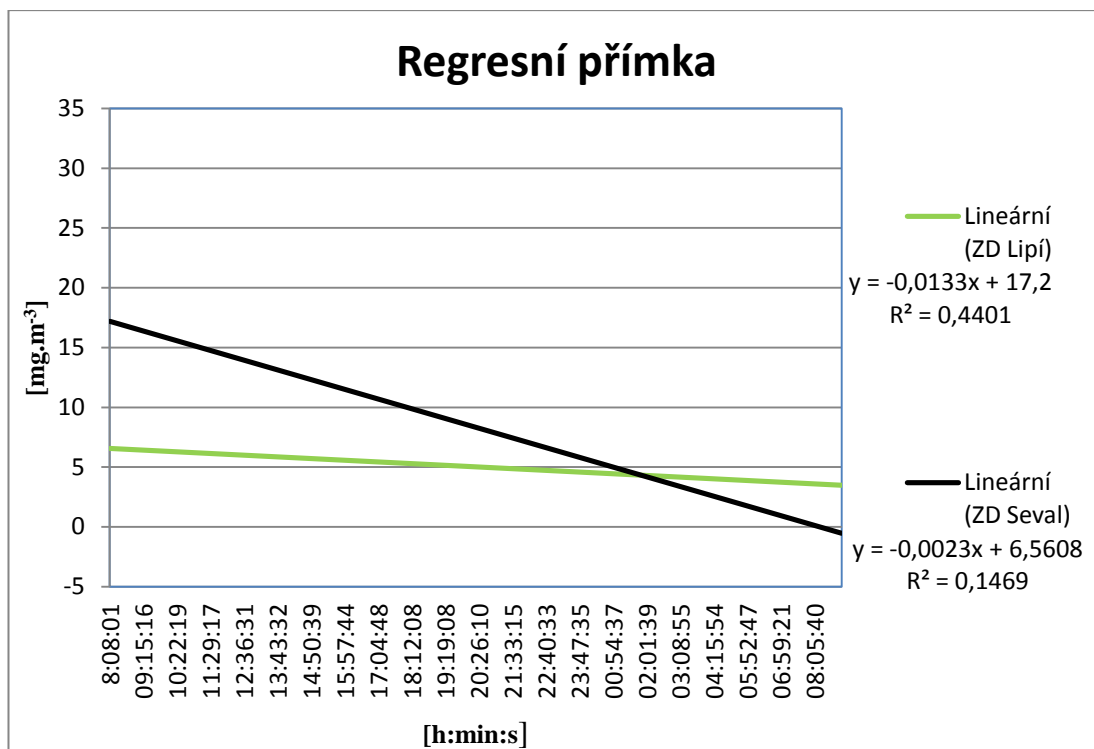
Zdroj: ČERMÁKOVÁ, (1995)

Regresní analýza

Je statistická metoda, která nám pomáhá prozkoumat vztah mezi dvěma subjekty (proměnnými). Tyto dvě proměnné nazýváme nezávisle proměnnou a závisle proměnnou. Regresní analýza nám pomáhá pochopit, jak se změní hodnota závislé proměnné v návaznosti na hodnotu proměnné nezávislé.

Rovnice pro ZD Skalka Lipí je dána tímto přepisem: $y = -0,013x + 17,2$.

Rovnice pro farmu Valdov je dána tímto přepisem: $y = -0,002x + 6,560$.



Graf č. 6 – Regresní přímka

5.3 Porovnání s ostatními provozy

Pro porovnání výsledných hodnot výrobní měrné emise byly zvoleny různé provozy s odlišnými technologiemi chovu. V tabulce číslo 5 jsou hodnoty naměřené v zemědělském družstvu Skalka. V tabulce číslo 9 jsou hodnoty naměřené na farmě SEVAL ve Valdově. V tabulce číslo 10 jsou uvedeny hodnoty z chovu produkčních dojnic uvedené v závěrečné zprávě o řešení projektu QH72134: Výzkum základních environmentálních aspektů v chovech hospodářských zvířat z hlediska skleníkových plynů, prachu, pachu a hluku, podporujících welfare zvířat a tvorbu BAT.

Tabulka č. 5 - Výrobní měrná emise Skalka

Plyn	Výrobní měrná emise [kg ⁻¹ . kus ⁻¹ . rok ⁻¹]
Amoniak	11,533
Oxid uhličitý	3894,960
Oxid dusný	0,838
Metan	72,135

Tabulka č. 9 - Výrobní měrná emise Valdov

Plyn	Výrobní měrná emise [kg ⁻¹ . kus ⁻¹ . rok ⁻¹]
Amoniak	3,383
Oxid uhličitý	5926,34
Oxid dusný	2,221
Metan	37,716

Zdroj: Bc práce autor

Tabulka č. 10 - Výrobní měrná emise pro chov produkčních dojnic

Plyn	Výrobní měrná emise [kg ⁻¹ . kus ⁻¹ . rok ⁻¹]
Amoniak	9,23
Oxid uhličitý	852,00
Metan	16,24
Oxid dusný	0,42

Zdroj: JELÍNEK, (2011a)

6. Diskuze

Snížením emisí je možno docílit častějším odklizem kejdy či staré podestýlky ze stájí. Volit lepší hospodaření se statkovými hnojivy, zejména jejich skladování a zapravení na polích. Dalším krokem pro snížení emisí může být úprava krmné směsi a vody, což se ale používá spíše v chovech prasat a drůbeže. Je také možné zmenšit naměřené emise ve stájích zlepšením větrání a proudění vzduchu v objektech. Tímto způsobem však měníme stájové mikroklima, ale nezabraňujeme vzniku emisí.

Závisí množství výrobní měrné emise amoniaku na technologii ustájení?

Ano. Technologie ustájení má významný vliv na naměřené hodnoty zátěžových plynů. Například ustájení na hluboké podestýlce, kdy může být údržba stáje zanedbaná, zvyšuje nasáklá podestýlka, která je neustále rozšlapávána zvířaty, spolu s exkrementy uvolňování zátěžových plynů, zejména amoniaku. Tím se zhoršuje stájové mikroklima a celkové walfare zvířat. Je vhodné podestýlku odklízet častěji, nebo volit technologii ustájení s roštovou podlahou, kdy se oddělí kapalně a tuhé výkaly.

Spĺňuje vybraný provoz podmínky "Správné zemědělské praxe"?

Ne. Dle mého názoru zemědělské družstvo Skalka, kde proběhlo měření, nehospodaří úplně přesně podle nejlepších dostupných technik. Národným příkladem může být jímka hned vedle stáje, do které je shromažďovaná veškerá kejda. Jímka má velkou plochu hladiny a z toho důvodu není nijak omezeno odpařování plynů.

Komentář ke grafům: Z výše uvedených grafů č. 1 až č. 5 je zřejmý průběh měření každého z plynů. Větší výchylky jsou ovlivňovány pohybem zvířat, průjezdem traktoru, krměním a pohybem vzduchu ve stáji.

Zhodnocení statistickými metodami: Korelačním koeficientem bylo prokázáno, že dva hodnocené subjekty mají na sobě nízký stupeň závislosti. V regresní analýze vyšly hodnoty spolehlivosti R^2 0,440 pro ZD Skalka Lipí a R^2 0,146 pro farmu Seval. Obecně se dá říct, že čím více se koeficient R^2 blíží k hodnotě 1, tím je výsledek spolehlivější. Zjednodušeně můžeme říct, že výše koncentrace plynů není silně ovlivněna denní dobou.

Porovnání s ostatními provozy: V zemědělském družstvu Skalka Lipí byla naměřena výrobní měrná emise pro amoniak 11,533 [$\text{kg}^{-1} \cdot \text{kus}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$], na farmě Seval byla naměřena hodnota 3,383 [$\text{kg}^{-1} \cdot \text{kus}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$] a JELÍNEK (2011a) uvádí v závěrečné zprávě o řešení projektu QH72134 hodnotu 9,23 [$\text{kg}^{-1} \cdot \text{kus}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$]. Rozdíly v naměřených hodnotách se můžou lišit díky použité technologii ustájení, konstrukci stáje a povětrnostním vlivům. V nařízení vlády č. 294/2011 Sb. "tabulka 3.1 Emisní faktory pro vyjmenované zemědělské zdroje" je udávána hodnota 10 [$\text{kg}^{-1} \cdot \text{kus}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$] amoniaku v chovu dojnic. Překročení této hodnoty v ZD Skalka Lipí je dána konstrukcí stáje. V chovu skotu je oproti chovu prasat a drůbeže měření amoniaku a ostatních plynů obtížnější z hlediska nemožnosti přesného stanovení průtoku odpadního vzduchu díky otevřeným větraným stájím.

7. Závěr

Zadání této diplomové práce zní měření a vyhodnocení produkce emisních plynů ve vybraném provozu s chovem skotu, návrhy na jejich snižování a hodnocení zásad „Správné zemědělské praxe“.

Vlastní měření proběhlo dne 13. 1. 2016 a 14. 1. 2016 v zemědělském družstvu Skalka v Lipí u Českých Budějovic, které ochotně poskytlo stáj. K měření byl použit fotoakustický přístroj INNOVA spolu s přepínačem odběrných míst Multipoint samolet INNOVA 1309. Bylo měřeno celkem pět plynů pomocí šesti odběrných míst po celé stáji. Dále byly využity přístroje pro získání potřebných doprovodných dat, jako je teplota a proudění vzduchu. V době měření se ve stáji nacházelo 151 kusů skotu dojného typu o průměrné hmotnosti 580kg.

Všechna naměřená data byla graficky vyhodnocena, byla spočítána průměrná koncentrace a výrobní měrná emise kilogramu plynu na kus zvířete za rok. Všechny výsledky měření jsou vyobrazeny v kategorii Výsledky měření. Statistickými metodami bylo zhodnoceno, že dva posuzované subjekty mají na sobě nízký stupeň závislosti.

V diskuzi jsem se pokusil nastínit některé návrhy na snížení emisí a zodpovědět otázku zda podnik hospodaří podle nejlepších dostupných technik.

8. Seznam použité literatury

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

AMON B., AMON T., BOXBERGER J., POLLINGER A., ZAUSSINGER A., (1996).: Development of a method to determine emission rates from agriculture, Bodenkultur. Vienna, Pages 247-253., ISSN 0006-5471.

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

ASTERAKI E. J., MATTHEWS R. A., PAIN B. F., (1997).: Ammonia emissions from beef cattle bedded on straw. In: Ammonia and Odour Emissions From Animal Production Facilities, Vol. I. J. A. M. Voermans and G. J. Monteny (Eds.). Rosmalen, The Netherlands, Pages 343-347., ISSN 0023-7795.

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

ČERMÁKOVÁ A., STŘELEČEK F., (1995).: Statistika I., České Budějovice, skripta ZF JU, 172s.

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.

JELÍNEK A., (2011a).: Závěrečná zpráva o řešení projektu QH72134: Výzkum základních environmentálních aspektů v chovech hospodářských zvířat z hlediska skleníkových plynů, prachu, pachu a hluku, podporujících welfare zvířat a tvorbu BAT

MILICH, L., (1999).: The role of methane in global warming: where might mitigation strategies be focused?. *Global Environmental Change*, Volume 9, Issue 3, Pages 179–201., ISSN 0959-3780.

MONTENY G. H. and ERISMAN J. W., (1998).: Ammonia emission from dairy cow buildings: a review of measurement techniques, influencing factors and possibilities for reduction. *Netherlands Journal of Agricultural Sciences*, January 1999. Volume 2, Pages 225-247., ISSN 1573-5214.

SCHÜLZE P., RÖMER G., and BOECKER P., (1997).: Amount and limitation of ammonia emission from stored solid manure. *Proceedings of the International symposium on ammonia and Odour control from Animal Production Facilities, Nutrient Cycling in Agroecosystems*, Volume 60, Issue 1-3, Pages 43-48., ISSN 0023-7795.

SUTTON A. L., KEPHARD K. B., PATTERSON J. A., MUMMA R., KELLY D. T., BOGUS E., JONES D. D., HABER A., (1996). Manipulating swine diets to reduce ammonia and odour emission. In: *Proc. 1st. International Conference Air Pollution from Agricultural Operations*, Pages 445., ISSN 2334-4415.

VIGURIA M., SANZ-COBEÑA A., LÓPEZ D. M., ARRIAGA H., MERINO P., (2015). Ammonia and greenhouse gas emission from impermeable covered storage and land application of cattle slurry to bare soil. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volume 199, Pages 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, Volume 135, Issue 3, Pages 399–406., ISSN: 0269-7491.

Internetové zdroje:

<http://www.la-ma.cz/?p=11> „staženo dne 24. 11. 2015“

<http://www.euromarina.cz/pocasi/meteorologie/atmosfera.htm> „staženo dne 24. 11. 2015“

<http://www.komenskeho66.cz/materialy/zemepis/pedosfera.htm#pedosfera> „staženo dne 24. 11. 2015“

<http://planety.astro.cz/zeme/1945-hydrosfera> „staženo dne 24. 11. 2015“

<http://www.in-pocasi.cz/clanky/teorie/sklenikovy-efekt/> „staženo dne 29. 11. 2015“

<http://www.ippc.cz/> staženo dne 11. 12. 2015“

<http://www.ippc.cz/obsah/nejlepsi-dostupne-techniky/hlediska-vyberu-bat/> „staženo dne 11. 12. 2015“

www.unece.org/env/lrtap/ „staženo dne 11. 12. 2015“

http://www.mzp.cz/cz/videnska_umluva_montrealsky_protokol_dokument „staženo dne 11. 12. 2015“

http://www.mzp.cz/cz/kjotsky_protokol „staženo dne 11. 12. 2015“

http://unfccc.int/meetings/paris_nov_2015/meeting/8926.php „staženo 11. 2. 2016“

<http://www.irz.cz/repository/latky.pdf> „staženo dne 22. 2. 2016“

http://www.skepticalscience.com/arg_vapor_cz.htm „staženo dne 22. 2. 2016“

http://www.emise.cz/sysdata/file/582_6-Dedina-ZemedelaskeZdroje.pdf „staženo dne 11. 2. 2016“

8.1 Použité obrázky

Obrázek č. 1 - Skleníkový efekt, zdroj: <http://www.in-pocasi.cz/clanky/teorie/sklenikovy-efekt/>, („staženo dne 29. 11. 2015“).

Obrázek č.2 – Měřicí přístroj INNOVA, zdroj: http://www.r-expo.jp/exhiSearch/FC/en/search_detail.php?id=1191, („staženo dne 29. 1. 2016“).

Obrázek č. 3 - Princip činnosti přístroje INNOVA, zdroj: <http://www.oleinitec.fi/Innova%201412%20fotoakustinen%20kaasuanalysaattori.htm>, („staženo dne 29. 1. 2016“).

Obrázek č. 4- Přepínač odběrných míst INNOVA, zdroj: <http://www.3si.co.in/innova-1309.htm>, („staženo dne 29. 1. 2016“).

Obrázek č. 5 - Měřicí přístroj Commeter D4141, zdroj: <http://www.wuntronic.com/en/index.php?site=2&xid=65&subid=79&sub2id=125&pid=265>, („staženo dne 29. 1. 2016“).

Obrázek č. 6 - Měřicí přístroj LOGGER S3120, zdroj: <http://www.cometsystem.cz/products/reg-S3120>, („staženo dne 29. 1. 2016“).

Obrázek č. 7 - Měřicí přístroj Testo 435, zdroj: <http://www.testo.cz/online/abaxx-?part=PORTAL.CZE.SimpleContentDesk&sevent=show-from-menu&categoryid=5757024>, („staženo dne 29. 1. 2016“).

Obrázek č. 8 - Stáj v Lipí

Obrázek č. 9 – Umístění přístroje INNOVA

Obrázek č. 10 – Umístění sond

Obrázek č. 11 – Umístění přístroje LOGGER S3120

Obrázek č. 12 – Umístění přístroje Testo 435

8.2 Použité tabulky

Tabulka č. 1 - Zastoupení plynů v atmosféře: Zdroj: <http://www.euromarina.cz/pocasi/meteorologie/atmosfera.htm>, („staženo dne 24. 11. 2015“)

Tabulka č. 2 - Zvyšování koncentrací skleníkových plynů: Zdroj: MILICH, (2009)

Tabulka č. 3 - Výše emisních limitů: Zdroj: http://www.emise.cz/sysdata/file/582_6-Dedina-ZemedelaskesZdroje.pdf, („staženo dne 10. 4. 2016“)

Tabulka č. 4 - Průměrná koncentrace plynů Skalka

Tabulka č. 5 - Výrobní měrná emise Skalka

Tabulka č. 6 - Porovnání průměrné koncentrace plynů ze ZD Lipí a farmy Seval Valdov

Tabulka č. 7 - Výsledné korelační koeficienty

Tabulka č. 8 - Stupně korelační závislosti: Zdroj: ČERMÁKOVÁ, (1995)

Tabulka č. 9 - Výrobní měrná emise Valdov: Zdroj: Bc práce autor

Tabulka č. 10 - Výrobní měrná emise pro chov produkčních dojnic: Zdroj: JELÍNEK, (2011)

8.3 Použité grafy

Graf č. 1 – Koncentrace amoniaku

Graf č. 2 – Koncentrace oxidu dusného

Graf č. 3 – Koncentrace oxidu uhličitého

Graf č. 4 – Koncentrace metanu

Graf č. 5 – Koncentrace vodních par

Graf č. 6 – Regresní přímka

