

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4106 Zemědělská specializace
Studijní obor: Dopravní a manipulační prostředky
Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky
Vedoucí katedry: doc. Ing. Antonín Jelínek, CSc.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Systemy měření zátěžových plynů (NH_3 , CH_4 , NO_2) ve stájích hospodářských zvířat

Vedoucí bakalářské práce : doc. Ing. Antonín Jelínek, CSc.
Konzultanti bakalářské práce : doc. Ing. Antonín Jelínek, CSc.

Autor : Jan Pour

České Budějovice, březen 2012

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta zemědělská
Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jan POUR**
Osobní číslo: **Z09074**
Studijní program: **B4106 Zemědělská specializace**
Studijní obor: **Dopravní a manipulační prostředky**
Název tématu: **Systémy měření zátěžových plynů (NH₃, CH₄, NO₂) ve stájích hospodářských zvířat.**
Zadávací katedra: **Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky**

Zásady pro vypracování:

Problematika zlepšení prostředí, zvláště pak ochrana ovzduší před znečištěním ze zemědělské činnosti je jedním z hlavních témat současnosti.

V práci se zaměřte a proveďte:

1. Přehled legislativy související s ochranou ovzduší ve vztahu k zemědělství.
2. Přehled možností měření zátěžových plynů.
3. Sestavené vhodné metodiky měření pro kategorii hospodářských zvířat.
4. Využití možnosti měření v BAT - centru ZF a vyhodnocení naměřených hodnot a doporučení pro praxi.

Rozsah grafických prací: obrázky, fotografie dle potřeby
Rozsah pracovní zprávy: 40 - 50 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:


Zákon na ochranu ovzduší 82/2002 Sb;
NV 615 k zákonu o ochraně ovzduší;
Zákon o integrované prevenci 72/2002 Sb.;
BREF pro intenzivní chovy hospodářských zvířat;
Firemní literatura.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Antonín Jelínek, CSc.**
Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Datum zadání bakalářské práce: 15. února 2011
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2012


prof. Ing. Miroslav Šoch, CSc.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDELSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studená 13
370 05 České Budějovice


doc. Ing. Antonín Jelínek, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 23. března 2011

Prohlášení autora

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

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.

21. 12. 2011

Podpis studenta

.....

Poděkování

Touto cestou bych velice rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce panu doc. Ing. Antonínu Jelínkovi, CSc., za poskytnutí cenných rad a připomínek při zpracovávání bakalářské práce. Také bych rád poděkoval zemědělskému obchodnímu družstvu Starosedlský Hrádek, zejména panu Ing. Vaníkovi za poskytnuté materiály potřebné k vypracování této práce.

ABSTRAKT:

„Systémy měření zátěžových plynů (NH₃, CH₄, NO₂) ve stájích hospodářských zvířat.“

Problematika zlepšení prostředí, zvláště pak ochrana ovzduší před znečištěním ze zemědělské činnosti je jedním z hlavních témat současnosti. Jednou z perspektivních možností snížení zátěžových plynů je využívání přístroje Envirolyte ELA 1600, který mění solný roztok na roztok sanitační a tím snižuje produkci zátěžových plynů hospodářskými zvířaty. Tato bakalářská práce se zabývá měřením zátěžových plynů ve stájích hospodářských zvířat. Popisuje, jak lze podle schválených způsobů měřit emise amoniaku, metanu, oxidu dusného a oxidu uhličitého.

Klíčová slova: životní prostředí; amoniak; skleníkové plyny; technologie BAT; přístroj Envirolyte ELA 1600.

SUMMARY:

„Systems of burden gas (NH₃, CH₄, NO₂) monitoring in industrial livestock stables.“

Problematic of environment protection, especially atmosphere protection against pollution from agricultural activities is nowadays one of the most important topics. One of the perspective possibilities how to reduce burden gases amount is the device Envirolyte ELA 1600, which can transform the salt solution into the sanitation solution and this way reduce industrial livestock's production of burden gases. This bachelor thesis is concerned to monitoring of burden gases in industrial livestock stables. It describes, how can be measured levels of ammonia, methan, nitrogen dioxid and carbon dioxid.

Keywords: environment, ammonia, greenhaus gas, BAT technology, Envirolyte ELA 1600 device.

Obsah

1	Literární přehled	11
1.1	Historický vývoj a současnost legislativy ochrany ovzduší ČR.....	11
1.2	Legislativa související s ochranou ovzduší ve vztahu k zemědělství.....	11
1.2.1	Zákon č. 86/2002 Sb. Zákon o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů (zákon o ochraně ovzduší) ve znění zákona č. 472/2005 Sb.	11
1.2.2	Zákon č.17/1992 Sb. o životním prostředí.....	12
1.2.3	Zákon č.114/1992 Sb.,.....	13
1.2.4	Směrnice Rady 96/61/EC z 24.9.1996 o integrované prevenci a omezení znečištění (IPPC).....	13
1.2.5	91/676/EHS Směrnice Rady o ochraně vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů (nitrátová směrnice).....	13
1.3	Životní prostředí	14
1.3.1	Litosféra	15
1.3.2	Půda	15
1.3.3	Organismy.....	15
1.3.4	Ekosystém.....	16
1.3.5	Energie	16
1.3.6	Voda.....	17
1.3.6.1	Znečištění vody v zemědělství.....	17
1.3.7	Ovzduší	18
1.3.7.1	Znečištění ovzduší.....	18
1.3.7.2	Složení ovzduší.....	19
1.4	Emise	20
1.4.1	Emisní limit.....	20
1.4.2	Emise vypouštěné do ovzduší zemědělstvím.....	20
1.4.3	Imise.....	21
1.5	Amoniak (NH ₃).....	21
1.5.1	Zdroje emisí	22
1.5.2	Použití	23
1.6	Skleníkový efekt	23

1.6.1	Skleníkové plyny	23
1.6.1.1	Kjötský protokol.....	24
1.6.2	Metan (CH ₄).....	24
1.6.2.1	Zdroje.....	25
1.6.3	Oxid dusný (N ₂ O)	26
1.6.3.1	Použití.....	26
1.6.3.2	Zdroje.....	27
1.6.4	Oxid uhličitý (CO ₂).....	27
1.6.4.1	Použití.....	28
1.6.5	Vodní pára.....	28
1.6.6	Chlorofluorované uhlovodíky (CFC).....	28
1.6.7	Ozón (O ₃).....	29
1.7	Možnosti měření zátěžových plynů	29
1.7.1	Měření emisí amoniaku ze zdrojů znečištění ovzduší.....	29
1.7.1.1.	Metoda odměrného stanovení (ČSN 83 4728 část 3).....	30
1.7.1.2	Metoda fotometrického stanovení (ČSN 83 4728 část 4).....	33
1.7.1.3	Metoda potenciometrická (ČSN 83 4728 část 5).....	35
1.7.1.4	Metoda indofenolová (ČSN 835711).....	37
1.7.1.5	Fotoakustická spektrometrie.....	40
1.7.2	Metody měření vlhkosti vzduchu	40
1.7.2.1	Absolutní vlhkost.....	41
1.7.2.2	Relativní vlhkost.....	41
1.7.2.3	Měrná vlhkost.....	42
1.7.3	Stanovení oxidu uhličitého	42
1.7.3.1	Manuální metody stanovení.....	42
1.7.3.2	Instrumentální <i>on-line</i> metody stanovení.....	43
1.7.3.3	Normované metody stanovení.....	43
1.7.4	Stanovení metanu.....	44
1.7.4.1	Manuální metody stanovení.....	44
1.7.4.2	Instrumentální <i>on-line</i> metody stanovení.....	44
1.7.4.3	Normované metody stanovení.....	45

1.7.5	Stanovení oxidu dusného	45
1.7.5.1	Manuální metody stanovení.....	45
1.7.5.2	Instrumentální <i>on-line</i> metody stanovení.....	45
1.7.5.3	Normované metody stanovení.....	45
2	Cíl práce.....	46
3	Metodika	46
3.1	Popis měřicího přístroje použitého pro měření zátěžových plynů ve stáji	46
3.2	Měření teploty a relativní vlhkosti ve stáji	49
3.2.1	Digitální záznamový termohydrobarometr s externí sondou Commeter D4141	49
3.2.2	Záznamník teploty a relativní vlhkosti s displejem LOGGER S3120....	50
4	Vlastní práce	51
4.1	Zemědělské obchodní družstvo Starosedlský Hrádek	51
4.2	Popis stáje	52
4.3	Účel měření.....	53
4.4	Popis zařízení.....	53
4.4.1	Krmení prasat.....	53
4.5	Envirolyte ela 1600.....	54
4.6	Způsob měření	54
4.6.1	Průběh měření	55
4.7	Výsledky měření	55
4.7.1	Porovnání naměřených výsledků	64
5	Závěr	65
6	Seznam použité literatury	66
6.1	Použité obrázky:	69
6.2	Použité tabulky	69
6.3	Seznam dalších použitých zdrojů	70

Úvod

Ovzduší je pro člověka jednou z nejdůležitějších složek životního prostředí, bez které se nemůže obejít. Vdechovaný vzduch a všechny složky, které obsahuje se dostávají do nitra lidského těla a přímo tak působí na zdraví člověka. Proto je kvalita ovzduší věnována velká pozornost jak na národní a evropské, tak na mezinárodní úrovni.

Základní právní normou upravující způsob řízení a hodnocení kvality ovzduší je zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší. Zákon o ochraně ovzduší uvádí, že řízení a posuzování kvality ovzduší se provádí na úrovni zón a aglomerací. Jako zóny byly definovány všechny kraje s výjimkou Moravskoslezského, který je stejně jako Hlavní město Praha a město Brno definován jako aglomerace. V únoru 2012 byla provedena novela zákona. [1]

Stále se zhoršující stav životního prostředí nutí všechny státy světa důsledněji se věnovat kontrole využívání přírodních zdrojů, průmyslové a zemědělské produkce a tím zaručit trvale udržitelný rozvoj a zachování plné rozmanitosti rostlinných a živočišných druhů.

Emise plynů ze zemědělských činností, hlavně pak z chovů hospodářských zvířat, ovlivňují životní prostředí stejně, jako emise plynů z dopravy a průmyslu. Emise plynů, zvláště pak amoniaku mají prokazatelně negativní vliv na životní prostředí. Zemědělství produkuje až 90% celosvětové produkce amoniaku a dále pak metan, oxid uhličitý, oxid dusný a další, v mnoha případech toxické plyny. Tato skutečnost je celosvětově vnímána a jsou přijímány úmluvy, které mají za cíl vliv emisí plynů na životní prostředí omezit.

Důležitým mezinárodním dokumentem, který ČR přijala, je "Protokol k úmluvě o dálkovém znečišťování ovzduší přesahující hranice států" z r. 1979, ke kterému byl přijat dodatek – Protokol k omezování acidifikace, eutrofizace a tvorby přízemního ozónu z r. 1999 (Göteborgský protokol).

V dodatku v příloze IX – Opatření pro omezení emisí amoniaku ze zemědělských zdrojů se státy zavazují, že budou snižovat ztráty z celého dusíkového cyklu a dodržovat zásady.

Budou využívány systémy ustájení , které prokazatelně snižují emise amoniaku ve stájích minimálně o 20%, zvláště u kategorií prasat a drůbeže v porovnáním s referenčními technologiemi. [2]

1 Literární přehled

1.1 Historický vývoj a současnost legislativy ochrany ovzduší ČR

V bývalém Československu byly přijaty dva zákony na ochranu ovzduší, které odlišným působením ovlivňovaly jeho kvalitu. Prvním z nich byl zákon 35/1967 Sb., který byl založen na imisním principu. Znamenal eskalaci znečištění na větší vzdálenosti a vstup znečišťujících látek do dálkového přenosu přes hranice států. Podle tohoto zákona byl výrazný nárůst znečišťování ovzduší s mezinárodními důsledky.

V roce 1989 byl přijat druhý, zákon 309/1991 Sb. o ochraně ovzduší před znečišťujícími látkami, který zavedl podmínky pro provoz zdrojů a emisní limity. Podle tohoto zákona se podařilo významně snížit emise celé řady znečišťujících látek do ovzduší.

Vstup České republiky do Evropské unie a technologický vývoj v oblasti zařízení k odlučování znečišťujících látek vedly k tomu, že v roce 2002 byl přijat zákon 86/2002 Sb. na ochranu ovzduší, a to, který byl v roce 2005 novelizován (zákon č. 475/2005 Sb.) Ten společně s prováděcími vyhláškami a dalšími souvisejícími předpisy odráží vývoj v ochraně atmosféry za poslední desetiletí a skýtá zmocnění pro přebírání zákonných předpisů EU.

1.2 Legislativa související s ochranou ovzduší ve vztahu k zemědělství

1.2.1 Zákon č. 86/2002 Sb. Zákon o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů (zákon o ochraně ovzduší) ve znění zákona č. 472/2005 Sb.

Tento zákon v souladu s právem Evropských společenství stanovuje práva a povinnosti osob a působnost správních úřadů při ochraně vnějšího ovzduší před vnášením znečišťujících látek lidskou činností, při zacházení s regulovanými látkami, které poškozují ozonovou vrstvu Země a s výrobky obsahující tyto škodlivé látky. Určuje podmínky pro další snižování množství vypouštěných znečišťujících látek, které působí nepříznivě na životní prostředí, hmotný majetek a zdraví lidí a zvířat. Zákon stanoví nástroje ke snižování množství látek ovlivňujících klimatický systém Země. [3]

§ 9 Zjišťování znečišťujících látek

- 1) Emise znečišťujících látek ze zvláště velkých, velkých, nebo středních stacionárních zdrojů zjišťují provozovatelé především měření a v případech stanovených v prováděcím právním předpisu výpočtem. V pochybnostech rozhodne na návrh provozovatele krajský úřad
- 2) Měření emisí se provádí v místě, za kterým již nedochází ke změnám složení vypouštění odpadních plynů do vnějšího ovzduší. Má-li stacionární zdroj několik výdechů, komínů, nebo výpustí, měří se emise na každém z nich. Měření a vyhodnocení naměřených hodnot se provádí jednorázově v termínech stanovených v prováděcím právním předpisu nebo nepřetržitě v průběhu roku (kontinuálním měřením).
- 8) V případech stanovených prováděcím právním předpisem provádí měření znečišťujících látek u stacionárního zdroje provozovatel, a to způsobem stanoveným prováděcím právním předpisem. [3]

§ 10 Zjišťování pachových látek

- 1) Vnášení pachových látek ze stacionárních zdrojů do ovzduší nad míru způsobující obtěžování obyvatelstva není dovoleno
- 2) Prováděcí právní předpis stanoví přípustnou míru obtěžování zápachem a způsob jejího obtěžování pro některé oblasti hospodářství. [3]

1.2.2 Zákon č.17/1992 Sb. o životním prostředí

§ 1 Zákon vymezuje základní pojmy a stanoví základní zásady ochrany životního prostředí a povinnosti právnických a fyzických osob při ochraně a zlepšování stavu životního prostředí a při využívání přírodních zdrojů; vychází přitom z principu trvale udržitelného rozvoje. [3]

1.2.3 Zákon č.114/1992 Sb.,

§ 1 Účelem zákona je za účasti příslušných krajů, obcí, vlastníků a správců pozemků přispět k udržení a obnově přírodní rovnováhy v krajině, k ochraně rozmanitosti forem života, přírodních hodnot a krás, k šetrnému hospodaření s přírodními zdroji a vytvořit v souladu s právem Evropské společnosti v České republice soustavu Natura 2000. Přitom je nutno zohlednit hospodářské, sociální a kulturní potřeby obyvatel a regionální a místní poměry. [3]

1.2.4 Směrnice Rady 96/61/EC z 24.9.1996 o integrované prevenci a omezování znečištění (IPPC)

Z anglického „Integrated Pollution Prevention and Control“, systém integrované prevence a omezování znečištění představuje radikální změnu v přístupu k ochraně životního prostředí ve všech resortech národního hospodářství, tedy i v zemědělství. Smyslem této směrnice je dosáhnout vysoké úrovně ochrany životního prostředí jako celku a najít optimální řešení možných vlivů činnosti na kvalitu životního prostředí a lidské zdraví. Tyto podmínky jsou založeny na použití „Nejlepších dostupných technik“ (Best available techniques - BAT), které vyvažují cenu pro „operátora“ s užitkem pro životní prostředí. Účelem tedy je dosažení integrovaného systému prevence a omezování znečištění, jehož cílem je vyloučení nebo snížení emisí z činností, uvedených v příloze č. I směrnice 96/61/EC, do ovzduší, vody a půdy, včetně opatření týkajících se odpadu. [4]

1.2.5 91/676/EHS Směrnice Rady o ochraně vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů (nitratová směrnice)

- vzhledem k tomu, že čtvrtý akční program Evropských hospodářských společností pro životní prostředí obsahuje záměr Komise vypracovat návrh směrnice o kontrole a snižování znečištění vod způsobovaného vyvážením nebo vypouštěním odpadů z chovu zvířat a nadměrným používáním hnojiv

- vzhledem k tomu, že znečištění vod Společenství z rozptýlených zdrojů je způsobováno hlavně dusičnany pocházejícími ze zemědělství;

- vzhledem k tomu, že z toho důvodu, že znečištění vod dusičnany v jednom členském státě může zasahovat vody v jiných členských státech, je nutné působení na úrovni Společenství v souladu s článkem 130r

Přijala tuto směrnici a cílem je:

- snížit znečištění vod způsobované dusičnany ze zemědělských zdrojů,
- předcházet dalšímu takovému znečišťování. [5]

1.3 Životní prostředí

Již v roce 1967 konfederace UNESCO definovala pojem životní prostředí takto: „Prostředí člověka je ta část světa, se kterou je člověk ve vzájemné interakci (ve vzájemném působení), tj. které používá, ovlivňuje ji a přizpůsobuje se jí.“ [6]

V červnu roku 1972 se ve Švédsku v hlavním městě Stockholmu konala konfederace OSN, která formulovala životní prostředí slovy: „Člověk je součástí i tvůrcem svého prostředí, které mu dává předpoklady pro život a poskytuje mu možnosti pro intelektuální, morální, sociální a duchovní rozvoj. Při dlouhém a strastiplném vývoji lidské rasy na této planetě bylo dosaženo stavu, kdy v důsledku rychlého pokroku ve vědě a technologii získal člověk sílu, aby vytvářel své prostředí nesčetnými způsoby a v rozsahu, který nemá příkladu. Oba aspekty lidského prostředí – prostředí přirozené a umělé – jsou podstatně důležité, aby člověk mohl žít v blahobytu a využívat základních lidských práv – dokonce i samotného práva na život.“ [6]

Životní prostředí je obecně soubor všech vnějších podmínek, životních i neživotných, které obklopují jedince, populaci nebo živý systém a poskytují mu všechny nezbytnosti k životu. Působení je obousměrné. Každý druh organismu na planetě vyžaduje jiné životní podmínky, které jsou jemu vlastní a nezbytné. Člověk je v podstatě součástí přirozených i umělých ekosystémů a nemůže bez nich existovat.

Podle definice Ministerstva životního prostředí České republiky „systém složený z přírodních, umělých a sociálních složek materiálního světa, jež jsou nebo mohou být s uvažovaným objektem ve stálé interakci. Je to vše, co vytváří přirozené podmínky

existence organismů, včetně člověka a je předpokladem jejich dalšího vývoje. Složkami je především ovzduší, voda, horniny, půda, organismy, ekosystémy a energie. [7]

1.3.1 Litosféra

Litosféra je pevný obal Země tvořený zemskou kůrou a nejsvrchnějšími vrstvami zemského pláště. Její tloušťka se pohybuje obvykle v rozpětí 70-100 km, extrémní hodnoty představují zhruba 2 km, kterých dosahuje na oceánské kůře, a 150 km, kterých dosahuje pod masívy horstev. Litosféra nepředstavuje kompaktní obal, je rozčleněna na mohutné bloky - litosférické desky, které „plavou“ na plastické vrstvě zemského pláště. [8]

1.3.2 Půda

Půda vzniká zvětráváním zemské kůry. Fyzikální a chemické vlastnosti půd předurčují jejich zastoupení složek a jejich vzájemné reakce. Nejdůležitějšími chemickými prvky obsaženými v půdě jsou N, P, K, C, Mg, S.

Skládá se z pevné části, což jsou zvětralé nerosty a horniny, z humusu v zastoupení zbytků odumřelých organismů tzv. neživé organické složky. Živá organická složka, která se dělí na edafon (živočichy v půdě) a kořenový systém. Dále se půda ještě skládá z kapalné vody ve které jsou rozpuštěné minerály a plynů jako například N_2 , O_2 , CO_2 .

Znečištění půdy zemědělstvím dochází i navzdory tomu, že jsou k dispozici metody ošetření hnoje, rozmetání hnoje na půdu je stále jeho nejrozšířenějším způsobem aplikace. Hnůj je dobré a kvalitní hnojivo, ale při nadměrné aplikaci na půdu je však hlavním zdrojem emisí do půdy a spodních vod. Z důvodu stavebních chyb nebo chyb při skladování jsou také uvolňovány emise do půdy a do spodních a povrchových vod.

1.3.3 Organismy

Organismus je v biologii i ekologii živá bytost, která má základní metabolické procesy, genetické paměti a jejich chování vede k reprodukci a zachování rodu, druhu. Dále v jejich životě je důležitá evoluce, neboť živé soustavy se neustále dlouhodobě

přizpůsobují měnícím se podmínkám. Organismy se dělí na nebuněčné, jednobuněčné a mnohobuněčné.

1.3.4 Ekosystém

Společenstvo tvoří s biotickým neboli neživým prostředím, v němž žije, ekosystém. Je to základní jednotka, v které dochází k oběhu energie a látek a která je jako celek v neustálém styku se svým okolím v určitém prostoru a čase. Pro popisné účely i jako základ pro analýzu stavu a funkce ekosystému je účelné rozlišovat tyto základní složky zastoupené v každém ekosystému:

- neústrojné (anorganické) látky zapojené do oběhu,
 - ústrojné (organické) látky na rozhraní mezi živou a neživou částí ekosystému (bílkoviny, cukry, tuky, huminové látky atd.),
 - klimatický režim (teplotu, vlhkost a další fyzikální faktory),
 - producenty (autotrofní organismy, především zelené rostliny),
 - konzumenty (heterotrofní organismy, především živočichy, kteří se živí živými těly jiných organismů) a
 - destruenty čili rozkládače (heterotrofní organismy, především saprofytické, jako houby a mikroby, které se živí odpady organismů, jejich mrtvými těly a zbytky).
- [9]

1.3.5 Energie

Energie je skalární fyzikální veličina, která je charakterizována jako schopnost konat práci. Například dodáváme-li nějakému stroji či zařízení energii, stroj koná práci. Nebo konáme-li práci a točíme generátorem elektrické energie, generátor vyrábí elektrickou energii. Energie může být v různé formě, například mechanická energie, elektrická energie, tepelná energie, jaderná energie apod. Různé formy energie se v sebe mohou přeměňovat, vždy však platí zákon zachování energie. Primární zdroji energie nazýváme takové zdroje, které nacházíme v přírodě (např. uhlí, ropa, voda, vítr apod.). Sekundárními zdroji nazýváme takové zdroje, které vznikly přeměnou či zušlechtěním primárních zdrojů (např. benzín, svítiplyn, elektřina apod. [10])

1.3.6 Voda

Voda (H₂O) je významná pro existenci všech životních forem, pro vznik a vývoj života. Je nedílnou součástí těl organismů, které jí obsahují od 60 do 99%.

Má velkou tepelnou kapacitu, což jí umožňuje nakumulovat velké množství tepelné energie. To je v globálním měřítku nesmírně důležité. Oceán pracuje jako jakási obrovská akumulací nádrž, která podle potřeby topí či chladí. Působí i na samotný pevný Zemský povrch svými erozními vlivy. Rozrušuje horniny, vymývá chemické sloučeniny ve vodě rozpustné. Vodní toky odnášejí do moří nesmírné množství pevné složky půdy, úlomků hornin apod. Voda má velmi podstatný vliv na utváření povrchu naší planety.

Zákon který se zabývá vodou je **Zákon č. 254/2001 Sb. - o vodách (vodní zákon) a související předpisy**. Účelem tohoto zákona je chránit povrchové a podzemní vody, stanovit podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů a pro zachování i zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod, vytvořit podmínky pro snižování nepříznivých účinků povodní a sucha a zajistit bezpečnost vodních děl v souladu s právem Evropských společenství. [11]

1.3.6.1 Znečištění vody v zemědělství

Nejzávažnější je kontaminace vody sloučeninami dusíku a fosforu. Zemědělství se na tomto stavu podílí v průměru 40% u dusíku a 32% u fosforu. Vody jsou znečišťovány také při používání, skladování, přepravě a likvidaci nepoužitých pesticidů. Splavováním průmyslových hnojiv srážkami a s erozí půdy (často vlivem špatné agrotechniky) dochází ke kontaminaci povrchové vody. Přebytek dusíku dodávaného zemědělci formou hnojiv, který rostliny nevyužijí a je z půdy vyplaven do vody, představuje množství cca 45 kg na hektar. Podle zdrojů blízkých zemědělství je toto množství výrazně menší : „...Vyplavování fosforu z půdy je velmi malé a ročně se takto ztratí u půdy lehké 3 - 5 kg, střední 2 - 3kg, těžké méně než 2 kg P na ha. V erozních smyslech se dostává do povrchových vod a jezer. ...“ Velmi významné je znečišťování vody fosforem v posledních desetiletích. Původní tvrzení, že fosfor ve vodě nepochází ze zemědělských hnojiv, protože pohyb fosforu v půdě je velmi pomalý vzal

už prokazatelně za své. Přirozený obsah fosforu v půdě je však malý a tak je naprosto nezbytné fosfor k dosažení výnosů doplňovat. Při dlouhodobých deštích, nebo při průsaku mohou odpady ze silážních jam znamenat ohrožení vod v okolí. Vážné škody způsobují poškozená zemědělská zařízení, nebo nesprávné nakládání s odpady. [12]

1.3.7 Ovzduší

Vzduch je směs plynů tvořící plynný obal Země - atmosféru - sahající až do výše asi 10 000 km. Má vliv na všechny chemické proměny jak v nerostné přírodě respektive v neživé přírodě, tak i v živých organismech. Prakticky všechny živé organismy (živá příroda) by bez kyslíku z ovzduší nemohly vůbec existovat. Má i své významné fyzikálně chemické vlastnosti, jedná se zejména o transport vody neboli koloběh vody v ovzduší. Kromě toho tepelná kapacita vzduchu udržuje na Zemi teplotu přijatelnou pro život, jinak by na noční straně naší planety byl mráz několika desítek stupňů, kdežto na denní straně by bylo více než stostupňové horko. Je také důležitou průmyslovou surovinou. [13]

1.3.7.1 Znečištění ovzduší

Znečištění ovzduší mění přírodní vlastnosti zemské atmosféry. Odhaduje se, že 90% všech znečišťujících látek v ovzduší má původ z přírodních zdrojů jako je eroze půdy a hornin, vulkanická činnost, přírodní požáry atd.

Zdroje antropogenního původu představuje, zemědělství, průmysl, doprava, komunální zdroje, spalovny apod.

Současná legislativa rozděluje zdroje znečišťování ovzduší na mobilní a stacionární. Stacionární zdroje se dělí podle míry vlivu na kvalitu ovzduší na velké, střední a malé. Dále dělí podle technického a technologického uspořádání na zařízení spalovacích technologických procesů, ve kterých se oxidují paliva za účelem využití vyvinutého tepla, spalovny odpadů a zařízení schválená pro spoluspalování odpadu s palivy a ostatní stacionární zdroje.

Znečišťující látka je jakákoliv látka vnesená do vnějšího ovzduší, nebo v něm druhotně vznikající, která může mít po fyzikální, nebo chemické přeměně nebo při spolupůsobení s jinou látkou škodlivý vliv na zdraví a pohodu lidí, zvířat, na životní prostředí, na klimatický systém Země nebo na hmotný majetek.

Podle statistického úřadu Eurostat je zemědělství v Evropské unii po energetice druhým největším znečišťovatelem ovzduší skleníkovými plyny. Celkově se zemědělství na produkci skleníkových plynů v EU podílí 10%. Hlavními zdroji znečištění jsou metan, který vzniká v trávicím ústrojí zemědělských zvířat, hnůj a průmyslová hnojiva, která se na výrobě skleníkových plynů v roce 2003 v EU podílela ze 48%. Největším producentem metanu a hnoje je dobytek. Ten do ovzduší dodává 84% metanu a podílí se na tvorbě škodlivých látek z hnoje.

1.3.7.2 Složení ovzduší

Tabulka 1. Složení suchého vzduchu

Látka	Objemová %	Hmotnostní %
N ₂	78,084 %	75,51 %
O ₂	20,946 %	23,16 %
Ar	0,934 %	1,28 %
CO ₂	0,033 %	0,05 %
Ne	0,001 818 %	0,001 212 %
He	0,000 524 %	0,000 072 %
CH ₄	0,000 2 %	0,000 1 %
Kr	0,000 114 %	0,000 3 %
N ₂ O	0,000 05 %	0,000 05 %
H ₂	0,000 05 %	0,000 001 %
Xe	0,000 008 7 %	0,000 04 %

1.4 Emise

1. množství příměsí, zpravidla její hmotnost, vstupující za jednotku času ze zdroje znečišťování do ovzduší; 2. Vypouštění nebo únik příměsí do atmosféry, tj. primární znečišťování ovzduší. Sekundárním znečišťováním ovzduší se naproti tomu rozumí vznik příměsí přímo v atmosféře v důsledku různých chemických a fyzických pochodů. [14]

Z obecného hlediska je také můžeme definovat jako jakékoli vypouštění (látek, vibrací, záření, tepla, zvuku) ze zařízení do vnějšího prostoru. V životním prostředí se tento pojem nejčastěji používá pro látky vypouštěné do ovzduší. Množství emisí se udává v hmotnostních nebo objemových jednotkách vypouštěné škodlivé látky za určitou dobu. Emise je třeba rozlišovat od imisí, což jsou látky, na které se emise přemění po svém vypouštění do ovzduší v důsledku reakce s dalšími v ovzduší přítomnými látkami. Často mohou vzniknout látky ještě škodlivější.

Emisemi se zabývá **Nařízení vlády č. 615/2006 Sb.** o stanovení emisních limitů a dalších podmínek provozování ostatních stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší

1.4.1 Emisní limit

Je nejvýše přípustné množství znečišťující látky vypouštěné do ovzduší ze zdroje znečišťování vyjádřené jako hmotnostní nebo objemová koncentrace znečišťující látky v odpadních plynech nebo hmotnostní tok znečišťující látky za jednotku času nebo hmotnostní množství znečišťující látky vztahované na jednotku produkce. [15]

1.4.2 Emise vypouštěné do ovzduší zemědělstvím

Tabulka 2. Emise do ovzduší ze systémů intenzivního chovu hospodářských zvířat

Ovzduší	Produkční systém
Čpavek (NH ₃)	Ustájení zvířat, sklady hnoje, rozmetání hnoje na půdu
Metan (CH ₄)	Ustájení zvířat a ošetřování hnoje

Oxid dusný (N ₂ O)	Ustájení zvířat, skladování hnoje a rozmetání hnoje
Kysličník uhličitý (CO ₂)	Ustájení zvířat, energie, použita na vytápění a dopravu na farmu, spalování odpadu
Zápach (např. H ₂ S)	Ustájení zvířat, skladování hnoje, rozmetání hnoje na půdu
Prach	Mletí a drcení krmiva, skladování krmiva, skladování pevného hnojiva a jeho používání
Dým/CO	Spalování odpadu

1.4.3 Imise

Množství znečišťujících příměsí přecházejících z ovzduší na příjemce (receptor). Mírou imisí je koncentrace cizorodé látky v ovzduší, vyjadřovaná hmotností na objem (kg·m⁻³), popř. hmotností příměsí na 1 kg vzduchu. V anglosaské literatuře se setkáváme s vyjádřením ppm (parts per million), čímž se zpravidla rozumí poměr objemu znečišťujících příměsí k objemu směsi. [14]

1.5 Amoniak (NH₃)

Amoniak neboli **azan** (dřívější název *čpavek*) je bezbarvý velmi štiplavý plyn. Jeho chemický vzorec je NH₃. Lze jej charakterizovat jako látku toxickou, která však díky svému využití a pronikavému zápachu upozorňujícímu včas na její přítomnost většinou nepředstavuje výrazné riziko pro člověka. Pro životní prostředí se však jedná o látku velice závažnou. Podílí se na okyselování půd a podporuje eutrofizaci vod (nárůst řas a sinic).

Amoniak se snadno **rozpouští ve vodě**. V 1 litru vody můžeme rozpustit až 750 litrů amoniaku! Roztok, který obsahuje 24 - 28 % amoniaku, se nazývá amoniaková voda. Amoniak odebere vodě jeden atom vodíku a vznikne z něj amonný kation. [16]

Amoniak (NH₃) má ostrý a čpavý zápach a ve větších koncentracích může dráždit oči, krk a sliznice lidí a faremních zvířat. Z hnoje stoupá pomalu do objektů, odkud je odstraněn ventilačním systémem. Faktory jako teplota, ventilační výkon, vlhkost vzduchu, množství zvířat, kvalita podestýlky a složení krmiva (hrubé bílkoviny) ovlivňují množství amoniaku. Například v prasečí kejďe představuje dusík močoviny více než 95 % celkového dusíku v prasečí moči. Jako výsledek činnosti mikrobiální ureázy, může být tato močovina rychle přeměněna na těkavý amoniak.

Vysoké úrovně amoniaku také ovlivňují pracovní podmínky farmářů a v mnoha členských státech stanovují vyhlášky o pracovním prostředí horní limity na přijatelné koncentrace na pracovišti. [17]

Tabulka 3: Vývoj množství emisí amoniaku v ČR

Znečišťující látka	Úroveň emisí ČR (kt/rok) v letech				Stanovený emisní strop	Projekce emisí
	1980	1990	1997	1998	2010	2010
NH ₃	164	156	81	80	80	méně než 76

1.5.1 Zdroje emisí

Hlavní podíl na celkových emisích amoniaku do atmosféry představuje rozklad lidských i zvířecích biologických odpadu (uvádí se až 74 %), protože suchozemští živočichové se zbavují dusíku vylučováním močoviny, ze které je následně činností mikroorganismu amoniak uvolňován. Ostatní antropogenní zdroje se podílejí na celkových emisích jen menším dílem. Patří mezi ne zejména:

- výroba kyseliny dusičné;
- výroba hnojiv, výbušnin a některá další odvětví (farmaceutický průmysl, petrochemie);
- splaškové odpadní vody;
- odpadní vody za tepelného zpracování uhlí a galvanického pokovování;
- používání dusíkatých hnojiv;
- průmyslové chlazení, výroba ledu;

- rozklad rostlinného odpadu, odpadní vody ze zemědělských výroby.

1.5.2 Použití

Hlavní použití amoniaku spočívá ve výrobě kyseliny dusičné, průmyslových hnojiv, výbušnin, polymeru, farmaceutických výrobků, kaučuku, tenzidů a některých pesticidů. Uplatňuje se i v petrochemickém průmyslu a v galvanickém pokovování, kde se přidává do některých lázní. Může se rovněž používat přímo jako hnojivo ve formě vodného roztoku, kterým se provádí zavlažování. Vykazuje fungicidní vlastnosti a využívá se proto v ovocnářství pro omezení růstu hub na ovoci. Ve velkých průmyslových provozech je využíván jako náplň chladících technologií (výroba ledu, zpracování potravin). V menší míře se ve formě chloraminu používá i k desinfekci vody. [18]

1.6 Skleníkový efekt

Některé plyny v atmosféře mají schopnost pohlcovat infračervené paprsky, které vyzařuje povrch Země. Tento přírodní jev je nazývaný skleníkový efekt, přispívá k udržování teplot vhodných pro život. Plyny dusík a kyslík, které tvoří převážnou většinu atmosféry (99%), záření ani nepohlcují ani nevysílají. Vodní pára, oxid uhličitý a některé další plyny, obsažené v ovzduší v mnohem menším množství, určitou část tepelného záření, jež opouští povrch Země, pohlcují; tyto plyny působí tedy na vyzařování jako částečná „pokrývka“ a způsobují rozdíl asi 21°C mezi skutečnou a průměrnou povrchovou teplotou na Zemi, jež se pohybuje asi kolem 15°C a hodnotou -6°C, která by nastala v atmosféře obsahující pouze kyslík a dusík. Působení této „pokrývky“ se nazývá přirozený skleníkový efekt a příslušným plynům se říká skleníkové plyny. Přirozený se nazývá proto, že všechny atmosférické plyny zde byly dávno předtím než se objevili lidé. O zvýšeném skleníkovém účinku mluvíme v případě navýšení účinku způsobeného plynů přítomnými v atmosféře vlivem aktivity lidí, jako je odlesňování a spalování fosilních paliv. [19]

1.6.1 Skleníkové plyny

Skleníkové plyny jsou schopny absorbovat tepelné záření a toto teplo zpětně vyzařít. Díky tomuto dochází k ohřevu atmosféry a zemského povrchu. Skleníkové plyny jsou

přirozenou součástí atmosféry a díky nim je na Zemi teplota, při které jsou organismy schopny žít. Problémem je však nadměrná produkce těchto plynů lidskou činností vedoucí ke globální změně klimatu. Mezi tyto plyny patří CO_2 , CH_4 , freony, N_2O a přízemní ozon. Nejvýznamnějším antropogenním zdrojem skleníkových plynů v České republice je energetika (v roce 2006 vyprodukovala 68 % skleníkových plynů). Emise z tohoto odvětví však klesají. Problematická je doprava, ze které emise rostou (v roce 2006 vyprodukovala doprava 13 % skleníkových plynů). K dalším významným zdrojům patří skládky odpadů, zemědělství (chov dobytka, pěstování rýže) nebo zpracování ropy a zemního plynu. Problematiku snížení emisí skleníkových plynů řeší Kjótský protokol. [20]

K nejdůležitějším skleníkovým plynům, jejichž koncentrace se zvyšuje vlivem lidských aktivit, patří oxid uhličitý, metan a oxid dusný.

1.6.1.1 Kjótský protokol

Kjótský protokol, přijatý v prosinci 1997 a připojený k Rámcové úmluvě OSN o změnách klimatu, vyjadřuje nový přístup mezinárodního společenství k fenoménu klimatických změn. Tímto protokolem se průmyslové země zavázaly, že v průběhu let 2008–2012 sníží emise šesti skleníkových plynů (oxidu uhličitého, metanu, oxidu dusného, fluorovaných uhlovodíků, perfluorovaných uhlovodíků a hexafluoridu síry) alespoň o 5 % v porovnání s hodnotami z roku 1990.

Členské státy EU se zavázaly, že v uvedeném období sníží tyto emise až o 8 %.

V roce 2000 byl celkový objem emisí šesti skleníkových plynů v zemích Unie o 3,5 % menší než v roce 1990. [21]

1.6.2 Metan (CH_4)

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. [22]

Metan je látka vznikající při rozkladu biologických látek, produkují ho velcí přežvýkavci (dobytek) a uvolňuje se také při pěstování rýže. Metan je zároveň hlavní složkou zemního plynu. Proto je jeho koncentrace v atmosféře zvyšována i úniky plynu při těžbě, i při spotřebě (např. u plynových sporáků je to únik před zapálením hořáku). Vlastním spalováním zemního plynu se ale metan přemění na oxid uhličitý. Samotný metan je zhruba 20 krát účinnějším skleníkovým plynem než CO₂, ovšem v atmosféře je ho asi stokrát méně. Jeho celková radiační účinnost v roce 2009 činila asi 0,50 W/m² (tj. asi třikrát méně, než u CO₂).

Koncentrace metanu rostla výrazně během 20.století, v 90.letech ale růst zpomaloval. Od roku 1999 do roku 2006 se množství metanu v atmosféře překvapivě stabilizovalo na úrovni 1,77 ppm. Od roku 2007 však opět dochází k mírnému růstu množství metanu v atmosféře. Další vývoj není zcela jasný, nicméně se odhaduje, že množství metanu bude dál spíše stoupat. Oteplování planety by totiž mělo uvolnit do ovzduší metan uvězněný dosud ve zmrzlé půdě v severských oblastech. [23]

1.6.2.1 Zdroje

Mezi antropogenní zdroje metanu patří:

- chov domácích zvířat (především skotu, 65-100 mil. tun ročně)
- emise z těžby a zpracování fosilních paliv (40-100 mil. tun ročně)
- spalování biomasy (20-100 mil. tun ročně)
- skládky odpadu (bioplyn - 20-70 mil. tun ročně).
- pěstování rýže (170 mil. tun ročně)
- výroba látek jako acetylen, vodík, kyanidy a methanol
- koksárenství
- čistírny odpadních vod s anaerobní stabilizací kalu (vyhňívání, vznik bioplynu)

Metan přítomný v atmosféře absorbuje infračervené záření zemského povrchu, které by jinak uniklo do vesmírného prostoru. Tímto způsobem metan přispívá k oteplování atmosféry a radí se proto mezi skleníkové plyny (tedy plyny přispívající k intenzifikaci

tzv. skleníkového efektu a následně ke globálnímu oteplování planety). Potenciál metanu přispívat k intenzifikaci skleníkového efektu (tedy schopnost molekul absorbovat unikající infračervené záření zemského povrchu) je odhadován jako 23x silnější ve srovnání s nejvíce diskutovaným oxidem uhličitým. To však na druhou stranu, v souvislosti s jeho relativně krátkým setrváváním v atmosféře (12 let) dává prostor úvahám o možném zpomalení globálního oteplování v krátkodobém horizontu (cca 25 let), pokud však zaznamenaná stagnace jeho koncentrace v atmosféře v posledních letech nebude následována dalším nárůstem. [24]

1.6.3 Oxid dusný (N₂O)

Oxid dusný je za normálních podmínek bezbarvý nehořlavý plyn (teplota varu -88°C) s příjemnou, mírně nasládlou vůní. Je běžně známý pod názvem „rajský plyn“, vzhledem k jeho působení při inhalaci vedoucímu k radostné náladě a případně ke spontánnímu smíchu exponovaných osob. Hmotností je srovnatelný se vzduchem (jeho hustota je 1,25 kg.m⁻³ oproti 1,29 kg.m⁻³ vzduchu při 101,325 kPa a 20°C). [25]

Oxid dusný zaujímá v pořadí důležitosti 3.místo mezi skleníkovými plyny. Do atmosféry se dostává interakcí s pedosférou (půdy), jde z větší části o přirozený proces. K vyšším únikům N₂O do atmosféry přispívá opět zemědělství díky hospodaření na půdách i hnojení. Nejnovější zjištění poukazují na vliv pastvin se skotem, podobně jako u metanu. Plyn je to sice více než 300 krát účinnější než CO₂, ale je ho ve vzduchu zhruba 1000 krát méně – takže jeho vliv na klima je o řád krát menší. Radiační účinnost v roce 2009 činila 0,17 W/m².

Předpokládáme, že koncentrace tohoto plynu v atmosféře bude dále výrazně stoupat. Koncentrace oxidu dusného roste velice stabilním tempem od začátku jeho měření. V roce 1979 činila 0,300 ppm, v roce 2009 již 0,323 ppm. [23]

1.6.3.1 Použití

Oxid dusný je slabší celkové anestetikum, které musí být pro dosažení a udržení narkózy podáno inhalací v poněkud větší dávce. Vykazuje však velmi nízkou toxicitu

při krátkodobé expozici a je vynikající analgetikum. Uvedených vlastností se využívá v medicíně. Směs oxidu dusného s kyslíkem (1:1) známá například pod obchodní názvem „Entonox“ je využívána například při porodech, zubních zákrocích a v akutní medicíně.

Další využití našel oxid dusný v potravinářském průmyslu, kde je využíván jako hnací plyn ve sprejích (například u šlehaček) a jako inertní atmosféra například ve „snack“ výrobcích (chipsy a pod.). Oxid dusný je využíván i jako oxidovadlo. Konkrétně se toto využití týká například raketových motorů nebo speciálních přístrojů (atomové absorpční spektrometry pracující s plamenem acetylén-oxid dusný). Oxidačních vlastností se využívá i v závodních spalovacích motorech, kde vstřikování oxidu dusného podstatně zvyšuje výkon. [26]

1.6.3.2 Zdroje

Hlavní antropogenní zdroje emisí oxidu dusného lze jmenovat následující:

- zemědělská činnost (hlavně používání dusíkatých průmyslových hnojiv poskytujících zdroj dusíku pro nitrifikaci a denitrifikaci);
- výroba kyseliny dusičné a adipové (surovina pro výrobu nylonu);
- spalovací procesy v energetice a dopravě (málo významné zdroje emisí);
- raketová a letecká technika (přímé emise do vyšších vrstev atmosféry).

Emise z dopravy jsou sice relativně malé a nevýznamné, však stále vzrůstají s rostoucím počtem automobilů vybavených třicestnými katalyzátory, které produkují naopak více oxidu dusného. [27]

1.6.4 Oxid uhličitý (CO₂)

Oxid uhličitý (neboli *kysličník uhličitý*) je bezbarvý plyn bez chuti a zápachu. Při vyšších koncentracích může v ústech mít slabě nakyslou chuť. Je těžší než vzduch. Je tvořen dvěma prvky: uhlíkem a kyslíkem. Vytváří se při spalování uhlí nebo uhlovodíků, při fermentaci kapalin a při dýchání lidí a zvířat. V menším množství se nachází v atmosféře; je vstřebáván rostlinami, které pak uvolňují kyslík. CO₂ má mírně dráždivý zápach, je bezbarvý a těžší než vzduch. Je nedýchatelný. Mrzne

při $-78,5^{\circ}\text{C}$ a vytváří sněh. Ve vodném roztoku tvoří kyselinu uhličitou, která je příliš nestabilní, aby se dala snadno izolovat. [28]

1.6.4.1 Použití

Oxid uhličitý se používá v syntetické chemii a pro řízení teploty v reaktoru, dále se CO_2 používá v potravinářství při sycení šumivých nápojů, jako jsou například nealkoholické nápoje, minerální voda nebo pivo, kyslíčnickem uhličitým. CO_2 vytváří atmosféru blízkou fyziologickému prostředí pro transplantace umělých orgánů. Používá se také jako náplň do hasících přístrojů.

Oxid uhličitý nelze považovat přímo za nebezpečnou jedovatou látku, ale je hlavním plynem přispívajícím k intenzifikaci skleníkového efektu a následně k oteplování planety. Jeho koncentrace se neustále zvyšuje.

1.6.5 Vodní pára

Vodní pára je nejdůležitějším skleníkovým plynem v atmosféře. Podíl vodní páry na skleníkovém efektu je 36%-70%. Skleníkový efekt se navíc zvětšuje spolu se zvýšením obsahu vodní páry v ovzduší. Čím vyšší je teplota u zemského povrchu, tím větší je výpar a tím více se zvyšuje množství vodní páry v atmosféře. Množství vodní páry v ovzduší je různé, protože její množství ve vzduchu se mění s rozdílnou zeměpisnou šířkou. Vlhkost vzduchu v rovníkových oblastech je vyšší než ve vyšších zeměpisných šířkách a polárních oblastech. Vodní pára je přirozenou součástí atmosféry, ale v souvislosti s vyššími teplotami její množství v atmosféře stoupá. Podobných souvisejících vztahů je mnoho, a proto je třeba na klimatický systém nahlížet co nejkomplexněji. [29]

1.6.6 Chlorofluorované uhlovodíky (CFC)

Chlorofluorované uhlovodíky (dále jen CFC) jsou známé jako součásti ledniček a aerosolových zařízení. V osmdesátých letech se tyto plyny takto hojně využívaly. CFC jsou syntetické chemické látky, které se vypařují těsně pod pokojovou teplotou, nejsou jedovaté ani hořlavé. Avšak díky své chemické netečnosti setrvávají po uvolnění

velmi dlouho v atmosféře a to 100-200 let. Hlavním problémem CFC je, že obsahují atomy chloru, které se mohou uvolnit do atmosféry. Atomy chloru uvolněné do atmosféry reagují s ozónem, který rozkládají na kyslík. (Ozón je plyn, jehož molekuly se vytvářejí působením slunečního ultrafialového záření na molekuly kyslíku. Ultrafialové záření větších vlnových délek, které je pro biosféru škodlivé, tak ozón „pohlcuje“.) Jeden atom chloru dokáže rozložit mnoho molekul ozónu. [30]

1.6.7 Ozón (O₃)

Ozón (z řec. ozein-páchnoucí) je velmi reaktivní trojatomová molekula kyslíku (O₃) a výborné oxidační činidlo, které reaguje takřka se všemi druhy organických sloučenin. S jeho zvyšující se koncentrací se projevuje jeho barva, která způsobuje modrý odstín oblohy.

Ozón vzniká při uvolňování O₂ rostlinami při fotosyntéze a jeho následným spojením s atomem kyslíku z molekuly vody (H₂O), která se hydrolyticky rozštěpila. [31]

1.7 Možnosti měření zátěžových plynů

Plyn, který ve vzorku sledujeme se skládá z analytu a matrice. Analyt je konkrétní látka, prvek, ion, funkční skupina, nebo jejich kombinace ve vzorku, jehož přítomnost nebo množství je určováno metodami analytické chemie. Zbytek vzorku se nazývá matrice.

1.7.1 Měření emisí amoniaku ze zdrojů znečišťování ovzduší

Ke stanovení obsahu amoniaku v plynných směsích lze použít několika manuálních metod. Jejich volba závisí na předpokládaném obsahu analytu ve vzorkované vzdušině. Významné meze rozhodování vyjádřené hmotnostní koncentrací amoniaku jsou 0,2 mg/m³, 1 mg/m³ a 400 mg/m³. Všechny metody stanovení obsahu amoniaku v plynných směsích sestávají ze dvou kroků. V prvním dochází k absorpci amoniaku ve vodném roztoku kyseliny sírové. Exponovaný absorpční roztok je pak upraven a buď

přímo použit pro analýzu, nebo je nutno amoniak z absorpčního roztoku vydestilovat.
[32]

1.7.1.1 Metoda odměrného stanovení (ČSN 83 4728 část 3)

Podstatou zkoušky je izolovat amoniak ze vzorku plynu absorpcí v roztoku kyseliny sírové. V Parnas-Wagnerově přístroji se odpovídající část vzorku destiluje s vodní párou a uvolněný amoniak se pohlcuje odměrným roztokem hydroxidu sodného na methylčerveň nebo směsný indikátor dle Tashira.

Metody odměrného stanovení užijeme ke stanovení obsahu amoniaku od 400 do 20 000 mg·m⁻³ při objemu plynného vzorku 50 l. Rozsah je možno rozšířit úpravou objemu vzorku při odběru. Stanovení mohou rušit těkavé aminy.

Pro stanovení amoniaku užijeme těchto chemikálií a jejich roztoků a speciálních i běžných laboratorních vybavení:

- Kyselina sírová roztok $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,25 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$,
- Kyselina sírová, odměrný roztok $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,05 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$,
- Hydroxid sodný, odměrný roztok $c(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$,
- Hydroxid sodný, roztok 40%,
- Methylčerveň – indikátor (nebo směsný indikátor dle Tashira) [Připraví se roztok 0,133 g methylčerveňe ve 100 ml 50% ethanolu a roztok 0,25 g methylenové modře ve 100 ml 50% ethanolu. Roztoky se smíchají (2+1)].
- Odběrné zařízení
- Destilační přístroj dle Parnas-Wagnera,
- Byreta na 50 ml, dělená po 0,1 ml,
- Pipety

Postup zkoušky:

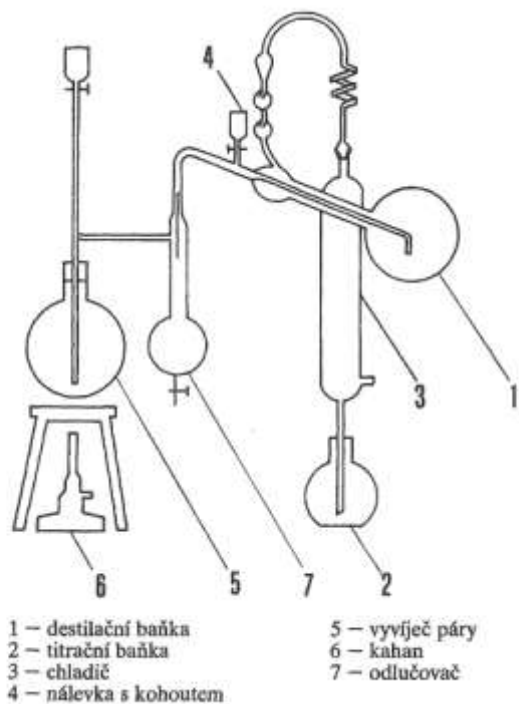
Odměrnou baňku s roztokem vzorku doplníme po rysku destilovanou vodou. Alikvotní část vzorku (25 až 100 ml, max. 70 mg NH_3) se odpipetuje do destilační baňky (1) sestaveného Parnas-Wagnerova přístroje (obr.1) a zředí se na objem asi 100ml. Do předlohy (2) se odpipetuje 50 ml odměrného roztoku kyseliny sírové $c = 0,05 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$ a umístí pod sestupný chladič (3) tak, aby stonek byl ponořen pod hladinou.

K roztoku v destilační baňce se přidá 20 ml 40% roztoku hydroxidu sodného, kohout (4) se ihned uzavře a začne se zahřívat voda ve vyvíječi páry (5). Při destilaci se vypuzuje amoniak a spolu s vodní parou přechází do chladiče, kde se rozpouští v kondenzátu. Roztok stéká do předlohy a amoniak se váže na kyselinu sírovou.

Destilace vzorku se ukončí, když do předlohy předestilovalo asi 100 až 150 ml vzorku (asi 30 až 40 minut). Předloha se sníží tak, aby stonek byl nad hladinou a asi 1 minutu se ještě pokračuje v destilaci, aby se opláchly vnitřní stěny stonku. Potom se stonek opláchne zevně a předloha se sejme. Po odstavení kahanu (6) pod vyvíječem páry se obsah destilační maňky přeseje do odlučovače (7). Destilační baňka se vypláchne asi 100 ml vody, která se do baňky vpraví nálevkou (4). Po uzavření kohoutku se při dalším chladnutí vyvíječe páry přesaje voda rovněž do odlučovače. Po vypuštění zbytků z odlučovače je přístroj připraven opět k destilaci dalšího vzorku.

Přebytek kyseliny sírové v předloze se ztitruje odměrným roztokem hydroxidu sodného $c = 0,1 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$ na methyl-červeně nebo Tashiro. Barevný přechod methylčerveně je z červené do žluté a u Tashira z fialové do šedé.

Obrázek 1. Parnas-Wagnerův přístroj



Výpočet:

Obsah amoniaku (c_{NH_3}) v $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ suchých odcházejících plynů za normálních podmínek ve vypočítá takto:

$$c_{\text{NH}_3} = \frac{\left[B \cdot c(\text{H}_2\text{SO}_4) - \frac{1}{2} A \cdot c(\text{NaOH}) \right] \cdot 34,0612Q \cdot 1000}{D(V_N + N_{\text{NH}_3})} \quad [\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}] \quad [1]$$

$$V_{\text{NH}_3} = \frac{\left[B \cdot c(\text{H}_2\text{SO}_4) - \frac{1}{2} A \cdot c(\text{NaOH}) \right] \cdot 44,16Q}{D \cdot 1000} \quad [\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}] \quad [2]$$

kde V_{NH_3} je objem NH_3 za normálních podmínek, ekvivalentní obsahu amoniaku ve vzorku, v l. U obsahu $3\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ může V_{NH_3} zanedbán.

1.7.1.2 Metoda fotometrického stanovení (ČSN 83 4728 část 4)

Podstatou této zkoušky je izolace amoniaku ze vzorku plynu absorpcí v roztoku kyseliny sírové. Mikrodestilačním aparátem oddestilujeme amoniak z alikvotní části roztoku, který se pohltí ve vodě. Obsah amoniaku v destilační předloze se stanoví fotometricky za použití Nesslerova činidla.

Metody lze užít ke stanovení obsahu amoniaku od 1 do 400 mg*m⁻³ při objemu plynného vzorku 50 litrů. Rozsah je možno rozšířit úpravou objemu vzorku při odběru.

Stanovení nám mohou rušit těkavé aminy.

Měřicí přístroje, zkušební pomůcky a chemikálie používané pro stanovení amoniaku:

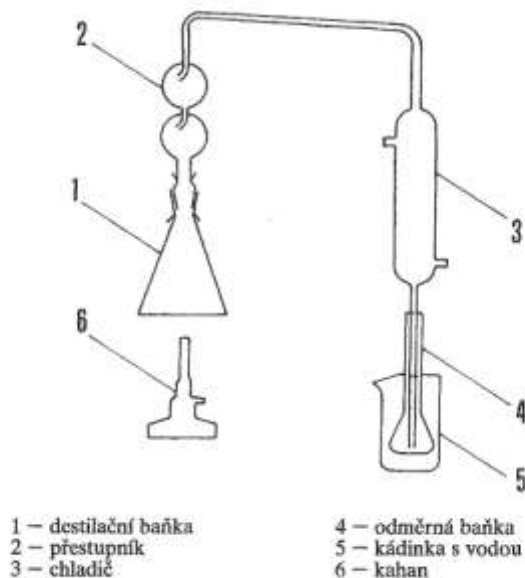
- Odběrové zařízení,
- Destilační přístroj (obr.2) ,
- Spektrofotometr (Spektromom 201, 203 ap.) ,
- Hydroxid sodný, roztok 40%,
- Jodid rtuťnatý ,
- Jodid draselný,
- Kyselina sírová, roztok c (H₂SO₄) = 0,05 mol*I⁻¹,
- Nesslerovo činidlo: (10 g jodidu rtuťnatého se smíchá s 0,8g jodidu draselného v 10 ml vody. Po 15 minutách se přidá roztok 20g hydroxidu sodného v 90ml vody. Směs se důkladně protřepe a 24 hodin nechá stát. Potom se nerozpuštěný podíl odfiltruje přes skleněnou vatu. Čirý roztok činidla se přechovává v chladničce.
- Voda prostá amoniaku: Připraví se z destilované vody prolitím přes kolonu s katexem Ostion S
- Základní roztok chloridu amonného: 3,1409g vysušeného NH₄Cl se rozpustí a doplní na 1 litr vodou prostou amoniaku. 1ml tohoto roztoku odpovídá 1mg NH₃.

- Standardní roztok chloridu amonného: 10ml základního roztoku se odpipetuje do odměrky a doplní na 1litr vodou prostou amoniaku. 1ml tohoto roztoku odpovídá 10 μg NH_3 .

Postup zkoušky:

Odměrná baňka s roztokem vzorku doplníme po rysku destilovanou vodou. Alikvotní část vzorku (max 250 μg NH_3) se odpipetuje do destilační baňky přístroje (obr.), zředí se na 50ml vodou a přidá se 10ml 40% roztoku hydroxidu sodného. Baňka se ihned zavře přestupníkem opatřeným malým vodním chladičem; zábrus se maže silikonovým tukem a zajišťuje ocelovými pružinami. Stonek chladiče se ponoří pod hladinu asi 10ml vody v odměrné baňce na 100ml. Baňka se umístí do kádinky s vodou (chlazení) a obsah destilační baňky se pak oddestiluje téměř do sucha (po odstavení kahanu obsah ztuhne). Při ukončení destilace se opláchne stonek chladiče, odměrná baňka se sejme. Pak se teprve odstaví kahan a destilační baňka se ještě za horka sejme. Obsah odměrné baňky se zředí na 90 až 95 ml vodou, pipetou se přidá 1ml Nesslerova činidla a baňka se doplní vodou. Současně se připraví slepý pokus; 1ml činidla se přidá k 90ml vody v odměrce a doplní na 100ml. Po 30 minutách se měří absorpce vzorku proti slepému pokusu v křemenných kyvetách o optické tloušťce 1cm při vlnové délce 375nm. Obsah amoniaku ve vzorku se zajistí z kalibračního grafu. Obsah se koriguje o obsah amoniaku v použitém hydroxidu a vodě, který se zjistí destilací amoniaku z činidel bez přídavku vzorku. Zjištění se provede vždy u nových dávek činidel.

Obrázek 2. Malý destilační přístroj



Výpočet:

Obsah amoniaku (C_{NH_3}) v $mg \cdot m^{-3}$ suchých odcházejících plynů za normálních podmínek se vypočítá takto:

$$c_{NH_3} = \frac{m_{NH_3} \cdot Q}{D \cdot V_N} \quad [mg \cdot m^{-3}] \quad [3]$$

1.7.1.3 Metoda potenciometrická (ČSN 83 4728 část 5)

Amoniak se izoluje ze vzorku plynu absorpcí v roztoku kyseliny sírové (H_2SO_4). Obsah amonných iontů se zjistí na základě potenciálu selektivní amoniakové elektrody, který se ustaví při jejím ponoření do vhodně zředěného roztoku vzorku.

Metody užijeme ke stanovení obsahu amoniaku od 5 do 20 000 $mg \cdot m^{-3}$ při objemu plynného vzorku 50 litrů. Rozsah je možno rozšířit úpravou objemu vzorku při odběru. Stanovení mohou rušit těkané aminy s nižší molekulovou hmotností.

Měřicí přístroje, zkušební pomůcky a chemikálie:

- Odběrové zařízení,
- Amoniaková selektivní elektroda,
- pH-metr, přesnost čtení na 0,1mV,
- Kyselina sírová, roztok $c = 0,25 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$,
- Kyselina sírová, roztok $c = 0,05 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$,
- Hydroxid sodný, roztok $c = 10 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$,
- Chlorid amonný, základní roztok $c = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$,
- Voda prostá amoniaku

Postup zkoušky

Odebere se vzorek plynu. Při koncentracích amoniaku do $3\,000 \text{ mg/m}^3$ se jako absorpční roztok při odběru použije roztok kyseliny sírové $c = 0,05 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ a vzorek z promývaček se převede do odměrné baňky na 250ml. Při vyšších koncentracích se jako absorpční roztok použije roztok kyseliny sírové $c = 0,25 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ a vzorek se převede do odměrné baňky na 1 litr.

Absorpční roztok s izolovaným amoniakem v odměrné baňce se doplní vodou po rysku a odpipetuje se 100ml do vysoké kádinky na 150ml. Do kádinky se vloží elektromagnetické míchadlo a selektivní elektroda. Zkontroluje se zda na membráně nejsou bublinky vzduchu, elektroda se připojí na pH-metr a za stálého míchání se přidá 1ml roztoku hydroxidu sodného. Po ustálení potenciálu se jeho hodnota přečte a z kalibračního grafu se zjistí odpovídající koncentrace amoniaku v $\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$, nebo její logaritmus (pokud se používá milimetrový papír).

V případě, že koncentrace dvou po sobě následujících vzorků se liší více než o desetinásobek, je vhodné měření opakovat s čerstvým roztokem vzorku.

Výpočet:

Obsah amoniaku (c_{NH_3}) v $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ suchých odcházejících plynů za normálních podmínek se vypočítá takto:

$$c_{NH_3} = \frac{c_L * 17030,4 * Q}{V_N + V_{NH_3}} \quad [mg \cdot m^{-3}] \quad [4]$$

$$V_{NH_3} = \frac{c_L * Q * 22,08}{1000} \quad [mg \cdot m^{-3}] \quad [5]$$

Kde V_{NH_3} je objem NH_3 ve vzorku, v litech. Tento objem je možno při výpočtu zanedbat pro koncentrace c_{NH_3} do $3g \cdot m^{-3}$.

1.7.1.4 Metoda indofenolová (ČSN 835711)

Stanovení krátkodobé a průměrné denní koncentrace amoniaku v pracovním ovzduší v rozsahu $0,1 \text{ mg/m}^3$ až $1,0 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ se často provádí tzv. indofenolovou metodou (ČSN 835711). Tato metoda je založena na vzájemném působení amoniaku, chlornanu a fenolu za přítomnosti nitroprussidu sodného. Podstatou metody je, intenzita modrého zbarvení roztoku indofenolu je úměrná množství amoniaku.

Stanovení koncentrace amoniaku však ruší formaldehyd a aromatické amidy.

Aparatura, činidla a roztoky používané pro stanovení amoniaku:

- Elektrický aspirátot s průtokoměrem,
- Richterův absorbér se značkou odpovídajících 6ml nebo jiný absorbér,
- Spektrofotometr nebo elektrický fotokolorimetr se světelným filtrem s maximem propustnosti při 625nm a kyvetami o tloušťce vrstvy 10mm,
- Zkumavky na 10ml se zabroušenými zátkami,
- Büchnerova nálevka
- Hydroxid sodný,
- Jodid draselný, roztok $100g \cdot l^{-1}$,
- Chlorid amonný,
- Nitroprussid sodný $Na_2 FE/CN/5 NO$,
- Uhličitan sodný,
- Kyselina sírová $\varphi = 1,84g \cdot cm^{-3}$ roztok 10% objemu,
- Chlorid sodný,
- Kyselina salicylová HOC_6H_4COOH ,

- Thiosíran sodný $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, roztok $0,05 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$,
- Kyselina šťavelová $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$,
- Fenol $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$,
- Chlórové vápno CaOCl_2 ,
- Destilovaná voda, redestilovaná s kyselinou sírovou, nebo neionizovaná voda.
- K přípravě roztoků a provedení rozborů se používá pouze voda prostá amoniaku,
- Absorpční roztok, připravený rozpuštěním $0,5 \text{ ml}$ kyseliny sírové $\rho = 1,84 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ v 1 litru vody. Roztok se uchovává v baňce s tubusem uzavřené zátkou se skleněnou trubičkou naplněnou krystalky šťavelové kyseliny.,
- Fenolové činidlo, 5 g čerstvě destilovaného fenolu, 25 mg nitroprusidu sodného, $0,1 \text{ g}$ kyseliny salicylové se rozpustí v 100 ml vody. Činidlo lze skladovat po dobu 6 měsíců při teplotě 4°C .,
- Škrob, roztok $0,5\%$, $0,25 \text{ g}$ škrobu se smísí s 10 ml vody do rovnoměrné suspenze. K 40 ml vody zahřáté na 60 až 70°C se za stálého míchání přidá suspenze škrobu, roztok se přivede do varu a po 1 minutě zchladí.,
- Chlornanové činidlo, 10 g hydroxidu sodného a $11,7 \text{ g}$ chloridu sodného se rozpustí v 100 ml chlorové vody (o obsahu $0,6$ až $0,8\%$ chloru). Činidlo lze skladovat maximálně 6 měsíců.,
- Základní standardní roztok odpovídající obsahu $100 \mu\text{g}$ amoniaku v 1 ml vody, $0,3141 \text{ g}$ chloridu amonného se rozpustí v 1 litru vody. Roztok lze skladovat maximálně 2 měsíce.,
- Pracovní standardní roztok odpovídající $1 \mu\text{g}$ amoniaku v 1 ml : připravuje se stonásobným zředěním základního standardního roztoku. Roztok je nutno vždy připravit čerstvý

Odběr vzorků:

Pro stanovení krátkodobé koncentrace amoniaku prostupuje zkoušený plyn absorbérem, který je naplněn absorpčním roztokem po rysku 10 ml . Zkoušený vzduch prostupuje absorbérem při průtoku $0,5 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ po dobu 20 až 30 minut.

Pro určení průměrné denní hmotnostní koncentraci amoniaku se vzorky zkoušeného vzduchu odebírají nejméně 6x během 24 hodin v pravidelných časových intervalech při stejných podmínkách jako při určování krátkodobé hmotnostní koncentrace amoniaku. Vzorky zkoušeného vzduchu lze odebírat neustále po dobu 24 hodin o průtoku $0,2 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ do absorberu naplněného 50ml absorpčním roztokem.

Provedení rozboru:

Objem roztoku v absorberu se doplní do 10ml redestilovanou vodou. Část vzorku o objemu 2ml se přelije do zkumavky se zabroušenou zátkou, doplní se 3ml absorpčního roztoku a 1ml fenolového činidla a obsah zkumavek se promíchá. Při velkých koncentracích amoniaku lze provést stanovení v menším objemu vzorku. Po dvou hodinách se měří absorpce roztoků v kyvetách s tloušťkou vrstvy 10mm při vlnové délce 625nm proti vodě. Čas mezi přidáním posledního činidla a měřením absorpce roztoku musí být pro všechny vzorky stejný. Zároveň se musí připravit slepý vzorek z téhož absorpčního roztoku použitého v absorberech. Absorpce slepého vzorku se měří na 5ml absorpčního roztoku zpracovaného stejným způsobem jako vzorky. Hodnota absorpce slepého vzorku nesmí překročit 0,02. Množství amoniaku ve vzorcích se zjistí z kalibrační křivky z rozdílu hodnot absorpce analyzovaného a slepého vzorku

Obsah amoniaku (c_{NH_3}) v $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ v odpadním plynu se vypočítá podle vzorce:

$$c_{\text{NH}_3} = \frac{aB}{B_a V_o} \quad [6]$$

kde :

a – hmotnost amoniaku ve zkoumaném roztoku [μg],

B – celkový objem zkoumaného roztoku [ml],

B_a – objem zkoumaného roztoku použitého k rozboru [ml],

V_o – objem vzorku vzduchu přepočítaný na normální podmínky [m^3].

1.7.1.5 Fotoakustická spektrometrie

Od roku 2004 se používá výhradně přístrojové vybavení od dánské společnosti Briel and Kjaer, které umožňuje prostřednictvím fotoakustické spektroskopie kontinuálně současně měřit kromě emisí amoniaku i emise metanu, oxidu uhličitého, oxidu dusného a sirovodíku.

Tato metoda měření i špičkové přístrojové vybavení je standardem, používaným ve vědeckých institucích a na univerzitách v EU. Od roku 2003 je uznaná MŽP i pro měření emisí amoniaku v ČR. Oproti ostatním metodám umožňuje zobrazit a graficky zjistit průběh koncentrací měřených plynů v celém časovém úseku měření. Tím je zamezeno ovlivnění naměřených výsledků při odběru vzorků např. pouze v čase, kdy jsou chovaná zvířata v klidovém období nebo když spí. Limitujícím faktorem této metody jsou ovšem náklady na pořízení přístroje, provozní náklady a náklady na kalibraci, která se provádí v pravidelných intervalech výhradně u výrobce v Dánsku. Před každým měřením se ovšem provádí ověření přesnosti přístroje kalibračním plynem, tj. plynem s přesně udanou koncentrací amoniaku.

Během měření emisí se rovněž provádí měření mikroklimatických podmínek ve stáji, tj. teplota, vlhkost a tlak vzduchu, aby uvedené hodnoty mohly být přepočteny standardní srovnatelné hodnoty. Nedílnou součástí je rovněž měření rychlosti proudění vzduchu dle příslušných ČSN norem tak, aby dle používaných ventilátorů mohl být proveden výpočet průtoku vzduchu a tím mohl být proveden výpočet měrné výrobní emise, plynoucí ze stáje, která je následně porovnána s emisními faktory uvedenými v Nařízení vlády č. 353/2002 Sb. [33]

1.7.2 Metody měření vlhkosti vzduchu

Vlhkost vzduchu udává obsah vodní páry v jednotkovém objemu vzduchu, který je v reálném stavu směsí suchého vzduchu a vodní páry, přičemž je závislá na teplotě. Při měření se obvykle používá některá z následujících tří jednotek:

1.7.2.1 Absolutní vlhkost

Absolutní vlhkost udává hmotnost vodní páry v jednotce objemu vzduchu s obvyklou jednotkou gram na krychlový metr [g.m⁻³]. Jedná se tedy o měrnou hmotnost Pp. Obsah vodní páry ve vzduchu je omezený. Vzduch se vodní parou nasytí a další vlhkost již nepřijímá. Konkrétní hodnota vlhkosti závisí především na teplotě a s rostoucí teplotou roste. [34]

$$a = \frac{1,6 * e}{1 + \alpha * t} \quad [\text{g.m}^{-3}] \quad [7]$$

e = momentální vlhkost

α = koeficient stlačitelnosti plynů

t = teplota prostředí

1.7.2.2 Relativní vlhkost

Relativní vlhkost φ udává poměr mezi skutečným a maximálním, nasyceným obsahem vody ve vzduchu. Udává se v procentech (%). Vyjadřuje tedy procentní nasycení suchého vzduchu vodní parou při dané teplotě. Nasycený plyn vodní parou má 100% vlhkost oproti suchému plynu, který má relativní vlhkost 0%. K určení vlhkosti plynu pomocí tlaku ještě potřebujeme znát hodnotu teploty a celkového tlaku plynu.

$$\varphi = \frac{e}{E} * 100 \quad [\%] \quad [8]$$

e = momentální vlhkost

E = maximální vlhkost

Relativní vlhkost se dá měřit hygrometrem. Konstrukce vlhkoměru je založena na hygrokopických (schopnost pohlcovat a udržovat vlhkost) vlastnostech lidských vlasů. Ty mění svou délku v závislosti na vlhkosti

1.7.2.3 Měrná vlhkost

Měrná vlhkost χ je hmotové množství vodní páry připadající na 1kg suchého vzduchu, tedy vlastně vodní obsah. Vyjadřuje se hmotnostním zlomkem, jako poměr hmotnosti vodní páry m_p a hmotnosti suchého vzduchu m_v . Udává se v jednotkách ($\text{kg} \times \text{kg}^{-1}$). [35]

$$\chi = \frac{m_p}{m_v} \quad [9]$$

m_p = hmotnost vodní páry

m_v = hmotnost suchého vzduchu

1.7.3 Stanovení oxidu uhličitého

Přesto, že je oxid uhličitý významným „skleníkovým“ plynem, není považován za znečišťující látku, proto není nikde stanoven jeho limitní obsah v odpadních plynech ze stacionárních nebo mobilních zdrojů znečišťování, venkovním nebo pracovním ovzduší.

1.7.3.1 Manuální metody stanovení

K manuálnímu stanovení oxidu uhličitého se používá převážně metoda duální GC-TCD. Mez detekce oxidu uhličitého touto metodou vyjádřená objemovým zlomkem činí zhruba 250 ml/m^3 . Detektor TCD se skládá z termistoru, nebo elektricky vyhřívaného drátu. Teplota čidla závisí na tepelné vodivosti plynů, které kolem něj proudí. Změna tepelné vodivosti způsobuje zvýšení teploty v prvku, který je snímán.

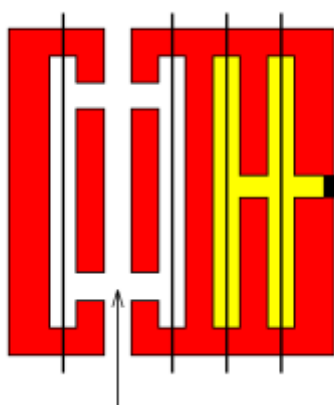
Fotometrické stanovení obsahu oxidu uhličitého je založeno na zbarvení nuzných vodných absorpčních roztoků obsahujících vhodné acidobazické indikátory. Toto stanovení je však ruší všechny ostatními složky plynného aerosolu, které ve vodném roztoku uvolňují protony.

Nefelometrické stanovení obsahu oxidu uhličitého v plynech vychází z měření zákalu vznikajícího reakcí CO_2 s barnatými ionty ve vodném absorpčním roztoku. Podobně jako CO_2 však reaguje i SO_2 , proto se obě tyto manuální metody nepoužívají, nebo se používají jen zřídka a dává se přednost jiným selektivnějším způsobům stanovení.

1.7.3.2 Instrumentální *on-line* metody stanovení

Infračervená absorpční spektrometrie je jediná prakticky používaná metoda pro stanovení oxidu uhličitého *on-line* stanovením.

Ke stanovení obsahu CO_2 v binárních směsích se nejčastěji používá vodivostních a termochemických analyzátorů. Přímé měření tepelné vodivosti je velmi obtížné, proto se pro analýzu plynu se používá nepřímé měření. Analyzátor se skládá z kovového hranolu, ve kterém jsou vytvořeny čtyři válcové komory a střední průtokový kanál – viz obrázek č 4. Obě měrné komory jsou spojeny otvory s průtokovým kanálem. Zbývající dvě srovnávací komory jsou naplněny srovnávacím plynem a uzavřeny. V ose natažen tenký drát zahříváný elektrickým proudem na teplotu 100 až 150°C. Přítomností oxidu uhličitého ve zkoumaném plynu se teplota drátku zvyšuje.



Obrázek č.4 Analyzátor s průtokovým kanálem

1.7.3.3 Normované metody stanovení

Pro stanovení CO_2 v odpadních plynech dosud nebyla vypracována evropská technická norma. [36]

1.7.4 Stanovení metanu

1.7.4.1 Manuální metody stanovení:

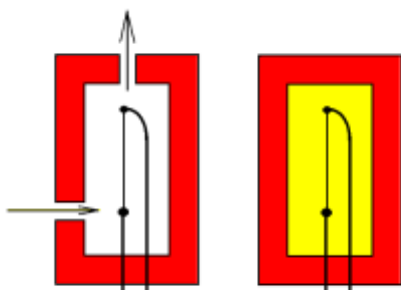
Pro stanovení metanu v odpadních plynech se používá duální metoda GC TCD. Mez detekce metanu touto metodou je 300 ml/m^3 . Detektor TCD se skládá z termistoru, nebo elektricky vyhřívaného drátu. Teplota čidla závisí na tepelné vodivosti plynů, které kolem něj proudí. Změna tepelné vodivosti způsobuje zvýšení teploty v prvku, který je snímán.

1.7.4.2 Instrumentální *on-line* metody stanovení

Instrumentální metody stanovení CH_4 využívají metody infračervené absorpční spektrometrie.

V omezeném rozsahu se používá způsob stanovení metanu v odpadních plynech založený na principu hoření metanu. Thermochemický analyzátor je vhodný pouze pro hořlavé plyny. Detektor se skládá z měrné a porovnávací komory (viz obrázek č. 5). V komorách je napjatý drát, který je elektricky zahříván na určitou teplotu. Pro dokonalé spálení se do komory přivede dostatečné množství kyslíku v analyzované směsi. Nejvyšší teplotu pro hoření potřebuje metan 600°C .

Obrázek č. 5 Schéma thermochemického analyzátoru



1.7.4.3 Normové metody stanovení

Evropská technická norma pro stanovení CH₄ v odpadních plynech zatím nebyla vypracována.

1.7.5 Stanovení oxidu dusného

1.7.5.1 Manuální metody stanovení:

Pro stanovení N₂O se používá metody založené na odběru intaktního vzorku plynu, tzn., že se vzorek odebírá pomocí plastových vaků nebo kanistrů s korozivzdorné oceli. Analýza se musí provést do 2 hodin po odběru, aby se zamezilo ztrátám.. Provádí se využitím molekulové absorpční spektrometrie v infračervené oblasti při vlnové délce 4,48 μm (NIOSH method 6660 1994).

1.7.5.2 Instrumentální *on-line* metody stanovení

Pro stanovení oxidu dusného neboli azoxidu v pracovním ovzduší, využívá se FTIR spektrometrie. Pro délku 10m optické dráhy činí mez detekce vyjádřená objemovým zlomkem $0,36 \cdot 10^{-6}$ a horní hranice měřicího rozpětí vyjádřená objemovým zlomkem $9,04 \cdot 10^{-4}$.

1.7.5.3 Normové metody stanovení

Technická norma pro stanovení N₂O v odpadních plynech zatím nebyla vypracována

2 Cíl práce

Cílem práce bude měření zátěžových plynů (NH_3 , CH_4 , NO_2) ve stájích hospodářských zvířat. Měření je provedeno v chovu výkrmu prasat v zemědělském obchodním družstvu Starosedlský Hrádek.

Výsledky měření budou podkladem k posouzení chovu z hlediska emisních limitů a jako srovnávací měření pro stanovení účinnosti přístroje ENVIROLYTE ELA 1600, který snižuje emise vybraných zátěžových plynů.

Při měření koncentrace zátěžových plynů (NH_3 , CH_4 , NO_2) bude použita metoda fotoakustické spektroskopie. Tato metoda je považována v Evropě za primární měřicí systém. Toto autorizované měření proběhlo pod hlavičkou VÚZT s využitím zařízení od firmy INNOVA.

3 Metodika

3.1 Popis měřícího přístroje použitého pro měření zátěžových plynů ve stáji

Pro měření koncentrací NH_3 (ale i dalších 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 Multipoint Samplet téže firmy (viz Obr.č. 6). [37]

Obrázek č.6 Přístroj INNOVA 1412 zapojená při měření



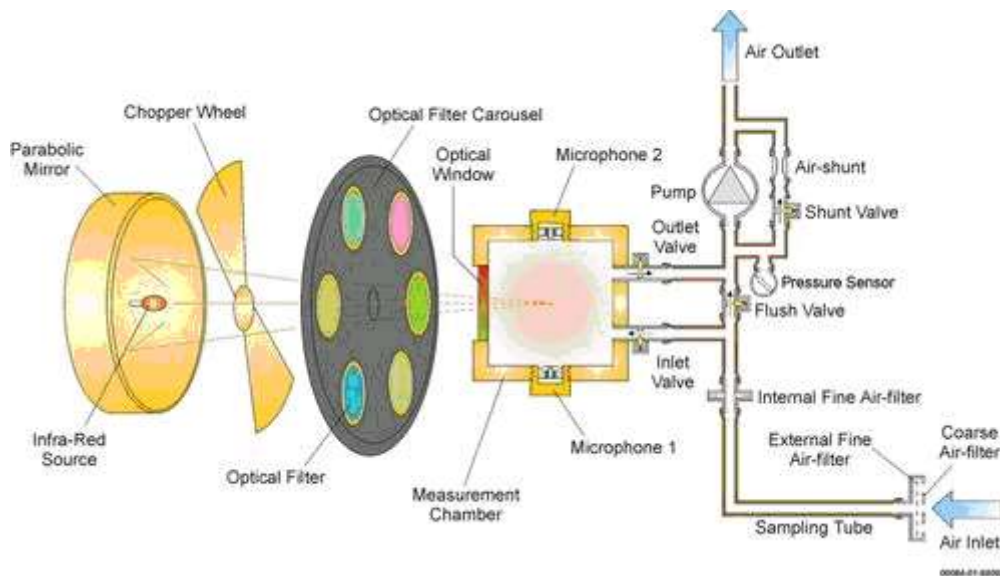
Foto autor

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

V karuselu s filtry jsou instalovány příslušné optické filtry (pět kusů plus jeden na vodní páru – viz Obr.č.7). 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 využívající 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 se mohou snadno převést 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. [37]

Obrázek č.7 Princip činnosti přístroje INNOVA 1412



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. Dvěma mikrofony je tento signál v přístroji INNOVA 1412 detekován a zesílen 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%. [37]

Přepínač odběrných míst Multipoint samolep INNOVA 1309 může být používán s více měřícími přístroji firmy INNOVA. Umožňuje odběr vzorků z více míst pomocí hadiček se sondami (viz Obr.č.8). Třicetý ventil přepíná vzorky vzduchu do analyzátoru a zatímco analyzátor vzorek měří, je výfukem proplachována hadička která bude následovat do analyzátoru. Každé odběrné místo je spojeno s přepínačem

odběrných míst teflonovou hadičkou dlouhou až 50 metrů. Odběrných míst může být až dvanáct. [37]

Obrázek č.8 Umístění sondy koncentrací plynů přicházejícího vzduchu do sekce.



Foto autor

3.2 Měření teploty a relativní vlhkosti ve stáji

Teplota se musí měřit teploměrem, který má minimální rozlišení teploty $0,5^{\circ}\text{C}$. Teplota vnitřního prostředí haly se musí měřit vždy, pokud venkovní teplota ve stínu přesáhne $+30^{\circ}\text{C}$. Doplnkové měření teploty se provádí vždy ve stínu, aby nebyla teplota ovlivněna slunečním zářením a minimálně 1m od stěny, aby teplota nebyla ovlivněna sáláním tepla stěnami objektu.

Relativní vlhkost vzduchu se měří tehdy, pokud venkovní teplota klesne pod $+10^{\circ}\text{C}$.

[37]

3.2.1 Digitální záznamový termohydrobarometr s externí sondou Commeter D4141

Digitální záznamový termohydrobarometr s externí sondou (Obr.č. 9) 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.

Měřicí rozsah teplot je -30 až +105°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 $0,1\% \text{RV}$.

Obrázek č. 9 Commeter D4141



3.2.2 Záznamník teploty a relativní vlhkosti s displejem LOGGER S3120

Záznamník teploty a relativní vlhkosti s displejem LOGGER S3120 (obr.č. 10) dodává firma Comet systém s.r.o..Měřicí senzory teploty a relativní vlhkosti jsou součástí přístroje. Naměřené i vypočtené hodnoty jsou zobrazovány na displej a ukládány v intervalech do vnitřní energeticky nezávislé paměti.

Měřicí rozsah teplot je -30 až +70°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 $0,1\% \text{RV}$. [37]

Obrázek č. 10 Umístěný měřicí přístroj LOGGER S3120



Foto autor

4 Vlastní práce

V zemědělském obchodním družstvu Starosedlský Hrádek je provedená BAT technologie přidávání elektrochemicky aktivované vody a neutrální anolyt ANK (produkovaný na zařízení Enviolyte), která slouží k dezinfekci tekutého krmiva v chovu prasat na výkrm.

4.1 Zemědělské obchodní družstvo Starosedlský Hrádek

Zemědělské obchodní družstvo Starosedlský Hrádek vzniklo v roce 1953 postupným spojováním menších družstev. Nachází se v bramborářsko-ječné oblasti s nadmořskou výškou 470m.

Hospodaření společnosti probíhá na pozemcích, které jsou z velké části dlouhodobě pronajaté. Jejich rozloha činí 2 704ha, z toho 2 436ha zaujímá orná půda a zbytek jsou louky.

Zemědělské obchodní družstvo Starosedlský Hrádek se specializuje na pěstování obilovin, řepky, brambor, krmných plodin, výrobu mléka a masa. Vlastní 2 428 kusů prasat z toho 200ks prasnic, 1172ks selat, 21ks prasniček, 4ks kanci a 1031 ks na výkrm (údaje ke dni 1.3.2012). Za rok 2011 zemědělské obchodní družstvo vyprodukovalo 3229 kusů prasat s průměrnou hmotností 99,94 kg. Dále vlastní 1661 kusů skotu, z toho 611ks dojnic, 104ks jatečních býků, 188ks jalovic, 442ks telat, 316ks výkrm.

4.2 Popis stáje

Popis stáje zemědělského obchodního družstva Starosedlský Hrádek (obr.č.11).

Obrázek č.11 Ustájení prasat na výkrm

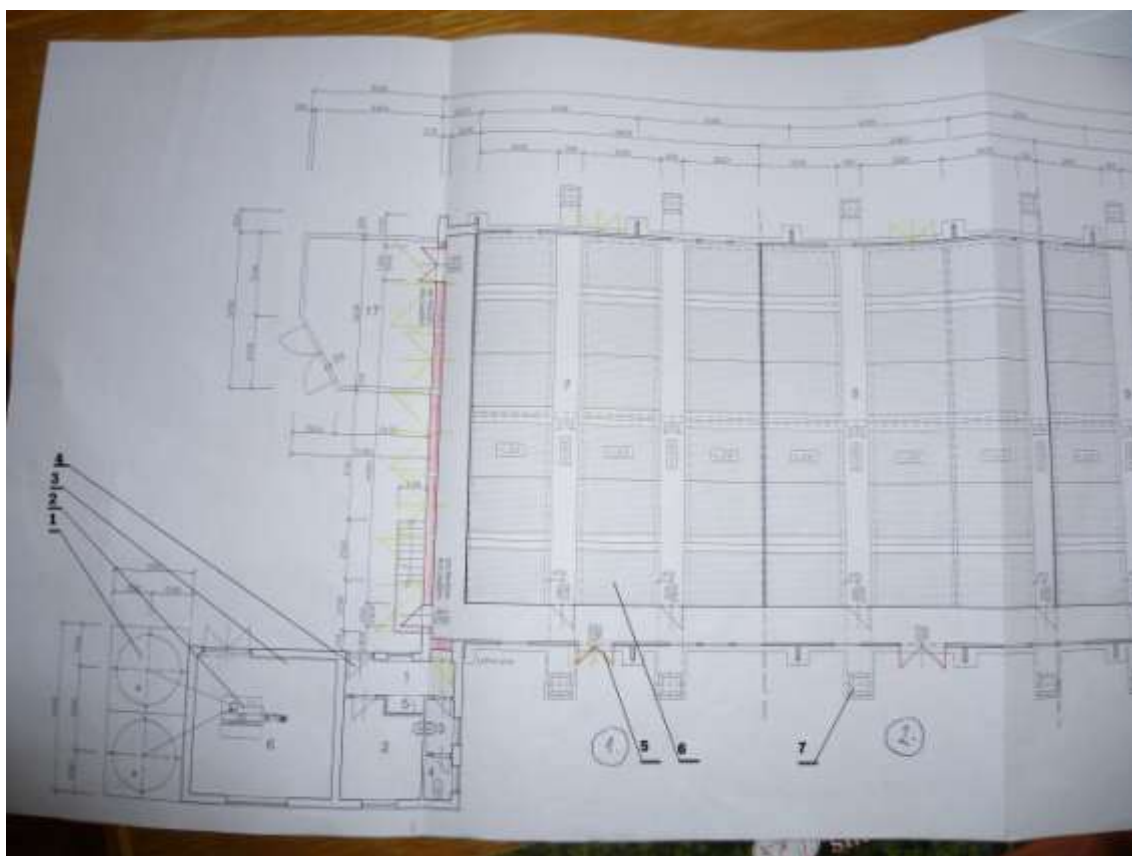


Foto autor

1 - ocelové zásobníky krmné směsi; 2 – stabilní zařízení pro přípravu, dopravu a dávkování krmiva v mokřem stavu; 3 – Envirolyte ELA1600; 4 – počítač; 5 – okno; 6 – sekce; 7 – větrací komín

4.3 Účel měření

Účelem měření bylo zjištění a stanovení množství zátěžových plynů ve stáji hospodářských zvířat. Výsledky měření jsou použity ke stanovení účinku ENVIROLYTE ELA 1600, který nejen **snižuje emise vybraných zátěžových plynů**, ale také sleduje snížení počtu mikroorganismů ve stáji.

4.4 Popis zařízení

Měření proběhlo ve dvou sekcích č.4 a č.6 ve výkrmně prasat na žír. Ustájení prasat je kotcové s umělohmotnými rošty ve zděných halách. Kotce v jednotlivých sekcích jsou uspořádány za sebou ve třech řadách rozdělených chodbou. Pod každou sekcí je oddělený kanál, do kterého propadá prasečí kejda. Přívod krmiva a napájení je automatické a centrálně řízené. Užitkový prostor je vybaven podtlakovým klimatizačním systémem s aktivním a řízeným odvětráváním a automatickým otevíráním oken. Čerstvý vzduch, který přichází do stáje, nejprve prochází chodbou, která spojuje jednotlivé sekce, proto dochází k částečné rekuperaci tepla. Vzduch proudící ve stáji v době měření provzdušňoval halu a postupně v něm rostla koncentrace produktů zvířecího metabolismu a jiných odvětrávaných látek včetně amoniaku, metanu, oxidu dusného a vodní páry. Počty zvířat ustájených v jednotlivých sekcích se v průběhu měření neměnila. V sekci č.4 bylo 123ks prasat s průměrnou hmotností 111kg a v sekci č.6 bylo 82ks prasat s průměrnou hmotností 112kg.

4.4.1 Krmení prasat

Přívod krmiva a napájení je automatické a centrálně řízené. Suchá směs je uchovávána v ocelových zásobnících krmné směsi. Odtud je směs šnekovým dopravníkem dopravena do stacionární míchačky, kde je smíchána s vodou v přibližném poměru 1:3 (čerpáním je možné dopravovat krmivo o obsahu sušiny do 25%, jinak se potrubí zacpává a směs neprotýká) a dále čerpána potrubím do koryt. Míchání směsi se provádí pro každou sekcí odděleně, proto je možné každé sekcí dát jiné složení směsi. Pro sekci č.4 byla do směsi přidávána elektrochemicky aktivovaná voda z přístroje ENVIROLYTE ELA 1600. Krmení prasat je zde ad libitní.

4.5 Envirolyte ela 1600

Systém Envirolyte má patentovanou technologii elektrolyzérů, v nichž se mění solný roztok na roztok sanitační, kde má rozhodující úlohu čistá kyselina chlorná, která je elektricky neutrální. Základem přístroje je elektrolytický reaktor, jehož součástí je patentem chráněná membrána, která odděluje proudící roztok během výrobního procesu. Průtok je regulován programovatelným automatem, aby se zajistila optimální produkce a minimalizovala se zbytková sůl.

Zařízení vyrábí dva základní roztoky – *VertEsprit-A* (ANOLYT-A) a *VertEsprit-K* (KATOLYT). ANOLYT-A je kyselý roztok, s hodnotou pH pohybující se kolem 2 – 3. KATOLYT je vodným roztokem NaCl a hydroxylů a hydroxylových radikálů jako NaOH a H₂O₂ s hodnotou pH mezi 10 – 13. Směs KATOLYTU a ANOLYTU-A tvoří roztok **VertEsprit ANK**, který má hodnotu pH 7 a může být použit namísto chemických dezinfekčních prostředků. *VertEsprit ANK* je vodným roztokem sloučenin s obsahem aktivního chlóru, a to především kyseliny chlorné a chlornanu sodného, obsahuje také chlorid sodný.

4.6 Způsob měření

Pro svou práci jsem zvolil měření koncentrace zátěžových plynů elektronickými snímači. Měření se provádělo podle schválené metodiky VÚZT.

Měřicí technika byla nainstalována dne 11.1. 2012 v 11:00hod. Měřicí sondy byly rozmístěny ve 2 sekcích. V sekci č.4, kde byla přidávána do krmné směsi elektrochemicky upravovaná voda a v sekci č.6, kde nebyla. Sondy byly umístěny u oken, kterými přicházel čistý vzduch do jednotlivých sekcí ve výšce 170cm a do podroštové části 20cm nad výšku kejdy (obr.č.12). Měření sekce č.6 byla použita jako kontrolní a sloužila k porovnání výsledků se sekci č.4 kde byla přidávána do krmné směsi elektrochemicky upravovaná voda. V průběhu měření byl v hale nastaven ustálený režim proudění vzduchu. Tím byla zajištěna kontrola objektivit stanovení produkce škodlivin. Měření bylo prováděno po dobu 24 hodin, aby mělo správnou vypovídající hodnotu.

Obrázek č.12 Umístění měřících sond

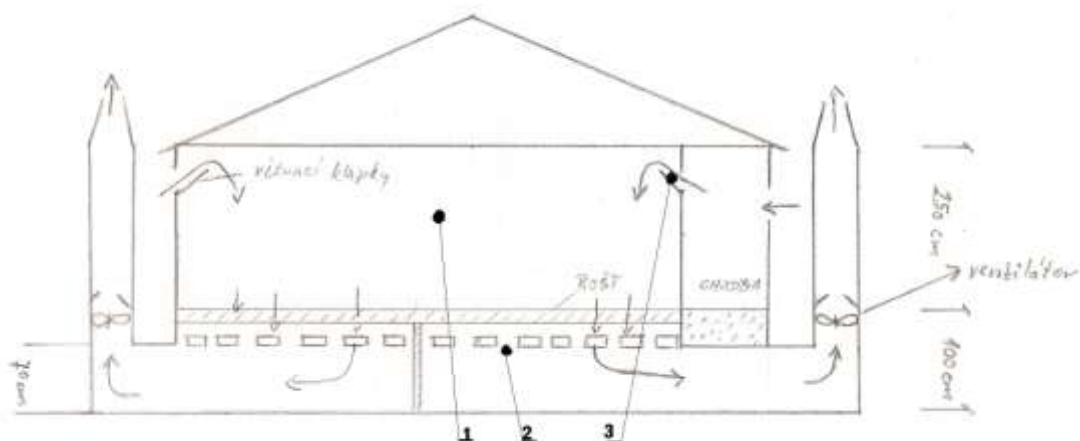


Foto autor

1 - měřící přístroj LOGGER S3120; 2 – umístění měřící sondy koncentrací plynů v prostoru pod roštem; 3 - umístění měřící sondy koncentrací plynů přicházejícího vzduchu do kóje

4.6.1 Průběh měření

Odečítání a ukládání měřených hodnot začalo 11.1. 2012 v 11:45 hod. Interval ukládání hodnot z jednotlivých snímačů byl nastaven na 5 minut. Zařízení pracovalo bez přerušení až do 12.1. 2020 do 12:00 hodin. Celková doba měření byla 24 hod. V průběhu měření se nevyskytly žádné problémy.

4.7 Výsledky měření

Naměřené hodnoty zátěžových plynů jsou pro přehlednost začleněny do grafů a do tabulek. Pro zjištění výsledku účinnosti přístroje ENVIROLYTE ELA 1600 jsem musel výsledek měření jednotlivých sekcí vydělit počtem prasat v sekci, aby byl výsledek měření nezkrácený počtem prasat, neboť v sekci č. 4 bylo 123ks prasat a v sekci č.6 bylo 82ks prasat.

Pro lepší porovnání koncentrace zátěžových plynů (NH_3 , CH_4 , N_2O) jsou grafy naměřeného přicházejícího vzduchu a naměřeného vzduchu v místě pod rošty sekcí č.4 a č.6 vloženy do sebe.

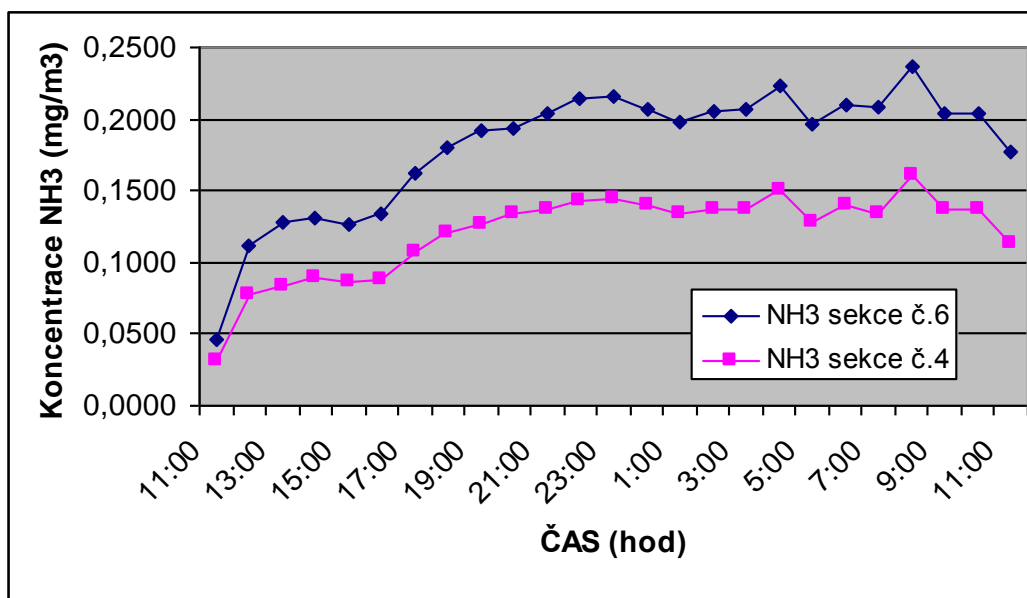
Tabulka č.4 Průměrné hodnoty zátěžových plynů sekce č.6 přicházejícího čistého vzduchu připadající na 1 prase

Časový interval (hod)	Amoniak (mg/m ³)	Oxidu dusného (mg/m ³)	Oxid uhličitý (mg/m ³)	Sirovodík (mg/m ³)	Metan (mg/m ³)	vodní páry (mg/m ³)
11:00	0,0456	0,0176	38,0724	2,2993	0,2080	128,1382
12:00	0,1123	0,0133	51,1797	6,3069	0,4289	169,5396
13:00	0,1281	0,0100	59,1469	11,4163	0,4106	168,9922
14:00	0,1314	0,0082	54,6725	13,3835	0,3966	160,6230
15:00	0,1266	0,0079	52,8090	14,2581	0,2889	154,1850
16:00	0,1342	0,0079	53,6906	14,0200	0,3481	154,1850
17:00	0,1617	0,0099	59,9905	12,5592	0,6618	154,0266
18:00	0,1799	0,0114	63,0964	11,4832	0,8524	150,6789
19:00	0,1913	0,0112	62,5312	12,4370	0,7263	152,8526
20:00	0,1940	0,0105	57,4873	12,5513	0,6070	149,4858
21:00	0,2045	0,0107	59,8395	12,9473	0,6822	152,3004
22:00	0,2142	0,0112	60,5365	12,7021	0,7622	148,3669
23:00	0,2159	0,0112	60,3908	12,7679	0,7658	147,6402
0:00	0,2073	0,0107	59,0540	13,5250	0,6760	146,5122
1:00	0,1977	0,0104	53,8164	12,5401	0,6125	139,8882
2:00	0,2058	0,0105	55,3563	12,4403	0,5581	140,9279
3:00	0,2064	0,0099	54,1679	13,3498	0,6027	143,5244
4:00	0,2238	0,0102	55,1275	13,0734	0,7460	144,0112
5:00	0,1962	0,0087	48,0824	13,1824	0,4289	140,0925
6:00	0,2091	0,0094	51,9264	13,0647	0,5217	146,7439
7:00	0,2087	0,0088	51,0522	13,9447	0,5127	152,4978
8:00	0,2364	0,0100	54,1331	12,0925	0,7002	149,9878
9:00	0,2037	0,0077	46,7979	11,8421	0,5676	142,9970
10:00	0,2042	0,0081	47,5489	11,7811	0,5080	145,4246
11:00	0,1768	0,0073	42,0933	10,9741	0,4161	140,1880

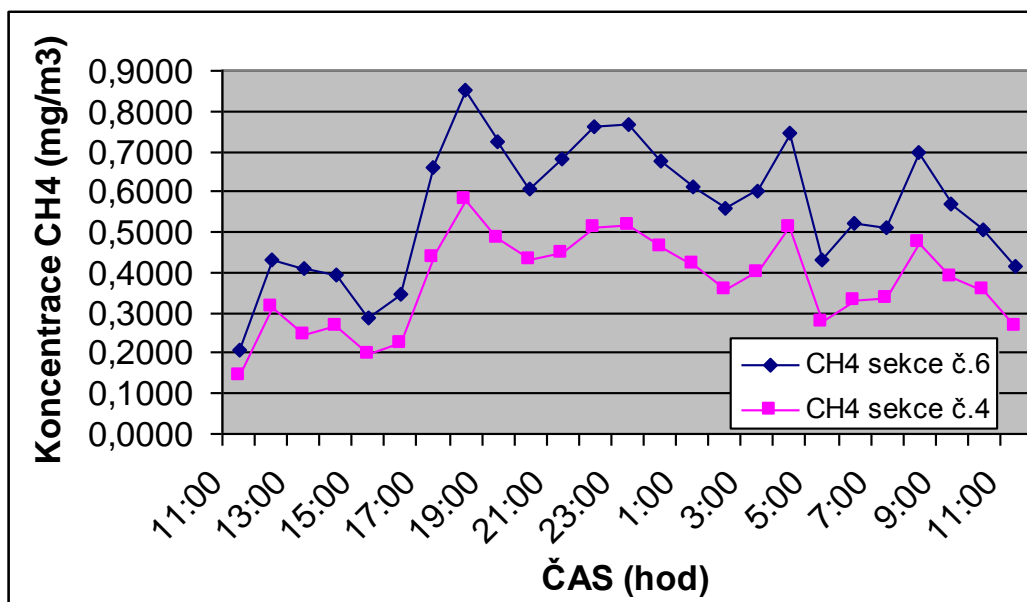
Tabulka č.5 Průměrné hodnoty zátěžových plynů sekce č.4 přicházejícího čistého vzduchu připadající na 1 prase

Časový interval (hod)	Amoniak (mg/m ³)	Oxidu dusného (mg/m ³)	Oxid uhličitý (mg/m ³)	Sirovodík (mg/m ³)	Metan (mg/m ³)	vodní páry (mg/m ³)
11:00	0,0319	0,0107	23,0915	1,3801	0,1462	86,7541
12:00	0,0768	0,0091	35,1726	4,1343	0,3133	114,6903
13:00	0,0833	0,0064	37,1935	7,5097	0,2458	109,9322
14:00	0,0889	0,0056	37,0078	9,0770	0,2653	107,9268
15:00	0,0861	0,0054	36,0200	9,7718	0,1984	104,5107
16:00	0,0880	0,0052	35,6689	9,3306	0,2223	102,0738
17:00	0,1068	0,0065	39,3591	8,2308	0,4341	102,3489
18:00	0,1207	0,0076	42,6693	7,7466	0,5822	101,2025
19:00	0,1268	0,0075	41,4651	8,1834	0,4846	101,3631
20:00	0,1334	0,0074	39,6920	8,5605	0,4319	101,3699
21:00	0,1369	0,0072	40,2714	8,7465	0,4448	101,8157
22:00	0,1426	0,0075	40,4184	8,2233	0,5111	99,0156
23:00	0,1445	0,0073	40,5228	8,5371	0,5182	98,5183
0:00	0,1399	0,0070	39,3829	8,8197	0,4612	98,5033
1:00	0,1338	0,0069	36,0807	8,4903	0,4186	94,3435
2:00	0,1362	0,0072	36,3195	8,1907	0,3587	93,2907
3:00	0,1375	0,0067	35,8543	8,9453	0,3997	95,8875
4:00	0,1500	0,0068	36,8617	8,7321	0,5102	95,9932
5:00	0,1283	0,0058	31,3936	8,7840	0,2787	92,8049
6:00	0,1392	0,0062	34,2407	8,9193	0,3301	97,6416
7:00	0,1344	0,0059	33,1896	9,1658	0,3335	99,3015
8:00	0,1607	0,0068	37,0880	8,2020	0,4736	101,3888
9:00	0,1363	0,0053	31,1856	8,0753	0,3891	95,2527
10:00	0,1366	0,0056	31,5323	7,6978	0,3568	97,0637
11:00	0,1138	0,0048	27,1104	7,3446	0,2639	91,5919

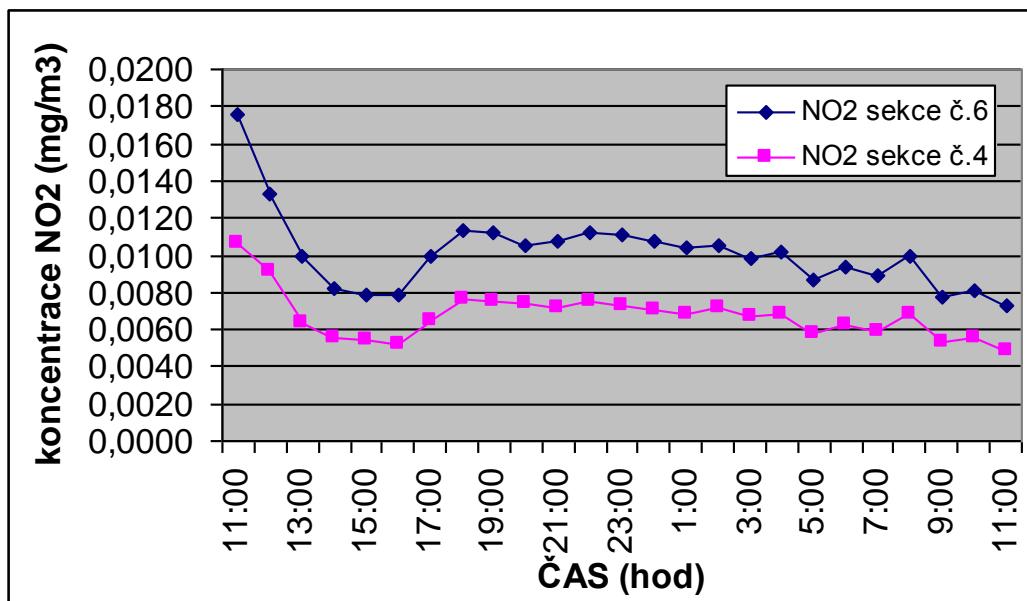
Graf č.1 Porovnání množství **amoniaku** mezi sekcemi č.4 a č.6 přicházejícího čistého vzduchu připadající na 1 prase



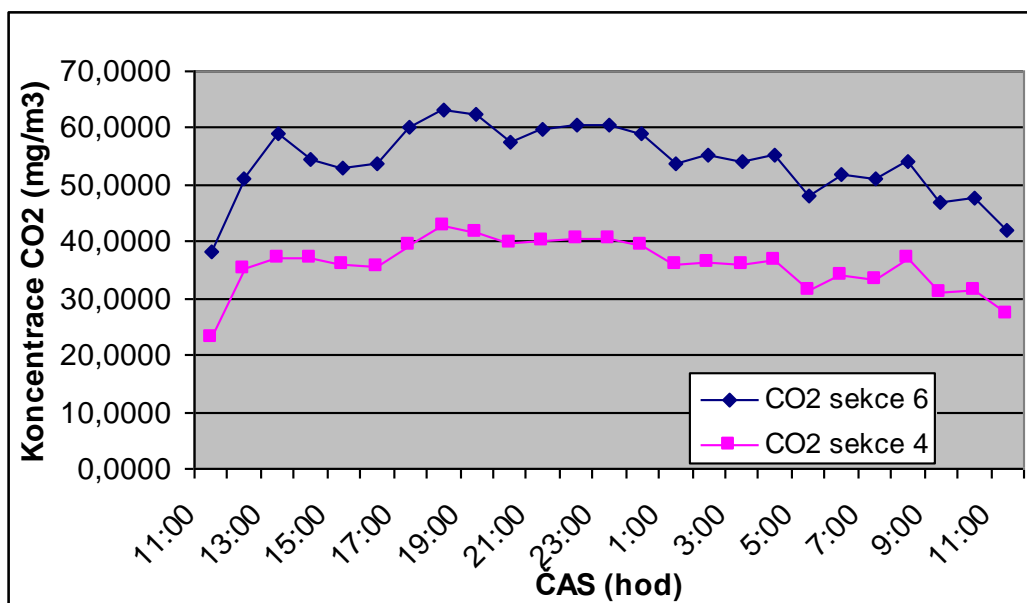
Graf č.2 Porovnání množství **metanu** mezi sekcemi č.4 a č.6 přicházejícího čistého vzduchu připadající na 1 prase



Graf č.3 Porovnání množství **oxidu dusného** mezi sekcemi č.4 a č.6 přicházejícího čistého vzduchu připadající na 1 prase



Graf č.4 Porovnání množství **oxidu uhličitého** mezi sekcemi č.4 a č.6 přicházejícího čistého vzduchu připadající na 1 prase



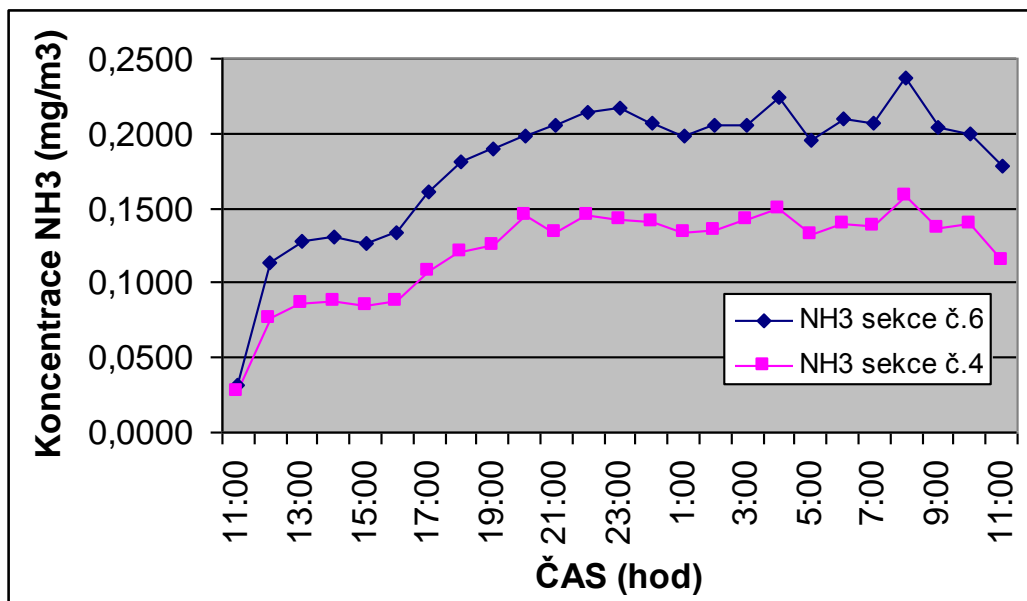
Tabulka č.6 Průměrné hodnoty zátěžových plynů sekce č.6 emisí v místě pod roštovou podlahou připadající na 1 prase

Časový interval (hod)	Amoniak (mg/m ³)	Oxidu dusného (mg/m ³)	Oxid uhličitý (mg/m ³)	Sirovodík (mg/m ³)	Metan (mg/m ³)	vodní páry (mg/m ³)
11:00	0,0322	0,0138	25,7581	1,7352	0,1228	113,4028
12:00	0,1128	0,0140	52,7716	6,1170	0,4419	171,1098
13:00	0,1273	0,0098	58,2265	11,3002	0,3824	167,3577
14:00	0,1310	0,0082	54,5935	13,4555	0,3980	160,2040
15:00	0,1270	0,0079	52,6369	14,2293	0,3050	154,7002
16:00	0,1333	0,0079	54,1011	14,0604	0,3481	154,7002
17:00	0,1607	0,0101	59,7259	12,6795	0,6465	154,0813
18:00	0,1803	0,0114	63,3820	11,4783	0,8505	151,4807
19:00	0,1893	0,0111	61,4892	12,4026	0,7205	151,7093
20:00	0,1976	0,0110	58,7047	12,8253	0,6347	151,0854
21:00	0,2060	0,0105	59,9812	12,9289	0,6817	152,4167
22:00	0,2136	0,0112	60,7406	12,5030	0,7753	148,2927
23:00	0,2165	0,0112	60,6197	12,7560	0,7794	147,8750
0:00	0,2067	0,0107	58,2882	13,1916	0,6819	146,1921
1:00	0,1977	0,0102	53,4177	12,4981	0,6211	139,9817
2:00	0,2058	0,0109	55,8195	12,4168	0,5623	141,3161
3:00	0,2058	0,0102	54,2538	13,3056	0,6012	143,8018
4:00	0,2243	0,0102	54,7482	12,8205	0,7682	143,4845
5:00	0,1953	0,0086	48,2256	12,9866	0,4276	139,8628
6:00	0,2092	0,0093	51,4342	13,1422	0,5179	146,7226
7:00	0,2075	0,0089	51,0274	13,7894	0,4958	151,6840
8:00	0,2375	0,0097	54,4206	12,2039	0,6930	151,0467
9:00	0,2046	0,0079	47,1728	12,0179	0,5685	143,6433
10:00	0,1998	0,0086	46,5111	11,5058	0,5094	143,4970
11:00	0,1784	0,0076	42,6496	10,9880	0,4337	140,8758

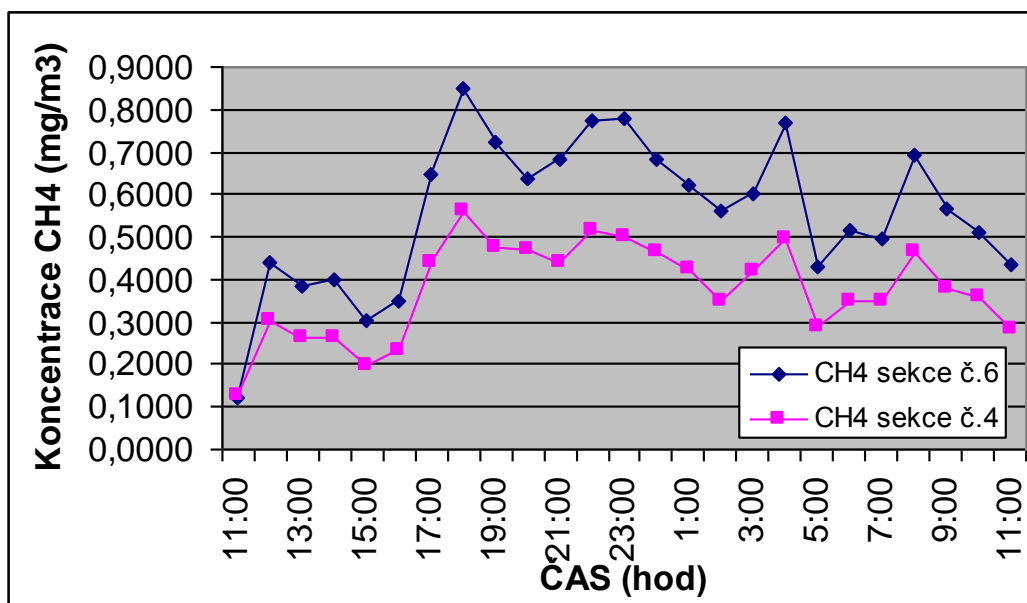
Tabulka č.7 Průměrné hodnoty zátěžových plynů sekce č.4 emisí v místě pod roštovou podlahou připadající na 1 prase

Časový interval (hod)	Amoniak (mg/m ³)	Oxidu dusného (mg/m ³)	Oxid uhličitý (mg/m ³)	Sirovodík (mg/m ³)	Metan (mg/m ³)	vodní páry (mg/m ³)
11:00	0,0280	0,0109	21,5413	1,4786	0,1265	81,9994
12:00	0,0760	0,0097	36,3526	4,1559	0,3022	114,9653
13:00	0,0861	0,0065	38,9484	7,4722	0,2623	112,6023
14:00	0,0878	0,0056	36,4150	8,9996	0,2643	106,8665
15:00	0,0844	0,0054	34,7650	9,4054	0,1961	102,3279
16:00	0,0883	0,0052	35,4190	9,3170	0,2322	102,0044
17:00	0,1078	0,0064	39,8051	8,4902	0,4396	103,4539
18:00	0,1205	0,0077	42,3482	7,9981	0,5626	100,8828
19:00	0,1257	0,0073	40,7525	8,0757	0,4772	101,0103
20:00	0,1452	0,0081	43,7536	9,3302	0,4701	110,6467
21:00	0,1341	0,0070	39,4461	8,6788	0,4397	100,6226
22:00	0,1446	0,0076	40,9581	8,4090	0,5182	99,7493
23:00	0,1425	0,0073	39,8420	8,5251	0,5013	97,8557
0:00	0,1404	0,0072	39,7696	9,0497	0,4643	98,7873
1:00	0,1336	0,0071	36,7035	8,3738	0,4270	94,2476
2:00	0,1344	0,0068	35,7858	8,2032	0,3489	92,4099
3:00	0,1415	0,0070	36,9089	8,9213	0,4201	97,1545
4:00	0,1489	0,0068	36,3583	8,5696	0,4978	95,7127
5:00	0,1322	0,0058	32,3165	8,7396	0,2892	94,4587
6:00	0,1400	0,0061	35,2098	9,0463	0,3487	98,5750
7:00	0,1383	0,0059	33,7100	9,1135	0,3468	100,7636
8:00	0,1579	0,0067	36,2068	8,1432	0,4664	99,9702
9:00	0,1364	0,0051	31,4534	8,0347	0,3792	95,9305
10:00	0,1387	0,0056	32,4071	8,0244	0,3613	98,0650
11:00	0,1156	0,0049	27,9108	7,2717	0,2809	92,4904

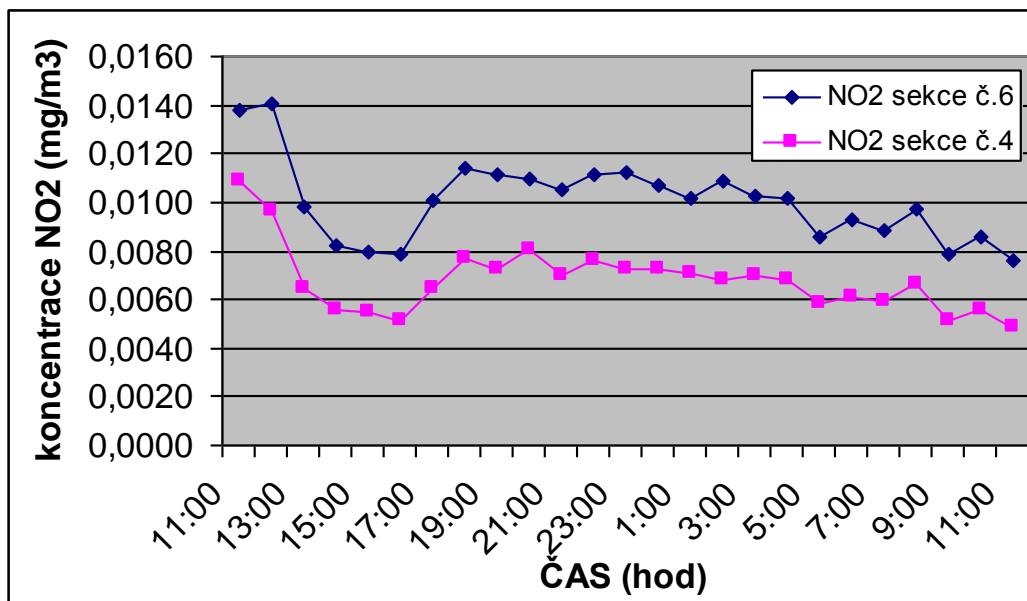
Graf č.5 Porovnání množství **amoniaku** mezi sekcemi č.4 a č.6 v místě pod roštovou podlahou připadající na 1 prase



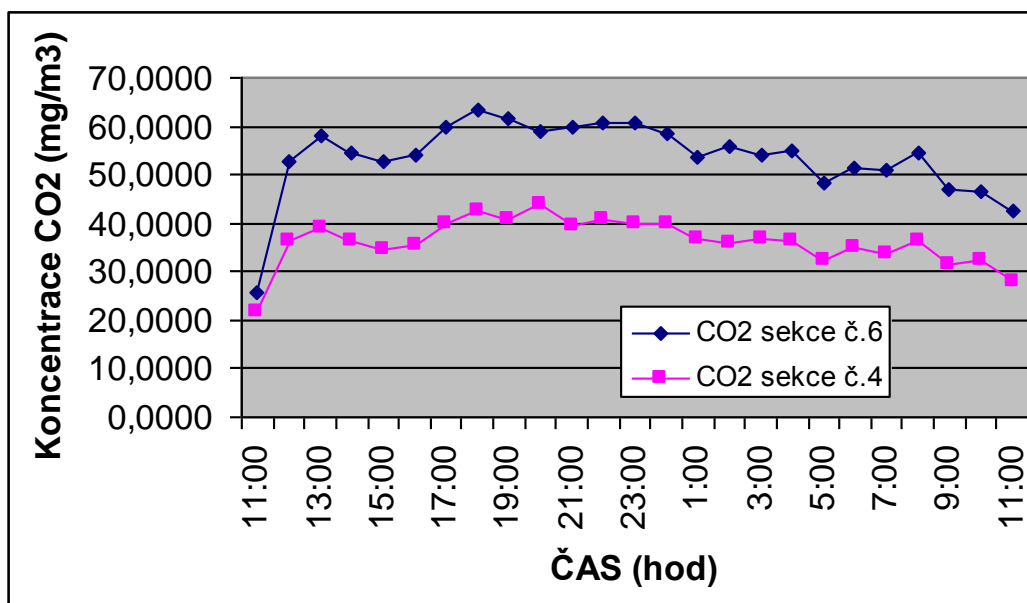
Graf č.6 Porovnání množství **metanu** mezi sekcemi č.4 a č.6 v místě pod roštovou podlahou připadající na 1 prase



Graf č.7 Porovnání množství **oxidu dusného** mezi sekcemi č.4 a č.6 v místě pod roštovou podlahou připadající na 1 prase



Graf č.8 Porovnání množství **oxidu uhličitého** mezi sekcemi č.4 a č.6 v místě pod roštovou podlahou připadající na 1 prase



4.7.1 Porovnání naměřených výsledků

Z naměřených hodnot je patrné, že v sekci č.4, kde je použit přístroj ENVIROLYTE ELA 1600 jsou menší naměřené hodnoty zátěžových plynů (NH_3 , CH_4 , NO_2). Pro lepší orientaci jsem vytvořil tabulku, ve které jsem udělal průměrnou denní hodnotu vyprodukovanou 1 prasetem v sekci č.4 a č.6. a porovnal je mezi sebou (tab.č.9) a (tab.č.10).

Tabulka č.8 Porovnání zátěžových plynů (NH_3 , CH_4 , NO_2) mezi sekcemi č.4 a č.6.
pro přívod vzduchu

	Amoniak	Oxid dusný	Metan	Oxid uhličitý
Průměrná hodnota vyprodukovaná 1 prasetem ze sekce č. 4 [mg/m^3]	0,1205	0,0067	0,3749	35,9517
Průměrná hodnota vyprodukovaná 1 prasetem ze sekce č. 6 [mg/m^3]	0,1806	0,0101	0,5596	54,1040
Procentický rozdíl [%]	33,26	33,33	33,00	33,55

Tabulka č.9 Porovnání zátěžových plynů (NH_3 , CH_4 , NO_2) mezi sekcemi č.4 a č.6.
v podroštovém prostoru

	Amoniak	Oxid dusný	Metan	Oxid uhličitý
Průměrná hodnota vyprodukovaná 1 prasetem ze sekce č. 4 [mg/m^3]	0,1212	0,0068	0,3769	36,2035
Průměrná hodnota vyprodukovaná 1 prasetem ze sekce č. 6 [mg/m^3]	0,1800	0,0100	0,5587	53,6280
Procentický rozdíl [%]	32,70	32,40	32,54	32,49

Měření se provádělo při průměrném denním tlaku 972,39 [hPa]. Dále v průběhu měření byla průměrná denní teplota 22,17°C a relativní vlhkost 64,25%.

5 Závěr

Hlavním cílem bakalářské práce bylo měření zátěžových plynů (NH_3 , CH_4 , NO_2) ve stájích hospodářských zvířat.

Ze všech metod používaných pro měření emisí je nejvhodnější použití metody BAT - centra ZF přístroj 1412 Photoacoustic Multi-gas Monitor firmy INNOVA Air Tech Instruments s vícekanálovým vzorkovacím a dávkovacím zařízením 1309 D Multipoint Samplet téže firmy.

Měření bylo provedeno v zemědělském obchodním družstvu Starosedlský Hrádek , které dle zvolené metodiky prověřilo účinnost přístroje ENVIROLYTE ELA 1600, který snižuje emise vybraných zátěžových plynů. Měření prokázalo, že přístroj ENVIROLYTE ELA 1600, který mění solný roztok na sanitační snižuje zatížení ovzduší zátěžovými plyny (NH_3 , CH_4 , NO_2) přibližně o 33%.

Jelikož je v dnešní době vyvíjen veliký tlak na ochranu životního prostředí a omezování znečišťujících látek, vypouštěných do ovzduší je snížení zátěžových plynů o 33% veliký rozdíl a proto bych přístroj ENVIROLYTE ELA 1600 doporučil pro běžné používání v praxi u hospodářských zvířat.

6 Seznam použité literatury

- [1] Ochrana ovzduší: [online]. [2.1.2012] dostupné z WWW:
<<http://www.mzp.cz/cz/ovzdusi>>
- [2] Integrovaná ochrana ovzduší: [online]. [2.1.2012] dostupné z WWW:
<<http://www.agroweb.cz/Zemedelstvi-a-integrovana-ochrana-ovzdusis46x10073.htm>>
- [3] Česko. Zákon ze dne 1. ledna 2007 o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů. In *Sbírka zákonů, Česká republika*. 2002, 576, s. ISBN 80-7365-235-8
- [4] Systém integrované prevence a omezování znečištění: [online]. [3.1.2012] dostupné z WWW: <www.fi.muni.cz/~tomp/envi/eseje/hebkysesej.doc>
- [5] Směrnice Rady o ochraně vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů. [online]. [3.1.2012] dostupné z WWW:
<http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/smernice_ochrana_vod_znecistenis46x10073.pdf>
- [6] ŠVEC, František. *Člověk a prostředí*. Praha : Avicenum, zdravotnické nakladatelství, n.p., 1982. 304 s.
- [7] Životní prostředí: [online]. [3.1.2012] dostupné z WWW:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%BDivotn%C3%AD_prost%C5%99ed%C3%AD>
- [8] Litosféra: [online]. [3.1.2012] dostupné z WWW:
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Litosf%C3%A9ra>>
- [9] CÍŠAR, Václav, et al. *Člověk a životní prostředí*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, n.p., 1987. 264 s.
- [10] LIBRA, Martin; POULEK, Vladislav. *Zdroje a využití energie*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2007. 141 s. ISBN 978-80-213-1647-8..
- [11] Právní předpisy: [online]. [5.1.2012] dostupné z WWW:
<<http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/zakon-c-254-2001-sb-a-souvisejici-predpisy>>
- [12] Znečištění vody v zemědělství: [online]. [5.1.2012] dostupné z WWW:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Zne%C4%8Di%C5%A1t%C4%9Bn%C3%AD_vody>
- [13] Ovzduší: [online]. [5.1.2012] dostupné z WWW:
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Vzduch>>

[14] SOBÍŠEK, Bořivoj, et al. *Meteorologický slovník výkladový a terminologický s cizojazyčnými názvy hesel ve slovenštině, angličtině, němčině, francouzštině a ruštině*. Brno : MV tiskárna spektrum, s.p., 1993. 594 s. ISBN 80-85368-45-5.

[15] Emisní limit: [online]. [6.1.2012] dostupné z WWW:
<<http://vitejtenazemi.cenia.cz/slovník/index.php?article=445>>

[16] Amoniak: [online]. [7.1.2012] dostupné z WWW:
<<http://www.zschemie.euweb.cz/kyseliny/kyseliny26.html>>

[17] Amoniak: [online]. [7.1.2012] dostupné z WWW:
<<http://www.ippc.cz/dokumenty/DC0060>>

[18] Použití NH₃: [online]. [7.1.2012] dostupné z WWW:
<<http://www.irz.cz/repository/latky/amoniak.pdf>>

[19] Skleníkový efekt: [online]. [8.1.2012] dostupné z WWW:
<<http://www.meteocentrum.cz/encyklopedie/sklenikovy-efekt.php>>

[20] Skleníkové plyny: [online]. [8.1.2012] dostupné z WWW:
<<http://vitejtenazemi.cenia.cz/vzduch/index.php?article=133>>

[21] Kjötský protokol: [online]. [8.1.2012] dostupné z WWW:
<http://ec.europa.eu/ceskarepublika/information/glossary/term_219_cs.htm>

[22] Metan: [online]. [8.1.2012] dostupné z WWW:
<<http://www.irz.cz/repository/latky/methan.pdf>>

[23] Metan: [online]. [8.1.2012] dostupné z WWW:
<<http://www.meteocentrum.cz/zmeny-klimatu/sklenikovy-efekt-dalsi-plyny.php>>

[24] Metan: [online]. [11.1.2012] dostupné z WWW:
<<http://www.irz.cz/repository/latky/methan.pdf>>

[25] Oxid dusný: [online]. [11.1.2012] dostupné z WWW:
<http://www.irz.cz/repository/latky/oxid_dusny.pdf>

[26] Použití oxidu dusného: [online]. [12.1.2012] dostupné z WWW:
<http://www.irz.cz/repository/latky/oxid_dusny.pdf>

- [27] Zdroje oxidu dusného: [online]. [12.1.2012] dostupné z WWW:
<http://www.irz.cz/repository/latky/oxid_dusny.pdf>
- [28] Oxid uhličitý [online]. [12.1.2012] dostupné z WWW:
<<http://encyclopedia.airliquide.com/encyclopedia.asp?GasID=26&CountryID=32&LanguageID=17>>
- [29] Vodní pára: [online]. [12.1.2012] dostupné z WWW:
<<http://www.nadacepartnerstvi.cz/klima/sklenikove-plyny>>
- [30] Chlorofluorované uhlovodíky: [online]. [12.1.2012] dostupné z WWW:
<<http://www.nadacepartnerstvi.cz/klima/sklenikove-plyny>>
- [31] Ozón: [online]. [12.1.2012] dostupné z WWW:
<<http://www.priroda.cz/slovník.php?detail=529>>
- [32] Měření emisí amoniaku: [online]. [14.1.2012] dostupné z WWW:
<<http://www.irz.cz/irz/metody-mereni/amoniak.html>>
- [33] JELÍNEK, Antonín; DĚDINA, Martin. *Vyhodnocení emisí amoniaku u IPPC zařízení velkochovů hospodářských zvířat*. Pokyn Ministerstva zemědělství č.j.: 9714/2006-17410, ze dne 28.03.2006
- [34] Absolutní vlhkost: [online]. [15.1.2012] dostupné z WWW:
<<http://www.micro.feld.cvut.cz/home/X34SES/cviceni/Navody%20na%20cviceni/07.Mereni%20vlhkosti.pdf>>
- [35] Měrná vlhkost: [online]. [15.1.2012] dostupné z WWW:
<<http://www.micro.feld.cvut.cz/home/X34SES/cviceni/Navody%20na%20cviceni/07.Mereni%20vlhkosti.pdf>>
- [36] Normované metody stanovení: [online]. [15.1.2012] dostupné z WWW:
<http://www.irz.cz/dokumenty/irz/metody_mereni/ovzdusi/oxid_uhlicity.pdf>
- [37] JELÍNEK, Antonín; DOLAN, Antonín; VÁVRA, Václav. *Metodika měření emisí amoniaku (NH₃) a oxidu uhličitého (CO₂) v chovech drůbeže ve vztahu k integrované prevenci a omezení znečištění (dále jen IPPC)*, České Budějovice, 2011, 19 s

6.1 Použité obrázky:

Obr. 1. ČSN 83 4728 část 3

Obr. 2. ČSN 83 4728 část 4

Obr. 3. ČSN 83 4728 část 5

Obr. 4 Analyzátor s průtokovým kanálem: [online]. [21.1.2012] dostupné z WWW:
<http://www.irz.cz/dokumenty/irz/metody_mereni/ovzdusi/oxid_uhlicity.pdf>

Obr. 5 Schéma termochemického analyzátoru: [online]. [21.1.2012] dostupné z WWW:
<http://www.irz.cz/dokumenty/irz/metody_mereni/ovzdusi/methan.pdf>

Obr. 6. Přístroj INNOVA 1412 zapojená při měření - foto autor

Obr. 7 Princip činnosti přístroje INNOVA 1412: [online]. [6.3.2012] dostupné z WWW:
<http://translate.google.cz/translate?hl=cs&sl=en&u=http://www.lumasenseinc.com/EN/products/gas-monitoring/gas-monitoring-instruments/photoacoustic-field-gas-monitor-innova-1412.html&ei=7CVXT9vWNM_pOealgY4N&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=2&ved=0CDEQ7gEwAQ&prev=/search%3Fq%3Dinnova%2B1412%26hl%3Dcs%26client%3Dfirefox-a%26hs%3DvKt%26rls%3Dorg.mozilla:cs:official%26prmd%3Dimvns>

Obr. 8. Umístění sondy koncentrací plynů přicházejícího vzduchu do sekce – foto autor

Obr. 9. Commeter D4141: [online]. [6.3.2012] dostupné z WWW
<<http://www.wuntronic.com/en/index.php?site=2&xid=65&subid=79&sub2id=125&pid=265>>

Obr. 10. Umístěný měřicí přístroj LOGGER S3120 – foto autor

Obr. 11. Ustájení prasat na výkrm – foto autor

Obr. 12 Umístění měřících sond – foto autor

6.2 Použité tabulky

Tab. 1. Složení suchého vzduchu: [online]. [1.2.2012] dostupné z WWW:
<<http://www.converter.cz/tabulky/vzduch.htm>>

Tab. 2. Emise do ovzduší ze systémů intenzivního chovu hospodářských zvířat: [online]. [1.2.2012] dostupné z WWW: <<http://www.ippc.cz/dokumenty/DC0060>>

Tab. 3. JELÍNEK, Antonín; DĚDINA, Martin. *Vyhodnocení emisí amoniaku u IPPC zařízení velkochovů hospodářských zvířat*. Pokyn Ministerstva zemědělství č.j.: 9714/2006-17410, ze dne 28.03.2006

6.3 Seznam dalších použitých zdrojů

ČSN 83 4728 část 3 - Měření amoniaku ze zdrojů znečišťování ovzduší (Metoda odměrného stanovení)

ČSN 83 4728 část 4 - Měření amoniaku ze zdrojů znečišťování ovzduší (Metoda fotometrického stanovení)

ČSN 83 4728 část 5 - Měření amoniaku ze zdrojů znečišťování ovzduší (Metoda potenciometrická)

ČSN 83 5711 - Měření imisí amoniaku indofenolovou metodou