

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Zemědělská technika, obchod, servis, služby

Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Vedoucí katedry: doc. Ing. Antonín Jelínek, CSc.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Měření a vyhodnocení produkce emisních plynů ve vybraném provozu s chovem
skotu

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Antonín Dolan

Autor: Ladislav Kašík

České Budějovice, duben 2012

Prohlášení autora

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze za přispění pramenů a literatury uvedené v seznamu literatury. Dále prohlašuji, že v souladu s § 47b, zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, souhlasím se zveřejněním své diplomové práce v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG, provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

.....
Datum

.....
Podpis

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Antonínu Dolanovi za odborné vedení, cenné rady a připomínky, které mi poskytl při řešení bakalářské práce.

Dále bych chtěl poděkovat ZD Krásná Hora nad Vltavou a.s., které mi poskytlo zázemí a umožnilo měření.

Abstrakt

„Měření a vyhodnocení produkce emisních plynů ve vybraném provozu s chovem skotu“.

Tato bakalářská práce se zabývá znečištěním životního prostředí, zejména živočišnou výrobou v zemědělství. Vlastní práce je založena na stanovení emisních plynů NH_3 , CO_2 , NH_4 , NO_2 a vodní páry ve stáji s dojným skotem červenoholštýnského plemena v ZD Krásná Hora nad Vltavou a.s. Tato práce se zabývá též amoniakem v zemědělství, skleníkovými plyny a metodami, kterými určujeme jejich koncentrace. Průměrné hodnoty koncentrací daných plynů byly následující: $\text{CO}_2 = 1\,188,73 \text{ mg.m}^{-3}$; vodní páry = $8\,181,29 \text{ mg.m}^{-3}$; $\text{N}_2\text{O} = 0,535 \text{ mg.m}^{-3}$; $\text{NH}_3 = 1,14 \text{ mg.m}^{-3}$; $\text{CH}_4 = 4,81 \text{ mg.m}^{-3}$. Celkové průměrné množství všech naměřených koncentrací je $9376,45 \text{ mg.m}^{-3}$.

Klíčová slova: životní prostředí, emise, amoniak, skleníkové plyny, mikroklíma ve stájích

Abstract:

„ Measurement and evaluation of emission gas production in the selected operation with cattle". This thesis deals with environmental pollution, especially livestock production in agriculture. The work is based on the determination of emission gases NH_3 , CO_2 , NH_4 , and NO_2 and water vapor in the barn with redholsteen cattle breeds in ZD Krásná Hora nad Vltavou a.s. This work also deals with ammonia in agriculture, greenhouse gases and methods, which determine their concentrations. Average concentrations of the gases were as follows: $\text{CO}_2 = 1\,188,73 \text{ mg.m}^{-3}$, water vapor = $8\,181.29 \text{ mg.m}^{-3}$, $\text{N}_2\text{O} = 0.535 \text{ mg.m}^{-3}$, $\text{NH}_3 = 1.14 \text{ mg.m}^{-3}$; $\text{CH}_4 = 4.81 \text{ mg.m}^{-3}$. The total average amount of all measured concentrations is $9376,45 \text{ mg.m}^{-3}$.

Key words: environment, emissions, ammonia, greenhouse gases, the microclimate in stables

Obsah

1. ÚVOD.....	9
2. LITERÁRNÍ REŠERŠE.....	10
2.1 Životní prostředí.....	10
2.1.1 Složky životního prostředí.....	10
2.1.1.1 Vzduch jako složka životního prostředí	11
2.1.1.2 Voda jako složka životního prostředí	12
2.1.1.3 Půda jako složka životního prostředí.....	13
2.2 Legislativa týkající se životního prostředí ČR.....	13
2.2.1 Zákon č. 17/1992 Sb. ze dne 5. prosince 1991 o životním prostředí, ve znění zákona č. 123/1998 a č. 100/2001 Sb.....	144
2.2.2 Zákon č. 123/1998 Sb. ze dne 13. května 1998 Sb. o právu na informace o životním prostředí ve znění zákona č.132/2000 Sb., č. 6/2005 Sb., č.413/2005 Sb. a č. 380/2009 Sb.	15
2.2.3 Zákon č. 100/2001 Sb. ze dne 20. února 2001 o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí) ve znění zákona č. 93/2004 Sb., č. 163/2006 Sb., č. 186/2006 Sb., č. 216/2007 Sb., č. 124/2008 Sb., č. 436/2009 Sb., č. 223/2009 Sb. a č.227/2009 Sb.	15
2.2.4 Zákon č. 76/2002 Sb., ze dne 5. února 2002 o integrované prevenci a omezení znečištění o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci) ve znění zákona č. 521/2002 Sb., č.437/2004 Sb., č.444/2005 Sb., č.227/2009 Sb. a č.281/2009 Sb. .	15
2.3 Emise v zemědělství.....	16
2.3.1 Účinky znečištění ovzduší na hospodářská zvířata	16
2.3.2 Stájové mikroklima	17
2.3.2.1 Chemické vlastnosti stájového ovzduší.....	18
2.3.2 Znečištění ovzduší a zdraví člověka.....	19
2.3.3 Jiné emise a látky z produkčních systémů zemědělství	20
2.3.4 Nařízení vlády č. 615/2006 Sb., o stanovení emisních limitů a dalších podmínek provozování ostatních stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší	22
2.3.5 Protokol k omezení acidifikace, eutrofizace a tvorby přízemního ozónu (ACETO)	24
2.4 Amoniak	24
2.4.1 Použití amoniaku	26
2.4.2 Zdroje emisí amoniaku.....	26
2.4.3 Zemědělské zdroje emisí amoniaku	27
2.4.4 Emise amoniaku ve stájích	28
2.4.5 Dopady amoniaku na životní prostředí.....	29
2.4.6 Dopady amoniaku na zdraví člověka, rizika.....	29
2.5 Skleníkové plyny	30
2.5.1 Skleníkový efekt	34
2.5.2 Kjótský protokol k Rámcové úmluvě OSN ke změně klimatu	35

2.6 Metody mikroklimatických měření ve stájích pro hospodářská zvířata.....	35
2.6.1 Metody ke stanovení obsahu CO ₂ ve stájovém vzduchu	36
2.6.2 Metody ke stanovení obsahu NH ₃ ve stájovém vzduchu	37
2.6.3 Metody ke stanovení obsahu H ₂ S ve stájovém vzduchu	39
3. CÍL MĚŘENÍ	40
4. METODIKA.....	41
4.1 Způsob měření ukazatelů stájového mikroklimatu	41
4.2 Měření koncentrace emisních plynů NH ₃ , CO ₂ , NH ₄ a NO ₂	41
4.3 Použité statistické metody	42
5. VLASTNÍ PRÁCE	46
5.1 Charakteristika ZD Krásná Hora nad Vltavou a.s.....	46
5.1.1 Účel měření	46
5.1.2 Technologie v chovu dojnic v ZD Krásná Hora nad Vltavou a.s.	466
5.1.3 Způsob měření	47
5.1.4 Měřicí přístroj 1412 Photoacoustic Multi-gas Monitor firmy INNOVA a Multipoint samolet INNOVA 1309	47
5.1.5 Průběh měření.....	49
5.1.6 Výsledky měření	51
5.1.7 Statistické hodnocení metodou korelace	52
5.1.8 Výsledné grafy koncentrací	55
5.1.9 Závěr měření.....	61
6. ZÁVĚR.....	61
7. PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY.....	62
7.1 Použité obrázky.....	64
7.2 Použité grafy	64
7.3 Použité tabulky.....	65

1. Úvod

Soudobá zemědělská výroba představuje pro korespondující krajinu jeden z hlavních souborů zátěžových antropogenních prvků, jejichž dopady na životní prostředí nelze přehlížet. Již několik let je aktuální hrozbou pro lidstvo globální oteplování planety. Teprve v roce 2008 bylo jednoznačně konstatováno, že tento stav je výsledkem skleníkového efektu. Značně se zvýšily globální koncentrace CO_2 , CH_4 a N_2O . Globální zvýšení koncentrace CH_4 a N_2O je způsobeno především zemědělstvím, z toho nejvíce chovem skotu. Z tohoto důvodu je nutné hledat fyzikální, chemické a biologické prostředky s cílem omezit emise uvedených plynů. Techniky zkvalitnění zemědělské praxe, s ohledem na emise zátěžových plynů, jsou předmětem řešení národního programu BAT.

V rámci Evropské unie, stejně jako v České republice, existují velké rozdíly mezi jednotlivými typy farem. Rozdíly je možno charakterizovat velikostí, technologickým vybavením i intenzitou produkce. Převážnou část farem živočišné výroby je možno v současné době charakterizovat jako vysoce specializované, industrializované a koncentrované chovy s vysokou produktivitou. Jedná se především o intenzivní chovy zvířat, které se svými dopady na životní prostředí staly předmětem pozornosti široké veřejnosti. Podstatou celé situace je často problém nepříjemného pachu v okolí farem. Často je v této souvislosti diskutována i otázka možnosti kontaminace půdy a vody při nadbytečné či nevhodné aplikaci statkových hnojiv.

Je tedy velmi důležité přistupovat k otázkám emisí z produkčního zemědělství velmi zodpovědně. V našich podmínkách je nejrozšířenějším způsobem chovu hospodářských zvířat ustájení v uzavřeném prostoru. Vlivem podmínek venkovního klimatu, vlivem životních projevů zvířat, užitých technologií, práce strojů a zařízení ve stáji a působením řady dalších chemických, fyzikálních a biologických procesů se v tomto uzavřeném prostoru utváří prostředí, které ovlivňuje organismus ustájených zvířat. Působí na jejich zdravotní stav, psychickou pohodu, a tím také významně ovlivňuje jejich užitkovost. Z toho důvodu by mělo být velmi důležité sledovat složení stájové vzduchu.

2. Literární řešerše

2.1 Životní prostředí

Životní prostředí – pojem tisíckrát skloňovaný ve všech možných i nemožných souvislostech. Kdo by jej neznal? Víme však opravdu, o čem to vlastně hovoříme, mluvíme-li o životním prostředí?

Konference OSN, která se konala v červnu roku 1972 ve Stockholmu, formulovala v úvodní části své Závěrečné deklarace o životním prostředí takto: „*Člověk je součástí i tvůrcem svého prostředí, které mu dává předpoklad 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 – přirozené a umělé – jsou podstatně důležité, aby člověk mohl žít v blahobytu a využívat základních lidských práv – dokonce i samotného práva na život.*“

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

2.1.1 Složky životního prostředí

Prostředí, ve kterém mohou existovat živé organismy, se nazývá biosféra a dělí se na: *atmosféru*, to je vzdušný obal Země, *hydrosféru*, zahrnující vodstva, a *litosféru*, tvořenou povrchovou vrstvou zemské půdy.

Z jiného pohledu můžeme rozlišovat prostředí *živé (biotické)* a *neživé (abiotické)*. Složky zevního prostředí ovlivňují vlivy *fyzikální, chemické a biologické*. (Švec, F., 1982)

Vlastnosti atmosféry, hydrosféry, litosféry a pedosféry představují rozhodující podmínky života v přírodě. Člověk svými činnostmi a jejich prostřednictvím výrazně ovlivňuje i celé ekosystémy.

2.1.1.1 Vzduch jako složka životního prostředí

Člověk využívá vzduch nejen k přímé fyziologické potřebě, ale i k jiným účelům. Zejména jde o vzdušnou dopravu, využití vzduchu jako chladicí látky ve výrobě, jako nezbytný předpoklad spalování apod. Neustálý pohyb vzdušných hmot se využívá také v energetice. Problematikou ovzduší se zabývají meteorologie a klimatologie. (Císař, V., 1987)

Vzdušný obal Země se nazývá *atmosféra*. Pokud hovoříme o ovzduší, jde většinou o nejspodnější část atmosféry – *troposféru*. Troposféra sahá asi do výšky 10 km. Objem ovzduší je asi $1 \times 10^{18} \text{ m}^3$. Složení čistého vzduchu je zobrazeno v tabulce č. 1. Znečištění ovzduší můžeme rozdělit na lokální, regionální a globální.

Lokální znečištění se vztahuje na určitou lokalitu s rozměry 1 – 10 km. Z hlediska analýzy jde např. o stanovení škodlivin v městských aglomeracích.

Regionální znečištění se vztahuje zpravidla na určité územní celky o rozloze asi 100 – 1 000 km. Nejčastěji jsou sledovány koncentrace oxidu siřičitého a oxidu dusíku.

Globální znečištění atmosféry se projevuje u látek, které se do ovzduší dostávají v souvislosti s lidskou činností a jsou dlouhodobě stálé. Nejznámější polutanty tohoto typu jsou prachové částice, oxid uhličitý a halogenmethany.

(Popl, M., Fährnich, J., 1995)

Tabulka č. 1 Složení atmosféry Země

plyn	Chemická značka	% objemu
dusík	N ₂	78,084
kyslík	O ₂	20,948
argon	Ar	0,934
oxid uhličitý	CO ₂	0,031
neon	Ne	0,002
hélium	He	0,001

(Zdroj: <http://ictphysics.upol.cz>)

2.1.1.2 Voda jako složka životního prostředí

Voda pokrývá více než 2/3 zemského povrchu a její objem se odhaduje na $1,5 \times 10^9 \text{ km}^3$. Podstatnou část (cca 97%) tvoří slané vody moří a oceánů. Vyspělý průmysl a zemědělství nepříznivě ovlivňují čistotu povrchových vod, což se projevuje jak v nedostatku pitné vody, tak i v nedostatku vody pro technické použití.

Znečištění povrchových vod lze rozdělit na:

- primární
- sekundární

1. **Primární znečištění** je způsobeno látkami přítomnými v odpadní vodě, popř. změnou některých vlastností; a lze je dále dělit na:

- a) znečištění inertními materiály (půda, kaolin, apod.)
- b) znečištění organickými látkami buď přirozeného (splašky), nebo antropogenního původu (pesticidy)
- c) znečištění anorganickými látkami může mít tyto následky: zvýšení solnosti vody a její korozivnost (NaCl), změna pH vody
- d) znečištění bakteriální je způsobeno zvýšeným obsahem mikroorganismů
- e) znečištění tepelné, snižující obsah kyslíku
- f) radioaktivní znečištění

2. Sekundární znečištění je nadměrný rozvoj některých organismů vyvolaný přísunem vhodných látek. Příkladem je např. eutrofizace vodních nádrží tj. zarůstání nádrží řasami, sinicemi a rozsivkami.

2.1.1.3 Půda jako složka životního prostředí

Půda je souhrnné označení velmi heterogenního souboru látek, které se nalézají na pevném povrchu Země. Pevný povrch Země měří cca 150 milionů km², ale plocha, kterou může využít člověk (osídlení, obdělávání atd.) je pouze 60 milionů km². Ochrana půdy, zvláště půdy orné, je třeba věnovat mimořádnou pozornost. Půdy ubývá jednak stavební činností, zábory pro povrchové doly a v neposlední řadě dochází k znehodnocování půdy lidskou činností. Do půdy se ve zvýšené míře dostávají organické i anorganické kontaminanty a některé pozemky potom nemohou být využívány. Zvláštností půdy je omezená migrace látek, které jsou v ní obsaženy. Znamená to, že každé lokální znečištění se projeví ve větším měřítku až po dlouhé době.

Nejvýznamnější kontaminanty půdy:

1. Anorganické kontaminanty, např. olovo, fluor, rtuť
2. Organické kontaminanty, např. insekticidy a pesticidy
3. Radioaktivní znečištění, indikováno plutoniem

(Popl, M., Fährnich, J., 1995)

2.2 Legislativa týkající se životního prostředí ČR

Politika na ochranu životního prostředí má velmi krátkou historii. Její počátky spadají do roku 1989. V období před rokem 1989 byla v platnosti pouze legislativa na ochranu vod. Současná politika na ochranu životního prostředí je založena na moderních demokratických principech, které jsou zakotveny v Ústavě ČR a Listině základních práv a svobod. Politika na ochranu životního prostředí je centrálně řízená vládními institucemi a vychází z centrálně stanovených limitů pro znečišťující látky. Při vytváření ekologické legislativy ČR byly zohledněny modely a zejména zkušenosti s ekologickou legislativou používanou ve státech EU. Zde je použit tradiční model poplatků za znečišťování životního prostředí. Poplatky jsou doplněny velmi progresivním systémem sankcí a pokut (např. i za opožděné platby). Jsou zde

též použity nástroje finanční stimulace, tj. pokud znečišťovatel začne budovat filtrační či odprašovací zařízení, tak platí pouze část poplatků za znečištění. Finanční prostředky vybrané na platbách za znečištění životního prostředí, ale také pokuty (nebo alespoň jejich část) vybrané za překročení limitů pro znečišťující látky musí být investovány zpětně do akcí na zlepšení životního prostředí (pokud možno ve stejné lokalitě). Tím je zajištěna stálá finanční podpora ekologických projektů, což je velmi důležité. Výrobky a technologie neznečišťující životní prostředí mají menší sazbu daně z přidané hodnoty.

I když je ekologická legislativa relativně velmi "mladá", je možné říci, že bylo dosaženo základního cíle, tj. snižovat stále rostoucí znečištění všech složek životního prostředí. Mnoho užitečné práce bylo již vykonáno, ale stále ještě zbývá řešit určité problémy a nedostatky (Neužil, M., online, cit. 2012-02-11).

2.2.1 Zákon č. 17/1992 Sb. ze dne 5. prosince 1991 o životním prostředí, ve znění zákona č. 123/1998 a č. 100/2001 Sb.

Na tomto zákoně se usneslo Federální shromáždění České a Slovenské Federativní republiky, vycházejíc ze skutečnosti, že člověk je spolu s ostatními organismy neoddělitelnou součástí přírody, připomínajíc si přirozenou vzájemnou závislost člověka a ostatních organismů, respektujíc přitom právo člověka přetvářet přírodu v souladu s principem trvale udržitelného rozvoje, vědomo si své odpovědnosti za zachování příznivého životního prostředí budoucím generacím a zdůrazňujíc právo na příznivé životní prostředí jakožto jedno ze základních práv člověka.

Účel zákona

Zákon vymezuje základní pojmy. Stanoví zásady ochrany životního prostředí, povinnosti právnických i fyzických osob při ochraně a zlepšování stavu životního prostředí, využívání přírodních zdrojů; vychází přitom z principu trvale udržitelného rozvoje.

2.2.2 Zákon č. 123/1998 Sb. ze dne 13. května 1998 Sb. o právu na informace o životním prostředí ve znění zákona č.132/2000 Sb., č. 6/2005 Sb., č.413/2005 Sb. a č. 380/2009 Sb.

Parlament se usnesl na tomto zákoně České republiky:

Předmět úpravy: Tento zákon zapracovává příslušné předpisy Evropských společenství a upravuje zabezpečení práva na přístup k informacím o životním prostředí a na včasné a úplné informace o životním prostředí, na vytvoření podmínek pro výkon tohoto práva a podporu aktivního zpřístupňování informací o životním prostředí ze strany povinných subjektů.

2.2.3 Zákon č. 100/2001 Sb. ze dne 20. února 2001 o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí) ve znění zákona č. 93/2004 Sb., č. 163/2006 Sb., č. 186/2006 Sb., č. 216/2007 Sb., č. 124/2008 Sb., č. 436/2009 Sb., č. 223/2009 Sb. a č.227/2009 Sb.

Parlament se usnesl na tomto zákoně české republiky:

Předmět úpravy: (1) Zákon v souladu s právem Evropských společenství upravuje posuzování vlivů na životní prostředí a veřejné zdraví (dále jen „posuzování vlivů na životní prostředí“) a postup fyzických osob, právnických osob, správních úřadů a územních samosprávných celků (obcí a krajů) při tomto posuzování.

(2) Posuzování vlivů na životní prostředí podléhají v tomto zákoně vymezené záměry a koncepce, jejichž provedení by mohlo závažně ovlivnit životní prostředí.

(3) Účelem posuzování vlivů na životní prostředí je získat objektivní odborný podklad pro vydání rozhodnutí, popřípadě opatření podle zvláštních právních předpisů, a přispět tak k udržitelnému rozvoji společnosti. Tento podklad je jedním z podkladů v řízeních podle zvláštních právních předpisů.

2.2.4 Zákon č. 76/2002 Sb., ze dne 5. února 2002 o integrované prevenci a omezování znečištění o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci) ve znění zákona č. 521/2002 Sb., č.437/2004 Sb., č.444/2005 Sb., č.227/2009 Sb. a č.281/2009 Sb.

Parlament se usnesl na tomto zákoně České republiky

Účel a předmět zákona: (1) Účelem zákona je v souladu s právem Evropského společenství dosáhnout vysoké úrovně ochrany životního prostředí jako celku

uplatněním integrované prevence a omezování znečištění vznikajícího činnostmi uvedenými v příloze 1 k tomuto zákonu.

(2) Tento zákon:

- a) stanoví povinnosti provozovatelů zařízení,
- b) upravuje postup při vydávání integrovaného povolení,
- c) stanoví působnosti orgánů veřejné správy podle tohoto zákona,
- d) upravuje systém výměny informací o nejlepších dostupných technikách,
- e) stanoví sankce za porušení povinností stanovených tímto zákonem.

(3) Tento zákon se nevztahuje na:

- a) znečištění způsobené vniknutím radioaktivních látek do životního prostředí,
- b) vypouštění radioaktivních látek do životního prostředí a emisní limity stanovené pro tyto látky podle zvláštního právního předpisu,
- c) nakládání s geneticky modifikovanými organismy podle zvláštního právního předpisu. (Texty zákonů, 2011)

2.3 Emise v zemědělství

Živočišná výroba může být zdrojem emisí různého složení, hlavně pak ve formě odpadních plynů, které jsou emitovány nuceným nebo přirozeným větráním ze stájí nebo prostorů pro skladování odpadů stájového provozu (hnojiště, jímky na močůvku, kejda, silážní prostory aj.). Zvláště pak při bezstelivovém ustájení hospodářských zvířat s produkcí kejdy vznikají plynné emise bez aerosuspenzních látek a jejich organoleptické vlastnosti (zápach). Zápachové plyny se šíří do vzdálenosti několika set metrů. Velmi často mohou stájové emise obsahovat prašné a mikrobiální příměsi, které mohou být příčinou ohrožení zdraví lidí a zvířat.

Další zdroje plynných, prašných a jiných nečistot ze zemědělské výroby mohou vzniknout při zpracování některých produktů a odpadů v kafilériích, v potravinářských závodech, při výrobě očkovacích látek a biopreparátů, v agrochemických centrech (úniky pesticidů, minerálních hnojiv atd.). Jejich toxicita je dána chemickým složením (sloučeniny chloru, arzenu, fosforu, síry, rtuti, amoniaku atd.). (Symon, K., Bencko, V., 1988)

2.3.1 Účinky znečištění ovzduší na hospodářská zvířata

Životní prostředí a v něm i ovzduší má podstatný vliv na zdraví a prosperitu hospodářských i ostatních zvířat. Zejména v průmyslově organizovaných

velkochovech zvířat se stává mikroklima stájí, ale i působení emisí ve venkovním ovzduší, stále významnějším zdravotním, výrobním a ekonomickým činitelem a všeobecně se dnes uznává platnost vztahu hygiena = zdraví = užítkovost = rentabilita.

Oprávněnost tohoto vztahu lze dokázat na řadě příkladů. Například při zubní fluoróze skotu v emisních oblastech (narušení hygieny) se v důsledku opotřebení chrupu dožívá skot kratšího věku, je slabší kondice i při dostatečné krmné dávce, což negativně ovlivňuje jeho užítkovost a tím i rentabilitu chovu.

Ovzduší jako významná složka v oblasti hygieny zvířat (zoohygieny) může tedy působit na zvířata buď pozitivně, splňuje – li převážnou mírou požadavky celkové biologické pohody a podmínek pro optimální produkci, nebo velmi často také negativně, jako predispoziční nebo přímý stresový činitel pro vznik různých skrytých i zjevných poruch zdravotního stavu. Látky obsažené ve stájovém vzduchu jsou uvedeny v tabulce č. 2. (Symon, K., Bencko, V., 1988)

Tabulka č. 2 Emise do ovzduší v průmyslově organizovaných velkochovech zvířat

Ovzduší	Produkční systém
Amoniak (NH_3)	Ustájení zvířat, sklady hnoje, rozmetání hnoje na půdu
Metan (CH_4)	Ustájení zvířat a ošetřování hnoje
Oxid dusný (N_2O)	Ustájení zvířat, skladování hnoje a rozmetání hnoje
Kysličník uhličitý (CO_2)	Ustájení zvířat, energie použitá na vytápění a dopravu na farmu, spalování odpadu
Zápach (např. H_2S)	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

(Zdroj: HAVLÍČEK, 2008)

2.3.2 Stájové mikroklima

Podmínkou pro uplatnění genetického potenciálu hospodářských zvířat je odpovídající výživa, ošetřování a v neposlední řadě stájové prostředí, ve kterém zvířata chováme. Zde je nejvýznamnější bezprostřední okolí, které zvířata obklopuje a to je stájové ovzduší – mikroklima. Např. teplota stájového vzduchu má přímý vliv na intenzitu metabolismu a produkci zvířat, a nepřímý vliv na jejich zdraví a welfare.

Je proto důležité pochopit termální vztahy mezi zvířaty a stájovým ovzduším.

Nedostatečná ventilace zvyšuje riziko onemocnění zvířat a zdraví může být přímo poškozeno vysokými atmosférickými koncentracemi nebezpečných plynů, zejména amoniaku.

Kvalitu mikroklimatu ovlivňují:

- **fyzikální faktory** – teplota a vlhkost vzduchu, proudění vzduchu, sluneční záření, osvětlení atd.
- **chemické faktory** – chemické složení vzduchu (koncentrace amoniaku, oxidu uhličitého)
- **biologické faktory** – prach a mikroorganismy rozptýlené v ovzduší

2.3.2.1 Chemické vlastnosti stájového ovzduší

Stájový vzduch je směsí atmosférického vzduchu a plynů vznikajících ve stáji. Jsou to CO₂ vydechovaný zvířaty, bachorové a stěvní plyny vznikající rozkladem organických hmot a odparem z moče a výkalů. Složení stájového vzduchu je velmi proměnlivé, závisí na počtu zvířat, prostoru na 1 ks, úrovni hygieny a intenzitě větrání (technologie větrání ve stáji je uvedena na obrázku č. 1). Složení vzduchu v atmosféře, stájích a při vydechování je uvedeno v tabulce č. 3.

Tabulka č. 3 Průměrné složení atmosf., vydechovaného a stájového vzduchu v %

Plyn	vzduch		
	atmosférický %	vydechovaný %	stájový %
dusík	78,09	79,09	78,09
kyslík	20,95	16,40	19,6 – 20,7
oxid uhličitý	0,035	4,24	0,2 – 0,4

(Zdroj: KURSA, 1998)

Významnými stájovými plyny jsou NH₃ (amoniak) a H₂S (sirovodík).

- **Amoniak** vzniká při rozkladných procesech organických dusíkatých látek, močůvky, výkalů a vůbec všech forem hnoje (za přístupu vzduchu). Jeho produkce závisí na technologii odklizu hnoje. Obsah ve stájovém ovzduší kolísá od 0,0001 do

0,0003 obj. %. Vysoké koncentrace amoniaku 0,1 – 0,15 obj. % vyvolávají krvácení na sliznicích dýchacích cest, poškození CNS, komatózní stavy.

- **Sirovodík** je bezbarvý, i v malých koncentracích intenzivně po zkažených vejcích páchnoucí plyn. Je silně toxický a tišší než vzduch. Vzniká ve stájích anaerobním rozkladem organických látek, zejména bílkovin se sirnými aminokyselinami. Nebezpečné jsou zejména technologie s podroštovým skladováním tekutého hnoje, kdy v pevné frakci na dně jímek vzniká H_2S . Při odklizu tekutého hnoje může dojít k náhlému uvolnění H_2S . Při vysokých koncentracích dochází k ochrnutí dýchacího centra a kardiovaskulárního systému. Nejvyšší přípustná koncentrace ve všech stájích je 0,001 objem. % = $14,1 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$. (Kursa, J., Jílek, F., Vítovec, J., Rajmon, R., 1998)

Obrázek č. 1 Schéma přirozeného větrání ve stáji



(Zdroj: <http://ksz.af.czu.cz>)

2.3.2 Znečištění ovzduší a zdraví člověka

V polovině 20. století nabylo znečištění ovzduší takové intenzity, že vedlo ke vzniku několika katastrof, jež přiměly vlády průmyslově rozvinutých zemí k přijetí legislativních opatření vedoucích k omezování znečištění ovzduší a podpoře studia tohoto problému jak z hlediska hledání účinných opatření v boji proti emisím, tak z hlediska jejich škodlivých účinků, včetně jejich nepříznivého vlivu na zdraví člověka. V současné době patří znečištění ovzduší k nejvýznamnějším problémům z okruhu otázek týkajících se ochrany zdraví člověka před nepříznivými vlivy znečištěného prostředí.

Dospělý člověk potřebuje denně kolem 15 kg vzduchu, z nichž se při klidném dýchání asi 0,5 kg kyslíku vstřebává do krve a je metabolizováno v těle. Ve srovnání s denní spotřebou potravin, přibližně 1,5 kg a asi 2 l vody k pitným účelům, je to značné množství. Člověk může být pět týdnů bez potravy, pět dnů bez vody, ale jen pět minut bez kyslíku.

Dýchací ústrojí je branou, jíž do organismu vstupují nejen plyny tvořící normální ovzduší, ale i plyny a páry, které se dostanou do ovzduší jako znečišťující škodlivé látky (např. amoniak), popřípadě až toxické pro organismus. Touto cestou se do organismu dostávají tuhé imise (prach, popílek, saze) a mikroorganismy (bakterie, viry, spory), které se negativně podílejí na zdraví člověka. (Symon, K., Bencko, V., 1988)

2.3.3 Jiné emise a látky z produkčních systémů zemědělství

Rozmetání hnoje na pole je klíčová aktivita zodpovědná za emise velkého počtu složek do půdy a spodních vod (tabulka č. 4). Ačkoliv jsou k dispozici metody ošetření hnoje, je aplikace na půdu stále nejrozšířenější způsob manipulace s hnojem. Hnůj může být dobré hnojivo, ale tam, kde je aplikováno ve velkém množství do půdy, je také hlavním zdrojem emisí do půdy a do spodní i povrchové vody.

Emise ze skladovacích kapacit kejdy, které znečišťují půdu, spodní a povrchové vody, se vyskytují zejména z důvodu využití neodpovídajících objektů ke skladování kejdy nebo provozních chyb. Měly by být pokládány spíše za náhodné, než strukturální. Odpovídající vybavení, časté monitorování a vlastní operace mohou zabránit prosakování a rozlévání kejdy ze skladovacích kapacit. Tento environmentální problém napomáhají řešit legislativní požadavky a informace o správných faremních postupech.

Tabulka č. 4 Emise do půdy a spodní vody z intenzivního chovu hospodářských zvířat

Půda a spodní voda	Produkční systém
Dusíkaté složky	Rozmetání a skladování hnoje
Fosfor	
K a Na	
Těžké kovy	
Antibiotika	

(Zdroj: HAVLÍČEK, 2007)

Největší pozornost je věnována emisím dusíku a fosforu, ale i jiné prvky, jako draslík, dusitany, NH_4 , mikroorganismy, těžké kovy, antibiotika a jiné farmaceutické výrobky mohou být obsaženy v hnoji a jejich emise mohou mít dlouhodobé negativní důsledky.

Kontaminace vod dusičnany, fosfátovými patogeny, zejména fekálními koliformními mikroorganismy a salmonelami nebo těžkými kovy je hlavní sledovanou oblastí emisí do vod. Zbytečně rozsáhlá aplikace statkových hnojiv na půdu byla také spojena s akumulací mědi v půdách.

Znečištění vznikající ze zemědělské výroby a zejména znečištění dusíkem bylo zjištěno výzkumem jako důkaz zvýšeného rizika snižování kvality evropských půd, povrchových a mořských vod. Tato rizika se vztahují k vysoké úrovni dusičnanů v pitné vodě, eutrofizaci povrchové vody a pobřežních vod, okyselování půd a vod. Zranitelné oblasti jsou zaznamenány v obrázku č. 2. (Havlíček, Z., 2007)

Obrázek č. 2: Mapa zranitelných oblastí v České republice (2003 – 2007)



(Zdroj: HAVLÍČEK, 2007)

2.3.4 Nařízení vlády č. 615/2006 Sb., o stanovení emisních limitů a dalších podmínek provozování ostatních stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší

Nařízení vlády č. 615/2006 Sb. zrušilo platnost nařízení vlády č. 353/2002 Sb. Pro zemědělce je aktuální příloha č. 2, která řeší problematiku zemědělských provozů a zejména zavedení povinného písemného dokumentu zásad správné zemědělské praxe v ochraně ovzduší včetně provozního řádu zařízení.

Změny vzniklé přijetím nařízení vlády č. 615/2006 Sb:

1. Jiné zařazení a způsob kategorizace zemědělských zdrojů znečišťování ovzduší.
2. Plány zavedení zásad správné zemědělské praxe zpracovává povinně každý střední a velký zdroj.
3. Zemědělské zdroje nemají povinnost měření emisí pachových látek a amoniaku.
4. Určení referenčních a ověřených snižujících technologií emisí amoniaku.
5. Uplatňuje se pravidlo, že projektové výkony technologicky stejných zařízení jednoho provozovatele na jedné adrese se sčítají pro zjištění kategorie zdroje nebo pro zjištění roční emise, podle které je zdroj kategorizován v případě, že není uveden v příloze č. 1 nebo 2 nařízení vlády č. 615/2006 Sb.

Současně platná kategorizace zemědělských zdrojů znečišťování ovzduší:

Kategorie zemědělského zdroje se určuje ve vztahu na projektovanou kapacitu chovu hospodářských zvířat. Není-li údaj o projektované kapacitě chovu k dispozici, nahradí se údajem vypočteným z prostoru ustájení s použitím měrného prostoru pro jedno zvíře stanoveného ve vyhlášce č. 191/2002 Sb., o technických požadavcích na stavby pro zemědělství.

Kategorii zdroje určuje celková roční emise amoniaku ze zařízení, která bude rozhodující pro zařazení do příslušné kategorie zdroje znečištění a bude tvořena součtem dílčích emisí u jednotlivých kategorií hospodářských zvířat. Do celkové roční emise amoniaku ze zařízení náleží i emise z ploch rostlinné výroby a z činností, pokud jsou spojeny s nakládáním látkami uvolňujícími emise amoniaku pocházejícími z provozu zdroje. Kategorie a přehled zdrojů jsou uvedeny v tabulce č. 5

Zemědělské zdroje se dělí podle celkové roční emise amoniaku takto:

- a) velký zdroj znečišťování – celková roční emise amoniaku nad 10 t NH₃.rok⁻¹
 - b) střední zdroj znečišťování – celková roční emise amoniaku od 5 do 10 t NH₃.rok⁻¹
 - c) malý zdroj znečišťování – celková roční emise amoniaku do 5 t NH₃.rok⁻¹.
- (Havlíček, Z., 2007)

Tabulka 5. Kategorizace jednotlivých druhů hospodářských zvířat, projektované na kapacitu chovu se zohledněním celkové roční produkce amoniaku z chovu (v kusech)

Kategorie	střední zdroj	velký zdroj
Skot		
dojnice	200 až 350	350 <
jalovice	300 až 550	550 <
telata	300 až 550	550 <
býci	300 až 550	550 <
Prasata		
selata	750 až 1 499	1 499 <
prasnice	400 až 799	799 <
březí	250 až 499	499 <
prasata výkr	700 až 1200	1200 <
Drůbež a králíci		
nosnice	19000 až 36 999	36 999 <
brojleři	28000 až 47 500	47 500 <
krůty	9000 až 13 500	13 500 <
kachny a husy	9000 až 13 500	13 500 <
králíci	6000 až 10 000	10 000 <

(Zdroj: HAVLÍČEK, 2007)

2.3.5 Protokol k omezování acidifikace, eutrofizace a tvorby přízemního ozónu (ACETO)

Na základě současné situace, která vyplynula z legislativních požadavků a ze skutečnosti, že Česká republika přistoupila k „Protokolu k úmluvě o dálkovém znečišťování ovzduší přesahující hranice států“ z roku 1979, ke kterému byl přijat dodatek – „Protokol k omezování acidifikace, eutrofizace a tvorby přízemního ozónu (ACETO)“, jejíž smluvní stranou se dne 1. 12. 1999 ve švédském Göteborgu stala i Česká republika. 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 zahrnuté do tzv. „Poradenského kodexu správné zemědělské praxe.“

Požadavky Protokolu ACETO pro zemědělství stanoví minimální snížení emisí amoniaku v chovech hospodářských zvířat o 20 % a při skladování chlévského hnoje a kejdy o 40 % a při jejich aplikaci o 30 %. Množství amoniaku v jednotlivých letech je uvedeno v tabulce č. 6. (Havlíček, Z., 2007)

Tabulka č. 6 Projekce emisí amoniaku (ČHMÚ)

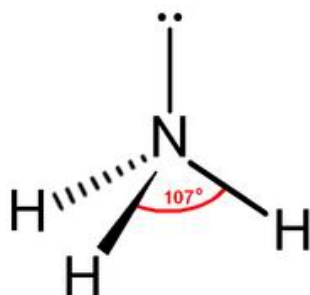
Rok	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2005	2007	2010
Emise [kt/rok]	156	86	81	81	80	80	78	82	86	91
Pokles emisí [%]	0,0	44,6	47,8	47,6	48,6	48,6	49,6	47,1	44,5	41,7

(Zdroj: JELÍNEK, 2006)

2.4 Amoniak

V čistém stavu za normálních podmínek je amoniak bezbarvý plyn (teplota varu za normálních podmínek činí $-33,5^{\circ}\text{C}$) s typickým čpícím štiplavým zápachem. Je zásaditý, dráždivý a žíravý. Hustotou $0,77 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ je zhruba o polovinu lehčí než vzduch. Muže být skladován za zvýšeného tlaku v kapalném stavu. Jeho rozpustnost ve vodě je výborná. Reaguje s kyselinami za vzniku amonných solí. Má silné korozivní účinky vůči kovům, zejména vůči slitinám mědi. Molekula amoniaku je zobrazena na obrázku č. 3 a základní údaje jsou zaznamenány v tabulce č. 7. (Iřz.cz, online, cit. 2012-01-23)

Obrázek č. 3 Molekula amoniaku



(Zdroj: <http://www.irz.cz>)

Tabulka č. 7 Základní údaje o amoniaku

další názvy	čpavek, čpavková voda, hydroxid amonný
číslo CAS	7664-41-7
chemický vzorec	NH ₃
ohlašovací práh pro emise a přenosy	
do ovzduší (kg/rok)	10 000
do vody (kg/rok)	-
do půdy (kg/rok)	-
ohlašovací práh mimo provozovnu (kg/rok)	-
rizikové složky životního prostředí	ovzduší, voda, půda
věty R	
R10	Hořlavý
R23	Toxický při vdechnutí
R34	Způsobuje poleptání.
R50	Vysoce toxický pro vodní organismy
věty S	
S1/2	Uchovávejte uzamčené a mimo dosah dětí.
S9	Uchovávejte obal na dobře větraném místě.
S16	Uchovávejte mimo dosah zdrojů zapálení – Zákaz kouření.
S26	Při zasažení očí okamžitě důkladně vypláchněte vodou a vyhledejte lékařskou pomoc.
S45	V případě nehody, nebo necítíte-li se dobře, okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc (je-li možno, ukažte toto označení).
S61	Zabraňte uvolnění do životního prostředí. Viz speciální pokyny nebo bezpečnostní listy.
S36/37/39	Používejte vhodný ochranný oděv, ochranné rukavice a ochranné brýle nebo obličejový štít.

(Zdroj: <http://www.irz.cz>)

2.4.1 Použití amoniaku

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 k desinfekci vody.

2.4.2 Zdroje emisí amoniaku

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

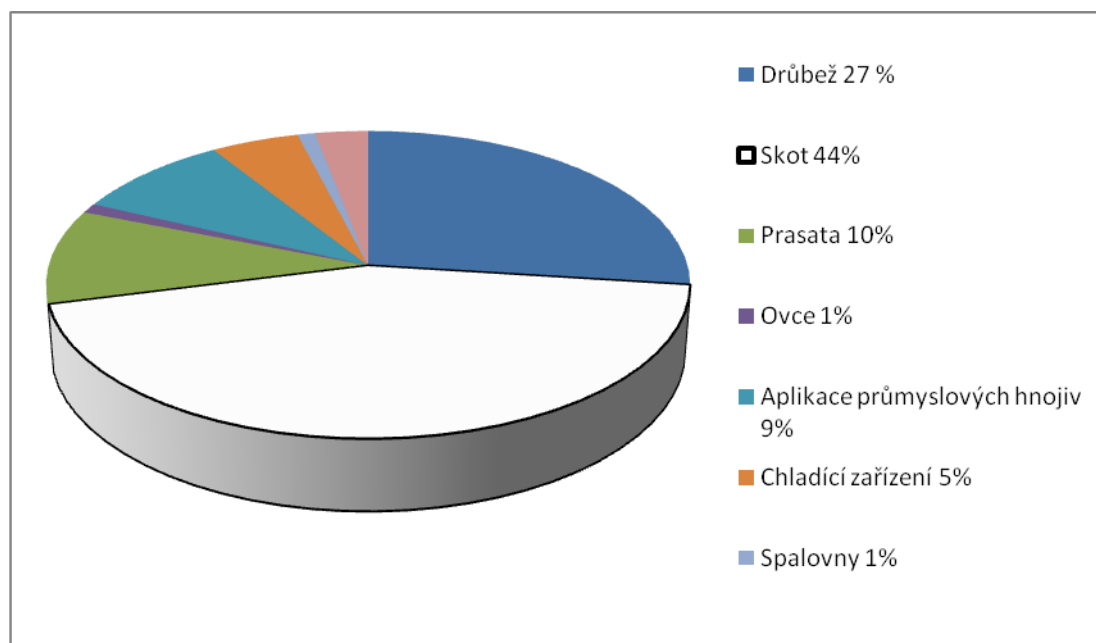
- výroba kyseliny dusičné;
- výroba hnojiv, výbušnin a některá další odvětví (farmaceutický průmysl, petrochemie);
- splaškové odpadní vody;
- odpadní vody za tepelného zpracování uhlí a galvanického pokovování;
- používání dusíkatých hnojiv;
- průmyslové chlazení, výroba ledu;
- rozklad rostlinného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

Amoniak se v malé míře vyskytuje v cigaretovém kouři a je v minimálních množstvích emitován i životními projevy člověka a živočichů (vydechování, pocení).

2.4.3 Zemědělské zdroje emisí amoniaku

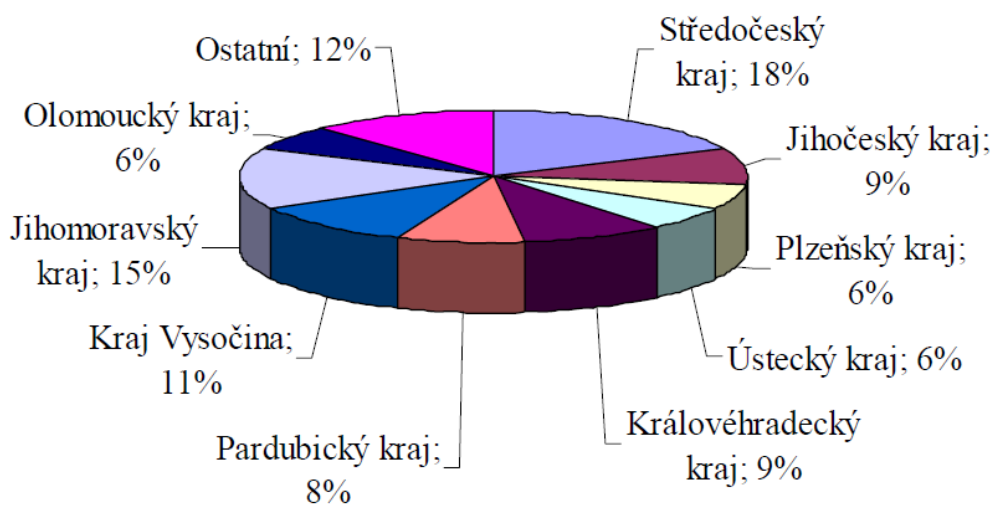
Zemědělské zdroje patří mezi největší producenty emisí amoniaku v celosvětovém měřítku, proto se v posledních letech stalo prioritou u těchto ostatních stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší, jak jsou zákonem o ovzduší kategorizované, tyto emise snižovat vhodnými technicky a ekonomicky nenáročnými způsoby, které jsou provozovatelem realizovatelné. Odhaduje se, že ve světovém měřítku se ročně vyprodukuje 22 – 35 mil. tun amoniaku. Z tohoto množství připadá 90 % na zemědělství, 8 % na přírodní zdroje a jenom 2 % na průmysl a spalování fosilních paliv. V České republice se pohybuje roční hodnota emise amoniaku mezi 70 - 80 tis. tun., přičemž se za hlavní zdroje amoniaku považují chovy skotu a drůbeže. Tvorba plyných látek v ustájení zvířat také ovlivňuje kvalitu vnitřního vzduchu a může ovlivnit zdraví zvířat a vytvořit nezdravé pracovní podmínky pro farmáře. Podíl jednotlivých zdrojů na celkových emisích amoniaku je uveden v grafu č. 1. Emise amoniaku do ovzduší v jednotlivých krajích ČR jsou uvedeny v grafu č. 2 (Symon, K., Bencko, V., 1988).

Graf č. 1: Podíl jednotlivých zdrojů na celkových emisích amoniaku ve světě



(Zdroj: Batty, 1994)

Graf č. 2: Emise amoniaku do ovzduší dle jednotlivých krajů ČR



(Zdroj: Malířová, Bydžovský, 2006)

2.4.4 Emise amoniaku ve stájích

Množství uvolněného amoniaku ve stájích je závislé na mnoha okolnostech a faktorech. Zejména závisí na:

- koncentraci amoniaku ve výkalech a jejich pH,
- velikosti emisní plochy a intenzitě znečištění,
- vlhkosti a teplotě,
- proudění vzduchu nad emisními plochami (rychlost, teplota vzduchu atd.).

Je tedy zřejmé, že intenzita emisí amoniaku v průběhu dne i v průběhu roku silně kolísá. Emise amoniaku jsou mj. přímo závislé na velikosti plochy znečištěné výkaly (emisní plochy). Z hlediska emisní plochy není příliš velký rozdíl mezi různě řešenými stáji s volným boxovým ustájením. Snížení emisí amoniaku je však možné dosáhnout některými technickými řešeními a opatřeními na úrovni managementu stáje a farmy. Mezi ně patří např. co nejrychlejší odvod moče, která má vysoký obsah amoniakálního dusíku, snížení rychlosti proudění vzduchu nad emisní plochou, snížení teploty prostředí, snížení emisní plochy, pravidelné čištění

chodeb, snížení hodnoty pH hnoje a kejdy. (VEGRICHT, J., FABIÁNOVÁ, M., MILÁČEK, P., ŠIMON, J. online, cit. 2012-01-30).

2.4.5 Dopady amoniaku na životní prostředí

Amoniak je velice toxický pro vodní organismy (zejména ryby), proto hraje důležitou roli jeho velmi dobrá rozpustnost ve vodě. Toxické koncentrace amoniaku mohou být uvolňovány rozkladem chlěvské mrvy, kejdy a odpadů z velkochovů hospodářských zvířat. Rovněž mohou být negativně zasaženy rostliny, pokud jsou vystaveny vyšším koncentracím amoniaku jak v ovzduší, tak ve vodě. Ve vodách s dostatečným obsahem kyslíku je amoniak nitrifikačními bakteriemi oxidován na dusičnany, které jsou pro vodní organismy toxické podstatně méně. V půdách se přirozeně vyskytuje amoniak zejména ve formě amonného iontu.

Amoniakální forma dusíku je přitom klíčovým zdrojem dusíku pro rostliny. Z tohoto důvodu se aplikují dusíkatá průmyslová hnojiva, ze kterých se však do podzemních vod uvolňují dusičnany. Podzemní vody pak mohou být nevhodné pro využití člověkem, resp. s jejich využitím jsou spojeny vysoké náklady na čištění a odstranění dusičnanů. Přítomnost dusičnanů (původem přímo z hnojiv či bakteriální oxidace amoniaku) rovněž zvyšuje kyselost půd s negativními důsledky. Kyselost zemin je zvyšována i depozicí pocházející z ovzduší. Amoniak tvoří relativně stabilní soli se sírany a dusičnany (pocházejícími z kyselých plynů SO_2 , SO_3 a NO_x), které jsou v atmosféře přítomny. Takové soli jsou potom ve srovnání s kyselými plyny a samotným amoniakem podstatně ochotněji a rychleji z atmosféry uvolněny ve formě dešťů či spadu a dostávají se tak do půd. Přestože je tedy amoniak sám o sobě zásaditou látkou, podílí se na kyselých depozicích. Je rovněž jedním z původců fotochemického smogu vyskytujícího se především ve městech.

2.4.6 Dopady amoniaku na zdraví člověka, rizika

Krátkodobá expozice amoniaku může dráždit i popálit kůži a oči s rizikem trvalých následků. Dráždí rovněž nosní sliznice, ústa, hltan. Způsobuje kašel a dýchací potíže. Expozice vyšším koncentracím amoniaku může způsobit zavodnění plic (edém) a vážné dýchací potíže. V koncentraci vyšší než 0,5 % obj. (asi $3,5 \text{ g.m}^{-3}$) je i krátkodobá expozice smrtelná).

V běžném prostředí je však koncentrace amoniaku natolik nízká, že prakticky

nepředstavuje žádné riziko. Jeho výhodou je z tohoto hlediska i velice intenzivní štiplavý zápach, který na jeho případnou přítomnost v ovzduší upozorní dříve, než by koncentrace mohla stoupnout na nebezpečnou úroveň.

V České republice platí pro koncentrace amoniaku následující limity v ovzduší pracovišť: PEL – 14 mg.m⁻³, NPK - P – 36 mg.m⁻³.

- PEL – přípustný expoziční limit chemických látek v ovzduší
- NPK – P – nejvyšší přípustná koncentrace chemických látek v ovzduší (*Irz.cz*, online, citováno 2012-01-23)

2.5 Skleníkové plyny

V dnešní době je mnoho odborníků přesvědčeno, že lidstvo ohrožuje svou vlastní existenci činností, která povede k nezanedbatelnému zvýšení globální teploty vzduchu u zemského povrchu. Bylo zjištěno, že tzv. skleníkové plyny (např. CO₂, metan), které jsou v hojné míře vypouštěny do atmosféry, patrně vyvolaly jen v tomto století růst globální teploty zhruba o polovinu stupně Celsia. Bude – li tento trend pokračovat, mohou se změnit klimatické poměry na celém světě.

Nejdůležitějšími skleníkovými plyny v atmosféře jsou vodní pára, oxid uhličitý, oxid dusný, metan a některé další. Zachycují teplo, které se odráží od zemského povrchu, ale naproti tomu nebrání pronikání slunečního záření (Nemešová, I., Pretel, J., 1998)

- **vodní pára (H₂O):**

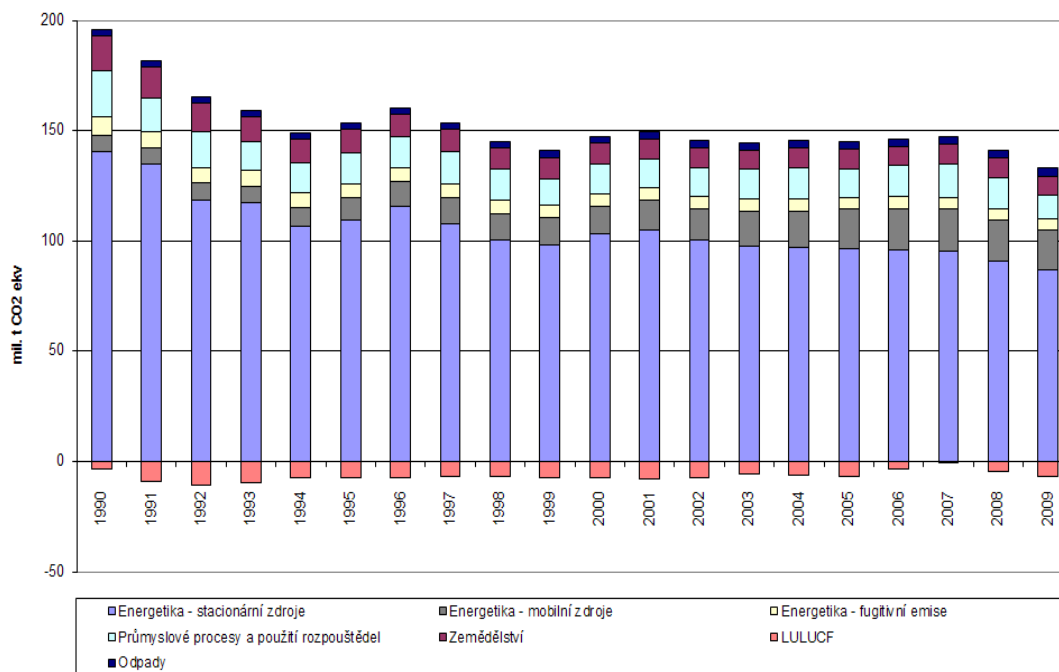
- každá molekula vodní páry má schopnost pohlcovat skleníkové plyny
- nedostatek páry v atmosféře zvyšuje nepříznivý účinek skleníkových plynů

- **oxid uhličitý (CO₂):**

- je hlavním přispěvatelem ke skleníkovému efektu
- uvolňuje se při výrobě energie a spalování fosilních paliv
- množství CO₂ v atmosféře je vyšší než kdykoliv v posledních 650 000 letech (od roku 1800 jeho koncentrace vzrostla cca o 30 %)
- v současnosti vypouštíme do atmosféry každý rok více než 25 miliard tun CO₂

- bezpečná koncentrace CO₂ je menší než ta současná! (množství v ČR zachyceno v grafu č. 3)

Graf č.3 Emise CO₂ v České republice v letech 1990 až 2009

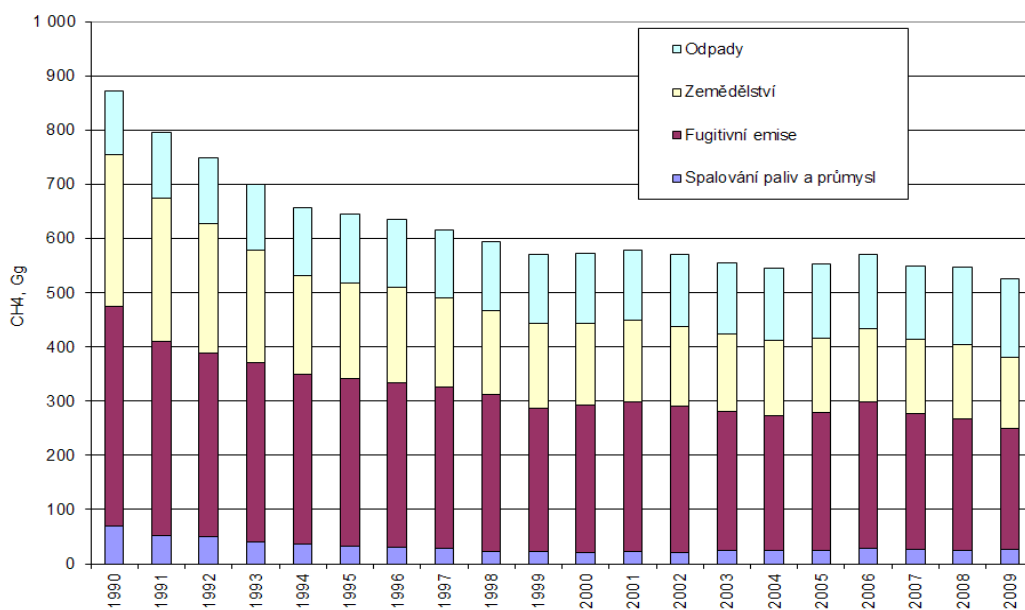


(Zdroj: <http://portal.chmi.cz>)

- **metan (CH₄):**

- produkují převážně bakterie živící se organickým materiálem za nedostatku kyslíku
- v přírodě se uvolňuje zejména z mokřadů
- antropogenně se uvolňuje při těžbě fosilních paliv, vzniká v útrobach chovaných přežvýkavců, umělých mokřadech (pěstování rýže), ve skládkách odpadů a při spalování biomasy (množství v letech 1990 – 2009 v ČR ukazuje graf č. 4)

Graf č. 4 Emise metanu v České republice v letech 1990 až 2009

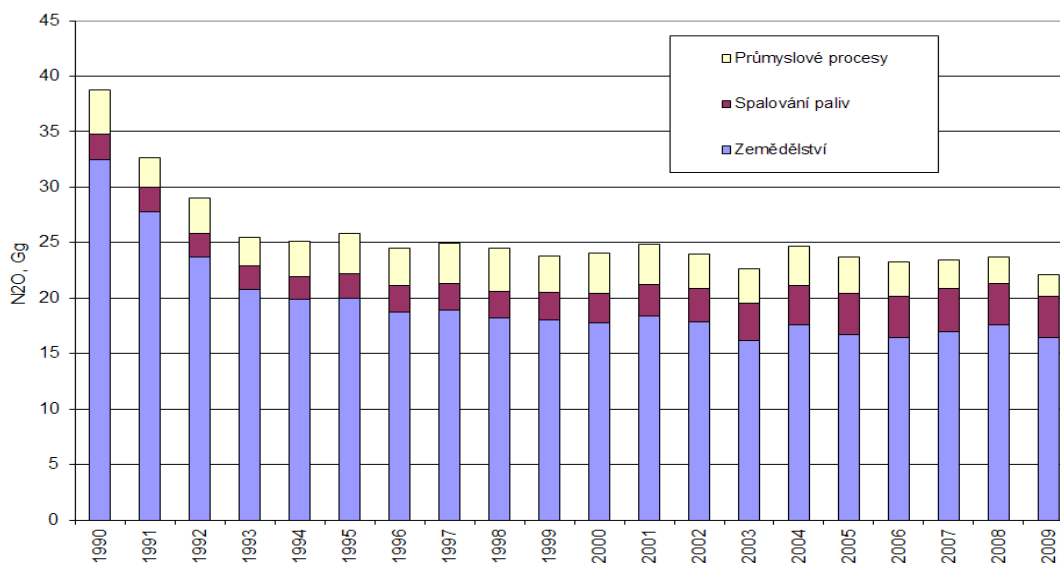


(Zdroj: <http://portal.chmi.cz>)

- **oxid dusný (N₂O):**

- uvolňuje se přirozenou cestou z oceánu, deštných pralesů a činností půdních bakterií
- mezi zdroje N₂O patří dusíkatá hnojiva, spalování fosilních paliv a průmyslová chemická výroba (využívající dusík např. zpracování odpadních vod)
- při absorpci tepla je N₂O 310x efektivnější než CO₂
- množství v letech 1990 – 2009 v ČR je zachyceno v grafu č. 5

Graf č. 5 Emise oxidu dusného v České republice v letech 1990 až 2009

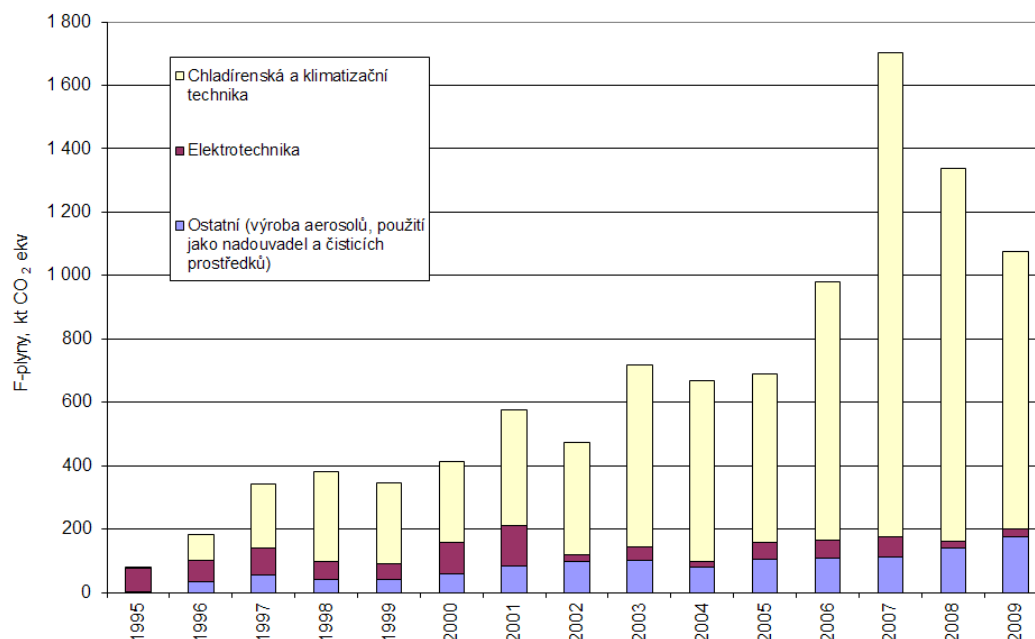


(Zdroj: <http://portal.chmi.cz>)

- **fluorované skleníkové plyny (graf č. 6)**

- jediné skleníkové plyny, které se nevyskytují přirozeně, ale byly vyvinuty člověkem (např. fluorované uhlovodíky (HFC) k chlazení a mražení, chlorofluoruhlovodíky, fluorid sírový a perfluoruhlovodíky (PFC) pro elektronický průmysl)
- mohou zachycovat teplo až 22 000x účinněji než CO₂ - a mohou v atmosféře zůstat tisíce let (Gabrielová, H., online, cit. 2012-01-26)

Graf č. 6 Emise fluorovaných plynů v ČR v letech 1995 až 2009

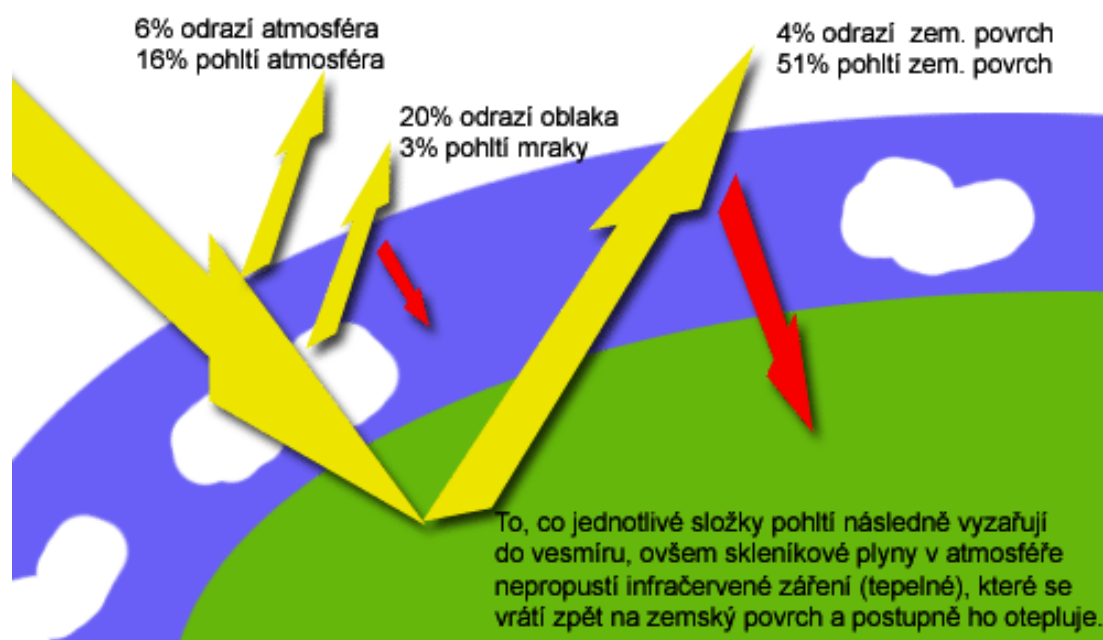


(Zdroj: <http://portal.chmi.cz>)

2.5.1 Skleníkový efekt

Skleníkový efekt je proces, při kterém dochází k ohřívání planety. Na zemský povrch od Slunce dopadá záření. Určitá část tohoto záření následně naši planetu zase opouští. Opouštějící záření nabývá dvou forem: odražené sluneční záření a tepelné záření. Tepelné záření při opouštění naší planety z části zachycují skleníkové plyny. Skleníkové plyny jsou - vodní páry, které způsobují asi 60 % zemského přirozeného skleníkového efektu, oxid uhličitý způsobuje asi 26 %, metan, oxid dusný a ozón způsobují asi 8 %. Hromaděním tepelného záření se naše planeta otepluje. Skleníkový efekt způsobuje globální oteplování (In-pocasi.cz, online, cit 2012-01-26)

Obrázek č. 3 Princip skleníkového efektu



(Zdroj: <http://www.in-pocasi.cz>)

2.5.2 Kjótský protokol k Rámcové úmluvě OSN ke změně klimatu

Kjótský protokol byl přijat 11. 12. 1998. Text protokolu je zaměřen na stanovení kvantitativních redukčních emisních cílů smluvních států a způsoby jejich dosažení. Obsahuje obdobnou preambuli, jako obsahuje i Úmluva a dále 28 článků a dva dodatky. Ukládá státům Dodatku I, aby do prvního kontrolního období 2008 – 2012 snížily jednotlivě nebo společně emise skleníkových plynů nejméně o 5,2% v porovnání se stavem v roce 1990. Redukce se týká bilancí emisí oxidu uhličitého CO₂, metanu CH₄, oxidu dusného N₂O, hydrogenovaných fluorovodíků (HFCs), polyfluorovodíků (PFCs) a fluoridu sírového SF₆, vyjádřených ve formě agregovaných emisí CO₂. V případě České republiky jde o snížení emisí o 8%, tj. o stejnou hodnotu jaká byla stanovena pro všechny státy Evropské unie. (Nemešová, I., Pretel, J., 1998)

2.6 Metody mikroklimatických měření ve stájích pro hospodářská zvířata

Množství škodlivých plynů emitovaných do okolí stájí závisí primárně na počtu, druhu a kategorii v dané lokalitě chovaných zvířat, použité technologii chovu a způsobu krmení, úrovni organizace a řízení chovu. Sekundárně závisí na obsahu bílkovin v krmivech, koncentraci vodíkových iontů ve statkových hnojivech,

zejména tekutých, podávání krmných aditiv, teplotě ovzduší, rychlosti výměny vzduchu a podestýlce. Pachy produkované v chovech zvířat vznikají převážně mikrobiálním rozkladem zvířecích exkrementů a zbytků nespotřebovaných krmiv, případně dalších odpadních materiálů.

2.6.1 Metody ke stanovení obsahu CO₂ ve stájovém vzduchu

Nejčastějšími metodami používanými pro detekci CO₂ ve stájovém vzduchu jsou:

- **Orientační metody – stanovení pomocí indikátorových trubiček**

K orientačnímu stanovení CO₂ ve stájovém prostředí potřebujeme na obou koncích vzduchotěsně zatavené skleněné indikátorové trubice.

Po nasátí stanoveného množství vzduchu přes trubici dochází k chemické reakci výplně trubice s oxidem uhličitým obsaženým ve vzduchu, a podle rozsahu barevné změny obsahu trubice vzniklé při reakci odhadujeme na stupnici obsah CO₂. Detekční trubice jsou prvotně určeny pro použití v prostorách s předpokládaným vysokým obsahem CO₂ ve vzduchu (záchranaři, speleologové atd.), a proto je jejich měřicí rozsah od 1obj.% do 16 obj%.

- **Titrační analytická metoda (Subbotin-Nagorski)**

Jde o velmi přesnou metodu stanovení obsahu oxidu uhličitého ve vzduchu, metoda je však velmi pracná a zdlouhavá, proto je její význam ve veterinární a zemědělské praxi spíše okrajový a nachází uplatnění spíše při vědeckých studiích.

Princip metody:

Jde o pohlcení oxidu uhličitého ze známého objemu vzduchu do roztoku hydroxidu barnatého, za vzniku uhličitanu barnatého.

- **Metoda infračervených senzorů**

Princip metody:

Infračervené spektrofotometry jsou určeny ke zkoumání struktury látek a k identifikaci organických sloučenin i pro jejich kvantitativní analýzu. Jsou to však složitá a nákladná zařízení, využívaná především v laboratorní praxi. Za provozní přístroje jsou voleny infračervené, bezdisperzní analyzátory.

2.6.2 Metody ke stanovení obsahu NH_3 ve stájovém vzduchu

Podobně jako u oxidu uhličitého můžeme metody pro stanovení obsahu amoniaku ve stájovém vzduchu rozdělit do tří skupin:

1. Metody orientační
2. Metody titrační – analytické
3. Metody fotometrické
4. Metody používané v plynových analyzátoch (elektrochemicky)

- **Orientační metody**

1. Stanovení pomocí detekčních trubiček

Při stanovení obsahu amoniaku ve vzduchu pomocí detekčních trubiček postupujeme stejným způsobem jako u ostatních plynů. Používá se pouze jiný typ detekčních trubic s růžovo-fialovou krystalickou náplní, výrobcem označených symbolem NH_3 . Po zalomení obou zatavených konců trubice a deseti nasátích 100 ml vzduchu pomocí nasávače odečítáme rozsah barevné změny v náplni trubice.

2. Stanovení pomocí indikátorových papírků

Jde o velmi rychlé, a přitom dostatečně přesné měření. Princip stanovení je založen na vlastnostech amoniaku, který se v plynné formě chová jako zásada, a tedy ovlivňuje i reakci vzduchu s měřicími pH papírky.

- **Rychlá sada pro stanovení amoniaku (Ammonia quick test kit)**

Je komerčně dodávaný jednoduchý test, který obsahuje nádobku s destilovanou vodou a indikátorový pH papírek. Po jeho namočení vodou a dostatečné expozici ve stájovém prostředí měřící osoba porovná barevnou změnu indikátorového papírku s přiloženou barevnou stupnicí, na které jsou přímo vyznačeny odpovídající koncentrace amoniaku ve stájovém vzduchu v jednotkách ppm.

- **Analytická – titrační metoda (metoda odměrného stanovení)**

Amoniak se izoluje ze vzorku absorpcí v roztoku kyseliny sírové. Alikvotní část se destiluje s vodní parou v Parnas-Wagnerově přístroji a uvolněný amoniak se pohlcuje v odměrném roztoku kyseliny sírové. Přebytek kyseliny se stanoví titrací odměrným roztokem hydroxidu sodného na methyl-červeň nebo směsný indikátor dle Tashira.

Metoda je dostatečně přesná, avšak vzhledem k její časové a provozní náročnosti se v praxi téměř nepoužívá. Její využití je omezeno výhradně pro experimentální účely.

- **Metoda fotometrického stanovení**

Amoniak se izoluje ze vzorku absorpcí v roztoku kyseliny sírové. Z alikvotní části roztoku se v mikrodestilačním aparátu oddestiluje amoniak a pohltí ve vodě. Obsah amoniaku v destilační předloze se stanoví fotometricky za použití Nesslerova činidla.

Rozsah užití:

Metody se užije ke stanovení obsahu amoniaku od 1 do 400mg.m⁻³ při objemu plynného vzorku 50 l.

- **Metoda potenciometrická**

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

Rozsah užití:

Metody se užije ke stanovení obsahu amoniaku od 5 do 20000 mg.m⁻³ při objemu plynného vzorku 50 l.

- **Elektrochemické metody**

Elektrochemické metody využívá mnoho typů senzorů. Pro analýzu plynů jsou to zejména senzory ampérometrické a galvanometrické. Elektrochemické senzory se uplatňují především při měření koncentrace kyslíku a při měření nízkých koncentrací některých toxických plynů.

- **Ampérometrické senzory** jsou založeny na měření proudu procházejícího mezi dvěma elektrodami ponořenými do roztoku elektrolytu. Do měřicího obvodu je zapojen zdroj stejnosměrného napětí. Hodnota vloženého napětí musí odpovídat tzv. limitnímu proudu určované složky v měřeném médiu. Velikost limitního proudu je funkcí koncentrace měřené složky.

- **Galvanometrické senzory** využívají princip galvanického článku. Elektrodový systém je oddělen od analyzovaného média permeabilní membránou, vyrobenou např. z teflonu, polypropylenu či silikonového kaučuku. Membrána je propustná pouze pro plyny, nikoliv pro vodu a ionty.

2.6.3 Metody ke stanovení obsahu H₂S ve stájevém vzduchu

Orientační metody – indikátorové trubice

Plynové analyzátory – elektrochemické metody (Chloupek, J., Suchý, P., 2008)

3. Cíl měření

Cílem této práce je stanovení emisí plynů NH_3 , CO_2 , NH_4 a NO_2 a vodní páry ve vybraném zemědělském provozu s chovem skotu. Konkrétně se bude jednat o měření v ZD Krásná Hora nad Vltavou a.s. Naměřené výsledky budou poté vyhodnoceny pomocí statistických metod. Tyto výsledky budou dále využity ke stanovení závěrů pro správnou zemědělskou praxi.

4. Metodika

Pro stanovení koncentrace emisních plynů NH_3 , CO_2 , NH_4 a NO_2 byla použita metoda fotoakustické spektroskopie. Tato metoda, i pro svoji přesnost, je nerozšířenější v Evropě. Měření bylo provedeno přístrojem 1412 Photoacoustic Multi-gas Monitor firmy INNOVA Air Tech Instruments s vícekanálovým vzorkovacím a dávkovacím zařízením 1309 D Multipoint Sampler téže firmy.

4.1 Způsob měření ukazatelů stájového mikroklimatu

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

- není vyžadována akreditace měření, ale používané přístroje musí být pravidelně ověřeny a cejchovány dle pokynů výrobce nebo dodavatele
- optimální venkovní teplota je v rozmezí +10 až +30°C
- o provedeném měření je proveden záznam
- podle současné legislativy v oblasti ochrany ovzduší je požadováno kontinuální měření po dobu minimálně 24 hodin. K tomu se používají metody založené na elektrochemických čidlech (orientační měření) nebo přesnější fotoakustická spektroskopie.

4.2 Měření koncentrace emisních plynů NH_3 , CO_2 , NH_4 a NO_2

- Měření se provádí v takové výšce, aby nedošlo ke kontaktu měřící sondy se zvířetem.
- Výsledná hodnota se vypočte jako geometrický průměr všech naměřených hodnot.
- Bezprostředně před zahájením měření se ve všech měřících místech provede krátkodobé měření okamžité relativní vlhkosti vzduchu. Měření koncentrace emisních plynů se neprovádí, pokud je naměřená okamžitá relativní vlhkost vzduchu v daném místě větší jak 90% (negativní vliv vysoké relativní vlhkosti na senzory měřících přístrojů).
- Zahájení měření se provede po uplynutí doby náběhu senzorů, pokud ji výrobce nebo dodavatel zařízení uvádí.
- Doba měření koncentrace je minimálně 10 minut pro denní průběh 24 hodin.

- Měření se opakuje, jsou- li rozdíly v koncentraci na jednotlivých měřících místech větší než 50%. (Jelínek, A., Dolan A., Vávra, V., 2011)

4.3 Použité statistické metody

Pro statistické hodnocení byla vybrána metoda korelace. Jako proměnné byly zvoleny emise v prvním dnu měření (x) a emise v druhém dnu měření (y). Toto hodnocení bylo tedy založeno na porovnávání odchylek mezi prvním a druhým dnem měření. Byla provedena analýza statistickými metodami korelace, regrese, rozptylem a směrodatnou odchylkou.

Rozptyl

Součet odchylek od průměru, umocněn druhou mocninou a podělen počtem n (dny měření). V MS Excel byly označeny hodnoty a zpracovány funkcí VAR.

Rozptyl S_{x^2} je definován následujícím vztahem 1:

$$S_{x^2} = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n} \quad (1)$$

S_{x^2} - rozptyl

$(x_i - \bar{x})^2$ – rozdíl hodnoty proměnné a aritmetického průměru proměnné

n – počet dnů

Směrodatná odchylka

Velikost rozptýlení hodnot od průměrné (střední) hodnoty. Výpočet byl proveden v MS Excel funkcí STDEVPA.

Směrodatná odchylka: je definována následujícím vztahem 2:

$$S_x = \sqrt{S_{x^2}} \quad (2)$$

S_x - směrodatná odchylka

Korelační koeficient

Určuje velikost lineární závislosti mezi dvěma proměnnými. Pokud jsou proměnné přímo závislé, je hodnota koeficientu kladná. Záporná hodnota vyjadřuje nepřímou závislost. Nulová hodnota korelačního koeficientu znamená, že proměnné jsou lineárně nezávislé. Klasifikace stupňů korelačních závislostí jsou uvedeny v tabulce č. 8.

Korelační koeficient r_{xy} je definován následujícím vztahem 3:

$$r_{xy} = \frac{\overline{x \cdot y} - \overline{x} \cdot \overline{y}}{S_x \cdot S_y} \quad (3)$$

r_{xy} - korelační koeficient

$\overline{x \cdot y}$ – aritmetický průměr součinů proměnných

$\overline{x} \cdot \overline{y}$ – součin aritmetických průměrů proměnných

S_x, S_y – směrodatné odchylky proměnných

Tabulka č. 8 Klasifikace stupně závislosti podle korelačního koeficientu

Hodnota koeficientu korelace	Stupeň statistické závislosti
$0,3 > / r_{xy}/$	nízký stupeň korelační závislosti
$0,3 \leq / r_{xy}/ < 0,5$	mírný stupeň korelační závislosti
$0,5 \leq / r_{xy}/ < 0,7$	střední stupeň korelační závislosti
$0,7 \leq / r_{xy}/ < 0,9$	vysoký stupeň korelační závislosti
$/ r_{xy}/ = 1,0$	matematická (funkční) závislost
$0,9 \leq / r_{xy}/ < 1,0$	velmi vysoký stupeň korelační závislosti

(Čermáková, A., Střeleček, F., 1995)

Regresní analýza

Určuje závislost mezi proměnnými (emise v 1. dnu, emise v 2. dnu). V MS Excel byly rovnice vygenerovány z grafu funkcí spojnice trendu a využitím možnosti zobrazení rovnice regrese.

Regresní analýza: tato přímka je definována následujícím vztahem 4:

$$y = ax + b \quad (4)$$

$$a = \frac{\overline{x \cdot y} - \overline{x} \cdot \overline{y}}{\overline{x^2} - \overline{x}^2}$$

$$b = \overline{y} - a\overline{x}$$

$\overline{x^2}$ – aritmetický průměr druhých mocnin hodnot proměnných

\overline{x}^2 – druhá mocnina aritmetického průměru proměnné

(Čermáková, A., Střeleček, F., 1995)

5. Vlastní práce

5.1 Charakteristika ZD Krásná Hora nad Vltavou a.s.

Zemědělské družstvo Krásná Hora nad Vltavou a.s. se nachází v bramborářsko-ovesné oblasti. Tento hospodářský celek vznikl sloučením devíti menších zemědělských družstev v 50. letech 20. století. V roce 2003 došlo ke změně právní formy na akciovou společnost. Společnost se zaměřuje jak na živočišnou, tak i na rostlinnou výrobu.

Činnost v rostlinné výrobě probíhá na pozemcích, které jsou z velké části pronajaté. Výměra obhospodařované půdy činí 4950 ha, z toho tvoří 1620 ha louky a 3 330 ha orná půda. Zemědělské družstvo Krásná Hora nad Vltavou a.s. se v živočišné výrobě zaměřuje na produkci mléka, chov plemenných býků, zástavového a chovného skotu. Družstvo chovalo v roce 2011 celkem 3891 kusů skotu, z toho 1360 dojnic a 363 krav bez tržní produkce. Roční dojivost krav je 8 724 l/ks. Přírůstek mladého skotu dosahuje 0,95 kg/ks za den.

Farma v Krásné Hoře nad Vltavou prošla v minulých letech rozsáhlou rekonstrukcí, bylo zřízeno volné ustájení s dojírnou. Celková produkce mléka je ročně 10 930 000 litrů.

V zemědělském družstvu Krásná Hora nad Vltavou a.s. je zaměstnáno 173 osob. V letech 2007 - 2009 se díky dotacím Evropské unie podařilo postavit bioplynovou stanici s výkonem 526 kW, zrekonstruovat stáje a vytvořit posklizňovou obilní linku.

5.1.1 Účel měření

Účelem měření této práce je stanovení emisí plynů NH_3 , CO_2 , NH_4 a NO_2 a vodní páry ve vybraném zemědělském provozu s chovem dojného skotu. Konkrétně se bude jednat o měření v ZD Krásná Hora nad Vltavou a.s. Hodnoty koncentrací budou statisticky porovnány. Tyto výsledky budou dále využity ke stanovení závěrů pro praxi.

5.1.2 Technologie v chovu dojnic v ZD Krásná Hora nad Vltavou a.s.

Zemědělské družstvo Krásná Hora nad Vltavou a.s. využívá ve stáji volné boxové ustájení (viz. Obrázek č. 4) na betonové podlaze v zastřešených halách. Podestýlka je tvořena separovaným digestátem z bioplynové stanice, která je součástí areálu ZD Krásná Hora nad Vltavou. Jako krmení se užívá kukuřičná siláž, senáž

a krmné směsi. Odkliz kejdy do kejdové jímky je zajištěn pomocí shrnovací lopaty.

Pohyb vzduchu v období vyšších teplot je zajištěn 10 kusy axiálních ventilátorů (umístěných pod stropem stáje). Stáj je po bocích otevřená. ZD Krásná Hora nad Vltavou a.s. využívá systém rybinových dojíren, typ Alfa Laval 2x6 kusů dojnic, 2 dojírny vedle sebe.

Obrázek č. 4 Stáj



5.1.3 Způsob měření

Pro stanovení požadovaných emisních plynů jsem zvolil přístroj 1412 Photoacoustic Multi-gas Monitor firmy INNOVA Air Tech Instruments s vícekanálovým vzorkovacím a dávkovacím zařízením 1309 D Multipoint Sampler téže firmy. Na dvou vybraných místech byly nainstalovány sondy odebírající vzorky vzduchu. Měření bylo prováděno celkem 48 hodin a to nepřetržitě 24 hodin denně. Výsledné hodnoty byly následně porovnány.

5.1.4 Měřicí přístroj 1412 Photoacoustic Multi-gas Monitor firmy INNOVA a Multipoint samolet INNOVA 1309

Fotoakustický monitor INNOVA 1412 na obrázku č. 5 je vysoce přesný, spolehlivý a stabilní kvantitativní měřič plynů. Principem měření je fotoakustická

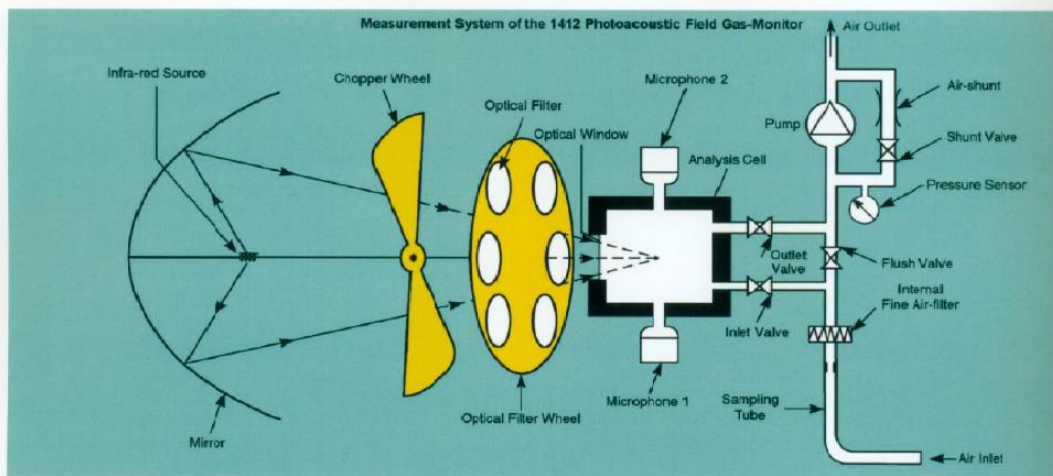
infračervená detekční metoda. Z toho vyplývá, že tento přístroj může v podstatě měřit koncentrace všech plynů, které jsou schopné absorbovat infračervené záření. V karuselu s filtry jsou instalovány příslušné optické filtry (pět kusů plus jeden na vodní páru – viz Obrázek č. 6). Z toho důvodu může přístroj 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 mohou být snadno převedeny na jednotky $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$. Všechna data jsou zaznamenávána v reálném čase a jsou zobrazována v numerické nebo grafické podobě a přenositelná do osobního počítače ve formátu MS Excel.

Obrázek č. 5 INNOVA 1412 při měření



Obrázek č. 6 Princip činnosti přístroje IN NOVA 1412

Photoacoustic Field Gas-Monitor – INNOVA 1412



(Zdroj: <http://www.scientek.com>)

Fotoakustický efekt je založen na transformaci světelné energie na zvukovou pomocí měřeného plynu, kapaliny nebo pevné látky. Ve fotoakustické spektroskopii je měřený plyn ozářen modulovaným světlem s přesně určenou vlnovou délkou a molekuly pak určitou část světelné energie převedou na akustický signál, který je v přístroji INNOVA detekován dvěma mikrofony a zesílený v zesilovači.

Přepínač odběrných míst Multipoint samolet INNOVA 1309 může být používán s více měřícími přístroji firmy INNOVA. Umožňuje odběr vzorků z více míst pomocí hadiček se sondami. Odběrných míst může být až dvanáct a každé je spojeno s přepínačem odběrných míst teflonovou hadičkou dlouhou až 50 metrů. Třicestný ventil přepíná vzorky vzduchu do analyzátoru, a zatímco analyzátor vzorek měří, je výfukem proplachována hadička, která bude následovat do analyzátoru. (Jelínek, A., Dolan A., Vávra, V., 2011)

5.1.5 Průběh měření

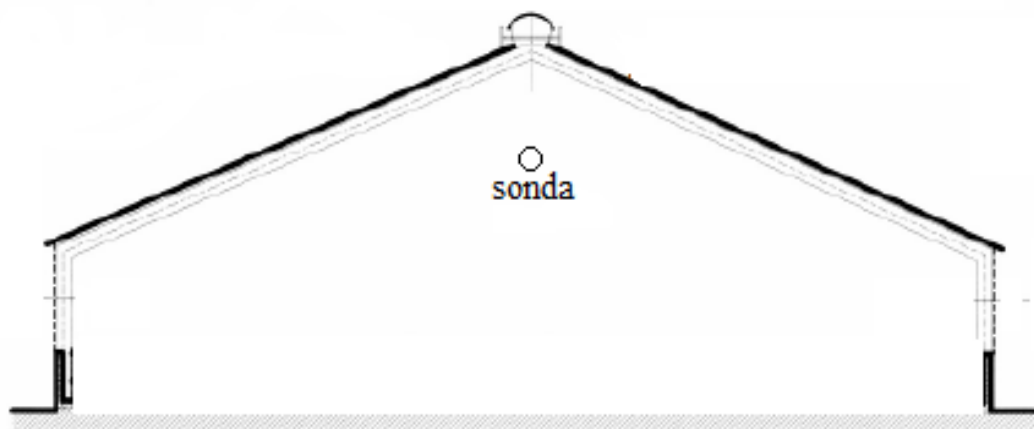
Náš výzkum byl proveden v objektu stáje v zemědělském podniku ZD Krásná Hora nad Vltavou a.s. v Krásné Hoře nad Vltavou, kde jsou chovány dojnice červenoholštýnského plemene.

Měřící zařízení byla nainstalována dne 16. 3. 2011 v 11:00 hodin. Pro odběr vzorků byly zvoleny 2 sondy, které odebíraly vzduch ve stáji. Tato čidla byla po celou dobu měření umístěna u obou štítů stáje (viz. Obrázek č. 7) ve výšce 3,5 m nad

úrovni podlahy. Naměřené hodnoty koncentrace plynů byly průběžně zaznamenány do počítače.

Odečítání a ukládání měřených hodnot začalo 16. 3. 2011 v 11:33 hod. Interval ukládání hodnot z jednotlivých snímačů byl nastaven na 2 minuty. Zařízení pracovalo bez přerušení až do 18. 3. 2011 do 11:33 hodin. Po prvním dnu měření byla provedena kontrola funkčnosti přístrojů. Celková doba měření činila 48 hod. V průběhu měření se nevyskytly žádné problémy.

Obrázek č. 7 Rozmístění měřících sond ve stáji



Obrázek č. 8 Stáj



5.1.6 Výsledky měření

Výsledky měření byly nejprve vyhodnoceny statistickou metodou korelace. Poté byly vypočítány průměrné koncentrace plynů pro každý den měření (celkem 2 dny).

Hodnoty koncentrací (u stanovovaných plynů) byly vyhodnoceny pomocí grafů.

5.1.7 Statistické hodnocení metodou korelace

Díky této metodě bylo možné statisticky porovnat koncentrace jednotlivých plynů v průběhu prvního dne a porovnat s množstvím v druhém dnu.

Jako proměnné byla zvolena množství emisních plynů v prvním dnu (x) a v druhém dnu (y) měření. Tyto odchylky byly porovnány. Hodnoty potřebné k výpočtům jsou uvedeny v tabulce č. 9.

Tabulka č. 9 Hodnoty potřebné ke statistickým výpočtům

Plyn	Průměrná koncentrace		Hodnoty proměnných		
	Den1	Den 2	x_i^2	y_i^2	$x_i \times y_i$
	[mg.m ⁻³]				
CO ₂	1086,91	1290,56	1 181 351,6	1 665 519,31	1 402 698,81
vodní pára	8058,72	8303,87	64 931 364,22	68 953 094,45	66 917 666,9
N ₂ O	0,54	0,53	0,27	0,28	0,27
NH ₃	1,07	1,22	1,15	1,49	1,33
CH ₄	3,91	5,68	15,74	32,26	22,51
Σ	9151,13	9601,78	66 112 732,72	70 620 647,12	68 320 389, 71
Průměr x, y	1830,2	1920,35	_____	_____	_____
Průměr x^2, y^2	_____	_____	13 222 546,5	14 124 129,5	13 664 261,9

Pro stanovení průměrných hodnot koncentrací byly vypočítány průměrné hodnoty z obou měřících sond v průběhu dvou dnů. Tyto hodnoty jsou zaznamenány v tabulce č. 10

Tabulka č. 10 Průměrné koncentrace plynů

Stanovovaný plyn	Průměrná koncentrace [mg.m ⁻³]		
	Den 1	Den 2	Průměr ze 2 dnů
CO ₂	1086,91	1290,56	1188,73
vodní pára	8058,72	8303,87	8181,29
N ₂ O	0,54	0,53	0,535
NH ₃	1,07	1,22	1,14
CH ₄	3,91	5,68	4,81
Σ	9151,13	9601,78	9376,45

Výsledné hodnoty daných statistických analýz (rozptyl, směrodatná odchylka, regresní analýza, korelační koeficient) jsou uvedeny v tabulce č. 11

Tabulka č. 11 Přehled výsledku analýz emisních plynů

	Přehled výsledků analýz emisních plynů				
	CO ₂	vodní pára	N ₂ O	NH ₃	CH ₄
r _{xy}	0,4335	0,2270	0,5789	0,4721	0,5843
S _x ²	276 240,01	19 392 746,42	1 673 827,85	1 672 858,27	1 667 667,58
S _x	525,58	4 403,71	1 293,76	1293,39	1 291,38

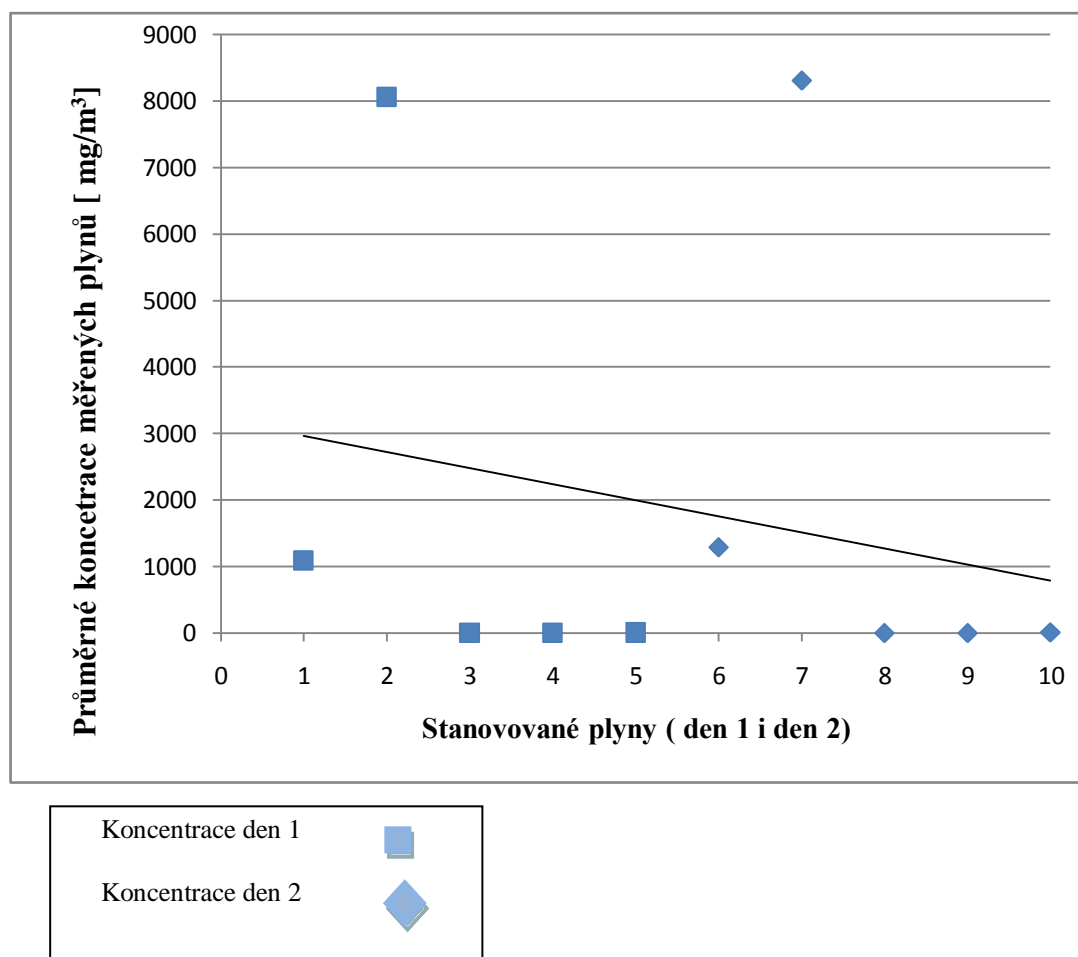
Velikost hodnot korelačních koeficientů (u daných plynů) je v rozmezí od 0,2 do 0,6. Z toho vyplývá, že tyto hodnoty daných koncentrací dosahují nízkého až středního stupně korelační závislosti.

Regresní analýza určuje závislost mezi proměnnými (koncentrace plynů v 1. dnu x množství v 2. dnu). V MS Excel byly rovnice vygenerovány z grafu funkcí spojnice trendu a využitím možnosti zobrazení rovnice regrese (graf č. 7). Hodnoty na ose x jsou průměrné koncentrace v dnu 1 a dnu 2 (1 až 5 den jedna; 6 až 10 den 2).

Tato funkce je pro konkrétní případ dána předpisem:

$$y = 10,27x + 1921,92$$

Graf č. 7 Regresivní analýza vycházející ze spojnice trendu



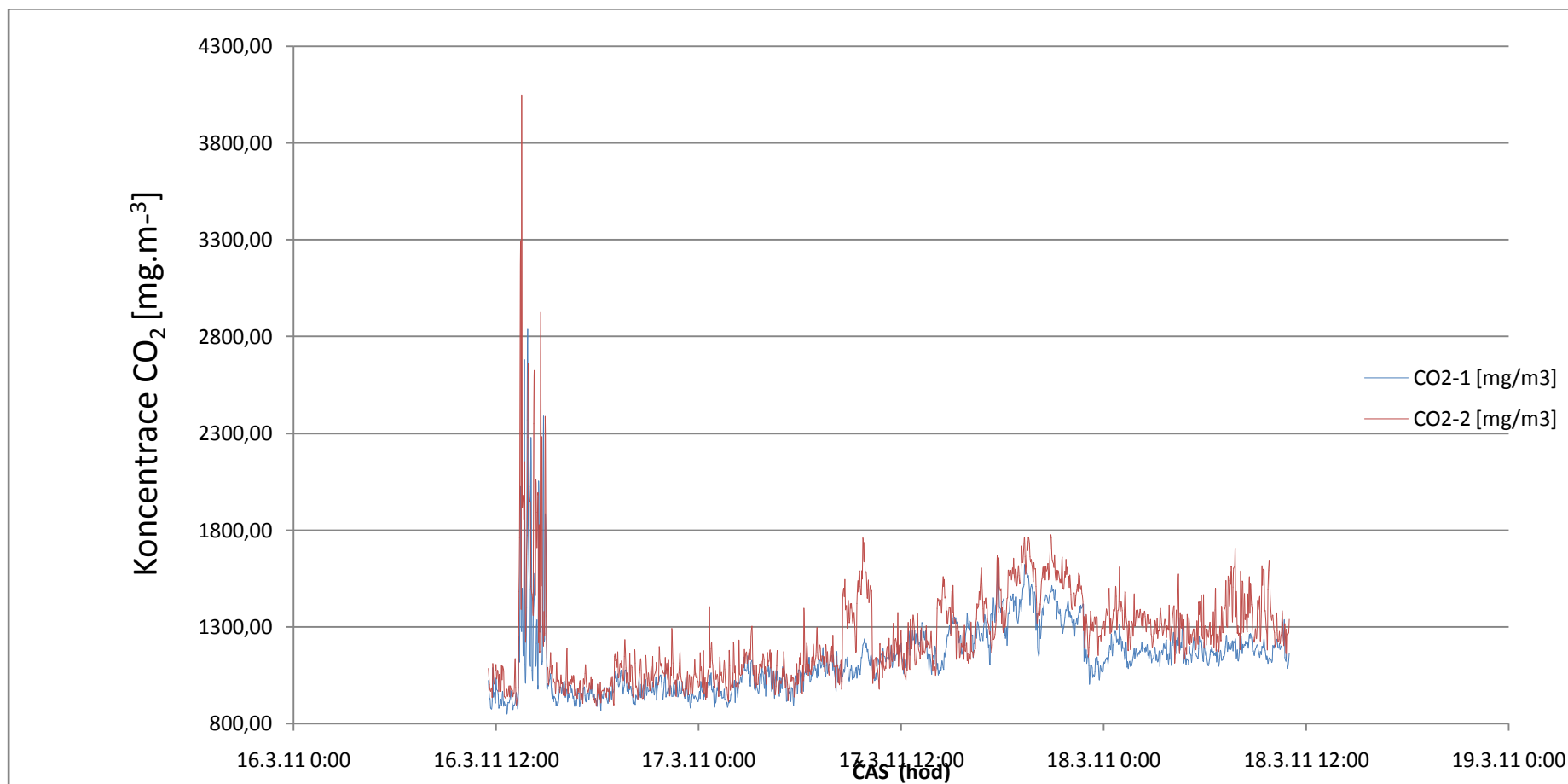
5.1.8 Výsledné grafy koncentrací

Ve stájevém prostředí bylo stanoveno celkem pět plynů. Tyto hodnoty koncentrací ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) jsou znázorněny v grafech č. 8 až č. 12. Sledované parametry byly koncentrace plynů a čas měření. Měřicí sondy jsou označeny č. 1 a č. 2 v legendě grafu.

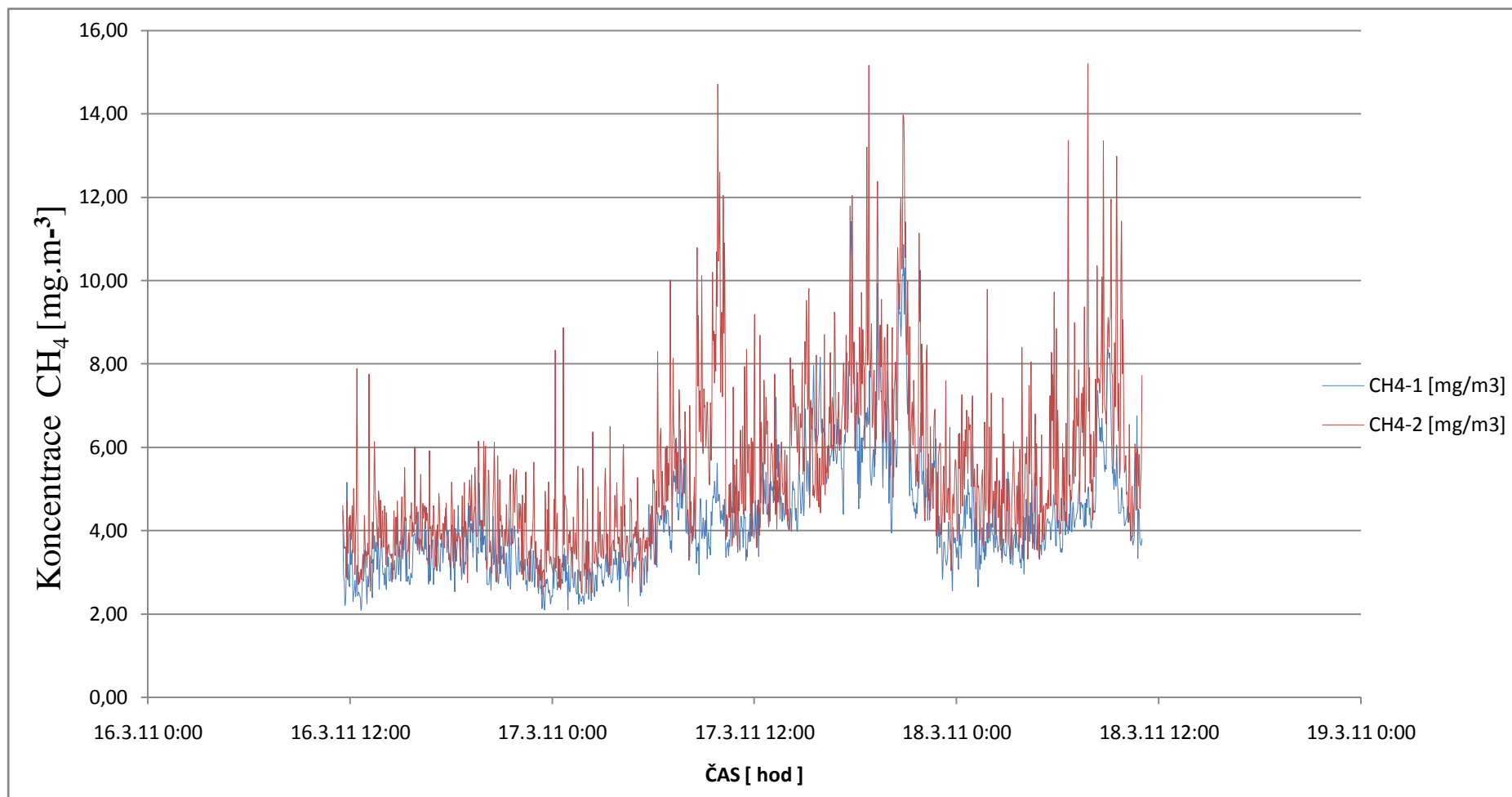
Zdůvodnění průběhu grafů:

1. Graf č. 8 Koncentrace CO_2 . Toto měření mělo odchylku od průměru od 12.00 do 16.00. Hodnoty se téměř ztrojnásobily. Za příčinu považuji zvýšenou aktivitu zvířat nebo bezvětrný stav.
2. Graf č. 9 Koncentrace CH_4 . Průběh grafu měl zvyšující tendenci, to můžeme též vysvětlit střední korelační závislostí (0,58). To znamená, že koncentrace v prvním dnu přímo ovlivnila koncentraci CH_4 v druhém dnu.
3. Graf č. 10 Koncentrace vodní páry. V tomto průběhu je patrné, že od 0.00 do 6.00 graf klesá. Důvodem je odpočinek zvířat.
4. Graf č. 11 Koncentrace N_2O . Po ustálení hodnot byl průběh bez větších odchylek.
5. Graf č. 12 Koncentrace NH_3 . Na tomto grafu je zajímavé, že v 0.00 druhého dne měření došlo k náhlému vzrůstu koncentrace. Důvodem by mohl být náhlý neklid zvířat, popřípadě bezvětrný stav.

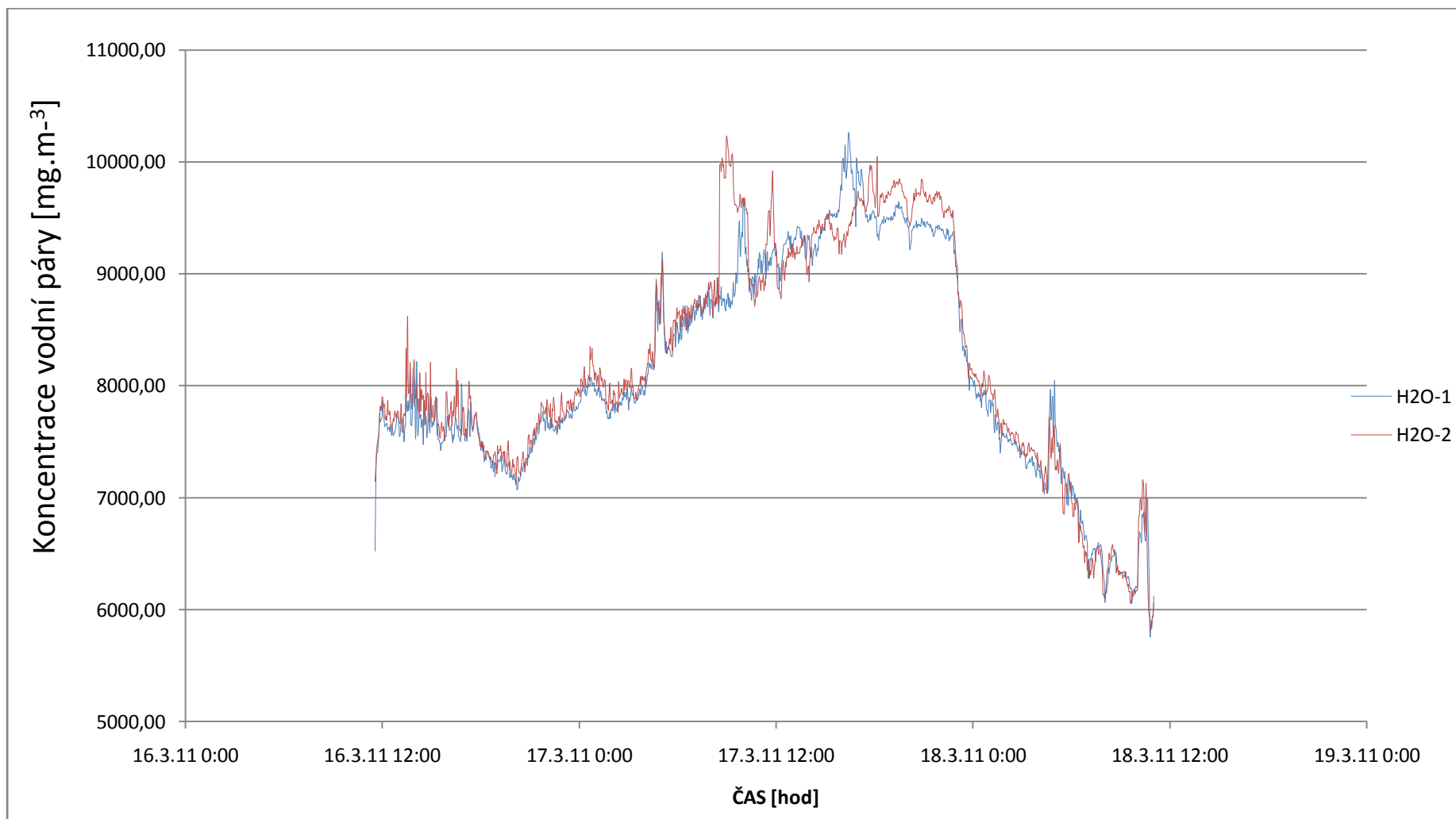
Graf č. 8 Koncentrace CO₂ v provozovně skotu v Krásné Hoře nad Vltavou



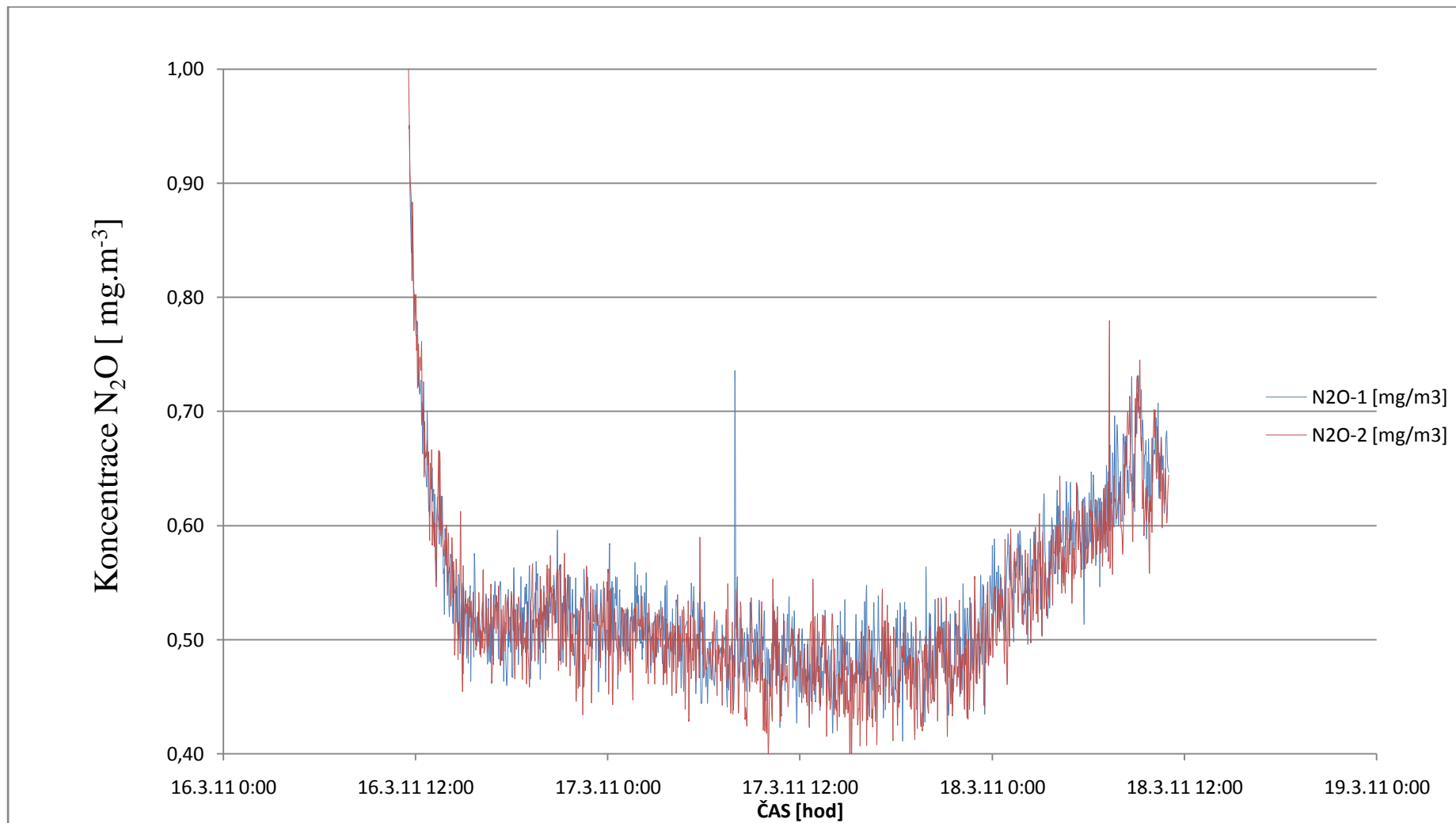
Graf č. 9 Koncentrace CH₄ v provozovně skotu v Krásné Hoře nad Vltavou



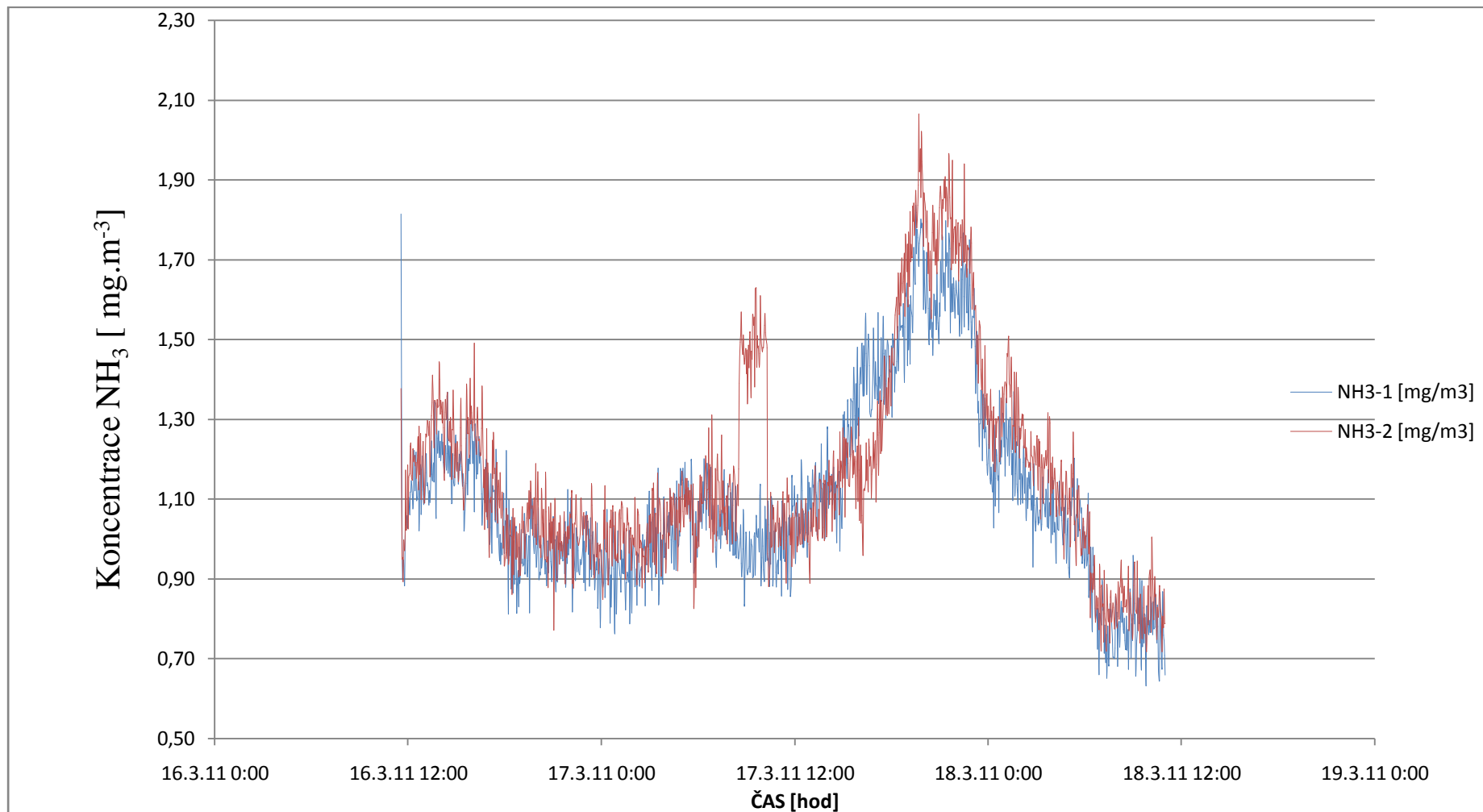
Graf č. 10 Koncentrace vodní páry v provozovně skotu v Krásné Hoře nad Vltavou



Graf č. 11 Koncentrace N₂O v provozovně skotu v Krásné Hoře nad Vltavou



Graf č. 12 Koncentrace NH₃ v provozovně skotu v Krásné Hoře nad Vltavou



5.1.9 Závěr měření

Z grafů koncentrací sledovaných emisních plynů můžeme vidět, že tyto koncentrace nejsou žádnou stálou hodnotou, ale že v průběhu dne nabývají různých hodnot. Pokud porovnááme 2 dny, vidíme též, že hodnoty se liší. Z výsledných grafů je patrné, že v čase od 22 hod. do ranních hodin byly koncentrace nejnižší. Důvodem by mohl být odpočinek zvířat. Tyto koncentrace jsou závislé zejména na použité technologii chovu, způsobu krmení, úrovni organizace a řízení chovu. Pro snížení emisí v praxi (zejména emisí amoniaku) by mohlo být doporučeno: častější odkliz mrvy, oplach podlahy vodou, využití nových konstrukčních technologií, zavádění biopřípravků.

6. Závěr

Hlavním cílem bakalářské práce bylo naměření a vyhodnocení emisí zátěžových plynů ve vybraném zemědělském provozu s chovem skotu. Vyhodnocení bylo provedeno statistickou metodou korelace a vytvořením grafů koncentrací jednotlivých zátěžových plynů. Velikost hodnot korelačních koeficientů (u daných plynů) je v rozmezí od 0,2 do 0,6. Z toho plyne, že tyto hodnoty daných koncentrací dosahují nízkého až středního stupně korelační závislosti. To znamená, že tyto koncentrace nejsou na sobě příliš závislé. Z praxe víme, že tyto koncentrace jsou závislé zejména na použité technologii chovu, způsobu krmení, úrovni organizace a řízení chovu. Sekundárně jsou závislé na obsahu bílkovin v krmivech, koncentraci vodíkových iontů ve statkových hnojivech (zejména tekutých), podávání krmných aditiv, teplotě ovzduší, rychlosti výměny vzduchu a podestýlce. Z toho vyplývá, že množství stájových plynů můžeme přímo ovlivňovat. Průměrné hodnoty koncentrací daných plynů byly následující: $\text{CO}_2 = 1\,188,73 \text{ mg.m}^{-3}$; vodní páry = $8\,181,29 \text{ mg.m}^{-3}$; $\text{N}_2\text{O} = 0,535 \text{ mg.m}^{-3}$; $\text{NH}_3 = 1,14 \text{ mg.m}^{-3}$; $\text{CH}_4 = 4,81 \text{ mg.m}^{-3}$. Celkové průměrné množství všech naměřených koncentrací je $9376,45 \text{ mg.m}^{-3}$.

Vyšší obsahy emisních plynů ve stáji primárně znehodnocují stájové mikroprostředí (zdraví zvířat). Sekundárně působí jako kontaminant životního prostředí člověka. Negativně působí na organismus a kvalitu života lidí. Z toho důvodu považují za důležité, a doporučující pro zemědělskou praxi, sledovat koncentrace stájových plynů v provoznách hospodářských zvířat (i v jejich okolí).

7. Přehled použité literatury

[1] CÍSAŘ, Václav. *Člověk a životní prostředí*. Vyd. 1. Praha: Státní Pedagogické nakladatelství Praha, 1987 264 s.

[2] ČERMÁKOVÁ, A., STŘELEČEK, F. *Statistika I.* 1. vyd. České Budějovice : Zemědělská fakulta JU, 1995. 167 s. ISBN 80-7040-126-5.

[3] HAVLÍČEK, Zdeněk, et al. *Nové trendy v ochraně životního prostředí v podmínkách chovu hospodářských zvířat*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007. 73 s. ISBN 978-80-7375-120-3.

[4] CHLOUPEK, Jan.; SUCHÝ, Pavel.: *Mikroklimatické měření ve stájích pro hospodářská zvířata*. Multimediální učební text, Brno 2008.96 s.

[5] 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

[6] KURSA, Jaroslav; JÍLEK, František; VÍTOVEC, Jiří; RAJMON, Radko, *Zoohygiena a prevence chorob hospodářských zvířat*, Praha 1. vydání, rok 1998

[7] NEMEŠOVÁ, Ivana; PRETEL, Jan. *Skleníkový efekt a životní prostředí: Podstata, rizika, možná řešení s mezinárodní souvislostí*. Praha: Ministerstvo životního prostředí ve spolupráci s Českým hydrometeorologickým ústavem a Ústavem fyziky atmosféry AV ČR, 1998. 76 s. ISBN 80-7212-046-8.

[8] POPL, Milan; FÄHNRICH Jan. *Analytická chemie životního prostředí*. Vyd.2. Praha: Avicentrum, 1995. 304 s.

[9] SYMON, Karel; Bencko Vladimír. *Znečištění ovzduší a zdraví*. Vyd.1. Praha: Avicenum,n.p. zdravotnické nakladatelství, 1988. 252 s.

[10] ŠVEC, František. *Člověk a prostředí*. Vyd.1. Praha: Avicentrum, 1982. 304 s.

[11] *Texty zákonů: Právo životního prostředí*. Praha: C. H. Beck, 2011.746 s. ISBN 978-80-7400-245-8.

[12] NEUŽIL, Martin. *Legislativa a životní prostředí*. [online]. [cit. 2012-02-11]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/AA54B8AF1F813BD7C1256FC00040D54E/\\$file/e-0401.htm](http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/AA54B8AF1F813BD7C1256FC00040D54E/$file/e-0401.htm)

[13] *Irz.cz* [online]. 2002 [cit. 2012-01-23]. Amoniak. Dostupné z WWW: <http://www.irz.cz/repository/latky/amoniak.pdf>. >

[14] VEGRICHT, J. , FABIÁNOVÁ, M., MILÁČEK, P., ŠIMON, J. [online]. 2009 [cit. 2012-01-30]. Amoniak ve stájích. Dostupné z WWW: <http://svt.pi.gin.cz/vuzt/publ/P2009/141.PDF>.

[15] GABRIELOVÁ, H. *PF.jcu.cz* [online]. 2007 [cit. 2012-01-26]. Skleníkové plyny. Dostupné z WWW:<http://http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/bi/vs_poster_klima.pdf>.

[16] *In-pocasi.cz* [online]. 2006 [cit. 2012-01-28]. Skleníkové plyny. Dostupné z WWW: <<http://www.in-pocasi.cz/clanky/teorie/sklenikovy-efekt/>>.

7.1 Použité obrázky

Obrázek č. 1 – Schéma přirozeného větrání ve stáji. Zdroj: [online]. [4. 3. 2012]. Dostupné z WWW: <<http://ksz.af.czu.cz>>

Obrázek č. 2 – Mapa zranitelných oblastí v České republice (2003 – 2007). Zdroj: HAVLÍČEK, Zdeněk, et al. 2007

Obrázek č. 3 – Princip skleníkového efektu: [online]. [26. 1. 2012]. Dostupné z WWW: <<http://www.in-pocasi.cz/clanky/teorie/sklenikovy-efekt/>>

Obrázek č. 4 – Stáj. Zdroj: Autor. 2011

Obrázek č. 5 – INNOVA 1412 při měření. Zdroj: JELÍNEK, Antonín. 2012

Obrázek č. 6 – Princip činnosti přístroje INNOVA 1412 [online]. [25. 2. 2012]. Dostupné z WWW: <http://www.scientek.com.tw/upload/1412_PD_A4_Web.pdf>

Obrázek č. 7 – Rozmístění měřících sond ve stáji. Zdroj: Autor. 2011

Obrázek č. 8 – Stáj. Zdroj: Autor. 2011

7.2 Použité grafy

Graf č. 1 – Podíl jednotlivých zdrojů na celkových emisích amoniaku ve světě. Zdroj: Battye et al., 1994

Graf č. 2 – Emise amoniaku do ovzduší dle jednotlivých krajů ČR Zdroj: Malířová, Bydžovský, 2006

Graf č. 3 – Emise CO₂ v České republice v letech 1990 až 2009 [online]. [28. 1. 2012]. Dostupné z WWW: <<http://portal.chmi.cz>>

Graf č. 4 – Emise metanu v České republice v letech 1990 až 2009 [online]. [28. 1. 2012]. Dostupné z WWW: <<http://portal.chmi.cz>>

Graf č. 5 – Emise oxidu dusného v České republice v letech 1990 až 2009 [online]. [28. 1. 2012]. Dostupné z WWW: <<http://portal.chmi.cz>>

Graf č. 6 – Emise fluorovaných plynů v České republice v letech 1990 až 2009 [online]. [28. 1. 2012]. Dostupné z WWW: <<http://portal.chmi.cz>>

Graf č. 7 – Regresivní analýza. Zdroj: Autor. 2012

Graf č. 8 – Koncentrace CO₂ v provozovně skotu v Krásné Hoře nad Vltavou. Zdroj: Autor. 2012

Graf č. 9 – Koncentrace CH₄ v provozovně skotu v Krásné Hoře nad Vltavou. Zdroj: Autor. 2012

Graf č. 10 – Koncentrace H₂O v provozovně skotu v Krásné Hoře nad Vltavou
Zdroj: Autor. 2012

Graf č. 11 – Koncentrace N₂O v provozovně skotu v Krásné Hoře nad Vltavou
Zdroj: Autor. 2012

Graf č. 12 – Koncentrace NH₃ v provozovně skotu v Krásné Hoře nad Vltavou
Zdroj: Autor. 2012

7.3 Použité tabulky

Tabulka č. 1 – Složení atmosféry Země [online]. [28. 1. 2012] Dostupné z WWW: <
<http://ictphysics.upol.cz>>

Tabulka č. 2 – Emise do ovzduší v průmyslově organizovaných velkochovech
zvířat. Zdroj: HAVLÍČEK, Zdeněk, et.al.; 2007

Tabulka č. 3 – Průměrné složení atmosf., vydechovaného a stájového vzduchu v %.
Zdroj: KURSA, Jaroslav. 1998

Tabulka č. 4 – Emise do půdy a spodní vody z intenzivního chovu hospodářských
zvířat. Zdroj: HAVLÍČEK, Zdeněk, et.al. ;2007

Tabulka č. 5 – Kategorizace jednotlivých druhů hospodářských zvířat podle
projektované kapacity chovu se zohledněním celkové roční produkce amoniaku z
chovu (v kusech). Zdroj: HAVLÍČEK, Zdeněk, et. al.; 2007

Tabulka č. 6 – Projekce emisí amoniaku. Zdroj: JELÍNEK, Antonín. 2006

Tabulka č. 7 – Základní údaje o amoniaku[online]. [30. 2. 2012] Dostupné z WWW:
< <http://irz.cz> >

Tabulka č. 8 – Klasifikace stupně závislosti podle korelačního koeficientu
Zdroj: Čermáková, A., Střeleček, F., 1995

Tabulka č. 9 – Hodnoty potřebné ke statistickým výpočtům. Zdroj: Autor. 2012

Tabulka č. 10 – Průměrné koncentrace plynů. Zdroj Autor. 2012

Tabulka č. 11 – Přehled výsledku analýz emisních plynů. Zdroj Autor 2012