

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 - Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agroekologie

Katedra: Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Možnosti snižování emisí amoniaku z chovu skotu bez
tržní produkce mléka.

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Antonín Jelínek, CSc.

Autor: Bc. Radomír Sedláček

České Budějovice, duben 2013

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

Jméno a příjmení: **Bc. Radomír SEDLÁČEK**
Osobní číslo: **Z11614**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Agroekologie**
Název tématu: **Možnosti snižování emisí amoniaku z chovu skotu bez tržní produkce mléka.**
Zadávací katedra: **Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky**

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

Z chovu skotu, jako jednoho z největších znečišťovatelů zátěžovými plyny, není v důsledku poměrně složitého měření koncentrací plynů problematika uplatnění snižujících technologií plně vyřešena. Proto je nutné se touto problematikou zvláště u chovu skotu bez tržní produkce zabývat.


- Proveďte podrobnou literární rešerši možností snižování emisí zátěžových plynů pro pastevní chovy skotu.
- Popište způsoby měření amoniaku ve stájích a na venkovních plochách.
- Proveďte měření a vyhodnocení emisí amoniaku na pastvinách alespoň ve dvou ročních obdobích.
- Vyhodnoňte dosažené výsledky a navrhněte vhodná opatření ke snížení produkce amoniaku.

Rozsah grafických prací: **obrázky, fotografie dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **40 - 50 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury:

Šoch, M.: **Vliv prostředí na vybrané ukazatele pohody skotu.**
ISBN:80-7040-742-5;
Jelínek, A., Plíva, P., Češpiva, M.: **Snižování emisí amoniaku z chovů
hospodářských zvířat. Sborník z konference: Aktuální otázky bioklimatologie
zvířat. 1998, VFU Brno;**
Internetové odkazy.

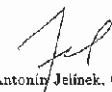
Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Antonín Jelínek, CSc.**
Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Datum zadání diplomové práce: **14. ledna 2012**
Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2013**


Ing. Karel Suchý, Ph.D.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentůvák 18
370 05 České Budějovice

L.S.


doc. Ing. Antonín Jelínek, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 5. prosince 2012

Prohlášení autora

Prohlašuji, že svoji diplomovou 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 diplomové práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 24.4.2013

.....

Podpis studenta

Poděkování:

Děkuji doc. Ing. Antonínu Jelínkovi, CSc. za odborné vedení, cenné rady a pomoc při zpracování diplomové práce. Děkuji Ing. Antonínu Dolanovi za odborné vedení, cenné rady během měření a pomoc při zpracování diplomové práce. Děkuji Výzkumnému ústavu zemědělské techniky v.v.i. v Praze v Ruzyni a Bat centru Jihočeské univerzity za odbornou asistenci a možnost vypůjčení měřicí techniky. Děkuji rovněž soukromému zemědělskému podnikateli Radomíru Sedláčkovi za vstřícnost, spolupráci a poskytování informací o zemědělské farmě a výrobě. Poděkování patří rovněž Ing. Petře Zabloudilové, Bc. Lucii Breuerové a Vladimíru Sedláčkovi za spolupráci při měření a získávání údajů.

Abstrakt

Sedláček R., Bc., 2013: Možnosti snižování emisí amoniaku z chovu skotu bez tržní produkce mléka. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, Katedra zemědělské, manipulační a dopravní techniky.

Anotace

Chov skotu, je jeden z největších znečišťovatelů zátěžovými plyny. V důsledku poměrně složitého měření koncentrací plynů není problematika uplatnění snižujících technologií plně vyřešena. Proto se tato práce zabývá měřením koncentrace amoniaku, mikroklimatických podmínek a produkcí emisí amoniaku z skotu bez tržní produkce mléka na pastvě i během zimního ustájení. Pro měření vybraných veličin byla vybrána farma Radomíra Sedláčka. V této práci byla ověřena funkčnost navržené metody pro praktické provádění měření emisí amoniaku v dalších pastevních areálech.

Celkový průměr koncentrace amoniaku z měření na pastvě je $0,5123 \text{ mg.m}^{-3}$.

Celkový průměr měrné výrobní emise naměřené na pastvě je $25,458 \text{ kg.ks}^{-1}.\text{rok}^{-1}$.

Celkový průměr koncentrace ve stáji ze všech šesti sond byl $0,7035403 \text{ NH}_3 \text{ mg.m}^{-3}$.

Celková průměrná výrobní emise ve stáji ze všech šesti sond je $113,2744816 \text{ kg.stáj}^{-1}.\text{rok}^{-1}$. Měrná výrobní emise pro jeden kus skotu během ustájení je $1,742684332 \text{ kg.ks}^{-1}.\text{rok}^{-1}$.

Navržené opatření k eliminaci emisí amoniaku na pastvě je použití přípravku Amalgerol classic do napájecího zařízení. Ve stáji je navržené opatření k eliminaci emisí amoniaku použití přípravku Amalgerol classic do napájecího systému a fermentační přípravek PRP FIX, kde v jejich kombinaci může být dosaženo až 70 % snížení produkce emisí amoniaku.

Klíčová slova: amoniak, skot bez tržní produkce mléka, životní prostředí

Abstract

Sedlacek R., Bc, 2013: Possibilities of reducing ammonia emissions from cattle suckler. University of South Bohemia in the Czech Budejovice, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural, handling and transportation equipment.

Annotation

Cattle breeding causes one of the biggest gas pollutions. As measuring of gas concentration still remains very difficult, it's not easy to set up improving technologies. This thesis is therefore aimed on measuring of ammonia, microclimate and ammonia emissions of cattle excluding market cattle sucklers while both pasture and winter stabling. As a suitable place for measuring, a farm of Radomir Sedlacek was chosen. To verify proposed method in practice, measuring took place also in other pasturing areas.

Total average of ammonia concentration in pasture measuring was $0,5123 \text{ mg.m}^{-3}$. Total average of specific producing emissions from the pasture was $25,45825,458 \text{ kg.ks}^{-1}.\text{rok}^{-1}$. Total average concentration in the stable of all six probes was $0,7035403 \text{ NH}_3 \text{ mg.m}^{-3}$. Total average of producing emission in the stable of all six probes was $113,2744816 \text{ kg.stáj}^{-1}.\text{rok}^{-1}$. Specific producing emission for one animal while stabling was $1,742684332 \text{ kg.ks}^{-1}.\text{rok}^{-1}$.

Suggested action to decrease ammonia emissions on the pasture is use of Amalgerol classic. In the stables this preparation is suggested to go together with PRP FIX fermentation. When combined, up to 70% decrease of ammonia emissions can be achieved.

Key words: ammonia, cattle suckler, environment

Obsah

1. Úvod.....	7
2. Literární rešerše	8
2.1 Chov masného skotu v ČR.....	11
2.1.1 Plemeno charolais	12
2.2 Životní prostředí.....	13
2.2.1 Proces znečišťování ovzduší.....	13
2.2.1.1 Emise.....	14
2.2.1.2 Imise.....	14
2.2.2 Změny globálního klimatu	14
2.2.3 Göteborgský protokol	14
2.2.4 Kjótský protokol	15
2.3 Zemědělství ovlivňující atmosféru a klima.....	16
2.4 Emise amoniaku (NH ₃) ze zemědělské činnosti	17
2.5 Současný stav emisí skleníkových plynů v ČR.....	17
2.6 Atmosférická depozice.....	18
2.6.1 Historický pohled na atmosférickou depozici.....	19
2.6.3 Účinky atmosférické depozice	22
2.7 Legislativní podmínky snižování emisí amoniaku ve velkochovech hospodářských zvířat.....	23
2.7.1 Protokol ACETO.....	24
2.7.2 Národní a krajské emisní stropy.....	25
2.7.3 Úloha integrované prevence (IPPC) v ochraně ovzduší	26
2.8 Dusík	27
2.9 Amoniak	27
2.9.1 Základní charakteristika	28
2.9.2 Použití	29
2.9.3 Zdroje emisí	29
2.9.4 Dopady na životní prostředí.....	30
2.9.5 Dopady na zdraví člověka, rizika.....	31
2.9.6 Celkové zhodnocení nebezpečnosti z hlediska životního prostředí... 31	
2.9.7 Způsoby zjišťování a měření amoniaku	32
2.10 Zemědělské zdroje emisí amoniaku	32
2.11 Emise amoniaku ve stájích.....	33
2.12 BAT technologie	35
2.12.1 O nejlepších dostupných technikách (BAT)	35
2.13 Prevence a snižování emisí amoniaku.....	36
2.13.1 Přípravky, koncipované na principu adsorpce	37
2.13.2 Přípravky využívající specifické schopnosti chemicky vázat určitou emitovanou plynnou (kapalnou) sloučeninu	37
2.13.3 Přípravky využívající enzymatických aktivit.....	38
2.13.4 Přípravky fungující překrytím pachů	38
2.13.5 Biologické přípravky.....	39
2.13.6 PRP FIX	40
2.13.7 Amalgerol.....	41
2.14 Charakteristika farmy	42
3. Cíl práce	45
4. Materiál a metody	46

4.1	Metodika měření na pastvě	46
4.1.1	INNOVA 1312 Photoacoustic Multi-gas Monitor.....	48
4.1.2	LOGGER S3120	51
4.1.3	Data logger BAUER DL - NH ₃	52
4.1.4	TESTO 435	53
4.2	Metodika měření ve stáji	54
5.	Výsledky a diskuse	56
5.1	Měření č. 1 na pastvině	61
5.2	Měření č. 2 na pastvině	63
5.3	Měření č. 3 na pastvině	65
5.4	Měření č. 4 na pastvině	68
5.5	Porovnávací měření na pastvině.....	70
5.6	Výsledky měření ve stáji.....	72
6.	Diskuse a závěr	78
7.	Literární zdroje	81
8.	Seznam použitých zkratk.....	86
9.	Přílohy	87

1. Úvod

Celý svět si klade jako jedno z hlavních témat znečišťování ovzduší nežádoucími emisemi z dopravy, průmyslu a zemědělství. Doprava a průmysl jsou dle Kjótského protokolu ve světě a především v evropském společenství regulovány pomocí zákonů a vyhlášek. Na emise škodlivých plynů platí emisní limity. Tyto limity platí pro různé druhy znečištění, např. pro velké nebo střední spalovací zdroje. Odhaduje se, že ve světovém měřítku se ročně vyprodukuje 22 – 35 milionů tun amoniaku. Z tohoto množství připadá 90 % na zemědělství, 8 % na přírodní zdroje a 2 % na průmysl a spalování fosilních paliv (Havlíček, 2007). Produkci amoniaku dochází k acidifikaci životního prostředí vytváření skleníkového efektu, eutrofizaci vod a okyselování půd. V České republice se pohybuje roční hodnota emise amoniaku mezi 40 – 60 tisíci tun. Měření emisí amoniaku je z hlediska extenzivního chovu skotu na pastvě poměrně složité a ve světě je tak nedostatek informací k této problematice (z důvodu obtížného měření průtoku vzdušiny v otevřených stájích nebo pastvinách). Evropská komise pro životní prostředí se touto problematikou v současnosti intenzivně zabývá. Proto je důležité provést konkrétní měření koncentrací a emisí amoniaku především u skotu bez tržní produkce mléka, aby tyto hodnoty mohli být porovnány v rámci celého evropského společenství a Evropská komise tak může, dle naměřených dat, vydat případná doporučení nebo předpisy týkající emisí amoniaku vyprodukované skotem. Referenční dokumenty Evropské komise o nejlepších dostupných technikách (BAT), jsou soustředěny v právně nezávazném dokumentu BREF (Reference Document on Best Available Techniques) (IPPC, 2001).

Se zvyšujícími se nároky na welfare chovaných hospodářských zvířat a při současném dotačním systému vyplácení dotací na jednotku plochy trvalých travních porostů a pastvin stále více zemědělců přechází z intenzivního výkrmu skotu ve stáji k extenzivnímu chovu skotu na pastvě. V těchto případech je obtížnější stanovit množství produkovaných skleníkových plynů, a proto je třeba najít nové metody měření a kontroly pro měření těchto plynů.

2. Literární rešerše

Problematika snižování emisí amoniaku z chovů hospodářských zvířat se v poslední době stala předmětem zájmu řady vědeckých institucí, zvláště pak v zemích EU a USA. V ČR tuto problematiku řeší převážně VÚZT Praha spolu s VÚŽV Uhřetěves, Jihočeskou universitou a ČZU Praha v rámci projektu NAZV „Výzkum technologií chovu prasat a drůbeže snižujících emise amoniaku negativně ovlivňujících životní prostředí“. Řešení tohoto projektu přímo navazuje na požadavky směrnice Rady 96/61/EC (IPPC, 2001).

Směrnice Rady 96/61/EC z 24.9.1996 o integrované prevenci a omezování znečištění (IPPC) z anglického „Integrated Pollution Prevention and Control“, 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, tj. neposuzovat odděleně dopad činnosti na jednotlivé složky životního prostředí, ale najít optimální řešení možných vlivů činnosti na kvalitu životního prostředí a lidské zdraví. 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.

Pod integrovanou prevencí a omezováním znečištění se skrývají mimo jiné, zcela nová pravidla pro povolování výrobních činností velkých průmyslových a zemědělských provozů, jako např. zpracování masa, mléka a vybrané zemědělské aktivity. Směrnice se zaměřuje hlavně na velké provozy; s výjimkou chemického průmyslu, nejsou do směrnice zatím zahrnuty malé a střední podniky (Jelínek et. al., 2002).

V zájmu evropské zemědělské politiky je zachování zemědělského využívání půdy a evropské zemědělské krajiny, přičemž v oblastech méně příznivých pro zemědělství by měl nastat posun k extenzivnějším metodám hospodaření.

Vysokou míru zatravnění, danou přechodem na extenzivní formy zemědělství, vykazují horské a podhorské oblasti při hranicích ČR a v oblastech, kde se stále ještě projevuje fenomén Sudet, tj. podstatné snížení počtu obyvatel po

2. světové válce. Ve vnitrozemí je zatravnění v LFA nižší, v oblastech mimo LFA velmi nízké.

Stavy skotu evidovaného v registru zvířat Mze se od roku 2005 do roku 2011 zvýšily na katastrálních územích v horské LFA o 4 % a v oblastech se specifickými omezeními o 6 %. V „Ostatních“ LFA mírně poklesly (-3 %). Trvale klesaly stavy skotu v oblastech mimo LFA (Štolbová, 2012).

Skutečnost, že neklesají stavy skotu v horských a podhorských oblastech, je zjevným výsledkem přijetí opatření k podpoře jeho chovu a to jak podmíněností poskytnutí plateb LFA určitou hustotou přežvýkavců, tak podporou v rámci národních doplňkových plateb. Ty byly poskytovány pevnou sazbou na dobytčí jednotku přežvýkavců a krav bez tržní produkce mléka (KBTPM).

Snižování stavů krav se děje na úkor dojných plemen a souběžně s touto tendencí postupně rostou stavy krav bez tržní produkce mléka (KBTPM). V okresech s převahou „Ostatních“ LFA a oblastí se specifickými omezeními se oproti roku 2000 počet KBTPM téměř zdvojnásobil (Štolbová, 2012).

Tabulka č. 1 Vývoj stavů hospodářských zvířat v letech 2008 až 2012 – ČR.

Ukazatel	2008	2009	2010	2011	2012
	[ks]	[ks]	[ks]	[ks]	[ks]
Skot celkem	1 401 607	1 363 213	1 349 286	1 343 686	1 353 685
z toho krávy	568 695	559 803	551 245	551 536	551 225

(Zdroj: ČSÚ, 2012)

Tabulka č. 2 Počet skotu k 1.dubnu 2011 a 1.dubnu 2012 podle krajů.

Území, kraj <i>Territory, region</i>	2011	2012	Rozdíl +,-	Index
	[ks]	[ks]	[ks]	[%]
Česká republika	1 343 686	1 353 685	9 999	100,7
Hl. m. Praha + Středočeský	146 094	147 209	1 115	100,8
Jihočeský	209 759	212 018	2 259	101,1
Plzeňský	159 054	161 734	2 680	101,7
Karlovarský	40 075	40 444	369	100,9
Ústecký	37 188	36 628	-560	98,5
Liberecký	46 726	45 606	-1 120	97,6
Královéhradecký	100 037	100 743	706	100,7
Pardubický	111 473	111 722	249	100,2
Vysočina	210 949	211 348	399	100,2
Jihomoravský	58 782	60 167	1 385	102,4
Olomoucký	89 579	90 548	969	101,1
Zlínský	59 153	59 135	-18	100,0
Moravskoslezský	74 817	76 383	1 566	102,1

(Zdroj: ČSÚ, 2012)

Tabulka č. 3 Počet krav k 1.dubnu 2011 a 1.dubnu 2012 podle krajů.

Území, kraj <i>Territory, region</i>	2011	2012	Rozdíl +,-	Index
	[ks]	[ks]	[ks]	[%]
Česká republika	551 536	551 225	-311	99,9
Hl. m. Praha + Středočeský	56 963	56 977	14	100,0
Jihočeský	84 524	84 389	-135	99,8
Plzeňský	65 874	65 485	-389	99,4
Karlovarský	18 403	18 215	-188	99,0
Ústecký	15 161	14 756	-405	97,3
Liberecký	20 456	20 084	-372	98,2
Královéhradecký	40 470	41 005	535	101,3
Pardubický	44 278	44 419	141	100,3
Vysočina	83 197	83 404	207	100,2
Jihomoravský	23 894	24 028	134	100,6
Olomoucký	38 088	38 087	-1	100,0
Zlínský	26 191	26 154	-37	99,9
Moravskoslezský	34 037	34 222	185	100,5

(Zdroj: ČSÚ, 2012)

2.1 Chov masného skotu v ČR

Chov skotu patří v České republice k základním pilířům živočišné výroby a v podhůří a na horách zabezpečuje převážnou část příjmů jednotlivých zemědělských podniků (Teslík, 2000).

Chov krav bez tržní produkce mléka je systém produkce jatečného skotu při hospodárném využití trvalých travních porostů, levných ustajovacích prostorů a při nízkých pracovních nákladech. Tržními produkty chovu jsou odstavená telata k dalšímu výkrmu popř. jatečná mladá zvířata v nižší nebo vyšší hmotnosti a vyřazené krávy ze stáda. Předností chovu krav bez tržní produkce mléka je

především malá pracovní náročnost, která činí 20 - 30 % pracovní potřeby ve srovnání s chovem krav k produkci mléka (Golda, Říha, 1995).

Organizovat letní krmení bez celodenního pobytu zvířat na drnu nemá opodstatnění. Za pastevní období lze v našich oblastech považovat měsíce květen až listopad ukončení je dáno příchodem sněhové pokrývky nebo totálním nedostatkem pastevního porostu (Dufka, 1995).

Při pasení požívá skot nejčastěji horní nejvíce olistěné části porostu. Zvíře si obtočí trs rostlin jazykem, přitlačí ho dolními řezáky k horní dásni a odtrhne. Skot je schopen utrhnout až 70 trsů rostlin za minutu. Odtrhává rostliny ve vzdálenosti 1 cm od kořene.

Přežvykování a následující trávení v předžaludcích umožňují skotu energeticky využívat i vlákninu z rostlinné biomasy poskytující vhodné prostředí pro symbiotické organismy v předžaludcích, které požitou potravu přetráví. Po nažrání bývá potrava regurgitována, přežvýkána a znovu polknuta. Přežvykování trvá asi 75 % času pasení, což v průběhu dne představuje asi 6 – 7 hodin (Šarapatka, Urban, 2006).

2.1.1 Plemeno charolais

Plemeno vzniklo počátkem 19. století na bázi původního žlutého skotu chovaného ve střední Francii. V současné době je jedním z nejrozšířenějších francouzských masných plemen. Jedná se o skot velkého tělesného rámce. Býci dosahují v dospělosti hmotnosti 1200 až 1500 kg při kohoutkové výšce 150 až 155 cm. Dospělé krávy dosahují hmotnosti 750 až 900 kg a výšky v kohoutku 140 až 145 cm (Teslík, 2000).

Krávy patří k nejmléčnějším z masných plemen, což zajišťuje, vysoké průměrné denní přírůstky v chovu telat 1300 až 1700 g, v intenzivních chovech až 2000 g.

Vzhledem k vysoké růstové schopnosti má toto plemeno i vyšší nároky na výživu a krmení. K přednostem patří, že zvířata jsou schopna přijímat velká množství objemných krmiv a dobře se pasou (Juršík, Trávníček, Drgáč, 2001).

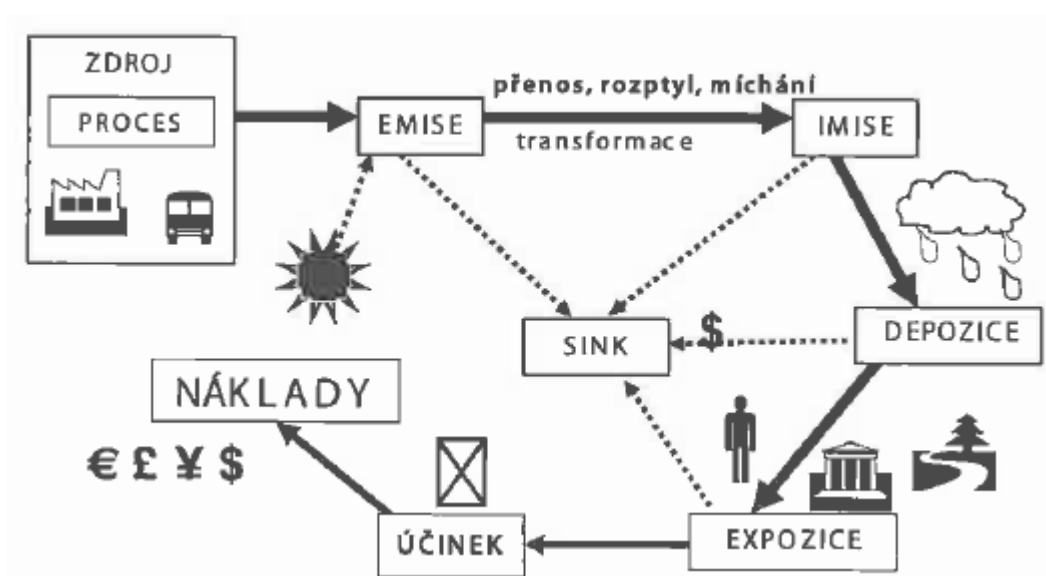
Charolaiský skot je chován v čistokrevných chovech, často se využívá i v užitkovém křížení k produkci zástavového skotu a jatečných telat s mléčnými nebo masnými plemeny. Příznivý vliv křížení se odráží ve výhodnější ceně při zpeněžování zvířat (Šarapatka, Urban, 2006).

2.2 Životní prostředí

2.2.1 Proces znečišťování ovzduší

Lidské aktivity nejrůznějšího typu ovlivňují kvalitativní i kvantitativní charakteristiky všech složek prostředí. Na snížení kvality ovzduší se mohou podílet nejen cizorodé látky unikající do ovzduší jako antropogenní artefakty (např. nově syntetizované sloučeniny), ale také v prostředí obvyklé látky v množstvích a koncentracích, které nejsou považovány za přirozené, nebo jejich přirozený výskyt ve větších množstvích nebo vyšších koncentracích je vázán na ojedinělé případy nebo specifické lokality (sopečné erupce, epizody výronu plynů či aerosolu, prашné bouře apod.) (Braniš, Hůnová, 2011).

Obrázek č. 1 Obecné schéma znečišťování ovzduší.



(Zdroj: Braniš, Hůnová, 2011)

2.2.1.1 Emise

Primárním zájmem studia kvality ovzduší je proces vypouštění škodliviny ze zdroje – emise. Znečišťující příměsi jsou do ovzduší vypouštěny (emitovány) emisními zdroji nejrůznějších typů.

2.2.1.2 Imise

Znečišťující příměsi obsažené v atmosféře, které přecházejí na příjemce nebo jsou s ním v kontaktu (příjemcem může být organismus, stavební materiál, půda...) označujeme jako imise. Imisí se stává emise (viz. výše) po přenosu, rozptýlení a po fyzikálně-chemických reakcích, do nichž v atmosféře vstupuje.

2.2.2 Změny globálního klimatu

Prakticky téměř neexistují současné publikace, které by solidními rozbory vyvracely antropogenní působení na klima naší planety. Přetrvávající nejistoty se týkají především toho, do jaké míry jsou současné změny globálního klimatu vyvolány výhradně činnostmi člověka nebo do jaké míry se zde uplatňují přírodní vývojové procesy, které by klima měnily i bez přítomnosti lidí na Zemi (Nátr, 2003).

2.2.3 Göteborgský protokol

Rostoucí problémy s emisemi amoniaku, zejména pak jejich přeshraniční transport z jedné země do druhé vedly k přijetí celé řady mezinárodních dohod, úmluv a směrnic. Jednou z nich je Protokol o omezování acidifikace, eutrofizace a přízemního ozonu (Göteborgský protokol) k Úmluvě EHK OSN o dálkovém znečišťování ovzduší překračujícím hranice států. Ke konci roku 2006 byl tento protokol podepsán 31 zeměmi a ratifikován v 21 zemích, mezi něž patří i Česká republika. Protokol stanovuje emisní stropy, pro rok 2010 u čtyř polutantů, mezi něž patří i amoniak (Šoch, Jelínek, 2009).

2.2.4 Kjótský protokol

Právní normy v oblasti životního prostředí lze rozdělit na dvě velké skupiny: normy průřezové a normy specifické, týkající se jednotlivých složek prostředí. Mezi průřezové normy patří například úpravy procedur týkající se informací, posuzování vlivů na životní prostředí nebo ustavení různých institucí, jako je inspekce životního prostředí. Specifické normy se týkají buď jednotlivých složek, jako jsou voda, ovzduší, odpady, ochrana přírody nebo integrovaných přístupů, které „složkový“ přístup překonávají. Příkladem je zákon o integrované prevenci a omezování znečištění (IPPC – *integrated pollution and prevention control*).

UNFCCC – *United Nations Framework Convention on Climate Change* – Rámcová úmluva Spojených národů o změně klimatu. Uzavřena v Riu de Janeiro v roce 1992. Zavazuje státy ke spolupráci při omezování emisí skleníkových plynů způsobujících změnu klimatu. Kjótský protokol, který byl uzavřen v roce 1997, ukládá vyspělým zemím snížit emise podle jejich specifických závazků pro období 2008-2012, celkem o 5,2 % ve srovnání s rokem 1990 (Moldan, 2009).

Kjótský protokol je často kritizován především ze dvou důvodů. Nepřipojily se k němu Spojené státy a nevyžaduje žádná zmírňující opatření od rozvojových zemí včetně Číny, Indie, Brazílie. Dále se namítá, že předpokládané redukce emisí skleníkových plynů, i kdyby se jich dosáhlo, jsou příliš malé, aby měly zásadnější vliv na zmírnění změny klimatu.

Tyto nedostatky by měl nahradit tzv. postkjótský režim, který by měl platit po r. 2012, jehož cílem by mělo být zabránit globálnímu průměrnému zvýšení teploty o více než 2 °C.

Zásadní význam bude mít tzv. postkjótský režim, který bude sjednán od r. 2012, kdy skončí platnost Kjótského protokolu k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu. Kjótský protokol přijatý v r. 1997 nebyl zamýšlen jako definitivní řešení ochrany klimatu, nýbrž jako potřebný první krok. Ukázal se však ještě méně účinný, než se předpokládalo při jeho podpisu (Moldan, 2009).

2.3 Zemědělství ovlivňující atmosféru a klima

Emise amoniaku produkované zemědělstvím představují 90 % jeho emisí z celkového množství emitovaného do ovzduší. Proto se tímto problémem zabývá v rámci Ekonomické komise pro Evropu, zřízené OSN zvláštní pracovní skupina připravující doporučení pro jednotlivé státy Evropy, jak emise amoniaku snížit. Amoniak má nepříznivý vliv na zdraví zvířat i lidí. Zároveň také nepříznivě působí na konstrukce stájí i na krajinu v okolí farmy. Česká republika je signatářem “Úmluvy o dálkovém znečišťování ovzduší přesahující hranice států” a musí přijímat opatření ke snižování emisí amoniaku a spolupracovat s pracovní skupinou Ekonomické komise pro Evropu. V souladu s doporučením pracovní skupiny jsou i v ČR rozděleny “snižující technologie” do tří kategorií

- technologie 1. kategorie – dobře se zkoumají, považují se za praktické a jsou od nich dostupná data o snížení emisí, alespoň na experimentální úrovni.
- technologie 2. kategorie – jsou známy pouze z vyslovených hypotéz, nejsou dostatečně experimentálně ověřeny a nedá se kvantifikovat účinnost snížení.
- technologie 3. kategorie – jsou po ověření neefektivní.

Z hlediska živočišné výroby je možné technologie rozdělit na:

- aplikační technologie pro kejdu a hnůj
- skladovací technologie kejdy a hnoje
- ustájení hospodářských zvířat
- technologie krmení

I při tomto poměrně jednoduchém roztrídění je zřejmé, že navržení a ověření snižujících technologií je velmi náročné a výzkumu této problematiky je nutné věnovat velkou pozornost.

V ČR se výzkum možností snižování emisí amoniaku začal provádět teprve nedávno. Nedostatek financí neumožnil opatření standardních měřících přístrojů a bylo nutné navrhnout a ověřit vlastní metodu měření koncentrace amoniaku. Ta byla ve vzájemných experimentech ověřena a porovnána s autorizovanou metodou, používanou EU a veškeré následné experimenty jsou s ní prováděny. Současná platná norma ČSN pro měření koncentrace amoniaku je v zemědělství neuplatnitelná, protože neumožňuje provádět kontinuální měření.

Pomocí měření byla v r. 1995-1997 provedena oprava teoreticky odvozených emisních faktorů amoniaku pro hospodářská zvířata a od r. 1998 jsou tyto hodnoty závazně používány. V oblasti ověření technologií snižujících emise amoniaku z chovu hospodářských zvířat byly provedeny pouze některé základní práce. Technologie používané ve stájovém prostředí (Jelínek, Plíva, Češpiva, 1998).

2.4 Emise amoniaku (NH₃) ze zemědělské činnosti

Emise amoniaku znamenají významný příspěvek k evropskému problému acidifikace (okyselení složek životního prostředí). Proto by se strategie omezení acidifikace neměly uvažovat pouze s mírou snížení emisí oxidu siřičitého (SO₂) a oxidů dusíku (NO_x), ale měly by též zahrnout možnosti a cenu snižování emisí amoniaku.

Emise amoniaku jsou z 90 – 95 % produkovány zemědělskou činností, zvláště skladováním zbytkové biomasy (chlévkový hnůj, kejda, drůbeží trus a hluboká podestýlka) a její aplikací do půdy (Jelínek, Šístková, Mašátová, 2011).

Současná situace vyplývá z legislativních požadavků a ze skutečnosti, že Česká republika přistoupila k „Protokolu k úmluvě o dálkovém znečišťování ovzduší přesahující hranice států“ z roku 1979. K tomu byl přijat dodatek – „Protokol k omezování acidifikace, eutrofizace a tvorby přízemního ozónu (ACETO)“: Smluvní stranou se dne 1. 12. 1999 ve švédském Göteborgu stala i Česká republika. V dodatku přílohy IX – „Opatření pro omezení emisí amoniaku ze zemědělských zdrojů“ se státy zavázaly, že budou snižovat ztráty z celého dusíkového cyklu a dodržovat zásady zahrnuté do tzv. „Poradenského kodexu správné zemědělské praxe“ (Havlíček, 2008).

2.5 Současný stav emisí skleníkových plynů v ČR

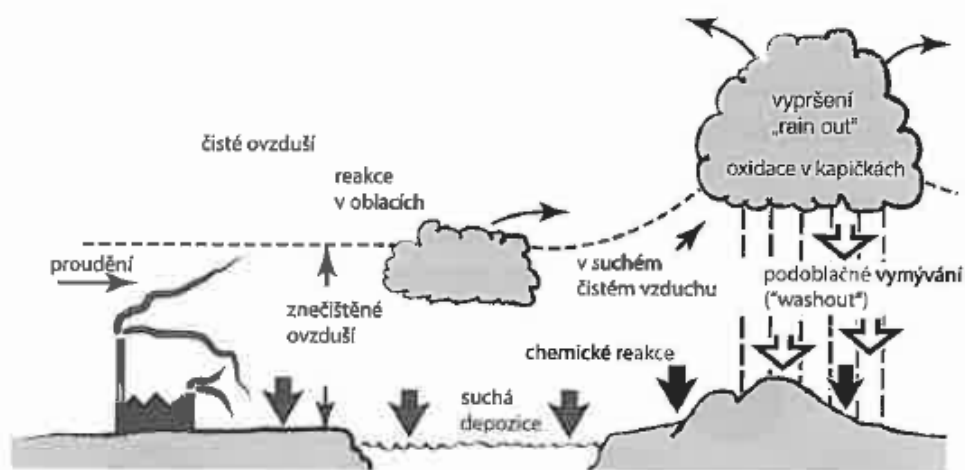
V ČR je realizována celá řada opatření, jejichž výsledkem je snižování emisí skleníkových plynů. Jedná se o opatření rámcová i úzce zaměřená na určitou problematiku nebo sektor. Cíle a dopady většiny opatření jsou však obvykle širší, neboť jde především o snížení negativních dopadů na životní prostředí jako celek.

Pravidelné monitorování emisí a propadů skleníkových plynů je jednou z povinností, vyplývajících z Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu z roku 1992. První inventarizační studie byla v ČR zpracována pro rok 1990 v roce 1994, další studie zaměřené na období od roku 1990 do současnosti jsou od roku 1995 zpracovány českým hydrometeorologickým ústavem. Výsledky těchto studií jsou po autorizaci MŽP předkládány v předepsaném formátu Sekretariátu Rámcové úmluvy v Bonnu jako oficiální národní údaje (Jelínek, Šístková, Mašátová, 2011).

2.6 Atmosférická depozice

Depozici lze definovat jako přenos či tok látek z atmosféry k zemskému povrchu vyjádřený jako hmotnost sledované látky na jednotku plochy za určitou časovou jednotku.

Obrázek č. 2 Procesy vedoucí k atmosférické depozici.

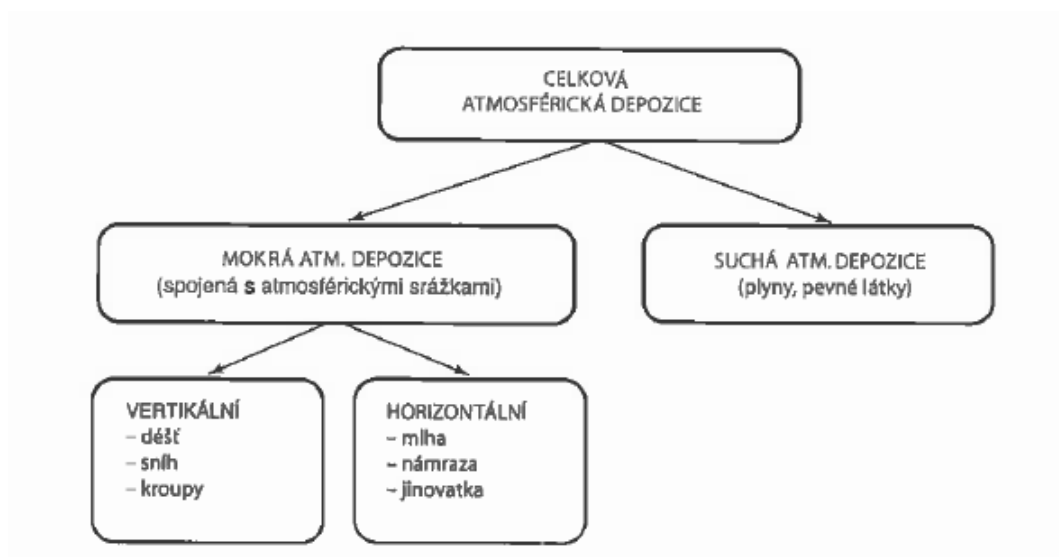


(Zdroj: Porteous, 2000)

Složka suchá představuje depozici tuhých látek a plynů. Dochází při ní k přímému přestupu látek z ovzduší na vegetaci, zemský povrch, oceány. Je mnohem pomalejším procesem než depozice mokrá, na rozdíl od ní však probíhá neustále, zatímco mokrá atmosférická depozice je dějem epizodickým.

Velmi často se setkáváme s pojmem kyselá depozice, příp. kyselý déšť. Kyselá depozice je komplex procesů, při kterých jsou z atmosféry odstraňovány kyselé složky vznikající jako produkt řady reakcí v atmosféře, která působí jako silné oxidační médium (Braniš, Hůnová, 2011).

Obrázek č. 3 Schéma rozdělení celkové atmosférické depozice.



(Zdroj: Braniš, Hůnová, 2011)

2.6.1 Historický pohled na atmosférickou depozici

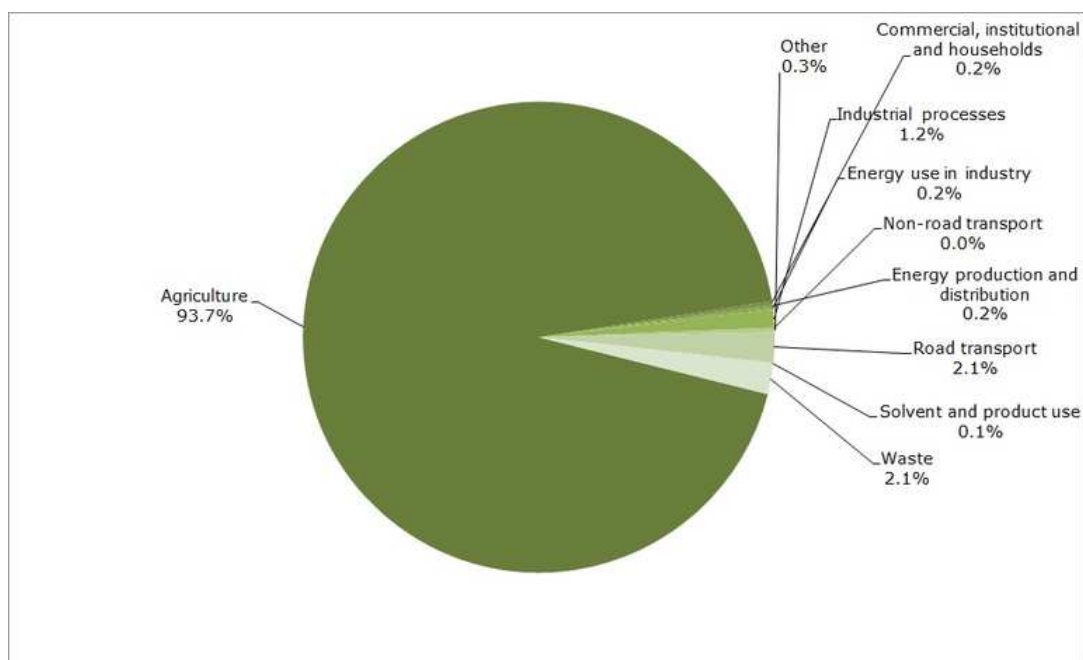
Kyselé srážky nejsou novým fenoménem. Tento jev se projevuje už alespoň 3 století. (Seinfeld, Pandis, 1998).

První prací, která bývá přímo v souvislosti s kyselým deštěm zmiňována a ve které byl poprvé použit termín kyselý déšť je monografie vzduch a déšť – počátky chemické klimatologie (Air and Rain: The Beginnings of Chemical Climatology) (Braniš, Hůnová, 2011).

2.6.2 Atmosférická depozice v Evropě

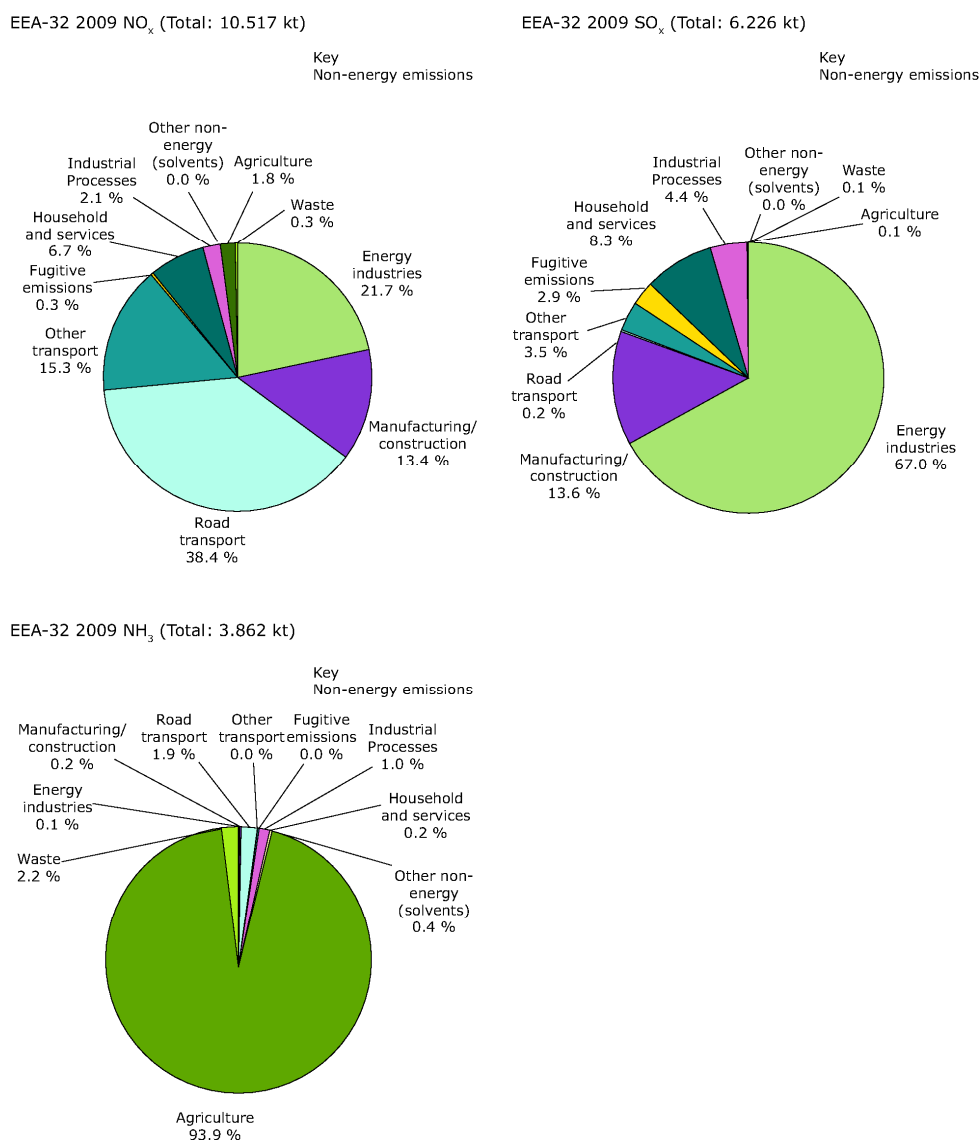
Hlavními anionty, které se podílejí na snížení pH srážek v Evropě, jsou sulfáty a nitráty. Dominantními zdroji pro emise síry v Evropě je energetika, pro emise NO_x doprava a pro emise NH_3 zemědělství viz obr.

Graf č. 1 Procentuální znázornění producentů amoniaku ve světě.



(Zdroj: EEA, 1998)

Graf č. 2 Procentuální znázornění jednotlivých výrobních činitelů produkujících látky způsobující acidifikaci životního prostředí.



(Zdroj: EEA, 1998)

Emise acidifikujících látek od roku 1990 významně klesly a to zejména ve střední a východní Evropě z důvodu ekonomické restrukturalizace. Snížení v západní Evropě souvisí především se změnami využití paliv, odsířením a denitrifikací spalin a se zavedením třícestných katalyzátorů u aut.

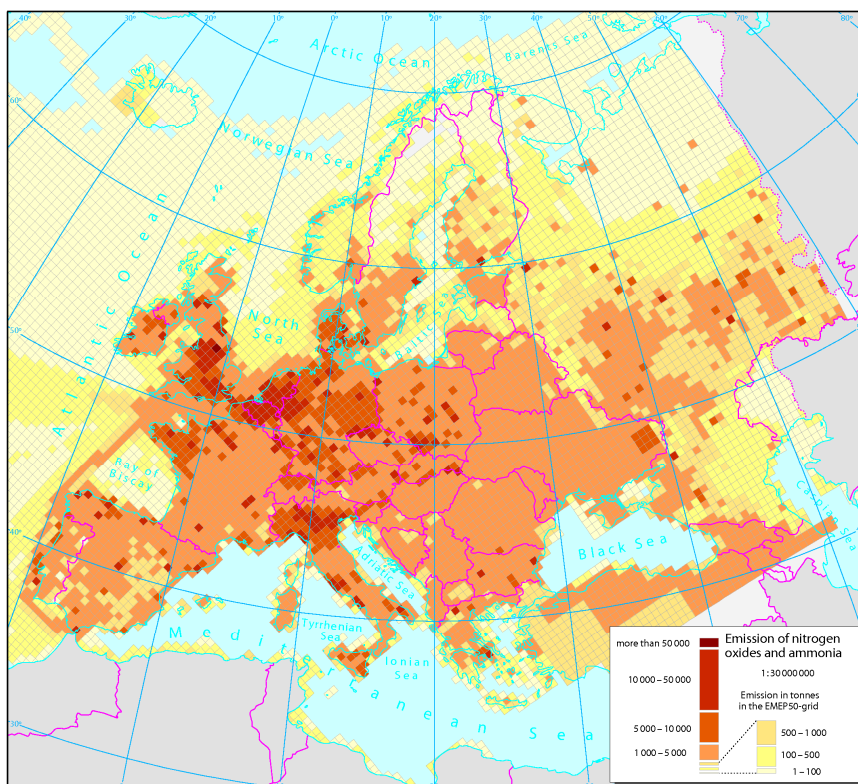
V důsledku významného snížení emisí již u většiny (více než 90 %) evropských ekosystémů nedochází k další acidifikaci, zůstává však řada rizikových (hot-spot) oblastí zejména ve střední Evropě (Braniš, Hůnová, 2011).

2.6.3 Účinky atmosférické depozice

Kyselá depozice, na níž se značnou měrou podílí antropogenní emise SO_2 , NO_x a NH_3 , poškozují už několik desetiletí citlivé sladkovodní ekosystémy, lesy, půdy a přirozené ekosystémy ve značné části Evropy (EEA, 1998). Účinky se projevují mnoha způsoby včetně defoliace a snížení vitality stromů, poklesem rybích obsádek a snížením diverzity ostatních vodních organismů v jezerech, řekách a potocích a ve změně půdního chemismu. Poškozováno je i kulturní dědictví, zejména vápencové a mramorové budovy, památníky, barevná skleněná okna. Depozice sloučenin dusíku se též podílí na eutrofizaci prostředí. (Braniš, Hůnová, 2011)

Obrázek č. 4 Emise oxidů dusíku a amoniaku v roce 1995 na 50-ti kilometrovém rozlišení (tóny oxidů dusíku a amoniaku).

Map 4.5 Emission of nitrogen oxides and ammonia in 1995 at 50 km resolution (tonnes of nitrogen oxides and ammonia)



(Zdroj: EEA, 1998)

2.7 Legislativní podmínky snižování emisí amoniaku ve velkochovech hospodářských zvířat

Problematika eliminace amoniaku z chovů zvířat v ČR začala být aktuální s obdobím, kdy byla přijata směrnice 96/61/EC v podobě zákona č. 76/2002 Sb. o integrované prevenci omezování znečišťování a o změně některých zákonů. Cílem směrnice je integrovat ochranu životního prostředí jako celku, kdy má být ochrana založena především na principu prevence a používání BAT.

Zákon č. 76/2002 Sb. uplatňuje několik principů s cílem vyšší ochrany životního prostředí při udržitelném vývoji průmyslové a zemědělské činnosti.

Princip prevence nahrazuje dosud uplatňovaný postup sledování výstupů výroby a stupeň znečišťování těmito výstupy zaměřením na vstupy výroby a na efektivnost jejich využívání. Pro prevenci znečištění je tedy důležité řízení materiálových a energetických toků v průběhu výroby, uvážlivá volba vstupů s uplatněním bezodpadových technologií. Je to v podstatě omezení strategie zavádění tzv. koncových technologií, tj. technologií přidávaných na konce výrobního postupu za účelem zachycení a nebo úpravy produkovaných nečistot a jejich nahrazení prevencí vzniku odpadů a zavedením úsporného hospodaření se surovinami a energiemi.

Princip integrovaného povolování představuje posun od posuzování vlivu výroby na jednotlivé složky životního prostředí (vzduch, voda, půda) a zaměření se na komplexní zhodnocení výrobní činnosti jako celku. Tento postup vyžaduje podrobnou analýzu jednotlivých výrobních procesů.

Princip náhrady škodlivých látek za méně škodlivé dává prostor pro analýzu použitých prostředků a technologií zejména v oblasti sanitační a hygieny, kde vývoj jde v posledních letech prudce vpřed.

Princip snižování rizika u zdroje je spojen s modernizací a zdokonalováním výrobních technologií a používaných technik. Úzce souvisí i s principem uplatňování nejlepších dostupných technik BAT - Best Available Technique.

Princip vyjednávání a komunikace spočívá v dialogu mezi žadatelem a povolujícím orgánem. Smyslem tohoto vyjednávání je domluvení podmínek pro provoz zařízení tak, aby vyhovovaly jak životnímu prostředí, tak podnikatelským

záměrům provozovatele zařízení a přitom, aby výrobce ekonomicky nelikvidovaly. Výsledkem je dohoda o opatřeních a termínech jejich realizace.

Princip výměny informací a zveřejňování dat slouží k maximální informovanosti výrobců o technologických a technických možnostech v rámci stanovených BATů, ale také k informovanosti veřejnosti o rizicích ohrožujících životní prostředí a o opatřeních, které mají tato rizika minimalizovat. Na druhé straně veřejné projednávání může ochránit i provozovatele zařízení od nereálných požadavků bez technických možností jejich naplnění.

Princip subsidiarity přenáší rozhodovací povinnost na místní orgány, zodpovědné za udržitelný rozvoj ve svém regionu (Havlíček, 2007).

2.7.1 Protokol ACETO

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 %.

Základní cíl Protokolu ACETO vyplývá z požadavku podstatně snížit rozdíl mezi skutečnou a kritickou zátěží. Hlavním prostředkem k dosažení tohoto cíle jsou stanovené individuální národní emisní stropy, kterých má být dosaženo do r. 2010. Hodnoty emisních stropů byly odvozeny z vědeckých podkladů na současné úrovni znalostí, s využitím matematického modelu, který byl pro daný účel uznán nejlepším (RAINS, IIASA Laxenburg, Rakousko). V případě České republiky mohly být, na základě expertních šetření provedených v rámci meziresortní odborné skupiny, akceptovány výsledky matematického modelování u hodnot emisních stropů pro oxidu síry a amoniak (Jelínek, 2006).

Tabulka č. 4 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	101	méně než 101

(Zdroj: Jelínek, 2006)

Dalším cílem Protokolu ACETO je zmírnit trvalé poškozování životního prostředí vlivem emisí antropogenního původu. Toto poškození životního prostředí je možno vyjádřit jako překročení kritických zátěží ekosystémů. Jedná se o metodu, která je dlouhodobě vědeckými centry EU rozpracovávána, a která zahrnuje celou řadu faktorů (kyselé depozice sirných a dusíkatých látek, lokální citlivost ekosystémů, geomorfologické parametry území apod.). Největší pozornost byla věnována emisím čpavku z ustájení zvířat, neboť čpavek je pokládán za důležitý prvek pro okyselování půd a vody. Technická expertní skupina pracuje na omezování emisí čpavku v rámci programu UNECE o přeshraničním znečištění ovzduší ve velkém měřítku. Splnění cílů Protokolu ACETO stanovených pro Českou republiku významně přispívá ke zlepšení životního prostředí na jejím území, včetně s tím spojených přínosů pro zdraví obyvatel a ochranu ekosystémů.

Ratifikace Protokolu Českou republikou byla dokončena 12. srpna 2004. Požadavky Göteborgského protokolu a Kyótského protokolu zavazují jednotlivé země, které tyto protokoly ratifikovaly, k poměrně rasantnímu snížení emisí amoniaku a skleníkových plynů do roku 2012. V České republice jde o snížení emisí amoniaku na hodnotu 80 kt emisí, vypouštěných ročně do roku 2010, z čehož je 95 % emisí ze zemědělské činnosti. U skleníkových plynů je to celkově do roku 2012 o 8 %. Tato hodnota, ačkoli se zdá poměrně malá, představuje ve svém důsledku významné snížení metanu (CH_4), oxidu uhličitého (CO_2), sirovodíku (H_2S) a oxidu dusíku (N_2O) (Havlíček, 2007).

2.7.2 Národní a krajské emisní stropy

Emisní strop je nejvyšší celkové množství znečišťující látky, které může být emitováno ze všech zdrojů znečišťování ovzduší na daném území za rok. Emisní strop může být definován buď přímo jako limitní množství emisí pro daný cílový rok, nebo jako procento emisí v cílovém roce vůči roku referenčnímu. Tento koncept se poměrně široce uplatňuje v mezinárodních úmluvách (Úmluva Evropské hospodářské komise OSN) o dálkovém znečišťování ovzduší překračujícím hranice států a její protokoly.

Národní i krajské emisní stropy jsou v České republice vyhlášeny pro oxid siřičitý, oxidy dusíku, těkavé organické látky (VOC) a amoniak. Zatímco národní

emisní stropy jsou pro Českou republiku závazné a musí jich být dosaženo do roku 2010, krajské emisní stropy jsou hodnotami doporučenými s tím, že jejich součet nesmí převýšit hodnotu příslušného národního emisního stropu (Havlíček, 2007).

2.7.3 Úloha integrované prevence (IPPC) v ochraně ovzduší

Směrnice 96/61/ES o integrované prevenci a omezování znečištění, známá jako IPPC, je jedním z nejvýznamnějších, ale také nejobtížněji interpretovatelných právních předpisů Evropských společenství v oblasti životního prostředí. V některých výkladech bývá kladen důraz na integrovaný (komplexní) přístup k omezování znečišťování, v jiných je upřednostňováno zavádění nejlepších dostupných technik (BAT). Z hlediska ochrany ovzduší se jeví klíčovým prvkem flexibilita při stanovování emisních limitů a dalších podmínek provozu konkrétního zvláště velkého zdroje znečišťování ovzduší (v dikci směrnice 96/61/ES a zákona č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci se jedná o zařízení) vzhledem k lokální situaci. Není totiž náhodné, že současně se směrnicí 96/61/ES o IPPC byla schválena také směrnice 96/62/ES – Rámcová směrnice o ovzduší, která zavádí koncept závazných a termínovaných imisních limitů. Kdyby nebylo flexibility v rámci IPPC, může snadno nastat situace, kdy všech regulované stacionární zdroje znečišťování ovzduší budou dodržovat specifické emisní limity a další zákonné požadavky a přesto budou v jejich okolí překračovány limity imisní (Braniš, Hůnová, 2011).

Koncept nejlepší dostupné techniky (BAT) pak slouží k tomu, aby nebyly stanovené požadavky na zdroj buď příliš měkké, nebo naopak příliš tvrdé (tj. technicky nebo ekonomicky nereálné). Z výše uvedených důvodů byla integrovaná regulace podle IPPC, respektive zákona č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci zařazena do krajských programů snižování emisí jako jeden z hlavních nástrojů omezování emisí (Braniš, Hůnová, 2011).

Hodnoty národních emisních stropů pro oxid siřičitý (SO₂), oxidy dusíku (NO_x), těkavé organické látky (VOC) a amoniak NH₃ vyhlášené nařízením vlády č. 351/2002 Sb., ve znění nařízení vlády č.417/2003 Sb. (Braniš, Hůnová, 2011).

2.8 Dusík

Molekula dusíku N_2 je díky velmi pevné kovalentní vazbě chemicky stálá, čímž se podobá inertním plynům. Ačkoliv je dusík hlavní složkou atmosféry, v litosféře je obsažen pouze ve stopových koncentracích (okolo 20 ppm). Sloučeniny dusíku vyskytující se v atmosféře obsahují dusík v širokém rozpětí oxidačních čísel od negativně trivalentního (NH_3) až po pozitivně pětivalentní (oxidy a dusičnany). Podmínku chemických reakcí biatomárního dusíku a tedy i jeho vstupu do biologických pochodů je rozbití této vazby, jejíž vazebná energie je $950 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$. Navzdory této vysoké energetické bariéře existují bakterie, které toto dokážou a umožňují tím následně procesem zvaným fixace dusíku vstup dusíku do rostlinstva a do biosférických cyklů. Klíčovou roli při tomto ději hraje enzym hydrogenáza, který uvolňuje vznik amoniaku nezbytného pro následné reakce vedoucí v rostlinách ke vzniku organických dusíkatých sloučenin (proteinů atd.).

Zcela redukovanou formou dusíku je amoniak NH_3 . Vzniká bakteriálním rozkladem bílkovin a jiných organických látek obsahujících dusík. Do atmosféry je také uvolňován z půdy při procesech fixace dusíku a částečně i denitrifikací. Jako plyn zásaditého charakteru částečně kompenzuje okyselování atmosféry a vytváří kationty NH_4^+ , které jsou ve formě amonných solí přirozenou složkou aerosolů (Braniš, Hůnová, 2011).

2.9 Amoniak

Většina amoniaku emitovaného do ovzduší vzniká rozkladem organických materiálů z chovu hospodářských zvířat. Zbývá část amoniaku je emitována při spalovacích procesech nebo průmyslové výrobě umělých zemědělských hnojiv. Ukazuje se, že k atmosférickým emisím amoniaku přispívá také automobilová doprava (vznik amoniaku v katalyzátorech) (Anonymus, 2007).

Vznik amoniaku má původ v látkovém metabolismu hospodářských zvířat. Příčinou je to, že zvíře nemá po celou dobu k dispozici plnohodnotnou bílkovinu, která by obsahovala všechny nepostradatelné aminokyseliny (AK) v potřebném poměru a množství. Čím je větší shoda struktury aminokyselin AK zkrmovaných bílkovin s požadavky zvířat, tím větší množství bílkoviny je zvířetem vytvořeno a

tím méně AK je deaminováno a ve formě močoviny vyloučeno z těla (Dolejš, Toufar, Adamec, 2003).

2.9.1 Základní charakteristika

V čistém stavu za normálních podmínek je amoniak bezbarvý plyn (teplota varu za normálních podmínek činí - 33,5 °C) s typickým čpícím štiplavým zápachem. Je zásaditý, dráždivý a žíravý. Hustotou 0,77 kg.m⁻³ je zhruba o polovinu lehčí než vzduch. Může být skladován za zvýšeného tlaku v kapalném stavu. Jeho rozpustnost ve vodě je výborná (540 g.l⁻¹). Reaguje s kyselinami za vzniku amonných solí. Má silné korozivní účinky vůči kovům, zejména vůči slitinám mědi (Anonymus, 2002).

Tabulka č. 5 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	Hoflavý
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>)

2.9.2 Použití

Hlavní použití amoniaku spočívá ve výrobě kyseliny dusičné, průmyslových hnojiv, výbušnin, polymerů, farmaceutických výrobků, kaučuků, 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 (Anonymus, 2002).

2.9.3 Zdroje emisí

Amoniak, jako jedna z nejčastějších dusíkatých sloučenin, který obsahuje dusík, je přítomen v atmosféře i v čerstvém vzduchu a v přírodních biochemických a chemických procesech. Různé zdroje atmosférického amoniaku vznikají rozkladnou činností mikroorganismů v půdě, rozkladem zvířecích odpadů, amoniakálních hnojiv, čističek odpadních vod, výrobou koksu, výrobou a únikem z amoniakových chladících systémů. Hospodářská zvířata a stáje, v nichž jsou ustájeny jsou největším zdrojem kategorie amoniaku. Vysoké koncentrace plynného amoniaku v ovzduší obecně svědčí o náhodném úniku plynu do atmosféry. Amoniak se odstraní z atmosféry díky jeho schopnosti vazby k molekule vody a jejich vzájemného působení jako základu, který tvoří hlavní atmosférický základ kyselých srážek. Jedná se o klíčový druh v tvorbě a neutralizace dusičnanových a síranových aerosolů ve znečištěných prostředích (Manahan, 2005).

Hlavní podíl na celkových emisích amoniaku do atmosféry představuje rozklad lidských i zvířecích 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:

1. výroba kyseliny dusičné;
2. výroba hnojiv, výbušnin a některá další odvětví (farmaceutický průmysl, petrochemie);
3. splaškové odpadní vody;
4. odpadní vody za tepelného zpracování uhlí a galvanického pokovování;
5. používání dusíkatých hnojiv;
6. průmyslové chlazení, výroba ledu;
7. 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) (Anonymus, 2002).

2.9.4 Dopady 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 chlévské mrvy, kejdy a odpadů z velkochovů drůbeže. Rovněž rostliny mohou být negativně zasaženy, 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 oxidací 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. Další působení amoniaku spočívá v jeho působení v rámci parametru „celkový dusík“, kde hlavní negativní dopad na životní prostředí je přílišné vnášení živin na životního prostředí a s tím spojená například eutrofizace vod (nárůst řas a sinic) (Anonymus, 2002).

2.9.5 Dopady na zdraví člověka, rizika

Krátkodobá expozice amoniaku může dráždit i popálit kůži a oči s rizikem trvalých následků. Dráždit může rovněž nosní sliznice, ústa, hltan a způsobuje kašel a dýchací potíže. Inhalace amoniaku může dráždit plíce a způsobit kašel či dušnost. 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 – mg.m^{-3} .

PEL – přípustný expoziční limit chemických látek v ovzduší

NPK – P – nejvyšší přípustná koncentrace chemických látek v ovzduší

(Anonymus, 2002).

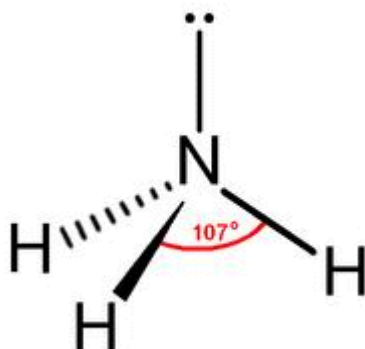
2.9.6 Celkové zhodnocení nebezpečnosti z hlediska životního prostředí

Celkově lze amoniak 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 jedná o látku závažnou. Podílí se na okyselování půd a podporuje eutrofizaci vod (nárůst řas a sinic) (Anonymus, 2002).

2.9.7 Způsoby zjišťování a měření amoniaku

Amoniak je výrazně charakterizován štiplavým zápachem, který může na jeho přítomnost upozornit. Odhad množství emisí do ovzduší lze učinit z jeho spotřeby v provozu, resp. z bilance dané technologie. Po stanovení jeho koncentrace ve vzduchu na výstupu z technologie jsou emise dány součinem této koncentrace a objemem vypuštěného vzduchu. K měření je možné použít analyzátory založené na chemiluminiscenci (podobné jako pro stanovení NO_x) nebo lze po odebrání vzorku stanovení provést ve vodním roztoku laboratorně. Ohlašovací práh 10 000 kg ročně odpovídá při hypotetické koncentraci amoniaku ve vzduchu 0,1 % obj. (20 °C a 101,325 kPa) objemu vzduchu přibližně 14 000 000 m³ (Anonymus, 2002).

Obrázek č. 4 Molekula amoniaku, prostorové uspořádání atomů. Nad atomem dusíku se nachází volný pár elektronů.



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

2.10 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. 4. Emise amoniaku do ovzduší v jednotlivých krajích ČR jsou uvedeny v grafu č. 3 (Symon, Bencko, 1988).

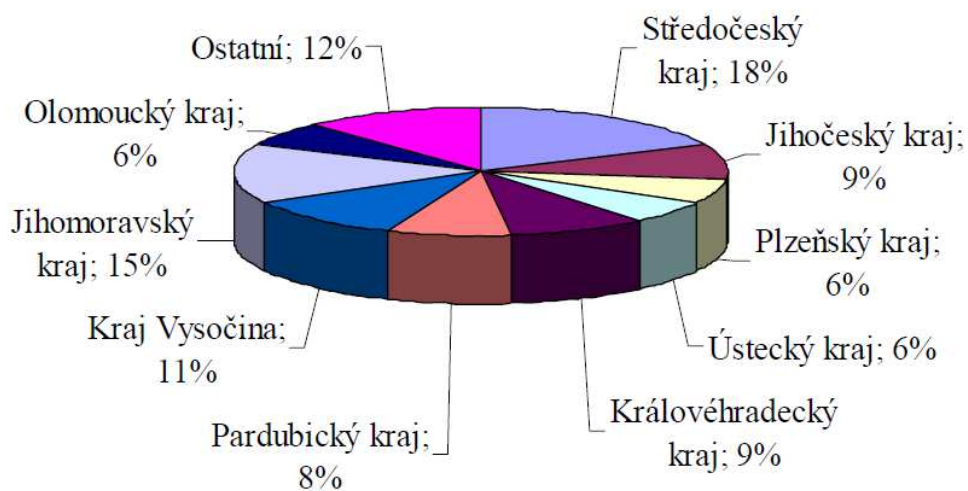
2.11 Emise amoniaku ve stájích

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.).

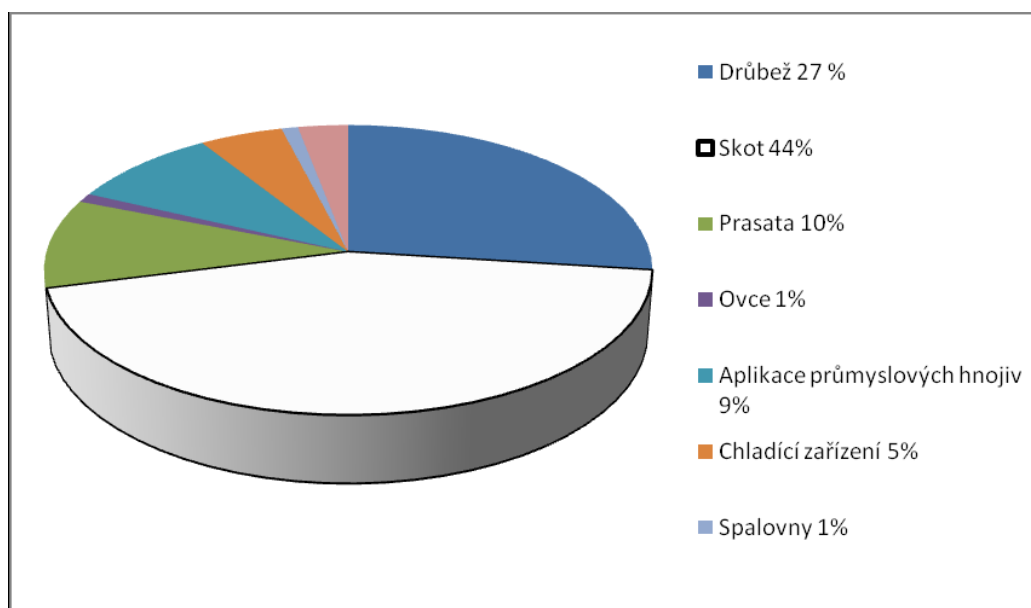
Je tedy zřejmé, že intenzita emisí amoniaku v průběhu dne i v průběhu roku silně kolísá. Emise amoniaku jsou mj. přímo závislé na velikosti plochy znečištěné výkaly (emisní plochy). Z hlediska emisní plochy není příliš velký rozdíl mezi různě řešenými stájemi s volným boxovým ustájením. Snížení emisí 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, et al. 2009).

Graf č. 3 Emise amoniaku do ovzduší dle jednotlivých krajů ČR.



(Zdroj: Malířová, Bydžovský, 2006)

Graf č. 4 Podíl jednotlivých zdrojů na celkových emisích amoniaku ve světě.



(Zdroj: Batty, 1994)

2.12 BAT technologie

2.12.1 O nejlepších dostupných technikách (BAT)

Dle zákona č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a omezování znečištění, jsou nejlepší dostupné techniky (BAT – Best Available Techniques) definované jako nejúčinnější a nejpokročilejší stadium vývoje technologií a činností a způsobů jejich provozování, které ukazují praktickou vhodnost určitých technik navržených k předcházení a pokud to není možné, tak k omezování emisí a jejich dopadů na životní prostředí, přičemž:

A - technikami se rozumí jak použitá technologie, tak způsob, jakým je zařízení navrženo, vybudováno, provozováno, udržováno a vyřazováno z provozu,

B - dostupnými technikami se rozumí techniky vyvinuté v měřítku umožňujícím zavedení v příslušném průmyslovém odvětví za ekonomicky a technicky přijatelných podmínek s ohledem na náklady a přínosy, pokud jsou provozovateli za rozumných podmínek dostupné bez ohledu na to, zda jsou používány nebo vyráběny v České republice,

C - nejlepšími se rozumí nejúčinnější technika z hlediska dosažení vysoké úrovně ochrany životního prostředí.

Dosažení nejlepších dostupných technik při provozu velkých průmyslových a zemědělských zařízení představuje jeden z nejdůležitějších nástrojů v ochraně životního prostředí jako celku a je nejdůležitější součástí procesu integrované prevence a omezování znečištění.

Při hodnocení a stanovení nejlepších dostupných technik se vychází především z technické úrovně zařízení, zejména z pohledu dosahované úrovně emisí do ovzduší, vody a půdy, množství produkovaných odpadů, materiálové a energetické náročnosti, nástrojů environmentálního řízení, ekonomických možností provozovatele zařízení při dosažení regionálních standardů životního prostředí. Důležitými podklady, které musí být v rozhodování zohledněny, jsou plány

snižování emisí, plány odpadového hospodářství, podmínky provozu vycházející z dokumentace a stanoviska EIA, atd.

Získané údaje se následně porovnávají s definovanými nejlepšími dostupnými technikami, začleněnými do evropských referenčních dokumentů o nejlepších dostupných technikách (Reference Document on Best Available Techniques – BREF). BREFy neberou v úvahu místní podmínky a nemají povahu závazných předpisů, jsou zpracovávány a vydávány odbornými institucemi Evropské komise se zastoupením všech členských států na základě výměny informací mezi národními technickými pracovními skupinami (TPS) jednotlivých členských zemí. Celá práce je koordinovaná Evropskou kanceláří IPPC (EIPPCB) se sídlem ve španělské Seville. Její hlavní náplní je příprava referenčních dokumentů pro zařízení vyjmenovaná v Příloze I Směrnice EP a Rady 2008/1/ES. (Anonymus, 2007).

2.13 Prevence a snižování emisí amoniaku

Chovatelé hovězího skotu čelí mnoha problémům, jako jsou zvýšené obavy veřejnosti ohledně účinků zemědělských postupů na prostředí.

Únik dusíku do atmosféry má za následek vyšší poměry uhlíku a dusíku, hnojivo vede k méně žádoucím hodnotám a přispívá k obavám ohledně kvality ovzduší. Potřeba snížení emisí amoniaku a dalších plynů produkovaných hospodářskými zvířaty a jejich odpadními produkty vzrostl v posledních letech. V důsledku s údaji, tyto plyny mají potenciál přispívat ke skleníkovému efektu, kyselým dešťům a ke znečištění stratosférické ozonové vrstvy, mnoho evropských zemí má v současné době omezenou produkci emisí amoniaku z koncentrovaných operací výživy zvířat (Shi et al., 2001).

Chov skotu bez tržní produkce mléka je výbornou alternativou zemědělské výroby ve znevýhodněných oblastech. V podhorských oblastech je jedním z požadavků údržba krajiny bez ztráty produkčního charakteru. S ohledem na současné nově nastavené standardy GAEC by při klasickém polním hospodaření byla otázka na svahovitých pozemcích podhůří ještě palčivější (Štolbová, 2012).

2.13.1 Přípravky, koncipované na principu adsorpce

Jsou to prostředky, které jako hlavní účinné látky obsahují vybraný sorbent, na který se mohou vázat zápašné látky a případně i jiné škodlivé plynné katabolity rozkladu organických hmot. Jsou to přípravky, které - v obecném principu – nelze označit za bezreziduální, protože nasycený sorbent zůstává v ošetřeném prostředí. Jejich aktivita je kvantitativně i kvalitativně limitována vloženým množstvím sorbentu. Jsou ihned použitelné, působení je ovlivněno vlastnostmi prostředí a jejich účinek je pozvolný, podle formy, rovnoměrnosti a rozsahu jejich rozptýlení do sanovaného materiálu a charakteru fyzikálně chemických podmínek v místě aplikace. Nejsou významněji ovlivnitelné přítomností obecně biocidních látek (dezinficiencí, sulfonamidů, antibiotik nebo cytostatik). K těmto preparátům patří celá skupina více než 50 různých zeolitů, lišících se svojí unikátní krystalickou strukturou a afinitou pro amonné ionty a preparáty na bázi rašeliny se specifickou afinitou především pro amoniak (Komarowski, Yu, 1997).

Jejich aplikace se provádí především zamícháním do podestýlky v množství 1 - 4 %, či podáváním prostřednictvím krmiva. Dosahované výsledky snížení emise amoniaku bývají variabilní od 8 do 30 % (Nakaue et al., 1981).

2.13.2 Přípravky využívající specifické schopnosti chemicky vázat určitou emitovanou plynnou (kapalnou) sloučeninu

Jsou to vybrané prostředky, které v interakci s hlavním sledovaným plynným zátěžovým faktorem (nejčastěji amoniakem) inaktivují chemickou destrukcí jeho podstaty (např. superfosfát, dříve vmíchaný do hluboké podestýlky drůbeže, k retardování evaporace amoniaku z výkalových hmot ve stájovém prostoru). Jsou ihned použitelné, jejich účinnost nastupuje pozvolna, především podle stupně jejich rozpustnosti, dokonalosti vmísení do upravovaného substrátu a jeho aktuálních fyzikálně chemických vlastností. Nejsou významněji ovlivnitelné přítomností obecně biocidních látek (dezinficiencí, sulfonamidů, antibiotik nebo cytostatik a p.). Do této skupiny je možno zařadit alternativou k biotechnologickým přípravkům, které snižují emise amoniaku využitím sorbentu na bázi huminových kyselin – oxyhumolitu. Oxyhumolit je zoxidované mladé hnědé uhlí, které je součástí nadložních vrstev při

těžbě hnědého uhlí a nedá se energeticky využít. Humnové látky jsou vysokomolekulární organické látky, složené z aromatických a alifatických stavebních jednotek a obsahují funkční skupiny karboxylové, hydroxylové fenolické, alkoholové a metoxylové funkční skupiny, které vážou kationty a plyny s volným elektronovým párem, např. NO_x a NH_3 .

2.13.3 Přípravky využívající enzymatických aktivit

Enzymy jsou v naprosté většině složité proteinové struktury, vybavené schopností katalytické regulace a obvykle také přímé stimulace některých biochemických dějů, tedy i procesů dekompozice organických struktur odpadních materiálů, a to jak plynných, tak i tekutých a pevných. Jsou tvořeny nejenom aminokyselinovými radikály, ale i řadou dalších potenciačních chemických faktorů, nazývaných ko – enzymy. Teprve jejich kombinace evokuje vlastní katalytické děje, ze kterých však tyto enzymatické složky vycházejí nezměněny tedy zůstávají v prostředí, do něhož byly aplikovány – a to bez významné změny jejich podoby. Proto tyto přípravky nelze považovat za bezreziduální ve vztahu k ošetřenému prostředí a jeho korespondujícímu okolí. Jsou příznačné svou vyhraněnou specifičností účinku. Ve většině případů nejsou významněji ovlivnitelné přítomností obecně biocidních látek (dezinficiencí, sulfonamidů, antibiotik nebo cytostatik). Jejich aktivita je přímo i nepřímo ovlivnitelná teplotními a dalšími fyzikálními i fyzikálně chemickými faktory. Jsou okamžitě použitelné, protože – kromě ředění – nevyžadují složitějších aktivizačních operací (Havlíček, 2008).

2.13.4 Přípravky fungující překrytím pachů

Fungují na principu překrytí původního pachu jinou organolepticky významnou složkou, většinou charakterizovanou jako vůně, ovlivňující bonifikaci vnímání čichem, avšak nijak nepozměňující původní chemickou a fyzikálně-chemickou charakteristiku sledované emisní sloučeniny. V pravé podstatě to jsou jisté obdoby technologických parfémů na bázi aromatických olejů. Jsou okamžitě použitelné, nejsou významněji ovlivnitelné přítomností obecně biocidních látek (dezinficiencí, sulfonamidů, antibiotik nebo cytostatik), jejich perzistence v prostředí je krátkodobá a značně ovlivnitelná fyzikálními podmínkami konkrétního prostředí. Nelze je

označit za bezreziduální prostředky, v přírodním prostředí dokonce mohou mít nezanedbatelný repelentní účinek na zasedlána volně žijící společenstva živočichů, či krátkodobý desinfekční účinek (Havlíček, 2008).

2.13.5 Biologické přípravky

a) Preparáty obsahující lyofilizované kmeny vybraných biodegradačních mikroorganismů: jsou to v podstatě konzervy mono nebo i polykultur, upravených ve smyslu jejich dlouhodobé uchovatelnosti lyofilizací, doplněné navíc některými startovacími aktivátory a iniciačními živnými substancemi. Před použitím je nezbytný proces revitalizace do plně funkčních vegetativních forem, který má rozdílné trvání od několika hodin až několika dnů až týdnů. Jeho nasazení a působnost je tedy ovlivněna rychlostí nástupu a rozsahu funkční dispozice účinné mikrobiologické složky. Vložené mikrobiální kmeny buď v prostředí přežívají, častěji však v důsledku degenerativních dějů nebo vlivem přítomných obecných biocidů vyhynou a tedy i vymizí, proto je nutná jejich pohotová obnova. Nejsou ihned použitelné. Nelze je ve všech případech jednoznačně charakterizovat jako bezreziduální přípravky.

b) Preparáty dodávající upravené živé kultury dekompozičních kmenů: jsou stejné jako předchozí skupiny, avšak se značně omezenou dobou trvanlivosti a skladovatelnosti a se značně velkými objemovými parametry. Nejsou příliš vhodné v reálné praxi, proto jsou jen výjimečně součástí tržní nabídky. Vložené mikrobiální kmeny buď v prostředí přežívají, častěji však v důsledku degenerativních dějů nebo vlivem přítomných obecných biocidů vyhynou a tedy i vymizí, proto je nutná jejich pohotová včasná obnova pro zachování funkčnosti. Jsou ihned použitelné, avšak náročné na skladování, přepravu i aplikační techniky. Nelze je ve všech případech jednoznačně charakterizovat jako bezreziduální přípravky (Havlíček, 2008).

c) Přípravky stimulující pozitivní mikrobiální dekompozici aktivací množení a růstu přirozených mikrobiálních kmenů, přítomných v ošetřovaném prostředí. Jsou to přípravky, koncipované na bázi selektovaných přírodních materiálů (extraktů) z mořských řas, rostlinných olejů, éterických složek a některých stopových biostimulátorů pro systémové podněcení růstu a množení komplexu pozitivního naturálního mikrobiálního společenstva z nativního osazení ošetřovaného prostředí. Novák et al. (2003) vysvětlil účinku jako mikrobiotechnologickou konzervaci

dusíkatých látek z rozkládaných hmot, které jsou uchovány uvnitř substrátu a nepodléhají rozkladnému procesu až na plynné frakce, čímž dochází k významnému omezení běžných emisí o 40 až 68 %. Působí v malých kvantech a některé z nich mají multifunkční uplatnění v oblasti řízené dekompozice organických materiálů, včetně odpadních hmot a zbytků, vyskytujících se v celém spektru zemědělské výroby, komunální sféře a ochraně životního prostředí. Jsou okamžitě použitelné po odpovídajícím naředění, vyznačují se rychlým nástupem účinku v optimálním teplotním rozmezí, při mírném poklesu teplot jejich dynamika účinku poněkud poklesne. Jsou též přímo nebo i nepřímo ovlivnitelné přítomností obecně biocidních látek (dezinficiencí, sulfonamidů, antibiotik nebo cytostatik). V naprosté většině jsou klasickými bezreziduálními přípravky (Havlíček, 2008).

2.13.6 PRP FIX

Při kvalitním ošetřování a zachování druhové skladby nabízejí pastevní areály dostatečnou produkci objemného krmení pro letní i zimní období. V současném modelu zemědělské výroby s omezením výroby obilovin však právě v místech s vyšší koncentrací pastevního skotu dochází k citelné nerovnováze mezi produkcí a potřebou krmné a stelivové slámy.

Možnosti, jak skloubit požadavky na kvalitu podestýlky a úsporu nákladů na ustájení je použití aktivátoru PRP FIX, granulovaného přípravku speciálně vyvinutého francouzskou společností PRP Technologies pro stimulaci procesů transformace organické hmoty. Je tvořen směsí minerálních solí, selektovaných na základě jejich schopnosti regulovat fermentační procesy ve statkových hnojivech. Tato schopnost je definována jako proces MIP (Minerál Inducer Pprocess) vyvinutý právě společností PRP Technologies.

PRP FIX ovlivňuje funkci zoosféry tvořené zvířetem a jeho prostředím. PRP FIX přináší makro a mikroprvky potřebné ke správnému průběhu fermentačních procesů, během nichž je lignin narušen koloniemi kulturních hub a plísní a tím připraven pro další zpracování bakteriemi. Výsledkem je příznivější průběh dekompozice organické hmoty a výrazné snížení výše uvedených negativů (Petrtyl, 2011).

2.13.7 Amalgerol

Amalgerol classic byl speciálně koncipován pro použití v celé oblasti živočišné výroby, jako přípravek pro docílení plynulého snížení emisí amoniaku a ostatních zápašných plynů. Funguje rovněž jako podpůrný prostředek optimalizace stájového prostředí a regulátor stájové hygieny.

Používá se buď jako zředěný postřik nebo zálivka, aplikovaná do pevného krmiva, jako přísada do napájecí vody, popř. jako doplněk do mokrého krmení. Dále je možné jej aplikovat přímo na kejdu, rošty, hlubokou podestýlku, v ostatních stlaných provozech a na skládky exkrementů (chlévské mrvy, kejdy, močůvky).

Dokáže výrazně zlepšit významné charakteristiky životního prostředí v exponovaných zónách, negativně ovlivňovaných vedlejšími produkty živočišné výroby. Stejně tak je schopen, při perorálním podávání, optimalizovat i vnitřní prostředí zažívacího traktu zvířat, kde reguluje mikrobiální osazení zažívadla, zlepšuje dekompoziční procesy v trávicím ústrojí a omezuje tvorbu střevních plynů.

Po léčebné aplikaci antibiotik dokáže v krátké době obnovit střevní mikroflóru v trávicím traktu zvířat. V ověřeném spektru jeho účinků je výrazný i repelentní efekt vůči nežádoucímu hmyzu.

Při aplikaci do kejdy dochází vlivem mikrobiotechnologického působení k rozrušování povrchového škrálopu (krusty) a jeho celulozových vazeb a následnému zabránění jejich tvoření v kejdě. Následkem toho je kejda homogenní a snadno transportovatelná. Dále dochází k celkovému pročištění potrubí a kanálů, potlačení výskytu lezoucího a létajícího hmyzu, likvidaci ohnisek muší násady a celkovému zlepšení stájového ovzduší (Anonymus, 2012).

Tabulka č. 5 Doporučená dávka amalgerolu.

výkrm, dojnice	100 - 150 ml na 1000 l napájecí vody
kejda, močůvka	1 l na 5 m ³ kejdy (močůvky)
stlané provozy	1 x týdně 0,1 litru 3 % roztoku na 1 m ² plochy

(Zdroj: Amalgerol.cz)

2.14 Charakteristika farmy

Historie objektů a využívání pozemků sahá do dob minulého režimu. Dnešní objekt farmy Radomíra Sedláčka spravovalo JZD Valdov, poté Státní statek Hořice a později Státní statek Jičín. Počátek podnikání na farmě Radomíra Sedláčka se datuje k 1.1.1993 velkou privatizací hospodářského střediska Valdov spadající pod Státní statek Jičín. Na základě privatizačního projektu, který si Radomír Sedláček podal, odkoupil hospodářské středisko Valdov. Součástí areálu odkoupeného hospodářského střediska byly vazná stáj kravín K96 s navazujícím teletníkem, tři silážní jámy, sklad píce (sklad sena), posklizňová linka, sklad strojů a čerpací stanice pohonných hmot.

Od restituentů bylo pronajato cca 180 ha zemědělské půdy a na základě restitučního zákona k těmto pozemkům bylo pronajato restituční majetek (stroje, zvířata, zásoby), nebo-li živý a mrtvý inventář. Zaměstnáno bylo na farmě 8 zaměstnanců, z nichž bylo 5 v živočišné výrobě u dojnic, 2 traktoristé a 1 opravář zemědělských strojů, dále na farmě pracoval majitel s manželkou. V roce 2000 zbytek Státního statku Jičín zkrachoval, a tak byla farma rozšířena na cca 410 ha. Do roku 2009 se farma zabývala výrobou mléka. Pro mléčnou produkci bylo chováno holštýnské plemeno s dobrými předpoklady pro vysokou produkci mléka. Produkce mléka se za 15 let zdvojnásobila. Z 3500 l za laktační období na dojnici v roce 1993 na produkci přes 7000 l na dojnici v roce 2008. V roce 2009 bylo prodáno stádo dojných krav do Belgie a nakoupeno masné stádo plemene Charolais. Důvodem zrušení výroby mléka byla jeho nízká výkupní cena v roce 2008 a vysoké náklady, především mzdové, na vazné stáji. Za této špatné finanční situace nebyl zájem investovat do nového ustájení pro dojnice. S využitím dotací LFA, vychází

zatravnění orné půdy a údržba pastvin při chovu masného skotu KBTPM rentabilněji, nežli výroba mléka (Sedláček, 2010).

Tabulka č. 6 Stav skotu dle integrovaného registru zvířat na farmě Radomíra Sedláčka .

Provozovna	Kategorie	Ustájení	Počet
CZ 52035319 - Valdov 44	býci do 2 let	hluboká podestýlka	65
CZ 52035319 - Valdov 44	býci nad 2 roky	hluboká podestýlka	3
CZ 52035319 - Valdov 44	jalovice do 2 let	hluboká podestýlka	51
CZ 52035319 - Valdov 44	Krávy	hluboká podestýlka	61
CZ 52035319 - Valdov 44	Ostatní skot (skot nad 2 roky)	hluboká podestýlka	15
CZ 52035319 - Valdov 44	telata	hluboká podestýlka	5

(Zdroj: výkaz Irz, 2012)

V roce 2012 dle ročního výkazu o sklizni zemědělských plodin Radomír Sedláček hospodář na 396,94 ha. Pšenice ozimá byla na 51,96 ha. Žito ozimé 14,48 ha. Ječmen jarní 7,50 ha. Oves 9,89 ha. Tritikale 25,96 ha. Brambory 0,25 ha. Řepka 35,85 ha. Obiloviny na zeleno 25,78 ha, z toho kukuřice na zeleno a siláž 17,47 ha. Trvalé travní porosty 221,43 ha.

Rostlinná výroba se zabývá především produkcí obilnin, pšenice ozimá, ječmen jarní, oves setý, žito ozimé a tritikale ozimé tvoří cca 57 % orné plochy, řepka ozimá tvoří přibližně 20 %, na zbytku orné půdy jsou krmné plodiny, především kukuřice na siláž. Jako nezemědělská činnost je prodej motorové nafty pro dopravce a opravy zemědělských a lesních strojů a nářadí pro místní podnikatele.

Farma je strojně vybavena a zařízena tak, že nepotřebuje využívat služeb, kromě setí kukuřice.

V současné době na farmě pracují Radomír Sedláček s manželkou a synem. Zaměstnání jsou 2 traktoristé a 1 opravář zemědělských strojů, přičemž během letní sezóny jsou na výpomoc na posklizňové lince a na údržbu pastvin zaměstnání 2 brigádníci.

3. Cíl práce

Cílem práce je změřit koncentraci amoniaku a vybrané referenční veličiny (teplota vzduchu a relativní vlhkost vzduchu během měření) v chovu skotu bez tržní produkce mléka na pastvě a během ustájení v zimním období na farmě Radomíra Sedláčka. Z naměřené koncentrace a průtoku vzduchu bude vypočítán emisní faktor amoniaku u vybraného stáda zvířat. Dalším cílem této práce je ověřit funkčnost navržené metody pro praktické provádění měření v dalších pastevních areálech a vyhodnotit a porovnat naměřené hodnoty amoniaku na pastvě s veličinami uváděnými v literatuře. Dalším cílem práce je navrhnout vhodná opatření ke snížení produkce amoniaku.

4. Materiál a metody

4.1 Metodika měření na pastvě

Pro měření koncentrací amoniaku na pastvě bylo vybráno plemeno Charolais, které nachází mezi chovateli stále větší oblibu. Jedná se o jedno z nejčastěji chovaných plemen v České republice, důvodem je vysoká jatečná výtěžnost, kvalita masa a schopnost přizpůsobit se místním klimatickým podmínkám.

Pro zjištění celkového množství amoniaku vyprodukovaného jedním kusem skotu na pastvě je třeba znát celkové množství výkalů vyprodukovaných za určený časový úsek, v tomto případě za 24 hodin. Závěrečné výsledky budou obsahovat koncentraci a emise amoniaku vyprodukované jedním kusem skotu z jednoho výkalu, za jeden den a za celý rok (měrná výrobní emise). K tomu je třeba znát hmotnost jednoho průměrného tuhého výkalu. V určitý den a přesný čas dojde k přemístění stáda skotu na určený pozemek. Následující den v určený čas dojde k součtu výkalů na pozemku. Při sčítání bude každý výkal označen posypem vápna. Následující den v daný čas dojde k součtu neoznačených výkalů vápnem. Opakovaným měřením snížíme možnost chyby součtu vlivem obsluhy.

Před vážením samotného výkalu je třeba provést aretaci váhy. Před spuštěním váhy na váhu volně vložíme prázdnou nádobu. Poté spustíme váhu, váha si automaticky zaznamená nulu, následně může být nádoba naplněna jedním výkalem. Následně může být nádoba vložena na váhu. Pro zvážení bude použita digitální váha Philips Cucina. Výsledná hodnota na displeji je čistá váha výkalu. Budou vybrány tři výkaly. Tyto 3 výkaly budou zváženy. Spočítáním aritmetického průměru vznikne výsledná hodnota.

Měření koncentrace NH_3 na pastvě bude provedeno přístrojem Data logger BAUER DL- NH_3 od firmy Bauer Technics, jehož přístroji disponuje každá krajská veterinární stanice v České republice. Pro porovnání přesnosti dat bude použit měřicí přístroj INNOVA 1312 Photoacoustic Multi-gas Monitor firmy INNOVA Air Tech Instruments. Měření objemového průtoku vzduchu bude provedeno vrtulkovým anemometrem TESTO 435 firmy TESTO. Vrtulkový anemometr bude použit pro obě

metody měření. Před měřením ani během měření nebude zasahováno mechanicky ani jiným způsobem do výkalu.

U vybraného stáda skotu bude na výkal instalována speciálně upravená nádoba (měřicí tunel) o rozměrech 600x400x220 mm s otvorem v horní části nádoby. Jedná se o běžně dostupnou přepravku na maso, jenž je speciálně upravena pro tento typ měření. Podložku pod výkalem a pod nádobou je povrch pastvy. Průměr měřicího otvoru je 70 mm. V tomto otvoru je instalován ventilátor s možností nastavení otáček, čímž docílíme konstantního proudění vzduchu. Pohon ventilátoru bude z automobilového akumulátoru o napětí 12 V a kapacitě 70 Ah. Průřez potrubí je 0,109955742 m². Na protilehlé straně je 10 otvorů o průměru 1 cm pro plynulé proudění vzduchu. Rychlost proudění vzduchu bude nastavena na 0,1 m.s⁻¹.

Informace o jednotlivých místech budou získány z internetových stránek Mze pomocí funkcí programu Registr půdy pro farmáře – LPIS v rámci Portálu farmáře Mze, viz tab. č. 10.

Přesná nadmořská výška jednotlivých měření bude získána pomocí funkce „Nadmořská výška“ v rámci programu Registr půdy pro farmáře – LPIS v rámci Portálu farmáře Mze.

Vzorec pro výpočet průřezu u měřicího tunelu:

$$S = \pi \cdot r^2 \quad [m^2] \quad [1]$$

Kde:

S.....průřez [m²]

π.....konstanta [-]

r.....průměr [m]

Vzorec pro výpočet průtoku vzduchu:

$$Q = S \cdot v \quad [m^3 \cdot s] \quad [2]$$

Kde:

Q.....průtok vzduchu [m³·s⁻¹]

S.....průřez [m²]

v.....rychlost proudění vzduchu [m·s⁻¹]

Vzorec pro výpočet emisí:

$$Emise NH_3 = Q \cdot \varphi \quad [mg.m^{-3}.s^{-1}] \quad [3]$$

Kde:

$$Emise NH_3 \quad [mg.m^{-3}.s^{-1}]$$

$$Q \dots \dots \dots \text{průtok vzduchu} \quad [m^3.s^{-1}]$$

$$\varphi \dots \dots \dots \text{objemová koncentrace } NH_3 \quad [mg.m^{-3}]$$

Na otvor v horní části bude instalován nástavec o délce 20 cm a průměru odpovídajícímu otvoru v nádobě. Před nástavec byli nainstalovány měřicí přístroje pro koncentraci amoniaku Data logger BAUER DL-NH3 a vrtulkový anemometr pro měření objemového průtoku vzduchu. Měření bude probíhat po dobu 60 min, interval zápisu dat činil 15 min. Pro kontrolu naměřených dat bude provedeno měření probíhající 24 hodin s intervalem zápisu 15 min.

V případě porovnávacího kontrolního měření obou přístrojů byla instalována navíc jedna měřicí sonda přístroje INNOVA 1312. V případě porovnávacího měření Data logger BAUER DL-NH₃ a INNOVA 1312 bude probíhat měření 45 min a interval zápisu byl zvolen po jedné minutě u obou přístrojů. Pro výpočet koncentrace za rok bude použita konstanta 365,5 dní.

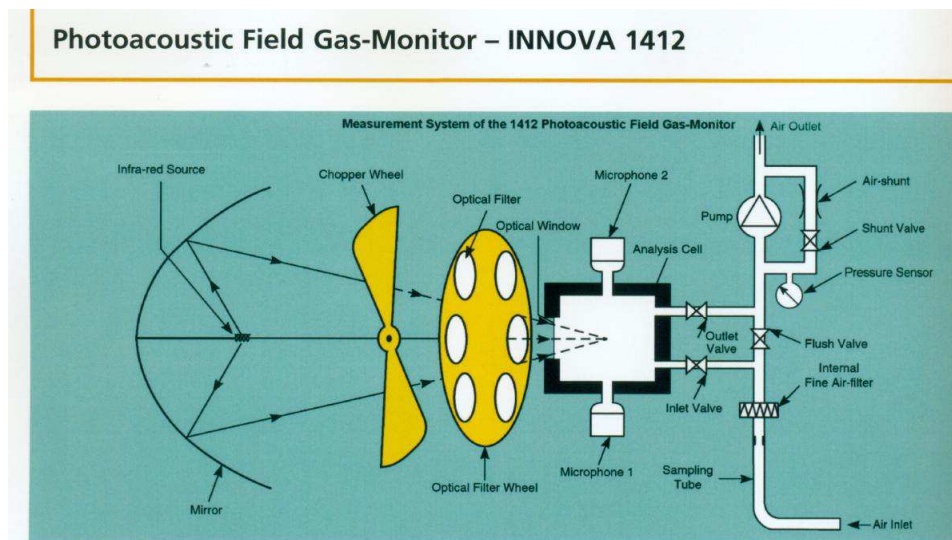
4.1.1 INNOVA 1312 Photoacoustic Multi-gas Monitor

Fotoakustický monitor INNOVA 1312 je vysoce přesný, spolehlivý a stabilní kvantitativní měřič plynů. Principem měření je fotoakustická infračervená detekční metoda. To znamená, že přístroj INNOVA 1312 může měřit v podstatě všechny plyny, které jsou schopny absorbovat infračervené záření.

V karuselu s filtry jsou instalovány příslušné optické filtry (může jich být až 5, plus jeden na vodní páru), a proto může přístroj selektivně měřit až 5 plynů spolu svodní párou v každém vzorku vzduchu. Dále přístroj může kompenzovat interferenci mezi měřenými plyny využívaje k tomu křížovou kompenzaci. Detekční limit přístroje INNOVA 1312 závisí na měřeném plynu, ale vždy se pohybuje v oblasti hodnot 10^{-2} ppm (parts per milion – jednotek v milionu) při 20 °C a tlaku 101 kPa. Tyto jednotky mohou být snadno převedeny na jednotky $mg.m^{-3}$. Veškerá

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 Princip činnosti INNOVA 1412.



(Zdroj: www.innova.dk)

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

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.

Obrázek č. 6 INNOVA 1412 při měření.



(Foto: Sedláček)

Z výdechů zdroje znečišťování je sondou nasáván vzorek a pomocí vzorkovacího potrubí veden do přepínače kanálů (odběrných míst) INNOVA 1309 Multipoint Sampler.

Ten krátkodobě vzorek uchová a po vyslání signálu jej pošle do monitorovacího přístroje INNOVA 1312 Photoacoustic Multi-gas Monitor. Vyhodnocování naměřených dat probíhá v šesti krocích, přičemž krok č. 1 provádí monitorovací přístroj sám (Katalogový list analyzátoru INNOVA).

Přepočet objemové koncentrace na hmotnostní koncentraci znečišťující látky podle vztahu pro vztažné podmínky, kdy vlhkost, teplota a statický tlak odpadního plynu odpovídají běžným provozním parametrům. (Střelcová at. al. 2007)

4.1.2 LOGGER S3120

Měření teploty je možné i s použitím záznamníku teploty a relativní vlhkosti s displejem LOGGER S3120 dodávaného také firmou Comet systém s.r.o. viz obrázek č. 7.

Obrázek č. 7 LOGGER S3120.



(Foto: Sedláček)

Popis přístroje

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

Měřicí rozsah teplot je -30 až +70 °C s přesností $\pm 0,4$ °C a rozlišením 0,1 °C, u relativní vlhkosti 0 až 100% RH s přesností $\pm 2,5$ RH v rozsahu 5 – 95 % při 23 °C a rozlišením 0,1 % RH (Katalogový list loggeru S3120).

4.1.3 Data logger BAUER DL - NH₃

Data logger BAUER DL - NH₃ zaznamenává teplotu suchého teploměru a teplotu mokrého teploměru. Z hodnot obou teploměrů získává údaje o relativní vlhkosti vzduchu. V grafech a tabulkách je teplota suchého teploměru označena (Temp) a teplota mokrého teploměru (Temp_w). Relativní vlhkost vzduchu je dále v grafech a tabulkách označena (RH).

Aktuální teplota se interně přepočítává na teplotu mokrého teploměru. Naměřené hodnoty se průběžně ukládají na vyjímatelnou paměťovou kartu s nastavitelnou periodou záznamu měření.

Obrázek č. 8 Data logger BAUER DL - NH₃.



(Foto: Sedláček)

Měření koncentrace NH₃ je založeno na elektrochemickém principu, koncentrace amoniaku je sledována pomocí kalibrovaného senzoru. Pro měření vlhkosti je použit plně kalibrovaný senzor fungující na základě polymerního citlivého prvku. K měření teploty se využívá polovodičový teplo-citlivý prvek (Katalogový list Data loggeru Bauer DL – NH₃).

Detekční limity, které se udávají v technické specifikaci přístroje INNOVA 1312 a Data logger BAUER DL- NH₃, jsou udávány v jednotkách ppm (parts per million – jednotek v miliónu) při 20 °C a tlaku 101 kPa.

Tyto udávané jednotky mohou být snadno převedeny na jednotky [mg.m⁻³] použitím jednoduchého převodního vztahu:

$$C = \frac{c \cdot M}{22,4} \quad [\text{mg.m}^{-3}] \quad [4]$$

Kde:

C..... je hledaná koncentrace měřeného plynu

c..... je koncentrace měřeného plynu (ppm)

M..... je molární hmotnost plynu

22,4..... je molární objem ideálního plynu při 0 °C a 101 kPa

4.1.4 TESTO 435

Přístroj TESTO 435 měří teplotu, relativní vlhkost, rosný bod, absolutní vlhkost, suchost, entalpii, umí měřit proudění všemi způsoby (v kanálu, na vyústkách nebo odsávacích zařízeních) , objemový průtok, tlak i kvalitu vzduchu.

Oproti předcházejícím přístrojům tedy může měřit i parametry proudícího vzduchu pomocí připojitelných anemometrů. Naměřená data zobrazována na dvouřádkovém LCD displeji a do osobního počítače se mohou přenášet i přes infračervené rozhraní. Měřicí rozsah teplot anemometrů je 0-60 m.s⁻¹ s rozlišením 0,01 m.s⁻¹ objemový průtok 0-99990 m³. h⁻¹ (Katalogový list přístroje Testo 435).

Obrázek č. 9 Testo 435.



(Foto: Sedláček)

4.2 Metodika měření ve stáji

Stáj s ustájením KBTPM, kde proběhne měření koncentrace NH_3 a mikroklimatických faktorů se nachází v osadě Valdov s nadmořskou výškou 384 m.n.m.

Na obrázku č. 10 jsou vyznačeny jednotlivé stáje kde:

A – ustájení KBTPM (místo měření přístrojem INNOVA)

B – ustájení býků na výkrm

C – ustájení jalovic

Obrázek č. 10 Mapa areálu farmy s vyznačenými stájami.



(Zdroj: LPIS)

Celková plocha stáje je $1206,72 \text{ m}^2$, přičemž stáj je rozdělena do 4 boxů. Obsahem každého boxu je útulek pro telata, kam dospělí jedinci nemají přístup pro zmenšený a upravený vstup. Celková plocha jednoho boxu bez útulku pro telata je $72,27 \text{ m}^2$. Rozměry stáje jsou uvedeny v následující tabulce č. 6 a na obrázku č. 12. Během měření měly krávy zamezen přístup do výběhu. Délka a šířka stáje jsou uvedeny včetně rozměrů krmného stolu, jehož zastřešení je součástí stavby.

Tabulka č. 6 Rozměry stáje.

I	Rozměry stáje KBTPM
	[m]
délka	48
šířka	25,14
vnitřní výška	6,57
vnitřní výška výběhu	3,5
šířka boxu	10,38
délka boxu	6

Ve stáji bude instalován měřicí přístroj INNOVA 1213 v prostorech výběhu tak, aby nedošlo ke kontaktu přístroje se zvířaty. Z přístroje bude rozvedeno 6 měřících sond, přičemž 3 sondy budou instalovány uvnitř stáje nad hranu hluboké podestýlky do výšky dýchacího ústrojí skotu. Sondy budou připevněny k zábranám tak, aby nedošlo k nežádoucí manipulaci sondy vlivem zvědavosti a hravosti zvířat. Další 3 sondy budou instalovány do průduchů nacházejících se pod střešní hranou výběhu ve výšce 3,5 m. Do tohoto prostoru rovněž bude instalován anemometr pro měření rychlosti proudění vzduchu. Přístroj pro měření vnější teploty bude instalován na vnější hranu stěny výběhu ve výšce 2 m. Čas krmení nebude upravován, aby nedošlo ke zvýšení stresového faktoru u krav.

Délka měření je stanovena na 24 hodin.

Vzorec pro výpočet průřezu:

$$S = a \cdot b \quad [5]$$

Kde:

S.....průřez [m²]

a.....šířka [m]

b.....výška [m]

Postup výpočtu měrné výrobní emise ve stáji bude obdobný jako výpočet měrné výrobní emise na pastvě. Proto budou pro její výpočet užity vzorce 2, 3.

5. Výsledky a diskuse

Dne 12.10.2012 v 15:00 bylo na pastvinu přehnáno 30 ks skotu. Následující den 13.10. 2012 v 15:00 byl proveden součet výkalů na popsáném pozemku. Každý započatý výkal byl označen vápnem. Následující den 14.10. 2012 v 15:00 byl proveden součet neoznačených výkalů vápnem na popsáném pozemku.

Vážení výkalů bylo provedeno dne 13.10. 2012 v 16:00 na popsáném pozemku.

Pro výpočet vyprodukované emise amoniaku na hmotnost skotu, bylo provedeno vážení skotu při převozu z pastvy do zimoviště na stacionární váze v daném podniku.

Vybrané stádo bylo na pastvě 184 dní. Toto číslo bylo použito pro přepočet měrné výrobní emise během výskytu skotu na pastvě.

Obrázek č. 11 Vážení výkalů na pastvině



(Foto: Sedláček)

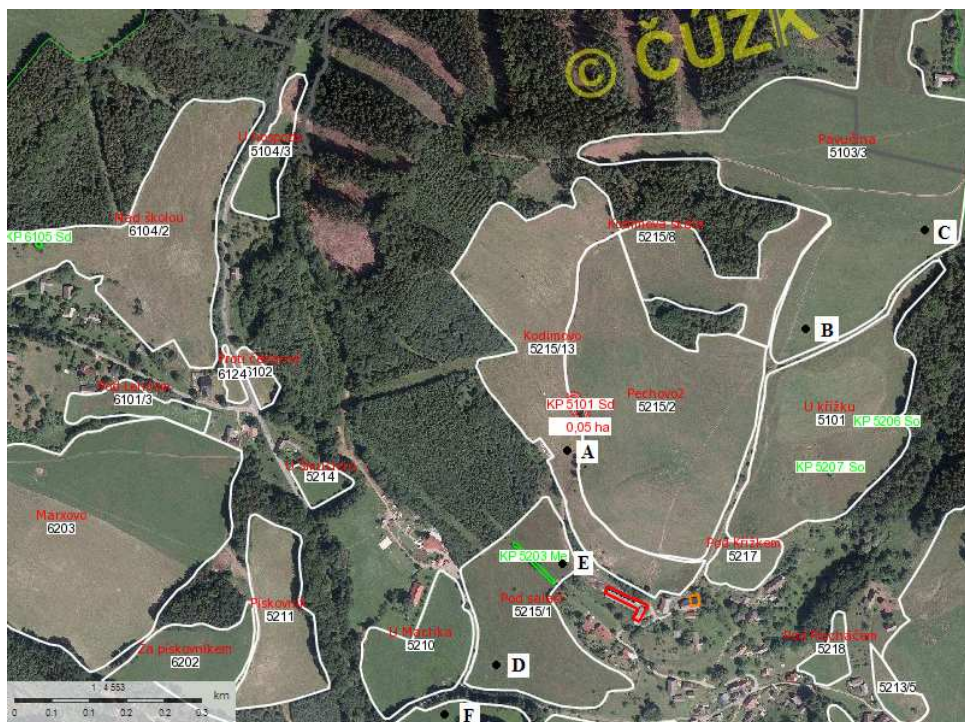
Na obrázku č. 12 jsou černou tečkou vyznačena jednotlivá místa měření.
Vysvětlivky a popis k obrázku č. 12 se nachází v tabulce č. 7.

Tabulka č.7 Údaje o měření na pastvině

Datum měření	číslo měření	Měřicí přístroj	Označení na mapě	Nadmořská výška měření
[den.měsíc.rok]	[-]	[-]	[-]	[m.n.m.]
3.11. 2012	1	BAUER	A	376
4.11. 2012	2	BAUER	B	421
5.11. 2012	3	BAUER	C	436
11.11. 2012	4	BAUER	D	328
15.11. 2012	5	BAUER a INNOVA	E	365

Dne 15.11. 2012 bylo provedeno porovnávací měření na pastvině mezi Data logger BAUER DL - NH₃ a INNOVA 1312 Photoacoustic Multi-gas Monitor. Písmeno (F) vyznačené na obrázku č. 12 označuje místo součtu výkalů a jejich vážení.

Obrázek č. 12 Mapa s vyznačenými měřeními na pastvinách



(Zdroj: LPIS)

Tabulka č. 8 Geografické informace o místu měření

Průměrná nadmořská výška	Průměrná sklonitost	Stávající kultura od
[m]	[°]	
324,39	3,1	11.10.2003

Tabulka č.9 Naměřené hodnoty hmotnosti výkalů a jejich rozměrů u vybraného stáda

Číslo vzorku	Průměr výkalu	Výška výkalu	Hmotnost výkalu
	[mm]	[mm]	[g]
1	270	40	2594
2	260	45	2598
3	290	40	2796

Po přepočítání je aritmetický průměr jednoho tuhého výkalu u vybraného stáda skotu 2 663 g.

Vydělením součtu výkalů za den, množstvím skotu na pastvě, bylo zjištěno, že jedna kráva vyprodukuje 11,18 výkalů za jeden den.

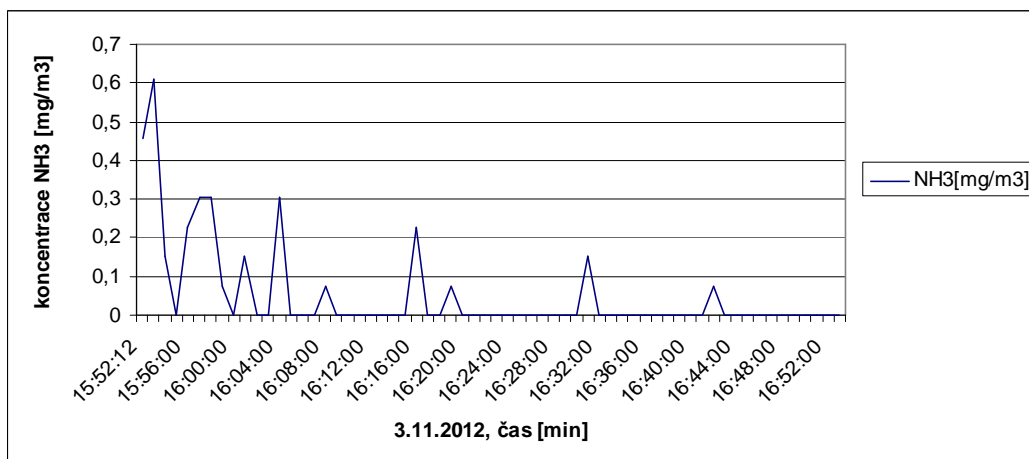
Jeden kus skotu při průměrné hmotnosti 815,5 kg vyprodukuje na pastvě v průměru za den 29 772,5 g tuhého výkalu.

Tabulka č.10 Podrobné informace o jednotlivých místech měření na pastvinách

I	Měření č. 1 BAUER	Měření č. 2 a 3 BAUER	Měření č. 4 a Porovnávací měření BAUER a INNOVA
Čtverec	650-1010	650-1010	650-1010
Zkrácený kód:	5215/13	5103/3	5215/1
Výměra [ha]:	5,13	10,3	3,3
Kultura:	travní porost	travní porost	travní porost
Klasifikace:	stálá pastvina	stálá pastvina	stálá pastvina
Eko:	Konvenční hospodaření	Konvenční hospodaření	Konvenční hospodaření
Způsobilost k 30.6.2003:	způsobilý	způsobilý	způsobilý
Účinný od:	21.3.2013	3.4.2013	21.3.2013
Účinný do:			
územně-ident. info:			
Mapový list:	03-43-14	03-43-14	03-43-14
Mapový čtverec:	650-1010	650-1010	650-1010
Map.list 1:5000:	Jičín 2-6	Jičín 2-5	Jičín 2-6
geografické informace:			
Průměrná nadm.výška [m]:	384,32	424,88	342,38
Průměrná sklonitost [°]:	13,2	8	12,8
Obvod [m]:	1678,03	2086,2	883,26
Vzdálenost od vody [m]:	152,52	164,48	11,13
Orientace na světové strany [%]:			
- Východ:	0	1	0
Severovýchod:	0	8	0
- Sever:	0	55	0
- Severozápad:	0	6	0
- Západ:	14	0	9
- Jihozápad:	63	1	77
- Jih:	23	22	14
- Jihovýchod:	0	5	0
- Rovina:	0	2	0
Stávající kultura od:	11.10.2003	24.04.2006	11.10.2003

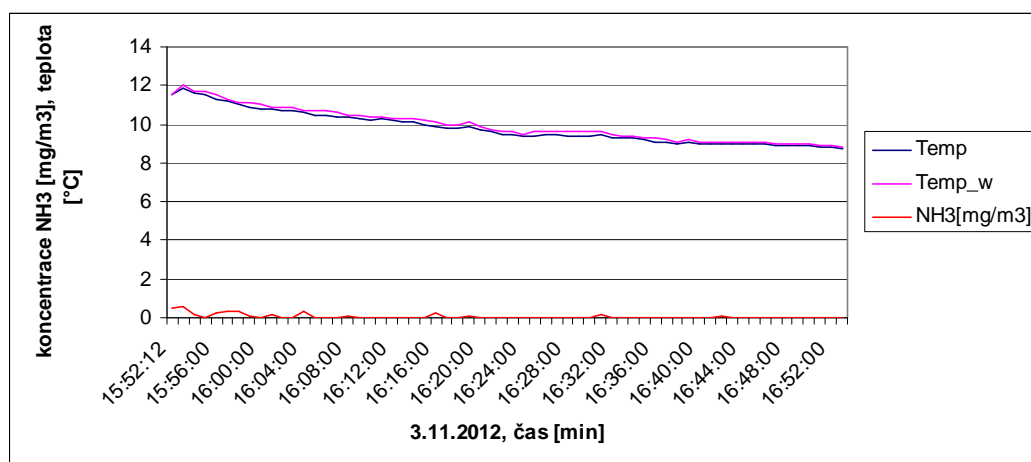
5.1 Měření č. 1 na pastvině

Graf č. 5 Průběh koncentrace NH_3 [$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$] na pastvině č.1 během měření č.1, měřená přístrojem Data logger BAUER DL- NH_3



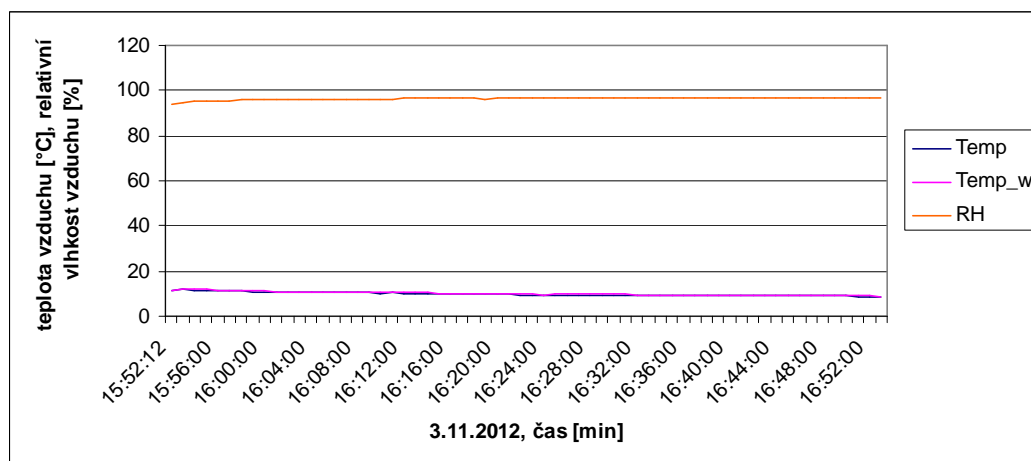
Výkyvy průběhu křivky koncentrace amoniaku jsou způsobeny nestálými povětrnostními podmínkami. Rychlost proudění větru v daný moment ovlivnila řízený průtok vzduchu v tunelu, což mělo za následek, že naakumulovaná koncentrace amoniaku v nádobě unikla ve vyšším množství přes měřicí otvor, před který byl instalován měřicí přístroj BAUER DL- NH_3 , jenž zvýšenou koncentraci zaznamenal. Z grafu č. 5 je také patrné, že hodnoty koncentrace amoniaku jsou nejvyšší, když je výkal čerstvý a s postupujícím časem tyto hodnoty klesají.

Graf č. 6 Průběh koncentrace NH_3 [$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$] na pastvině č.1 během měření č.1 v závislosti na teplotě měřená přístrojem Data logger BAUER DL- NH_3



Na grafu č. 6 je vidět, že s postupujícím časem klesala teplota vzduchu i koncentrace amoniaku. Klesající koncentrace amoniaku však nebyla způsobena tolik klesající teplotou, jako spíše postupujícím časem a vychladnutím čerstvého exkrementu.

Graf č. 7 Mikroklimatické podmínky na pastvině č. 1 v průběhu měření č. 1 měřené přístrojem Data logger BAUER DL- NH_3



Vzhledem k délce měření po jednu hodinu není na grafu č. 7 patrný vyšší výkyv hodnot.

Tabulka č. 8 Hodnoty koncentrace NH_3 [$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$] při měření přístrojem Bauer Data logger v závislosti na klimatických podmínkách

Průměrná koncentrace NH_3 Bauer Data logger	Průměrná teplota suchého teploměru	Průměrná teplota mokrého teploměru	Relativní vlhkost vzduchu
[$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$]	[$^{\circ}\text{C}$]	[$^{\circ}\text{C}$]	[%]
0,051505	9,822581	9,96129	96,34516

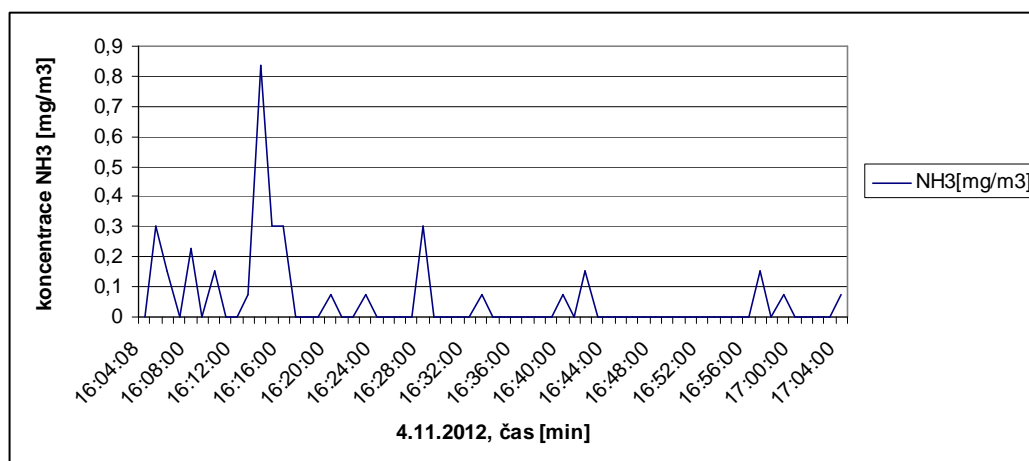
Tabulka č. 9 Měrná výrobní emise NH_3 [$\text{kg}\cdot\text{ks}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$] při měření přístrojem Bauer Data logger

Emise NH_3 Bauer Data logger
[$\text{kg}\cdot\text{ks}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$]
2,557794576

Nižší hodnota měrné výrobní emise je způsobena nižší teplotou v daném ročním období.

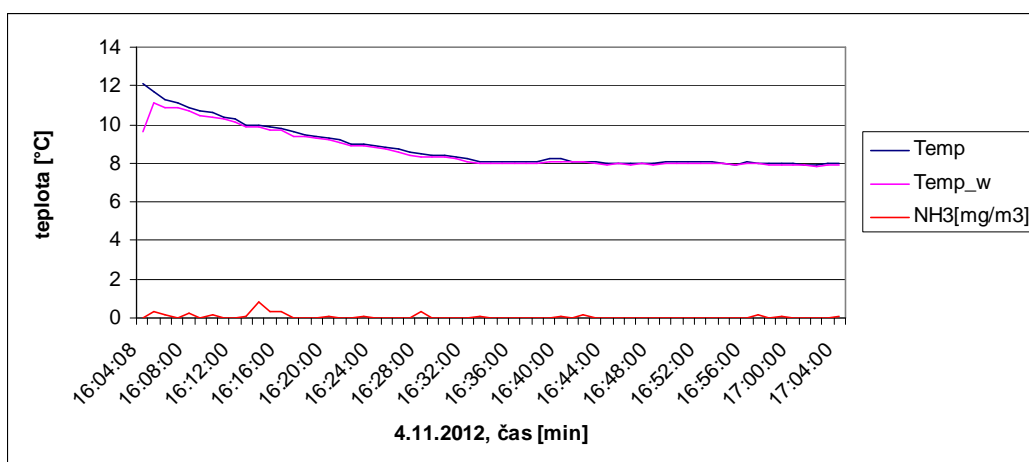
5.2 Měření č. 2 na pastvině

Graf č. 8 Průběh koncentrace NH_3 [$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$] na pastvině měřená přístrojem Data logger BAUER DL- NH_3 +



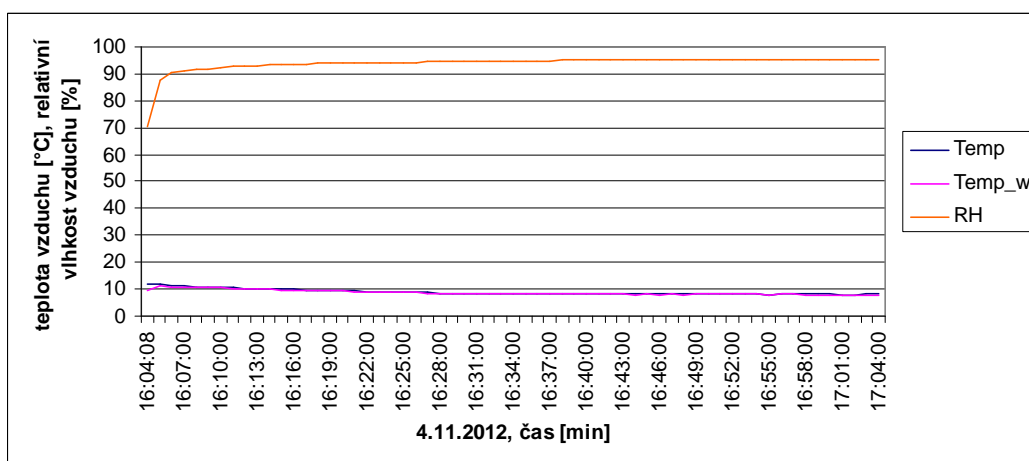
Patrný výkyv křivky koncentrace amoniaku na grafu č. 8 v čase 16:12 až 16:20 je způsoben vyššími povětrnostními vlivy, kdy naakumulovaná koncentrace v nádobě unikla ve značném množství což zaznamenal i měřicí přístroj BAUER DL-NH₃.

Graf č. 9 Průběh koncentrace NH₃ [mg.m⁻³] na pastvině v závislosti na teplotě měřená přístrojem Data logger BAUER DL- NH₃



Klesající křivka teploty na grafu č. 9 byla způsobena přibývajícím oblačností, která snížila intenzitu slunečního záření.

Graf č. 10 Mikroklimatické podmínky v průběhu měření č. 1 měřené přístrojem Data logger BAUER DL- NH₃



Tabulka č. 10 Hodnoty koncentrace NH_3 [$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$] při měření přístrojem Bauer Data logger v závislosti na klimatických podmínkách

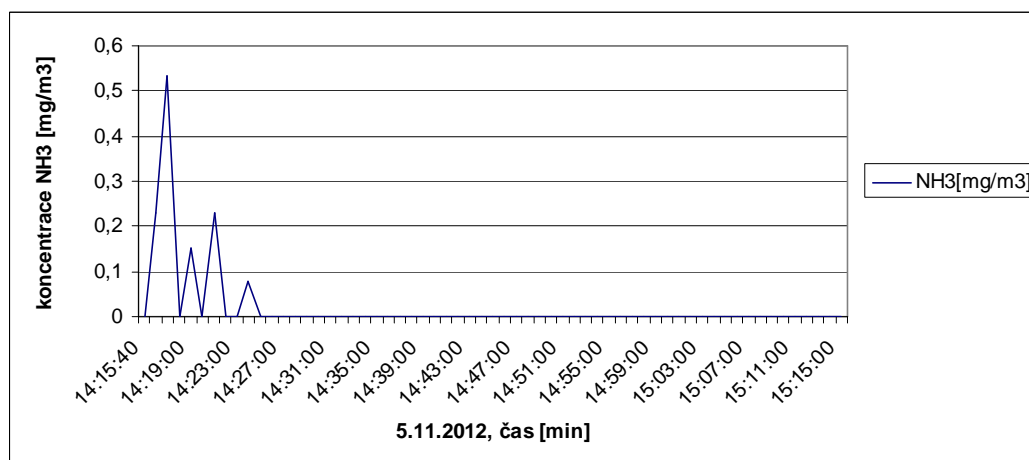
Průměrná koncentrace NH_3 Bauer Data logger	Průměrná teplota suchého teploměru	Průměrná teplota mokrého teploměru	Průměrná relativní vlhkost vzduchu
[$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$]	[$^{\circ}\text{C}$]	[$^{\circ}\text{C}$]	[%]
0,05583545	8,78593	8,635938	93,925

Tabulka č. 11 Měrná výrobní emise NH_3 [$\text{kg}\cdot\text{ks}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$] při měření přístrojem Bauer Data logger

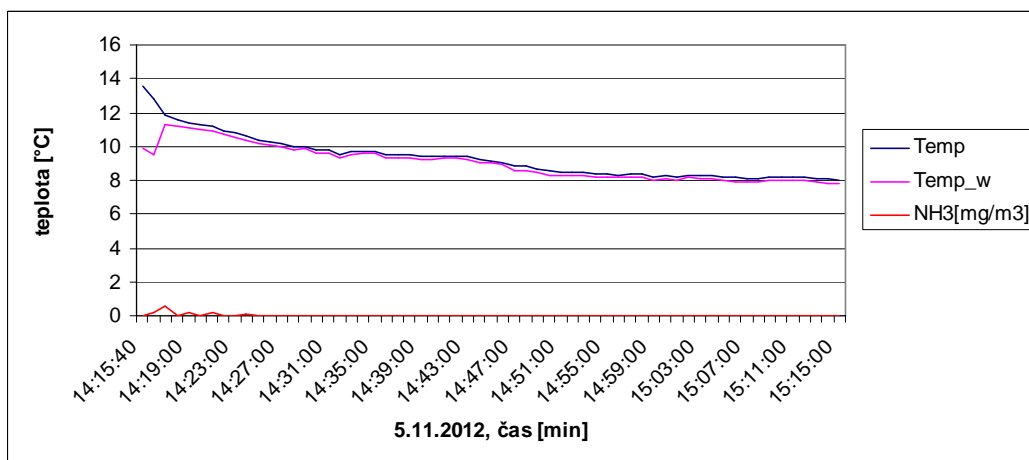
Emise NH_3 Bauer Data logger
[$\text{kg}\cdot\text{ks}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$]
2,772849455

5.3 Měření č. 3 na pastvině

Graf č. 11 Průběh koncentrace NH_3 [$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$] na pastvině měřená přístrojem Data logger BAUER DL- NH_3

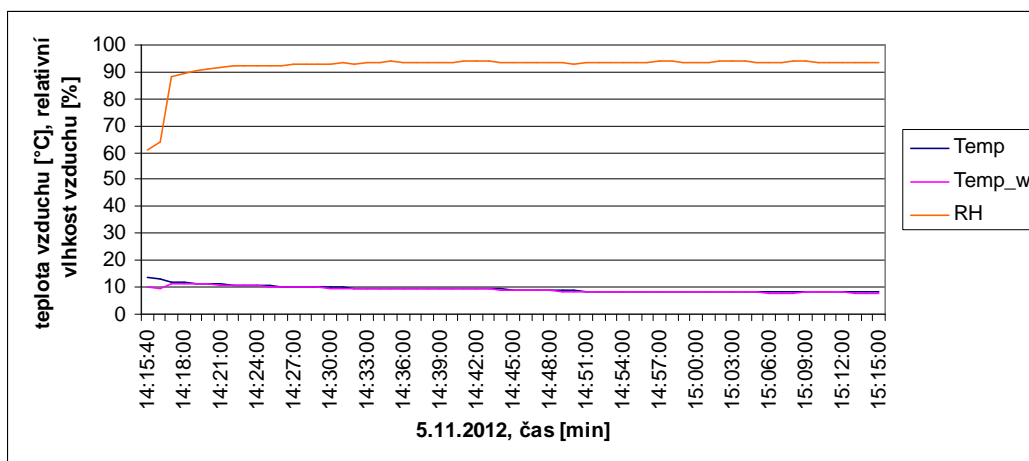


Graf č. 12 Průběh koncentrace NH_3 [$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$] na pastvině v závislosti na teplotě měřená přístrojem Data logger BAUER DL- NH_3



Nízké hodnoty teploty vzduchu ovlivnily teplotu výkalu, což mělo za následek rychle klesající hodnoty koncentrace amoniaku na grafu č. 12.

Graf č. 13 Mikroklimatické podmínky v průběhu měření č. 1 měřené přístrojem Data logger BAUER DL- NH_3



Tabulka č. 12 Hodnoty koncentrace NH_3 [$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$] při měření přístrojem Bauer Data logger v závislosti na klimatických podmínkách

Průměrná koncentrace NH_3 Bauer Data logger	Průměrná teplota suchého teploměru	Průměrná teplota mokrého teploměru	Průměrná relativní vlhkost vzduchu
[$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$]	[$^{\circ}\text{C}$]	[$^{\circ}\text{C}$]	[%]
0,019008	9,273438	8,964063	92,19531

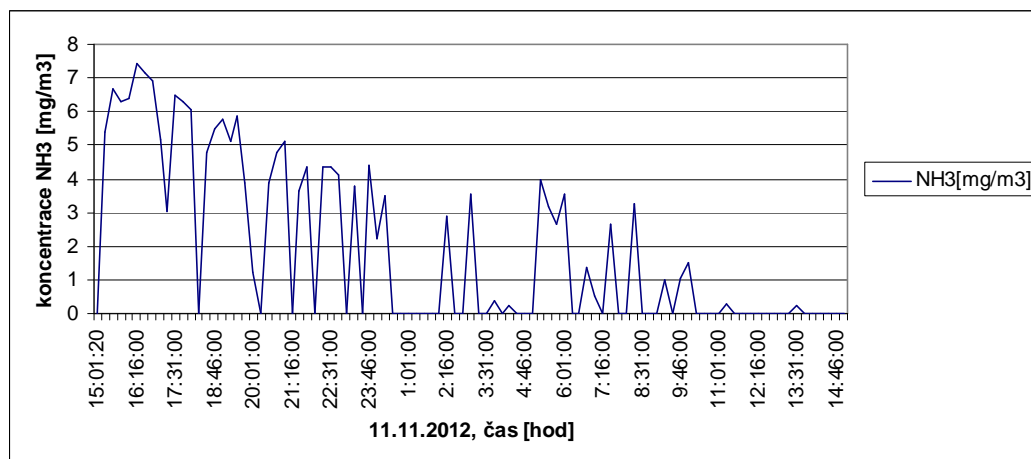
Tabulka č. 13 Měrná výrobní emise NH_3 [$\text{kg}\cdot\text{ks}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$] při měření přístrojem Bauer Data logger

Emise NH_3 Bauer Data logger
[$\text{kg}\cdot\text{ks}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$]
0,943958048

Nízká hodnota měrné výrobní emise je ovlivněna rychlým vychladnutím výkalu, což mělo za následek minimální koncentraci amoniaku v dalším průběhu měření. Nulové hodnoty koncentrace amoniaku byly započítány do průměrné koncentrace amoniaku z které se vycházelo pro výpočet měrné výrobní emise.

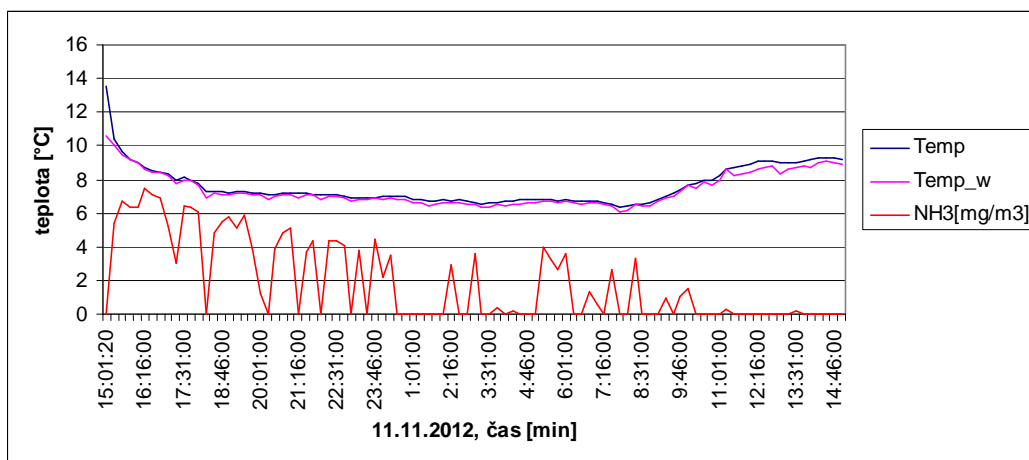
5.4 Měření č. 4 na pastvině

Graf č. 14 Průběh koncentrace NH_3 [$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$] na pastvině měřená přístrojem Data logger BAUER DL- NH_3



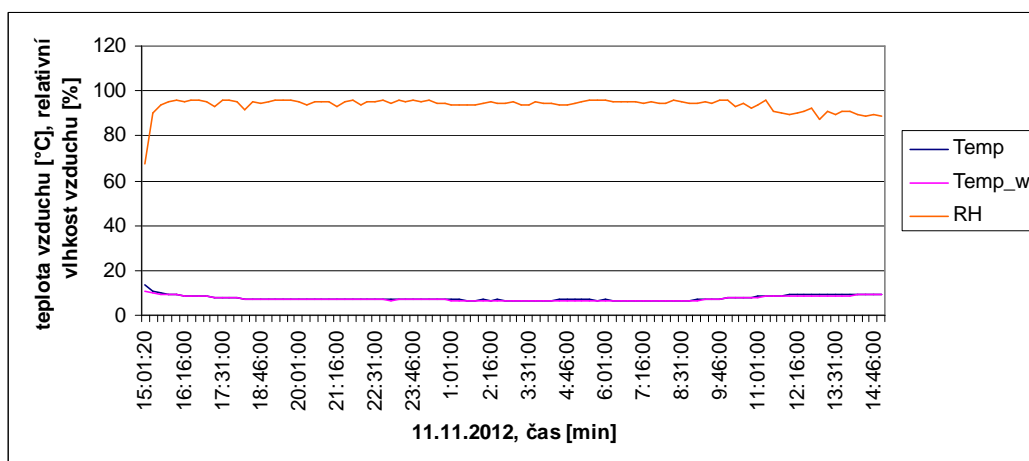
Přestože dle předchozích výsledků uvedených v grafech č. 5, 8, 11, kdy probíhalo měření po dobu 60 minut, je patrné, že koncentrace amoniaku za daných klimatických podmínek silně klesá a po hodině není téměř změřitelná. Ovšem pokusné měření po dobu 24 hodin tuto teorii vyvrací. Na grafu č. x byla naměřena poměrně vysoká koncentrace oproti předchozím měřením v časovém úseku 24 hodin. Hlavním důvodem proč tato koncentrace vykazuje vysoké hodnoty po dlouhý časový úsek je, že ve dne dopadalo na nádobu přímé intenzivní sluneční záření pod kterou se nacházel výkalový koláč. Docházelo tak ke zvýšení teploty v objemu nádoby a zároveň ke zvýšení koncentrace amoniaku. Nejvyšší výkyvy záznamu koncentrace amoniaku probíhaly v nočních hodinách, kdy došlo k poklesu teploty. Dalším důvodem vyšší koncentrace amoniaku byl objem a hmotnost výkalového koláče, která dosahovala nadprůměrných parametrů.

Graf č. 15 Průběh koncentrace NH_3 [$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$] na pastvině v závislosti na teplotě měřená přístrojem Data logger BAUER DL- NH_3



Přestože podle grafu č. 15 vykazuje teplota vzduchu nízké hodnoty, sluneční záření v době měření bylo poměrně intenzivní a ovlivnilo teplotu pod měřicí nádobou.

Graf č. 16 Mikroklimatické podmínky v průběhu měření č. 1 měřené přístrojem Data logger BAUER DL- NH_3



Tabulka č. 14 Hodnoty koncentrace NH_3 [$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$] při měření přístrojem Bauer Data logger v závislosti na klimatických podmínkách

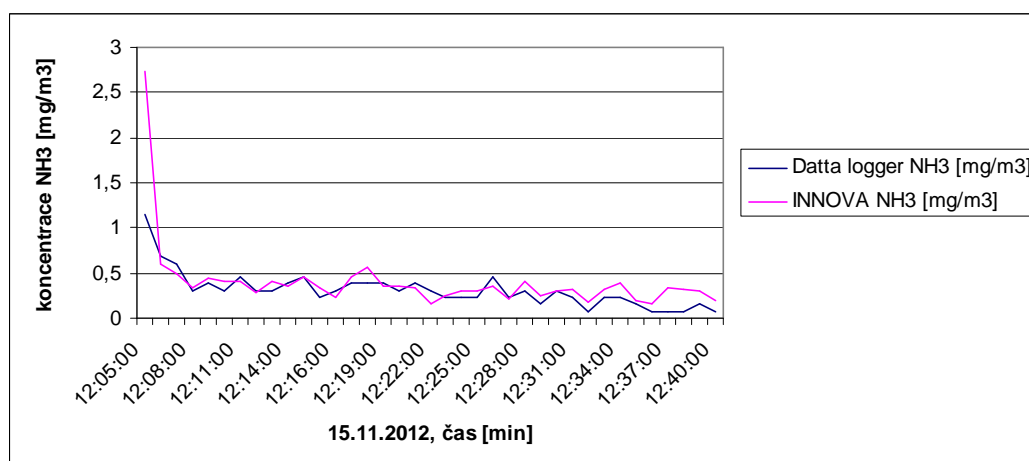
Průměrná koncentrace NH_3 Bauer Data logger	Průměrná teplota suchého teploměru	Průměrná teplota mokrého teploměru	Průměrná relativní vlhkost vzduchu
[$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$]	[$^{\circ}\text{C}$]	[$^{\circ}\text{C}$]	[%]
1,920377	7,586598	7,372165	93,74742

Tabulka č. 17 Měrná výrobní emise NH_3 [$\text{kg}\cdot\text{ks}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$] při měření přístrojem Bauer Data logger

Emise NH_3 Bauer Data logger
[$\text{kg}\cdot\text{ks}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$]
95,55928099

5.5 Porovnávací měření na pastvině

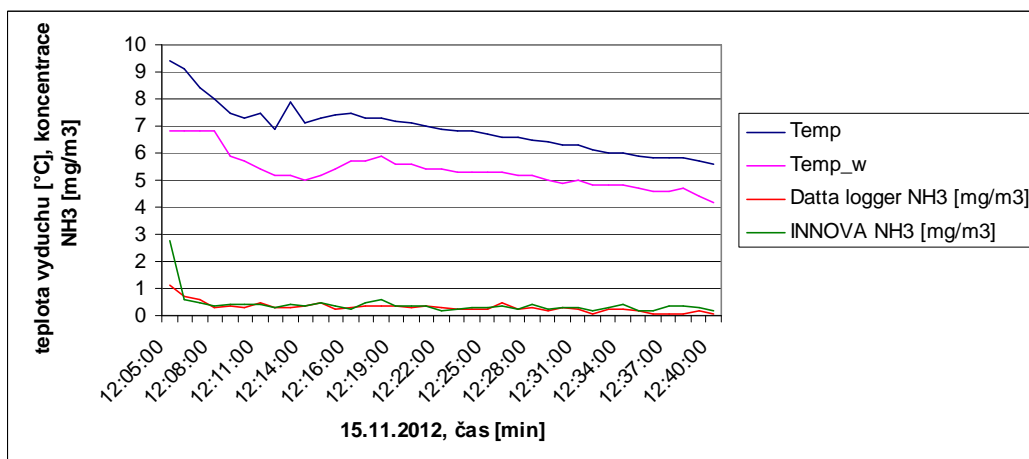
Graf č. 17 Průběh koncentrace [$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$] při porovnávacím měření na pastvině přístroji INNOVA 1213 a Data logger BAUER DL- NH_3



V případě porovnávacího měření docházelo k minimálním výkyvům naměřených hodnot díky vhodně zvolenému místu měření, kde byl přístroj chráněn

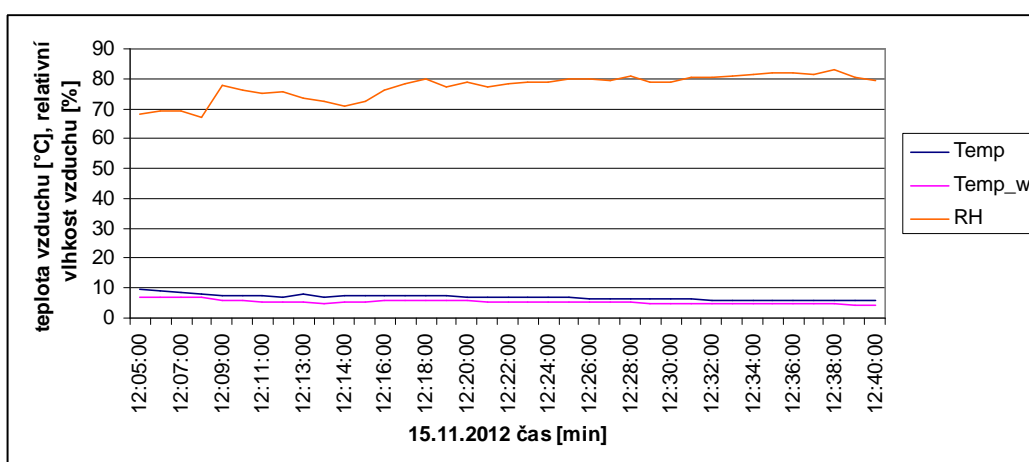
liniovými prvky v krajině ze tří světových stran a minimalizovali se tím povětrnostní vlivy. Procentuální odchylka mezi měřícími přístroji činí 22,2 %.

Graf č. 18 Průběh koncentrace NH_3 [$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$] při porovnávacím měření na pastvině měřené přístroji INNOVA 1213 a Data logger BAUER DL- NH_3 v závislosti na teplotě vzduchu



Rozdílné křivky teploty mezi tzv. suchou a mokrou teplotou vzduchu jsou v čase 12:05 až 12:12 odchýleny téměř o 2 °C.

Graf č. 19 Mikroklimatické podmínky v průběhu porovnávacího měření měřené přístrojem Data logger BAUER DL- NH_3



Tabulka č. 18 Hodnoty koncentrace NH_3 [$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$] při měření přístroji Bauer Data logger a INNOVA 1312 v závislosti na klimatických podmínkách (porovnání přístrojů)

Průměrná koncentrace NH_3 Bauer Data logger	Průměrná koncentrace NH_3 INNOVA 1312	Průměrná teplota suchého teploměru	Průměrná teplota mokrého teploměru	Relativní vlhkost vzduchu
[$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$]	[$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$]	[$^{\circ}\text{C}$]	[$^{\circ}\text{C}$]	[%]
0,31029	0,399017	6,913514	5,340541	77,31081

Tabulka č. 19 Měrná výrobní emise NH_3 [$\text{kg}\cdot\text{ks}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$] při měření přístroji Bauer Data logger a INNOVA 1312 (porovnání přístrojů)

Emise NH_3 Bauer Data logger	Emise NH_3 INNOVA 1312
[$\text{kg}\cdot\text{ks}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$]	[$\text{kg}\cdot\text{ks}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$]
15,40934238	19,81562158

5.6 Výsledky měření ve stáji

V době měření se ve stáji nacházelo 65 ks skotu o průměrné hmotnosti 815,5 kg nacházející se v šestém měsíci březosti.

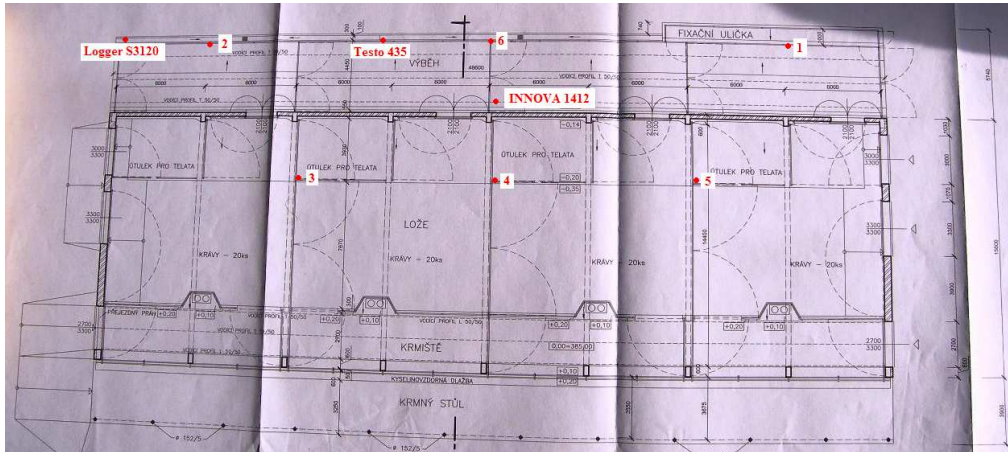
Interval zápisu dat měření rychlosti průtoku vzduchu byl nastaven na 5 min.

Interval zápisu dat měření vnitřní teploty a relativní vlhkosti vzduchu ve stáji byl nastaven na 1 hod.

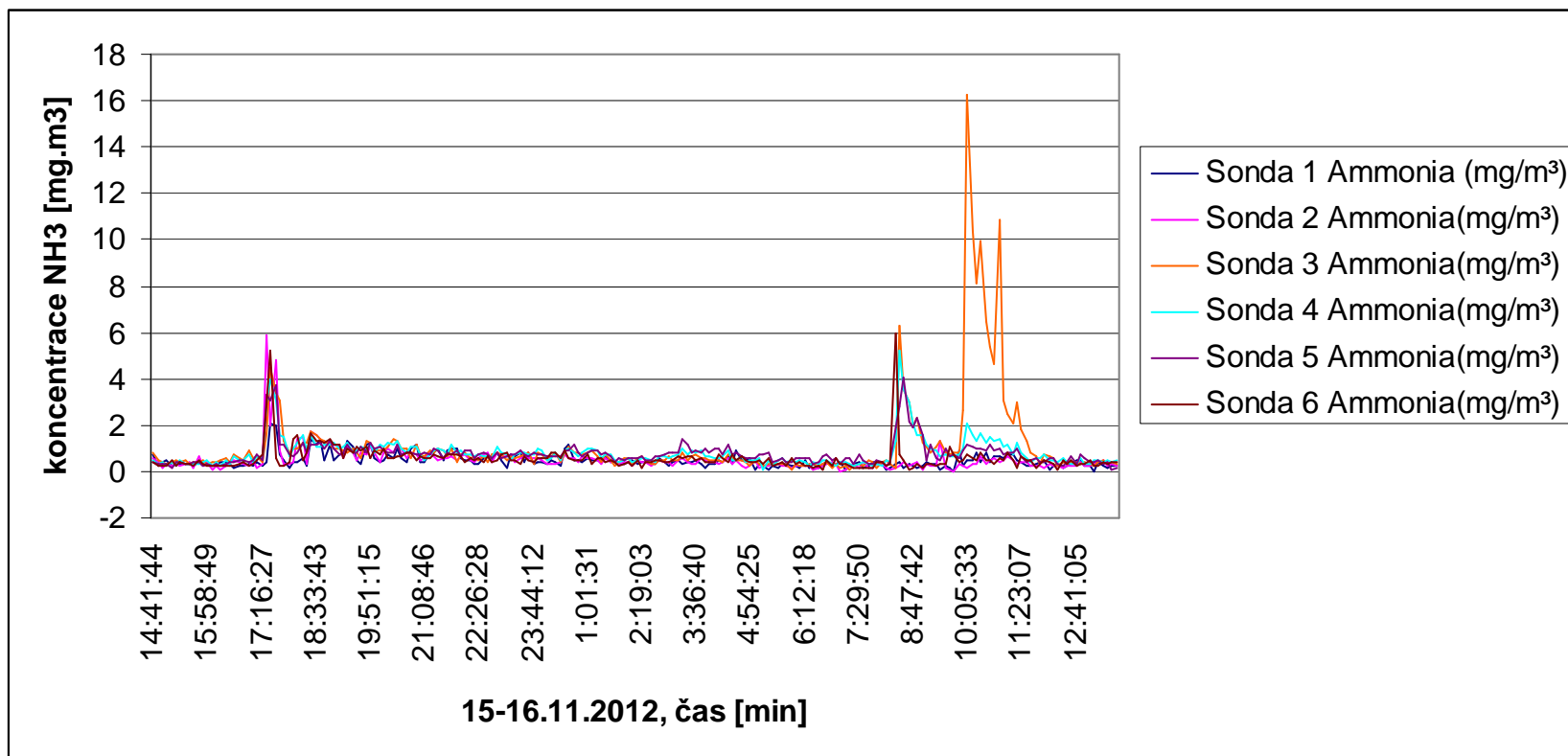
Interval zápisu dat měření vnější teploty a relativní vlhkosti vzduchu mimo stáj byl nastaven na 1 min. Krávy byly přivezeny z pastvy a ustájeny dne 31.10.2012. Krávy, tak v době měření byly plně aklimatizovány na nové prostředí, byl minimalizován stresový faktor a faktor změny stravy ze zelené píce na senážní píci. Sondy 1,2,6 byly umístěny v průduších na boční stěně výběhu. Průduchy se nachází pod vazbou střešní konstrukce. Na boční stěně výběhu je 48 průduchů o rozměrech 0,88 x 0,3 m.

Plocha jednoho průduchu činní $0,264 \text{ m}^2$. Celková plocha všech 48 průduchů je $12,672 \text{ m}^2$. Při průměrné rychlosti proudění $0,402181818 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, byl průtok vzduchu $5,096 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Obrázek č.12 Schéma rozmístění sběrných sond měřícího přístroje INNOVA 1412 Photacoustic Multi-gas Monitor



Graf č. 20 Koncentrace amoniaku za 24 hod. ve stáji měřená přístrojem INNOVA 1412



Nejvyšší výkyv křivky koncentrace NH_3 u sondy č. 3 na grafu č. 20 dne 16.11.2012 v čase 10:05 až 11:30 byl způsoben nežádoucí manipulací a pádem na hranu hluboké podestýlky. Jeden kus skotu vlivem své zvědavosti a hravosti uvolnil upevněnou sondu. Obsluha následně sondu opětovně připevnila do původní polohy. Další výrazný výkyv křivky koncentrace amoniaku v čase 17:16 až 18:00 je způsoben minimálním prouděním vzduchu ve stáji. V tomto čase anemometr zaznamenal většinově nulové proudění vzduchu, tudíž se koncentrace akumulovala ve stáji. Zároveň v tomto čase byl krmivář manuálně přihrnout krmivo na krmné chodbě, tak aby bylo lépe přístupné pro všechny ustájené krávy. Zvýšený pohyb ve stáji, stimuloval to, že odpočívající krávy začaly vstávat, což vždy evokuje ve zvířatech vykonání potřeby uvolnění exkrementu. Následný zvýšený pohyb a rozmělnění tuhých výkalů smíchaných s podestýlkou pak způsobuje vyšší uvolňování amoniaku. Tato popsaná aktivita má za následek i zvýšení koncentrace v čase 8:00 až 10:00, kdy proběhlo v 8:00 krmení a opět zvýšený pohyb ve stáji způsobil odchylku křivky koncentrace amoniaku.

Tabulka č. 20 Průměrná koncentrace NH_3 ve stáji měřená přístrojem INNOVA 1412, u jednotlivých sběrných sond.

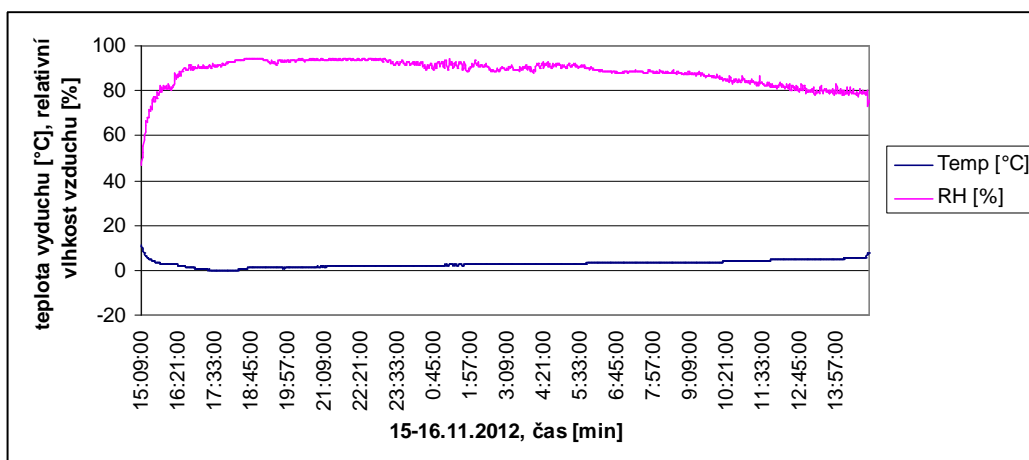
Průměrná koncentrace NH_3 ve stáji měřená přístrojem INNOVA 1412					
[$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$]					
sonda č. 1	sonda č. 2	sonda č. 3	sonda č. 4	sonda č. 5	sonda č. 6
0,4656371	0,5079801	1,1039431	0,8043371	0,776085	0,5632597

Celkový průměr koncentrace ve stáji ze všech šesti sond byl $0,7035403 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$.

Dle hodnot průměrné koncentrace uvedené v tabulce č. 20 je patrné, že vnější sondy (sondy č. 1, 2, 6), umístěné pod hranou střešní krytiny v průduších, mají nižší hodnoty než sondy, které byly umístěny uvnitř (sondy č. 3, 4, 5) stáje dle obrázku č. 12.

Průměrná rychlost proudění vzduchu ve stáji, měřená v průduchu anemometrem, činila $0,402181818 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Graf č. 21 Mikroklimatické podmínky v měřených průduších (vnější)

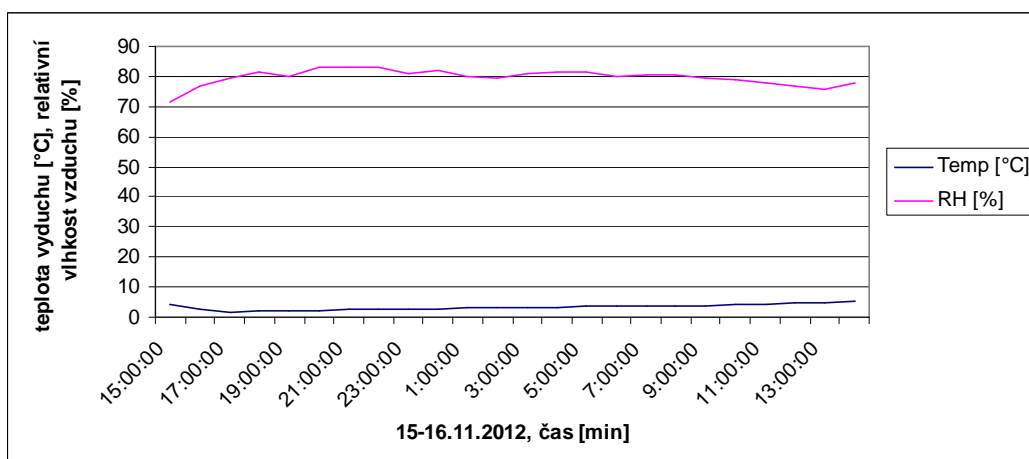


V tabulce č. 21 jsou uvedené zprůměřňované hodnoty jeř jsou v grafu č. 21 v podobě křivek teploty vzduchu a relativní vlhkosti vzduchu. Na grafu č. 21 je patřné, že se stoupající teplotou se sniřžovala relativní vlhkost vzduchu.

Tabulka č. 21 Průměřné mikroklimatické podmínky během měření ve stáji (vnější)

Průměřná teplota	Průměřná relativní vlhkost vzduchu
[°C]	[%]
3,366667	79,6708

Graf č. 22 Mikroklimatické podmínky v měřené ve stáji (vnitřní)



V tabulce č. 22 jsou uvedené zprůměrované hodnoty jež jsou v grafu č. 22 v podobě křivek teploty vzduchu a relativní vlhkosti vzduchu.

Tabulka č. 22 Průměrné mikroklimatické podmínky během měření ve stáji (vnitřní)

Průměrná teplota	Průměrná relativní vlhkost vzduchu
[°C]	[%]
2,8072	88,306699

Tabulka č. 23 Měrná výrobní emise NH₃ [kg.stáj⁻¹.rok⁻¹] při měření ve stáji měřené přístrojem INNOVA 1312 (stáj = 65 ks skotu)

Emise NH ₃ INNOVA 1412					
[kg.stáj ⁻¹ .rok ⁻¹]					
sonda č.1	sonda č.2	sonda č.3	sonda č.4	sonda č.5	sonda č.6
74,9338674	81,7480257	177,654917	129,440033	124,893491	90,9765536

Celková průměrná výrobní emise všech šesti sond je 113,2744816 kg.stáj⁻¹.rok⁻¹. Při přepočtu z 65 ustájených dospělých jedinců skotu na 1 ks skotu je průměrná měrná výrobní emise 1,742684332 kg.ks⁻¹.rok⁻¹.

Tabulka č. 24 Měrná výrobní emise NH₃ [kg.ks⁻¹.rok⁻¹] při měření ve stáji měřené přístrojem INNOVA 1312

Emise NH ₃ INNOVA 1412					
[kg.ks ⁻¹ .rok ⁻¹]					
sonda č.1	sonda č.2	sonda č.3	sonda č.4	sonda č.5	sonda č.6
1,15282873	1,257661935	2,733152578	1,991385135	1,921438329	1,399639286

6. Diskuse a závěr

Vzhledem k přehlednosti uvedených výsledků byla značná část diskuze uvedena přímo ve výsledcích tak, aby se mohla odkazovat na výsledné grafy a tabulky.

Z chovu skotu, jako jednoho z největších znečišťovatelů zátěžovými plyny, není v důsledku poměrně složitého měření koncentrací plynů problematika uplatnění snižujících technologií plně vyřešena. Proto je nutné se touto problematikou, zvláště u chovu skotu bez tržní produkce mléka, zabývat.

Farma Radomíra Sedláčka od začátku roku 2013 využívá ve stáji přípravek PRP FIX, jehož účinek je popsán na str. 40. Hlavním důvodem pro užívání tohoto přípravku však není snížení koncentrace amoniaku, ale vyšší čistota zvířat díky schopnosti přípravku regulovat fermentační proces ve statkových hnojivech včetně hluboké podestýlky. Tento přípravek v době měření koncentrace amoniaku ve stáji nebyl užíván.

Dle výzkumu, Uvolňování plynů u dojnic na pastvě od Dolejše et al. (2007), bylo od každé krávy uvolněno za pastevní období (170 dní), 6,3 kg NH₃. V porovnání s Dolejšem et al., (2007), vykazuje měření č.1 hodnotu měrné výrobní emise 1,2876 kg NH₃ za pastevní období (184 dní), což činí o 79,56 % nižší hodnotu. Emise za pastevní období dle měření č. 2 jsou 1,3959 kg NH₃. V porovnání s Dolejšem et al. (2007), je hodnota nižší o 77,84 %. Emise za pastevní období dle měření č. 3 jsou 0,04752 kg NH₃. V porovnání s Dolejšem et al. (2007), je hodnota nižší o 92,46 %. Měření č. 4 vykazuje měrnou výrobní emisi za pastevní období 48,01 kg NH₃, což v porovnání s Dolejšem et al. (2007), je téměř 8 násobná hodnota. Ve výzkumu Uvolňování plynů u dojnic na pastvě od Dolejš et al. (2007), byly prováděny fyzikální zásahy do výkalu, které modelovaly zásahy běžných podmínek na pastvě, jako jsou dešťové srážky, mechanické poškození nohou dojnice a úprava pastviny. Tyto fyzikální zásahy mohly mít za následek vyšší hodnotu měrné emise za pastevní období oproti uváděným výsledkům z měření č. 1, 2, a 3. Značně vysoká hodnota měrné výrobní emise při měření č. 4 poukazuje na vysokou odchylku měřícího přístroje BAUER DL - NH₃. Přesto měrná výrobní emise 713,8845 NH₃ mg.ks⁻¹.den⁻¹ vypočítaná z měření č. 4 je jen o 4,37 % vyšší než hodnota měrné výrobní emise naměřená během prvního týdne výzkumného měření dle Dolejše et al. (2007), která činila 684 mg.ks⁻¹.den⁻¹. Zatímco hodnoty z měření č. 1 (19,1466 mg.ks⁻¹.den⁻¹) a č. 2 (20,7563 mg.ks⁻¹.den⁻¹) odpovídají až 5. týdnu měření

dle Dolejše et al. (2007), kde byla v 5. týdnu měření hodnota měrné výrobní emise NH_3 $18,7 \text{ mg.ks}^{-1}.\text{den}^{-1}$. Vykázané nižší hodnoty měrné výrobní emise na pastvě ve výsledcích oproti Dolejšovi et al. (2007), mohly být také způsobeny tím, že měřicí sonda přístroje byla instalována těsně před potrubí vedoucí ze speciálně upravené nádoby. Pokud by byl měřicí přístroj BAUER DL- NH_3 umístěn uvnitř nádoby, nedocházelo by k vysokému ovlivnění proudění vzduchu vlivem povětrnostních podmínek a křivka koncentrace na grafech č. 5, 8, 11, a 14 by byla konstantně klesající, přičemž hodnoty koncentrace amoniaku by byly pravděpodobně vyšší. V případě výzkumu Dolejš et al. (2007) byli použity pro měření koncentrace amoniaku přístroje Aseko a Babuc/M využívajících principu elektrochemických čidel, což je v porovnání s přístrojem BAUER DL- NH_3 totožný princip měření. Přesto vlivem rozdílných výrobců mohlo dojít k udávaným rozdílů mezi vykázanými výsledky a výsledky Dolejš et al. (2007).

Celkový průměr koncentrace amoniaku z měření na pastvě je $0,5123 \text{ mg.m}^{-3}$. Celkový průměr měrné výrobní emise z měření na pastvě je $25,458 \text{ kg.ks}^{-1}.\text{rok}^{-1}$.

Výkyvy křivky koncentrace NH_3 [mg.m^{-3}] měřené přístrojem Data logger BAUER DL- NH_3 na grafech č. 5, 8, 11, 14 jsou způsobeny nestálými klimatickými podmínkami a proměnnou rychlostí proudění vzduchu, které ovlivňovaly sondu anemometru i sondu přístroje BAUER DL- NH_3 pro měření koncentrace amoniaku.

Procentuální rozdíl v porovnávacím měření v naměřených hodnotách mezi fotoakustickou infračervenou detekční metodou přístroje INNOVA 1312 Photoacoustic Multi-gas Monitor a elektrochemickým principem přístroje BAUER DL- NH_3 je 22,2 % (viz Tabulka č.18 a 19). Rozdíl v přesnosti měřidel je dán hlavně rozdílnou konstrukcí a principy měření obou použitých přístrojů. Přístroj BAUER DL- NH_3 je vhodný pro tato měření díky své mobilitě a možnosti snadné práce v terénu, na druhou stranu přístroj INNOVA 1312 je výrazně přesnější, ale několikanásobně dražší. V porovnávacím měření podle BAUER DL- NH_3 vychází, že jeden kus skotu vyprodukuje za jeden den $7,822262 \text{ mg.m}^{-3}$. Porovnávacím měřením podle INNOVA 1312 vychází, že jeden kus skotu vyprodukuje za jeden den $9,97558 \text{ mg.m}^{-3}$. V porovnání s výzkumem Dolejš et al. (2007) vykazuje BAUER DL- NH_3 odchylku 19,46 %. V porovnání s výzkumem Dolejš et al. (2007) vykazuje BAUER DL- NH_3 odchylku 36,8 %.

Celkový průměr koncentrace ve stáji ze všech šesti sond byl $0,7035403 \text{ mg.m}^{-3}$. V bakalářské práci Kašík, (2012) uvádí, že celková průměrná koncentrace

amoniaku byla $1,14 \text{ mg.m}^{-3}$, což činní rozdíl 38 %. Největší podíl na nižších hodnotách naměřených a udávaných v této práci je, že jižní strana stáje byla v místě krmiště otevřená, což mělo za následek značný únik amoniaku do ovzduší. Měřicí sondy se nacházely na severní straně stáje a tak tento únik nemohl být zaznamenán. Celková průměrná výrobní emise všech šesti sond je $113,2744816 \text{ kg.stáj}^{-1}.\text{rok}^{-1}$. Při přepočtu z 65 ustájených dospělých jedinců skotu na 1 ks skotu je průměrná měrná výrobní emise $1,742684332 \text{ kg.ks}^{-1}.\text{rok}^{-1}$.

Vysoká hmotnost skotu je ovlivněna šestým měsícem březosti krav u vybraného stáda. Nižší hodnoty koncentrace jsou způsobeny nízkou teplotou vzduchu při měření. Metoda měření NH_3 provedená na pastvině přístrojem BAUER DL- NH_3 , je svou nenáročností na obsluhu, vhodná pro použití dalších měření.

Vzhledem k pastevnímu odchovu není možné využít preparátů snižující produkci amoniaku přijímaných skotem v krmivu, či plošně na pastvě používat preparáty využívajících fermentačních procesů ve výkalech. Pro farmu Radomíra Sedláčka a další farmy s chovem skotu bez tržní produkce mléka na pastvě by bylo nejvhodnější využít přípravků pro snížení emisí amoniaku, které by byli pravidelně vmíchány do napájecích vozů. Příkladem takového přípravku je Amalgerol classic od firmy Amalgerol s.r.o. nebo ACTIFOR PRO od firmy DELACON GmbH. Amalgerol je detailně popsán na str. 41. Tyto přípravky by mohly být kontinuálně vmíchávány i do napájecího systému ve stáji během zimního ustájení. Při využití přípravku Amalgerol classic výrobce deklaruje snížení emisí amoniaku až o 40 %. V kombinaci s fermentačním přípravkem, jako je např. PRP FIX by mohlo být během ustájení dosaženo až 70 % snížení produkce emisí amoniaku.

Měření byla provedena přístroji z VÚZT v.v.i Praha a BAT centra JU v rámci diplomové práce s názvem: Možnosti snižování emisí amoniaku z chovu skotu bez tržní produkce mléka.

7. Literární zdroje

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

ANOYMUS. (2007): *Cenia.cz* [online]. [cit. 2012-03-21]. BAT technologie. Dostupné z WWW: < [http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/\\$pid/MZPMSFGRI2L4](http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/$pid/MZPMSFGRI2L4)>

ANONYMUS. (2012): *Amalgerol* [online]. [cit. 2013-04-10]. Amalgerol. Dostupné z: <http://www.amalgerol.cz/skot/>

BATTYE, R., BATTYE, W., OVERCASH, C., FUDGE., S. (1994): *Development and Selection of Ammonia Emission Factors*. In: EPA/600/R-94/190. Final report prepared for United States Environmental Protection Agency, Office of Research and Development. USEPA Contract No. 68-D3-0034, Work Assignment 0-3.

BRANIŠ, M., HŮNOVÁ, I., (2011): *Atmosféra a klima: Aktuální otázky ochrany ovzduší*. UK Praha: Karolinum, s. 168-348.

DUFKA, J. (1995): *Perspektivy chovu masných plemen skotu*. In: *Faktory úspěšnosti chovu krav bez tržní produkce mléka*. VÚCHS RAPOTÍN: VÚCHS RAPOTÍN s. X

DOLEJŠ, J., TOUFAR, O., ADAMEC, T., (2003): *Eliminacia emise amoniaku u ošípaných vo výkrmne ionizácií vzduchu*. In: *Funkcia energetickej a vodnej bilancie v biologických systémoch*. Račková dolina: CBKS, (2) Zoznam príspevkov. [online]. [cit. 2013-04-11]. Dostupné z: [http:// http://www.cbks.cz/](http://http://www.cbks.cz/)

DOLEJŠ, J., TOUFAR, O., KNÍŽEK, J., ADAMEC, I., (2007): *Uvolňování plynů z výkalů dojníc na pastvě*. In: STŘELCOVÁ, K., ŠKVARENINA, J., BLAŽENEC, M., *Bioklimatologie and natural hazards*. Poľana nad Detvou, Slovakia: CBKS, *Human bioklimatologie and animal bioklimatologie* Dostupné z: [http:// http://www.cbks.cz/](http://http://www.cbks.cz/)

EEA, (1998): *Europe's environment: The Second Assessment*. Kidlington, Elsevier Science. [online]. [cit. 2013-01-23]. Dostupné z WWW:

<http://www.eea.europa.eu/publications/europes-environment-aoa>

GOLDA, J., ŘÍHA, J., (1995): *Perspektivy chovu masných plemen skotu*. In: Sborník referátů z mezinárodní konference konané dne 28. listopadu 1995 ve VÚCHS s.r.o. RAPOTÍN, Chov reprodukce krav bez tržní produkce mléka a masných plemen skotu. VÚCHS RAPOTÍN: VÚCHS RAPOTÍN, 79 s.

HAVLÍČEK, Z., (2008): *Možnosti eliminace emisí amoniaku v chovech zvířat*. Brno: VFU, [online]. [cit. 2013-03-15]. Dostupné z:

http://soubory.vfu.cz/icvi/Seminare_pro_chovatele/Spravna-zemedelska-a-hygienicka-praxe-v-choveh-HZ.pdf

HAVLÍČEK, Z., a kol. (2007): *Nové trendy v ochraně životního prostředí v podmínkách chovu hospodářských zvířat*. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita., s. 6-69

IPPC, (2001): *Referenční dokumenty BREF*. [online]. [cit. 2013-03-14]. Dostupné z Informačního portálu Ministerstva průmyslu a obchodu: <http://www.ippc.cz/obsah/referencni-dokumenty/>.

JELÍNEK, A., DĚDINA, M. (2006): *Vyhodnocení emisí amoniaku u IPPC zařízení velkochovů hospodářských zvířat*. Pokyn Ministerstva zemědělství č.j.: 9714/2006-17410 [online]. č. 1 [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: eagri.cz/public/web/file/32413/Studieemise1.doc

JELÍNEK, A., DĚDINA, M., PLÍVA, P., SOUČEK, J. (2002): *Problematika měření emisí amoniaku a dalších zátěžových plynů z podestýlky hospodářských zvířat ve fermentorech*. In: *Technika v procesech trvale udržitelného hospodaření a produkce bezpečných potravin*. MZLU Brno: Brno, s. 2385 – 247.

JELÍNEK, A., ŠÍSTKOVÁ, M., MAŠÁTOVÁ, R. (2011): *Udržitelnost hospodaření v krajině*. In: Vzdělávací modul ochrana životního prostředí v oblasti vzduch. CZ.1.07/3.2.09/01.0024., ZERA – Zemědělská ekologická agentura, o.s. 173 s.

JELÍNEK, A., PLÍVA, P., ČEŠPIVA, M. (1998): *Snižování emisí amoniaku z chovů hospodářských zvířat*. In: Sborník z konference: *Aktuální otázky bioklimatologie zvířat*. VFU Brno; s.25-26

JURŠÍK, J., TRÁVNÍČEK, P., DRGÁČ, M. (2001): *Chov skotu bez tržní produkce mléka v podmínkách ekologického zemědělství*. In: *Ekologické zemědělství, údržba krajiny a chov skotu v Bílých Karpatech*. Šumperk: PRO-BIO Svaz ekologických zemědělců. s. 18-19.

Katalogový list Data loggeru Bauer DL – NH₃ dostupný online <http://www.bauer-technics.com>

Katalogový list analyzátoru INNOVA 1412 dostupný online na www.innova.dk

Katalogový list loggeru S3120 dostupný online na www.cometsystem.cz

Katalogový list multifunkčního měřicího přístroje Testo 435 dostupný online na www.testo.cz.

KAŠÍK, L. (2012): *Měření a vyhodnocení produkce emisních plynů ve vybraném provozu s chovem skotu*. (Bakalářská práce, katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky, fakulta Zemědělská, Jihočeská univerzita, České Budějovice).

KOMAROWSKI, S., YU., Q. (1997): *Ammonium ion removal from wastewater using Australian natural zeolite*. In: *Batch equilibrium and kinetic studies*. Environ. Technol. 18:1085–1097.

MALÍŘOVÁ, J., BYDŽOVSKÝ, D. (2006): *Zpráva o hodnocení nejlepších dostupných technik v oblasti chovů drůbeže*. CENIA. s. 38.

MANAHAN, S. E. (2005): *Environmental chemistry*: Eighth edition. Washington, D.C.: CRC Press LLC, s. 317.

MOLDAN, B. (2009): *Podmaněná planeta*. UK Praha: Karolinum, s. 42-376.

NAKAUE, H.S., KOELIKER, J.K., PIERSON, M.L. (1981): *Studies with clinoptilolite in poultry*. In: II. Effect of feeding broilers and the direct application of clinoptilolite zeolite on clean and reused broiler litter on broiler performance and house environment. Poul. Sci. s. 1221–1228.

NÁTR, L. (2003): *Racionální použití hnojiv: zaměřené na setrvalý rozvoj a precizní zemědělství*. In: *Setrvalý rozvoj-perspektivní cesta lidstva*. Praha: CZU.

NOVÁK, P. et al. (2003): *Možnosti cíleného modelování životního prostředí v chovech zvířat*. In: Aktuální problémy chovu prasat. Sborník referátů z celostátní konference 30.4.2003 Praha. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze. Agronomická fakulta. Katedra chovu prasat a drůbeže, s. 36-46.

PETRTÝL, I. (2011): *Úspora při přezimování skotu*. In: *Zemědělský týdeník*. roč. 11, č. 40.

PORTEOUS, A. (2000): *Dictionary of environmental science and technology*. Chichester: Wiley, 704 s.

SEDLÁČEK, R. (2011): *Stanovení a vyhodnocení energetické bilance malých zemědělských farem*. (Bakalářská práce, katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky, fakulta Zemědělská, Jihočeská univerzita, České Budějovice).

SEINFELD, J. H., PANDIS, S.N. (1998): *Atmospheric chemistry and physics*. In: From air pollution to climate change [online]. New York: Wiley. [cit. 2013-03-26]. Dostupné z: <http://ebookbrowse.com/3-5-seinfeld-and-pandis-1998-atmospheric-chemistry-and-physics-pdf-d350914973>

SHI, Y., PARKER, D.B., COLE, N. A., AUVERMANN, B.W., MEHLHORN, J. E. (2001): *Surface amendments to minimize ammonia emissions from beef cattle feedlots*. [online]. [cit. 2013-04-08]. Dostupné z: <http://ebookbrowse.com/2001-surface-amendments-to-minimize-ammonia-emissions-from-beef-cattle-feedlots-pdf-d34589586>

Soupis hospodářských zvířat 1.4.2012 [online]. ČSÚ, 2012[cit. 2013-04-15]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/2012edicniplan.nsf/p/2103-12>

STŘELCOVÁ, K., ŠKVARENINA, J., BALAŽENEC, M. (eds.) (2007): *Bioklimatologie and natural hazards*. In: International Scientific Conference, Poľana nad Detvou, Slovakia, September, s. 17 - 20,

SYMON, K., BENCKO V. (1988): *Znečištění ovzduší a zdraví*. Vyd.1. Praha: Avicenum,n.p. zdravotnické nakladatelství, 252 s.

ŠARAPATKA, B., URBAN., J. (2006): *Ekologické zemědělství v praxi*. Šumperk: PRO-BIO, s. 336-367.

ŠOCH, M., JELÍNEK, A. (2009): *Studie o využití biotechnologických postupů*. [online]. [cit. 2013-04-06]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/potravinovy/environmentalni-techniky-a-technologie/ippc/zpravy-studie-k-vyrobnim-cinnostem/tps-kategorie-6-6/studie-o-vyuziti-biotechnologickych-2.html>

ŠTOLBOVÁ, M. (2012): *Hospodaření zemědělců v oblastech s přírodními omezeními po vstupu ČR do EU*. In: Výzkumná studie ÚZEI. Praha: ÚZEI, s. 48-57.

TESLÍK, V. (2000): *Masný skot*. In: *Agrospoj*, Praha, s. 5-29.

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

8. Seznam použitých zkratk

AK – aminokyseliny

BAT – (*Best Available Techniques*) Nejlepší dostupné techniky

BREF – (*Reference Document on Best Available Techniques*) referenčních dokumentů o nejlepších dostupných technikách

ČSÚ – Český statistický úřad

EEA – (*European Environment Agency*) Evropská agentura pro životní prostředí

IPPC – (*Integrated Pollution Prevention and Control*) Integrovaná prevence a omezování znečištění

KBTPM – krávy bez tržní produkce mléka

LFA – (*Less-favoured areas*) méně příznivé oblasti

Mze – Ministerstvo zemědělství

MŽP – Ministerstvo životního prostředí

SBTPM – skot bez tržní produkce mléka

OSN – Organizace spojených národů

PAH – (*Polycyclic aromatic hydrocarbons*) polycyklické aromatické uhlovodíky

PEL – přípustný expoziční limit chemických látek v ovzduší

PM₁₀ a PM_{2.5} - primární emise suspendovaných částic velikostních frakcí

NPK – P – nejvyšší přípustná koncentrace chemických látek v ovzduší

TPS – Technické pracovní skupiny

TTP – trvalý travní porost

UNFCCC – (*United Nations Framework Convention on Climate Change*) Rámcová úmluva Spojených národů o změně klimatu

VOC – (*Volatile organic compound*) těkavé organické sloučeniny

VUZT – Výzkumný ústav zemědělské techniky Praha Ruzyně

VÚŽV – Výzkumný ústav živočišné výroby Praha Uhřetěves

WAM – (*With additional measures*) Emisní scénář pro rok 2010

WM – (*Business as usual/with measures*) Emisní scénář pro období 2007 až 2015

9. Přílohy

Příloha č. 1 Boční profil stáje (bez výběhu).

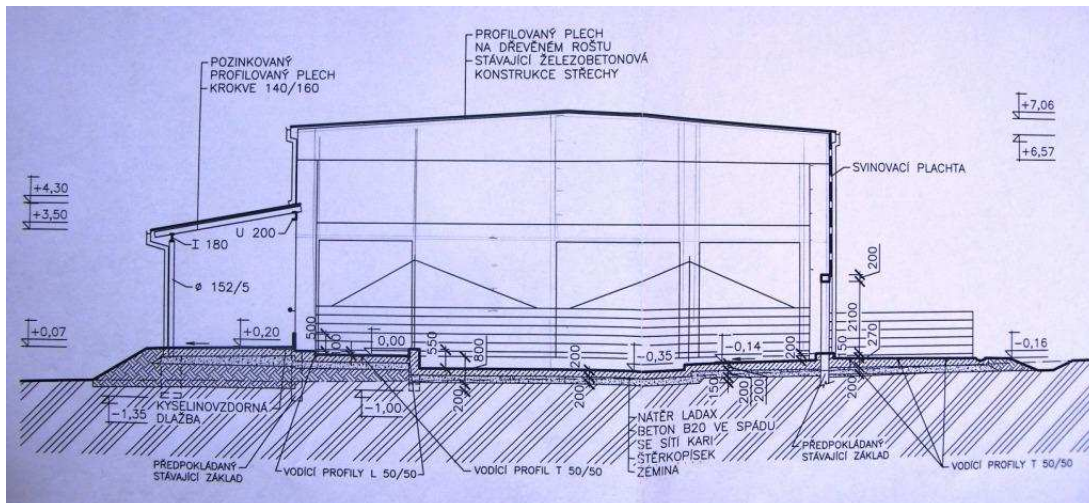


Foto: (Sedláček)

Příloha č. 2 Měření koncentrace amoniaku a rychlosti proudění vzduchu na pastvě.



Foto: (Sedláček)

Příloha č. 3 Porovnávací měření .



Příloha č. 4 Umístění INNOVA1412 a LOGER S1342 během měření koncentrace amoniaku ve stáji.



Foto: (Sedláček)

Příloha č. 5 Umístění sběrných sond přístroje INNOVA 1412.



Foto: (Sedláček)

Příloha č. 6 Vybrané stádo na pastvě, včetně telat.

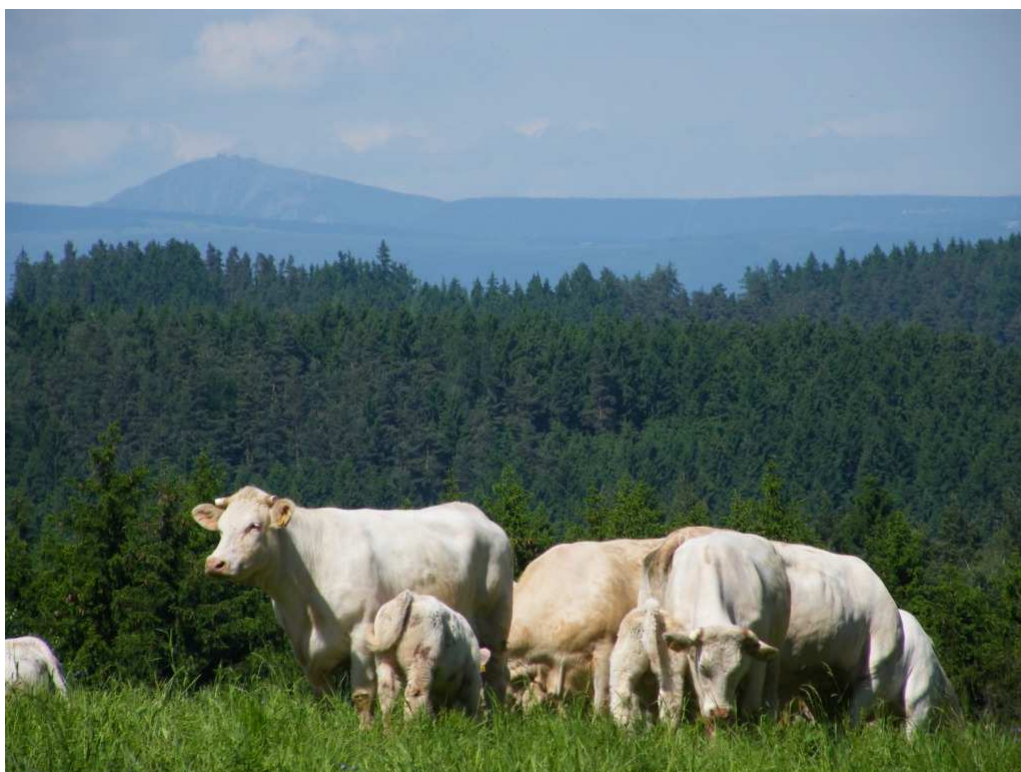


Foto: (Sedláček)

Příloha č. 7 Krávy ve stáji během měření koncentrace amoniaku.

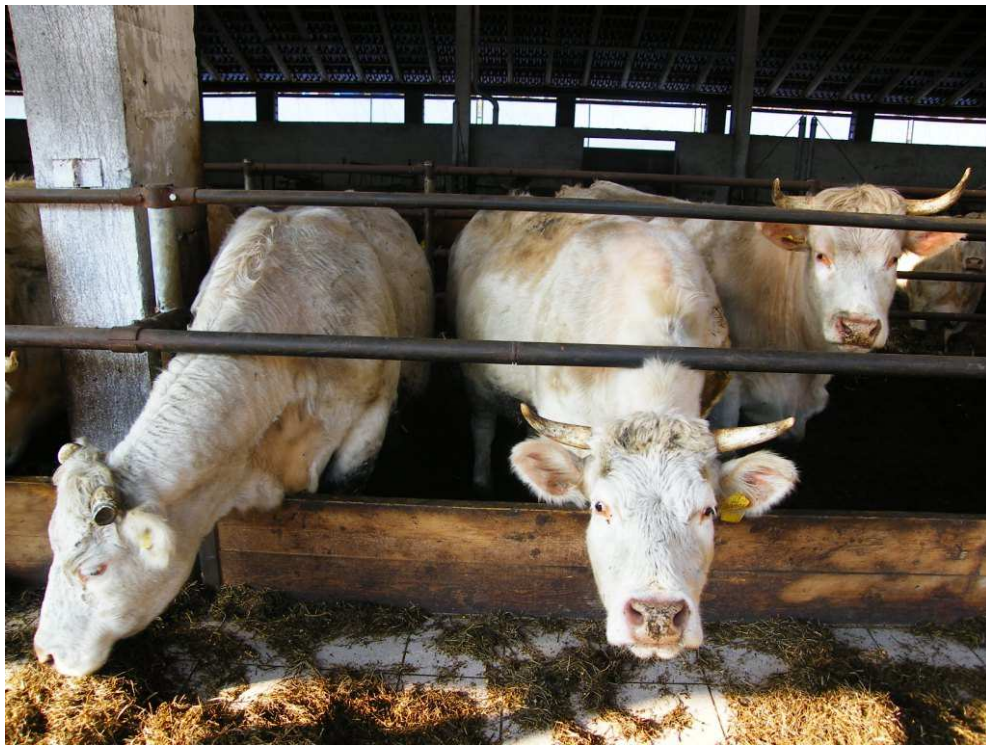


Foto: (Sedláček)

Příloha č. 8 Uzavřená stáj během měření koncentrace amoniaku.



Foto: (Sedláček)

Příloha č. 8 Napájecí zařízení na pastvě s potencionální možností využití přípravku Amalgerol.



Foto: (Sedláček)

Příloha č. 10 Výkalový koláč během součtu výkalů na pastvě.



Foto: (Sedláček)