

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Zemědělská technika, obchod, servis a služby

Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

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

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Měření a vyhodnocení produkce emisních plynů ve vybraném provozu s chovem  
drůbeže.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Antonín Dolan

Autor: František Pražma

České Budějovice, březen 2012

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
Zemědělská fakulta  
Akademický rok: 2010/2011

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **František PRAŽMA**  
Osobní číslo: **Z09565**  
Studijní program: **B4131 Zemědělství**  
Studijní obor: **Zemědělská technika, obchod, servis a služby**  
Název tématu: **Měření a vyhodnocení produkce emisních plynů ve vybraném provozu s chovem drůbeže.**  
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 :

Cílem práce je naměření emisí zátěžových plynů ve vybraném zemědělském provozu, jejich porovnání a vyhodnocení.

#### V práci se zaměříte:

1. Změřte emise plynů NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub> a NO<sub>2</sub> ve vybraném zemědělském provozu.
2. Porovnejte s emisemi těchto plynů v provozech s nejlepšími dostupnými technikami (BAT).
3. Výsledky pomocí statistických metod vyhodnoťte.
4. Uveďte závěry pro praxi.

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

Seznam odborné literatury:

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


Jelínek, A., et. al.: Využití vybraných nanotechnologií pro návrhy a ověření nejlepších dostupných technik (BAT) v zemědělské činnosti v roce 2010, periodická zpráva o řešení projektu QH 92195, VÚZT v.v.i, Praha 2010;

Směrnice Rady 96/61/EC o integrované prevenci a omezování znečištění, (IPPC, 2001).

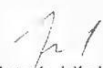
Vedoucí bakalářské práce:               **Ing. Antonín Dolan**  
Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Datum zadání bakalářské práce:       **15. února 2011**

Termín odevzdání bakalářské práce:   **15. dubna 2012**

  
prof. Ing. Miroslav Šoch, CSc.  
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentská 13 ①  
370 05 České Budějovice

  
doc. Ing. Antonín Jelínek, CSc.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 1. března 2011

### **Prohlášení autora**

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

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění, souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

5. 4. 2012

.....

Podpis studenta

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Antonínu Dolanovi, za poskytnutí cenných rad a připomínek při zpracovávání bakalářské práce. Také bych rád poděkoval kolektivu pracovníků na farmě v Čekanicích u Tábora, za poskytnuté materiály potřebné k vypracování této práce.

## Abstrakt

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

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou znečišťování životního prostředí chovem kuřecích brojlerů. Zemědělská prvovýroba výrazně ovlivňuje životní prostředí, zejména intenzivními chovy hospodářských zvířat a jejich meziprodukty, kterými jsou především organické zbytky a plynné emise negativně působící na životní prostředí jako celek. Zemědělství produkuje až 90 % celosvětového množství amoniaku.

V této práci byly zjištěny tyto faktory emisních plynů: amoniak  $7,437 \text{ mg.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ , metan  $82,636 \text{ mg.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ , oxid dusný  $0,409 \text{ mg.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ , sirovodík  $4379,01 \text{ mg.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ , oxid uhličitý  $6579,14 \text{ mg.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$  a u vodní páry  $16\,336 \text{ mg.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ .

**Klíčová slova:** životní prostředí; amoniak; skleníkové plyny; technologie BAT

„Measurement and evaluation of emission gas production in selected poultry farming operation.“

This thesis deals with the environmental pollution of broiler breeding. Primary agricultural production significantly affects the environment. In particular, intensive livestock and their intermediates, which are mainly organic residues and gaseous emissions of the adverse effect on the environment as a whole. Agriculture produces 90 % of global ammonia. In this work showed these emission factors of gases: ammonia  $7.437 \text{ mg.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ , methane  $82.636 \text{ mg.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ , nitrous oxide  $0.409 \text{ mg.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ , hydrogen sulfide  $4379,01 \text{ mg.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ , carbon dioxide  $6579.14 \text{ mg.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$  and steam  $16\,336 \text{ mg.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ .

**Key words:** environment, ammonia, greenhouse gases; BAT technology

## Obsah:

<b>1. ÚVOD.....</b>	<b>9</b>
<b>2. LITERÁRNÍ PŘEHLED.....</b>	<b>10</b>
2.1 LEGISLATIVA.....	10
2.1.1 Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí.....	10
2.1.2 Zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší.....	10
2.1.3 Zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci.....	11
2.1.4 Nařízení vlády č. 353/2002 Sb., kterým se stanoví emisní limity a další podmínky provozování ostatních stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší.....	12
2.1.5 Nařízení vlády č. 615/2006 Sb., o stanovení emisních limitů a dalších podmínek provozování ostatních stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší.....	13
2.2 EMISE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ.....	14
2.2.1 Emise oxidu uhličitého.....	15
2.2.2 Emise oxidu dusného.....	15
2.2.3 Chlorofluorované uhlovodíky (CFC).....	16
2.2.4 Metan ( CH <sub>4</sub> ).....	17
2.2.5 Vodní pára.....	17
2.2.6 Ozón (O <sub>3</sub> ).....	17
2.3 AMONIAK.....	18
2.3.1 Dopad amoniaku na životní prostředí.....	19
2.3.2 Emise amoniaku.....	20
2.4 SPRÁVNÁ ZEMĚDĚLSKÁ PRAXE DLE ZÁKONA O OVZDUŠÍ.....	21
2.5 KONCOVÉ TECHNOLOGIE SNIŽUJÍCÍ EMISE Z USTÁJENÍ DRŮBEŽE DLE BREF DOKUMENTU.....	22
2.5.1 Chemická pračka vzduchu.....	22
2.5.2 Externí sušící tunel s perforovanými trusnými pásy.....	23
2.6 TECHNOLOGIE BAT V CHOVECH DRŮBEŽE.....	24
2.6.1 Krmné techniky.....	24
2.6.2 Hospodaření s vodou.....	24
2.6.3 Hospodaření s energií.....	26
2.6.4 Snížení emisí z ustájení.....	26
2.6.5 Nakládání s exkrementy.....	28
2.7 BIOTECHNOLOGICKÉ PŘÍPRAVKY UPLATŇOVANÉ U CHOVU DRŮBEŽE.....	29
2.8 METODY MĚŘENÍ KONCENTRACE AMONIAKU.....	30
2.8.1 Metoda fotometrického stanovení koncentrace amoniaku.....	30
2.8.2 Metoda zjišťování koncentrace podle kolektivu Ing. M. Skybové z firmy EKOTOXA v Opavě.....	33
2.8.3 Metoda měření koncentrace amoniaku elektronickými snímači.....	34
<b>3. CÍL PRÁCE.....</b>	<b>35</b>
<b>4. METODIKA.....</b>	<b>36</b>
4.1 ZPŮSOB MĚŘENÍ UKAZATELŮ STÁJOVÉHO MIKROKLIMATU.....	36
4.2 MĚŘENÍ KONCENTRACE NH <sub>3</sub> .....	36
4.2.1 Měřicí přístroj.....	37
4.2.2 Popis přístroje.....	38
4.2.3 Princip činnosti přístroje INNOVA I412.....	38
4.3 MĚŘENÍ KONCENTRACE CO <sub>2</sub> .....	39
4.3.1 Měřicí přístroj.....	39
4.4 MĚŘENÍ TEPLoty A RELATIVNÍ VLHKOSTI VZDUCHU.....	39
4.4.1 Měřicí přístroj.....	40
4.4.2 Popis přístroje.....	40
4.5 VÁŽENÍ VZORKŮ PODESTÝLKY.....	41

4.6 STANOVENÍ SUŠINY PODESTÝLKY .....	41
<b>5. VLASTNÍ PRÁCE .....</b>	<b>43</b>
5.1 VÝKRM TAGREA, S.R.O., FARMA ČEKANICE .....	43
5.2 POPIS TECHNICKÉHO A TECHNOLOGICKÉHO ŘEŠENÍ .....	43
5.2.1 <i>Stavebně-technické řešení hal</i> .....	43
5.2.2 <i>Technologické řešení hal</i> .....	44
5.2.2.1 Výkrmový cyklus .....	44
5.2.2.2 Technologie ustájení: .....	44
5.2.2.3 Technologie podestýlky .....	45
5.2.2.4 Technologie krmení .....	45
5.2.2.5 Technologie napájení .....	46
5.2.2.6 Likvidace obsahu jímek .....	48
5.2.2.7 Technologie vytápění .....	48
5.2.2.8 Technologie chlazení a zvlhčování vzduchu .....	49
5.2.2.9 Technologie osvětlení .....	49
5.2.2.10 Technologie ventilace .....	49
5.3 VETERINÁRNÍ ZÁSADY .....	49
5.3.1 <i>Prevence nálezů</i> .....	50
5.3.2 <i>Veterinární asanace - kafilerní box</i> .....	50
5.4 MĚŘENÍ .....	51
5.4.1 <i>Vlastní měření</i> .....	52
5.4.2 <i>Výsledky měření</i> .....	52
5.4.3 <i>Grafy</i> .....	53
5.4.4 <i>Zhodnocení měření</i> .....	61
<b>6. ZÁVĚR .....</b>	<b>62</b>
<b>7. PŘEHLED POŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>63</b>
7.1 POUŽITÉ OBRÁZKY .....	64



## 1. Úvod

Z hlediska ochrany životního prostředí je zemědělství bráno jako znečišťovatel. Při zemědělské prvovýrobě se v současné době zaměřuje pozornost na kvalitativní rozvoj zemědělství. Nejenže zemědělství produkuje některé skleníkové plyny a látky jim napomáhající, ale je výrazným producentem amoniaku ( $\text{NH}_3$ ). Amoniak se řadí k hlavním původcům acidifikace (okyselení) a eutrofizace. Je nutné, minimalizovat tyto následky a postupně omezovat příčiny oteplování a acidifikace naplňováním zásad ochrany ovzduší a životního prostředí.

Průměrná spotřeba drůbežího masa v České Republice se pohybuje okolo 27 kilogramů na jednoho obyvatele. Průměrná spotřeba vajec se v České Republice pohybuje okolo 250 kusů vajec na jednoho obyvatele. Z této spotřeby je patrné, že v České Republice je drůbeží maso velmi oblíbené a představuje poměrně laciný zdroj živočišných proteinů.

V porovnání s průměrnou spotřebou v Evropské unii je spotřeba drůbežího masa na jednoho obyvatele v České Republice asi o 7 kilogramů vyšší. Spotřeba vajec je také asi o 20 kusů vyšší.

Na rozdíl od uvedeného trendu v České Republice v posledních několika letech pokračuje snižování stavů drůbeže a to hlavně díky levným dovozům a nízkým cenám zemědělských výrobků dané velkou konkurencí levných dovážených zemědělských komodit.

## **2. Literární přehled**

### **2.1 Legislativa**

#### **2.1.1 Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí**

##### **Účel zákona:**

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

##### **Vymezuje tyto základní pojmy:**

- životní prostředí,
- ekosystém,
- ekologická stabilita,
- únosné zatížení území,
- trvale udržitelný rozvoj,
- přírodní zdroje,
- znečišťování a poškozování životního prostředí,
- ochrana životního prostředí,
- ekologická újma [1].

#### **2.1.2 Zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší**

##### **Předmět úpravy:**

(1) Tento zákon zapracovává příslušné předpisy Evropských společenství, zároveň navazuje na přímo použitelné předpisy Evropských společenství a upravuje:

- a) práva a povinnosti osob a působnost správních úřadů při ochraně vnějšího ovzduší před vnášením znečišťujících látek lidskou činností,
- b) podmínky pro další snižování množství vypouštěných znečišťujících

látek působících nepříznivým účinkem na život zdraví lidí a zvířat, na životní prostředí nebo na hmotný majetek,

- c) práva a povinnosti osob a působnost správních úřadů při ochraně ozonové vrstvy Země před nepříznivými účinky regulovaných látek a při ochraně klimatického systému Země před nepříznivými účinky fluorovaných skleníkových plynů a další nástroje ke snižování množství látek ovlivňující klimatický systém Země.

(2) Tento zákon se nevztahuje na vnášení radionuklidů do životního prostředí, které je upraveno zvláštním právním předpisem. [2]

### **2.1.3 Zákon č.76/2002 Sb., o integrované prevenci**

V plném znění „Zákon č.76/2002 Sb., o integrované prevenci a o omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně zákonů“.

#### **Účel a předmět zákona:**

(1) Účelem zákona je, v souladu s právem Evropských společenství, dosáhnout vysoké úrovně ochrany životního prostředí jako celku uplatněním integrované prevence a omezování znečištění.

(2) Tento zákon:

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

(3) Tento zákon se nevztahuje na:

- a) znečištění způsobené vniknutím radioaktivních látek do životního prostředí,
- b) vypouštění radioaktivních látek do životního prostředí a emisní limity stanovené pro tyto látky podle zvláštního právního předpisu,
- c) nakládání s geneticky modifikovanými organismy podle zvláštního právního předpisu. [3]

#### **2.1.4 Nařízení vlády č. 353/2002 Sb., kterým se stanoví emisní limity a další podmínky provozování ostatních stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší**

Podle již neplatného nařízení vlády č. 353/2002 Sb., byl uplatňován § 5 odst. 8 zákona o ochraně ovzduší a obecný emisní limit pro amoniak. Platili i obecné emisní limity pro pachové látky. Kategorie, emisní limity a další podmínky provozování zdrojů podle tohoto bodu upravovala příloha č. 2 k nařízení vlády č.353/2002 Sb.

**Chovy hospodářských zvířat dle tohoto nařízení byly rozděleny následovně:**

**Zařízení pro chov drůbeže:**

- a) zařízení pro intenzivní chov drůbeže s projektovanou kapacitou ustájení od 40 000 kusů – **zvlášť velký zdroj,**
- b) zařízení pro chov drůbeže s projektovanou kapacitou ustájení od 20 000 do 39 999 kusů – **velký zdroj,**
- c) zařízení pro chov drůbeže s projektovanou kapacitou ustájení od 1 000 do 19 999 kusů – **střední zdroj.**

**Emisní limity a další požadavky na provozování zemědělských zdrojů znečišťování ovzduší podle nařízení vlády č. 353/2002 Sb.**

- a) Pro všechny uvedené zemědělské zdroje znečišťování byl platný specifický emisní limit pro amoniak na úrovni obecného emisního limitu pro tuto znečišťující látku,

- b) pro všechny uvedené zemědělské zdroje znečišťování byl platný specifický emisní limit pro pachové látky,
- c) platily obecné emisní limity pro pachové látky. [5]

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

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

#### **Změny vzniklé přijetím nařízení vlády č. 615/2006 Sb.**

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

#### **Zemědělské zdroje se dělí podle celkové roční emise amoniaku takto:**

- a) velký zdroj znečišťování – celková roční emise amoniaku nad 10 t  $\text{NH}_3 \cdot \text{rok}^{-1}$ ,
- b) střední zdroj znečišťování – celková roční emise amoniaku od 5 t do 10 t  $\text{NH}_3 \cdot \text{rok}^{-1}$ ,
- c) malý zdroj znečišťování – celková roční emise amoniaku do 5 t  $\text{NH}_3 \cdot \text{rok}^{-1}$ . [5]

## 2.2 Emise skleníkových plynů

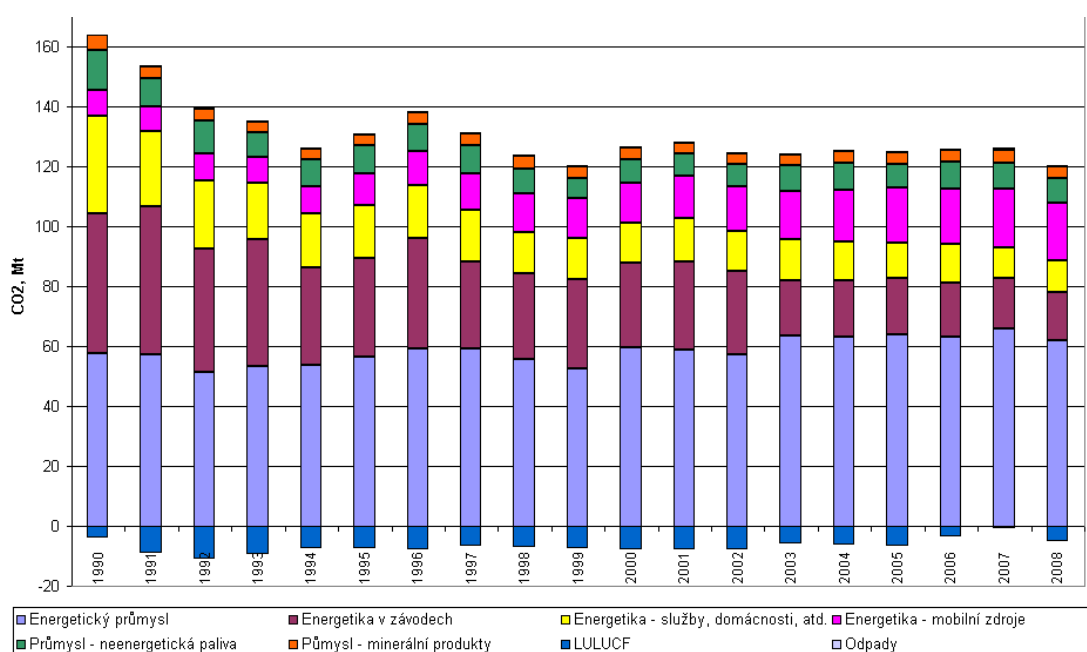
Nejdůležitějšími skleníkovými plyny v atmosféře jsou vodní pára (zdaleka nejvýznamnějším), oxid uhličitý ( $\text{CO}_2$ ), oxid dusný ( $\text{N}_2\text{O}$ ) a metan ( $\text{CH}_4$ ). Jejich působení spočívá v tom, že pohlcují dlouhovlnné záření lépe než záření krátkovlnné a samy také vyzařují dlouhovlnnou radiaci jak do vnějšího prostoru (ochlazování), tak zpět k zemskému povrchu (skleníkový efekt).

Nejvýznamnější antropogenní skleníkové plyny jsou oxid uhličitý ( $\text{CO}_2$ ), metan ( $\text{CH}_4$ ), oxid dusný ( $\text{N}_2\text{O}$ ) a ozon ( $\text{O}_3$ ). Tyto plyny jsou přirozenou součástí atmosféry. Jejich koncentrace v ovzduší v poslední době v důsledku lidské činnosti výrazně vzrůstají. Zatímco oxid uhličitý, metan a oxid dusný jsou do ovzduší emitovány přímo, ozon vzniká až v atmosféře jako důsledek fotochemických reakcí. Do emisní inventarizace není ozon zahrnován přímo, ale jsou evidovány prekurzory jeho vzniku, tj. oxid uhelnatý ( $\text{CO}$ ), oxid dusíku ( $\text{NO}_x$ ) a těkavé organické látky nemetanické povahy (NMVOC). Všechny tyto plyny mají kladné radiačně absorpční účinky (přispívají k oteplování atmosféry), přičemž příslušné hodnoty pro  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$  a NMVOC jsou v porovnání s hodnotami pro  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  a  $\text{N}_2\text{O}$  zanedbatelné. Obdobně je v inventurách uváděn oxid siřičitý ( $\text{SO}_2$ ), který je uvažován jako prekurzor vzniku aerosolů, jejichž radiačně absorpční účinky jsou záporné (přispívají k ochlazování atmosféry). Mezi skleníkové plyny patří též halogenové uhlovodíky a fluorid sírový ( $\text{SF}_6$ ). Tyto látky, které jsou výlučně antropogenního původu, mají sice radiačně absorpční účinky o dva až tři řády vyšší, nicméně jejich současná koncentrace v atmosféře jsou nízké. Do inventarizace skleníkových plynů spadajících pod Rámcovou úmluvu OSN o změně klimatu náleží tedy  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , HFCs, PFCs,  $\text{SF}_6$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$  NMVOC a  $\text{SO}_2$ . Větší důraz je ovšem položen na správné vystižení emisí skleníkových plynů s přímým radiačně absorpčním účinkem, tedy na inventarizaci  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , HFCs, PFCs a  $\text{SF}_6$ . Během devadesátých let poklesly celkové agregované emise skleníkových plynů z hodnoty 187,5 Mt  $\text{CO}_2$  v roce 1990 až na hodnotu 137,7 Mt  $\text{CO}_2$  v roce 1999, což představuje relativní pokles o 26,6 %. Na celkové hodnotě emisí se podílí  $\text{CO}_2$  z 85,8 %, podíl  $\text{CH}_4$  činí 7,9 % a  $\text{N}_2\text{O}$  5,9 %, příspěvky tzv. F-plynů (HFCs, PFCs a  $\text{SF}_6$ ) činí zatím méně než 0,4 %. Meziroční změny těchto podílů jsou zanedbatelné. [6]

### 2.2.1 Emise oxidu uhličitého

Na oxid uhličitý připadá v ČR zdaleka nejvýznamnější podíl z celkové agregované hodnoty emisí skleníkových plynů (85,8 % v roce 1999). Emise oxidu uhličitého ze spalování fosilních paliv se téměř rovná celkové emisi tohoto plynu, neboť další zdroje (např. výroba cementu a skla) jsou prakticky kompenzovány propadem z lesního hospodářství. K emisi oxidu uhličitého ze spalovacích procesů nejvíce přispívají tuhá paliva, v menší míře pak kapalná a plynná paliva. [6]

Graf č. 1 Emise CO<sub>2</sub> [mil. t CO<sub>2</sub>]

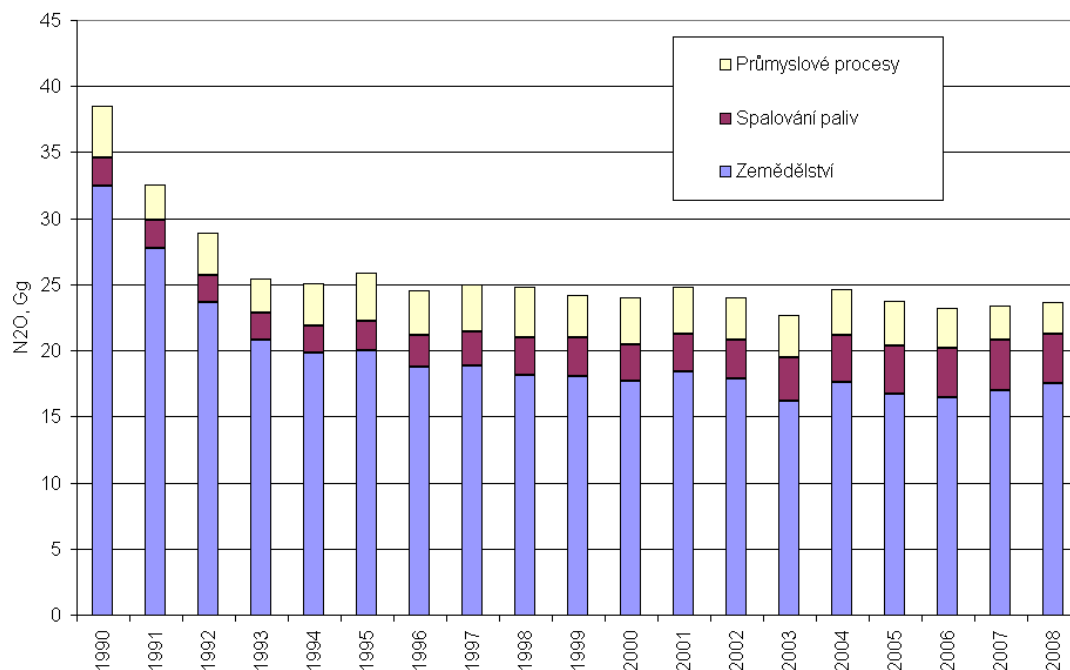


zdroj: <http://portal.chmi.cz/>

### 2.2.2 Emise oxidu dusného

Emise oxidu dusného se podílejí na celkových emisích z 5,9 % (údaj k roku 1999). Největším příspěvkem jsou zemědělské aktivity, kde se jedná o ze jména o denitrifikační procesy, kdy se uplatňuje jak dusík anorganického původu dodaný ve formě umělých hnojiv, tak i organický dusík, dodaný zejména ve formě zvířecího hnoje. [6]

**Graf č. 2 Emise N<sub>2</sub>O [Gg N<sub>2</sub>O]**



zdroj: <http://portal.chmi.cz/>

### 2.2.3 Chlorofluorované uhlovodíky (CFC)

Chlorofluorované uhlovodíky (dále jen CFC) jsou známé jako součásti ledniček a aerosolových zařízení. V osmdesátých letech se tyto plyny takto hojně využívaly. CFC jsou syntetické chemické látky, které se vypařují těsně pod pokojovou teplotou, nejsou jedovaté ani hořlavé. Avšak díky své chemické netečnosti setrvávají po uvolnění velmi dlouho v atmosféře a to 100 - 200 let.

Hlavním problémem CFC je, že obsahují atomy chloru, které se mohou uvolnit do atmosféry. Atomy chloru uvolněné do atmosféry reagují s ozónem, který rozkládají na kyslík. (Ozón je plyn, jehož molekuly se vytvářejí působením slunečního ultrafialového záření na molekuly kyslíku. Ultrafialové záření větších vlnových délek, které je pro biosféru škodlivé, tak ozón „pohlcuje“.) Jeden atom chloru dokáže rozložit mnoho molekul ozónu. [7]



#### **2.2.4 Metan ( CH<sub>4</sub> )**

Metan vzniká při produkci a zpracování fosilních paliv (asi 20% celkových emisí metanu). Dalšími zdroji jsou pěstování rýže, spalování biomasy a chov dobytka. Člověk svým působením emituje do ovzduší asi 60 – 80 % metanu. Ten vzniká i přirozeně, při rozkladných procesech. Hlavními přirozenými zdroji metanu jsou mokřiny (až 20 % celkových emisí metanu), dále se na přirozeném uvolňování tohoto plynu podílí termity, oceány a další faktory. Metan je závislý na koncentraci ostatních skleníkových plynů v atmosféře. Emise metanu z polárních oblastí mokřin a permafrostu (trvale zmrzlé půdy) jsou intenzivnější při vyšší teplotě. [7]

#### **2.2.5 Vodní pára**

Vodní pára je nejdůležitějším skleníkovým plynem v atmosféře. Podíl vodní páry na skleníkovém efektu je 36 -70 %. Skleníkový efekt se navíc zvětšuje spolu se zvýšením obsahu vodní páry v ovzduší. Čím vyšší je teplota u zemského povrchu, tím větší je výpar a tím více se zvyšuje množství vodní páry v atmosféře. Množství vodní páry v ovzduší je různé, protože její množství ve vzduchu se mění s rozdílnou zeměpisnou šířkou. Vlhkost vzduchu v rovníkových oblastech je vyšší než ve vyšších zeměpisných šířkách a polárních oblastech. Vodní pára je přirozenou součástí atmosféry, ale v souvislosti s vyššími teplotami její množství v atmosféře stoupá. Podobných souvisejících vztahů je mnoho, a proto je třeba na klimatický systém nahlížet co nejkompaktněji. [7]

#### **2.2.6 Ozón (O<sub>3</sub>)**

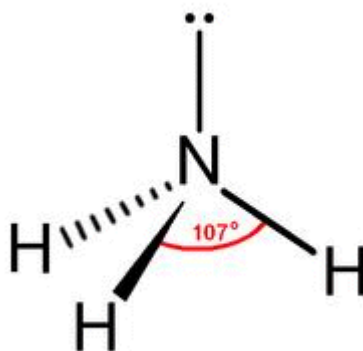
Ozón je relativně nestabilní molekula tvořená třemi atomy kyslíku. Přesto, že se v atmosféře vyskytuje ve velmi malém množství, má velký význam pro živé organismy. V závislosti na tom, ve kterých částech atmosféry se ozón nachází, může hrát pozitivní či negativní roli. Ozón nacházející se ve stratosféře plní funkci „UV filtru“ - štítu, který brání pronikání škodlivého krátkovlnného UV záření k zemskému povrchu. Stratosférický ozón má pozitivní roli pro život na Zemi. Jeho úbytek má za následek pronikání UV záření k zemskému povrchu, které zde může u živých organismů způsobovat vyšší výskyt rakoviny kůže, oční choroby nebo oslabení imunitního systému.

Vedle toho se ozón vyskytuje také v dolní části atmosféry – v troposféře. Sem se ozón dostává jako produkt spalování fosilních paliv, především z automobilového provozu. Ozón v přízemní atmosféře působí škodlivě na živé organismy, poškozují dýchací orgány živočichů i rostlin. [11]

### 2.3 Amoniak

Amoniak je směs dusíku a vodíku se vzorcem  $\text{NH}_3$ . Při standardní teplotě a tlaku je amoniak plyn. Je jedovatý, způsobuje korozi některých materiálů, a má charakteristický pronikavý pach. Amoniak používaný komerčně se nazývá bezvodý amoniak na rozdíl od roztoku hydroxidu amoniaku, který se běžně používá v domácnosti.

Podle molekulové teorie má molekula amoniaku tvar trojúhelníkové pyramidy. Díky tomuto tvaru má molekula silný dipól viz. obrázek 1, což způsobuje velmi dobrou rozpustnost amoniaku ve vodě. Atom dusíku v molekule má volný elektronový pár a amoniak se chová jako základ. Znamená to, že ve vodném roztoku přebírá jeden proton molekuly vody a vytváří amonný kation ( $\text{NH}_4^+$ ), který má tvar pravidelného čtyřstěnu. Poměr jednotlivých forem molekul amoniaku závisí na pH roztoku. U roztoků s pH kolem hodnoty 7 je až 99 % molekul amoniaku ve formě  $\text{NH}_4^+$ . Nejvíce se amoniak používá k výrobě hnojiv, výbušnin a polymerů. To je také součástí některých čističů skel. Amoniak nacházející se v malém množství v atmosféře je produktem hnití živočišných i rostlinných produktů. Amoniak a amonné soli jsou obsaženy v malých množstvích i v dešťové vodě. Amonné soli se nacházejí v orné půdě a také ve slané mořské vodě. [9]



Obrázek 1. Molekula amoniaku [1]

Atmosférický amoniak ( $\text{NH}_3$ ) patří v přirozených ekosystémech společně s oxidem siřičitým ( $\text{SO}_2$ ) a oxidy dusíku ( $\text{NO}_x$ ) k hlavním původcům acidifikace (okyselení) a eutrofizace. Tu je možno chápat jako obohacování vod o živiny, zejména o dusík a fosfor. Modelová studie a odhady ukazují, že při podstatné redukci všech znečišťujících látek v ovzduší, bude přibližně polovina poškození ekosystémů v Evropě spojena s emisemi amoniaku. V čistém stavu za normálních podmínek je amoniak bezbarvý plyn (teplota varu za normálních podmínek činí  $-33,5^\circ\text{C}$ .) s typickým čpícím štiplavým zápachem. Je zásaditý, dráždivý a žíravý. Hustotou  $0,77 \text{ kg.m}^{-3}$  je zhruba o polovinu lehčí než vzduch. Může být skladován za zvýšeného tlaku v kapalném stavu. Jeho rozpustnost ve vodě je výborná ( $540 \text{ g.l}^{-1}$  při teplotě  $0^\circ\text{C}$ ). Reaguje s kyselinami za vzniku amonných solí. Má silné korozivní účinky vůči kovům, zejména vůči slitinám mědi. V případě vysokých úniků hrozí nebezpečí výbuchu. Tento stav nastane v případě poměru amoniak/vzduch – 1:2, či více ve prospěch kyslíku. Amoniak je velice toxický pro vodní organismy, zejména pro ryby, proto hraje důležitou roli jeho velmi dobrá rozpustnost ve vodě. Toxické koncentrace amoniaku mohou být uvolňovány rozkladem chlévské mrvy, kejdy a odpadů z chovů zvířat za přístupu vzduchu. [5]

### **2.3.1 Dopad amoniaku na životní prostředí**

Amoniak je velice toxický pro vodní organismy (zejména ryby), proto hraje důležitou roli jeho velmi dobrá rozpustnost ve vodě. Toxické koncentrace amoniaku mohou být uvolňovány rozkladem 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  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$  a  $\text{NO}_x$ ), 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 do životního prostředí a s tím spojená například eutrofizace vod (nárůst řas a sinic). [8]

### 2.3.2 Emise amoniaku

Atmosférický amoniak ( $\text{NH}_3$ ) patří v přirozených ekosystémech společně s oxidem siřičitým ( $\text{SO}_2$ ) a oxidy dusíku ( $\text{NO}_x$ ) k hlavním původcům acidifikace (okyselení) a eutrofizace. Tu je možno chápat jako obohacování vod o živiny zejména o dusík a fosfor. Modelové studie a odhady ukazují, že při podstatné redukci všech znečišťujících látek v ovzduší, bude přibližně polovina poškození ekosystémů v Evropě spojena s emisemi amoniaku.

#### **Eutrofizace:**

- *přirozená* - hlavním zdrojem je výplach živin z půdy a rozklad mrtvých organismů a nadměrná eutrofizace způsobená lidskou činností,
- *nepřirozená* - dusíkaté látky a fosfáty z hnojiv používaných v zemědělském sektoru se do vodních toků dostávají jejich splavováním deštěm; existují však i jiné signifikantní zdroje.

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 ochraně ovzduší kategorizovány, 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. [5]

## **2.4 Správná zemědělská praxe dle zákona o ovzduší**

Pojem správná zemědělská praxe je zaveden do české legislativy především prostřednictvím zákona o ochraně ovzduší, nitrátové směrnice a zákona o integrované prevenci ve spojitosti aplikace správné zemědělské praxe jako BAT. V rámci zpracování plánu podle zákona o ovzduší musí dotčený provozovatel, kromě uvedení ostatních bodů, týkajících se identifikace zdroje a jiných technickoorganizačních opatření, porovnat a zhodnotit jím provozované technologie s referenčními a snižujícími technologiemi pro chovy hospodářských zvířat, skládky chlévského hnoje a kejdy a způsoby zapravení na pole, u kterých je deklarován emisní hmotnostní tok amoniaku do vnějšího ovzduší, a které budou v rámci plánu u zdroje instalovány. Český hydrometeorologický ústav v současné době zpracovává a ve spolupráci s krajskými úřady průběžně aktualizuje databázi provozovatelů, kteří vypracovali plány správné zemědělské praxe. Veřejnost je tak informována o úrovni znečišťování ovzduší emisemi amoniaku v jednotlivých krajích a o opatřeních, která mají jejich vliv na životní prostředí a lidské zdraví minimalizovat. Databáze se tak stává nástrojem plnění legislativy a určování dalších strategií ke snížení emisí ze zemědělství. K zemědělskému zdroji zařazenému do příslušné kategorie náleží i plochy rostlinné výroby a činnosti, pokud jsou spojeny s nakládáním látkami uvolňujícími emise amoniaku pocházejícími z provozu zdroje. Správná zemědělská praxe je založena na korekci emisní faktorů stanovených nařízením vlády č. 615/2006 Sb. Příslušný emisní faktor je snížen o procento, které vykazuje snižující technika jako množství sníženého amoniaku oproti referenční technice, tedy oproti běžně používaným postupům, snižující techniky, které mají být používány jako snižující dle nařízení vlády č. 615/2006 Sb. jsou uvedeny v tab. 3.3 tohoto nařízení. V rámci zavedení plánu správné zemědělské praxe mohou být použity i jiné technologie snižující emise amoniaku. [5]

## **2.5 Koncové technologie snižující emise z ustájení drůbeže dle BREF dokumentu**

### **2.5.1 Chemická pračka vzduchu**

#### **Popis pračky:**

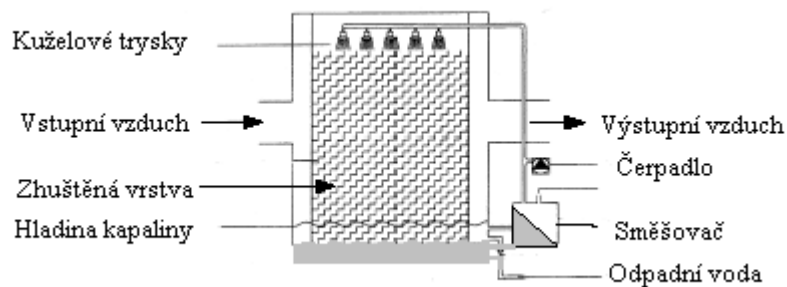
Veškerý větrací vzduch, vycházející ze stáje, bude před vypuštěním do ovzduší veden skrz chemickou čistící jednotku. V této jednotce je čistící tekutina - kyselina, čerpána do prostoru jednotky, kde v kontaktu s ventilačním vzduchem na sebe naváže amoniak a jednotku pak opouští vyčištěný vzduch. Jako čistící kapalina se nejvíce používá kyselina sírová nebo místo ní lze použít kyselinu chlorovodíkovou. Schéma pračky vzduchu je patrné z obrázku 2.

#### **Mezisložkové dopady (cross-media effects):**

Tento systém vyžaduje skladování chemikálií. V odpadní vodě po vyčištění vzduchu se v závislosti na použité technologii vyskytují vysoké koncentrace sulfátů nebo chloridů, což může být omezující faktor pro používání této technologie. Používání praček vzduchu zvyšuje na farmě spotřebu energie.

#### **Použitelnost:**

Tento systém jako koncová technologie může být zaveden do jakýchkoli stájí, nových nebo stávajících, kde je možnost usměrnit proud vzduchu směrem ke vstupu do pračky. Systém není vhodný pro přirozeně větrané typy stájí. Vysoká úroveň prachu ve vzduchu opouštějícím stáj může negativně ovlivnit čistící proces. Z tohoto důvodu se systém praní vzduchu stává méně vhodný pro systémy ustájení se suchým klimatem ve stáji nebo produkujících exkrementy s vysokým obsahem sušiny. Nezbytné je použití prachových filtrů, čímž se zvýší tlak v systému a následně i spotřeba energie. Systém vyžaduje pravidelné sledování, které zvýší náklady na pracovní sílu. [9]

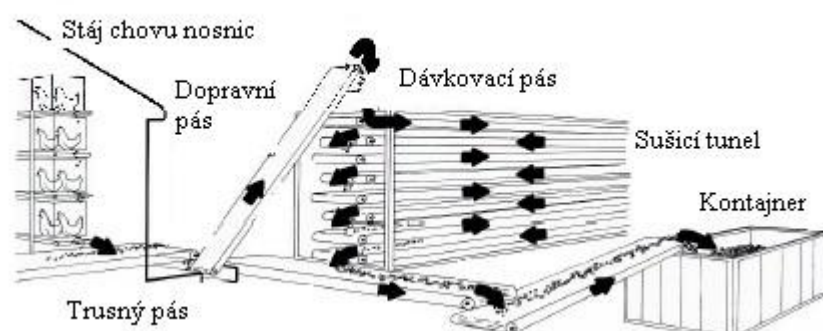


Obrázek 2. Schéma pračky vzduchu [2]

### 2.5.2 Externí sušící tunel s perforovanými trusnými pásy

#### Popis:

Trus je odklizen z haly pro chov nosnic pomocí trusných pásů umístěných pod klecemi. Odtud je transportován na nejvyšší trusný pás sušícího tunelu, tvořeného několika řadami perforovaných pásů a postupně procházející mezi jednotlivými konci tunelu. Na konci nejnižší položeného pásu má trus obsah sušiny 65 - 75 % a je uložen do kontajneru nebo zakrytého skladovacího prostoru. Sušící tunel je provětráván vzduchem z ustájecího prostoru. Je nezbytné počítat s určitou spotřebou elektrické energie. Externí sušící tunel na obrázku 3 je obvykle postaven na boku stáje. [9]



Obrázek 3. Externí sušící tunel [3]

## **2.6 Technologie BAT v chovech drůbeže**

### **2.6.1 Krmné techniky**

Preventivní krmná opatření mají zajistit snížení množství drůbeží vyloučených živin a tím i následnou nižší potřebu léčebných opatření během produkčního cyklu. Řízená výživa má za cíl přizpůsobit krmení požadavkům drůbeže v jejich vývojových stupních tak, aby docházelo ke snížení vylučovaných živin v exkrementech. Nezbytně nutné je aplikované techniky průběžně sledovat a vyhodnocovat.

Základem pro BAT v krmení drůbeže patří postupné používání odlišných diet (fázový výkrm) s nízkým obsahem nestravitelných bílkovin a fosforu. Tyto diety potřebují být podpořeny příslušnými aminokyselinami dodávanými v příslušných krmivech nebo dodáváním samotných průmyslových aminokyselin (lysin, methionin, treonin, tryptofan). Fosfor musí být použit snadno dostupný anorganický nebo musí být dodávána stáza, zajišťující dostatečný přísun lehkého dostupného fosforu.

#### **Mezi sledované a hodnocené krmné techniky souhrnně patří:**

- fázová výživa zabezpečená dávkovači, nebo počítačovou jednotkou,
- esenciální aminokyseliny - lyzin, metionin, treonin, tryptofan v krmivech,
- snadno dostupný anorganický fosfor a fytáza v krmivech.

Při využití příslušných diet se může v závislosti na kategorii drůbeže a začátku využívání krmiva snížit obsah nezpracovaných bílkovin o 1 - 2% a fosforu o 0,05 - 0,1 % v exkrementech drůbeže. Je-li využívána nízkoproteinová dieta, emise amoniaku se mohou snížit o 24 %. [5]

### **2.6.2 Hospodaření s vodou**

Snížení spotřeby vody závisí především na dodržování zásad správné zemědělské praxe. Potřeba vody je ovlivněna technickým a technologickým uspořádáním chovu drůbeže.



**Sledování a hodnocení hospodaření s vodou zahrnuje:**

- mytí a čištění stájí vysokotlakým zařízením,
- přesné nastavení napájecího zařízení - zabránění únikům vody,
- sledování spotřeby vody instalací vodoměrů nebo jiného zařízení - vodoměry hlavní, podružné, počítačová jednotka,
- uchovávání záznamů o naměřené spotřebě vody,
- vyhledávání a opravování míst úniku vody.

Při sníženém přísunu nestravitelných bílkovin se spotřeba vody může snížit až o 8 %.

[5]

### **2.6.3 Hospodaření s energií**

Snížení spotřeby energie lze docílit dodržováním zásad správné zemědělské praxe, která začíná již u provedení systému chovu drůbeže, je ovlivňováno způsobem provozu a končí údržbou stájí a jejich vybavením. Ke snížení množství spotřeby energie na vytápění a větrání je potřeba provádět mnoho činností, které by se měly stát každodenní praxí.

#### **BAT v hospodaření s energií jsou:**

- Tepelná izolace stájí - stropy, boční stěny,
- instalace ventilátorů s nízkou spotřebou energie a vysokou účinností,
- spouštění ventilátorů teplotními čidly nebo počítačovou jednotkou (klima počítač),
- použití fluorescenčních svítidel - zářivky,
- rekuperace tepla ze stájí - opětné navrácení unikajícího tepla od výrobního procesu.

Úspory energie mohou činit u ventilátorů s nízkou spotřebou energie a vysokou účinností 30 %, u zářivek 75 % a u rekuperace tepla ze stájí 50 %.

Při využití rekuperace tepla ze stájí se emise amoniaku mohou snížit až o 30 %. [5]

### **2.6.4 Snížení emisí z ustájení**

Z důvodu welfare drůbeže se předpokládá, že neklecové systémy ustájení budou v EU přitahovat značnou pozornost. Z téhož důvodu se bude omezovat hustota osazení v chovech s hlubokou podestýlkou.

## **Výkrm kuřecích brojlerů**

U výkrmu brojlerů je BAT pro ustájení:

- přirozené větrání s hlubokou podestýlkou – větrání okny, vraty,
- nucené větrání s hlubokou podestýlkou – nucené větrání pomocí ventilátoru,
- perforovaná podlaha s nuceným sušením trusu – pouze tam, kde ji již v provozu.

U těchto BAT se emise amoniaku sníží o 80 - 95 %.

## **Chov nosnic (klecové ustájení)**

BAT v klecovém ustájení drůbeže je:

- klecová technologie s trusným pásem - s odklizem trusu 2 x týdně do uzavřeného trusného tunelu.

V případě vertikálních bateriových klecových systémů je BAT:

- klecová technologie s trusným pásem s nuceným sušením pomocí vzduchu - s odklizem 1x týdně do uzavřeného trusného prostoru,
- klecová technologie s trusným pásem s vylepšeným nuceným sušením pomocí vzduchu - s odklizem trusu každých 5 dní do uzavřeného trusného prostoru,
- klecová technologie s trusným pásem a se sušícím tunelem nad klecemi - s odklizem trusu po 24 až 36 hodinách do uzavřeného trusného prostoru.

Při využití těchto BAT se sníží emise amoniaku o 50 - 90 %.

## **Neklecový systém**

BAT pro ustájení v neklecovém systému je:

- hluboká podestýlka s nuceným sušením trusu - sušení trusu vzduchem o teplotě 20 °C,
- hluboká podestýlka s perforovanou podlahou a nuceným sušením trusu - perforovaná podlaha pod trusem a rošty,
- voliérový systém - volný pohyb na několika úrovních stáje.

Při zavedení těchto BAT se emise amoniaku sníží o 60 - 70 %. [5]

## **2.6.5 Nakládání s exkrementy**

### **Skladování exkrementů**

Nitrátová směrnice stanovila minimální požadavky na skladování exkrementů s cílem poskytnout povrchovým a podzemním vodám ochranu před znečištěním a ve zvlášť vymezených zranitelných zónách stanovit speciální požadavky na skladování exkrementů.

BAT pro skladování exkrementů je:

- sklady suchého trusu - na místech s dostatečnou kapacitou, nepropustnou podlahou a s dostatečným větráním,
- polní hnojiště - na místech mimo vodní zdroje, obytné zóny a na závětrné straně stájí s dostatečnou kapacitou.

### **Zpracování exkrementů**

Podmínkami určujícími BAT pro zpracování exkrementů jsou dostupnost půdy, místní přebytek nebo nedostatek živin, technická podpora, tržní možnosti pro zelenou energii, místní nařízení a přítomnost snižujících technologií.

Za BAT při zpracování exkrementů jsou považovány postupy:

- sušení trusu – externí sušící tunel s perforovanými trusnými pásy,
- anaerobní fermentace s výrobou bioplynu s ošetření plynných emisí za spalování bioplynu.

### **Zpracování exkrementů**

Drůbeží exkrementy mají vysoký obsah dostupného dusíku a proto je při rozmetání důležité jejich rovnoměrné rozložení. Pro snížení emisí při rozmetání není důležitým faktorem rozmetací technika, ale samotné zapracování do půdy.

BAT pro zapracování exkrementů do půdy je:

- zaorání během 12 hodin na orné a snadno oratelné půdě - po rozmetání trusu nebo hnoje.

U této BAT se emise amoniaku sníží o 90 % na orné a snadno oratelné půdě. [5]

## **2.7 Biotechnologické přípravy uplatňované u chovu drůbeže**

Problematika snižování emisí amoniaku a skleníkových plynů ze zemědělské činnosti, zvláště pak z chovů hospodářských zvířat v souvislosti se zaváděním „Plánu správné zemědělské praxe“ nebo „Integrovaných povolení provozů“, které se staly nejen nástrojem správních orgánů při řešení vztahu zemědělství k životnímu prostředí, je v současné době nejen v Čechách a na Slovensku, ale v rámci celého Evropského společenství velmi aktuální.

Požadavky Göteborgského protokolu a Kjótského 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<sub>4</sub>), oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>), sirovodíku (H<sub>2</sub>S) a oxidu dusíku (N<sub>2</sub>O).

Výzkumný ústav zemědělské techniky v Praze řeší problematiku snižování emisí amoniaku a skleníkových plynů již tři čtyřletá řešitelská období. Postupně byla vypracována metodika měření ve stájových prostorech, na skládkách kejdy a chlévského hnoje a při zapravování těchto surovin do půdy. [10]

## **2.8 Metody měření koncentrace amoniaku**

### **2.8.1 Metoda fotometrického stanovení koncentrace amoniaku**

#### **Podstata zkoušky:**

Amoniak se izoluje ze vzorku plynu absorbcí v roztoku kyseliny sírové. Z alikvotní části roztoku se v mikrodestilačním aparátu oddestiluje amoniak a pohltí ve vodě. Obsah amoniaku v destilační předloze se stanoví fotometricky za použití Nesslerova činidla. Metoda se užívá ke stanovení obsahu amoniaku v rozsahu 1 - 400 mg.m<sup>-3</sup> při objemu plynného vzorku 50 l.

#### **Potřebné vybavení k měření:**

- destilační přístroj,
- tuk na zábrusy,
- novoplastová hadice,
- spojka U pro zapojení promývaček do série,
- vaky se vzorky plynu,
- spektrofotometr,
- 2 kusy promývaček 100 ml s fritou S1.

**Potřebné chemikálie:**

- voda prostá amoniaku,
- základní roztok chloridu amonného,
- standardní roztok chloridu amonného,
- Nesslerovo čidlo,
- jodid draselný,
- jodid rtuťnatý,
- hydroxid sodný, 40 % roztok,
- kyselina sírová, roztok 0,05 mol.l<sup>-1</sup>.

**Příprava Nesslerova činidla:**

10 g jodidu rtuťnatého se smíchá s 0,8 g jodidu draselného v 10 ml H<sub>2</sub>O. Po 15 minutách se přidá roztok 20 g hydroxidu sodného v 90 ml H<sub>2</sub>O. Směs se důkladně protřepe a 24 hodin nechá stát. Potom se nerozpuštěný podíl odfiltruje přes skleněnou vatu. Čirý roztok činidla se přechovává v chladničce, je stálý 3 měsíce.

**Příprava vody prosté amoniaku:**

Destilovaná voda se prolije přes kolonu s katexem Ostion S.

**Příprava základního roztoku chloridu amonného:**

3,1409 g vysušeného NH<sub>4</sub>Cl se rozpustí a doplní na 1 l vodou prostou amoniaku. 1 ml tohoto roztoku odpovídá 1 mg NH<sub>3</sub>.

**Příprava základního roztoku chloridu amonného:**

10 ml základního roztoku se odpipetuje do odměrky a doplní na 1 l vodou prostou amoniaku. 1 ml tohoto roztoku odpovídá 10g NH<sub>3</sub>.

### **Pracovní postup stanovení obsahu $\text{NH}_3$ ve vzorku plynu ve vacích:**

Dvě promývačky o objemu 100 ml opatřené fritou S1 se naplní  $0,05 \text{ mol.l}^{-1}$  roztokem kyseliny sírové. Zábrusy promývaček se namažou silikonovým tukem, pečlivě se uzavřou a zapojí do série pomocí spojky U. Novoplastovou hadicí se promývačky napojí na vak se vzorkem plynu. Po otevření ventilu vaku se mechanickým stlačením přivádí plyn z vaku do roztoku v promývačkách, kterým probublává. Amoniak se izoluje ze vzorku plynu absorpcí v roztoku kyseliny sírové. Průtok vzorkovaného plynu je  $1 \text{ l.min}^{-1}$ . Kontrolu rychlosti průtoku plynu lze provést např. mokrým plynoměrem, zapojeným mezi vaky a promývačky. Po vyprázdnění vaků se sejmou obě promývačky a jejich obsah se převede do odměrky na 250 ml a doplní po rysku destilovanou vodou.

Část vzorku (max. 250 g  $\text{NH}_3$ ) se odpipetuje do destilační baňky destilačního přístroje, zředí se na 50 ml vodou a přidá se 10 ml 40 % roztoku NaOH. Baňka se ihned uzavře přestupníkem, opatřeným malým vodním chladičem. Zábrus se namaže silikonovým tukem a zajistí ocelovými pružinami. Stonek chladiče se ponoří pod hladinu asi 10 ml vody v odměrné baňce na 100 ml. Baňka se umístí do kádinky s vodou (chlazení) a obsah destilační baňky se pak oddestiluje „téměř dosucha“ (po odstavení kahanu obsah ztuhne). Po ukončení, destilace se opláchne stonek chladiče, odměrná baňka se sejme. Pak se teprve odstaví kahan a destilační baňka se ještě za horka sejme (nebezpečí zamrznutí).

Obsah odměrné baňky se zředí na 90 - 95 ml vodou, pipetou se přidá 1 ml Nesslerova činidla a baňka se doplní vodou po rysku. Současně se připraví slepý pokus; 1 ml činidla se přidá k 90 ml  $\text{H}_2\text{O}$  v odměrce a doplní na 100 ml. Po 30 minutách se měří absorbce vzorku proti slepému pokusu v křemenných kyvetách o optické tloušťce 1 cm při vlnové délce 375 nm. Obsah  $\text{NH}_3$  ve vzorku se zjistí z kalibračního grafu. Obsah se koriguje a obsah  $\text{NH}_3$  v použitém hydroxidu a vodě, který se zjistí destilací amoniaku z činidel bez přídavku vzorku. Zjištění se provede vždy u nových dávek činidel.



Kalibrační graf se sestrojí následujícím způsobem. Do odměrek na 100 ml se odpipetuje 0, 2, 5, 10, 15, 20 a 25 ml standardního roztoku chloridu amonného (tj. 0 – 250 g NH<sub>3</sub>), zředí se na 90 - 95 ml vodou a do všech baněk se odpipetuje po 1 ml Nesslerova činidla. Baňky se doplní a po 30 minutách se změří absorpce kalibračních roztoků proti slepému pokusu v křemenných kyvetách a optické tloušťce 1 cm při vlnové délce 375 nm. Ze změřených hodnot absorbancí se sestrojí kalibrační graf. Je vhodné vypočítat jeho tvar jako regresní přímku. [4]

### **2.8.2 Metoda zjišťování koncentrace podle kolektivu Ing. M. Skybové z firmy EKOTOXA v Opavě**

#### **Podstata zkoušky:**

Vzorky vzduchu jsou prosávány absorpčním roztokem kyseliny sírové standardní odběrovou aparaturou, složenou z kapilárního absorbéru, plynoměru řídicího ventilu nebo tlačky a membránového čerpadla. Amonné soli dávají v absorpčním roztoku s Nesslerovým činidlem v nízkých koncentracích žlutohnědé zbarvení, jehož intenzita je úměrná množství iontu NH<sub>4</sub>.

#### **Používané chemikálie:**

- Nesslerovo činidlo,
- chlorid amonný,
- vinan sodnodraselný,
- kyselina sírová, roztok 0,005 mol.l<sup>-1</sup>.

#### **Vybavení potřebné k měření:**

- membránové čerpadlo,
- nasávací nálevka, sklo,
- spektrofotometr SPECOL 1 l,
- mokřý plynoměr,
- odběrové hadice PE.

**Pracovní postup:**

Zkoumaný vzduch se prosává absorbérem naplněným 15 ml absorpčního roztoku  $0,005 \text{ mol.l}^{-1}$  kyseliny sírové. Odebírá se při krátkodobém odběru 50 l vzduchu průtokem  $1 \text{ l.min}^{-1}$ . Obsah absorbéru se kvantitativně převede do 100 ml odměrné baňky, která se doplní absorpčním roztokem po rysku. Dále se pracuje s 25 ml vzorku. Jako slepý vzorek se použije zbytkový absorpční roztok. K 25 ml vzorku se přidá 0,5 ml Nesslerova činidla a 0,5 ml vinanu sodnodraselného pro zamezení vzniku zákalu. Intenzita zbarvení se měří po 20 minutách při vlnové délce 380 nm proti slepému pokusu. Množství  $\text{NH}_3$  se zjistí z kalibrační křivky.

**Sestrojení kalibrační křivky:**

Do 50 ml odměrných baněk se odměří 2,5; 4,0; 5,0; 7,5; 10,0; 12,5; 15,0; 20,0 ml pracovního standardního roztoku chloridu amonného a doplní se absorpčním roztokem po rysku. K práci se bere 25 ml každého roztoku, ke kterému se přidá 0,5 ml Nesslerova činidla a 0,5 ml vinanu sodnodraselného. Intenzita zbarvení se měří po 20 minutách při vlnové délce 380 nm proti slepému pokusu (čistý absorpční roztok). Naměřené hodnoty absorbance se vynesou do grafu proti hodnotám obsahu  $\text{NH}_3 \text{ g ml}^{-1}$ .  
[4]

**2.8.3 Metoda měření koncentrace amoniaku elektronickými snímači**

Tato metoda využívá k měření koncentrace amoniaku elektronické snímače, které naměřené hodnoty ukládají přímo do paměti přístroje. Hodnoty se zaznamenávají zvolených časových intervalech, které si navolí přímo obsluha přístroje.

Popis snímačů, jejich rozmístění a princip činnosti je uveden v metodice této práce.

### **3. Cíl práce**

Cílem práce je naměření emisí zátěžových plynů, vodní páry, teploty a relativní vlhkosti ve vybraném zemědělském provozu, jejich porovnání a vyhodnocení.

#### **Práce je zaměřena na okruhy:**

1. Změření emise plynů  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_4$  a  $\text{NO}_2$  ve vybraném zemědělském provozu (Farma Čekanice u Tábora).
2. Porovnání výsledků s emisemi těchto plynů v provozech s nejlepšími dostupnými technikami (BAT).
3. Vyhodnocení výsledků pomocí grafů.
4. Vyhodnocení výsledných hodnot.

## 4. Metodika

### 4.1 Způsob měření ukazatelů stájového mikroklimatu

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

- není vyžadována akreditace měření, ale používané přístroje musí být pravidelně ověřeny a cejchovány dle pokynů výrobce nebo dodavatele,
- v průběhu měření je ventilace ponechána ve standardním režimu, odpovídajícímu venkovním podmínkám a době výkrmu,
- o provedeném měření je proveden záznam.

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

### 4.2 Měření koncentrace $\text{NH}_3$

Provádí se ve výšce 25cm nad podestýlkou patrný na obrázku číslo 4.



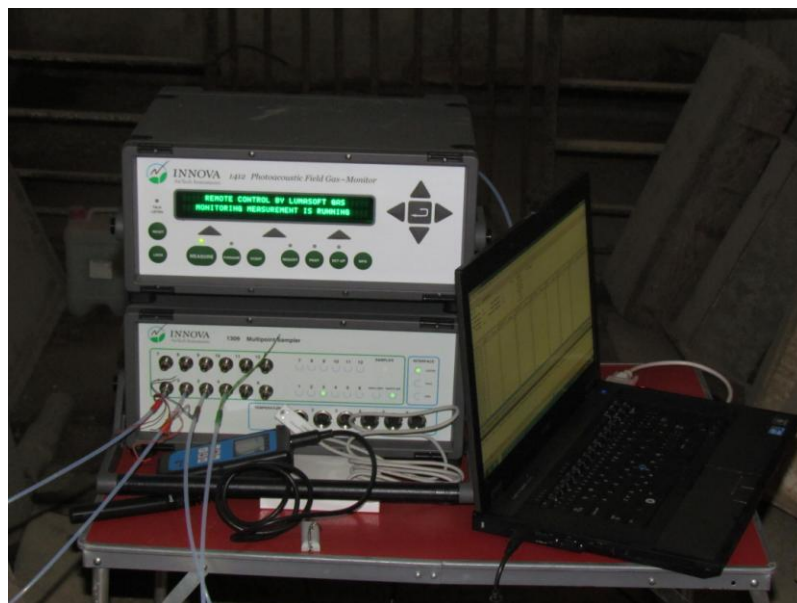
Obrázek 4. Sonda na měření plynů [4]

### Postup při měření koncentrace NH<sub>3</sub>:

- bezprostředně před zahájením měření koncentrace NH<sub>3</sub> se ve všech měřicích místech provede krátkodobé měření okamžité relativní vlhkosti vzduchu. Měření koncentrace NH<sub>3</sub> se neprovádí, pokud je naměřená okamžitá relativní vlhkost vzduchu v daném místě větší jak 90 % (negativní vliv vysoké relativní vlhkosti na senzory měřicích přístrojů),
- zahájení měření se provede po uplynutí doby náběhu senzorů, pokud ji výrobce nebo dodavatel zařízení uvádí,
- doba měření koncentrace je minimálně 10 minut, pro denní průběh 24 hodin.

#### 4.2.1 Měřicí přístroj

Pro měření koncentrací NH<sub>3</sub> (ale i dalších zátěžových a skleníkových plynů) byl použit přístroj 1412 Photoacoustic Multi-gas Monitor firmy INNOVA Air Tech Instruments s vícekanálovým vzorkovacím a dávkovacím zařízením 1309 D Multipoint Samplet téže firmy patrný na obrázku číslo 5.



Obrázek 5. Přístroj INNOVA 1412 při měření [4]

#### 4.2.2 Popis přístroje

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

V karuselu s filtry jsou instalovány příslušné optické filtry. Z toho důvodu může přístroj selektivně měřit až pět plynů (amoniak  $\text{NH}_3$ , Oxid uhličitý  $\text{CO}_2$ , Oxid dusný  $\text{N}_2\text{O}$ , metan  $\text{CH}_4$  a sirovodík  $\text{H}_2\text{S}$ ) spolu s vodní párou v každém vzorku vzduchu. Dále přístroj umožňuje kompenzovat interferenci mezi měřenými plyny využívajíc k tomu křížovou kompenzaci. Detekční limit závisí na měřeném plynu, ale vždy se pohybuje v oblasti  $10^{-2}$  ppm (parts per milion – jednotek v milionu) při  $20^\circ\text{C}$  a tlaku 101 kPa. Tyto jednotky mohou být snadno převedeny na jednotky  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Všechny data jsou zaznamenávána v reálném čase a jsou zobrazována v numerické nebo grafické podobě a přenositelná do osobního počítače ve formátu MS Excel.

#### 4.2.3 Princip činnosti přístroje INNOVA 1412

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 patrné 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 zobrazenými na obrázku číslo 4. 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. Zatímco analyzátor vzorek měří, je výfukem proplachována hadička, která bude následovat do analyzátoru.

### 4.3 Měření koncentrace CO<sub>2</sub>

- měření koncentrace CO<sub>2</sub> se provádí ve výšce 25 cm nad podestýlkou,
- měření se provede ve třech odběrných místech,
- bezprostředně před zahájením měření koncentrace CO<sub>2</sub> se ve všech měřicích místech provede krátkodobé měření okamžité relativní vlhkosti vzduchu.

Měření:

Koncentrace NH<sub>3</sub> se neprovádí, pokud je naměřená okamžitá relativní vlhkost vzduchu v daném místě větší jak 90 % (negativní vliv vysoké relativní vlhkosti na senzory měřicích přístrojů).

- zahájení měření se provede po uplynutí doby náběhu senzorů, pokud ji výrobce nebo dodavatel zařízení uvádí,
- doba měření koncentrace v každém měřicím místě je minimálně 10 minut,
- měření se opakuje, jsou-li rozdíly v koncentraci na jednotlivých měřicích místech větší než 50 %.

#### 4.3.1 Měřicí přístroj

Pro měření koncentrací CO<sub>2</sub> (ale i dalších zátěžových a skleníkových plynů) je vhodné použít přístroj 1412 Photoacoustic Multi-gas Monitor firmy INNOVA Air Tech Instruments s vícekanálovým vzorkovacím a dávkovacím zařízením 1309 D Multipoint Sampler téže firmy patrně z obrázku číslo 5. Přístroje byly popsány v kapitole měření koncentrací amoniaku.

### 4.4 Měření teploty a relativní vlhkosti vzduchu

- měří se teploměrem s minimálním rozlišením 0,5°C,
- měření se provádí ve výšce 25 cm nad podestýlkou,
- doplňkové měření vnější teploty se provádí ve stínu ve výšce 1 metr nad zemí a minimálně 1 metr od stěny haly tak, aby byl vyloučen vliv sálání tepla stěnami objektu
- relativní vlhkost vzduchu se měří tehdy, pokud venkovní teplota klesne pod + 10°C.

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

#### 4.4.1 Měřicí přístroj

Měření teploty se provádí s použitím záznamníku teploty a relativní vlhkosti s displejem LOGGER S3120 dodávaného také firmou Comet systém s.r.o. na obrázku číslo 6.



**Obrázek 6. LOGGER S3120 [4]**

#### 4.4.2 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  $\pm 0,4^{\circ}\text{C}$  a rozlišením 0,1°C, u relativní vlhkosti 0 až 100 % RV s přesností  $\pm 2,5$  RV v rozsahu 5 – 95 % při 23°C a rozlišením 0,1 % RV. [12]

#### 4.5 Vážení vzorků podestýlky

Měření je prováděno na přenosné váze, která umožňuje měření s přesností na desetiny gramu. Samotná podestýlka se vloží do plechových nádob o jednotné hmotnosti 9 gramů patrných na obrázku číslo 7. Každý jednotlivý vzorek je zvážen a hodnota v gramech je zapsána. Toto vážení se provede před vysušením vzorku. Po vysušení se vzorek znovu zváží a z těchto hodnot je vypočtena sušina podestýlky.



Obrázek 7. Měrné nádoby [4]

#### 4.6 Stanovení sušiny podestýlky

Navážený vzorek se vloží do vysoušecího zařízení Einstellvorschrift, pomocí kterého je vzorek vysoušen po dobu 24. hodin. Toto zařízení je patrné na obrázku číslo 8. Po vysušení a převážení vzorku se stanoví sušina podestýlky podle vzorce 1: Vzorky podestýlky byly odebrány na třech místech. První odběrné místo bylo pod napáječkou, druhé pod krmítkem a třetí mezi těmito místy.

$$V_l = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100 \quad (1)$$

$V_l$  - vlhkost [%]

$m_1$  - vzorek před sušením [g]

$m_2$  - vzorek po usušení [g]



**Obrázek 8. Vysoušecí zařízení Einstellvorschrift [4]**

## **5. Vlastní práce**

### **5.1 Výkrm Tagrea, s.r.o., Farma Čekanice**

Jedná se o farmu s devíti halami pro chov 471 240 ks brojlerů (výkupní váha v průměru 1,6 kg) s celkovou užitnou plochou hal 22 440 m<sup>2</sup> a cca 3 600 m<sup>2</sup> zpevněných ploch a komunikací. Celková plocha areálu činí 45 100 m<sup>2</sup>. Celá výstavba je situována vedle stávajícího areálu firmy Tagrea, a.s., v k.ú. Čekanice.

### **5.2 Popis technického a technologického řešení**

V areálu farmy je vybudováno devět hal pro výkrm brojlerů o celkové kapacitě 471 240 ks brojlerů výkupní hmotnosti 1,4-1,8 kg (průměr 1,6 kg). Rozměry hal: 5x H1 (24 x 95 m) s užitnou plochou 5x 2 280 m<sup>2</sup>, 2x H2 (24x110) m s užitnou plochou 2x 2 640 m<sup>2</sup> a 2x H3 (24x120) m s užitnou plochou 2x 2 880 m<sup>2</sup>. Haly jsou jednodílné, přízemní s vestavěným velínem a se sedlovou střechou s výškou v hřebeni cca 6,7 m a u okapu 2,7 m (pro všechny haly). Sklon střešních rovin je 18 stupňů.

Součástí areálu je rovněž kafilerní box na uhynulá zvířata, který je pravidelně vyvážen k externímu zneškodnění. U hal jsou na betonových deskách osazeny sila pro krmnou směs.

#### **5.2.1 Stavebně-technické řešení hal**

Objekty hal jsou založeny na pasech a patkách z prostého betonu B20. Hloubka založení je dána únosností zeminy a úrovní nezámrazné hloubky. Nosnou konstrukci haly tvoří rámy svařené z ocelových IPE-profilů, které jsou kloubově uloženy na základech. Umístění rámu je navrženo v modulu 4,5 m. Obvodový plášť hal je skládaný ze sendvičových panelů tloušťky 50 mm barvy bílošedé. Obvodové stěny vykazují tepelný odpor minimálně 2.kW.m<sup>-2</sup>. Strop nad halou je tvořen dřevěnými kompletizovanými kazetami s tepelnou izolací z minerální vlny. Tepelný odpor střechy je minimálně 3.kW.m<sup>-2</sup>. Střešní krytina je zhotovena z trapézového lakovaného plechu.

Podlahy v prostorách výkrmů jsou řešeny jako nepropustné a jsou provedeny ze strojně hlazeného vodovzdorného betonu B 20 HV s podkladní vrstvou z drceného kameniva. Betonová deska je rozdělena do dilatačních polí (maximálně 6 x 6 m). Povrch podlahy je strojně hlazen, řezané dilatační spáry jsou vyplněny pružnou zálivkou. Vnější štítová vrata jsou vyhotovena jako lamelová rolovací.

## 5.2.2 Technologické řešení hal

### 5.2.2.1 Výkrmový cyklus

Výkrmový cyklus probíhá v cca padesáti dvoudenních výkrmových cyklech s následnou technologickou přestávkou na vyskladnění drůbeže/ dezinfekci a očistu stájí. (Cyklus = doba od zástavu k zástavu = 52 dnů, turnus = doba od zástavu do vyskladnění = 36 dnů). Doba od vyskladnění do dalšího naskladnění = 14 - 16 dnů je doba potřebná pro práce se založením nového turnusu, včetně rezervy na odpočinek hal nutný pro předcházení stájové únavy (zajišťuje welfare v následujícím turnusu).

Během jednoho roku tak proběhne 7 výkrmových cyklů. Po ukončení každého cyklu je drůbež vyskladněna, provede se očista a dezinfekce hal, po té se naveze nové stelivo z řezané slámy, která se taktéž ošetří dezinfekčním prostředkem. Do předem vytopených prostor s teplotou nad povrchem podestýlky 34°C, zde jsou naskladněna jednodenní kuřata. Teplota musí být v hale zajištěna již 12 hodin před zástavem kuřat, tato teplota se denně snižuje až na 23°C v létě a 21°C v zimě. Při naskladnění musí být zajištěno dostatečné množství temperované vody z kapátkových napáječek. V prvních dnech se krmivo nasype na pruhy balicího papíru, ne více než kuřata spotřebují. Třetí den se papír z chovných prostorů odstraní a krmení probíhá již automaticky.

### 5.2.2.2 Technologie ustájení:

- výkrm na trvalé podestýlce (jednorázové vyklizení po skončení výkrmu - turnusu), celá hala musí být jednorázově osazena kuřaty stejného stáří a stejného původu,
- živá hmotnost kuřete (brojlera) ve stáří 5 týdnů (35 dnů) - 1,6 kg,
- délka výkrmového cyklu - 36 dní + 14-16 dní (odstranění podestýlky, mytí, nová podestýlka, dezinfekce, desinsekce) = celkem 52 dní,
- počet turnusů za rok = 7,
- světelný režim - osvětlenost 25 (23) - 10 (5) luxů při délce světelného den 23 hodin,
- denní spotřeba krmné směsi 100-240 kg na 1000 ks,
- optimální teplota vzduchu při vytápění objektu 33 - 21 °C (dle stáří kuřat),
- optimální relativní vlhkost pro kuřata 56 – 75 % (dle stáří kuřat a teploty ve stáji),
- průměrná potřeba podestýlky na 1000 kuřat za turnus 0,1 t,

- průměrná produkce podestýlky s trusem na 1000 kuřat za turnus 1,1 t,
- potřeba pracovního času na 1000 kuřat ve výkrmu cca 14 minut,
- při vyskladňování kuřat 15 - 20 pracovníků na 4500 - 5000 kuřat za hodinu,
- vzduchotechnické zařízení výměna vzduchu (předpokládaná minimální 5 m<sup>3</sup> za hodinu na 1 kg živé hmotnosti drůbeže).

#### 5.2.2.3 Technologie podestýlky

Stelivový materiál se přiváží suchý volně ložený a po podlaze haly se rozhrnuje ručně na celou podlahovou plochu haly 5 - 10 cm vysokou vrstvu. V průběhu výkrmu se nepřistýlá. Stelivový materiál nejvhodnější pro jednodenní kuřata je pšeničná sláma řezaná nebo drcená. Nepoužívá se sláma předem nařezaná ze stohu, hrozí nebezpečí onemocnění kuřat například aspergilosou. Dále je méně vhodné použít piliny a hobliny. Podestýlku dodává farma zemědělským subjektům na základě uzavřených smluv.

Průměrná potřeba steliva:

- na 1000 kuřat za turnus - 0,1 t,
- za turnus - 47,2 t,
- pro areál za rok (7 turnusů) - 330 t.

#### 5.2.2.4 Technologie krmení

Tato technologie je založena na krmných linkách, které jsou zásobovány krmnou směsí prostřednictvím dopravníků. Krmné linky jsou zavěšeny na stropní konstrukci a jejich výška od podlahy je regulována v závislosti na stáří a velikosti zvířat. Každá krmná linka začíná násypkou a končí koncovou miskou, která řídí pomocí koncového vypínače chod celého krmného systému automaticky. Směs je dopravována plochou ocelovou spirálou v pozinkované trubce do plastových misek typu MINIMAX. Krmná linka pracuje ve dvou režimech. Pro jednodenní kuřata je zasypávána krmivem. Po několika dnech se celá krmná linka zvedne, tím se uzavřou krmná okénka a krmná směs je dostupná pouze ve speciálně profilovaném žlábků. Na každé hale je instalováno 6 krmných linek.

Krmná směs je ošetřena přípravky na snižování emisí z chovu drůbeže. Tyto přípravky jsou indikovány na základě výběrových řízení od různých firem. Užívané přípravky jsou například AMALGEROL CLASSIC (snižování emisí z chovu) nebo Bolifor (úprava kyselosti).

Každá hala je napojena na dvě zásobní sila o objemu 2 x 28,2 m<sup>3</sup>. Sila jsou určena pro pneumatické plnění včetně krátkého žebříku a jsou vyrobena ze zinkovaného materiálu. Galvanická vrstva má za úkol odrážet tepelné záření, aby nedocházelo k znehodnocování krmné směsi vlivem tepla.

Projektovaná spotřeba krmných směsí je následující:

- spotřeba krmiva na jedno kuře - od prvních dní výkrmu 14 g na kus a den a stoupá až na 140 g na kus a den v poslední fázi výkrmu,
- denní spotřeba krmné směsi - cca 85 kg na 1000 ks,
- maximální denní spotřeba krmné směsi pro 471 240 ks - 40,1 tuny,
- spotřeba krmiva na 1 kg přírůstku (konverzi) - cca 1,8 kg,
- počet turnusů za rok je 7.
- celková průměrná projektovaná spotřeba krmiva za rok: 10 105 tun.

#### 5.2.2.5 Technologie napájení

Zajišťuje dostatek čerstvé pitné vody od počátku výkrmu. Přitažlivou barvou tělesa napáječky a vysokou hladinou vody je usnadněna orientace žíznivých kuřat. Kapátka mají průtok 80 - 90 ml.min<sup>-1</sup> a zaručují dostatečný přísun vody i v horkých letních dnech čímž zaručuje rychlý růst a vede ke značnému snížení úhynu. Díky jednoramennému záchytnému podšálku, který nepřekáží zvířatům, podestýlka zůstává suchá. Systém lze pomocí navijáku vytahovat ke stropu.

Součástí napájecího systému je napájecí panel, kde probíhá filtrace vody, měření vody, regulace tlaku vody a modifikace složení vody – dávkování medikamentů. Napáječky jsou zavěšeny na stropní konstrukci a jejich výška se reguluje na základě stáří a velikosti vykrmovaných brojlerů.

Bilance spotřeby vody:

1) voda pro napájení

$$471\,240 \text{ ks} \times 110 \text{ l}/1000 \text{ ks} = 51,8 \text{ m}^3 \cdot \text{den}^{-1} \Rightarrow \times 252 \text{ dní} = 13\,054 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$$

2) voda pro desinfekci

předpoklad  $1 \text{ l} \cdot \text{m}^{-2}$  hrubé mytí +  $0,4 \text{ l} \cdot \text{m}^{-2}$  (vysokotlaký čistič) 7 x ročně

$$22\,440 \text{ m}^2 \times 1,4 \text{ l} \cdot \text{m}^{-2} \times 7 = 221 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$$

Celková roční spotřeba vody pro areál tak činí 13 275 m<sup>3</sup>

#### 5.2.2.6 Likvidace obsahu jímek

Znečištěná voda z meziturnusového mytí, která obsahuje pouze prachové částice z krmiv a přepeřování brojlerů usazené na stěnách a stropu hal, je odváděna kanalizací do zřízených jímek na vyvážení. Vždy dvě haly mají společnou jímku o objemu 20 m<sup>3</sup>., poslední hala je odkanalizovaná do jímky o objemu 10 m<sup>3</sup>. Tyto jímky jsou smluvně vyvážené.

#### 5.2.2.7 Technologie vytápění

V halách jsou instalovány topné horkovzdušné plynové agregáty typu Jet Master GP na zemní plyn, zavěšených na vazníky ve výši cca 1,5 m nad podlahou. V plášti přístroje tvaru ležatého válce je zabudován hořák, ventilátor, automatická regulace a jištění.

#### **Spotřeba zemního plynu:**

Jednotlivé haly jsou vytápěny lokálními topidly podle následující charakteristiky:

- a) Hala H1... 5x agregát JET-MASTER GP70 70kW se spotřebou 5 . 6,1 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>,
- b) Hala H2... 6x agregát JET-MASTER GP70 70kW se spotřebou 6 . 6,1 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>,
- c) Hala H3...6x agregát JET-MASTER GP70 70kW se spotřebou 6 . 6,1 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>,
- d) Velín...1x BETA 3 (3kW) se spotřebou 0,37 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>.

Celkem:

5x hala H1 + 2x hala H2 + 2x hala H3 + 9x velín = celkem 180,23 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>.

Roční spotřeba plynu pro areál je 365 506 m<sup>3</sup>.rok<sup>-1</sup>.



#### 5.2.2.8 Technologie chlazení a zvlhčování vzduchu

Chlazení a zvlhčování vzduchu v hale se provádí tryskovým chladícím zařízením skládajícího se z vysokotlakého čerpadla a linií nerezového potrubí s tryskami umístěnými nad nasávacími klapkami, popř. v ose haly. Součástí čerpadla je i přípojovací souprava se soustavou filtrů. Systém chlazení a zvlhčování vzduchu je řízen počítačem, tak je možno udržovat optimální teplotu a vlhkost v hale. Systém pracuje s pracovním tlakem 3 bary a nepotřebuje tlakové čerpadlo. Systém je připojen přímo na vodovodní řád, kde je tlak regulován na 3 bary. Chladící zařízení ve stáji vytváří mlhu, která je schopna snížit teplotu stáje až o 5 °C. Zařízení je řízeno mikropočítačem AGEVent3. Na hale jsou namontovány čtyři větve chlazení. Trysky jsou v hale rozmístěny rovnoměrně směrem do středu stáje nad ventilačními klapkami.

#### 5.2.2.9 Technologie osvětlení

Osvětlení je zabezpečeno osazením plynule regulovatelných zářivek, které umožňují plynulou regulaci intenzity osvětlení. Podle požadavků dodavatelů jednodenní drůbeže je nutné zabezpečit intenzitu osvětlení první den minimálně 30 luxů a na konci turnusu 6 luxů.

#### 5.2.2.10 Technologie ventilace

Přívod vzduchu je zajišťován sto sedmnácti přívodními klapkami. Jejich celková plocha činí 23,02 m<sup>2</sup>. Odvod vzduchu je zabezpečen pomocí osmi stropních ventilátorů o výkonu 120 400 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>. Při zvýšení nároků na ventilaci je možné použít dalších osm štítových ventilátorů o výkonu 267 168 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>.

### 5.3 Veterinární zásady

Po vyskladnění provádí dezinfekci, dezinsekcii a deratizaci odborná firma na základě uzavřené smlouvy. Oplachové vody jsou odváděny do bezodtokové jímky a jsou rovněž dodavatelsky likvidovány. Po tlakovém mytí následuje dezinfekce. Stáje se tlakově čistí a dezinfikují včetně ventilací, krmných a napájecích linek. Deratizace probíhá pravidelně v průběhu roku. Z důvodu preventivních opatření vzniku nebezpečné nákazy drůbeže se provádí dezinfekce, a to dopravních prostředků i osob (rohože s dezinfekčním přípravkem).

Během turnusu jsou dodržovány následující hygienické zásady:

- návštěvy, vstup osob a vozidel do objektu budou maximálně omezeny,
- všechny návštěvy musí dodržet stanovená opatření,
- personál i návštěvy musí používat ochranné oblečení,
- v každá hale je zajištěno desinfekční mýdlo na mytí rukou,
- před každými vchodovými dveřmi je umístěna desinfekční rohož na boty s účinnou koncentrací desinfekčního roztoku.

### **5.3.1 Prevence nákaz**

Důležitým protinákazovým opatřením je uzávěr objektu tak, aby byl přehled o každém, kdo vstupuje do areálu chovu drůbeže. Před vstupem do haly; kde je právě chována drůbež, nebo do haly, která byla desinfikována, ale dosud v ní není ustájena drůbež, je žádoucí stanovit místo, které může překročit jen povoláná osoba, která má na sobě ochranný oděv, ochrannou obuv nebo desinfikovatelné návleky a ochrannou pokrývku hlavy. Před vstupem do haly bude umístěna desinfekční rohož s 2 % roztokem Chloraminu.

### **5.3.2 Veterinární asanace - kafilerní box**

Likvidace uhynulých kuřat - každý uhynulý kus se neprodleně odstraní z hejna, uloží se v nepropustné nádobě, shromažďování v kafilerním boxu v areálu farmy (popřípadě odeslání na pitevnu) a po krátkodobém uložení odvoz k likvidaci dle potřeby speciálními vozy. Odvoz je zajištěn smluvně s příslušnou organizací (oprávněnou) a řešen v programu odpadního hospodářství. Odvoz je zabezpečen minimálně 3x týdně.

## 5.4 Měření

Měření proběhlo na farmě v Čekanicích 14. - 15. ledna 2012 na hale číslo 2. V tabulce 1 jsou uvedeny porážkové údaje. Tabulka 2 popisuje spotřebu krmiv.

Tabulka 1. Porážkové údaje

Zastaveno	Hala	Hala 2
	Farma	ČEKANICE
	Datum zástavu	14. 12. 2011
	Počet kuřat (ks)	49 000
	Hybrid	cobb
	Líheň	Wimex
Krmiva	Dodavatel krmiv	ZZN Pelhřimov
	Mísírna	Záhoří
Poraženo	Porážka	Vodňany
	Datum porážky	16. - 18. 1. 2012
	Vyskladněných kusů	45 520
	Hmotnost na farmě	90 880
	Poražených (kg)	88 865

Tabulka 2. Spotřeba krmiv

	jednotky	Hala 2
		ČEKANICE
BR 1	tuny	127,0
BR 2	tuny	813,6
BR 3	tuny	610,9
<b>Celkem</b>	tuny	1 551,5
<b>Plocha</b>	m <sup>2</sup>	2 212
<b>Krmné dávky</b>	ks	0
<b>Stáři</b>	dny	33,2
<b>Průměrná hmotnost</b>	kg	1,96
<b>Konverze</b>		1,76
<b>Úhyn</b>	%	7,1%
<b>Zastav.</b>	ks/m <sup>2</sup>	22,0
<b>Výroba</b>	kg/m <sup>2</sup>	39,8

#### **5.4.1 Vlastní měření**

Dne 14. Ledna v 10 hodin začalo měření emisí plynů pomocí přístroje 1412 Photoacoustic Multi-gas Monitor firmy INNOVA. Toto měření probíhalo třicátý první den po naskladnění. Průměrná váha zvířat byla 1,90 kg. V době měření bylo v hale 45 400 kusů kuřat.

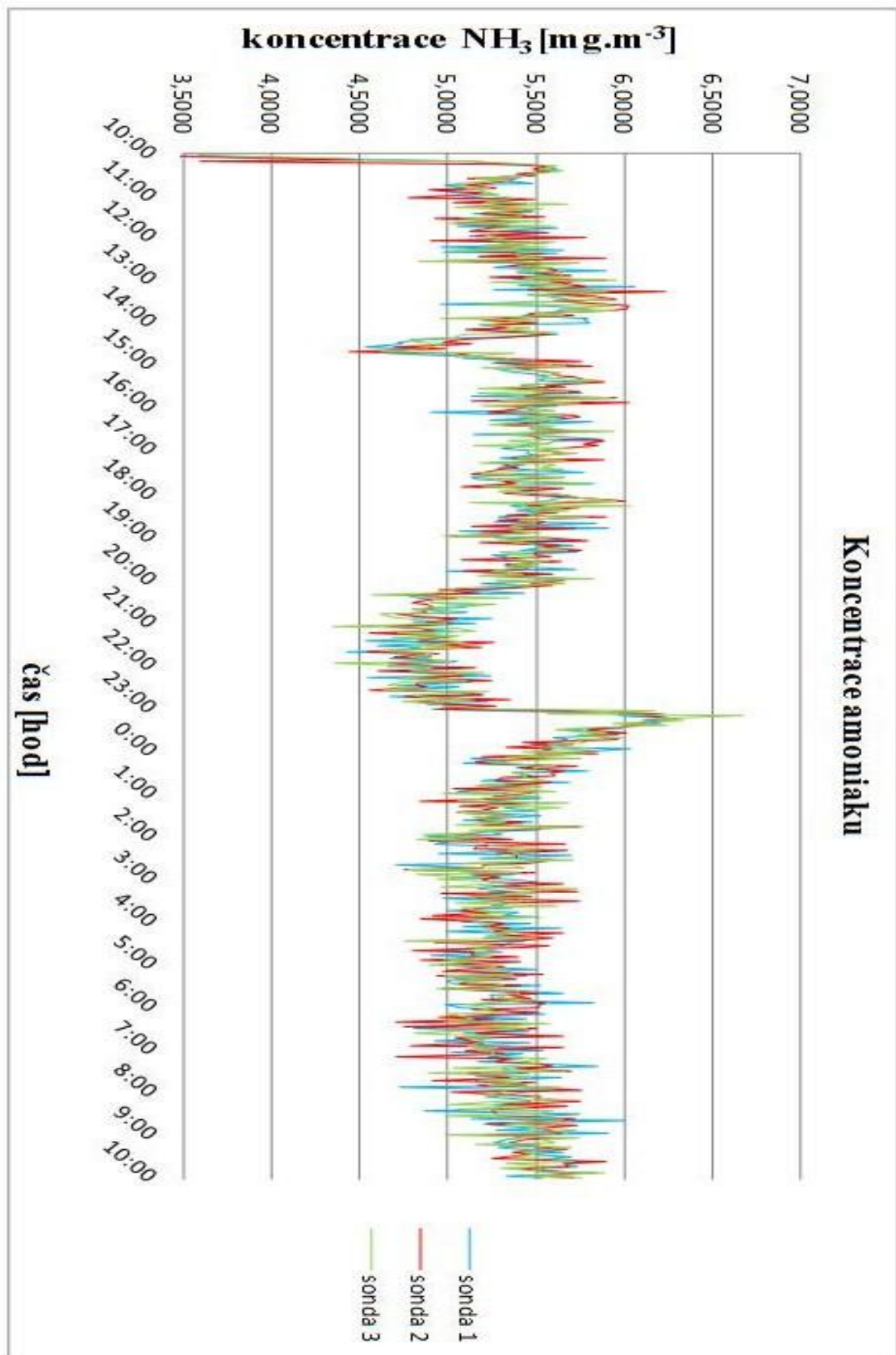
Samotné měření probíhalo pomocí tří snímačů. První snímač byl umístěn u stropního odsávacího komína. Snímač číslo dvě se nacházel dvacet pět centimetrů nad úrovní podestýlky a třetí snímač byl umístěn na sací klapce na obvodu stavby. Z jednotlivých snímačů byly zaznamenávány údaje každé tři minuty. Po dobu měření byla ventilace v automatickém režimu a šla na plný výkon. Ventilace má kapacitu celkového průtoku vzduchu  $120\,400\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ .

#### **5.4.2 Výsledky měření**

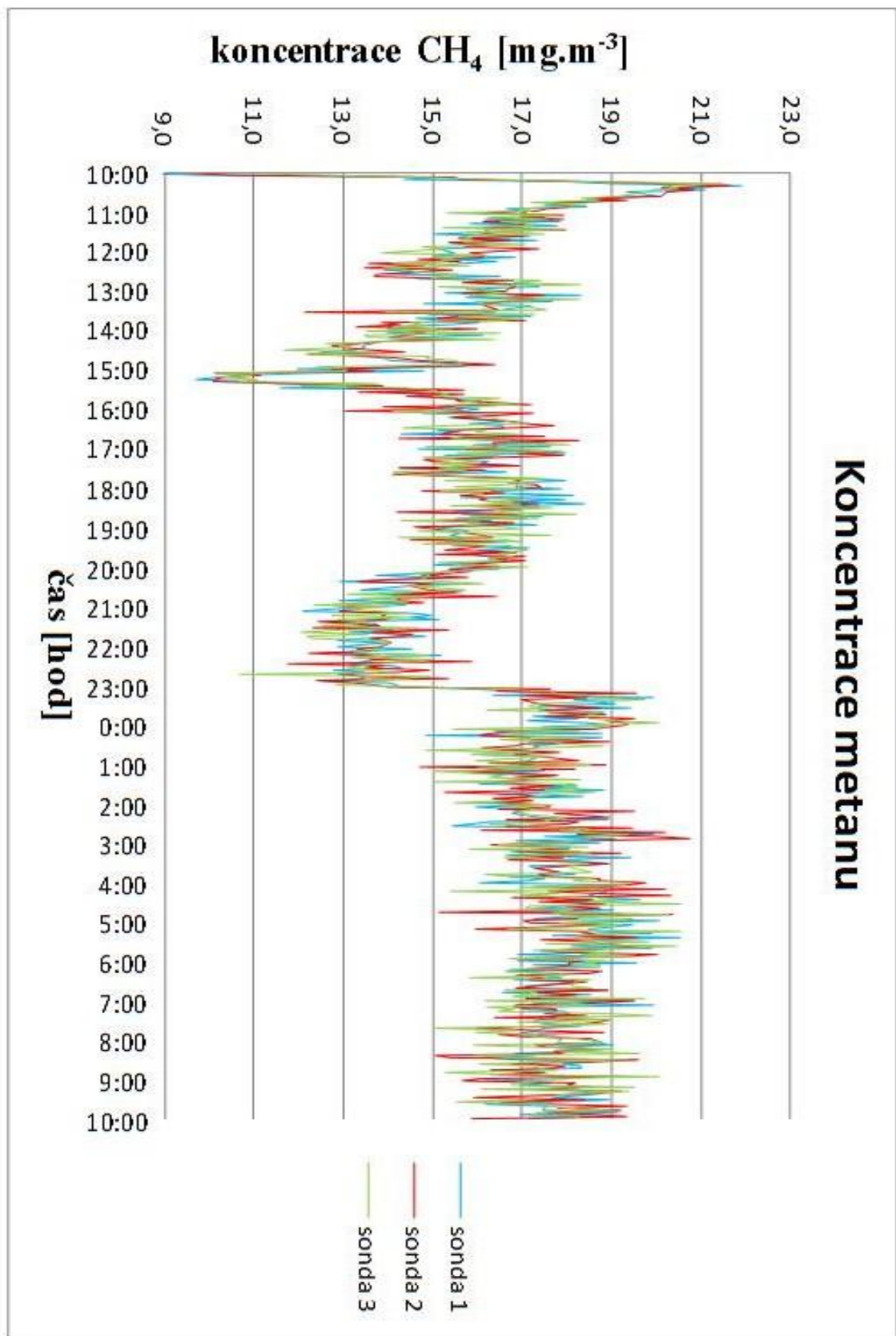
V prostorách stáje bylo vyhotoveno měření koncentrace amoniaku, metanu, oxidu dusného, oxidu uhličitého, sirovodíku, vodních par, hodnota stájového tlaku, teploty a relativní vlhkosti vzduchu. Tyto hodnoty byly zaznamenány pomocí přístroje INNOVA a převedeny do programu Microsoft Excel. V tomto programu se výsledky vyhodnotily pomocí grafů 3 - 10 uvedených v této práci.

### 5.4.3 Grafy

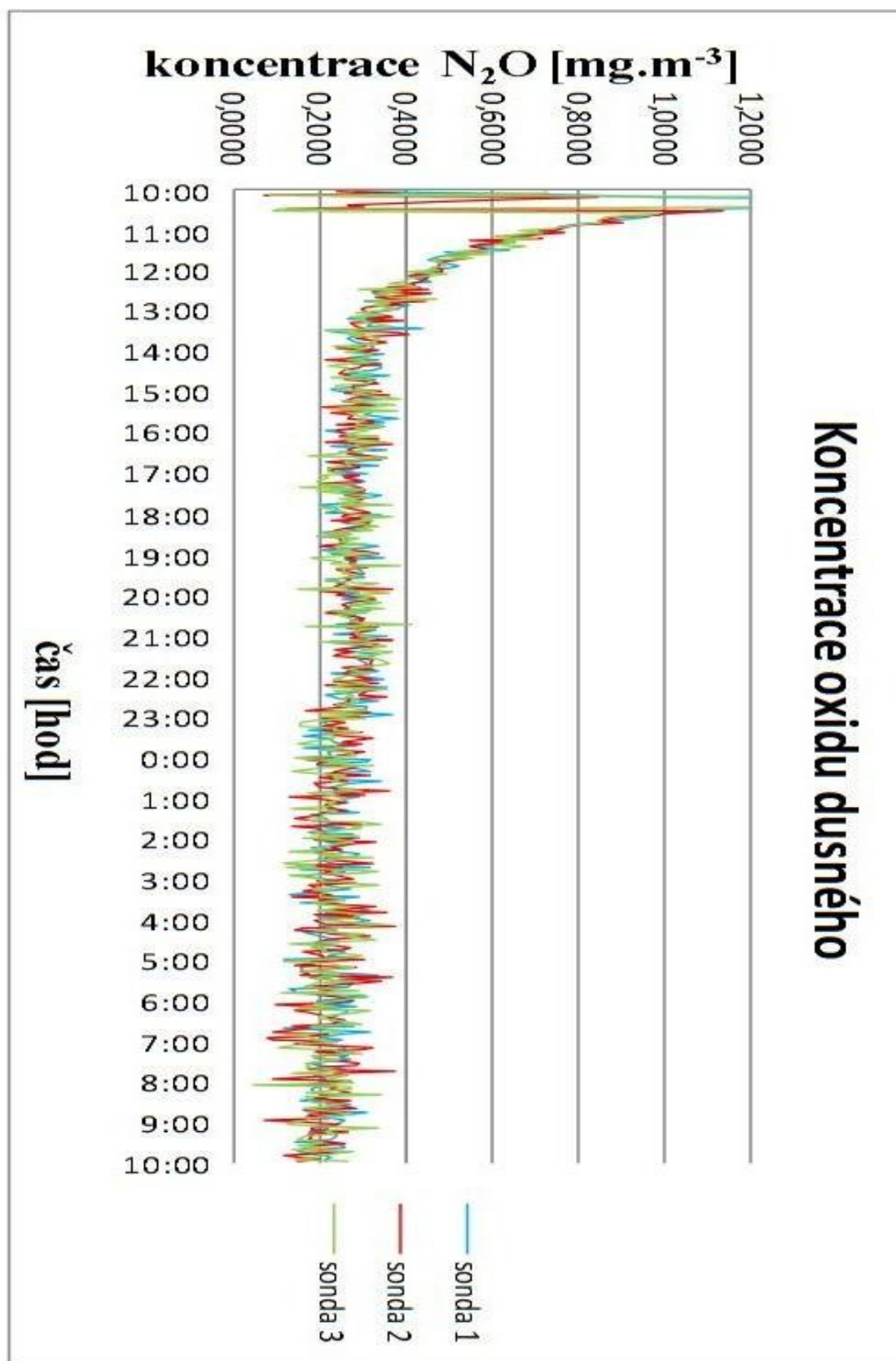
Graf 3. Koncentrace amoniaku v období 14. 1. - 15. 1. 2012 v hale číslo 2



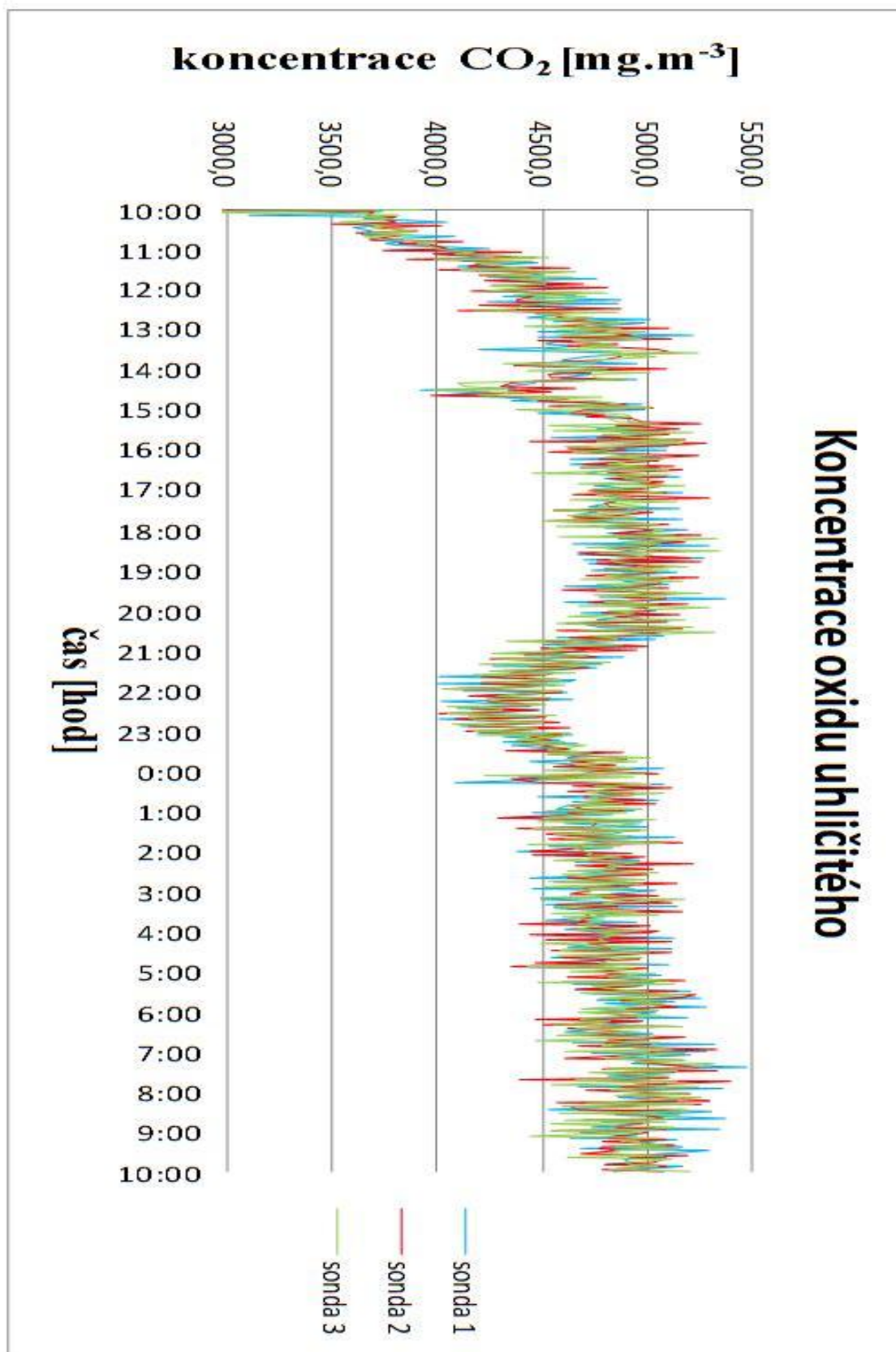
Graf 4. Koncentrace metanu v období 14. 1. - 15. 1. 2012 v hale číslo 2



Graf 5. Koncentrace oxidu dusného v období 14. 1. - 15. 1. 2012 v hale číslo 2

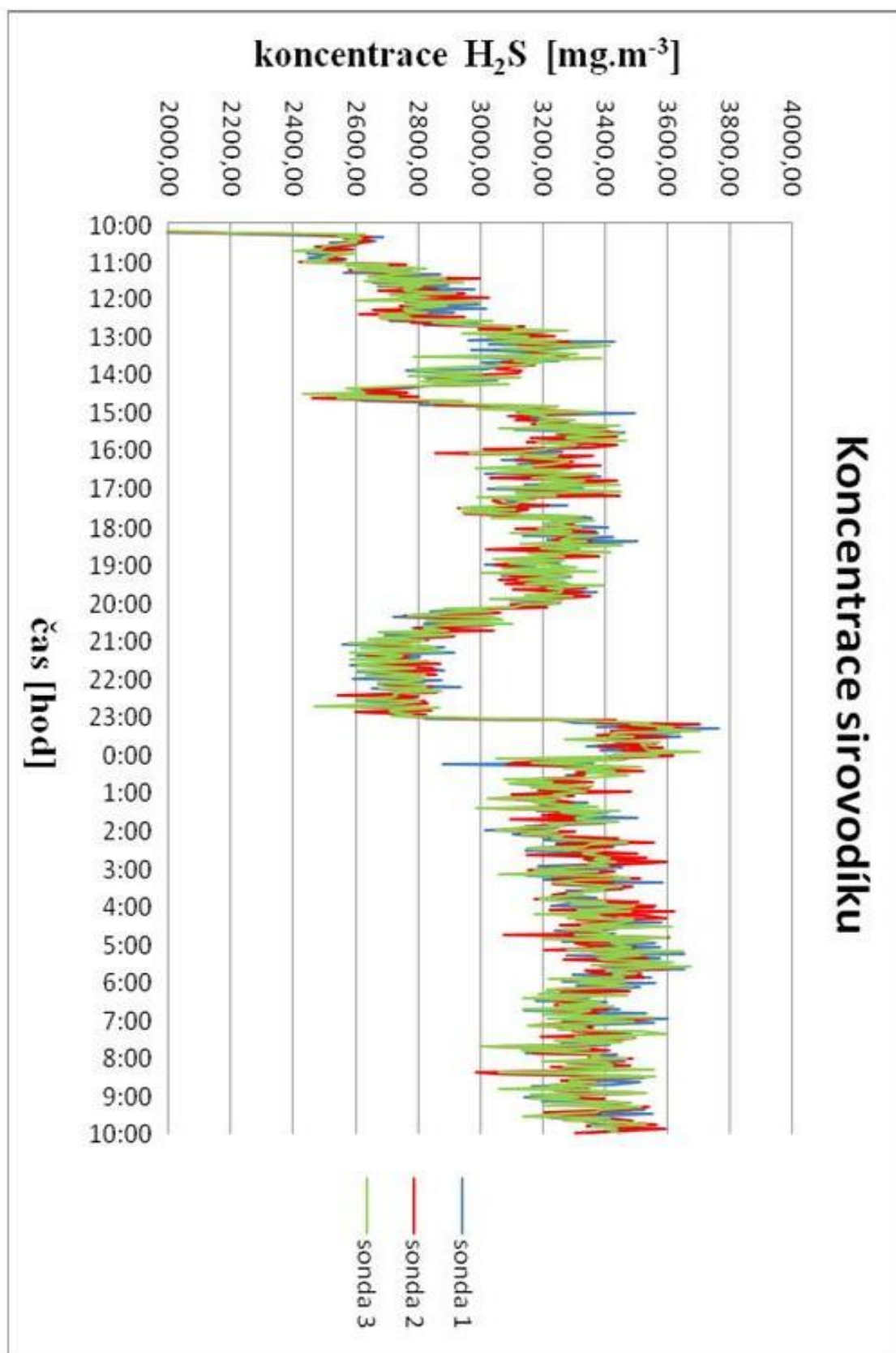


Graf 6. Koncentrace oxidu uhličitého v období 14. 1. – 15. 1. 2012 v hale číslo 2

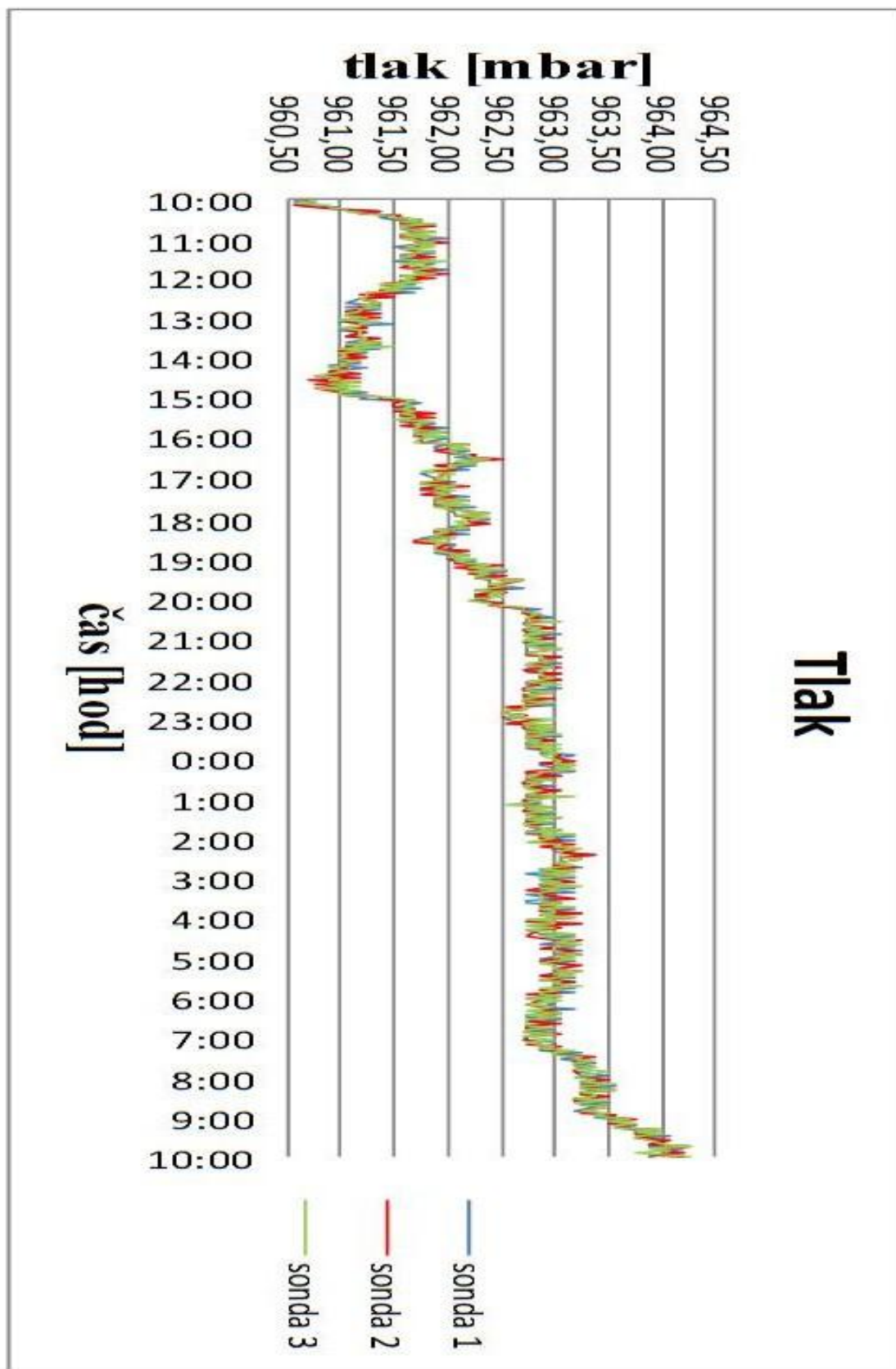




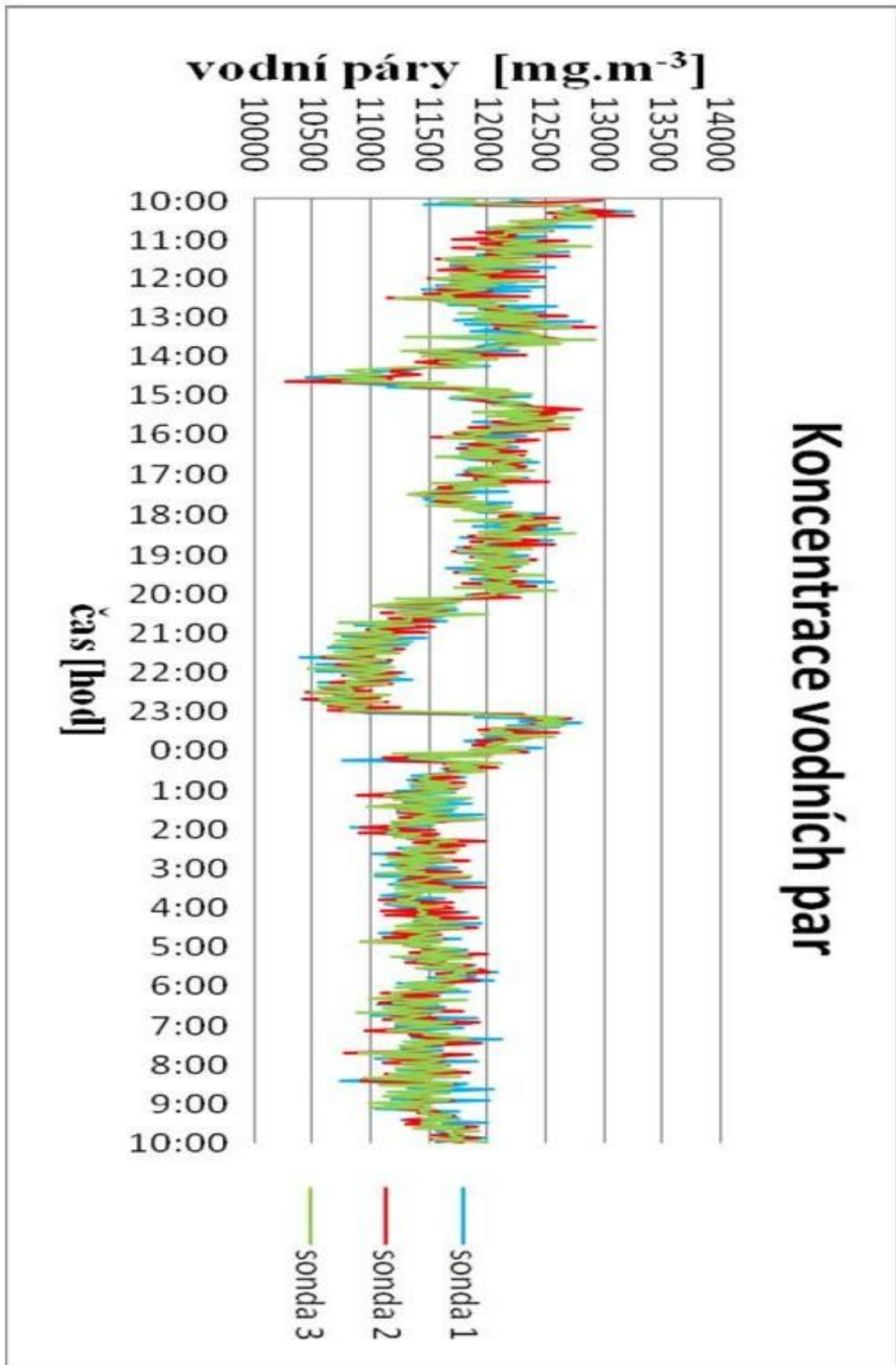
Graf 7. Koncentrace sirovodíku v období 14. 1. - 15. 1. 2012 v hale číslo 2



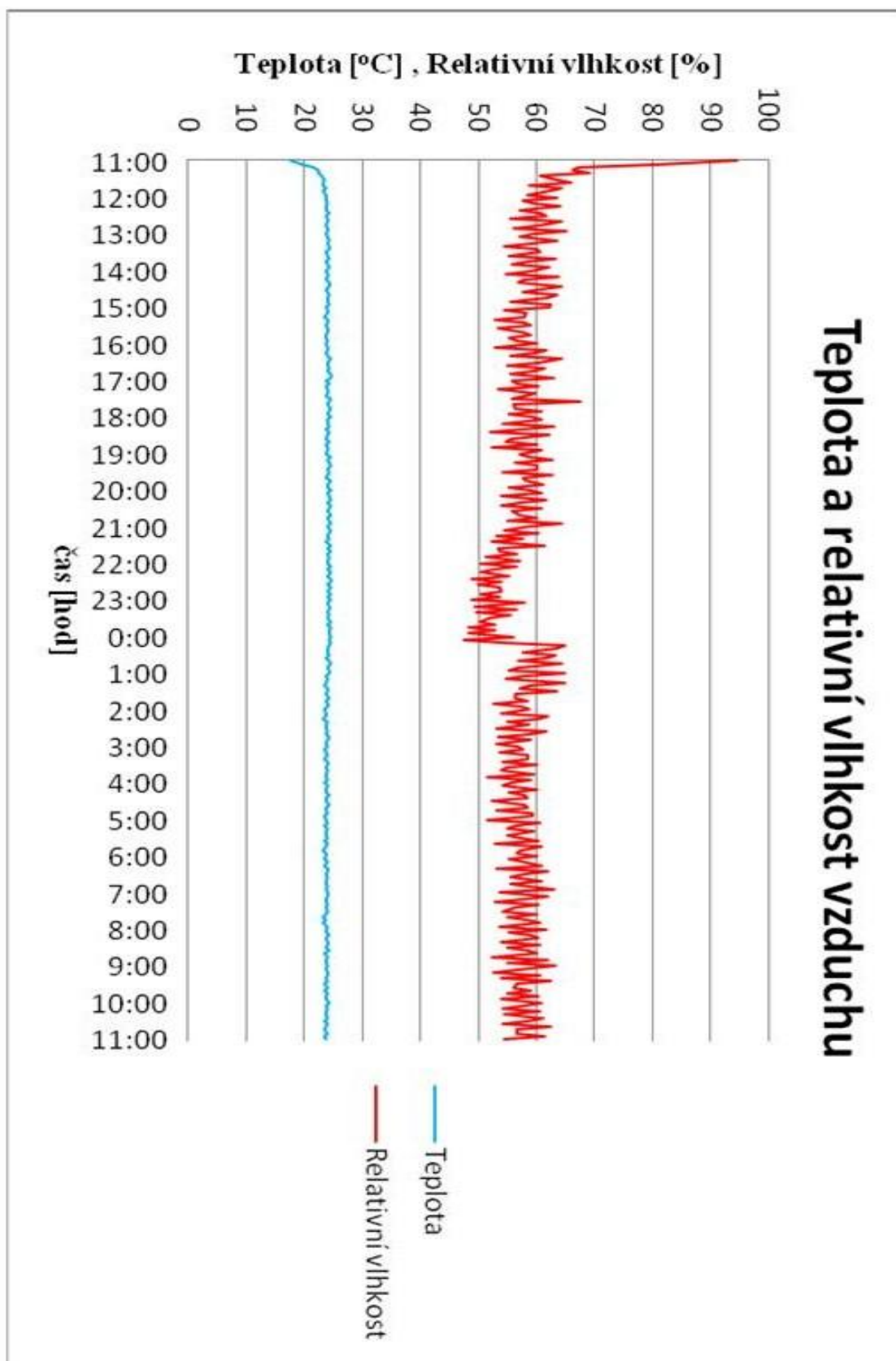
Graf 8. Tlak v období 14. 1. - 15. 1. 2012 v hale číslo 2



Graf 9. Koncentrace vodních par v období 14. 1. - 15. 1. 2012 v hale číslo 2



Graf 10. Teplota a relativní vlhkost vzduchu v období 14. 1. - 15. 1. 2012 v hale číslo 2



#### 5.4.4 Zhodnocení měření

U měření koncentrace amoniaku je patrné, že v první půl hodině byl stájevý režim narušen z důvodu instalace měřicího zařízení. Po uplynutí první půl hodiny je patrné ustálení křivky a výsledky jsou směřodonné. Ve dvacet tři hodin je z grafu patrný nárůst koncentrace amoniaku, který je zřejmě zapříčiněn zmenšením štěrbin u sacích klapek.

Při měření koncentrace metanu má křivka podobný průběh jako u amoniaku. Zvýšení koncentrace tohoto plynu má zřejmě stejnou příčinu jako u předchozího měření. Koncentrace oxidu dusného se ustálila přibližně po dvou hodinách a byla v rozmezí 0,1 – 0,4 mg .m<sup>-3</sup>. Koncentrace oxidu uhličitého byla ustálena zhruba po třech hodinách. Křivka tohoto plynu zaznamenala pokles kolem dvacáté hodiny a klesla až na hodnotu 0,4 mg .m<sup>-3</sup>. Zhruba v jednu hodinu po půl noci se křivka vrátila k hodnotám okolo 0,5 mg .m<sup>-3</sup>. V tomto trendu pokračovala až do konce měření.

Během měření koncentrace sirovodíku je rovněž patrný pokles křivky ve dvacet hodin a stejně jako u oxidu uhličitého nárůst asi hodinu po půlnoci. Následné ustálení a pokračování křivky až do konce měření. Koncentrace vodních par se pohybovala v rozmezí od 10 300 do 13 300 mg .m<sup>-3</sup> po celou dobu měření. Tlak během měření měl vzrůstající tendenci. V počátku měření byla hodnota tlaku 0,961 barů a na konci měření se hodnota pohybovala na úrovni 0,964 barů.

U měření amoniaku je emisní faktor ustájených kuřat **7,437 mg.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>** . U metanu byl naměřen emisní faktor **82,636 mg.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>** . U oxidu dusného je tento faktor **0,409 mg.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>** . Pro sirovodík je emisní faktor **4379,01 mg.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>** . U oxidu uhličitého je faktor **6 579,14 mg.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>** a u vodní páry je **16 336 mg.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>** . Pro všechny tyto hodnoty platí stejný průtok vzduchu 120 400 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>.

Vlhkost podestýlky měla tyto hodnoty: v místě prvního měření pod napáječkou 24,1 %. V místě druhého měření pod krmítkem 10,6 %. V místě třetího měření, mezi napáječkou a krmítkem, byla hodnota 35 %.

## 6. Závěr

Na farmě v Čekanícih u Tábora, bylo provedeno měření a vyhodnocení emisí zátěžových plynů v hale číslo 2. V době tohoto měření bylo v hale 45 500 kusů kuřat. Stáří těchto jedinců bylo třicet jedna dní. Během měření nebyl indikován žádný preparát proti snížení emisních plynů. Koncentrace všech plynů byly vyhodnoceny a okomentovány.

V době měření byla průměrná teplota v hale 23,9 °C a průměrná relativní vlhkost vzduchu 57,96 %. Při měření emisních plynů byly naměřeny tyto hodnoty emisních faktorů: amoniak 7,437 mg.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>, sirovodík 4 379,01 mg.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>, vodní páry 16 336 mg.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>, oxid uhličitý 6 579,14 mg.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>, oxid dusný 0,409 mg.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup> a metan 82,636 mg.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>. Hodnota tlaku se pohybovala od 0,961 barů v počátku měření, do 0,964 barů v poslední hodině měření.

## 7. Přehled požitých literatury

[1] Česká republika. Zákon ze dne 5. prosince 1991 o životním prostředí. In *Sbírka zákonů, Česká republika*. 1991, 4, s. 81-89.

[2] Česká republika. Zákon ze dne 14. února 2002 o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů. In *Sbírka zákonů, Česká republika*. 2002, 38, s. 1786-1839.

[3] Česká republika. Zákon ze dne 5. února 2002 o integrované prevenci a omezování znečištění. In *Sbírka zákonů, Česká republika*. 2002, 34, s. 1658-1680.

[4] JELÍNEK, Antonín. Periodická zpráva: Výzkum technologií chovu prasat a drůbeže snižujících emise amoniaku negativně ovlivňujících životní prostředí. In *Periodická zpráva za řešení projektu č. QD0008 za rok 2000*. Vyd. 1. Praha: VUZT, 2000. s. 6-12.

[5] HAVLÍČEK, Zdeněk, et al. *Nové trendy v ochraně životního prostředí v podmínkách chovu hospodářských zvířat*. Vyd.1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2007. 74 s. ISBN 978-80-7375-120-3.

[6] *K rámcové úmluvě OSN o změně klimatu Třetí národní sdělení České republiky*. Praha: Ministerstvo životního prostředí České republiky ve spolupráci s Českým hydrometeorologickým ústavem, 2001. 124 s. ISBN 80-7212-195-2.

[7] Skleníkové plyny: [online].[10. 2. 2012]. Dostupné z WWW: <<http://www.nadacepartnerstvi.cz/klima/sklenikove-plyny>>.

[8] Dopad amoniaku na životní prostředí: [online].[6. 2. 2012]. Dostupné z WWW: <<http://www.irz.cz/repository/latky/amoniak.pdf>>.

[9] Koncové technologie snižující emise z ustájení drůbeže dle BREF dokumentu: [online]. [1. 3. 2012]. Dostupné z WWW: <<http://www.ippc.cz/dokumenty/DC0060>>.

[10] Biotechnologické přípravky: [online].[25. 2. 2011]. Dostupné z WWW:<<http://www.vuzt.cz/doc/clanky/zivotniprostredi/VUZTemisepripra.pdf?menuid=165>>.

[11] Ozón: [online].[30. 3. 2011]. Dostupné z WWW: <[http://www.sci.muni.cz/~dobro/ozon\\_1.htm](http://www.sci.muni.cz/~dobro/ozon_1.htm)>.

[12] JELÍNEK, Antonín; DOLAN, Antonín; VÁVRA, Václav. Metodika měření emisí amoniaku (NH<sub>3</sub>) a oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) v chovech drůbeže ve vztahu k integrované prevenci a omezení znečištění (dále jen IPPC), České Budějovice, 2011.

## **7.1 Použité obrázky**

**Obrázek 1.** - Molekula amoniaku: [online].[3. 3. 2012]. Dostupné z WWW:  
<<http://www.irz.cz/irz/latky/amoniak.html>>.

**Obrázek 2.** - Koncové technologie snižující emise z ustájení drůbeže dle BREF dokumentu: [online]. [3. 3. 2012]. Dostupné z WWW:  
<<http://www.ippc.cz/dokumenty/DC0060>>.

**Obrázek 3** - Koncové technologie snižující emise z ustájení drůbeže dle BREF dokumentu: [online]. [3. 3. 2011]. Dostupné z WWW:  
<<http://www.ippc.cz/dokumenty/DC0060>>.

**Obrázek 4.** - Autor.

**Obrázek 5.** - Autor.

**Obrázek 6.** - Autor.

**Obrázek 7.** - Autor.

**Obrázek 8.** - Autor.