

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zemědělská fakulta
Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

**Měření emisí ve vybraném provozu s chovem prasat a jejich ekonomické
zhodnocení.**

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.
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Antonín Dolan
Autor: Jakub Polenský

V Českých Budějovicích 4. 4. 2012

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

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jakub POLENSKÝ**
Osobní číslo: **Z09564**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Zemědělská technika, obchod, servis a služby**
Název tématu: **Měření emisí ve vybraném provozu s chovem prasat a jejich ekonomické zhodnocení.**
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 vyhodnocení stávajících technologií a technik ve vybraném zemědělském provozu, jejich porovnání s BATy a provedení ekonomického zhodnocení.

V práci se zaměřte:

1. Popište používané technologie a techniky ve vybraném zemědělském provozu a změřte koncentrace emisních plynů.
2. Porovnejte s BAT technikami.
3. Výsledky pomocí statistických metod vyhodnoťte.
4. Uveďte závěry pro praxi.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**

Rozsah pracovní zprávy: **50 - 60 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;

Vostoupal, B., Šoch, M., Novák, P., Gjurov, V. a kol.: Možnosti dílčí účelové sanace bioklimatu venkovských sídel . Sborník příspěvků z 20. ročníku vědecké konference s mezinárodní účastí "Aktuální otázky bioklimatologie 2005", VÚŽV Praha, ČHMÚ Brno, 13. prosince 2005, s. 105 - 108;

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: **9. února 2011**

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

prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.
děkan

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

doc. Ing. Antonín Jelínek, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 10. dubna 2012

Poděkování

Rád bych poděkoval nejen vedoucímu bakalářské práce Ing. Antonínu Dolanovi za cenné rady a připomínky, ale také vedoucímu katedry doc. Ing. Antonínu Jelínkovi, CSc. za odborné vedení práce. Poděkování patří též vedení zemědělského družstva Starosedlský Hrádek za možnost provedení měření a poskytnutí informací.

Prohlášení autora bakalářské práce

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

Prohlašuji, že v souladu s paragrafem č. 111/ 1998 Sb. v platném znění, souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích a na jejích interních stránkách.

V Českých Budějovicích dne 4. 4. 2012

.....

Podpis autora

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá posouzením dopadu aplikace elektrolyticky upravené vody na stájové mikroklima v chovu prasat, především z hlediska obsahu plynů - amoniaku, oxidu uhličitého, oxidu dusného, metanu a sirovodíku. Používání takto upravené vody přístrojem Envirolyte je považováno za velmi dobrou alternativu především z pohledu stájové hygieny a v rámci BAT je zvažováno jako jedno z významných doporučení. Z výsledků měření, které proběhlo v Zemědělském obchodním družstvu Starosedlský Hrádek, však vyplynulo, že používání takto upravené vody nemělo vliv na koncentraci uvedených plynů.

Klíčová slova: elektrolyticky upravená voda, přístroj Envirolyte, stájové mikroklima

Measurement of emission in selected pig breeding farm and assesment of their economical impact.

Summary

The aim of Bachelor Thesis was the evaluation of effects of electrolysed oxidising water (EOW), produced by the device Envirolyte, on the concentration of ammonia and other gases (methane, carbon dioxide, hydrogen sulphide and nitrous oxide) in microclimate of a pig stable. EOW has been said to improve sanitary conditions within stables (cleaning and disinfection, disease control). Nevertheless, as results from the measurements carried out in the pig stable of co-operative farm at Starosedlský Hrádek, concentrations of five determined gases were not affected.

Key words: electrolysed oxidising water, Envirolyte, gases in pig stable air

OBSAH

1. Úvod	8
2. Přehled literatury	9
2.1 Historie BAT	9
2.2 Definice BAT	10
2.3 Hodnocení a výběr BAT	11
2.4 Pojem BAT v chovech prasat	12
2.5 Pojem BATNEEC	13
2.6 Pojem BREF (BAT Reference Document)	13
2.7 Emise stájového mikroklimatu	13
2.7.1 Amoniak ve stájovém vzduchu	15
2.7.2 Oxid uhličitý ve stájovém vzduchu	16
2.7.3 Sirovodík ve stájovém vzduchu.....	16
2.7.4 Metan.....	17
2.7.5 Oxid dusný	17
2.7.6 Teplota vzduchu	17
2.7.7 Vlhkost vzduchu.....	18
2.7.8 Proudění vzduchu ve stáji.....	18
2.8 Elektrolyticky upravená voda	19
3. Cíl práce	20
4. Popis podniku: Zemědělské obchodní družstvo Starosedlský Hrádek	21
5. Metodika měření	22
5.1 Technologie Envirolyte	22
5.2 Způsob měření ukazatelů stájového mikroklimatu	24
5.2.1 Měření koncentrace NH ₃	25
5.2.2 Měření koncentrace CO ₂	29
5.2.3 Měření teploty a relativní vlhkosti vzduchu	30
5.3 Měření v odchovně ZOD Starosedlský Hrádek	33
6. Výsledky	34
7. Závěr	49
8. Přehled použité literatury	50

1. Úvod

Chov prasat byl a je stěžejním odvětvím zemědělství. V minulosti byla prasata chována na smíšených farmách, ale zvýšené požadavky trhu, vývoj genetického materiálu i používání moderních technologií a techniky přiměly zemědělce ke specializaci a vznikly tak farmy intenzivního chovu, což s sebou přineslo i nové problémy, jako např. zvýšení emisní zátěže, okyselování půdy, vysychání spodní vod a mnohé další (Dědina, 2009).

Současná výroba vepřového masa je významně omezována nejen řadou environmentálních opatření na úrovni republikové, ale především celoevropské, a také značným množstvím ekonomických aspektů. Velké množství vydávaných evropských směrnic tak obsahuje nejen výčet požadavků na zemědělskou činnost, ale řadu ujednání a návrhů, které se vztahují k dopadu zemědělské výroby na životní prostředí (Jelínek, 2011).

Většina těchto požadavků je zakotvena v národních legislativách členských států Evropské unie. Základním principem je tzv. Římská úmluva (2006), ve které jsou zakotveny základní principy ochrany životního prostředí a zároveň podporován rozvoj přírodního potenciálu země.

Právní předpisy v rámci Evropské unie tak zahrnují základní principy zemědělské praxe, na jedné straně upravují podmínky chovu hospodářských zvířat z hlediska jejich pohody a na druhé straně ustanovují pravidla ochrany životního prostředí. V současné době se téměř ve všech evropských státech zaměřuje pozornost na kvalitativní stránku rozvoje zemědělství, přičemž jsou dodržovány tři základní rozměry: ekonomický, sociální a environmentální (Dědina, 2009).

2. Přehled literatury

2.1 Historie BAT

Pojem BAT (Best Available Technique) představuje klíčový princip ochrany životního prostředí. Kde znamená písmeno **B** - „best“ použití optimální, nejefektivnější a nejšetrnější technologie ve vztahu k životnímu prostředí, písmeno **A** - „available“ představuje takovou technologii, která je svým měřítkem vhodná pro dané prostředí a zároveň odpovídá požadovaným ekonomickým parametrům, písmeno **T** - „technique“ zahrnuje jak použitou technologii, tak i způsob její realizace, provozu a řízení (European Union directive, 2001).

Pojem BAT bývá často spojován s pojmem ELV (emission level value), která hladinou emisí charakterizuje indikaci znečištění prostředí. Ačkoliv myšlenka vztahu používané technologie výroby a jejího dopadu na životní prostředí je poměrně stará, např. první legislativní úpravy obdobné BAT se objevují v roce 1861 v tzv. Salmon Fishery Act (Haythornthwaite, 2001), specifikace termínu BAT se začala objevovat teprve počátkem devadesátých let minulého století. V roce 1989 se problémy související se změnou klimatu staly tématem Valného shromáždění OSN s cílem sestavit národní úmluvy pro 150 zúčastněných států. Cílem měla být stabilizace atmosférické koncentrace skleníkových plynů. Za velmi významný je považován Kjotský protokol (1990), na kterém byly stanoveny přípustné limity skleníkových plynů pro jednotlivé země.

V roce 1992 byl BAT jasně vytýčen v OSPAR Convention (Konvence o ochraně vod Severo-východního Atlantiku před průmyslovými odpady, 1992). V roce 1996 Evropská unie direktivně stanovila hladinu emisí a kladla jednoznačně důraz na použití vhodných technologií s ohledem na environmentální podmínky dané lokality (European Union Directive). Postupně se myšlenka BAT rozšířila za hranice Evropy, např. USA implementovaly tento princip poprvé do tzv. Clean Air Act a posléze do Clean Water Act (Sorell, 1991).

2.2 Definice BAT

IPPC (Směrnice Integrovaná prevence o omezení znečištění, 2001) definuje BAT jako nejefektivnější a nejpokročilejší vývojovou etapu činností a jejich pracovních metod dokládajících praktickou vhodnost určité techniky jako základu pro stanovení emisních limitů, jejichž smyslem je předejít vzniku emisí, a pokud to není možné, alespoň tyto emise omezit a zabránit tak nepříznivým vlivům na životní prostředí.

V obecném smyslu je to takový postup, který je obzvláště šetrný k životnímu prostředí a zároveň nemá negativní dopad na vlastní živočišnou výrobu, včetně zdraví a pohody hospodářských zvířat a současně přináší nejnížší ekonomické náklady. BAT je navrhován pro každou činnost na farmě, ale protože jednotlivé postupy jsou vzájemně provázány, nelze je úplně separovat. Proto je věnována pozornost aplikaci celofaremního konceptu a takové hodnocení jasně popisuje optimální kombinaci jednotlivých procesů, nelze tak specifikovat jakousi BAT farmu, ale jde o to, ukázat kombinaci nejvhodnějších postupů použitelných v dané lokalitě (Jelínek, 2010).

Aplikace BAT do jednotlivých zemědělských zařízení vyžaduje zároveň vysoký stupeň podpory pro regulační úřady. Komplexní příručky a průvodci jsou základem pro efektivní implementaci principů integrované prevence ve členských státech EU. Za tímto účelem byla vytvořena Evropská IPPC kancelář se sídlem v Seville zodpovědná za výměnu informací za účelem tvorby dokumentů dle přílohy číslo 1 směrnice Rady 96/61 EC (Jelínek, Dědina, 2007).

Dokument Intensive Rearing of Poultry and Pigs (IPPC, 2001) je v současné době považován za stěžejní soubor evropských nařízení vztahujících se k BATu. Nicméně některé materiály připouští i obtíže s implementací některých direktiv v rámci zemí EU - mezi nejčastější patří nedostatečné regulační mechanismy, nedostatek autorizovaných kontrolních pracovišť (zejména akreditovaných laboratoří), nedostatečná koordinace a kooperace účastníků na všech úrovních a také nedostatečná podpora platných zákonů ve členském státě.

2.3 Hodnocení a výběr BAT

System spočívá ve zhodnocení konkrétních jednotlivých pracovních postupů na farmě. Tam, kde je více možností, jsou pracovní postupy porovnávány.

Vlastní postup hodnocení:

- vytvoření tabulky s odpovídajícími faktory pro každou skupinu pracovního procesu,
- identifikace klíčového problému životního prostředí pro každou skupinu (spotřeba/emise),
- stanovení kvalitativní úrovně ostatních faktorů (ekonomické aspekty a technická použitelnost),
- zařazení pracovních postupů podle jejich výkonnosti a dopadů na životní prostředí,
- hodnocení účinku medií na životní prostředí,
- zhodnocení technické použitelnosti,
- zhodnocení nákladů na jednotlivé pracovní postupy,
- identifikace okrajových pracovních postupů (Jelínek, 2010).

Pořadí důležitosti je následující:

1. dopad na životní prostředí,
2. technická použitelnost,
3. náklady (European commission: Integrated Pollution Prevention and Control.

Reference Document based on BAT for Intensive Rearing of Poultry and Pigs, 2003).

2.4 Pojem BAT v chovech prasat

Aplikace BATu v chovech prasat znamená zavedení zásad správné zemědělské praxe, čímž je myšleno především přesné plánování činností, monitoring vstupů a výstupů, zavádění programů údržby, oprav a havarijních plánů ale i zavádění vzdělávacích programů pro zaměstnance (Jelínek, 2004).

Pojem BAT je specifikován na jednotlivé skupiny zvířat. V chovech prasat je vztažen k následujícím kritériím:

- krmná opatření (opatření zahrnující škálu technik a postupů, které dosahují nejvyšších snížení výstupů ztrát živin v odpadech),
- opatření týkající se hospodaření s vodou (používání vysokotlakých čističů, přesná evidence spotřeby),
- opatření týkající se hospodaření s energií (tepelná izolace stájí, rekuperace tepla, fluorescenční svítidla),
- technologie ustájení (plně roštové podlahy s vakuovým vypouštěním kejdy, částečně roštové podlahy s redukovanou hnojnou šachtou, pevné betonové podlahy),
- opatření týkající se skladování exkrementů (skladování v ocelových nebo betonových nádržích včetně náležité obsluhy),
- aplikace biotechnologických přípravků (Referenční dokument BAT Intenzivní chov drůbeže a prasat: Integrovaná prevence a omezování znečištění - IPPC, 2001).

Problematika BAT je poměrně značně složitá a některé aspekty jsou stále upřesňovány. V některých členských zemích Evropské unie, např. v Německu, nebyla z hlediska BATu přijata žádná doporučení, avšak jednotlivé členské země pracují na svých vlastních návrzích (Havlíček, 2007).

2.5 Pojem BATNEEC

Pojem BATNEEC představuje nejlepší dostupnou technologii nepřekračující nadměrné náklady, která v některých národních legislativách a některých oborech činnosti odpovídá BAT (Referenční dokument BAT Intenzivní chov drůbeže a prasat: Integrovaná prevence a omezování znečištění - IPPC, 2001). V České republice např. nařízení vlády č.615/2006 definuje některé ověřené technologie snižující emise při zavádění zásad správné zemědělské praxe.

2.6 Pojem BREF (BAT Reference Document)

Týmy odborníků Evropské unie soustavně připravují a pravidelně vydávají referenční dokumenty nejlepších dostupných technik, tzv. BREFy. Požadavky BREF pro chov prasat zahrnují:

- vzdělávací programy pro zaměstnance farem,
- plánování aplikace hnoje, přepravy materiálů a odpadů,
- evidenci dokladů o spotřebě (energie, vody, krmiv),
- zpracovaný havarijní plán pro danou farmu,
- plán údržby.

Evropské komise očekávají, že navrhované způsoby a opatření se budou v průběhu času měnit spolu s pokračujícím vývojem techniky a technologií (Havlíček, 2006).

2.7 Emise stájového mikroklimatu

Stájové mikroklima je tvořeno řadou složek (teplota, vlhkost, obsah amoniaku, oxidu uhličitého, metanu, sirovodíku neboli sulfanu, prachových částic a dalších), které významně ovlivňují stájové prostředí a kvalitu chovu. Prostor s optimálními parametry je označováno jako „komfortní zóna“. Do stájového vzduchu jsou emitovány pachové látky, mikroorganismy, vývojová stadia parazitů a prach. (Pulkrábek, 2005). Koncentrace škodlivých látek je závislá na druhu, kategorii a počtu ustájených zvířat,

technologických postupech a mnoha dalších faktorech, přičemž jejich vliv se liší. Za nejvýznamnější faktor stájového mikroklimatu je považována teplota, neboť nejvýznamněji ovlivňuje produkci a zdravotní stav zvířat. Nicméně také zvýšený obsah stájových plynů - především amoniaku, může na organismus ustájených zvířat působit negativně (Kursa, 1986).

Na některé emise stájového mikroklimatu je však třeba pohlížet také jako na tzv. skleníkové plyny. Za základní antropogenní skleníkové plyny jsou považovány oxid uhličitý, metan, oxid dusný. Protože každý z nich má jinou schopnost klima ovlivňovat, pro každý existuje tzv. potenciál globálního ohřevu a pro porovnání jeho množství se jejich obsah uvádí v hodnotě CO₂ ekvivalent (MŽP ČR, 2007). Sledování úrovně uvedených emisí je řešeno na několika úrovních, Česká republika ratifikovala v roce 1993 Rámcovou úmluvu OSN o změně klimatu (UN Framework Convention on Climate Change, Rio de Janeiro, 1992), čímž se k problému změny klimatu a jeho řešení přihlásila. Aplikace nových technologií v rámci BAT má jako jeden z prvořadých cílů tyto emise omezit.

Tabulka 1. Požadavky na mikroklima v chovech prasat (Pulkrábek, 2005)

Faktory vnitřního prostředí	Úroveň / výskyt
CO	Není povolen
H ₂ S	Není povolen
Relativní vlhkost H	Prasata do 25 kg 60 - 80 % Prasata nad 25 kg 50 - 60 %
NH ₃	Maximálně 10 ppm
Rychlost proudění vzduchu	Kotce pro vysokobřezí prasnice, odstavená selata < 0,15 m.s ⁻¹ Zapuštěné a březí prasnice < 0,20 m.s ⁻¹
CO ₂	Maximálně 0,2 objemových %

2.7.1 Amoniak ve stájovém vzduchu

Amoniak je bezbarvý plyn s typicky čpícím zápachem. Je zásaditý, dráždivý a žíravý. Má silné korozivní účinky, je toxický pro vodní organizmy. Amoniak vzniká rozkladem močoviny obsažené v exkrementech zvířat. Tvorba plyných látek v ustájení zvířat především ovlivňuje kvalitu vnitřního vzduchu a vytváří též nezdravé pracovní klima pro lidskou obsluhu. Dalším významným faktorem spjatým s uvolňováním amoniaku je zápach. (Jelínek, 2011 b).

Amoniak v ovzduší je důsledkem uvolňování plynů z tekutých a tuhých exkrementů ustájených zvířat, a to jak z pohledu kvantitativního (množství výkalů), tak i kvalitativního (jejich složení). Množství výkalů je lineárně závislé na hmotnosti zvířat, avšak obsah N-látek ve výkalech je hmotnosti zvířat úměrný nepřímo, neboť mladá zvířata nejsou schopna plně využít přijaté bílkoviny. (Pacák, 2007)

Za velmi významný je považován vliv zvýšeného obsahu amoniaku na zdravotní stav zvířat, především zvýšený výskyt respiračních chorob. Také bývá uváděn vztah mezi zvýšeným obsahem amoniaku a sníženými přírůstky prasat ve výkrmu. Mimo jiné se též zvýšený obsah amoniaku projevuje asociálním chováním zvířat, např. kanibalismem (Popescu, 2010).

Obsah amoniaku ve stájovém vzduchu je indikátorem čistoty ve stáji, a proto je zvýšený obsah amoniaku nutno posuzovat poměrně přísně. Mezi hlavní faktory ovlivňující obsah amoniaku ve stájovém vzduchu patří především použitá technologie ustájení a krmení, způsob odvětrávání stáje, složení krmné dávky, kategorie ustájených zvířat, ale také úroveň stájové hygieny, neboť za prioritní zdroj amoniaku je považována kejda, u níž hraje významnou roli její teplota, pH a plocha (Pacák, 2007). Kursa (1987) a Zeman (2004) shodně uvádí jako maximální hladinu koncentrace amoniaku 0,0025 obj. % pro prasata ve výkrmu, u prasnic 0,0030 obj. %.

Od roku 2002 Evropská regulační opatření ukládají chovatelům prasat za povinnost deklarovat celkové množství amoniaku na jejich farmě. Množství amoniaku je tak spolu s ukazatelem spotřeby vody a energií jedním z nejdůležitějších aspektů BAT v chovu prasat. Je třeba však zdůraznit, že regulační opatření BAT v rámci Evropy nevidí jako jediný zdroj emisí zvířata, ale také budovy stáji, sklady i veškerá zařízení

v provozu. Právě u těchto potenciálních zdrojů je velmi obtížné emise eliminovat. Téměř 60 % emisí má svůj původ v zařízení a budovách, 10 % pochází z výkalů a 30 % z ostatních zdrojů (Guingang, 2009).

Cetepa, 2009 uvádí, že zemědělský sektor jako původce 90 % znečištění vzduchu emisemi amoniaku.

Nařízení 2001/81/CE - National Emission Ceilings přijaté v roce 2001 stanovuje strop emisí sloučenin síry a dusíku - včetně amoniaku a BAT pověřuje úkolem tyto emise snížit. Omezení emisí amoniaku je v současné době jedním z hlavních předpokladů pro zlepšení vztahu mezi zemědělstvím a životním prostředím, a proto je nezbytné ověřovat nové technologie, které vedou k jeho snížení (Jelínek, 2004).

2.7.2 Oxid uhličitý ve stájovém vzduchu

Oxid uhličitý je bezbarvý plyn bez zápachu, těžší než vzduch. Ve stájovém prostředí bývá zhruba desetkrát vyšší koncentrace nežli v atmosférickém vzduchu. Obsah oxidu uhličitého ve stájovém vzduchu je tak poměrně spolehlivým indikátorem výměny vzduchu (ventilace). Ačkoli momentálně nepůsobí toxicky, jeho trvalé zvýšení může vést k poruchám metabolismu a následně k poklesu užitkovosti zvířat. Negativně působí koncentrace vyšší než 10 obj. %, přičemž bývá uváděna jako průměrná úroveň obsahu kyslíčnicku uhličitého hladina 0,1 – 0,4 obj. % (Pacák, 2007), avšak někteří autoři uvádí i hodnoty nižší, např. Zeman, 2004, uvádí jako maximální koncentraci do 0,3 obj. %.

2.7.3 Sirovodík ve stájovém vzduchu

Bezbarvý, silně páchnoucí silně toxický plyn, ve vodě méně rozpustný, těžší než vzduch. Vzniká anaerobním rozkladem organických látek obsahujících síru. Zejména při manipulaci s kejdou dochází k jeho uvolňování a dýchacími cestami může vniknout do organismu zvířat, ale i lidské obsluhy. Nejvyšší přípustné koncentrace ve stájích všech kategorií zvířat je 0,001obj.% (Kursa, 1987).

Sirovodík je nebezpečným krevním jedem vyvolávajícím tzv. tkáňové dušení. Záludnost spočívá v tom, že jeho silný zápach se projevuje jen při nižších koncentracích a čich se vůči němu rychle otupuje (Kursa, 1987).

2.7.4 Metan

Za běžné teploty netoxický plyn, bez barvy a zápachu, lehčí než vzduch. V odchovných prasat je hlavním zdrojem metanu ve vzduchu kejda a hnůj, avšak za majoritního producenta je označován skot, v jehož trávicím traktu metan vzniká. Metan je považován zhruba za 200krát účinnější skleníkový plyn nežli oxid uhličitý (ve srovnání molekul CH_4 a CO_2), ovšem v atmosféře je ho stokrát méně. Během dvacátého století jeho koncentrace v atmosféře rostla, a ačkoli v současné době je stabilizována, do budoucna se očekává stoupající tendence (Wightman, 2007).

2.7.5 Oxid dusný

Oxid dusný je bezbarvý nehořlavý plyn s poměrně příjemnou vůní. Patří rovněž mezi skleníkové plyny, jejichž produkce spadá pod mezinárodní regulační opatření. Zdrojem je spíše rostlinná nežli živočišná výroba. Mezi skleníkovými plyny zaujímá třetí místo, plyn je 300 krát účinnější nežli oxid uhličitý, ale ve vzduchu je ho tisíckrát méně. Koncentrace plynu v ovzduší má rostoucí tendenci (Wightman, 2007).

2.7.6 Teplota vzduchu

Teplota vzduchu je nejvýznamnějším faktorem, neboť na její změny reaguje organismus zvířat nejcitlivěji. U prasat je odolnost proti tepelné zátěži velmi mála, náročná jsou zejména selata, kde se pásmo optimálních teplot pohybuje v rozmezí od 21 do 24 °C. Nižší teploty snáší lépe prasata ve výkrmu, kde za optimální zónu je považováno rozpětí od 12 do 23 °C (Kursa, 1986).

Pacák, 2007 uvádí jako průměrné teploty prostředí prasat ve výkrmu hodnoty v rozpětí od 11 do 26 °C. Fyzikální termoregulace zajišťuje výdej tepla z organismu (evaporace, radiace, kondukce). Zvýšená teplota prostředí může v extrémních případech ovlivnit nejen užitkovost, ale dokonce i zdraví zvířete, popř. může vést až k úhynu.

2.7.7 Vlhkost vzduchu

Vlhkost vzduchu je dána obsahem vodních par, které jsou ve vzduchu sice vždy, ale v proměnlivém množství. Vysoká vzdušná vlhkost zvyšuje tepelnou vodivost vzduchu. Čím je vzduch vlhčí, tím jsou ztráty tepla z organismu vyšší. Vlhkost vzduchu je třeba posuzovat společně s teplotou a označuje se jako tepelně - vlhkostní komplex. Za optimální relativní vlhkost je považováno 50 - 70 % u většiny kategorií zvířat, Pacák, 2007 uvádí rozsah 60 - 90 %. Relativní vlhkost vzduchu pod 40 % způsobuje zdravotní potíže (vysychání sliznic) a zároveň se objevuje i vysoká prašnost prostředí. Ovšem i vysoká vzdušná vlhkost je pro zvířata nepříznivá, a to jak při nízkých, tak i vysokých teplotách (Kursa, 1987).

2.7.8 Proudění vzduchu ve stáji

Proudění vzduchu představuje nejenom směr proudění, ale především jeho rychlost. Význam proudění vzduchu spočívá v ochlazování kůže zvířat a ovlivnění termoregulace (Kursa, 1987), ale také v zabezpečení výměny stájového vzduchu. Vzduch v okolí zvířat by se za optimálních teplotních podmínek měl pohybovat do rychlosti $0,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, při vysokých teplotách může být vyšší i rychlost proudění. Proudění vzduchu má však pro zvířata nejen pozitivní, ale také negativní účinek, a to v případě, kdy rychlost je vyšší než zmíněná hodnota, tj. stav, který je označován jako průvan (Pulkrábek, 2005).

2.8 Elektrolyticky upravená voda

Účinné složky elektrolyticky upravené vody (EUV; angl. electrolysed oxidising water, EOW) mají nejvyšší baktericidní účinnost při hodnotě pH od 7,0 do 7,6. Zředěné roztoky chlornanu sodného a kyseliny chlorné významně zvyšují svoji účinnost při teplotě 36 - 37 °C. Roztoky, které údajně mají nejvyšší biocidní účinnost mezi známými chemickými biocidními přípravky při nízké nebo žádné toxicitě pro teplokrevné organismy, jsou elektrochemicky aktivované roztoky, produkované na zařízení Envirolyte. Anolyt ANK se vyrábí z nasyceného roztoku chlornanu sodného zředěného pitnou vodou. (Žid a Andrt, 2010).

Mezi nejčastěji uváděná pozitiva použití tohoto roztoku v chovu prasat patří nejen jeho biocidní účinky již při nízkých koncentracích, využívané při čištění stájí a jejich zařízení, ale také při desinfekci tekutého krmiva. Firma Envirolyte uvádí ve svých komerčních materiálech také prokázaný pozitivní vliv na plodnost zvířat, snížení výskytu zánětů mléčné žlázy v průběhu laktace, redukce vzniku infekčních onemocnění u jedinců všech věkových kategorií a vůbec celkově pozitivní vliv na zdraví zvířat. Mezi další přínosy používání takto upravené vody je uváděno efektivnější využití krmiv, a tím i zvýšení přírůstků zvířat ve výkrmu (Envirolyte, 2009).

Manuál přístroje Envirolyte uvádí navíc možnost aplikace elektrolyticky upravené vody v chovech dojnic a odchovných drůbeže, ale také v rostlinné výrobě k desinfekci osevního materiálu, mimo zemědělství pak i v odpadním hospodářství, v chladicích věžích, v potravinářském průmyslu - především v pivovarech a mlékárnách, ale třeba i v bazénech.

3. Cíl práce

Cílem mé práce je porovnání obsahu emisních látek amoniaku, oxidu uhličitého, oxidu dusného, sirovodíku a metanu ve stájovém mikroklimatu při používání elektrolyticky upravené vody přístrojem Envirolyte ELA 1600 a běžné pitné vody ve výkrmu prasat ZOD Starosedlský Hrádek (okr. Příbram)..

4. Popis podniku: Zemědělské obchodní družstvo Starosedlský Hrádek

Zemědělské obchodní družstvo Starosedlský Hrádek se nachází v okrese Příbram, bylo založeno v roce 1953, majetkové poměry pak byly uspořádány v průběhu transformačního procesu, završeného v roce 1992.

Produkce podniku je dnes zaměřena na pěstování obilovin, řepky, produkci mléka a masa. Družstvo vlastní pozemky o rozloze 2 704 ha, z čehož 2 436 ha tvoří orná půda, na které se pěstuje pšenice, ječmen, řepka, brambory a kukuřice. Co se týká živočišné výroby, družstvo v současné době (březen 2012) chová 200 prasnic, 1 172 selat, 21 prasniček, 4 kance a 397 jatečných prasat. Hovězí dobytek představuje 611 krav, 177 jalovic, 442 telat a 316 kusů ve výkrmu.

Roční obrat družstva činil v roce 2011 99 797 000 Kč, přičemž náklady představovaly 99 819 000 Kč.

5. Metodika měření

5.1 Technologie Enviolyte

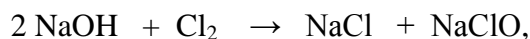
Pro výrobu EUV je používáno zařízení Enviolyte, které je v České republice registrováno pod značnou VERTESPRIT. Výrobce uvádí, že vyrábí ekologické, biologicky odbouratelné, netoxické přípravky, které nejsou založeny na chemické bázi, ale mohou je plně nahradit. Zařízení Enviolyte jsou konstruovány k produkci mikrobiocidních roztoků s pomocí elektrochemické přeměny roztoku chlornanu draselného. Hlavní výhodou je výroba biocidních roztoků o parametrech pH 2 až 9, které se používají k dezinfekci jednotlivých sekcí a k dezinfekci tekutého krmiva v chovu prasat (Žid a Andrt, 2010).

System Enviolyte má patentovanou technologii elektrolyzérů, v nichž se mění solný roztok na roztok sanitační, kde působí čistá kyselina chlorná, která je elektricky neutrální. Základem přístroje je elektrolytický reaktor, jehož součástí je patentem chráněná membrána, která odděluje roztok během výrobního procesu, přičemž průtok je regulován automatem, aby se minimalizovala zbytková sůl. Zařízení vyrábí dva základní roztoky ANOLYT a KATOLYT. Směs obou dvou tvoří roztok VertEsprit ANK (pH 7) a právě ten je používán místo chemických desinfekčních prostředků.

O probíhajících dějích při přípravě účinného roztoku a účinných složkách nejsou ve firemní literatuře podrobnější údaje. Lze dedukovat, že použitý pevný chlorid sodný se rozpustí ve vodě. Roztok NaCl se přivádí k elektrodám nabitým stejnosměrným proudem. Sodný kation Na^+ se na katodě redukuje na kovový sodík, který reaguje s přítomnou vodou za vzniku hydroxidu sodného NaOH. Chloridový anion Cl^- se na anodě oxiduje na molekulární chlor Cl_2 .

Chlor podlehne dvěma reakcím:

- ve styku s roztokem NaOH dojde k disproportionační reakci, při níž vznikají chlorid sodný a chlornan sodný (natrium hypochlorit, angl. sodium hypochlorite):



- ve styku s vodou vznikne směs kyseliny chlorovodíkové (disociované) a málo disociované kyseliny chlorné (tento pochod se využívá k dezinfekci pitné vody):



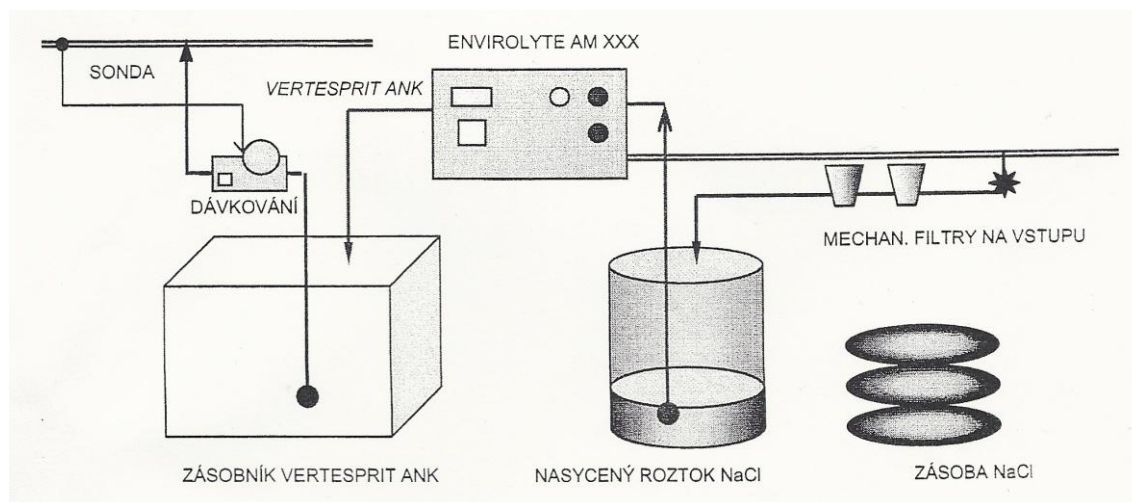
Účinnými dezinfekčními látkami jsou chlornan sodný a kyselina chlorná. Vyznačují se silnými oxidačními účinky (proto anglický termín electrolysed oxidising water), kterými potlačují mikroorganismy. Toto je např. podstata účinků dezinfekčních prostředků řady SAVO.

Použití této technologie v chovu prasat není však až tak úplnou novinkou, neboť již v dobách socialismu byla testována v SSSR, přičemž studie se zaměřovaly především na použití obdobně upravené vody při čištění stájí. V současné době, kdy směrnice EU kladou důraz na snížení použití antibiotik v chovech, jeví se tato technologie jako velmi vhodná.

Faktory jako hygiena, kvalita a cena jsou v dnešní době prvořadé a chovatelé prasat se snaží o jejich dosažení za použití optimálních metod. Technologii Envirolyte lze použít v průběhu celého cyklu výkrmu prasat, od narození selat až po vyskladnění jatečných prasat. Mezi nejčastěji zmiňované přínosy patří snížení mortality selat až o 50 %, omezení nákladů na běžná léčiva až o 90 % a zvýšení přírůstků (Envirolyte Industries International Ltd., 2009)

Zároveň některé zdroje uvádějí, že dochází k výraznému snížení přítomnosti virů, kvasinek, bakterií a sporů hub ve stájovém prostředí. Envirolyte působí jako velmi efektivní desinfekční přípravek, účinný i proti tak odolným patogenům, jako je např. *Escherichia coli* (www.finda.co.nz/business). Zároveň některé zdroje uvádí, že dochází k výraznému snížení přítomnosti virů, kvasinek, bakterií a sporů hub ve stájovém prostředí. Envirolyte působí jako velmi efektivní desinfekční přípravek, účinný i proti tak odolným patogenům, jako je např. *Escherichia Coli* (www.finda.co.nz/business).

Schéma 1. Zařízení Envirolyte



5.2 Způsob měření ukazatelů stájového mikroklimatu

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

- měření proběhne jednorázově pro každou sekci,
- 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, odpovídajícím 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. (Jelínek, 2011)

5.2.1 Měření koncentrace NH₃

Měření koncentrace NH₃ se provádí ve dvou místech v každé sekci a to:

- ve ventilačních otvorech vzduchu do sekcí ve výšce 190 cm nad podlahou,
- ve ventilačních šachtách pro odvod vzduchu - odpadní kanály.

Obrázek 1. Sonda ve ventilační šachtě



Foto: Jakub Polenský

Obrázek 2. Sonda ve ventilačním otvoru



Foto: Jakub Polenský

Schéma 2. Rozmístění čidel v průběhu měření: 1, 2, 3, 4 – sonda,

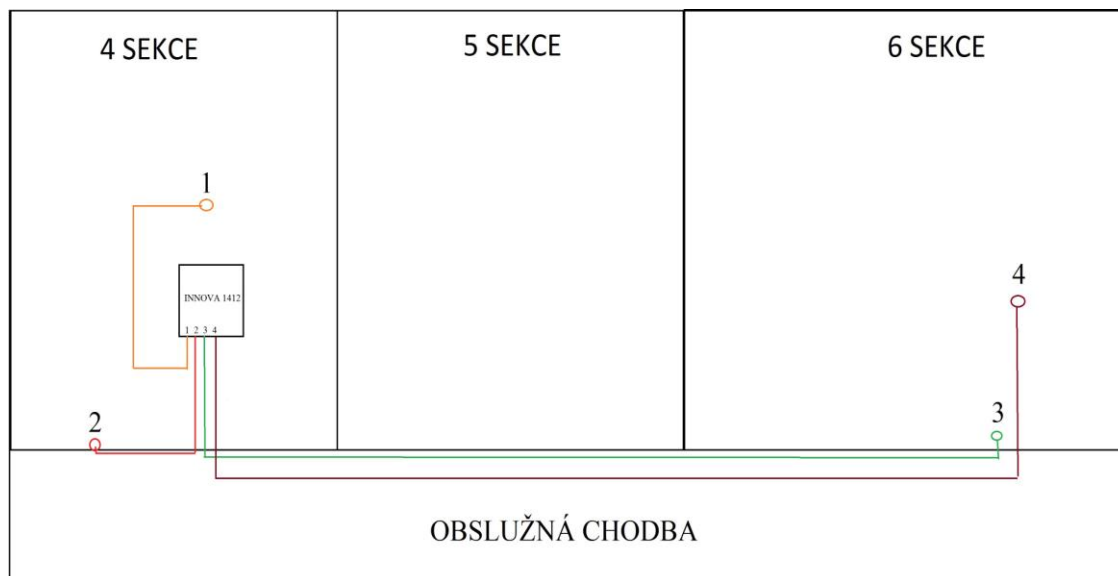


Foto: Jakub Polenský

Bezprostředně před zahájením měření koncentrace NH_3 se ve všech měřících místech provede krátkodobé měření okamžité relativní vlhkosti vzduchu. Měření koncentrace NH_3 se neprovádí, pokud je naměřená okamžitá relativní vlhkost vzduchu v daném místě větší jak 90 % (negativní vliv vysoké relativní vlhkosti na senzory měřících přístrojů).

Zahájení měření se provede po uplynutí doby náběhu senzorů, pokud ji výrobce nebo dodavatel zařízení uvádí doba měření koncentrace je minimálně 10 minut, pro denní průběh pak 24 hodin.

Měřicí přístroj Photoacoustic Multi-gas

Pro měření koncentrací NH_3 (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 na obrázku 3 a 4.

Obrázek 3. Příklad INNOVA 1412 v provozu



Foto: Jakub Polenský

Obrázek 4. Příklad INNOVA 1412

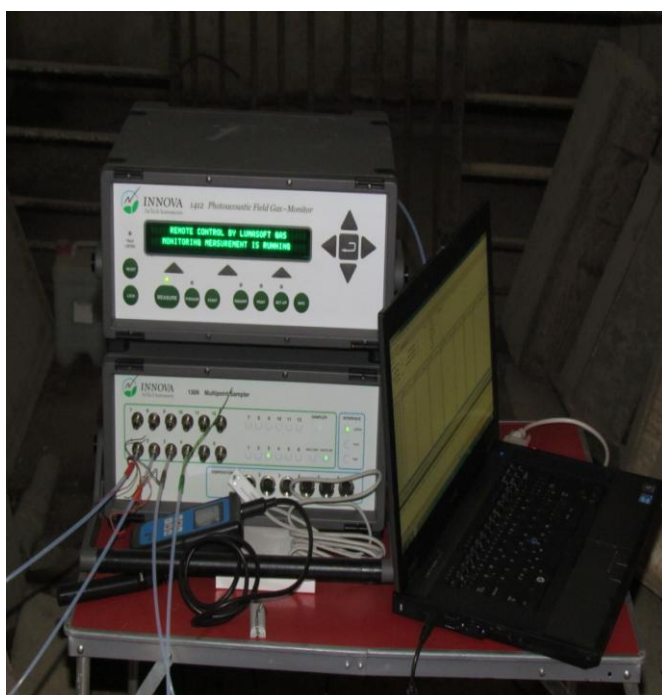


Foto: Jakub Polenský

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

Schéma 3. Princip činnosti přístroje INNOVA 1412

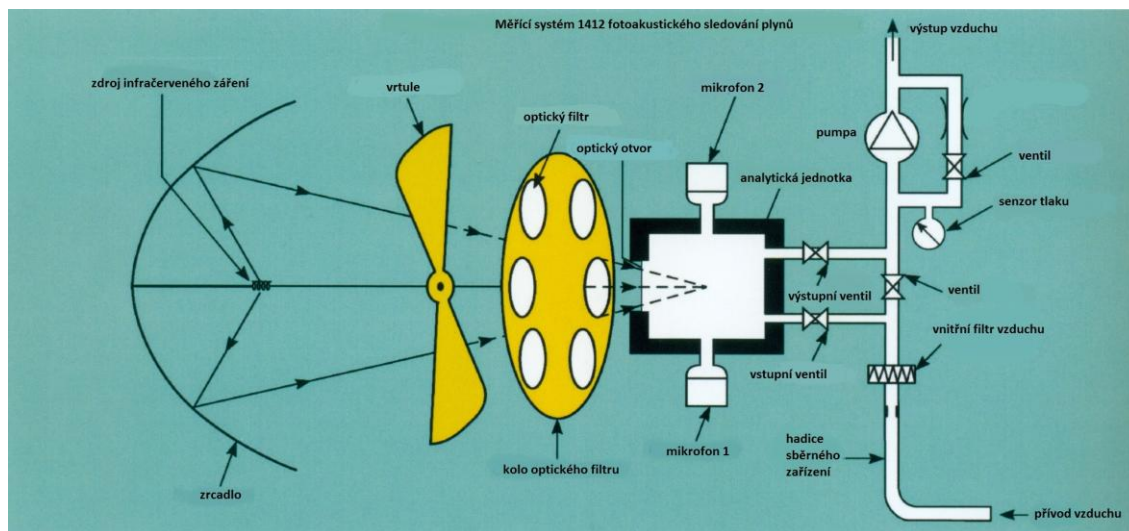


Foto: Jakub Polenský

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 zesílen v zesilovači. Některé plyny absorbují infračervené světlo ve stejných vlnových délkách, a tím nemusí být zřejmé, zda naměřená a zobrazená informace je od jednoho, nebo druhého plynu, případně společná pro oba. Tento jev se nazývá křížová interference, a z toho důvodu byl do přístroje INNOVA 1412 začleněn algoritmus křížové kompenzace, který s pomocí karuselu s filtry redukuje interferenci od ostatních plynů s přesností více než 98 %. 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 50 metrů. Třicestný ventil přepíná vzorky vzduchu do analyzátoru, a zatímco analyzátor vzorek měří, je výfukem proplachována hadička, která bude následovat do analyzátoru.

5.2.2 Měření koncentrace CO₂

Měření koncentrace CO₂ se provádělo na čtyřech odběrných místech stejným přístrojem, jako pro měření koncentrací amoniaku:

- bezprostředně před zahájením měření koncentrace CO₂ se ve všech měřících místech provede krátkodobé měření okamžité relativní vlhkosti vzduchu. Měření koncentrace NH₃ se neprovádí, pokud je naměřená okamžitá relativní vlhkost vzduchu v daném místě větší jak 90 % (negativní vliv vysoké relativní vlhkosti na senzory měřících přístrojů),
- zahájení měření se provede po uplynutí doby náběhu sensorů, pokud ji výrobce nebo dodavatel zařízení uvádí,
- doba měření koncentrace v každém měřícím místě je minimálně 24 hodin,
- měření se opakuje, jsou-li rozdíly v koncentraci na jednotlivých měřících místech větší než 50 %.

5.2.3 Měření teploty a relativní vlhkosti vzduchu

- teplota vnitřního prostředí haly je nezbytným údajem, pokud venkovní teplota ve stínu přesáhne +30 °C,
- měří se teploměrem s minimálním rozlišením 0,5 °C,
- měření se provádí ve výšce 125 cm nad rošty a ve stejných místech sondy 2 a sondy 4
- relativní vlhkost vzduchu se měří tehdy, pokud venkovní teplota klesne pod +10 °C,
- měření se provádí ve výšce 25 cm,
- 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 další měření relativní vlhkosti vzduchu po dobu 48 hodin

Měřicí přístroj Commeter D4141

Pro měření teploty vnitřního prostředí byl použit digitální záznamový termohydrobarometr Commeter D4141 dodávaný firmou Comet systém s.r.o. na obrázku 5.

Obrázek 5. Přístroj Commeter D4141



Foto: Jakub Polenský

Popis přístroje Commeter D4141

Digitální záznamový termohydrobarometr s externí sondou je určen pro měření a záznam teploty, relativní vlhkosti vzduchu a atmosférického tlaku a tlakové tendence za uplynulé tři hodiny s možností zobrazení přepočtené hodnoty rosného bodu a přepočtené hodnoty atmosférického tlaku na hladinu moře.

Teplota je měřena odporovými snímači Ni 1000/6180 ppm, přičemž snímač vnější teploty a snímač vlhkosti vzduchu jsou umístěny v připojitelné externí sondě. Snímače tlaku a vnitřní teploty jsou uvnitř přístroje.

Naměřené hodnoty jsou zobrazovány na dvouřádkovém LCD displeji a mohou být ukládány v nastavitelném časovém intervalu do vnitřní, energeticky nezávislé paměti, odkud je lze přenést do osobního počítače.

Naměřené hodnoty jsou porovnávány v přístroji se dvěma nastavitelnými hodnotami pro každou veličinu (maximální a minimální) a jejich překročení signalizuje blikáním na displeji a akusticky (kromě tlakové tendence).

Měřicí rozsah teplot je - 30 až + 105 °C s přesností $\pm 0,4$ °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.

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

Obrázek 6. Přístroj LOGGER S3120



Foto: Jakub Polenský

Popis přístroje LOGGER S3120

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

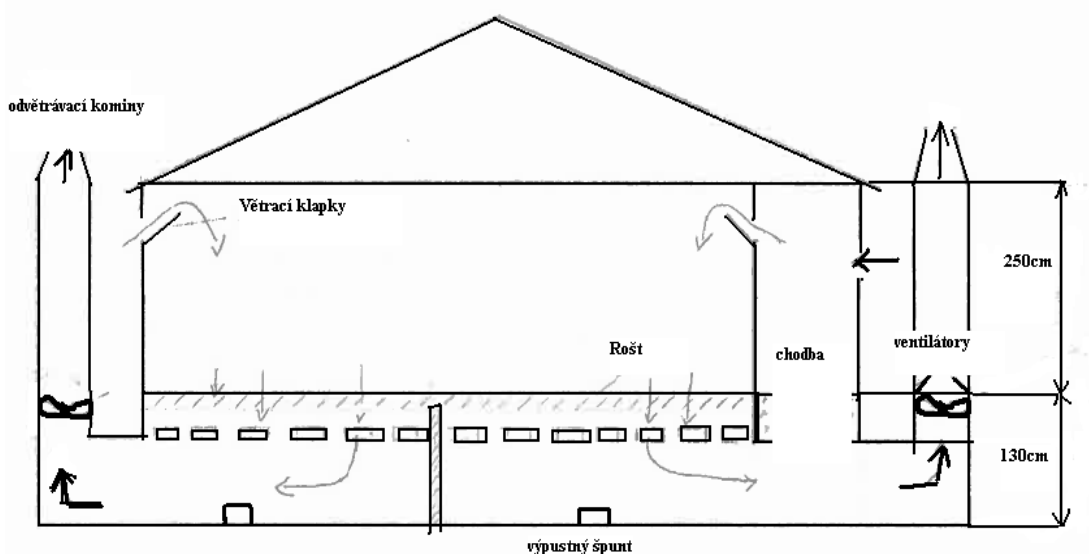
Měřicí rozsah teplot je - 30 až + 70 °C s přesností $\pm 0,4$ °C a rozlišením 0,1 °C, u relativní vlhkosti 0 až 100 % RV s přesností $\pm 2,5$ % RV v rozsahu 5 - 95 % při 23 °C a rozlišením 0,1 % RV.

5.3 Měření v odchovně ZOD Starosedlský Hrádek

Měření bylo prováděno ve dnech 11. - 12. 1. 2012 ve dvou sekcích odchovny prasat ZOD Starosedlský Hrádek, označené jako číslo 4 a 6, přičemž v sekci označené číslem 4, byla použita pitná voda z vlastního zdroje a v sekci označené číslem 6 byla použita voda elektrolyticky upravená přístrojem Envirolyte. V sekci číslo 4 bylo 123 kusů stodesetikilových jatečných prasat plemene České bílé ušlechtilé a v sekci číslo 6 bylo 118 kusů stopatnáctikilových prasat stejného plemene.

Zvířata v obou sekcích byla ustájena na celoroštových systémech. Krmná směs A3 od dodavatele ZZN Pelhřimov byla obohacována elektrolyticky upravenou vodou a dopravována potrubím s přetlakovým systémem, napájení zabezpečovaly jazýčkové napáječky. Prasata byla ustájena v 9 sekcích, v každé sekci se nacházelo 15 kotců. Ventilace pracovala na principu podroštového odvětrávání, přívod vzduchu pak pomocí regulovatelných klapek.

Schéma 4. Příčný řez objektem výkrmu prasat



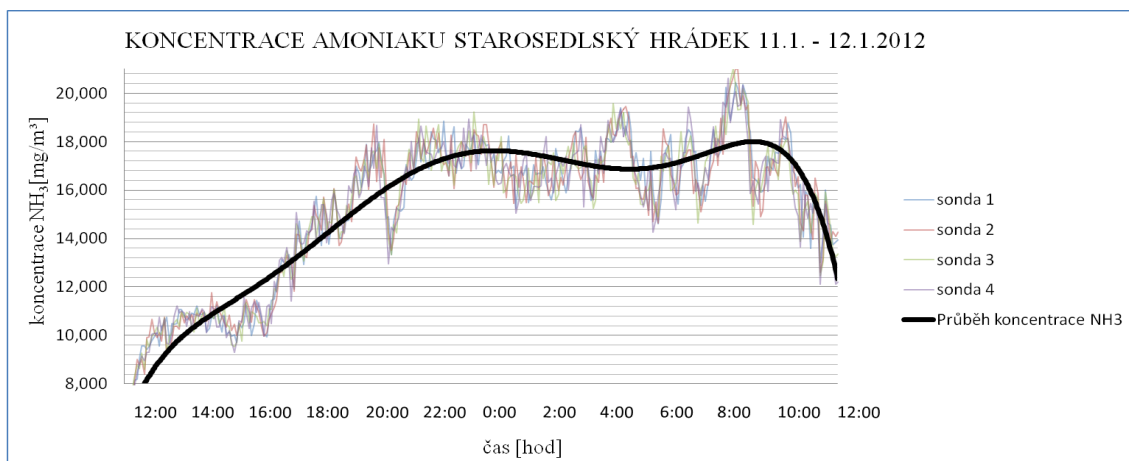
6. Výsledky

Získané hodnoty byly zpracovány do následujících grafů a tabulek, pro měření každého plynu odděleně. Měření bylo prováděno ve dvou sekcích, za stejných klimatických podmínek, na stejné kategorii zvířat obdobného počtu i stáří. Na obou místech probíhaly paralelně stejné technologické postupy.

Amoniak

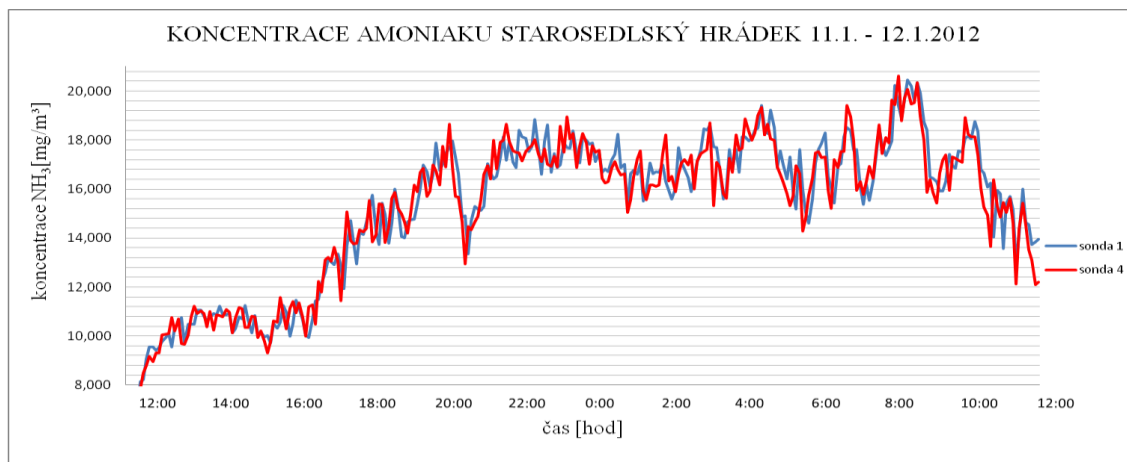
Výsledky uvedené v grafu 1 se týkají obou měřených sekcí. Na grafu je znázorněn průběh hodnot při měření koncentrace amoniaku přístrojem INNOVA 1412 Photoacoustic Multi - gas Monitor.

Graf 1. Koncentrace amoniaku



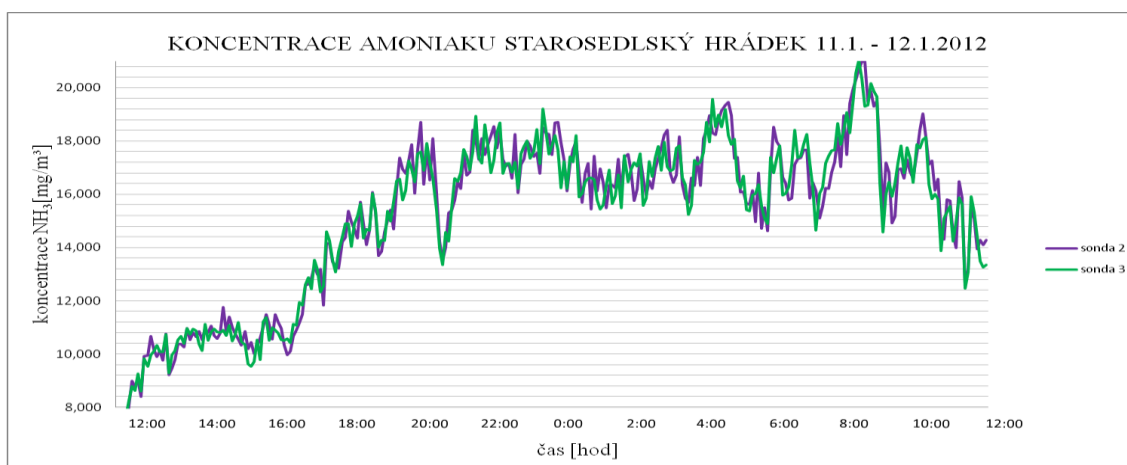
V grafu 2 jsou zaznamenány výsledky měření koncentrace amoniaku v odpadních šachtách sekce číslo 4 (sonda 1) a sekce číslo 6 (sonda 4), přičemž modrá křivka (sonda 1) udává průběh v sekci používající pitnou vodu a červená křivka (sonda 4) v sekci používající vodu elektrolyticky upravenou.

Graf 2. Koncentrace amoniaku



V grafu 3 jsou zaznamenány výsledky měření koncentrace amoniaku ve ventilačních otvorech obslužné chodby pro sekci číslo 4 (sonda 2) a sekci číslo 6 (sonda 3), přičemž fialová křivka (sonda 2) udává průběh v sekci používající pitnou vodu a zelená křivka (sonda 3) v sekci používající vodu elektrolyticky upravenou.

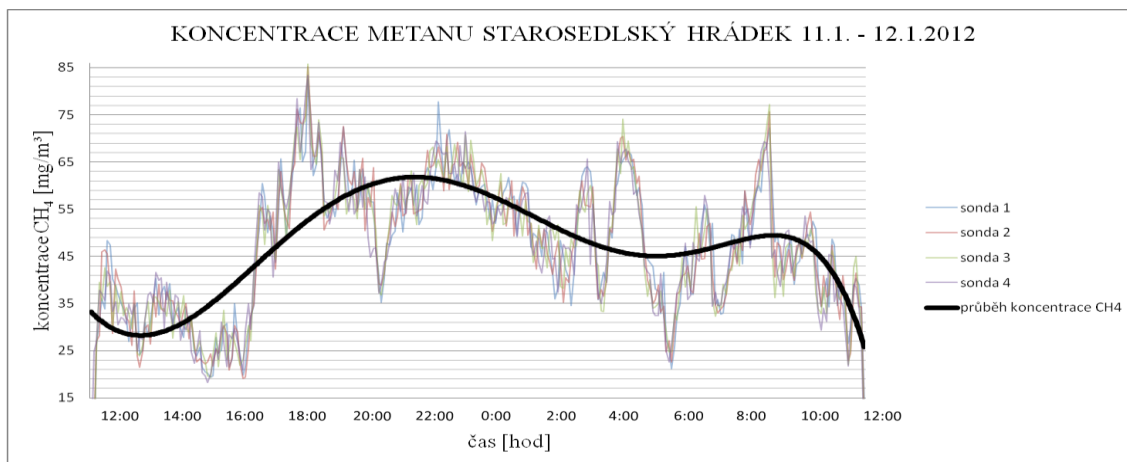
Graf 3. Koncentrace amoniaku



Metan

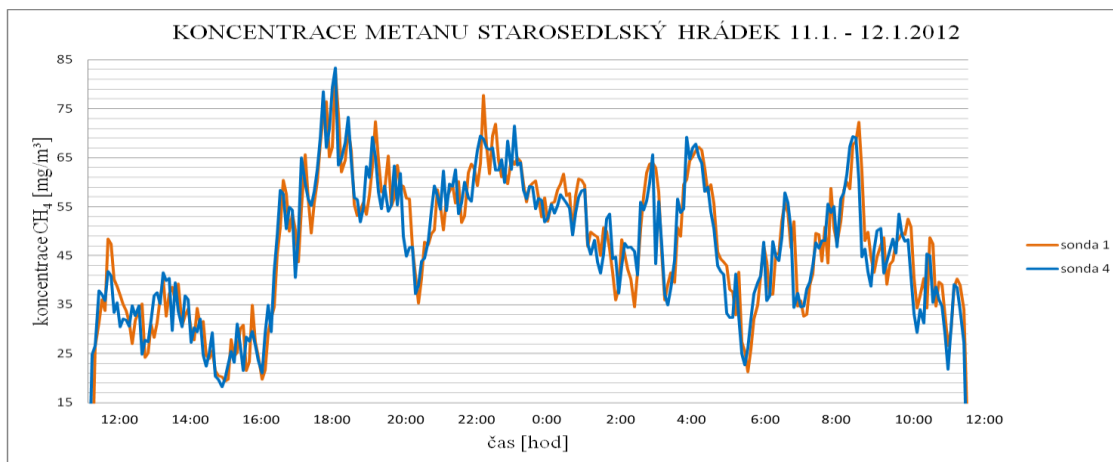
V grafu 4 jsou znázorněny koncentrace metanu v obou sekcích.(4 používající vodu pitnou a 6 používající vodu elektrolyticky upravenou). Hodnoty byly měřeny přístrojem INNOVA 1412 Photoacoustic Multi - gas Monitor.

Graf 4. Koncentrace metanu



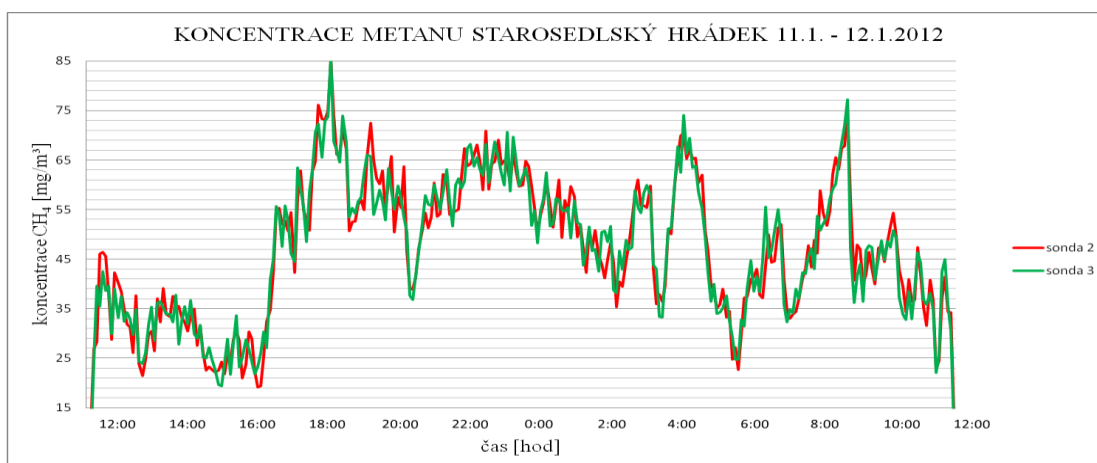
V grafu 5 jsou zaznamenány výsledky měření koncentrace metanu v odpadních šachtách sekce číslo 4 (sonda 1) a sekce číslo 6 (sonda 4), přičemž oranžová křivka (sonda 1) udává průběh v sekci používající pitnou vodu a modrá křivka (sonda 4) v sekci používající vodu elektrolyticky upravenou.

Graf 5. Koncentrace metanu



V grafu 6 jsou zaznamenány výsledky měření koncentrace metanu ve ventilačních otvorech obslužné chodby pro sekci číslo 4 (sonda 2) a sekci číslo 6 (sonda 3), přičemž červená křivka (sonda 2) udává průběh v sekci používající pitnou vodu a zelená křivka (sonda 3) v sekci používající vodu elektrolyticky upravenou.

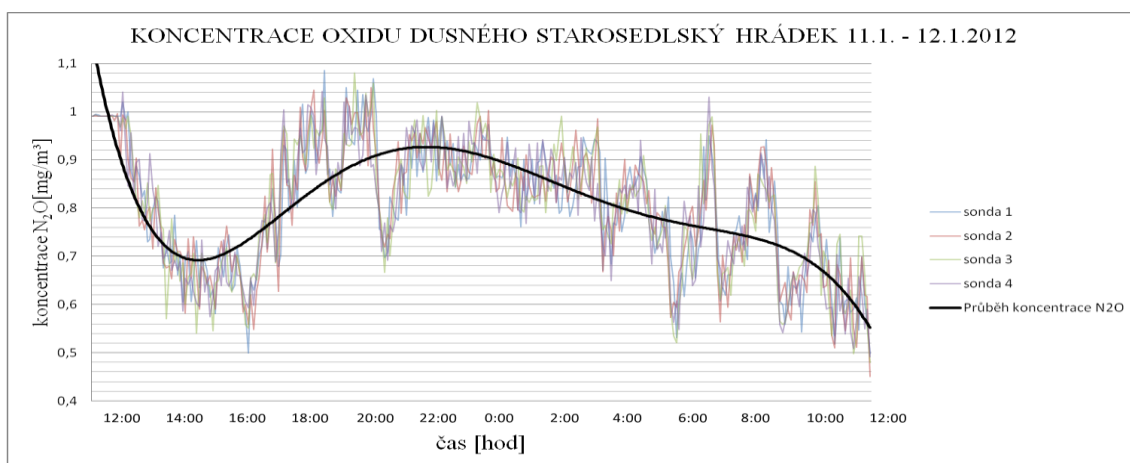
Graf 6. Koncentrace metanu



Oxid dusný

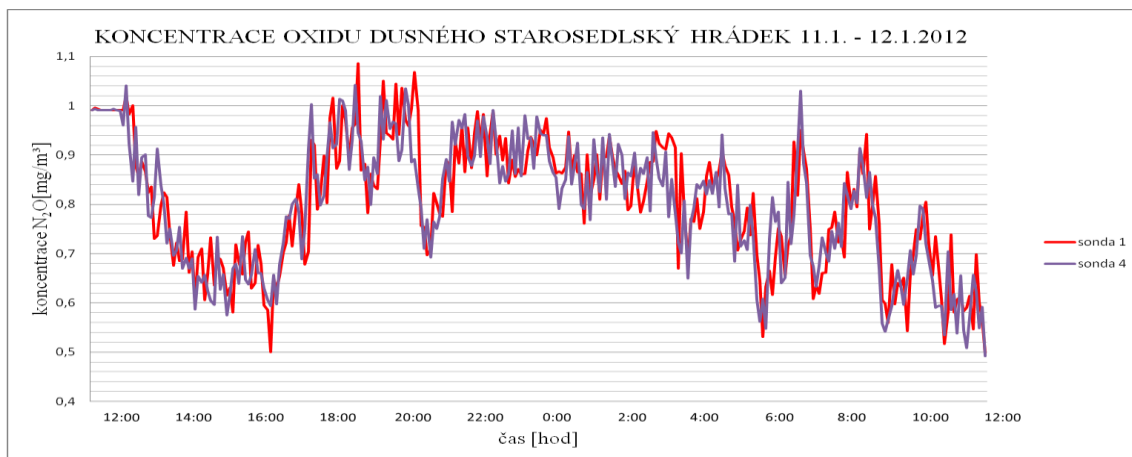
V grafu 7 jsou znázorněny koncentrace oxidu dusného v obou sekcích. (4 používající vodu pitnou a 6 používající vodu elektrolyticky upravenou). Výsledky byly zjištěny přístrojem INNOVA 1412 Photoacoustic Multi - gas Monitor.

Graf 7. Koncentrace oxidu dusného



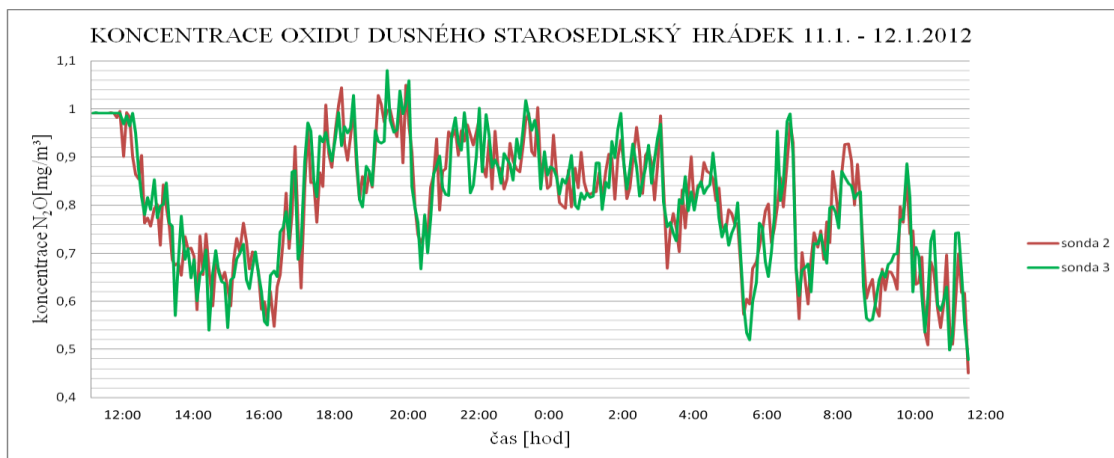
V grafu 8 jsou zaznamenány výsledky měření koncentrace oxidu dusného v odpadních šachtách sekce číslo 4 (sonda1) a sekce číslo 6 (sonda 4), přičemž červená křivka (sonda 1) udává průběh v sekci používající pitnou vodu a modrá křivka (sonda 4) v sekci používající vodu elektrolyticky upravenou.

Graf 8. Koncentrace oxidu dusného



V grafu 9 jsou zaznamenány výsledky měření koncentrace oxidu dusného ve ventilačních otvorech obslužné chodby vzduchu pro sekci číslo 4 (sonda 2) a sekci číslo 6 (sonda 3), přičemž hnědá křivka (sonda 2) udává průběh v sekci používající pitnou vodu a zelená křivka (sonda 3) v sekci používající vodu elektrolyticky upravenou.

Graf 9. Koncentrace oxidu dusného

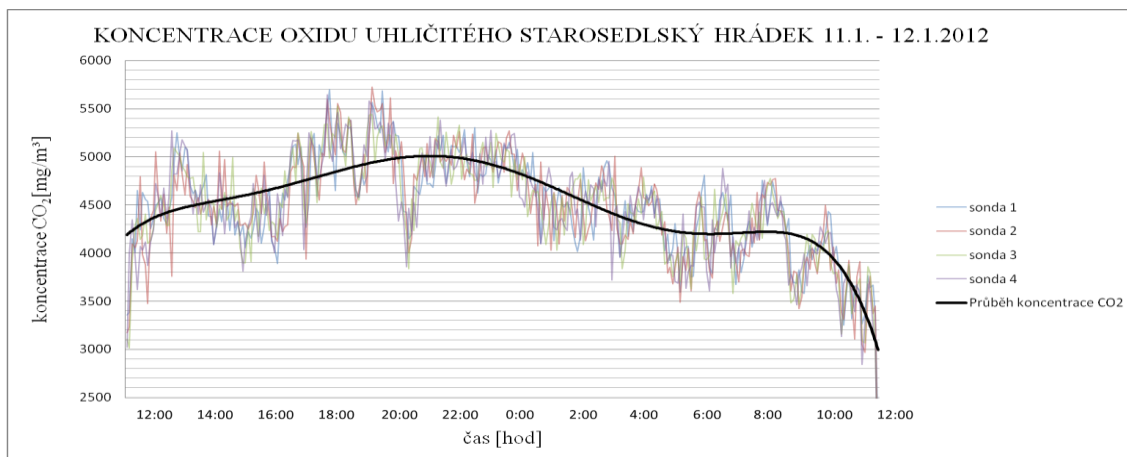


Oxid uhličitý

V grafu 10 jsou znázorněny koncentrace oxidu uhličitého v obou sekcích. (4 používající vodu pitnou a sekci 6 používající vodu elektrolyticky upravenou)

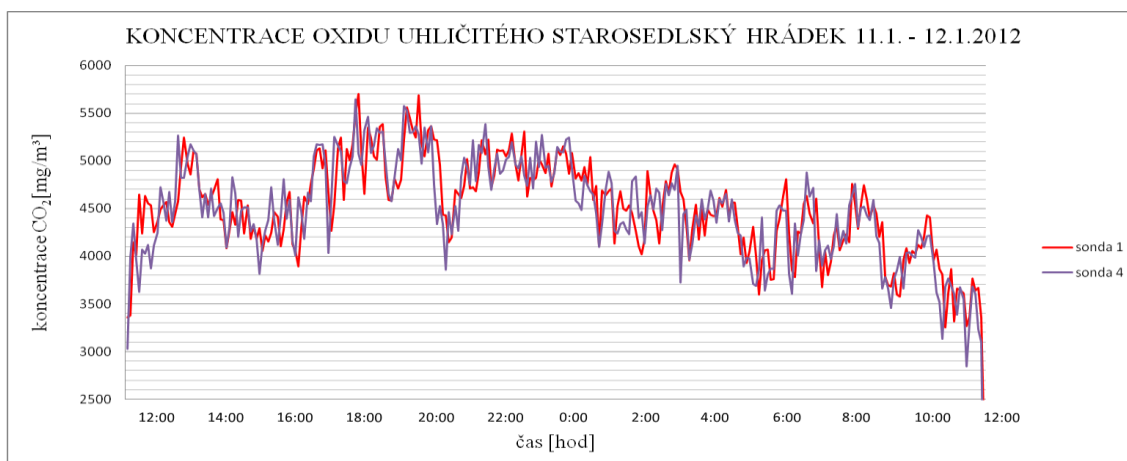
Výsledky byly získány přístrojem INNOVA 1412 Photoacoustic Multi – gas Monitor.

Graf 10. Koncentrace oxidu uhličitého



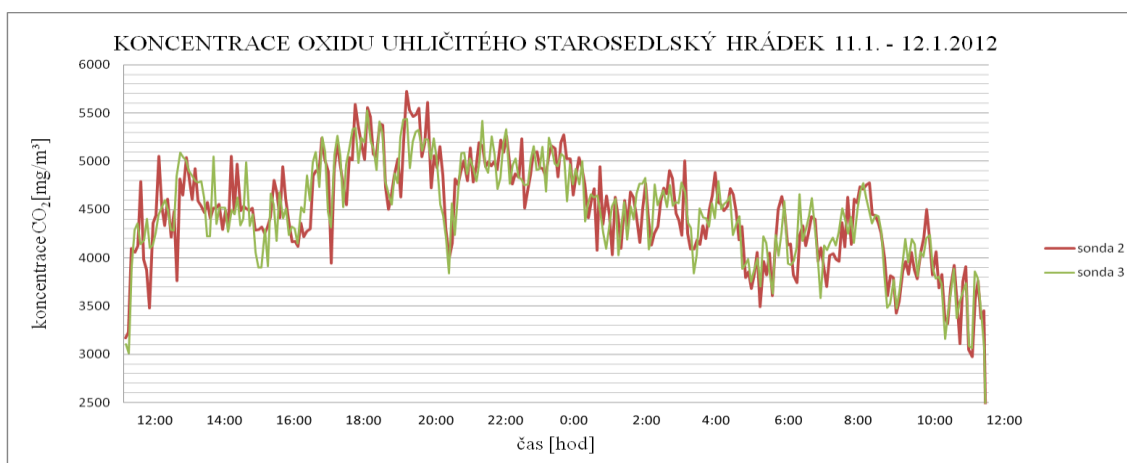
V grafu 11 jsou zaznamenány výsledky měření koncentrace oxidu uhličitého v odpadních šachtách sekce číslo 4 (sonda 1) a sekce číslo 6 (sonda 4), přičemž červená křivka (sonda 1) udává průběh v sekci používající pitnou vodu a modrá křivka (sonda 4) v sekci používající vodu elektrolyticky upravenou.

Graf 11. Koncentrace oxidu uhličitého



V grafu 12 jsou zaznamenány výsledky měření koncentrace oxidu uhličitého ve ventilačních otvorech obslužné chodby pro sekci číslo 4 (sonda 2) a sekci číslo 6 (sonda 3), přičemž hnědá křivka (sonda 2) udává průběh v sekci používající pitnou vodu a zelená křivka (sonda 3) v sekci používající vodu elektrolyticky upravenou.

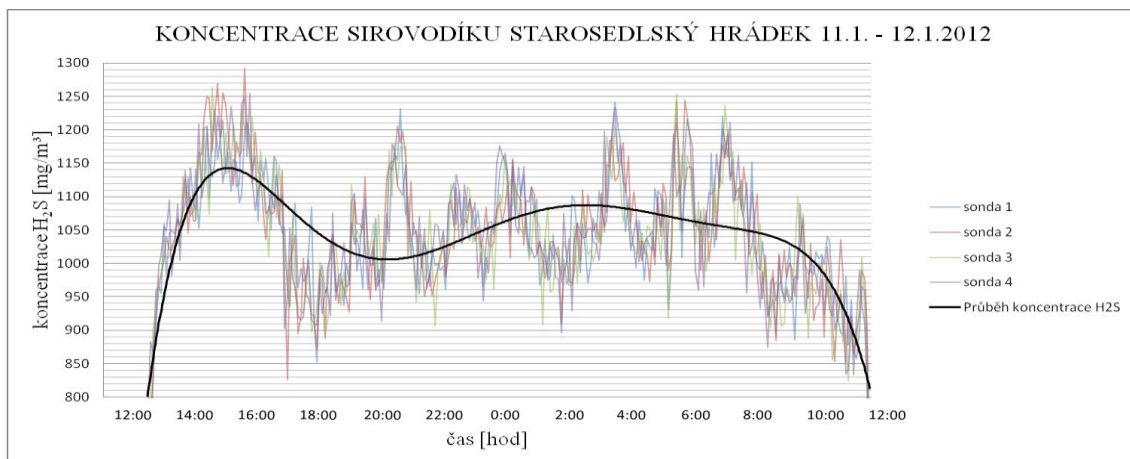
Graf 12. Koncentrace oxidu uhličitého



Sirovodík

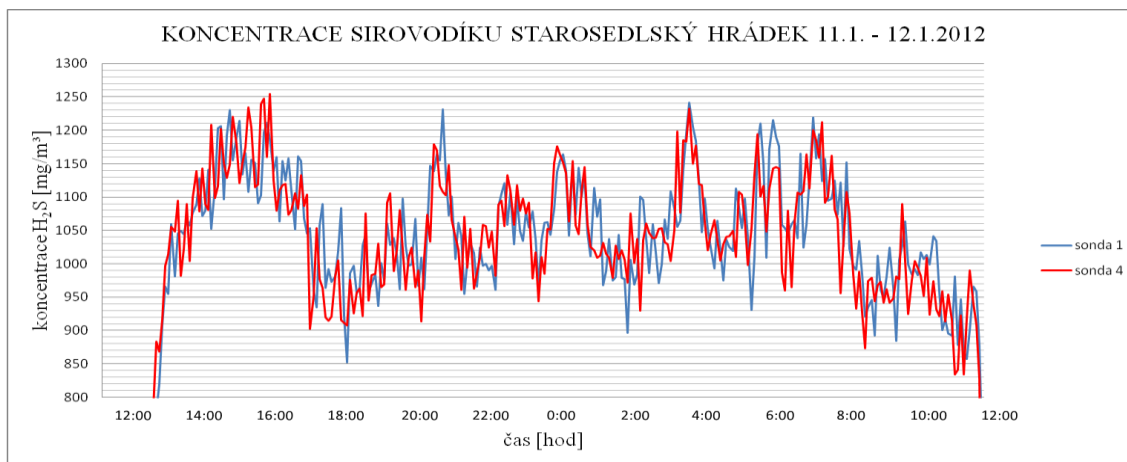
V grafu 13 jsou znázorněny koncentrace sirovodíku v obou sekcích. (4 používající vodu pitnou a 6 používající vodu elektrolyticky upravenou). Výsledky byly získány přístrojem INNOVA 1412 Photoacoustic Multi - gas Monitor.

Graf 13. Koncentrace sirovodíku



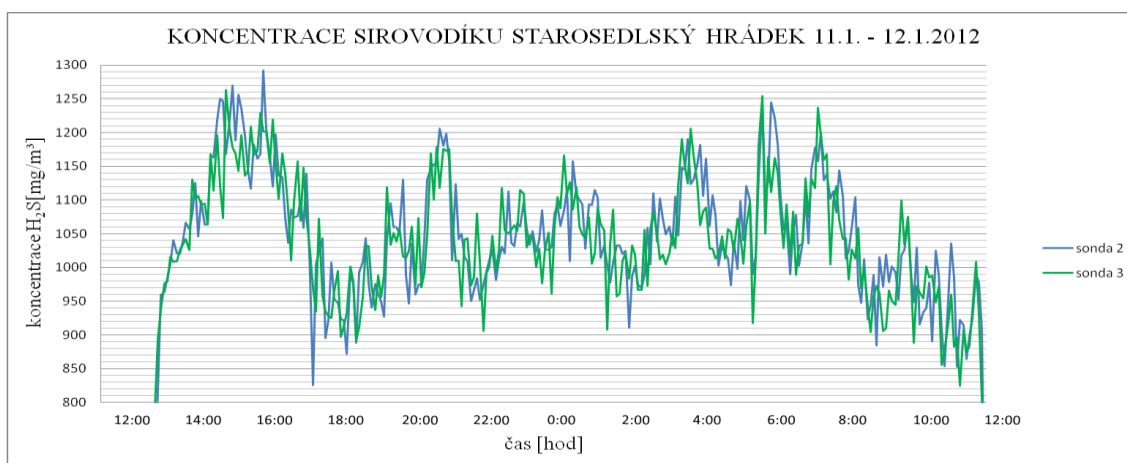
V grafu 14 jsou zaznamenány výsledky měření koncentrace sirovodíku v odpadních šachtách sekce číslo 4 (sonda 1) a sekce číslo 6 (sonda 4), přičemž modrá křivka (sonda 1) udává průběh v sekci používající pitnou vodu a červená křivka (sonda 4) v sekci používající vodu elektrolyticky upravenou.

Graf 14. Koncentrace sirovodíku



V grafu 15 jsou zaznamenány výsledky měření koncentrace sirovodíku ve ventilačních otvorech obslužné chodby pro sekci číslo 4 (sonda 2) a sekci číslo 6 (sonda 3), přičemž modrá křivka (sonda 2) udává průběh v sekci používající pitnou vodu a zelená křivka (sonda 3) v sekci používající vodu elektrolyticky upravenou.

Graf 15. Koncentrace sirovodíku



Z grafu 1, 2 a 3 je patrné, že obsah amoniaku ve vzduchu dosahoval nejvyšších hodnot mezi 22:00 – 8:00 hod, nejnižší v 12:00 hod. Téměř stejný průběh vykazuje jak sekce používající pitnou vodu, tak i sekce s EUV, přičemž rozdíly mezi průměrnou naměřenou hodnotou jsou minimální - v sekci používající pitnou vodu činila průměrná hodnota naměřená v odpadních kanálech $15,29 \text{ mg.m}^{-3}$, v sekci s EUV $15,28 \text{ mg.m}^{-3}$. Obsah plynu v ovzduší odráží běžné technologické postupy probíhající ve stáji jako je krmení nebo manipulace s kejdou, ale také zvýšení průtoku vzduchu v důsledku většího pohybu ve stáji a zapnutí ventilace.

Z grafu 4, 5 a 6 vyplývá, že nejvyšší obsah metanu v ovzduší byl naměřen mezi 18:00 – 22:00 hod, shodně v obou sekcích, nejnižší hodnota byla naměřena po zapnutí ventilace v hale. Na průběhu grafů je zřetelně vidět pokles hodnot metanu ve 20:00, 5:00 a 15:00 hod, tedy v době, kdy v hale zapíná ventilace. Zvýšená hladina je důsledkem větší produkce plynů živými organizmy v důsledku trávicích procesů v určité době po krmení. Průměrné hodnoty obou sekcí se téměř neliší – v sekci s pitnou vodou bylo v odpadním kanálu naměřeno $47,26 \text{ mg.m}^{-3}$, v sekci s EUV $47,21 \text{ mg.m}^{-3}$.

Grafy 7, 8 a 9 představují průběh naměřených hodnot oxidu dusného. V obou sekcích byly zaznamenány velice vyrovnané výsledky, nejnižší hodnoty byly naměřeny okolo 16:00 hod, nejvyšší před 20:00 hod, těsně před zapnutím ventilátoru. Průměrná hodnota v sekci používající pitnou vodu činila hodnota naměřená u výstupu $0,81 \text{ mg.m}^{-3}$, stejně jako v sekci s EUV.

Hladina oxidu uhličitého - grafy 10, 11 a 12, vykazovala v průběhu dne mírně klesající úroveň, pravděpodobně v důsledku větrání během dne ve stáji. Průměrná hodnota oxidu uhličitého v odpadním kanálu v sekci s pitnou vodou činila $4\,498 \text{ mg.m}^{-3}$, v sekci s vodou EUV $4\,483 \text{ mg.m}^{-3}$.

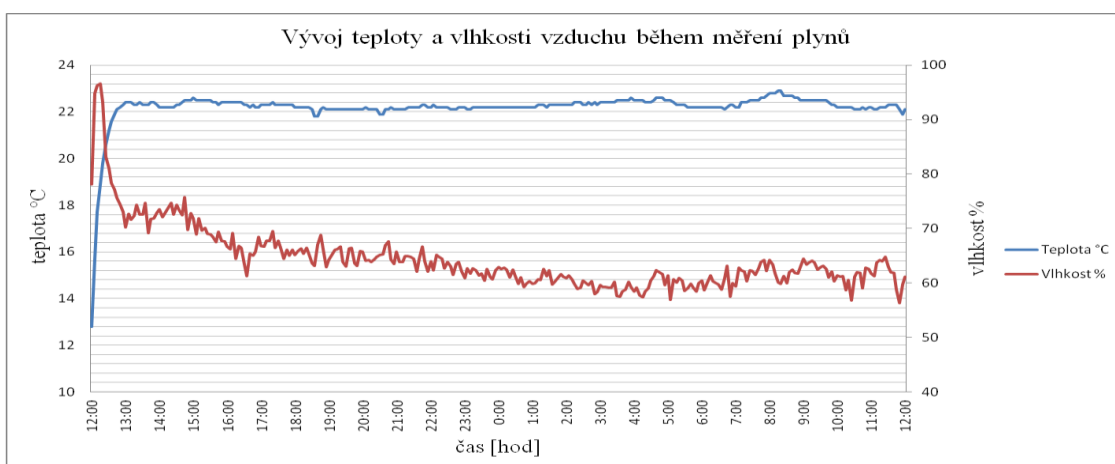
Grafy 13, 14 a 15 představují výsledky měření sirovodíku, nejvyšší hodnoty byly na všech měřených místech zaznamenány v 14:00, nejnižší v 12:00 hod. Zvýšení hladiny sirovodíku může být důsledkem manipulace se zvířaty nebo s jejich výkaly. Průměrné hodnoty obou sekcí se liší pouze minimálně - v sekci s pitnou vodou činí $1\,020 \text{ mg.m}^{-3}$, v sekci s EUV $1\,018 \text{ mg.m}^{-3}$.

Graf 16 a 17 dokládá, že měření výše uvedených plynů probíhalo za konstantní teploty 22°C a vlhkosti pohybující se v rozmezí od 59 % do 69 % .

Z výsledků je patrné, že rozdíly v obsahu plynů v ovzduší jsou mezi oběma sledovanými sekcemi minimální, a to jak ve ventilačních otvorech, tak i v odpadních kanálech. Výkyvy naměřených hodnot, mimo časů zapnutí ventilace, lze považovat za odchylku přístroje, neboť některé zdroje uvádí, že přístroj tímto způsobem může reagovat na přítomnost ostatních plynů v ovzduší. Získání více průkazných výsledků by samozřejmě vyžadovalo opakovat měření několikrát za sebou v různém období roku, respektive při různých teplotách. Z tohoto jednorázového měření lze usuzovat, že elektrolyticky upravená voda nemá vliv na obsah uvedených plynů v ovzduší.

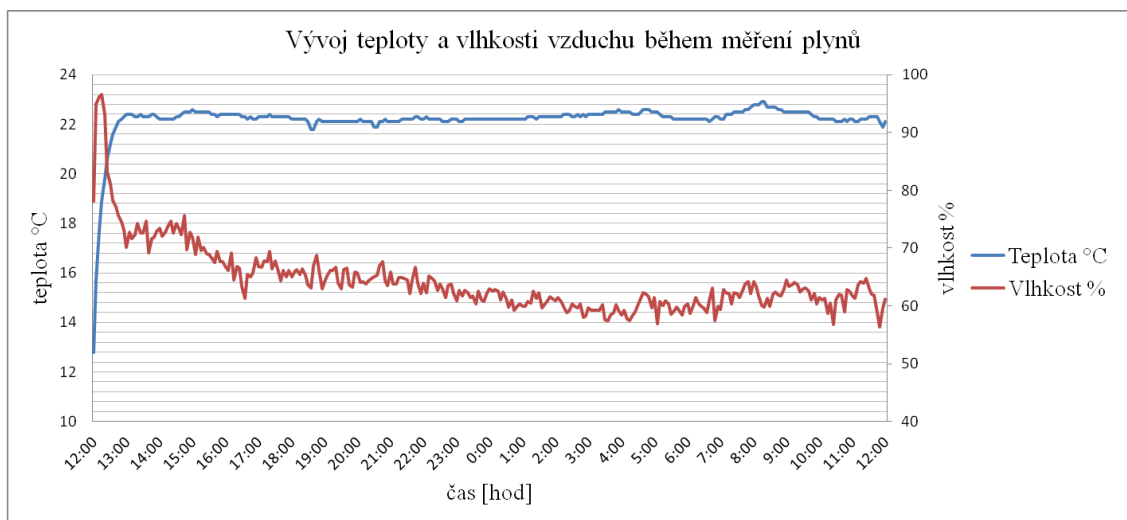
V grafu 16 jsou zaznamenány výsledky měření teploty a relativní vlhkosti měřené přístrojem LOGGER S3120 v sekci 4 (pitná voda) v průběhu měření plynů.

Graf 16. Vývoj teploty a vlhkosti



V grafu 17 jsou zaznamenány výsledky měření teploty a relativní vlhkosti měřené přístrojem LOGGER S3120 v sekci 6 (elektrolyticky upravená voda) v průběhu měření plynů.

Graf 17. Vývoj teploty a vlhkosti



Tabulka 2. Průměrné koncentrace plynů ve ventilačním otvoru pro přívod vzduchu

Měřený plyn [$mg.m^{-3}$]	Sekce číslo 4 (pitná voda)	Sekce číslo 6 (EUV)
Amoniak	15,26	15,26
Oxid dusný	0,80	0,80
Oxid uhličitý	4 479	4 480
Sirovodík	1 018	1 015
Metan	47,20	47,08

Tabulka 3. Průměrné koncentrace plynů měřené v odpadních šachtách

Měřený plyn [$mg.m^{-3}$]	Sekce číslo 4 (pitná voda)	Sekce číslo 6 (EUV)
Amoniak	15,29	15,28
Oxid dusný	0,81	0,81
Oxid uhličitý	4 498	4 483
Sirovodík	1 020	1 018
Metan	47,26	47,21

Tabulka 4. Rozdíl hodnot koncentrace u otvoru pro přívod vzduchu a odpadní šachty

Měřený plyn [$mg.m^{-3}$]	Sekce číslo 4 (pitná voda)	Sekce číslo 6 (EUV)
Amoniak	0,03	0,02
Oxid dusný	0,01	0,01
Oxid uhličitý	19	3
Sirovodík	2	3
Metan	0,06	0,13

Tabulka 5. Ekonomické zhodnocení

Výpočet ceny za 1 litr EUV	Cena za jednotku[Kč]	EUV[Kč]	Pitná voda[Kč]
Elektřina [kWh]	3,00	0,300	0,30
Voda [l]	0,28	0,280	0,28
Sůl [kg]	8,00	0,038	/
Zařízení Envirolyte	260000	0,047	/
Roční odpis zařízení	52000	/	/
Celkem [Kč]		0,665 Kč	0,58 Kč

Z výsledků je patrné, že cena EUV je o 0,085Kč vyšší než cena pitné vody v témže sledovaném období. Dolan (2011) uvádí průměrné náklady na jeden litr vody 0,48kč což je o 0,185 Kč méně. Rozdíl je pravděpodobně způsoben nejen současnými zvýšenými cenami energií, ale také rozdílnou cenou pitné vody v regionu. Přínos EUV však nelze vidět pouze ekonomicky, ve smyslu úspor chemických prostředků, ale především v dopadech používání EUV na životní prostředí. (Zabloudilová, 2010)

7. Závěr

Ve své bakalářské práci jsem se pokusil vyhodnotit vliv používání elektrolyticky upravené vody (EUV) na obsah emisí amoniaku, oxidu uhličitého, oxidu dusného, metanu a sirovodíku v mikroklimatu výkrmny prasat ZOD Starosedlský Hrádek. Uvedené hodnoty plynů jsem získal měřením přístrojem INNOVA 1412 Photoacoustic Multi-gas Monitor ve dvou plně srovnatelných sekcích výkrmu prasat. Z výsledků tohoto jednorázového měření je patrné, že používání elektrolyticky upravené vody přístrojem Envirolyte nemělo vliv na obsah emisí sledovaných plynů. Rozdíl v obsahu sledovaných plynů mezi vzorky vzduchu odebraných ve ventilační šachtě a odpadním kanálu sekce používající pitnou vodu činil $0,03 \text{ mg.m}^{-3}$, $0,01 \text{ mg.m}^{-3}$ u oxidu dusného, 19 mg.m^{-3} u oxidu uhličitého, 2 mg.m^{-3} u sirovodíku a $0,06 \text{ mg.m}^{-3}$ u metanu. V sekci s EUV vodou vykazoval rozdíl mezi odběrnými místy též minimální hodnoty, $0,02 \text{ mg.m}^{-3}$ amoniaku, $0,01 \text{ mg.m}^{-3}$ oxidu dusného, 3 mg.m^{-3} oxidu uhličitého, 3 mg.m^{-3} sirovodíku, $0,13 \text{ mg.m}^{-3}$ metanu.

Mnohé zdroje vyzdvihují především pozitivní účinky takto upravené vody na organizmy zvířat, autoři uvádějí především zlepšení zdravotního stavu jako důsledku jejich desinfekčních účinků, čímž dochází i snížení spotřeby v současné době tolik diskutovaných antibiotik, jiné zdroje uvádějí také zlepšení kvality masa jatečných zvířat, i zvýšení přírůstků, za významné lze též považovat celkové zlepšení podmínek stájové hygieny. Nicméně z jednodenního měření nelze vyvozovat jednoznačné výsledky, k získání statisticky průkazných výsledků by zcela jistě bylo třeba měření v průběhu roku opakovat.

8. Přehled použité literatury

DĚDINA, M. (2009): Odborné vyjádření k aplikaci nejlepších dostupných technik při plánované rekonstrukci zařízení „Farma pro chov prasat.“

COUNCIL DIRECTIVE 96/91, EC, 1996, <http://eur-lex.europa.eu>

Staženo dne: 12.2.2012

EUROPEAN COMMISSION: INTEGRATED POLLUTION PREVENTION AND CONTROL. REFERENCE DOCUMENT BASED ON BAT FOR INTENSIVE REARING OF POULTRY AND PIGS., 2003.

GUINGANG, N. (2009): Best Available Techniques in French pig production, 60th annual meeting of EEAP, Barcelona, 2009 nadine.guingand@ifip.asso.fr

HAYTHORNTHWAITE, J. A. (2001): Scotland in the nineteenth century, Glasgow , 203str

HAVLÍČEK Z. (2007): Nové trendy v ochraně životního prostředí v podmínkách chovu hospodářských zvířat. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 73s. ISBN 987-80-7375-120-3

CHLOUPEK, J. SUCHÝ, P. (2008): Mikroklimatické měření ve stájích pro hospodářská zvířata. Multimediální učební text, Brno 2008, dostupný online na www.zoohygiena.kvalitne.cz Staženo dne: 2.2.2012

JELÍNEK, A. (2004): Hospodaření a manipulace s odpady ze zemědělských a venkovských sídel, Praha, 236s. ISBN 8023943444

JELÍNEK, A., DOLAN, A (2010): Komplexní zhodnocení dostupných technik (BAT) ve vybraném zemědělském zařízení, ve kterém je zastoupeno více kategorií průmyslových činností dle přílohy č. 1, zákona č.76/2002 Sb v platném znění o integrované prevenci, České Budějovice,

JELÍNEK, A. (2011A): Vzdělávací modul ochrana životního prostředí v oblasti vzduch, 1. vydání, Náměšť nad Oslavou, ZERA- zemědělská ekologická agentura o.s. 2011, str. 89-95, ISBN 978-80-86884-59-2:.

- JELÍNEK, A. (2011B): Metodika měření emisí amoniaku (NH₃) a oxidu uhličitého (CO₂) v chovech drůbeže a prasat ve vztahu k integrované prevenci a omezení znečištění. Jihočeská universita České Budějovice, 18s
- KATALOGOVÝ LIST analyzátoru INNOVA 1412 dostupný online na www.innova.dk
Staženo dne: 15.2.2012
- KATALOGOVÝ LIST digitálního záznamového termohydrobarometru Commeter D4141 dostupný online na www.cometsystem.cz Staženo dne: 15.2.2012
- KATALOGOVÝ LIST loggeru S3120 dostupný online na www.cometsystem.cz
Staženo dne: 12.2.2012
- KATALOGOVÝ LIST multifunkčního měřicího přístroje Testo 435dostupný online na www.testo.cz Staženo dne:12.2.2012
- KONVENCE O OCHRANĚ VOD SEVERO-VÝCHODNÍHO ATLANTIKU PŘED PRŮMYSLOVÝMI ODPADY, Paříž 1992, <http://eur-lex.europa.eu> Staženo dne: 10.2.2011
- KURSA J. (1986) Zoohygiena a prevence I. 1. vydání Praha, VŠZ, 165s
- KURSA J. (1987): Zoohygiena a prevence II. 1. vydání Praha, VŠZ, 187s.
- MAZAL, V.(2008): Technologie Envirolyte ve světle ECA
- PACÁK, M (2007): Ovlivnění zdravotního stavu prasat stájovým klimatem. BD Tech s.r.o.
- POPESCU, S. (2010): The amonia concentration in growing-finishing pig houses. Medicina Veterinara XLIII (2), 2010, Timisoara
- PULKRÁBEK, J. (2005): Chov prasat. Profi press, Praha, 160s. ISBN 80-86726-11-8
- REFERENČNÍ DOKUMENT BAT INTENZIVNÍ CHOV DRŮBEŽE A PRASAT: INTEGROVANÁ PREVENCE A OMEZOVÁNÍ ZNEČIŠTĚNÍ /IPPC/ (2001), Sevilla 321s.
- SOREL, STEVE (1991): The Meaning of Batneec, SPRU Electronic Working Paper No.61/1.2,Londýn
- ROŽNOVSKÝ, J., LITSCHMANN, T. (2008): Bioklimatické aspekty hodnocení procesů v krajině, Mikulov 2008, ISBN 978-80-86690-55-1

ZABLOUDILOVÁ, P. (2010): Influence of photocatalytic TiO₂ coating on gaseous emissions, odour and microbiological contamination in stable environment within animal husbandries. In 2 Nanocon International Conference 2010, Olomouc 12.-14.10.2010, Tanger s.r.o., str. 258-263, ISBN 978-80-87294-19-2

ZEMAN J. (2004): Výživa a krmení prasat. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, ISBN 80 – 7157-558-5

ŽÍD J. ANDRT M. (2010): Technologie Enviolyte ve světle ECA (elektrochemické aktivace) v chovech prasat. KTZS , Praha 2010

<http://www.enviolyte.com>. 2009, Staženo dne: 6.12.2011

<http://www.finda.co.nz/business>. 2009, Staženo dne: 5.2.2012

<http://www.sussex.ac.uk> 4, 2002, Staženo dne: 1.2.2012

WIGHTMAN, J. (2007): Production and Mitigation of Greenhouse Gases in Agriculture, Cornell University, Ithaca, NY, 8p. ju93@cornell.edu