

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
TECHNICKÁ FAKULTA
Katedra stavieb

**Redukcia emisií technologicko-stavebnou úpravou
objektov pre chov zvierat**

Autoreferát dizertačnej práce
na získanie vedecko-akademickej hodnosti philosophiae doctor
vo vednom odbore 41-15-9
Technika a mechanizácia poľnohospodárskej a lesníckej výroby

Ing. Ingrid Karandušovská

Nitra, 2009

Dizertačná práca bola vypracovaná v externej forme doktorandského štúdia na Katedre stavieb Technickej fakulty Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre.

Doktorand: **Ing. Ingrid Karandušovská**
Katedra stavieb
Technická fakulta
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Vedúci dizertačnej práce: **doc. Ing. Štefan Pogran, CSc.**
Katedra stavieb
Technická fakulta
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Oponenti: **prof. Ing. Juraj Žilinský, PhD.**
Katedra konštrukcií pozemných stavieb
Stavebná fakulta
Slovenská technická univerzita v Bratislave

doc. Ing. Juraj Ružbarský, PhD.
Katedra prevádzky výrobných procesov
Fakulta výrobných technológií v Prešove
Technická univerzita v Košiciach

prof. Ing. Štefan Mihina, PhD.
Katedra výrobnej techniky
Technická fakulta
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Autoreferát bol odoslaný dňa

Stanovisko k dizertácii vypracovala Katedra stavieb, Technická fakulta, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre.

Obhajoba doktorandskej dizertácie sa koná dňa o pred komisiou pre obhajobu dizertačných prác vedného odboru 41-15-9 Technika a mechanizácia poľnohospodárskej a lesníckej výroby na Technickej fakulte, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre.

Miesto konania: Katedra stavieb
Technická fakulta
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra

Miestnosť: Zasadačka D-TF

S dizertačnou prácou sa možno oboznámiť na dekanáte Technickej fakulty.

Predseda komisie pre obhajoby vo vednom odbore 41-15-9

prof. Ing. Jozef Hrubec, CSc.
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

ABSTRAKT

Welfare zvierat a ochrana životného prostredia v posledných rokoch nadobudli veľký význam, preto vznikajú požiadavky na vývoj takých systémov ustajnenia, ktoré poskytujú zvieratám životnú pohodu a emitujú minimálne množstvá amoniaku a skleníkových plynov (CO_2 , CH_4 , N_2O). Najvýznamnejším znečisťovateľom ovzdušia z poľnohospodárskej výroby je amoniak spolu so zápachovými látkami. Šírenie amoniaku, nepríjemných zápachov a ostatných plynov má nepriaznivý vplyv nielen na životné prostredie človeka, ale i na okysľovanie pôdy. Metán je skleníkový plyn spôsobujúci spolu s oxidom uhličitým a oxidom dusným skleníkový efekt a postupné otepľovanie planéty. Cieľom práce bolo navrhnúť technologicko-stavebné riešenie vybraných objektov, ktoré sú predpokladom zníženia množstva vyprodukovaných emisií. Vybrané boli objekty pre výkrm brojlerov chovaných na hlbkej podstielke a voľné ustajnenie dojníc s podstielkou. V sledovaných objektoch boli merané koncentrácie škodlivých plynov na vybraných miestach merania. Výsledky boli použité na stanovenie závislosti tvorby amoniaku od teploty a vlhkosti vzduchu a teploty podstielky. Namerané výsledky boli posúdené z hľadiska limitných hodnôt koncentrácií škodlivín stanovených Vyhláškou Ministerstva pôdohospodárstva SR o chove hospodárskych zvierat č. 230/1998 Zb.z., ktorá ustanovuje podmienky životného prostredia a ochrany zvierat.

Kľúčové slová: emisie amoniaku, výkrm brojlerov, ustajnenie dojníc, mikroklima

ABSTRACT

Welfare of animals and environment protection obtained considerable significance in last years, so the requirements are making for development of housing systems that are offered life comfort to animals and emit of minimal amounts of ammonia and greenhouse gasses (CO_2 , CH_4 , and N_2O). The most important polluter of air from agricultural production is the ammonia along with odour compounds. The ammonia spreading along with others gases has a negative impact not only on human environment, but also on soil acidification. Methane is greenhouse gas which causes greenhouse effect and gradual warm of planet with carbon oxide and nitrogen oxide. The objective of the work was to design building-technological solutions of the selected objects, which are presumption of reduction produced emissions. There were surveyed broiler housing on the deep litter and cubicle loose housing system of dairy cows on

straw bedded lying area. In monitored objects were measured concentrations of harmful gases on different measuring places. Results were used to determine ammonia production depending on the temperature and relative humidity of indoor air and litter temperature. The measuring results were judged in terms of limited values of harmful pollutant concentrations defined by Notice of Ministry of soil husbandry SR about animal breeding n. 230/1998 C. 1., that constitute conditions of environment and animal welfare.

Key words: ammonia emissions, broiler housing, dairy cow building, microclimate

POUŽITÉ SKRATKY, SYMBOLY A ZNAČKY

CH ₄	metán
CO ₂	oxid uhličitý
N ₂ O	oxid dusný
NH ₃	amoniak
S _i	plocha otvoru pre odvod vzduchu, m ²
q _i	objemový tok odvádzaného vzduchu cez jednotlivé otvory, m ³ .h ⁻¹
q _v	celkový objemový tok odvádzaného vzduchu, m ³ .h ⁻¹
v _i	priemerná rýchlosť prúdenia vzduchu, m.s ⁻¹
r _{φi}	korelačný koeficient (závislosť od vlhkosti vnútorného vzduchu)
r _{θi}	korelačný koeficient (závislosť od teploty vnútorného vzduchu)
r _{θp}	korelačný koeficient (závislosť od teploty podstielky)
ρ _{ZL}	hmotnostná koncentrácia znečisťujúcej látky (ZL) v odpadovom plyne pri teplote θ a tlaku p, mg.m ⁻³

OBSAH

ÚVOD	5
CIEĽ PRÁCE	5
MATERIÁL A METÓDY	6
VÝSLEDKY PRÁCE	10
ZÁVER	17
POUŽITÁ LITERATÚRA	18
PUBLIKOVANÉ PRÁCE SÚVISIACE S PROBLEMATIKOU	19

ÚVOD

Národné a globálne problémy súvisiace so zmenami v životnom prostredí vstúpili v poslednom období do diania ako otázky najvyššej dôležitosti. Chov hospodárskych zvierat je zdrojom mnohých vzdušných znečisťujúcich látok ako sú plyny, zápach, prach a mikroorganizmy. Plyny a zápachy sú tvorené rozkladným procesom hnoja zvierat krátko po jeho vyprodukovaní, počas skladovania a manipulácie, počas aplikácie do pôdy. Amoniak je jedným z hlavných znečisťujúcich látok v atmosfére, ktorý sa podieľa na acidifikácii prostredia, reaguje v atmosfére a podnecuje vznik kyslých komponentov, ktoré dopadajú na zem predovšetkým v podobe kyslých dažďov a následne poškodzujú vodné, lesné a pôdne ekosystémy. Podiel poľnohospodárstva, najmä živočíšnej výroby, na produkcii amoniaku z celkovej produkcie v SR je približne 97 % a metánu 25 %.

Doktorandská práca vychádza z medzinárodného slovensko-nórskeho projektu č. 2032051 „Reducing Environmental Impact from Large-Scale Animal Production in Slovakia“, ktorej hlavným riešiteľom bolo SCPV Nitra (v súčasnosti CVŽV) a pokračovaním tohto projektu je výskumná úloha EČ 10 „Vplyv rôznych faktorov technologicko-chovateľského prostredia na welfare zvierat a životné prostredie“. Práca nadväzovala na výskumnú úlohu 1/3476/06 „Výskum technológií v chove hospodárskych zvierat znižujúcich emisie škodlivých plynov negatívne ovplyvňujúcich životné prostredie“ a VEGA č. 1/4425/07 so začiatkom riešenia v roku 2007 pod názvom „Tvorba amoniaku v ustajňovacích objektoch pre chov hovädzieho dobytká“.

CIEĽ PRÁCE

Cieľom práce bolo navrhnúť také technické riešenia, ktoré zabezpečia zníženie množstva emisií v sledovaných objektoch pre chov hospodárskych zvierat. Pre dosiahnutie cieľa bolo potrebné analyzovať tvorbu koncentrácií škodlivých plynov v sledovaných objektoch a to nasledovným postupom:

- meranie a vyhodnotenie tvorby škodlivín v letnom a zimnom období,
- analýza mikroklimatických parametrov vnútorného prostredia vo vzťahu k tvorbe amoniaku a ostatných plynov,
- meranie teplôt na povrchoch stropno-strešnej konštrukcie,
- návrh stavebno-konštrukčných a stavebno-technologických opatrení pre dosiahnutie zníženia tvorby emisií.

MATERIÁL A METÓDY

MERANIE ŠKODLIVÍN V OBJEKTE PRE CHOV BROJLEROV NA HLBOKEJ PODSTIELKE

Popis stavebno-technologického a prevádzkového riešenia objektu

Kapacita chovu brojlerov v sledovanom objekte je 25 000 ks s počtom turnusov 7,5 za rok. Kuracie brojlerov sú chované na hlbokej podstielke zo sekanej slamy v množstve $1,6 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$. Nosná konštrukcia sledovaného objektu je vytvorená z rámovej oceľovej nosnej konštrukcie, šírka haly je 12 m a dĺžka 99 m. Obvodový plášť tvoria sendvičové panely s obojstranným krytím hliníkovým trapézovým plechom a tepelnou izoláciou z minerálnej plsti hrúbky 80 mm. Strešná konštrukcia je jednoplášťová z hliníkového trapézového plechu. Tepelná izolácia strešného a obvodového plášťa je vytvorená polyuretánovým nástrekom. Po oboch pozdĺžnych stranách haly sú umiestnené klapky pre prívod vzduchu so systémom zvlhčovania vložiek pre schladzovanie vzduchu. Odvod vzduchu je zabezpečený 6 šachtovými ventilátormi v stropnej konštrukcii priemeru 830 mm s kapacitou $6 \times 12\,000 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$. Pri zvýšenej požiadavke na vetráciu výkonnosť sa redukuje vetranie stropnými ventilátormi a postupne sa pripájajú 4 ventilátory umiestnené v štítovom murive s výkonom $4 \times 35\,000 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ (obr. 1). Vyhrievanie haly je zabezpečené plynovými agregátmi z nerezovej ocele s výkonom 70 a 120 kW.

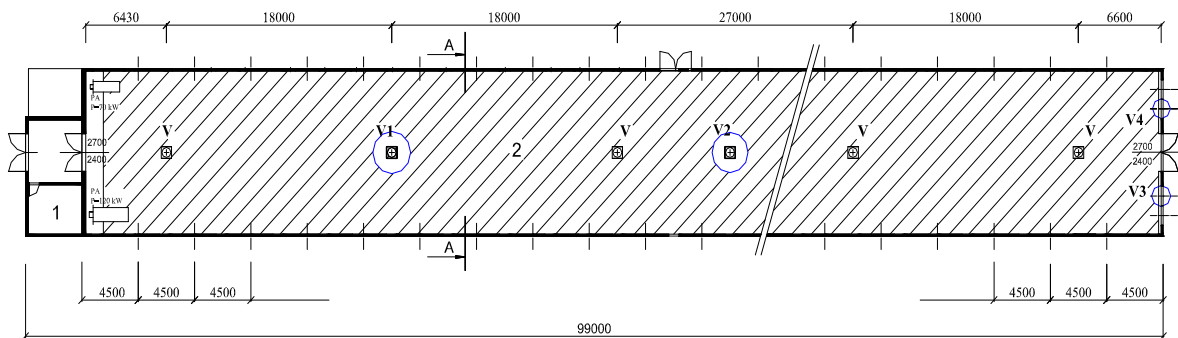
Meracia technika

Prístrojové vybavenie:

- Multigas Monitor 1312 – analyzátor plynov,
- Multipoint Sampler – dávkovač vzoriek vzduchu,
- príslušenstvo – odberné hadice PTFE, pumpy pre nasávanie vzorky vzduchu
- meracie ventilátory,
- Adam 4018M – snímač teploty a množstva odvádzaného vzduchu.

Sledované boli koncentrácie amoniaku (NH_3), metánu (CH_4), oxidu dusného (N_2O), oxidu uhličitého (CO_2) a vodná para (H_2O). Zo zistenej výmeny vzduchu boli stanovené emisie týchto plynov. Okrem škodlivín bola zaznamenávaná teplota vnútorného vzduchu a teplota podstielky. Prístroj na meranie koncentrácií plynov bol umiestnený v samostatnej izolovanej miestnosti. V objekte sa merania uskutočňovali

v mieste pri vstupe do 2 stropných ventilátorov V1 a V2 (obr. 1). Tieto miesta boli vybavené meracími ventilátormi pre stanovenie priebežnej vetracej výkonnosti. Ďalšie meranie sa vykonávalo pri dvoch ventilátoroch V3 a V4 umiestnených v štítovom murive (obr. 1). K miestam merania boli zavedené odberné PTFE hadice, cez ktoré sa nasávaný vzduch dopravil z miesta odberu do dávkovacieho analyzátora Multipoint Sampler a Multigas Monitor.



Obr. 1 Pôdorys objektu pre výkrm brojlerov

1 – miestnosť s meracím prístrojom, 2 – ustajňovací priestor, V – ventilátor,
V1 až V4 – označenie miest merania, Pa – plynový agregát na vykurovanie

Na meranie teploty odvádzaného vzduchu a množstva odvádzaného vzduchu ventilátormi boli použité dva meracie ventilátory. Každý merací ventilátor bol namontovaný na vetraciu šachtu ventilátora s pripojením na snímacie zariadenie Adam 4018M zložené z dvoch zberných jednotiek a A/D modulu. Jedna zberná jednotka snímala počet otáčok lopatiek meracieho ventilátora a druhá teplotu odvádzaného vzduchu a podstielky prostredníctvom termočlánku.

MERANIE ŠKODLIVÍN V OBJEKTE PRE USTAJNENIE DOJNÍC

Popis stavebno-technologického a prevádzkového riešenia objektu

Objekt je riešený ako prízemná budova o rozmeroch 27,7 x 66,9 m (obr. 2). Na výstavbu objektu bola použitá oceľová konštrukcia typu AGP 28 s pozdĺžnym modulom 6 m. Obvodový plášť je vytvorený z dvojplášťových keramických celostenových panelov o hrúbke 450 mm. Krytina strechy i podhľad sú z tvarovaného plechu KOB 1004, na zateplenie podhľadu bola použitá minerálna vlna hrúbky 100 mm.

Ustajnenie dojníc je voľné na podstielke v štyroch radoch ležiskových boxov, z ktorých dva sú umiestnené pri obvodových stenách s rozmermi 1100 x 2100 mm a dva protiľahlé rady sú v strede ustajňovacieho priestoru s rozmermi 1100 x 2150 mm. Počet kusov dojníc je približne 140 s priemernou hmotnosťou 600 kg. Pozdĺž boxov sa

nachádzajú hnojné chodby o šírke 2600 mm, z ktorých sa hnoj vyháňa univerzálnym nakladačom na betónové odkanalizované plochy pred objektom. Kŕmenie je situované oproti ležiskovým boxom. Šírka kŕmnych žľabov je 950 mm. Medzi kŕmnymi žľabmi sa nachádzajú prejazdne kŕmne chodby šírky 2200 mm. Vetranie maštalného priestoru je zabezpečené okennými otvormi bez sklenej výplne s rozmermi 900 x 900 mm a krytou priebežnou vetracou štrbinou v hrebeni strechy o šírke 800 mm.

Meracia technika

Pre meranie škodlivých plynov NH_3 , CO_2 a H_2S bolo použité nasledovné prístrojové vybavenie:

- ASEKO – meracia ústredňa pre ukladanie nameraných údajov
- ASEKO NH_3 – elektrochemický snímač koncentrácie amoniaku
- ASEKO CO_2 – elektrochemický snímač koncentrácie oxidu uhličitého
- ASEKO H_2S – elektrochemický snímač koncentrácie sírovodíku
- ALMEMO 2290-4 – ambulantné meranie teploty a relatívnej vlhkosti vzduchu a rýchlosti prúdenia vzduchu
- COMET systém – kontinuálne zaznamenávanie teploty vzduchu a relatívnej vlhkosti vzduchu

Miesta odberu vzoriek vzduchu (škodlivých plynov)

Pre stanovenie priebehu koncentrácií NH_3 , CO_2 , H_2S počas dennej prevádzky bolo zvolené umiestnenie snímačov na troch miestach v objekte, a to v strednom rade ležiskových boxov, v ležisku pri stene a v kŕmnom žľabe. Na každom mieste prebiehalo kontinuálne meranie v troch výškových úrovniach (obr. 2):

0,5 m od podlahy, A1 – B1 – C1

1,2 m od podlahy, A2 – B2 – C2

0,5 m pod stropom A3 – B3 – C3

Spracovanie nameraných údajov a vyhodnotenie výsledkov

- analýza priebehu koncentrácií meraných plynov v závislosti od miesta merania a mikroklimatických podmienok (teplota, relatívna vlhkosť),
- bilancia objemu vzduchu vstupujúceho a vystupujúceho do/z haly pre stanovenie množstva emisií.

Pre stanovenie množstva odvádzaného vzduchu bolo potrebné poznať plochu jednotlivých privádzacích a odvádzacích otvorov (S_i), rýchlosť prúdenia vzduchu cez tieto otvory (v_i), smer prúdenia vzduchu cez vetracie otvory, objemový tok vzduchu cez jednotlivé vetracie otvory (q_i).

POSTUP VYHODNOTENIA NAMERANÝCH VÝSLEDKOV A VÝPOČTOVÉ VZŤAHY

Stanovenie objemového toku odvádzaného vzduchu cez jednotlivé vetracie otvory „ q_i “

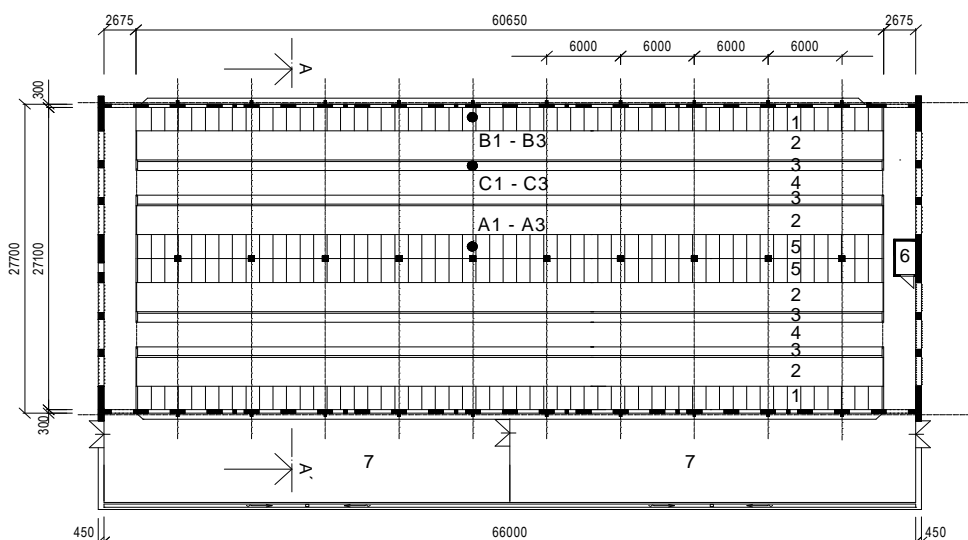
$$q_i = v_i \cdot S_i \cdot 3600, \quad \text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \quad (1)$$

Celkový objemový tok odvádzaného vzduchu „ q_v “ cez všetky vetracie otvory (Jelínek a kol., 2004):

$$q_v = \sum_{i=1}^n q_i, \quad \text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \quad (2)$$

Stanovenie emisného toku znečisťujúcej látky „ E “ (Dolejš a kol., 2007):

$$E_{ZL} = \rho_{ZL} \cdot q_v, \quad \text{mg} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{maštal}^{-1} \quad (3)$$



Obr. 2 Pôdorys ustajňovacieho objektu pre dojnice s vyznačením miest merania

- 1 – ležiskové boxy, $L=2,1$ m $\check{S}=1,1$ m; 2 – hnojná chodba, $\check{S}=2,6$ m;
 3 – kŕmny žľab, $\check{S}=0,95$ m; 4 – prejazdna kŕmna chodba, $\check{S}=2,2$ m;
 5 – ležiskové boxy, $L=2,1$ m $\check{S}=1,1$ m; 6 – elektrorozvodňa; 7 – výbeh;
 A1 – A3 B1 – B3 C1 – C3 – umiestnenie snímačov pre meranie koncentrácií, teploty a vlhkosti vzduchu

MERANIE POVRCHOVÝCH TEPLÔT STROPNO-STREŠNEJ KONŠTRUKCIE

Na kontinuálne meranie teplôt v charakteristických miestach stropno-strešnej konštrukcie bol použitý viacstupňový snímač teplôt. Bola zaznamenávaná teplota vonkajšieho vzduchu, vnútorného vzduchu, teplota podhľadu, teplota povrchu krytiny.

Spracovanie nameraných údajov a vyhodnotenie výsledkov:

- grafické spracovanie priebehu teplôt,
- posúdenie vplyvu stropno-strešnej konštrukcie na teplotu vnútorného vzduchu.

VÝSLEDKY PRÁCE

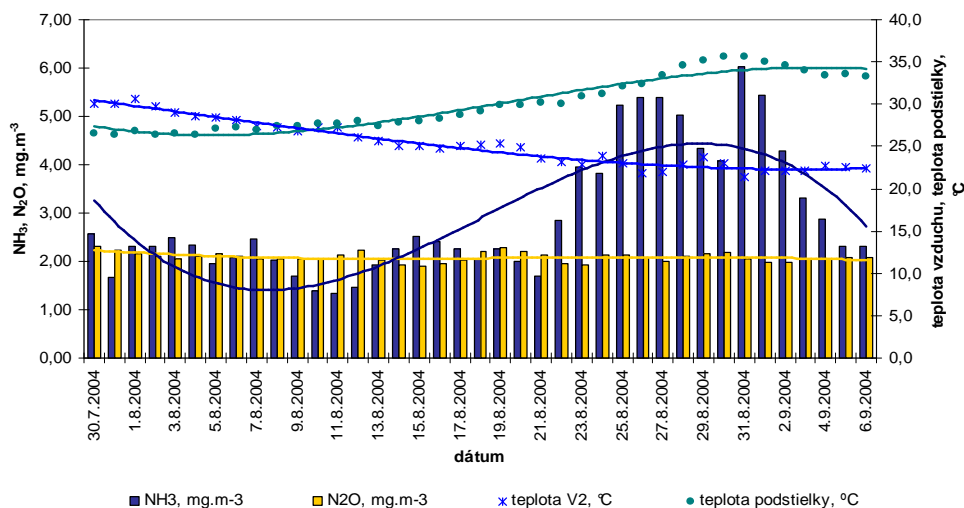
MERANIA V USTAJŇOVACOM OBJEKTE PRE CHOV BROJLEROV V LETNOM OBDOBÍ

Na základe vyhodnotenia nameraných hodnôt v letnom období vyplýva, že najvyššie koncentrácie meraných plynov boli zistené na stanovisku V2, teda v strede objektu, okrem N₂O, ktorého priemerná hodnota bola na každom mieste rovnaká. Prehľad o priemerných hodnotách meraných parametrov počas letného turnusu je uvedený v tabuľke 1. Koncentrácie amoniaku neprekročili povolenú hranicu stanovenú vyhláškou 230/1998. Priemerná koncentrácia oxidu uhličitého však stúpla nad povolenú hranicu 2 500 ppm (4582 mg.m⁻³). Jeho nadmerná tvorba bola spôsobená intenzívnym priamym vykurovaním zemným plynom, minimálnou úrovňou ventilácie a uzatvorenými vetracími klapkami, najmä na začiatku výkrmu kurčiat.

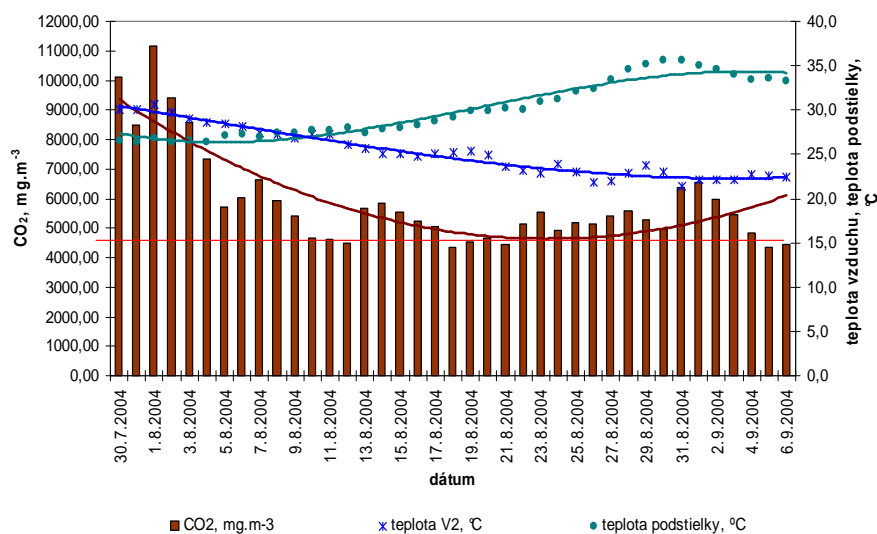
Tabuľka 1 Priemerné hodnoty meraných parametrov v letnom období na miestach merania V1- V4

Meraný parameter	V1	V2	V3	V4
koncentrácia NH ₃ , mg.m ⁻³	1,9	2,9	2,2	2,8
koncentrácia CO ₂ , mg.m ⁻³	5022,9	5871,0	4736,7	5361,1
koncentrácia N ₂ O, mg.m ⁻³	2,1	2,1	2,1	2,1
koncentrácia CH ₄ , mg.m ⁻³	81,8	86,5	80,1	83,6
koncentrácia H ₂ O, mg.m ⁻³	10810,3	11354,0	10594,3	11065,4
teplota vzduchu, °C	24,8	25,2	29,9	25,7
teplota podstielky, °C	30,1	30,1	26,4	26,4
množstvo vzduchu, m ³ .h ⁻¹	2946,6	3157,4		
emisie NH ₃ , g.h ⁻¹	5,6	9,1		
emisie CO ₂ , g.h ⁻¹	14528,6	18843,6		
emisie N ₂ O, g.h ⁻¹	6,2	6,6		
emisie CH ₄ , g.h ⁻¹	240,0	275,9		
emisný faktor, kg NH ₃ .ks ⁻¹ rok ⁻¹	0,027	0,045		

Graf 1 Priebeh denných koncentrácií NH₃ a N₂O v letnom turnuse v mieste merania V2



Graf 2 Priebeh denných koncentrácií CO₂ v letnom turnuse v mieste merania V2



V mieste merania druhého meracieho ventilátora sa prejavil význačný stupeň závislosti produkcie amoniaku na teplote vzduchu, koeficient korelácie $r_{\theta_i} = 0,653$ a veľký stupeň závislosti na teplote podstielky $r_{\theta_p} = 0,767$.

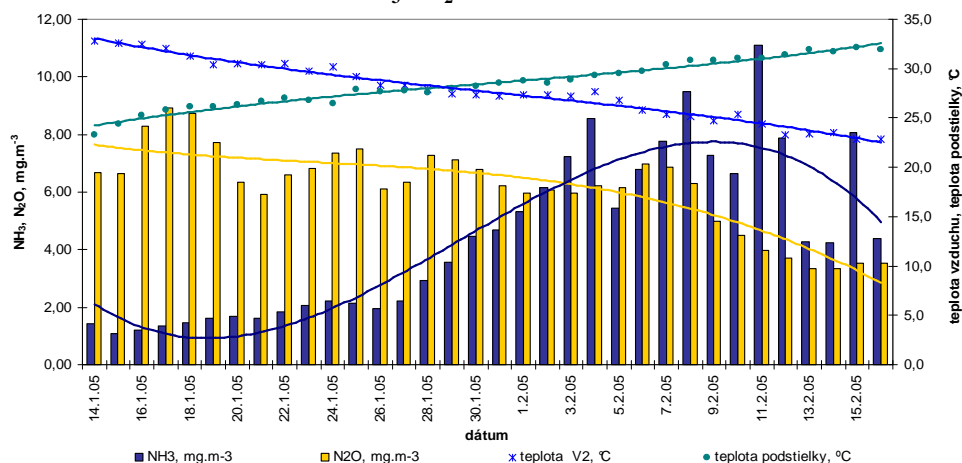
MERANIA V USTAJŇOVACOM OBJEKTE PRE CHOV BROJLEROV V ZIMNOM OBDOBÍ

V zimnom období boli zistené najvyššie priemerné koncentrácie v strednej časti objektu pri ventilátore V2 a tiež pri ventilátore V4. Prehľad o zistených priemerných hodnotách je uvedený v tabuľke 2. Koncentrácie amoniaku neprekročili povolenú hranicu. Na mieste merania V2 sa prejavil veľký stupeň závislosti produkcie amoniaku na teplote vzduchu ($r_{\theta_i} = 0,730$) a význačný stupeň závislosti na teplote podstielky ($r_{\theta_p} = 0,693$). Priemerná koncentrácia oxidu uhličitého dosiahla najvyššiu hodnotu v zadnej časti objektu, a to 14097,6 mg.m⁻³, čo je viac ako doporučená limitná koncentrácia 2 500 ppm (4582 mg.m⁻³).

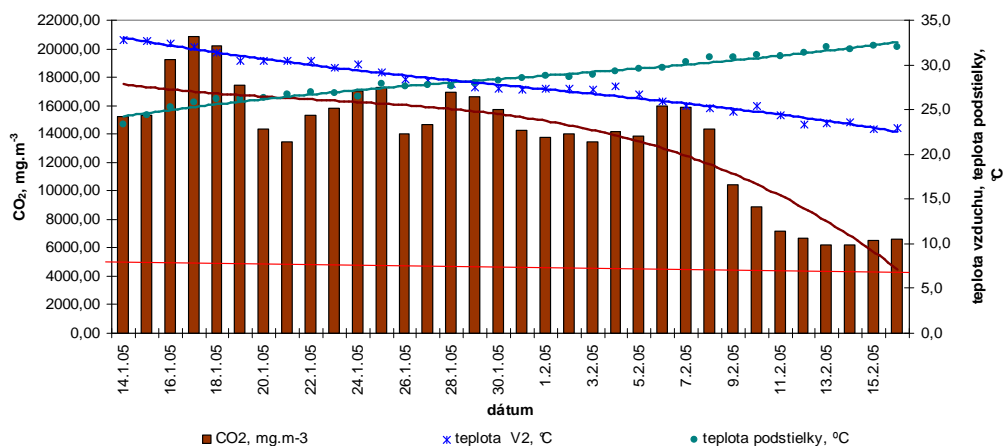
Tabuľka 2 Priemerné hodnoty meraných parametrov v zimnom období na miestach V1-V4

	V1	V2	V3	V4
koncentrácia NH ₃ , mg.m ⁻³	3,6	4,4	3,8	4,4
koncentrácia CO ₂ , mg.m ⁻³	12957,6	13903,1	12773,8	14097,6
koncentrácia N ₂ O, mg.m ⁻³	5,8	6,2	5,8	6,3
koncentrácia CH ₄ , mg.m ⁻³	8,5	9,4	7,4	19,0
koncentrácia H ₂ O, mg.m ⁻³	9903,2	10743,2	10111,2	10482,6
teplota vzduchu, °C	27,1	27,8		
teplota podstielky, °C	28,4	28,4		
množstvo vzduchu, m ³ .h ⁻¹	2339,1	542,1		
emisie NH ₃ , g.h ⁻¹	8,2	2,6		
emisie CO ₂ , g.h ⁻¹	29874,0	7129,8		
emisie N ₂ O, g.h ⁻¹	13,5	3,2		
emisie CH ₄ , g.h ⁻¹	19,3	5,1		
emisný faktor, kg NH ₃ .ks ⁻¹ .rok ⁻¹	0,040	0,013		

Graf 3 Priemerné denné koncentrácie NH₃ a N₂O v zimnom turnuse v mieste merania V2



Graf 4 Priemerné denné koncentrácie CO₂ v zimnom turnuse v mieste merania V2



MERANIA V USTAJŇOVACOM OBJEKTE PRE DOJNICE V LETNOM OBDOBÍ

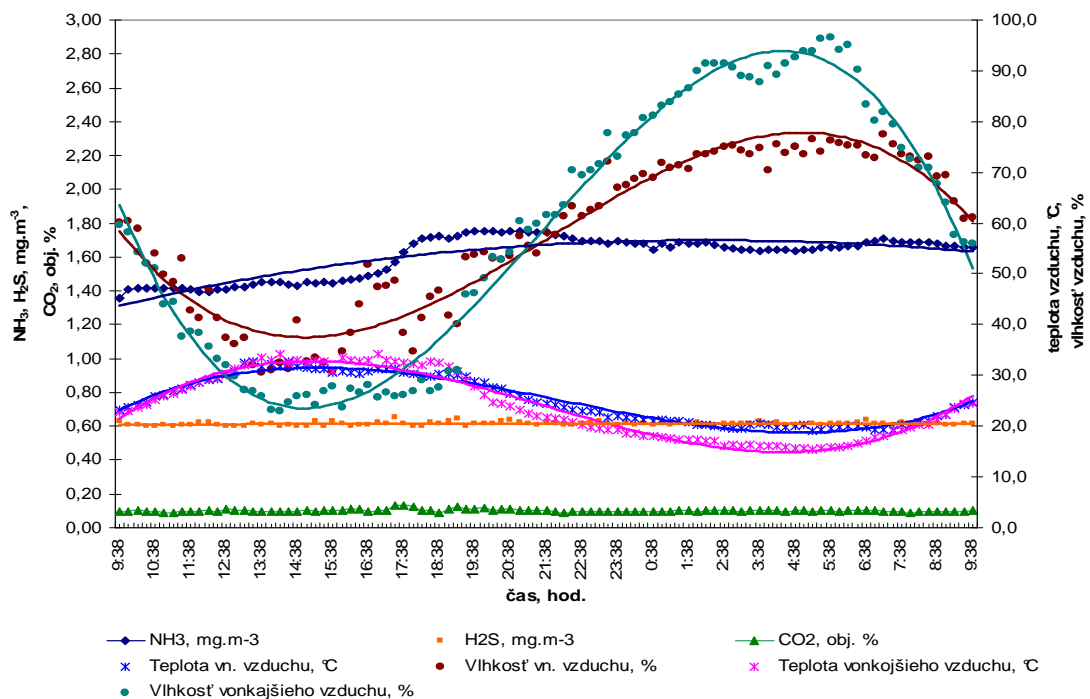
Meranie prebiehalo v objekte pre chov dojníc s voľným ustajnením v zmysle metodiky od 29. 7. do 6. 8. 2008. V tabuľke 3 je uvedený prehľad priemerných hodnôt meraných parametrov sledovaných na všetkých miestach merania.

Tabuľka 3 Súhrn priemerných hodnôt meraných parametrov na všetkých miestach merania - leto

Miesto merania	koncen. NH ₃ mg.m ⁻³	koncen. H ₂ S mg.m ⁻³	koncen. CO ₂ obj. %	teplota vnút. vzduchu °C	teplota vonk. vzduchu °C	vlhkosť vn. vzduchu %	vlhkosť von. vzduchu %
A1	1,61	0,62	0,1	25,1	23,9	57,69	58,68
A2	1,11	0,59	0,08	23,7	23,3	62,94	60,17
A3	1,23	0,56	0,09	24,8	24,2	62,71	60,72
B1	1,57	0,65	0,11	25,8	25,1	60,89	58,29
B2	1,54	0,62	0,11	25,5	24,2	70,38	74,52
B3	1,02	0,65	0,096	24,8	24,3	64,71	61,05
C1	0,39	0,55	0,092	24,3	23,4	66,66	66,87
C2	0,71	0,54	0,076	21,5	20,4	58,81	55,75
C3	0,73	0,54	0,07	21,7	21	53,90	51,06

Najvyššia priemerná koncentrácia amoniaku bola zistená v ležisku v strede objektu vo výške 0,5 m od podlahy a to $1,61 \text{ mg.m}^{-3}$. Na tomto mieste sa prejavila význačná závislosť koncentrácií amoniaku od teploty a vlhkosti vnútorného vzduchu ($r_{\theta_i} = 0,522$; $r_{\phi_i} = 0,586$). Priemerná koncentrácia CO_2 bola najvyššia na mieste B1 a B2 - v ležisku pri stene a to $0,11 \text{ obj. \%}$ ($2016,3 \text{ mg.m}^{-3}$). Na žiadnom zo sledovaných miest namerané hodnoty neprekročili doporučené limitné množstvá škodlivín podľa vyhlášky MŽP SR č. 230/1998 Zb.z. Relatívna vlhkosť vzduchu sa prejavila ako významný faktor ovplyvňujúci tvorbu amoniaku na 5 miestach merania A1: $r_{\phi_i} = 0,586$, A2: $r_{\phi_i} = 0,751$, A3: $r_{\phi_i} = 0,902$, C1: $r_{\phi_i} = 0,702$, C3: $r_{\phi_i} = 0,889$. Teplota vzduchu sa prejavila ako faktor ovplyvňujúci tvorbu amoniaku na miestach A1: $r_{\theta_i} = 0,522$, A2: $r_{\theta_i} = 0,757$, A3: $r_{\theta_i} = 0,895$, C1: $r_{\theta_i} = 0,731$, C3: $r_{\theta_i} = 0,864$.

Graf 5 Priebeh koncentrácií plynov a mikroklimatických parametrov v letnom období – stred A1



MERANIA V USTAJŇOVACOM OBJEKTE PRE DOJNICE V ZIMNOM OBDOBÍ

Meranie škodlivín sa uskutočnilo od 12. 11. do 29. 11. 2007 v zmysle metodiky. V zimnom období bola zistená najvyššia priemerná koncentrácia amoniaku nad ležiskom pri stene vo výške 0,5 m pod stropom (B3), a to $1,71 \text{ mg.m}^{-3}$. Na tomto mieste merania sa prejavila význačná závislosť produkcie amoniaku od vlhkosti

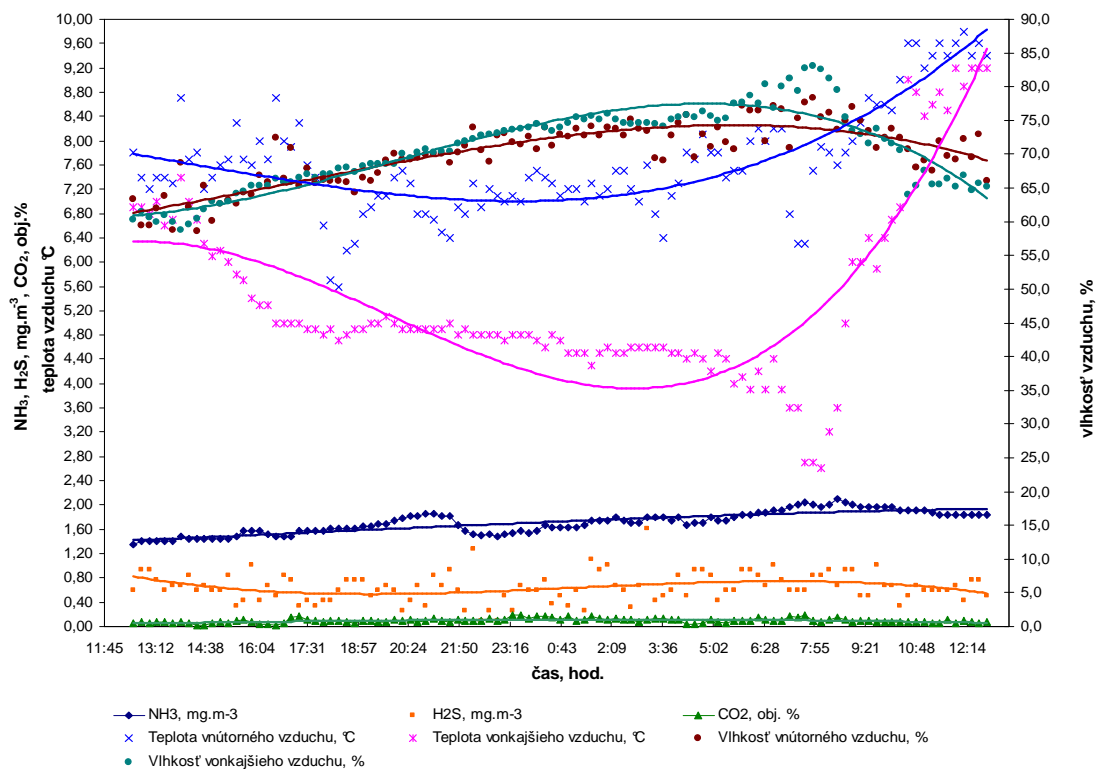
vnútorného vzduchu $r_{\phi i} = 0,672$. Priemerná koncentrácia CO_2 bola najvyššia na mieste C3 – nad kfmným žľabom, pod stropom 0,12 obj. % ($2199,6 \text{ mg.m}^{-3}$).

Relatívna vlhkosť vzduchu sa počas merania na všetkých miestach v zime prejavila ako mierny až význačný faktor ovplyvňujúci tvorbu amoniaku. a to na piatich miestach merania A2: $r_{\phi i} = 0,465$; B2: $r_{\phi i} = 0,435$; B3: $r_{\phi i} = 0,679$; C1: $r_{\phi i} = 0,565$. Teplota vzduchu sa však v zimnom období prejavila ako faktor ovplyvňujúci tvorbu amoniaku len na troch sledovaných miestach, a to na B1: $r_{\theta i} = 0,484$; B2: $r_{\theta i} = 0,853$; C1: $r_{\theta i} = 0,812$.

Tabuľka 4 Súhrn priemerných hodnôt meraných parametrov na všetkých miestach merania - zima

Miesto merania	koncen. NH_3 mg.m^{-3}	koncen. H_2S mg.m^{-3}	koncen. CO_2 obj. %	teplota vnút. vzduchu $^{\circ}\text{C}$	teplota vonk. vzduchu $^{\circ}\text{C}$	vlhkosť vn. vzduchu %	vlhkosť von. vzduchu %
A1	1,104	0,65	0,1	5,4	2,2	76,44	79,93
A2	1,31	0,68	0,1	5,9	2,7	71,77	76,08
A3	0,84	0,71	0,1	5,3	2,2	73,32	78,94
B1	0,85	0,73	0,09	7,1	4,2	76,22	80,07
B2	1,09	0,66	0,1	6,7	4,7	72,83	73,10
B3	1,71	0,65	0,1	7,6	5,4	70,09	70,76
C1	0,6	0,64	0,05	3,8	0,3	66,31	68,27
C2	0,37	0,65	0,07	2,2	-1,5	64,36	67,38
C3	0,00	0,74	0,12	3,1	-0,1	65,57	69,67

Graf 6 Priebeh koncentrácií plynov a mikroklimatických parametrov v zimnom období – B3

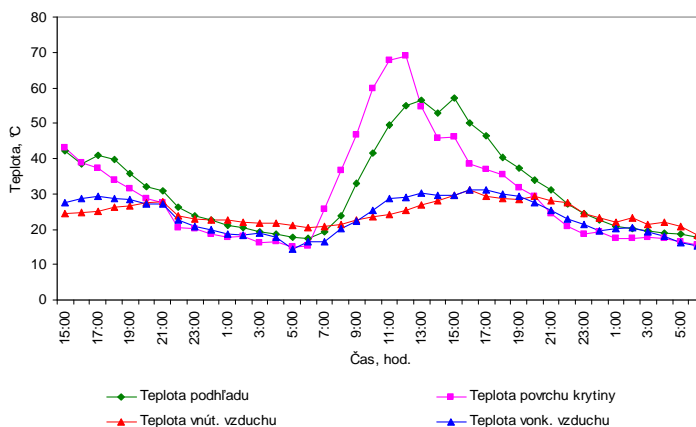


MERANIE POVRCHOVÝCH TEPLÔT STROPNO-STREŠNEJ KONŠTRUKCIE

Meranie priebehu teplôt na povrchu vonkajšej krytiny, podhľadu a meranie teplôt vnútorného a vonkajšieho vzduchu v sledovanom objekte bolo vykonané v hodinových časových intervaloch počas 43 hodín.

Z grafu 7 je zrejmé, že so zvyšovaním teploty na povrchu podhľadu narastala i teplota vnútorného vzduchu. Z toho vyplýva, že uzatvorená vzduchová medzera strešnej konštrukcie je v súčasnosti neúčinná a nezabraňuje prehrievaniu vnútorného prostredia. Odporúčaným riešením pre tieto typy objektov je použitie dvojplášťovej strechy s odvetranou vzduchovou medzerou.

Graf 7 Priebeh teplôt na vonkajšom a vnútornom povrchu strešnej konštrukcie, jún 2008

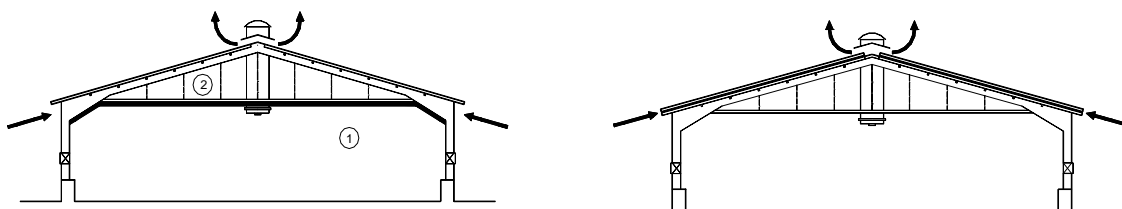


NÁVRH ÚPRAVY STREŠNÉHO PLÁŠŤA OBJEKTU PRE CHOV BROJLEROV

V sledovanom objekte pre chov brojlerov sa jedná o strešnú konštrukciu jednoplášťovú, vytvorenú z hliníkového trapézového plechu, ktorý je z podhľadovej strany opatrený tepelnoizolačným polyuretánovým nástrekom.

Prvý návrh (obr. 3) spočíva vo vytvorení dvojplášťovej odvetranej strechy prostredníctvom zaveseného tepelnoizolačného podhľadu. Toto riešenie nám v letnom období zabráni prehrievaniu vnútorného vzduchu vplyvom slnečného žiarenia na obalový plášť, čím dosiahneme zníženie tvorby amoniaku, ale i zníženie nákladov na vetranie. V zimnom období dosiahneme zníženie tepelných strát cez strešnú konštrukciu, a tým zníženie nákladov na vykurovanie objektu plynom a zníženie produkcie CO₂. V druhom návrhu (obr. 4) ide o dvojplášťovú odvetranú strechu

vytvorenú pridaním trapézovej krytiny. V tomto prípade vzduch prúdi vo vytvorenej medzere medzi oboma tvarovanými plechmi, pričom tu je opodstatnená i aplikácia tepnoizolačného polyuretánového nástreku na spodnej časti stropu.



Obr. 3 Vytvorenie vetraného medzistrešného priestoru **Obr. 4** Vytvorenie odvetranej dvojplášťovej strechy pridaním trapézovej krytiny
 1 – podhľad z tepelnoizolačných panelov
 2 – medzistrešný priestor s prirodzeným vetraním

NÁVRH STAVEBNO-TECHNOLOGICKÉHO RIEŠENIA OBJEKTU PRE DOJNICE

Významnými faktormi ovplyvňujúcimi produkciu emisií v skúmanom objekte boli mikroklimatické parametre a nevyhovujúce stavebno-technologické riešenie maštale. Zlepšenie režimu mikroklímy, hlavne stavu extrémne vysokej relatívnej vlhkosti vzduchu v zimnom období a vysokých teplôt s nízkou výmenou vzduchu v letnom období, je možné úpravou obalového plášťa objektu a zmenou stavebno-dispozičného riešenia pohybových a pokojových zón.

Návrh štvorradového usporiadania:

- *Prebudovanie pôvodného ustajnenia s ležiskovými boxami na ustajnenie v komfortných ležiskových boxoch.*

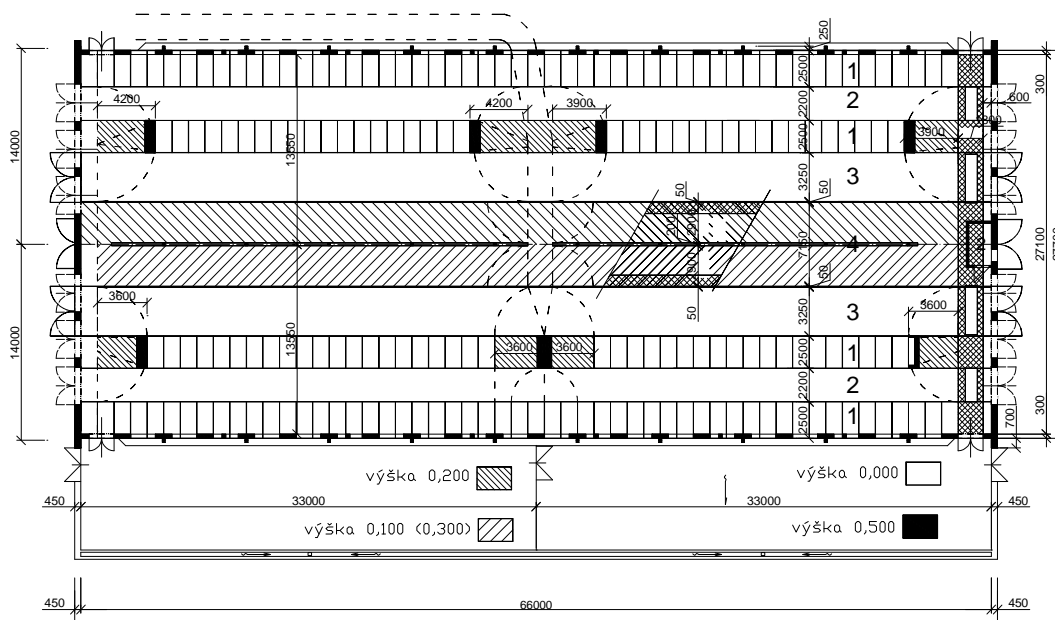
Dosiahneme zmenšenie šírky hnojných chodieb z 2600 mm na 2200 mm, čím sa významne zníži celková plocha znečistená exkrementami. V jestvujúcom objekte táto plocha predstavuje 1013 m² (5,06 m²/ks) spolu s plochou, na ktorej je hnoj po vyhrnutí z objektu skladovaný. V navrhovanom riešení (obr. 5), celková emitujúca plocha predstavuje 779,8 m², pričom na jedno zviera pripadá 4,45 m²/ks znečistenej plochy.

- *Vybudovanie separátora.*

Produkováaná hnojovica a moč budú kontinuálne odstraňované hydraulickými šípovými lopatami do priečneho kanála a odtiaľ do prečerpávacej žumpy. Tu bude na separátore oddelená tekutá časť od tuhej. Tekutá časť - močovka, bude prečerpáaná do nadzemných skladovacích nádrží. Tuhá časť – separát, bude zo separátora sypaná do prepravného mechanizmu a časť sa použije ako podstielka do ležiskových boxov.

➤ *Otvorenie bočných obvodových stien a nahradenie zvinovacou plachtou.*

V kravíne sa výrazne zlepši kvalita vzduchu. Odstránením bočných stien vznikne v podhl'ade strešnej konštrukcie štrbina, ktorou bude možné odvetranie dvojitého strešného plášťa. Zabráni sa tým prehrievaniu podhl'adovej plochy strešnej konštrukcie v horúcich letných mesiacoch a tým aj samotného interiéru.



Obr. 5 Alternatíva č. 1 – štvorradové usporiadanie

1 – ležiskové boxy, L=2,5 m Š=1, 2m; 2 – hnojná chodba, Š=2,2 m; 3 – krmisko, Š=3,25 m
4 – prejazdna krmna chodba, Š=7,15 m

ZÁVER

Cieľom predkladanej práce bolo posúdiť vplyv technologicko-stavebného riešenia vybraných objektov pre chov zvierat na množstvo vyprodukovaných škodlivín. K tomuto účelu bol vybraný objekt pre chov brojlerov na hlbokaj podstielke a objekt pre ustajnenie dojníc. V každom objekte bola sledovaná tvorba škodlivých plynov v závislosti od vlhkosných a teplotných podmienok v zimnom a letnom období.

Z výsledkov meraní v objekte pre chov brojlerov vyplýva, že koncentrácie amoniaku neprekročili doporučenú hranicu. Bolo preukázané, že teplota vzduchu a podstielky je dôležitým faktorom pre rozvoj maštalnej mikroflóry, čím dochádza k uvoľňovaniu amoniaku z exkrementov. Z tohto dôvodu je potrebné také riešenie, ktoré v letnom období zamedzí prehrievaniu vnútorného priestoru. Vhodným riešením je použitie stiech dvojplášťových s odvetranou vzduchovou medzerou. Tento systém zabezpečí odvod značného množstva tepla zapríčineného slnečnou radiáciou do

strešného plášt'a. V zimnom období dosiahneme zníženie tepelných strát cez strešnú konštrukciu a tým zníženie nákladov na vykurovanie a zníženie koncentrácií CO₂.

V objekte pre ustajnenie dojníc boli zistené rozdielne množstvá koncentrácií meraných škodlivín na jednotlivých miestach merania. Najvyššia priemerná koncentrácia amoniaku v letnom období bola nameraná v ležisku v strede objektu, na tomto mieste sa prejavila význačná závislosť koncentrácií amoniaku od teploty a vlhkosti vnútorného vzduchu. V zimnom období bola zistená najvyššia priemerná koncentrácia amoniaku v ležisku pri stene. Tu sa prejavila význačná závislosť produkcie amoniaku od vlhkosti vnútorného vzduchu. Bolo vypracovaných niekoľko alternatív s dôrazom na zlepšenie mikroklimatických podmienok a minimalizovanie plôch znečistených exkrementami. Pre rekonštrukciu súčasného stavu bol vybraný návrh štvorradového usporiadania, v ktorom sa pôvodné ležiskové boxy s podstielaním slamou zmenia na komfortné ležiskové boxy s podstielaním separátom. Súčasťou rekonštrukcie je i vytvorenie odvetraného medzistrešného priestoru, ktorý zlepší prevetranie strešného plášt'a a zabráni nežiaducemu zvyšovaniu teploty v letných mesiacoch. Ďalšie merania budú uskutočnené po vykonaní rekonštrukcie objektu v rámci výskumnej úlohy VEGA č. 1/4425/07.

POUŽITÁ LITERATÚRA

1. BÍLEK, M. – DOLEŽAL, O. - DOLEJŠ, J. – TOUFAR, O. 2002. Welfare ve stájích pro skot. Zemědělské informace. Praha: ÚZPI, roč. 5, 2002, 32 s. ISBN 80-7271-112-1.
2. BRESTENSKÝ, V. – MIHINA, Š. 2006. Organizácia a technológia chovu mliekového hovädzieho dobytka. Nitra: SCPV, 14, 2006, ISBN 80-88872-53-7.
3. DOLEJŠ, J. – TOUFAR, O. – KNÍŽEK, J. 2006. Celoroční měření produkce amoniaku u výkrmu býku. In: Vnútorná klíma poľnohospodárskych objektov. Nitra: SSTP, august 2006, s. 26-31. ISBN 80-89216-08-0.
4. JELÍNEK, A. - DĚDINA, M. - PLÍVA, P. - SOUČEK J. 2004. Research of biological agents effects on reduction of ammonia concentration in stables of intensive farm animals breeding. RES. AGR. ENG., 50, 2004 (2): 43–53.
5. KNÍŽATOVÁ, M. - MIHINA, Š. 2007. Technologické prvky maštalného prostredia a ich vplyv na plynné emisie v chove HD. In: Zborník z konferencie pre chovateľov HD. Ružomberok: MPSR, 25.-26.10.2007, s. 43-44.

6. KOVÁČ, Š. – ŠVENKOVÁ, J. – DENKER, M. 2008. Vplyv rôznych technológií a technických riešení stavieb v chove hospodárskych zvierat na zníženie emisií škodlivých plynov. In: Vidiecke stavby 2008. Bratislava: STU SF, september 2008, s. 111-115. ISBN 978-80-227-2941-3.
7. POGRAN, Š. 2006. Energetická náročnosť budov. Vyd.:1., Nitra: VES SPU, 132 s. ISBN 80-8069-699-3.
8. ŠOTTNÍK, J. 2005. Súčasný stav emisií amoniaku v SR a faktory podmieňujúce ich tvorbu. In: Uplatnenie zásad integrovanej prevencie „Správnej poľnohospodárskej praxe“ v chovoch hospodárskych zvierat. Nitra: VES SPU, 2005, s. 34-42.
9. Vyhláška Ministerstva pôdohospodárstva SR č. 230/1998 Z.z. o chove hospodárskych zvierat a o usmrcovaní jatočných zvierat.

PUBLIKOVANÉ PRÁCE SÚVISIACE S PROBLEMATIKOU

ADE Vedecké práce v zahraničných nekarentovaných časopisoch

1. KARANDUŠOVSKÁ, I. - POGRAN, Š. - KNÍŽATOVÁ, M. - ORSÁG, J. - ŠOTTNÍK, J. 2006. The monitoring of ammonia production in the broiler housing on deep litter. In *Acta scientiarum Polonorum*. ISSN 1644-0633, 2006, vol. 5, no. 1, p. 119-125.
2. KNÍŽATOVÁ, M. – MIHINA, Š. – ORSÁG, J. – KARANDUŠOVSKÁ, I. – ŠOTTNÍK, J. 2008. Ventilation rate and greenhouse gases emissions from broiler chicken house. In: *Journal Central European Agriculture*, vol. 9, 2008, no. 3. ISSN 527-532.

AFC Publikované príspevky na zahraničných vedeckých konferenciách

1. KARANDUŠOVSKÁ, I. - POGRAN, Š. - ŠOTTNÍK, J. - KNÍŽATOVÁ, M. - ORSÁG, J. 2005. Tvorba amoniaku pre chov brojlerov na hlbokjej podstielke v závislosti od veku chovaných zvierat. In *Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2005*. Praha: VUŽV, 2005. ISBN 80-86454-64-9, s. 33-36.
2. KNÍŽATOVÁ, M. - ŠOTTNÍK, J. - KARANDUŠOVSKÁ, I.- ORSÁG, J. - PALKOVIČOVÁ, Z. - MIHINA, Š. 2006. Meranie koncentrácie amoniaku a skleníkových plynov v brojlerovom chove kurčiat a kvantitatívne stanovenie ich emisií. In *Využití doplňkové a nekonvenční péče o zdraví zvířat*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2006. ISBN 80-7040-868-5, s. 50-54.
3. KNÍŽATOVÁ, M. - MIHINA, Š. - KARANDUŠOVSKÁ, I. - ORSÁG, J.- ŠOTTNÍK, J. 2007. Produkcia škodlivín z chovu brojlerových kurčiat a ich závislosť na kvalitatívnych vlastnostiach podstielky. In *OVZDUŠÍ 2007*. Brno: Botanický ústav ČSAV, 2007. ISBN 978-80-86188-25-6, s. 40-44.

AFD Publikované príspevky na domácich vedeckých konferenciách

1. KARANDUŠOVSKÁ, I. - ŠOTTNÍK, J. - KNÍŽATOVÁ, M. - ORSÁG, J. - POGRAN, Š. - MIHINA, Š. 2006. The comparison of progress ammonia during winter and summer season in broiler housing. In *Vidiecke stavby 2006*. Bratislava: STU, 2006. ISBN 80-227-2481-5, s. 30-33.
2. KNÍŽATOVÁ, M. - MIHINA, Š. - KARANDUŠOVSKÁ, I. - ORSÁG, J. - ŠOTTNÍK, J. 2007. Zhodnotenie zmien koncentrácií a emisií amoniaku a skleníkových plynov v chove brojlerových kurčiat. In *Výskum moderných chovateľských technológií vo vzťahu k ochrane životného prostredia*. Nitra: SPU, 2007. ISBN 978-80-8069-928-4, s. 39-49.
3. KNÍŽATOVÁ, M. - MIHINA, Š. - KARANDUŠOVSKÁ, I. - ORSÁG, J. - ŠOTTNÍK, J. 2007. Hodnotenie emisií amoniaku a skleníkových plynov v chove zvierat. In *Aktuálne problémy výrobných procesov v agro-potravinárskom komplexe*. Nitra: SPU, 2007. ISBN 978-80-8069-935-2, s. 33-37.
4. KNÍŽATOVÁ, M. - MIHINA, Š. - ORSÁG, J. - KARANDUŠOVSKÁ, I. - ŠOTTNÍK, J. 2007. Intenzita ventilácie a emisie skleníkových plynov z objektu na chov brojlerových kurčiat. In *Agri-environment and animal welfare*. Nitra: SPU, 2007. ISBN 978-80-8069-962-8, s. 71-76.
5. KNÍŽATOVÁ, M. - MIHINA, Š. - KARANDUŠOVSKÁ, I. - ORSÁG, J. - ŠOTTNÍK, J. 2007. Tvorba plynných zlúčenín v chove brojlerových kurčiat v závislosti od stavu podstielky. In *Bioclimatology and natural hazards*. Zvolen: TU, 2007. ISBN 978-80-228-17-60-8. CD
6. KARANDUŠOVSKÁ, I. - LENDELOVÁ, J. - POGRAN, Š. - KNÍŽATOVÁ, M. 2008. Koncentrácie plynov v ustajení dojníc v zimnom období a ich závislosť na mikroklimatických podmienkach prostredia. In *Vidiecke stavby 2008*. Bratislava: STU, 2008. ISBN 978-80-227-2941-3, s. 40-44.

BDF Odborné práce v domácich nekarentovaných časopisoch

1. KNÍŽATOVÁ, M. - ORSÁG, J. - MIHINA, Š. - KARANDUŠOVSKÁ, I. 2006. Amoniak z pohľadu chovateľa. In *Moderná mechanizácia v poľnohospodárstve*. ISSN 1335-6178, 2006, roč. 9, č. 7.

OHLASY NA PUBLIKOVANÉ PRÁCE

KNÍŽATOVÁ, M. - MIHINA, Š. - KARANDUŠOVSKÁ, I. - ORSÁG, J. - ŠOTTNÍK, J. 2007. Produkcia škodlivín z chovu brojlerových kurčiat a ich závislosť na kvalitatívnych vlastnostiach podstielky. In *OVZDUŠÍ 2007: VIII*. Brno: Botanický ústav ČSAV, 2007. ISBN 978-80-86188-25-6, s. 40-44.

Ohlasy: [4] LENDELOVÁ, J. - BOTTO, Ľ. 2008. Možnosti energeticky hospodárneho zabezpečenia tepelnej pohody v produkčných halách pre chov hydiny. In 2. medzinárodné vedecké hydinárske dni. Nitra: SPU, 2008. ISBN 978-80-552-0102-3, s. 138-143.