

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA  
V NITRE  
TECHNICKÁ FAKULTA**

**TF-183392-68035**

**NÁVRH TECHNOLOGICKO-TECHNICKÉHO RIEŠENIA  
OBJEKTU NA FARME DOJNÍC V OPONICIACH**

**Diplomová práca**

**2023**

**Miroslav Mareček**

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA  
V NITRE  
TECHNICKÁ FAKULTA**

**NÁVRH TECHNOLOGICKO-TECHNICKÉHO RIEŠENIA  
OBJEKTU NA FARME DOJNÍC V OPONICIACH**

**Diplomová práca**

Študijný program:	Manažérstvo prevádzky techniky
Študijný odbor:	Strojárstvo
Školiace pracovisko:	Ústav poľnohospodárskej techniky, dopravy a bioenergetiky
Vedúci záverečnej práce alebo školiteľ:	doc. Ing. Ingrid Karandušovská PhD.

**Nitra 2023**

**Bc. Miroslav Mareček**

## **Čestné vyhlásenie**

Vyhlasujem, že predloženú záverečnú prácu som vypracoval samostatne. Všetky použité literárne zdroje som uviedol v zozname použitej literatúry.

.....  
podpis študenta (autora)

## **Pod'akovanie**

Týmto chcem vyjadriť pod'akovanie vedúcej záverečnej práce doc. Ing. Ingrid Karandušovskej, PhD. za poskytnutie odborných rád a usmernenie pri písaní diplomovej práce. Ďalej by som chcel pod'akovať farme v Oponiciach za poskytnutie priestorov na získavanie praktických poznatkov, ktoré som mohol využiť v tejto práci.

## **Abstrakt**

Cieľom diplomovej práce bolo zhodnotiť vplyv rôznych technologických systémov ustajnenia hovädzieho dobytka na mikroklimatické vlastnosti vzduchu vo vybraných objektoch. Pre jeho splnenie bolo potrebné analyzovať mikroklimatické parametre vzduchu. K analýze boli využité dva objekty situované vedľa seba, z ktorých jeden bol po rekonštrukcii technológie ustajnenia a vetrania a druhý zostal v pôvodnom stave. Počas reálneho chovu bolo použité kontinuálne meranie teploty vzduchu, relatívnej vlhkosti vzduchu a tieto merania boli doplnené ambulantnými meraniami rýchlosťi prúdenia vzduchu. Z nameraných a vyhodnotených výsledkov vyplýva, že v starom objekte boli mikroklimatické podmienky horšie ako v novom objekte, relatívna vlhkosť bola vyššia a teplota nižšia. Príčinou bolo, že stará maštaľ mala otvorené okná a všetky vráta. V novej maštali počas daždivého a veterného počasia boli stiahnuté zvinovacie plachty s protiprievanovým tkanivom a uzavorené všetky vstupné dvere, preto teplota vo vnútri maštaľ bola vyššia. Z týchto dôvodov boli pre starý objekt navrhnuté dve alternatívy rekonštrukcie ustajňovacieho a vetracieho systému. V prvej alternatíve bol riešený starý objekt po stránke rekonštrukcie a ventilácie zväčša podľa nového objektu. V druhej alternatíve bola ventilácia objektu navrhovaná podľa získaných informácií o ventilácii maštaľných priestorov. Na základe týchto dvoch alternatív sme vypočítali ekonomické vyhodnotenie, aby si vedenie farmy v Oponiciach malo z čoho vybrať.

Kľúčové slová: teplota vzduchu, relatívna vlhkosť vzduchu, rýchlosť prúdenia vzduchu

## **Abstract**

The aim of the thesis was to evaluate the impact of various technological systems of cattle housing on the microclimatic properties of the air in selected objects. In order to fulfill it, it was necessary to analyze the microclimatic parameters of the air. Two buildings located next to each other were used for the analysis, one of which was after the reconstruction of the housing and ventilation technology and the other remained in its original state. During real breeding, continuous measurement of air temperature and relative air humidity was used, and these measurements of air flow speed. The measured and evaluated results show that the microclimatic conditions in the old building were worse than in the new building, the relative humidity was higher and the temperature was lower. The reason was that the old barn had all the windows and doors open. In the new barn, during rainy and windy weather, the wind-up sheets with anti-draft fabric were pulled down and all the entrance doors were closed, so the temperature inside the barn was higher. Therefore, two alternatives for the reconstruction of the housing and ventilation system were proposed for the old building. In the first alternative, the old building was dealt with in terms of reconstruction and ventilation mostly according to the new building. In the second alternative, the ventilation of the building was designed according to the information obtained about the ventilation of the stables. Based on these two alternatives, we calculated the economic evaluation so that the management of the farm in Oponice had something to choose from.

Key words: air temperature, relative air humidity, air flow speed

# **Obsah**

Abstrakt.....	4
Abstract.....	5
Úvod.....	8
1 Súčasný stav riešenej problematiky.....	9
1.1 Význam tvorby prostredia chovu .....	9
1.2 Welfare .....	9
1.3 Technologický systém pre chov hovädzieho dobytka .....	10
1.4 Systémy ustajnenia.....	11
1.4.1 Voľné ustajnenie hovädzieho dobytka.....	12
1.4.2 Ležiskové boxy .....	13
1.5 Hnojné chodby a spojovacie uličky v boxovom ustajnení.....	15
1.6 Klíma v maštali .....	16
1.6.1 Vetranie maštalí .....	17
1.6.2 Tunelové vetranie .....	20
1.6.3 Tunelové vetranie pre teľatá .....	21
1.7 Tepelný stres ustajnených zvierat .....	22
1.7.1 Stres z chladu .....	22
1.7.2 Stres z vysokých teplôt .....	23
1.7.3 Tepelný stres hovädzieho dobytka.....	24
1.8 Kvalita maštaľného vzduchu.....	26
1.9 Vplyv rýchlosťi prúdenia vzduchu na dojivosť .....	27
2 Ciel' práce .....	28
3 Metodika práce .....	29
3.1 Farma Oponice .....	29
3.2 Popis objektov.....	31
3.3 Meracia technika a postup merania.....	33
3.3.1 Prístroj na meranie teploty a relatívnej vlhkosti Comet S – 3121 .....	33
3.3.2 Prístroj na meranie mikroklimatických vlastností vzduchu Almemo 2590-4S	
34	

3.3.3	Prístroj DL – CO <sub>2</sub> na meranie a záznam koncentrácie oxidu uhličitého.....	35
3.4	Odporúčané hodnoty relatívnej vlhkosti maštaľného vzduchu pre hovädzí dobytok	
	36	
3.5	Oblasti kritických teplôt a pásma tepelnej pohody pre hovädzí dobytok .....	36
3.6	Odporúčané maximálne rýchlosťi prúdenia vzduchu v zóne zvierat .....	37
4	Výsledky práce .....	38
4.1	Výsledky kontinuálneho merania teploty a vlhkosti .....	38
4.2	Výsledky kontinuálneho merania koncentrácie CO <sub>2</sub> .....	40
4.3	Meranie pomocou prístroja Almemo 2590 .....	41
4.4	Návrh opatrení.....	45
5	Diskusia .....	50
6	Záver.....	51
	Zoznam použitej literatúry .....	53

## **Úvod**

Prostredie objektov živočíšnej výroby by malo byť také, aby zabezpečovalo pohodu ustajneným zvieratám a jeho parametre by mali tvoriť vhodné podmienky pre rast, dobrý zdravotný stav, vysokú úžitkovosť a produkciu. Snaha chovateľov z týchto dôvodov by sa mala okrem iného sústrediť aj na to, či poskytujú zvieratám vhodné podmienky a či systémy, ktoré môžu zlepšovať pohodu v ustajňovacích objektoch sú dostatočné. Variácie teplôt jadra tela dojnice, ako najpodstatnejšej teploty z časti tela, by mala byť udržiavaná v rámci veľmi úzkych hraníc zóny. Zviera je schopné si vystačiť s termoreguláciou a vyhnúť sa tepelnému stresu, alebo naopak, v zimnom období problému s chladom. U dojníča má na to veľký dopad prostredie, v ktorom žijú počas svojho života. Chovateľské prostredie tvorí aj množstvo vonkajších faktorov vytvárajúce jeden komplex ovplyvňujúci život zvierat a rozhodujú o dosiahnutí vytýčených cieľov chovu. Pri hospodárskych zvieratách musí byť chovateľské prostredie realizované tak, aby v nich dokázali manifestovať úžitkové vlastnosti v maximálnej miere. Jeden z rozhodujúcich faktorov je dosiahnutie správnej klímy v maštali. Rozhoduje nie len o produkciu zvierat, ale aj o zdravotnom stave dobytka. Ďalším faktorom je stres z vysokých teplôt hovädzieho dobytka. K odolnosti voči teplu napomáhajú termoregulačné adaptačné mechanizmy ktoré pôsobia napríklad ako zvýšená frekvencia dychu a podobne.

# **1 Súčasný stav riešenej problematiky**

## **1.1 Význam tvorby prostredia chovu**

Voľne žijúce zvieratá majú geneticky upravenú reakciu na faktory prostredia, s ktorými sa stretávajú. Reagujú tak hovoriac automaticky bez toho, aby namáhali svoj nervový systém. Reakcia sa nevyvíja na základe skúseností. Hospodárske zvieratá reagujú na geneticky zakódovaných faktorov prostredia, ale relevantné požiadavky sú tie, ktoré im poskytujú ich chovatelia. V chove hospodárskych zvierat sa však objavuje rada nových faktorov a reakcie na tieto faktory sa vyvíjajú na základe skúseností a dajú sa prispôsobiť až v určitom okamžiku. Okrem toho hospodárske zvieratá, ktoré boli vyšľachtené pre potreby človeka, často strácajú svoju prirodzenú odolnosť voči zmenám prostredia. V dôsledku toho hospodárske zvieratá pocitujú záťaž vyplývajúcu z odchýlok od optimálnych podmienok. Prostredie chovu vytvárajú podmienky pre zaistenie fyziologických potrieb nevyhnutných pre život, zdravie a psychickú pohodu. Komplexné faktory chovateľského prostredia ovplyvňujú život zvierat a rozhodujú o dosiahnutie požadovaných cieľov chovu. Preto musí byť prostredie chovu vytvorené tak, aby hospodárske zvieratá mohli plne využiť svoj potenciál. Prostredie chovu zahrnuje spôsob kŕmenia hospodárskych zvierat, techniku, organizáciu a technológiu chovu, vzťah medzi ľuďmi a hospodárskymi zvieratami a v neposlednom rade klimatických podmienok. Prostredie chovu vytvára podnety pre chovanie zvierat. Zvieratá reagujú a zároveň plnia dôležité potreby v podobe pohybu, odpočinku, primárnej potravy a pitia, ale pokial sú v chovateľskom prostredí nedostatky, budú tiež vykonávať zbytočné a neprirodzené chovanie. Iba také chovanie, ktoré plní účel zvieratá, nevytvára psychickú záťaž. Napríklad pokial sa zviera potrebuje napíť, pôjde k napájačke, pokial cíti potrebu odpočívať nájde si miesto, kde si môže ľahnúť, a nebude pri ležaní a odpočinku rušené. Pokial tieto potreby nie sú v chovateľskom prostredí uspokojené, vznikajú podmienky pre stres (Brestenský, 2006).

## **1.2 Welfare**

Hospodárske zvieratá prinášajú ľuďom úžitok. Preto je úžitkovosť zvierat udržiavaná na primeranej úrovni. Súčasne však musia ľudia uspokojovať nevyhnutné potreby zvierat. Tieto potreby sú napĺňované, pokial chovatelia k chovu pristupujú eticky. Etika chovu zvierat súvisí s pojmom welfare. Welfare, ktorý je nahradený slovenským termínom pohoda alebo blaho zvierat, je stav fyzickej a psychickej harmónie medzi organizmom a prostredím.

Základné charakteristiky welfare boli definované v roku 1965 vo Veľkej Británii. Výborom pre ochranu práv zvierat, ktoré definovali tzv. 5 slobôd zvierat ako sú zavedené:

- zvieratá nesmú byť smädné, hladné ani podvyživené,
- musia teda odpočívať vo vhodnom prostredí, chránené pred vonkajšími vplyvmi,
- nesmú trpieť bolestami, nesmú byť zranené alebo choré,
- musí mať možnosť chovať sa normálne v dostatočnom priestore so zvieratami svojho druhu,
- nesmie byť stresované ani trpieť.

Welfare je stav, kedy sa jedinec snaží alebo sa pokúša vyrovnať s podmienkami prostredia. Pokial sú tieto podmienky nevyhovujúce jedinec sa ich snaží rôznymi spôsobmi prekonáť. Jedným z troch základných faktorov welfare je chovateľ, jeho etické cítenie, jeho vzťah k zvieratú. Druhým prvkom je kvalita chovu, ktorá zahrňuje pravidelnosť a úroveň kŕmenia a napájania, veľkosť a stabilitu skupiny zvierat, účinnosť hygiény a profylaxie, spoľahlivosť technického vybavenia a taktiež pripravenosť na mimoriadne situácie. Tretím prvkom je kvalita ustajnenia zvierat, napr. dostatočný priestor pre kŕmenie a napájanie, dostatočný a kvalitný priestor pre ležanie, mikroklíma, kvalita podlahy, bezpečnosť pohybových ciest, voľnosť pohybu a odpočinku, úroveň hluku atď. (Grohman, 1981).

### **1.3 Technologický systém pre chov hovädzieho dobytka**

Pozostáva z:

- ustajnenia,
- kŕmenia,
- napájania,
- dojenia kráv,
- odstraňovania exkrementov,
- pohybových chodieb a priestorov,
- vetrania,
- doplnkových tzv. komfortných pomôcok (Bickert, 1995).

## **1.4 Systémy ustajnenia**

Ustajnenie je základom technologického systému. Jeho spôsob určuje voľbu aj iných častí technologického systému. Parametre ustajnenia by mali vytvárať také podmienky, aby výkonný biologický materiál pri zabezpečovaní plnohodnotnej výživy dokázal realizovať svoje produkčné schopnosti. Musia byť rešpektované predovšetkým priestorové požiadavky zvierat s ohľadom na ich prirodzené potreby. Parametre ustajnenia musia byť volené tak, aby bez väčšieho nároku na ručnú prácu boli zvieratá udržované v čistote. Ustajňovacie systémy pre jednotlivé kategórie hovädzieho dobytka sú nasledovné:

**Kravy:** • voľné ustajnenie s ležiskovými boxmi

- podstielané
- nepodstielané: ploché chodby chodby s roštovou podlahou
- voľné skupinové kotercové ustajnenie
- s hlbokou podstielkou
- s narastajúcou podstielkou
- s plochým pristielaným ležoviskom
- ustajnenie s priväzovaním na stredne dlhých podstielaných stojiskách

**Tel'atá:**

- individuálne podstielané ustajnenie vo vonkajších bûdach
- skupinové kotercové ustajnenie s podstielaním a individuálnym napájaním
- odchov teliat pod dojčiacimi kravami

**Odchov jalovíc:**

- voľné, skupinové kotercové ustajnenie
- s hlbokou podstielkou
- s narastajúcou podstielkou
- s plochým pristielaným ležoviskom
- voľné ustajnenie s ležiskovými boxmi
- podstielané
- nepodstielané: ploché chodby chodby s roštovou podlahou

**Výkrm dobytka:**

- voľné, skupinové kotercové ustajnenie - s hlbokou podstielkou
- s narastajúcou podstielkou

- s plochým pristielaným ležov

Tel'atá odchované počas mliečnej výživy vo vonkajších individuálnych bûdach je vhodné pred umiestnením vo väčšej skupine v odchovni alebo vo výkrmni ustaijniť v skupinových vonkajších bûdach. Sú to podstielané búdy s výbehom pre 4-6 teliat. Tel'atá sa tu obvykle nechajú 2-4 týždne. Zvyknú si na skupinový chov a sociálne kontakty s inými tel'atami (Hasheider and Johnson, 2011).

#### **1.4.1 Volné ustajnenie hovädzieho dobytka**

Chovateľské prostredie tvorí množstvo vonkajších faktorov vytvárajúcich jeden komplex ovplyvňujúci život zvierat a rozhodujú o dosiahnutí vytýčených cieľov chovu. Preto pri hospodárskych zvieratách musí byť chovateľské prostredie realizované tak, aby v nich dokázali manifestovať úžitkové vlastnosti v maximálnej miere. Chovateľské prostredie tvorí okrem výživy, techniky a organizácie chovu aj ustajňovací priestor, kde zvieratá žijú. Ak má ustajňovací priestor zvieratám vyhovovať, musí zabezpečovať podmienky pre prirodzené správanie. Takisto musí poskytnúť primerané možnosti pre welfare, aby sa v čo najväčšej miere zamedzilo neprirodzeným prejavom správania.

Hovädzí dobytok je stádové zviera a potrebuje dostatočný priestor pre prirodzené správanie. Preto najvhodnejším ustajnením je ustajnenie voľné. Pre kravy prichádzajú do úvahy dva typy voľného ustajnenia a to boxové a kotercové. Vo voľnom ustajnení je potrebné kravám zabezpečiť dostatočný priestor, vhodné ležovisko a bezpečné pohybové priestory. Nemenej dôležité je dobré vetranie a prístup ku kvalitnému krmivu a pitnej vode (Černá, 2005).

**Tab.1 Volné ustajnenie**  
**(Brestenský, 2006)**

	S uzavretou prednou stranou (mm)	S otvorenou prednou stranou (mm)
Dĺžka boxu	2300	2100
Šírka boxu	1050	1050

**Tab.2 Plocha ložiska pre kravu ( $m^2$ )  
(Brestenský, 2006)**

Skupinový koterec	4,75
Pôrodný koterec	9

**Tab.3 Individuálny pôrodný koterec (mm)  
(Brestenský, 2006)**

Dĺžka strany	3000
--------------	------

**Tab.4 Krmisko  
(Brestenský, 2006)**

Šírka krmiska	3000 mm
Šírka krmneho miesta	700 mm
Maximálne využitie krmneho miesta (pomer krmnych miest k počtu ustajnených zvierat)	1:2

**Tab.5 Pohybové chodby – preháňacie uličky (mm)  
(Brestenský, 2006)**

Šírka jednosmernej chodby	850
Šírka dvojsmernej chodby	1600

#### 1.4.2 Ležiskové boxy

Vhodnejším typom ustajnenia pre kravy s voľným pohybom je ustajnenie s ložiskovými boxmi. Pri tomto ustajnení tvoria ustajňovací priestor boxy, ktoré tvoria ležovisko, krmisko, pohybové a spojovacie uličky. Pri správne volených parametroch týchto priestorov voľné boxové ustajnenie udržuje kravy čisté a poskytuje im dostatočné pohodlie pre odpočinok bez vyrušovania ostatnými kravami. Boxy môžu byť riešené s podstielaním s produkciou maštaľného hnoja alebo bez podstielania s produkciou hnojovice. Prednosti

ležiskových boxov je možné dokonale využiť iba pri správnej voľbe ich rozmerov podľa telesného rámca dobytka. Musia byť riešené tak, aby zabezpečovali maximálnu pohodu pri ležaní a súčasne umožňovali pohodlné a prirodzené vstávanie a líhanie. V opačnom prípade, ak sa v boxoch neposkytne dojniciam dostatočné pohodlie, hľadajú si na ležanie iné miesto, napr. v priestoroch kŕmiska alebo v hnojnej chodbe. V takom prípade sa kravy nadmerne znečisťujú. Aby rozmiery boxov vyhovovali všetkým zvieratám v stáde, je potrebné dimenzovať ich na telesné miery tých najväčších (Knižek, 1996).

Ležanie je najintenzívnejší spôsob odpočinku. Kravy ležia 11-12 hodín denne, ľahnú si 10 až 15 krát a perióda ležania trvá 60 až 80 minút, často i viac. Čas, v ktorom zvieratá odpočívajú, je závislý od času kŕmenia, dojenia a manipulácie s nimi. Dobu a dĺžku periódy ležania ovplyvňuje viacero ustajňovacích faktorov:

- dostupnosť miesta na ležanie - ležovisko by malo byť situované tak, aby sa do neho zvieratá ľahko a bez námahy dostali, musí umožniť ležať všetkým ustajneným zvieratám v rovnakom čase,
- parametre miesta na ležanie - musí umožniť zvieratám ľahnúť si a vstať a ležať v každej polohe,
- podlaha ležoviska - zvieratá uprednostňujú mäkkú dobre formovateľnú podlahu, ktorá neodvádza teplo z tela pri nízkych, a na druhej strane odvádza pri vysokých teplotách.

Boxy musia byť dostatočne dlhé, aby si kravy mohli do boxu ľahnúť a vstať bez ťažkostí. Ležiskový box s prednou stenou pre 650 kg kravu by mal byť dlhý 2,5 m. V prípade, že sú dva boxy proti sebe alebo je box umiestnený prednou časťou pri pohybovej chodbe a má otvorenú prednú časť, kravy môžu využívať na manipuláciu s hlavou pri líhaní a vstávaní priestor protiľahlého boxu alebo chodby, box môže byť kratší. Pre 650 kg kravu by mal byť takýto box dlhý 2,3 m.

Boxy musia byť dostatočne široké. Zábrany boxov nesmú pri ležaní nijako kravy obmedzovať. Šírka musí kravám umožniť pohodlné ležať s prirodzene uloženými končatinami. Na druhej strane nesmie byť veľmi široký, aby kravám neumožňovali ležať a stáť v boxe šikmo a menším kravám sa otáčať, čo vedie k znečisťovaniu boxov. Šírka boxu by mala byť pre 650 kg kravu 1,2 m. Pre vysokoteľné a suchostojace kravy, ktoré sú širšie treba uvažovať so širším boxom (1,3 m) (Doležal, 1996).

Šírku boxov vymedzujú bočné zábrany. Veľmi vhodným riešením je, keď sú zábrany kotvené v prednej časti boxu, čo okrem zlepšených priestorových podmienok pre zviera

predlžuje hlavne životnosť zábran. Výška bočnej zábrany boxu pre dojnice s väčším telesným rámcom má byť od podlahy boxu minimálne 1100 mm. Táto výška je stanovená kvôli umiestneniu kohútikovej zábrany. Vzdialosť spodnej tyče od podlahy v prednej časti boxu má byť maximálne 300 mm. To umožňuje kravám držať hlavu nad ňou pri ležaní a pohyb hlavy pri vstávaní alebo líhaní vo vedľajšom boxe. Koniec zábrany (jej oblúk) má byť od konca boxu kratší o 250 až 300 mm.

Aby kravy nemohli vstupovať hlboko do boxu a kalit' prípadne močiť do konca boxu sa na bočnú zábranu boxu montuje kohútikova zábrana, umiestňuje 1 900 mm uhlopriečne od zadnej hrany boxu. Do boxov bez steny v prednej časti a proti sebe umiestneným boxom sa inštaluje hlavová zábrana. Pre kravy 650 kg má byť umiestnená od podlahy boxu vo výške 0,8 m.

Podlaha ležiskového boxu býva vyvýšené oproti chodbe o 200 mm aby sa do neho nedostáva hnoj pri čistení chodby. V podstielanom prehĺbenom boxe tvorí podlahu podstielka ohraničená hrudnou doskou v prednej časti a stelivovým prahom v zadnej časti boxu. Pri nepostielanom boxe tvorí podlahu matrac, upevňuje sa na podlahu vyvýšeného boxu (Mihina, 1998).

## 1.5 Hnojné chodby a spojovacie uličky v boxovom ustajnení

Hnojná chodba pri boxovom ustajnení musí umožniť kravám pohodlne vchádzať a vychádzať z boxov a obísť sa, keď sa stretnú. Ak sa hnoj vyhŕňa radlicou nesenou traktorom, musí byť šírka hnojnej chodby taká, aby mechanizmus mohol cez ňu prechádzať. Čím je však hnojná chodba, ale i kŕmisko širšie, tým je koncentrácia výkalov na nej menšia a zdajú sa čistejšie. Pri mobilnom vyhŕňaní hnoja býva 2 200 mm. V dvoj a trojradových maštaliach s boxovým ustajnením je kŕmisko s hnojnou chodbou prepojené spojovacími uličkami. Sú vyvýšené oproti kŕmisku a hnojnej chodbe, majú byť na úrovni podlahy boxu, teda vo výške 200 mm oproti pohybovým chodbám. Čistenie týchto uličiek sa robí ručne, preto ich treba robiť tak, aby sa na nich udržovalo čo najmenej exkrementov. Mali by mať spád 2 % zo stredu na kraje, aby hnojovica stekala do pohybových chodieb. V spojovacích uličkách sa umiestňujú napájacie žľaby tak, aby bol k nim čo najlepší prístup a aby sa pri nich mohlo napiť čo najviac zvierat. Obyčajne sa dávajú do stredu spojovacej uličky. Môžu byť priložené k boxom, vtedy je k nim prístup iba z jednej strany, alebo môžu byť umiestnené medzi dvomi sekciami s prístupom kráv z dvoch strán. Druhá alternatíva umožní znížiť počet

napájacích žľabov. Pri pití nesmie byť zabránené pohybu cez uličku nepijúcich zvierat. Spojovacia ulička s napájacím žľabom môže umožniť pohyb v jednom smere, alebo dvom zvieratám sa obísť. Zjednodušenou pomôckou pre chovateľa môže byť, že šírka spojovacej uličky sa rovná minimálne šírke troch boxov (3600 mm) (Loudon, 1993).

## 1.6 Klíma v maštali

Klíma v maštali je rozhodujúcim faktorom pre dosahovanie vysokej úžitkovosti zvierat. Rozhoduje nielen o produkcií, ale aj o čistote a zdravotnom stave. Je nesporné, že kvalite maštaľného vzduchu treba venovať primeranú pozornosť. Telesná teplota hovädzieho dobytka je  $38,8 \pm 0,5$  °C. Túto teplotu si zachováva pri rôznych klimatických podmienkach. Je to zviera s veľkým teplotným objemom a relatívne malým povrchom tela na odvod tepla. Má dobre prispôsobenú kožu a srst' na prekonávanie nízkych teplôt. Pri vysokých teplotách využíva, okrem priameho odvodu tepla z povrchu tela cez pokožku, dva termoregulačné mechanizmy a to potenie a zvýšenú frekvenciu dychu. Zvieratá produkujú pri svojich životných pochodoch teplo, ktoré musia z organizmu dostať von, aby sa neprehriali a nezvyšovala sa im telesná teplota. Napríklad, krava s hmotnosťou 650 kg a s dojivost'ou 20 l vyprodukuje v lete 1150 a v zime 1250 W. Z toho vyplýva, že takáto krava vyhrieva svoje okolie rovnako intenzívne ako malý elektrický ohrievač s príkonom 1200 W. Pri svojich fyziologických životných pochodoch vylučuje do ovzdušia vodné pary. Rovnako t'ažká krava, s rovnakou dojivosťou vyprodukuje za hodinu v lete pri teplote 25 °C 1,25 l a v zime pri teplote 0 °C 0,36 l vody vo forme vodných párov. Pri teplote 10 °C vyprodukuje pri dýchaní 0,56 l vody. Okrem týchto vodných párov sa do maštaľného ovzdušia dostávajú vodné pary z exkrementov z podlahy. Pri dýchaní živočíchy vylučujú oxid uhličitý. Krava s hmotnosťou 650 kg vylúči za hodinu 0,23 kg CO<sub>2</sub>. Z exkrementov, ktoré zvieratá vylučujú sa uvoľňujú do maštaľného ovzdušia škodlivé plyny. Je to hlavne amoniak, ktorý je silne prchavý a nachádza sa hlavne v moči. Uvoľňujú sa z nich aj ďalšie škodlivé plyny ako sú sírovodík a metán. Pri vyšších koncentráciách vo vzduchu dráždia sliznice a pri dlhodobom pôsobení spôsobujú choroby respiračného systému. Prach je často ignorovaný ako znečist'ovateľ maštaľného ovzdušia. Zväčša pochádza z podstielky, suchých krmív, ale aj zo srsti a kože zvierat. Drobné pevné častice, pohybujúce sa vo vzduchu, sú dobrým transportérom pre mikroorganizmy. Vo vyššej koncentráции poškodzujú dýchací systém zvierat. Z predchádzajúceho vyplýva, že o kvalite maštaľného vzduchu rozhoduje:

- teplota,

- obsah vodných pár, čiže relatívna vlhkosť,
- obsah škodlivých plynov ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CH}_4$ ),
- obsah prachových častíc, • obsah mikroorganizmov (Barnwell, 2002).

### 1.6.1 Vetranie maštalí

Vetraním sa rozumie výmena opotrebovaného maštaľného vzduchu vonkajším čerstvým vzduchom. To znamená, že vetrací systém musí zabezpečiť prívod čerstvého vzduchu do maštale a odvod opotrebovaného vzduchu z maštale. Musí byť tak výkonný, aby zabezpečil pre zvieratá priateľnú mikroklimu pre dosahovanie vysokej úžitkovosti. Maštaľná klíma rozhoduje nielen o produkciu zvierat, ale aj o čistote a ich zdravotnom stave. Prúdenie vzduchu určuje odvod tepla z tela konvekciou. Čím väčší je prietok, tým väčšie je množstvo odvádzaného tepla. Pri prirodzenom vetraní, kedy je v lete pri bezvetrí prúdenia vzduchu klesá, výmena vzduchu v stajni nedostatočná a prenos tepla zo zvieratá do okolia sa spomaľuje. V takomto prípade je možné na podporu prúdenia vzduchu použiť plošné ventilátory inštalované v stajniach, ktoré tiež zaistia spoľahlivejší prívod čerstvého vonkajšieho vzduchu do stajní. Ventilátory by mali byť inštalované v miestach, kde sa dobytok najviac vyskytuje, tj. v miestach spania a kŕmenia. Pri inštalácii treba dbať na to aby neprekážali prevádzke (podstielaniu alebo vyhrňovanie hnoja). Ventilátory by mali byť rozmiestnené tak, aby bolo zaistené rovnoramenné prúdenie v jednom smere po celej dĺžke stajne Obr. 1. Prúdenie v zóne pre zvieratá by však nemalo prekročiť  $3\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ , aby nedošlo k poškodeniu zvierat. Medzera ventilátorov je obvykle 1 m na 10 cm priemeru ventilátora, tj. 9 metrov pre ventilátor o priemere 90 cm. V letných mesiacoch kedy je ochladzovanie zariadením obmedzené kvôli vysokým okolitým teplotám, sa zvieratá ochladzujú hlavne odparovaním, pretože okolitá teplota je blízka teplote tela. Chladenie výparmi je účinnejšie pri nízkej relatívnej vlhkosti vzduchu než pri vysokej. Ochladenie sa dosahuje ochladením vzduchu a priamym ochladzovaním zvieratá. K ochladzovaniu vzduchom sa používajú zariadenia na rozprášovanie vzduchu. Vzduch sa dá ochladiť vďaka tomu, že sa do vzduchu uvoľňujú malé kvapky vody, ktoré sa pred dopadom na zem vyparia. Vhodným riešením je kombinácia rozprášovanie vody a plošného ventilátora Obr. č.2. V tomto systéme je voda rozprášovaná do prostredia prostredníctvom vysokotlakových dýz Obr. č.3. To vyžaduje inštaláciu vysokotlakového potrubia a čerpadiel. Zvieratá môžu vdychovať rozprášovanú hmlu, čo môže spôsobiť dýchacie problémy. Malé kvapky sa môžu taktiež prilepiť na srst zvieratá a vytvoria vodný film, ktorý bráni odvodu tepla z tela. Priame evaporačné chladenie je oveľa účinnejšie. Pri tejto metóde sa rozprášujú väčšie kvapky vody, ktoré ochladzujú srsť

zvieraťa tým, že ich zmáčajú až po pokožku. K ochladzovaniu dochádza pri odparovaní vody z kože a srsti. K tomuto ochladzovaniu sa používa tlak vody. Inštaluje sa vo výške 1 – 1,5 m od chrabtu zvieraťa a v miestach, kde sa podstielka nemamáča, tj. v miestach kŕmenia, napájania v komunikačných chodbách medzi kŕmením a podstielkou v boxovom ustajnení a v miestach čakania pri dojení. Je však treba vziať do úvahy, že v miestach kde sú umiestnené postrekovače, sa zhromažďujú kravy. Chladenie by malo prebiehať obzvlášť v teplých obdobiach, tj. pred popoludním a popoludní, najčastejšie sa odporúča používať systém pri teplote 25°C. U kráv, ktoré produkujú veľké množstvo tepla, by mala byť okolitá teplota znížená na 21°C. Aplikuje sa opakované zvlhčovanie v krátkych časových intervaloch, tak aby sa zabránilo nadmernému zvlhčovaniu miesta. Doba a frekvencia aplikácie závisí od rýchlosťi prúdenia a teploty vzduchu. Spustenie vody na 30 sekúnd postačuje na namočenie chrabta a bokov kráv. Opätnovná aplikácia by mala spustiť po vyschnutí zvierat (Arbel, 2007).

Z ochladzovacích systémov je najúčinnejšie kropenie zvierat v kombinácii s veľkoplošnými pomalobežnými ventilátormi, potom kropenie srsti a kože, nasleduje samostatný veľkoplošný ventilátor a na koniec zhml'ovač s ventilátorom.

Pre zamedzenie tepelného stresu pri kravách môžeme niečo urobiť v troch oblastiach:

1. Maštaľ: zamedziť prívod slnečného žiarenia,
  - montáž ventilátorov,
  - postrekovanie kráv.
2. Kŕmenie a napájanie: kŕmiť v chladnejších častiach dňa,
  - dostatok napájačiek s prítokom vody,
  - zvýšiť obsah vody v suchej kŕmnej dávke.
3. Výživa: obmedziť krmivá s vysokým obsahom vlákniny,
  - zvýšiť koncentráciu živín v kŕmnej dávke,
  - pridať pufry do kŕmnej dávky,
  - zvýšiť koncentráciu K, Na, Mg v kŕmnej dávke (Agromont.usbfactory.sk)



*Obrázok č. 1 Ventilátory*

*(Agromont.usbfactory.sk)*



*Obrázok č. 2 Ventilátor vybavený systémom rozprašovania vody*

*(<http://www.vuzv.sk/ziv/Brestensky6.pdf>)*

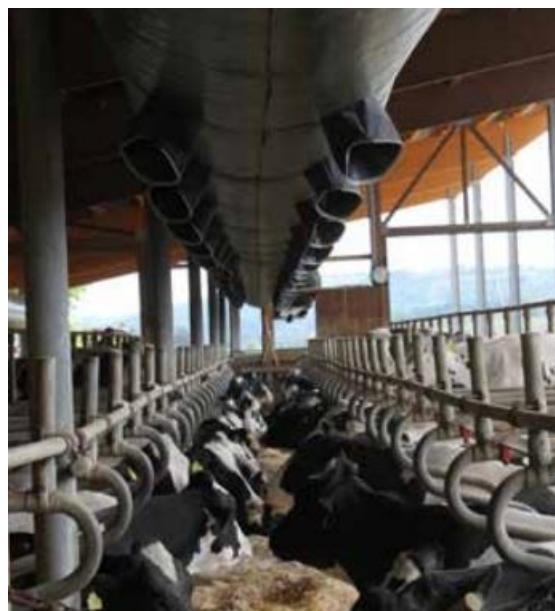


*Obrázok č. 3 Dýza na zmáčanie zvierat*

*(<https://agromontnitra.sk/>)*

### **1.6.2 Tunelové vetranie**

Pri tunelovom vetraní sa jedná o úplne novú koncepciu vetrania maštalí. Spoluprácou skúsených veterinárov a technikov bol vytvorený ventilačný systém, ktorý je jedinečný svojou precíznosťou a účinnosťou. Dimenzovanie každého jednotlivého systému prebieha cez náročnú 3D-simuláciu maštaľnej klímy, ktorá je založená na báze značných veterinárnych znalostí. Táto komplexná výpočtová metóda ponúka možnosť zohľadniť všetky vplyvy na stabilnú maštaľnú klímu. Hlavné prúdenie vetra, umiestnenie okien a brán, tvar strechy, rozloženie jednotlivých zón v maštali, a ďalšie iné faktory sa zohľadňujú pri plánovaní a prepočtoch každého tunelového vetrania. Tento systém vetrania sa skladá z ventilátora, ktorý je spojený s textilným ventilačným tunelom. Dimenzovanie ventilátora, ktorý je zabudovaný na vonkajšej stene maštaľe závisí od podmienok v maštali, a aj veľkosti a počtu zvierat. Čerstvý vzduch sa nasáva a rovnomerne rozdeľuje cez tunelový systém. Výstupné otvory vzduchu zohrávajú veľkú úlohu, ich veľkosť sa vypočítava individuálne pre každú maštaľ. Dostatočné množstvo čerstvého vzduchu sa dostáva cielene k zvieratám. Rovnako je možné niektoré zóny v maštali vynechať. To robí prácu v maštali príjemnejšou ([sk.schauer-agrotronic.com](http://sk.schauer-agrotronic.com)).



*Obrázok č. 4 Tunelové vetranie pre tel'atá  
([sk.schauer-agrotronic.com](http://sk.schauer-agrotronic.com))*



*Obrázok č. 5 Tunelové vetranie pre kravy  
(sk.schauer-agrotronic.com)*

### **1.6.3 Tunelové vetranie pre tel'atá**

Vzduch prúdiaci z tunela, vytláča „opotrebovaný“ vzduch z maštale. Tento systém výrazne zlepšuje zdravotný stav teliat. Tým vzniká možnosť zníženia používania antibiotík. Dôsledkom nižšieho počtu ošetrení je viditeľná aj úspora nákladov. Znižujú sa aj straty úmrtím teliatok. Prevzdušňovacie tunely sa montujú ponad ležoviskové zóny.

#### **Výhody:**

- využíva na 100% čerstvý vzduch
- je presne individuálne plánované pre konkrétnu maštaľ
- čerstvým vzduchom sú zásobované výlučne „dôležité“ zóny v maštali
- hospodárne v prevádzke
- kompletnej elektrická energia sa používa na privádzanie čerstvého vzduchu k zvieratám, žiadnen vzduch sa „nestráca“ (sk.schauer-agrotronic.com).



*Obrázok č. 6 Tunelové vetranie pre teľatá  
(sk.schauer-agrotronic.com)*

## **1.7 Tepelný stres ustajnených zvierat**

Tepelný stres ustajnených zvierat vznikne, ak niektorá z kombinácií faktorov prostredia spôsobí, že teplota prostredia presahuje hranice termoneutrálnej zóny. V takomto prípade dochádza k hypo- alebo hyper-termii (Armstrong, 1994).

### **1.7.1 Stres z chladu**

Pri znížení teploty pod dolnú kritickú hranicu sa zvieratá dostávajú do zóny hypotermického stresu (stresu z chladu). K odolnosti proti chladu napomáhajú termoregulačné a adaptačné mechanizmy, ktoré pôsobia nasledovne:

- zúženie ciev (vazokonštrikcia),
- zníženie frekvencie dychu,
- 1.chemická termoregulácia,
- zvýšená sekrecia adrenalínu a noradrenalínu,
- adaptačné mechanizmy (hustota a dĺžka srsti, hrúbka kože, podkožný tuk atď.)
- zmeny v správaní zvierat (tzv. termoregulačné správanie – chúlenie, kolektívna termoregulácia a pod.).

Dôležitým faktorom pre prežitie je zásoba energetických zdrojov v tele a fyzická aktivita zvierat. U mláďat mnohých druhov hrá významnú úlohu pre prežitie v chlade hnedé tukové

tkanivo. Toto tkanivo je na rozdiel od bieleho tukového tkaniva ľahko metabolizovateľné a vďaka tomuto tkanivu sú mláďatá schopné tvorby tepla bez trasenia kostrových svalov. Pokiaľ zlyhajú všetky uvedené mechanizmy, nastáva smrť z podchladenia.

Negatívny vplyv nízkych teplôt na úžitkové parametre i zdravie zvierat je možné v našich klimatických podmienkach korigovať a minimalizovať znížením vlhkosti a reguláciou rýchlosťi prúdenia vzduchu v maštali. Zníži sa tým aj dolná kritická teplota. K tomu sa využívajú stavebné a technologické riešenia zamerané na efektívnu energetickú bilanciu budov.

Na druhej strane vyššie teploty, ktoré vyhovujú mláďatám hydiny a ošípaných môžu byť pre človeka dokonca až neznesiteľne vysoké. Z toho dôvodu musí obsluhujúci personál dodržiavať prevádzkovú disciplínu a voliť vhodné ochranné pomôcky aj oblečenie.

Ak navyše chovateľ ochráni zvieratá pred vysokou vlhkosťou vzduchu a rýchlosťou prúdenia vzduchu, zvyšuje sa tým dolná kritická teplota. Chladový stres je možné v našich klimatických podmienkach dostupnými technickými prostriedkami korigovať a minimalizovať tak negatívny dopad na úžitkové parametre i zdravie zvierat (Bianca, 1962).

### **1.7.2 Stres z vysokých teplôt**

Náročnejšie na zabezpečenie kvality chovateľského prostredia je letné obdobie, resp. obdobie s extrémne vysokými vonkajšími teplotami. Pri zvýšení teploty maštaľného vzduchu nad hornú kritickú teplotu vzniká prostredie hypertermického stresu (stresu z vysokých teplôt), ktorý môže viest' k zníženému príjmu krmiva, a tým aj k poklesu produkcie. Stres z horúceho prostredia významne ovplyvňuje nielen produkciu, ale aj reprodukciu zvierat.

Aj k odolnosti voči teplu napomáhajú termoregulačné a adaptačné mechanizmy, ktoré pôsobia nasledovne:

- rozšírenie ciev (vasodilatácia),
- zvýšená rektálna teplota,
- zvýšená frekvencia dychu,
- slinenie,
- potenie,
- 2.chemická termoregulácia,
- adaptačné mechanizmy (hustota a dĺžka srsti, hrúbka kože, podkožný tuk atď.).

- zmeny v správaní zvierat (tzv. termoregulačné správanie – vyhľadávanie tieňa, zamokrených miest, zníženie pohybovej aktivity, nefyziolgické ležanie, zvýšený príjem vody, zníženie príjmu krmiva a pod.).

Ak všetky tieto mechanizmy zlyhajú, nastáva smrť z prehriatia.

Prebytočné teplo z organizmu sa v letnom období uvoľňuje kondukciou (vedením), konvekciou (prúdením), radiáciou (sálaním) a evaporáciou (potením zvierat). Evaporácia je považovaná za najúčinnejší spôsob výdaja tepla. Konvekciou alebo kondukciou sa môže zvierat ochladiť iba vtedy, keď je teplota vzduchu nižšia než teplota kože, alebo keď zvieratá ležia na ploche, ktorá je chladnejšia než je ich koža. Radiácia nastáva pri rozdielnych teplotách dvoch predmetov, ktoré sa vzájomne nedotýkajú. Dochádza k nej, pokiaľ je prostredie chladnejšie než povrch tela. Ak je v prostredí vysoká vlhkosť vzduchu, ochladzovanie radiáciou je obmedzené, pretože vlhký vzduch radiačné teplo sčasti pohlcuje. Môže nastať aj tzv. kladná radiácia, keď je teplota okolitých plôch konštrukcií vyššia než teplota povrchu tela. Intenzita radiácie závisí nielen od teplotného rozdielu, ale aj od vzdialenosťi povrchov.

Stresovým podnetom pre zvieratá je zvýšenie telesnej teploty tela nad ich možnú fyziologickú hodnotu. Následkom je porušenie rovnováhy medzi tvorbou tepla a možnosťami ochladzovania okolitým prostredím (Armstrong, 1994).

### **1.7.3 Tepelný stres hovädzieho dobytka**

Vznik tepelného stresu hovädzieho dobytka je obťažné vyjadriť jedným údajom, pretože závisí od viacerých faktorov. Prostredie teplotou presahujúcou hornú hranicu termoneutrálnej zóny núti organizmus zvierat zapájať do činnosti termoregulačné mechanizmy pre prežitie v podmienkach vysokých teplôt vzduchu. Ich správnou funkciou môže byť do určitej miery vyrovnaná telesná teplota. Vždy je to však na úkor energie potrebnej k produkcií.

Vstupným príznakom prehriatia dobytka je zrýchlenie dychu a zvýšená rektálna teplota. Zrýchleným dýchaním sa sice zvýši odparovanie vody, ale zároveň sa z krvi odstraňuje CO<sub>2</sub>. Toto môže po určitom čase viest' k vzostupu pH krvi a k respiračnej alkalóze. Vzniku respiračnej alkalózy napomáha i zvýšené slinenie, ktoré zvyšuje ochladzovací efekt. Naopak zvýšené slinenie môže mať za následok metabolickú acidózu, pretože sa strácajú látky, ktoré dojnice potrebujú k pufrácii bachora.

Ďalším príznakom tepelného stresu je vylučovanie potu, ktoré je spojené s výdajom tepla evaporáciou. Dôsledky tepelného stresu v chovoch dobytka sú nasledovné:

- znížený príjem krmiva a zvýšené požiadavky na záchovnú kŕmnu dávku,
- znížené využitie krmiva,
- zvýšený príjem vody (až o 50 %),
- zníženie mliečnej úžitkovosti a negatívne ovplyvnenie zložiek mlieka a mledziva,
- zníženie reprodukčných schopností,
- zníženie rastu u mladých zvierat,
- zmeny v správaní zvierat,
- zhoršenie zdravia a welfare.

Tepelný stres najhoršie znášajú vysokoúžitkové dojnice (s dojnosťou nad 6500 litrov mlieka za rok), dojnice v prvej tretine laktácie a staršie dojnice (II. a vyššia laktácia). Ochladzovanie je obyčajne potrebné už vtedy, keď:

- rektálna teplota dojníc sa zvýši nad 39 °C,
- teplota prostredia presiahne 26, resp. 21 °C,
- frekvencia dychu sa zvýši nad 60 vdychov za minútu,
- nastane pokles spotreby sušiny a mliečnej produkcie nad 10 %.

Medzi základné fyzikálne úpravy prostredia, ktoré obmedzujú pôsobenie tepelného stresu, patrí tienenie, vetranie a evaporačné ochladzovanie. Tienenie môže byť vytvorené prirodzene alebo pomocou zatienenej plochy (pod prístreškom). Dôležitá je orientácia objektu. Keď zvieratá nemajú možnosť pohybu vo výbehu, odporúča sa smer východ-západ pozdĺžnej osi objektu. Na druhej strane, keď majú kravy možnosť sa pohybovať, je pre ne lepšia orientácia sever-juh, pretože umožňuje slnečnému svitu vysušiť 35 – 50 % plochy pod prístreškom v ranných a odpoludňajších hodinách.

Teplota vzduchu môže byť znižovaná prirodzeným alebo núteným vetraním. Ak vstupné faktory zabezpečujúce funkčnosť prirodzeného vetrania v letnom období zlyhávajú (bezvetrie, rozmermi nevyhovujúci objekt, atď.), je potrebné využiť niektorý zo systémov núteného vetrania. V najjednoduchšom prípade ide o tzv. cirkulačné ventilátory, ktoré sa obyčajne inštalujú za sebou v smere pozdĺžnej osi objektu a svojou činnosťou priebežne uvádzajú do pohybu vzduch. Týmto dochádza k zrýchleniu posunu vzduchu v dôsledku zvýšenia jeho rýchlosťi prúdenia, a tým k možnosti lokálneho využitia ochladzovacieho efektu zvieratami (chill effect). Zároveň sa takto vyrieši i minimálna výmena

opotrebovaného vzduchu v objekte. Spôsob kombinácie prirodzeného vetrania s ventilátormi sa najčastejšie využíva pre zvieratá najväčšej hmotnostnej kategórie (Bohmanova, 2007).

## 1.8 Kvalita maštaľného vzduchu

Klíma v maštali je rozhodujúcim faktorom pre dosahovanie vysokej úžitkovosti zvierat. Rozhoduje nielen o produkcií, ale aj o čistote a zdravotnom stave. Je nesporné, že kvalita maštaľného vzduchu treba venovať primeranú pozornosť. Telesná teplota hovädzieho dobytka je  $38,8 \pm 0,5$  °C. Túto teplotu si zachováva pri rôznych klimatických podmienkach. Je to zvieraj s veľkým teplotným objemom a relatívne malým povrchom tela na odvod tepla. Má dobre prispôsobenú kožu a srst' na prekonávanie nízkych teplôt. Pri vysokých teplotách využíva, okrem priameho odvodu tepla z povrchu tela cez pokožku, dva termoregulačné mechanizmy a to potenie a zvýšenú frekvenciu dychu. Zvieratá produkujú pri svojich životných pochodoch teplo, ktoré musia z organizmu dostať von, aby sa neprehriali a nezvyšovala sa im telesná teplota. Napríklad, krava s hmotnosťou 650 kg a s dojivost'ou 20 l vyprodukuje v lete 1150 a v zime 1250 W. Z toho vyplýva, že takáto krava vyhrieva svoje okolie rovnako intenzívne ako malý elektrický ohrievač s príkonom 1200 W. Pri svojich fyziologických životných pochodoch vylučuje do ovzdušia vodné pary. Rovnakou ľažkou krava, s rovnakou dojivost'ou vyprodukuje za hodinu v lete pri teplote 25 °C 1,25 l a v zime pri teplote 0 °C 0,36 l vody vo forme vodných párov. Pri teplote 10 °C vyprodukuje pri dýchaní 0,56 l vody. Okrem týchto vodných párov sa do maštaľného ovzdušia dostávajú vodné pary z exkrementov z podlahy. Pri dýchaní živočíchy vylučujú oxid uhličitý. Krava s hmotnosťou 650 kg vylúči za hodinu 0,23 kg CO<sub>2</sub>. Z exkrementov, ktoré zvieratá vylučujú sa uvoľňujú do maštaľného ovzdušia škodlivé plyny. Je to hlavne amoniak, ktorý je silne prchavý a nachádza sa hlavne v moči. Uvoľňujú sa z nich aj ďalšie škodlivé plyny ako sú sírovodík a metán. Pri vyšších koncentráciách vo vzduchu dráždia sliznice a pri dlhodobom pôsobení spôsobujú choroby respiračného systému. Prach je často ignorovaný ako znečisťovateľ maštaľného ovzdušia. Zväčša pochádza z podstielky, suchých krmív, ale aj zo srsti a kože zvierat. Drobne pevné častice, pohybujúce sa vo vzduchu, sú dobrým transportérom pre mikroorganizmy. Vo vyššej koncentráции poškodzujú dýchací systém zvierat. Z predchádzajúceho vyplýva, že o kvalite maštaľného vzduchu rozhoduje:

- teplota,
- obsah vodných párov, čiže relatívna vlhkosť,
- obsah škodlivých plynov (CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub>),
- obsah prachových častíc,
- obsah mikroorganizmov (Botto, 2002).

## **1.9 Vplyv rýchlosťi prúdenia vzduchu na dojivosť**

Relatívna vlhkosť vzduchu vyjadruje absorbčnú kapacitu vzduchu, pri ktorej udrží dané množstvo vodných pár v plynnom skupenstve. Ochladzovaním vzduchu táto kapacita klesá. Napríklad, keď vzduch teplý  $10^{\circ}\text{C}$ , s relatívnou vlhkosťou 80 % ochladíme na  $-30^{\circ}\text{C}$ , vyzráža sa z 1 kg vzduchu 5,8 g vody. Pritom, relatívna vlhkosť tohto studeného vzduchu bude 100 %. A naopak, keď sa zohreje, dokáže 5,8 g vodných pár absorbovať a jeho relatívna vlhkosť bude 80 %. Vysoká relatívna vlhkosť pri nízkych teplotách spôsobuje zvlhčenie srsti a stratu jej izolačných schopností. Tým sa zvýši výdaj tepla vyžarovaním. V spojení s vysokým prúdením vzduchu je výdaj tepla nadmerný a môže spôsobiť stres z chladu. Vysoká relatívna vlhkosť pri vysokých teplotách spôsobuje malý odpar potu z tela a tým aj výdaju tepla. Vysoká relatívna vlhkosť vzduchu v maštali je problémom pri zimnom počasí. Pri nízkych teplotách dokáže vzduch absorbovať menšie množstvo vodných pár, je potrebná nízka výmena vzduchu pre vydávanie tepla a privádzaný vonkajší vzduch má vysokú relatívnu vlhkosť. V nezateplených maštaliach sa relatívna vlhkosť a teplota maštale približuje vonkajším hodnotám, takže absorbčná kapacita maštaľného vzduchu pre vodné pary sa zvyšuje len veľmi málo. V každom prípade je treba zabezpečiť takú výmenu vzduchu, aby pri styku so studenou kovovou konštrukciou a jeho ochladením, vodné pary nekondenzovali. Relatívna vlhkosť by v maštali nemala prekročiť hodnotu 80 %. V otvorených maštaliach, kde rozdiel teploty oproti vonkajšej nie je väčší ako  $3^{\circ}\text{C}$ , by relatívna vlhkosť vzduchu v maštali nemala presiahnuť 85 %. Potreba výmeny vzduchu v maštali na zníženie teploty alebo odstránenie škodliviny sa stanovuje na základe rozdielu v teplote a množstve škodlivých látok v maštaľnom vzduchom a privádzanom vonkajšom vzduchu. Hodnoty sú vypočítané pre udržanie úrovni CO<sub>2</sub> v maštali pod 3000 ppm, pre vlhkosť vzduchu v zateplenej maštali 80 %, pri vonkajšej vlhkosti 100 % a pre vlhkosť vzduchu 90 % v otvorennej maštali aj vonku, pri rozdieli teplôt v maštali a vonku  $3^{\circ}\text{C}$ . Pre odvod citelného tepla v letnom období je stanovená vetracia kapacita, keď teplota v maštali je o  $2^{\circ}\text{C}$  vyššia ako vonku (Owen, 1994).

## **2 Ciel' práce**

Cieľom práce bolo zhodnotiť vplyv rôznych technologických systémov ustajnenia hovädzieho dobytka na mikroklimatické vlastnosti vzduchu vo vybraných objektoch. Pre jeho splnenie bolo potrebné analyzovať mikroklimatické parametre vzduchu. K analýze boli využité dva objekty situované vedľa seba, z ktorých jeden bol po rekonštrukcii technológie ustajnenia a vetrania a druhý zostal v pôvodnom stave.

Pre splnenie cieľa diplomovej práce bolo nevyhnutné:

- merať teplotu a relatívnu vlhkosť vzduchu a množstvo CO<sub>2</sub> pomocou prístrojov Comet S – 3121, DL – CO<sub>2</sub> a Almemo 2590 – 4S,
- vyhodnotiť namerané hodnoty a porovnať výsledky mikroklimatických vlastností vzduchu v starom a novom (zrekonštruovanom) objekte,
- porovnať hodnoty mikroklimatických vlastností vzduchu s prípustnými hodnotami podľa legislatívy,
- navrhnúť riešenie pre zlepšenie kvality vzduchu v starom ustajňovacom objekte.

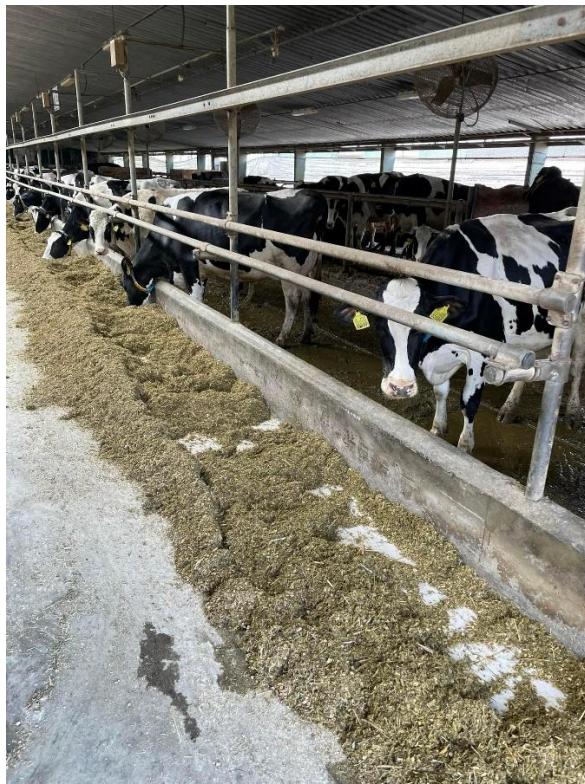
### 3 Metodika práce

#### 3.1 Farma Oponice

Jediným spoločníkom a jeho vlastníkom je Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. Hlavným zameraním podniku, okrem podnikania na pôde je vytváranie podmienok a poskytovania služieb v oblasti praktickej výučby, výskumu, vývoja a realizácie odborných praxí študentov SPU v Nitre s cieľom komplexnej prípravy absolventov pre ich úspešné uplatnenie na trhu práce. V živočíšnej výrobe sa spoločnosť orientuje na chov kráv s produkciou mlieka, mladého dobytka, teliat, plemenný chov ošípaných, plemenný chov oviec a formou vzorkovníc chov koní, hydiny, drobnej pernatej zveri bažantova rýb. (<http://vppspu.sk/index.html>)



Obrázok č. 7, 8, 9, 10 Oponice starý objekt



*Obrázok č. 11 Kŕmisko v novom objekte*

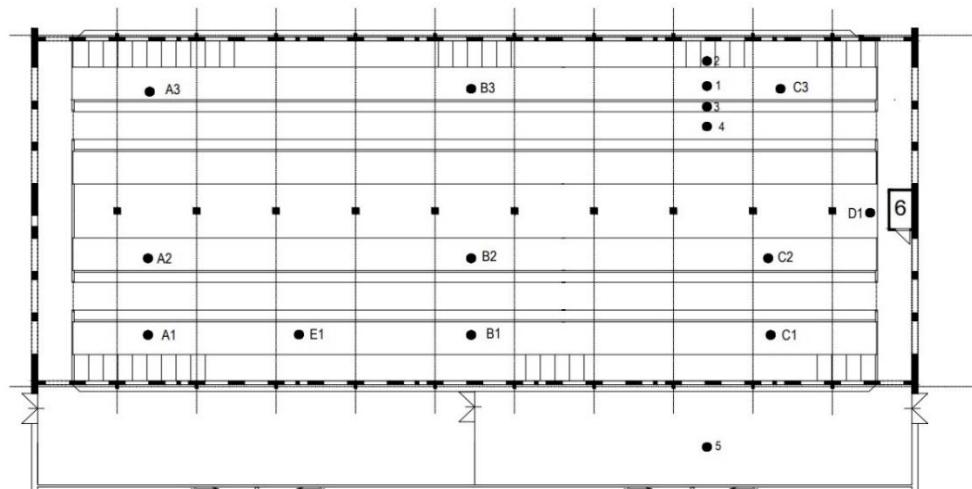


*Obrázok č. 12 Boxy v novom objekte*

## 3.2 Popis objektov

### Objekt starý (S)

Pre analýzu súčasného stavu a kvality vnútorného vzduchu bola vybraná staršia maštaľ s voľným kotercovým ustajnením jalovíc a býkov s podstielaním slamou. Jalovice boli ustajnené v troch radoch kotercových priestorov, pričom jeden priestor bol umiestnený pri obvodovom mure a ďalšie dva koterce boli v strede ustajňovacieho objektu po celej dĺžke. V koterci pri druhej obvodovej stene boli ustajnené býky v počte 15 ks. Počet kusov jalovíc bolo približne 120 s priemernou hmotnosťou 480 kg. Hnoj bol z hnojných chodieb o šírke 2,6 m vyhŕyaný univerzálnym nakladačom na betónovú plochu pred objektom. Medzi krmnymi žľabmi sa nachádzali prejazdné krmne chodby šírky 2,2 m. Vstup do objektu bol riešený šiestimi otvormi v čelných stenách zabezpečenými zábranami. V bočných stenách maštale sa nachádzali z každej strany dva otvory zabezpečené zábranami pre vstup do výbehov. Prívod vzduchu do objektu bol zabezpečený okennými otvormi bez sklenej výplne s rozmermi 90 x 90 cm a odvod vzduchu pomocou vetracích hlavíc v strešnom svetlíku v hrebeni strechy.



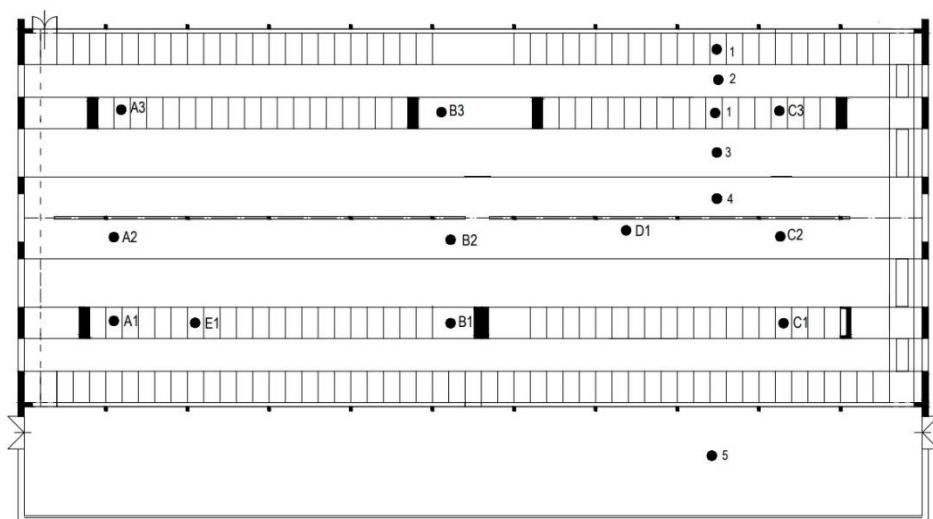
Obrázok č.13 Pôdorys ustajňovacieho objektu (S) s miestami merania

Na obrázku č. 13 môžete vidieť body od 1 – 6, ktoré zobrazujú, čo sa v objekte nachádza:

1. Ležiskové boxy
2. Hnojná chodba
3. Krmny žľab
4. Prejazdná krmna chodba
5. Výbeh
6. Elektrorozvodňa

## Objekt nový (N)

Druhý objekt, v ktorom prebiehali merania bol po rekonštrukcii technológie ustajnenia a vetracieho systému a slúžil pre porovnanie kvality vnútorného vzduchu v starom objekte. V tomto objekte boli dojnice ustajnené v komfortných ležiskových boxoch umiestnených pri pozdĺžnych stenách v dvoch radoch a medzi nimi bola hnojná chodba šírky 2,2 m. Podstielanie v boxoch bolo separovaným kalom hnojovice. Produkovaná hnojovica a moč v hnojnej chodbe a v kŕmisku s kaliskom boli kontinuálne odstraňované hydraulickými šípovými lopatami do priečneho kanála a odtiaľ do prečerpávacej žumpy a následne do separátora. Pozdĺžne obvodové steny boli otvorené, zastierateľné regulovateľným protiprievaným systémom od výšky 600 mm nad terénom. Systém prirodzeného vetrania bol zabezpečený otvorenou hrebeňovou štrbinou v dĺžke 56 m, ktorá bola krytá prístreškom proti dažďu. V čase experimentu bolo ustajnených 160 kusov dojníc s priemernou hmotnosťou 650 kg.



Obrázok č. 14 Pôdorys ustajňovacieho objektu (N) s miestami merania

Na obrázku č. 14 môžete vidieť body od 1 – 5, ktoré zobrazujú čo sa v objekte nachádza:

1. Ležiskové boxy
2. Hnojná chodba
3. Kŕmisko
4. Prejazdová kŕmna chodba
5. Výbeh

### **3.3 Meracia technika a postup merania**

#### **3.3.1 Prístroj na meranie teploty a relatívnej vlhkosti Comet S – 3121**

Prístroj meria teplotu a relatívnu vlhkosť vzduchu pomocou odnímateľnej externej sondy. LCD displej zobrazuje konkrétné získané hodnoty a to aj vrátane vypočítanej teploty rosného bodu. Pre ukladanie hodnôt je k dispozícii nastaviteľný časový interval vo vnútorne, energeticky nezávislej pamäti. Akékolvek nastavovanie a ovládanie záznamníka je vykonávané pomocou počítača. Namerané hodnoty je možné previesť do počítača pomocou komunikačného kabla. Prístroj umožňuje aj trvalé napojenie k osobnému počítaču a tiež trvalý zber dát bez ohľadu na to, či aktuálne údaje aj archivujeme.

Technické parametre prístroja:

Teplota okolia:

rozsah merania: - 30 až + 105 °C

rozlíšenie: 0,1 °C

presnosť:  $\pm 0,4$  °C pre rozsah - 30 až +80 °C,  $\pm 0,5$  od + 80 °C

Relatívna vlhkosť:

Rozsah merania: 0 až 100 % RV

Rozlíšenie: 0,1 % RV

Presnosť:  $\pm 2,5\%$  RV v rozsahu 5 až 95% RV pri 23 °C

Rosný bod

Rozsah: - 60 až + 105 °C



*Obrázok č. 15 COMET S – 3121*

([www.eshop.micronix.cz](http://www.eshop.micronix.cz))

### **3.3.2 Prístroj na meranie mikroklimatických vlastností vzduchu Almemo 2590-4S**

Kombinovaný univerzálny ručný merací prístroj so 4 univerzálnymi vstupmi a 2 výstupmi. K prístroju je možné sa napojiť pomocou špeciálnych programovateľných ALMEMO konektorov akýkoľvek snímač pre meranie fyzikálnych, elektrických a chemických veličín. Môžeme ho využiť pre meranie teploty, vlhkosti vzduchu, koncentrácie plynov a podobne. Snímané hodnoty sa zobrazujú prehľadne na displeji. Dáta je možné ukladať manuálne alebo automaticky v nastavenom cykle. Pomocou možnosti očíslovať každé z meraní alebo celé meracie sekvencie, je možné ich jednoducho identifikovať a vybrať z pamäte prístroja oddelene. V prístroji je možné tiež zohľadniť kompenzácie rôznych veličín a vyhnúť sa tak chybám merania. Je možné napríklad vykompenzovať tlak vzduchu alebo napríklad teplotu okolia a to priamym vložením teploty alebo atmosférického tlaku vzduchu.

Technické parametre prístroja:

- zobrazenie max., min. a priemerných hodnôt
- 4 univerzálné výstupy
- presnosť:  $\pm 0.03\%$  z nameraných hodnôt
- pamäť: 59 kB



*Obrázok č. 16 ALMEMO 2590 – 4S*

*(www.ahlborn.cz)*

### 3.3.3 Prístroj DL – CO<sub>2</sub> na meranie a záznam koncentrácie oxidu uhličitého



*Obrázok č.17 DL – CO<sub>2</sub>*

*([www.zefin.cz](http://www.zefin.cz))*

Prístroj slúži na meranie a záznam aktuálnej koncentrácie oxidu uhličitého vo vzduchu, relatívnej vlhkosti vzduchu a teploty vnútorného a vonkajšieho vzduchu. Namerané hodnoty sa s prednastavenou periódou priebežne ukladajú na vstavanú pamäťovú kartu. V našom prípade to bolo ukladanie dát v 5 minútovom intervale, ktoré boli spracované na priemerné hodinové hodnoty. Zaznamenané dáta je možné pomocou príslušného programu odčítať a ďalej s nimi pracovať.

Meranie koncentrácie CO<sub>2</sub> je založené na meraní útlmu infračerveného žiarenia vo vzduchu v závislosti od koncentrácie CO<sub>2</sub>. Rozsah merania je 0 – 5000 ppm.

Pre meranie vlhkosti je použitý plne kalibrovaný senzor fungujúci na základe polymerného citlivého prvku. Rozsah merania je 0 – 100 %.

K meraniu teploty sa využíva polovodičový teplo – citlivý prvok. Rozsah merania je 0 – 40 °C.

### **3.4 Odporúčané hodnoty relatívnej vlhkosti maštaľného vzduchu pre hovädzí dobytok**

Vlhkosť vzduchu je spolu s teplotou vzduchu najvýznamnejším kvalitaívnym ukazovateľom prostredia. Vplyv vlhkosti vzduchu na organizmus, ale i chovné prostredie (budovy, technologické zariadenia) je značný. Odporučené hodnoty relatívnej vlhkosti pre vybrané druhy zvierat sú uvedené v tabuľke (Pogran, 2011).

**Tab. 6 Odporučené hodnoty relatívnej vlhkosti maštaľného vzduchu pre hovädzí dobytok**

(Zdroj: Pogran, 2011)

Kategória dobytka	Vek v mesiacoch	Relatívna vlhkosť vzduchu, %	
		maximum	optimum
Teľatá - profylaktórium	do 0,5	75 <sup>1</sup>	50 - 70
Teľatá - mliečna výživa	do 3	75	50 - 70
Teľatá - rastlinná výživa	3 - 6	75	50 - 70
Odchod jalovíc	5 - 22	85	50 - 70
Výkrm dobytka	6 - 18	85	50 - 70
Dojnice-volné ustajnenie	nad 18	80	50 - 70
-ustajnenie s priväzovaním		85	50 - 70
- pôrodnica		75	50 - 70
- dojáreň		85	50 - 70
Spojovacie priestory		85	50 - 70

### **3.5 Oblasti kritických teplôt a pásma tepelnej pohody pre hovädzí dobytok**

Teplota vzduchu vo vnútri ustajňovacích objektov je úzko spätá s vnútorným režimom budovy. Mení sa v závislosti od produkcie tepla zvieratami, obslužnými technologickými zariadeniami, vykurovacími telesami, tepelno-technickými vlastnosťami stavebných konštrukcií, od teploty vonkajšieho prostredia, insolácie a intenzity vetrania (Pogran, 2011).

**Tab. 7 Oblasti kritických teplôt a pásma tepelnej pohody pre hovädzí dobytok**

(Zdroj: Pogran, 2011)

Kategória	Rozpäťie hranice <i>DKT</i> pre vznik stresu z chladu	Termoneutrálna zóna	Rozpäťie hranice <i>HKT</i> pre vznik stresu z tepla
	°C	°C	°C
narodené teľa	-14 až -4	8 až 26	26 až 36
teľa vo veku 30 dní		0 až 24	24 až 30
teľa vo veku 100 dní		-4 až 21	21 až 31
jalovice	-32 až -10	-10 až 20	20 až 27
kravy s dojivost'ou 22 kg	-26 až -2	-2 až 22	22 až 28
kravy s dojivost'ou 40 kg	-30 až -6	-6 až 20	22 až 26

### 3.6 Odporúčané maximálne rýchlosťi prúdenia vzduchu v zóne zvierat

Rýchlosť prúdenia vzduchu v maštali musí zabezpečovať dostatočnú výmenu vzduchu. Jej maximálna hodnota je však limitovaná a závisí od druhu a kategórie zvierat.

**Tabuľka 8 Odporúčané maximálne rýchlosťi prúdenia vzduchu v zóne pobytu zvierat**

(Zdroj: Brestenský, 2006)

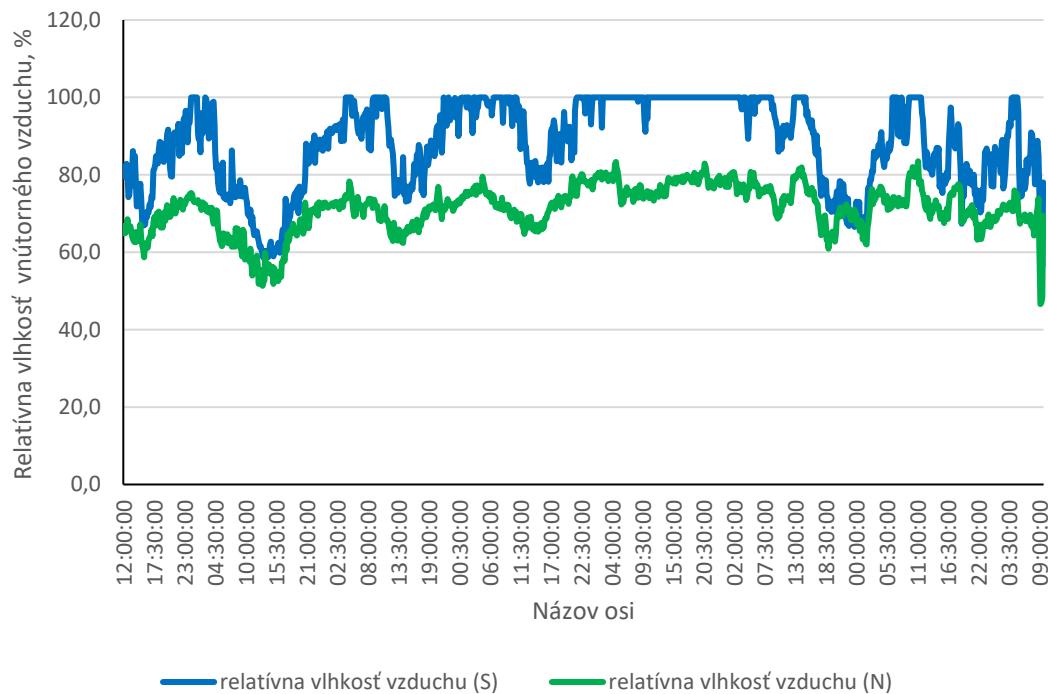
Druh a kategória zvierat	Odporučená maximálna rýchlosť prúdenia vzduchu, m.s <sup>-1</sup> pri teplote		
	minimálnej	optimálnej	vyššej ako optimálnej
<b>DOBYTOK</b>			
Teľatá	0,15	0,5	1,0
Jalovice, výkrm	0,2	0,5	1,5
Dojnice – kombinovaná úžitkovosť	0,15 až 0,25	0,5	1,0*, **
Dojnice – mliečny typ	0,15 až 0,25	0,5	1,4*, **
<b>OŠÍPANÉ</b>			
Ciciaky	do 0,05	0,2	0,3
Odchov odstavčiat – I. etapa	do 0,05	0,2	0,5
Odchov odstavčiat – II. etapa	do 0,05	0,2	0,5
Výkrm – I. etapa	do 0,1	0,3	1,0
Výkrm – II. etapa	do 0,1	0,3	2,0
Výkrm – III. etapa	do 0,1	0,3	2,0
Pripúšťané a prasné prasnice, kance, plemenné ošípané	do 0,1	0,3	2,0
Prasnice dojčiace	do 0,05	0,2	0,5

## 4 Výsledky práce

### 4.1 Výsledky kontinuálneho merania teploty a vlhkosti

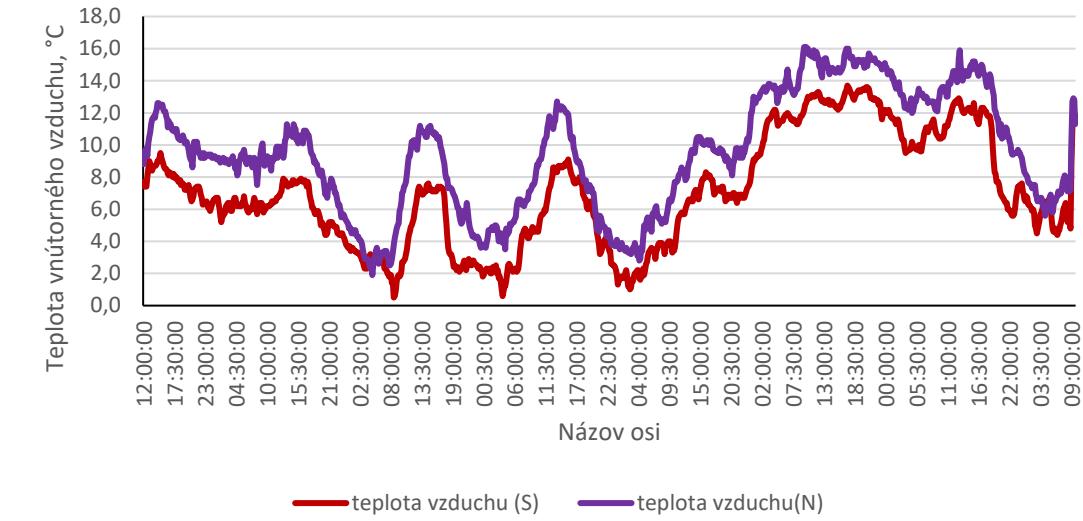
Priebeh relatívnej vlhkosti a teploty vnútorného vzduchu počas sledovaného obdobia v objekte S a N je znázornený na obrázkoch č. 18 a 19.

Priemerná relatívna vlhkosť vzduchu v starom objekte (S) bola  $88,3 \pm 11,2\%$  s maximálnou hodnotou 100 % a minimálnou 58,5 %. V novom objekte bola priemerná relatívna vlhkosť vzduchu  $71,3 \pm 6,01\%$  s maximálnou hodnotou 83,5 % a minimálnou 46,6 %.



*Obrázok č. 18 Priebeh relatívnej vlhkosti v starom a novom objekte*

Priemerná hodnota teploty vzduchu v starom objekte (S) bola  $7,1 \pm 3,4\text{ }^{\circ}\text{C}$  s maximálnou hodnotou  $13,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  a minimálnou  $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . V novom objekte bola priemerná teplota vzduchu  $9,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  s maximálnou hodnotou  $16,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  a minimálnou  $1,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



**Obrázok č. 19**

Z výsledkov vyplýva, že v starom objekte boli mikroklimatické podmienky horšie ako v novom objekte, vlhkosť bola vyššia a teplota nižšia. Príčinou bolo, že stará maštaľ mala otvorené okná a všetky vráta. V novej maštali počas daždivého a veterného počasia boli stiahnuté zvinovacie plachty s protiprievanovým tkanivom a uzavorené všetky vstupné dvere, preto teplota vo vnútri maštale bola vyššia. V oboch objektoch sa teplota pohybovala v pásmi termoneutrálnej zóny. Optimálna vlhkosť vzduchu však bola prekročená v starom objekte, práve kvôli tomu, že objekt bol otvorený aj v daždivých dňoch.

**Tab. 9 Časť merania z obrázkov 18 a 19**

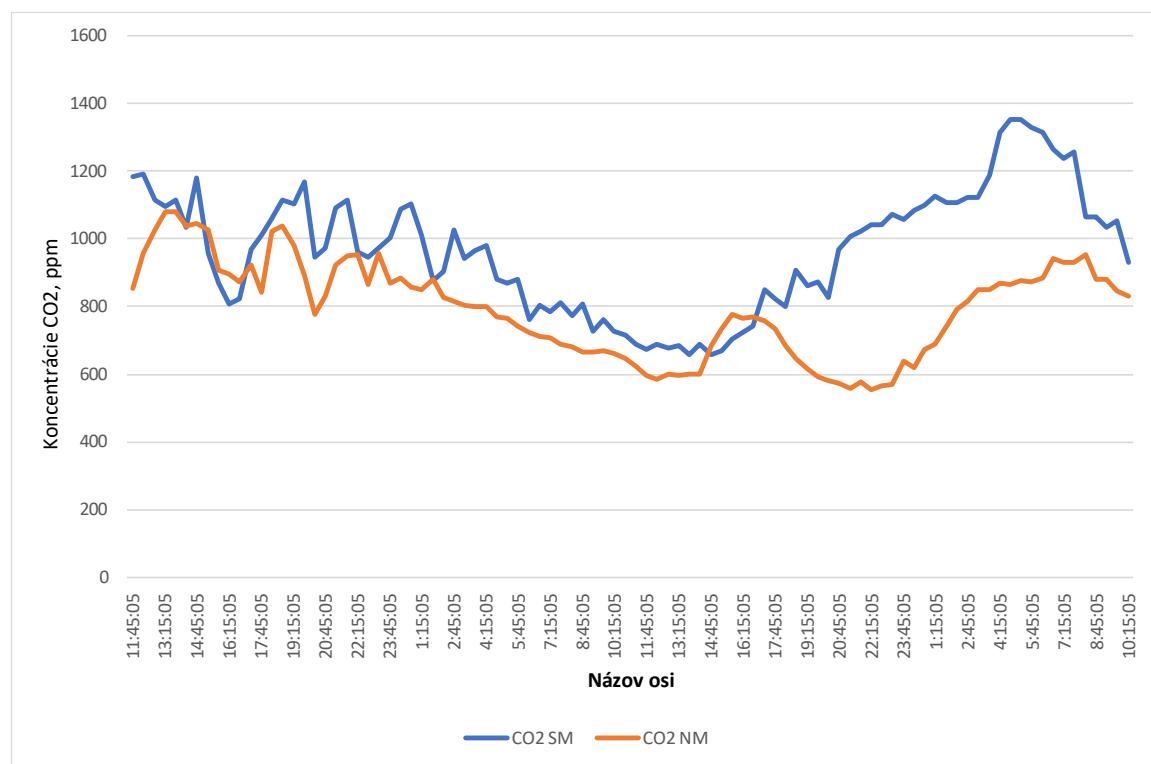
DATE	TIME	Teplota vzduchu (S)	Vlhkosť vzduchu (S)	Teplota vzduchu (N)	Vlhkosť vzduchu (N)
13.2.2023	12:00:00	7,7	79,8	8,8	66,8
13.2.2023	12:10:00	7,4	79,5	9,6	64,9
13.2.2023	12:20:00	7,4	82,2	9,5	65,0
13.2.2023	12:30:00	7,4	82,8	9,8	66,0
13.2.2023	12:40:00	8,0	80,5	9,3	68,5
13.2.2023	12:50:00	8,5	74,2	10,1	66,5
13.2.2023	13:00:00	9,0	75,0	10,5	66,5
13.2.2023	13:10:00	8,8	79,5	10,8	66,7
13.2.2023	13:20:00	8,5	77,1	11,3	65,9
13.2.2023	13:30:00	8,4	80,1	11,6	64,2
13.2.2023	13:40:00	8,6	86,1	11,7	63,4
13.2.2023	13:50:00	8,7	80,6	11,8	62,8
13.2.2023	14:00:00	8,7	84,9	11,7	62,6

## 4.2 Výsledky kontinuálneho merania koncentrácií CO<sub>2</sub>

S prístrojom DL-CO<sub>2</sub> bola meraná v starom aj v novom objekte súčasne kvalitu vzduchu z hľadiska produkcie oxidu uhličitého.

Z výsledkov je zrejmé, že obsah CO<sub>2</sub> v starej maštali bol vyšší ako v novej maštali. Priemerná koncentrácia CO<sub>2</sub> v starej maštali bola na úrovni  $967,28 \pm 181,80$  ppm a v novom bola  $791,38 \pm 140,66$  ppm. Maximálna koncentrácia CO<sub>2</sub> bola v starom objekte 1354,56 ppm a minimálna koncentrácia CO<sub>2</sub> bola 657,21 ppm. V novom objekte bola maximálna hodnota 1080,54 ppm a minimálna 555,13 ppm.

Hladina koncentrácie oxidu uhličitého neprekročila povolenú hranicu 2 500 ppm ani v jednom zo sledovaných objektov.



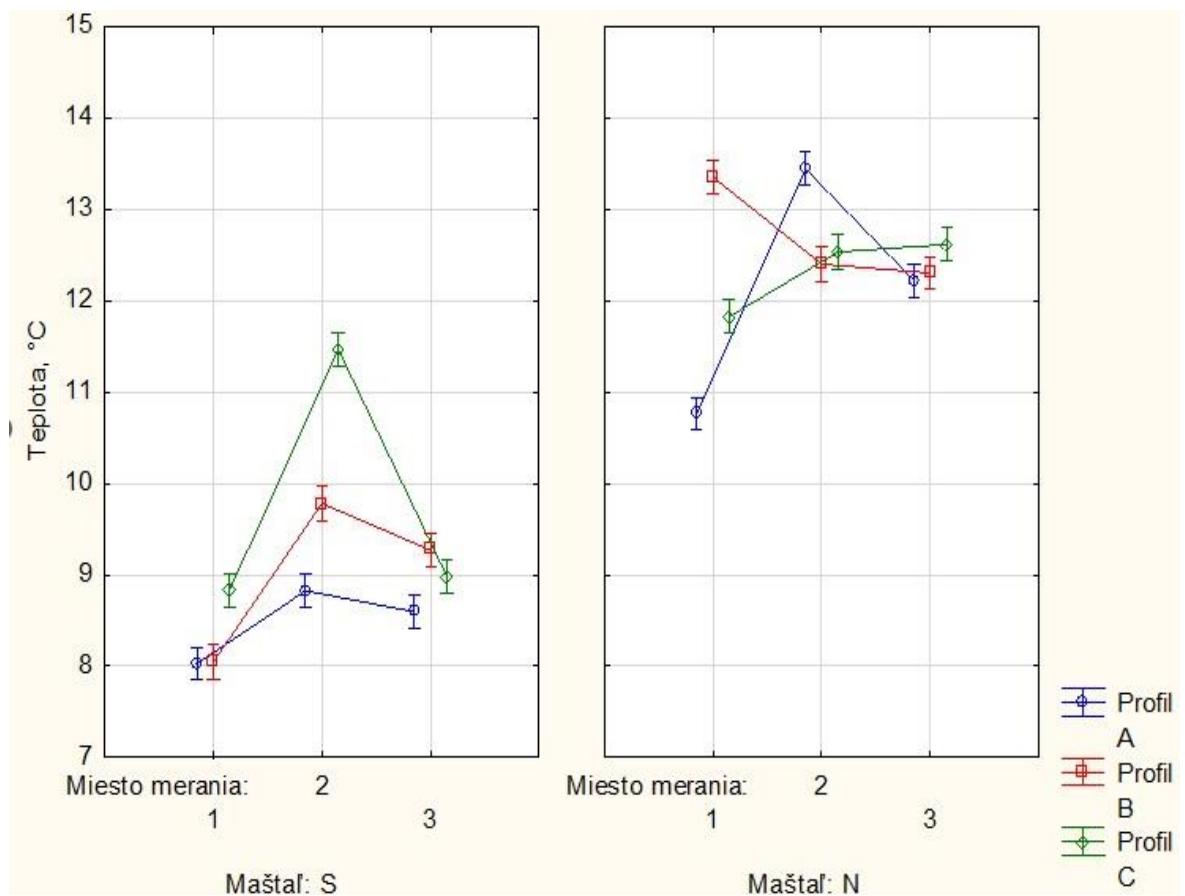
Obrázok č. 20 Priebeh koncentrácie CO<sub>2</sub>

### 4.3 Meranie pomocou prístroja Almemo 2590

S prístrojom Almemo bolo merané na presne určených miestach merania, ktoré sú zaznačené v pôdorysoch na obrázku č. 21 a 22. V každom objekte bolo merané v troch profilocho A, B, C. V každom profile boli tri miesta merania (1, 2, 3), na ktorých prebiehalo ambulantné meranie teploty, vlhkosti a rýchlosťi prúdenia vzduchu v troch opakovaniach. Namerané dátá boli spracované pomocou programu Statika 10. V tabuľke 10 sú z nameraných dát vypočítané priemerné hodnoty teploty, vlhkosti a relatívnej rýchlosťi vzduchu starého a nového objektu.

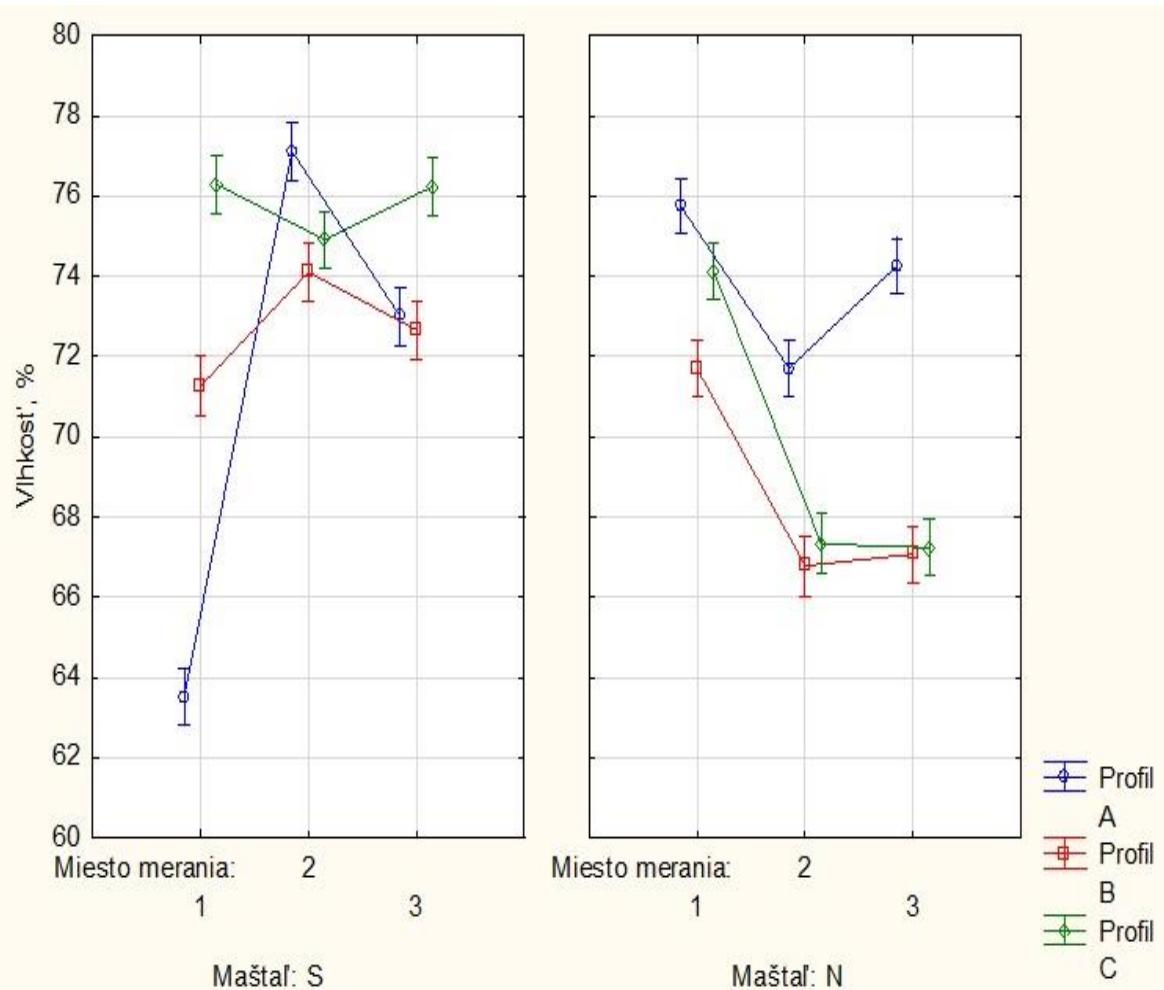
**Tab.10 Priemerné hodnoty teploty, vlhkosti a relatívnej rýchlosťi vzduchu na jednotlivých miestach merania**

Profil	Miesto merania	Maštaľ	Teplota, priemer, °C	Teplota, st. odch., °C	Vlhkost', priemer, %	Vlhkost', st. odch., %	Rýchlosť', priemer, m.s⁻¹	Rýchlosť', st. odch., m.s⁻¹	N
A	1	S	8,03	0,18	63,51	0,82	0,21	0,01	64
A	1	N	10,76	0,08	75,75	0,19	0,23	0,01	65
A	2	S	8,83	0,05	77,12	0,30	0,24	0,02	59
A	2	N	13,44	0,05	71,71	0,17	0,17	0,00	61
A	3	S	8,59	0,09	73,01	0,79	0,21	0,01	59
A	3	N	12,22	0,16	74,27	0,30	0,19	0,00	65
B	1	S	8,05	0,05	71,27	0,18	0,18	0,01	57
B	1	N	13,35	0,09	71,70	0,30	0,17	0,01	61
B	2	S	9,78	0,04	74,11	0,24	0,29	0,01	60
B	2	N	12,40	0,08	66,79	0,26	0,15	0,01	55
B	3	S	9,27	0,15	72,67	0,33	0,23	0,01	57
B	3	N	12,30	0,04	67,08	0,19	0,15	0,01	62
C	1	S	8,83	0,05	76,30	0,13	0,24	0,00	61
C	1	N	11,83	0,15	74,15	0,40	0,20	0,01	61
C	2	S	11,47	0,06	74,92	0,37	0,29	0,02	62
C	2	N	12,53	0,06	67,33	0,19	0,15	0,01	55
C	3	S	8,98	0,03	76,25	0,14	0,24	0,00	61
C	3	N	12,61	0,05	67,24	0,17	0,15	0,01	62



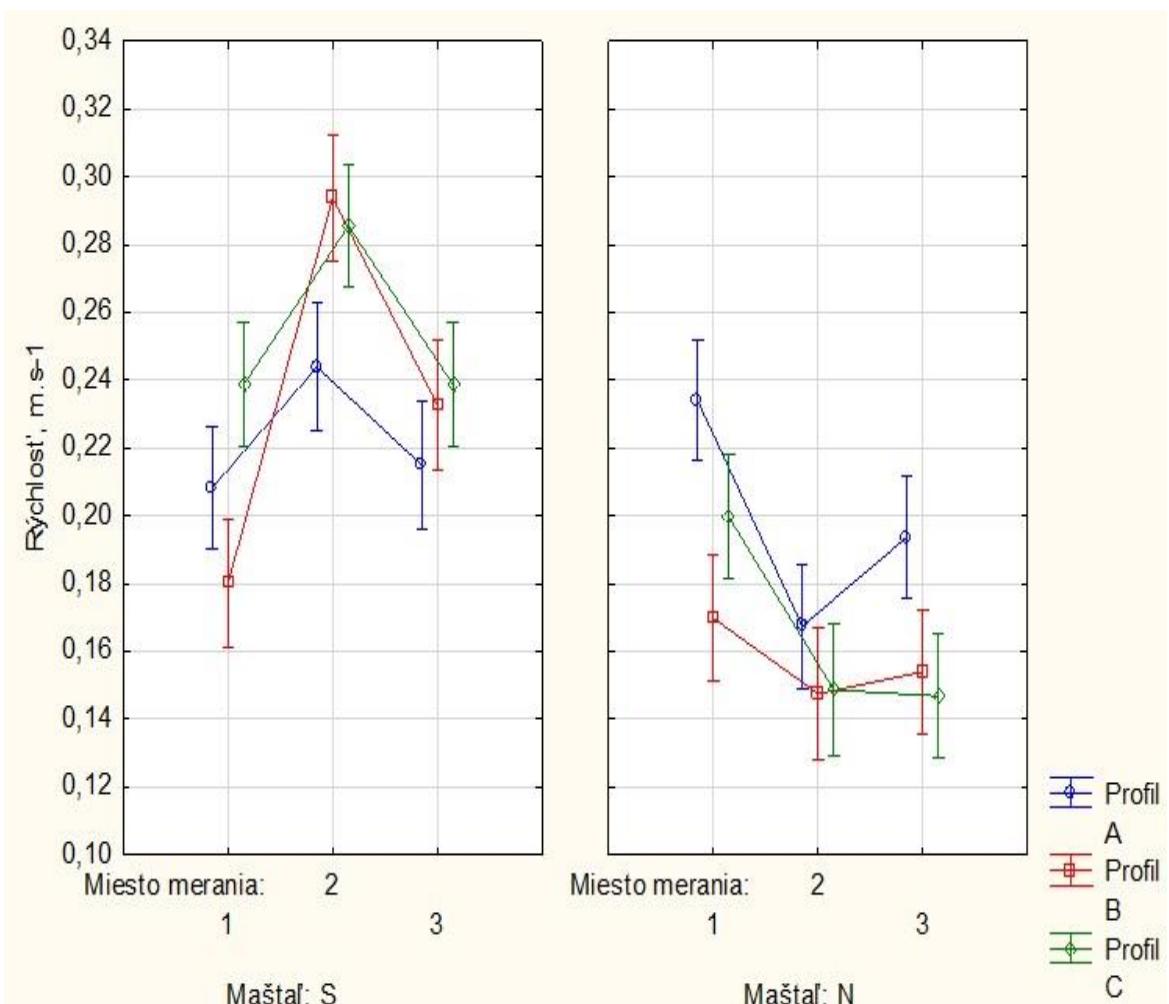
**Obrázok č. 21 Porovnanie priemerných hodnôt teploty vzduchu na jednotlivých miestach merania v objekte S a N (Anova)**

Z výsledkov vyplýva, že v starej maštali sa teploty na jednotlivých miestach v profile A, B, C významne líšili. V novom objekte sa líšili v profile A, v profile B a C sa líšili iba v mieste 1. Tiež je zrejmé, ako pri kontinuálnom meraní, že teplota v objekte S bola nižšia ako v objekte N aj počas ambulantného merania. Je to dôsledkom zle zabezpečeného objektu proti vplyvom vonkajšej klímy.



**Obrázok č. 22 Porovnanie priemerných hodnôt vlhkosti vzduchu na jednotlivých miestach merania v objekte S a N (Anova)**

Z výsledkov Anovy vyplýva, že v starej maštali sa vlhkosť vzduchu v profile A významne líšila. V profile B sa významne líšila priemerná vlhkosť iba v mieste merania 1 a v profile C sa hodnoty významne nelíšili. V novom objekte sa hodnoty priemernej vlhkosti významne líšili v profile A, v profile B a C sa významne líšili iba v mieste 1. Tiež je zrejmé, ako pri kontinuálnom meraní, že teplota v objekte S bol nižšia ako v objekte N aj počas ambulantného merania. Je to dôsledkom zle zabezpečeného objektu proti vplyvom vonkajšej klímy.



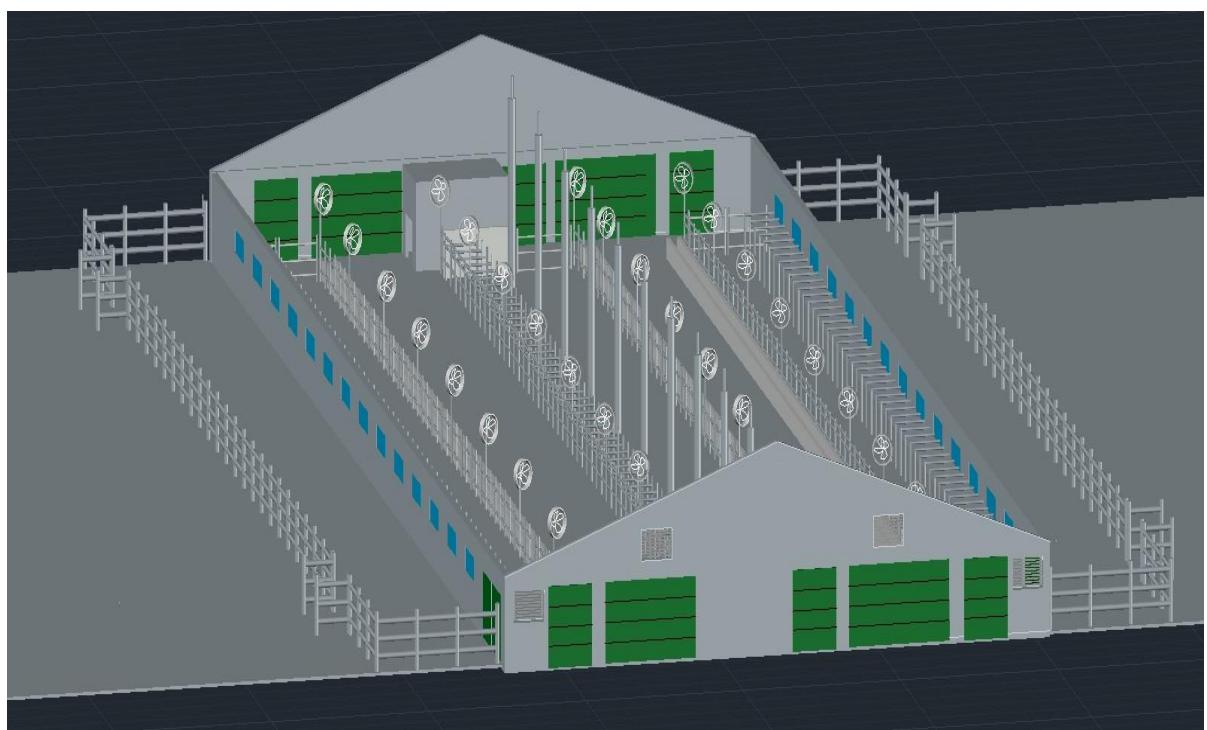
**Obrázok č. 23 Porovnanie priemerných hodnôt rýchlosťi prúdenia vzduchu na jednotlivých miestach merania v objekte S a N (Anova)**

Z výsledkov Anovy vyplýva, že v starej maštali sa rýchlosť prúdenia vlhkosť vzduchu sa významne líšila na jednotlivých miestach iba v profile B. V novom objekte sa hodnoty priemernej rýchlosťi vzduchu v profile A a C významne líšili iba na mieste merania 1, v profile B sa priemerné hodnoty významne nelíšili na jednotlivých miestach merania. Je možné skonštatovať, že rýchlosťi prúdenia vzduchu sa pohybovali v pásmi optimálnych hodnôt, t. j. do  $0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

#### 4.4 Návrh opatrení

Navrhli sme dve alternatívy opatrení, pri ktorých sme použili poznatky získané pri prehliadke novej maštale v Oponiciach. Pri oboch riešeniacach sme starú maštaľ upravili tak, aby sme všetky zbytočné otvory utesnili. Premiestnili sme miestnosť, kde je uložená elektrika a potrebné prístroje používané v maštali na iné miesto z hľadiska ľahšieho používania týchto priestorov. Pre lepšiu ukážku sme vytvorili v programe AutoCAD 3D model, na ktorom je vidieť presné zmeny v prvom aj v druhom riešení.

##### Alternatíva 1 - Návrh systému vetrania pomocou ventilátorov



Obrázok č. 24 Alternatíva 1 - Pohľad z južnej strany



*Obrázok č. 25 Alternatíva 1 – Pohľad zo severnej strany*

Na obrázku č. 24 a č. 25 je vidieť, že sú zrušené všetky nepotrebné otvory a sú nahradené garážovými bránami a sklenenými oknami. Pridané sú ventilátory, ktoré sú nasmerované na ventilačné mriežky, ktoré sú vyrobené na mieru. Umiestnené sú tu ventilátory od firmy Topcool v počte 32 kusov (obr. 26). Odporúčaná vzdialenosť medzi sebou je 7-9 metrov. Na obrázku č. 24 a 25 sú od seba 7 metrov podľa teoretických poznatkov pre správne prúdenie vzduchu v maštali. Jeden ventilátor má priemer 1000 mm. Celá stará maštaľ je upravená tak, aby bol pohodlný pohyb či už pre obsluhu alebo pre zvieratá a aby neboli nadbytočný únik tepla von z maštale. V starom objekte je vidieť na obrázku č. 7 a 8, že sú otvory pre okná, ale nie sú zasklené. V našom prvom návrhu je vidieť, že sme do týchto otvorov osadili okná, ktoré sú otvárateľné na prienik čerstvého vzduchu z vonku. Hlavné garážové dvere sú v počte 8 kusov a sú otvárateľné elektricky. Dvere, ktoré sú umiestnené v tejto alternatíve sú otvárateľné manuálne. Ďalej sú pridané ohrady vo výbehu, pretože v momentálnom stave tohto objektu tam chýbajú a taktiež sa pridali chýbajúce ležiskové boxy.



priemer ochranného koša 1000 mm

inštalačný rozpon 7-9 m

objem preneseného vzduchu 15 486 m<sup>3</sup> /hod

**Obrázok č. 26 Košový ventilátor Topcool 36**

### **Ekonomické zhrnutie**

**Tab. 11 Ekonomické zhrnutie prvého riešenia**

Názov produktu	Počet kusov	Cena
Garážové dvere	10	30 000,00 €
Ventilátory	32	19 200,00 €
Okná	28	42 000,00 €
Ventilačné mriežky	4	1 520,00 €
Tehla	900	200,00 €
Drevené dvere	2	3 000,00 €
Železné ohrady	106	8 000,00 €
Železné brány	6	10 000,00 €
Elektrika		5 000,00 €
Práce		15 000,00 €
Zhrnutie cena s DPH		<b>133 920,00 €</b>

## Alternatíva 2 - Návrh systému tunelového vetrania



Obrázok č. 27 Alternatíva 2 – Pohľad z južnej strany



Obrázok č.28 Alternatíva 2 – Pohľad zo severnej strany

V druhom riešení sú v podstate podobné zmeny. To čo sa mení sú dve veci: Prvou je ventilačný systém, ktorý je viditeľný na obrázkoch č. 27 a 28. Jedná sa o tunelové vetranie. Je to určite zložitejší systém z hľadiska montovania. Určite je to aj finančne náročnejšie. Druhou vecou, ktorá sa mení sú okná. Pri tomto riešení by sa nezasklieval tento objekt, pretože cez tunelové vetranie ide veľký príjem čerstvého vzduchu a použitý vzduch sa musí vytláčať nejakou cestou von. Preto sa zvolil postup vysekania otvorov v miestach, kde sú teraz otvory na okná. Tieto otvory by boli podobné ako sú v novom objekte a boli by vo výške 80 cm od úrovne terénu. Na tieto otvory by sa osadili špeciálne siete, ktoré zabraňujú prieniku vtákov alebo iných zvierat dnu, ale majú aj ochrannú funkciu, aby nevznikal zbytočný prievan pre dobytok.

### **Ekonomické zhrnutie**

**Tab. 12 Ekonomické zhrnutie druhého riešenia**

Názov produktu	Počet kusov	Cena
Garážové dvere	10	31 500,00 €
Tunelové vetranie	3	30 000,00 €
Tehla	900	200,00 €
Drevené dvere	2	3 000,00 €
Železné ohrady	106	8 000,00 €
Železné brány	6	10 000,00 €
Elektrika		5 000,00 €
Práce		15 000,00 €
Búracie práce		5 000,00 €
Protiprievanové siete	16	30 000,00 €
Zhrnutie cena s DPH		<b>137 700,00 €</b>

## 5 Diskusia

Poznatky získané na základe prieskumu použitej literatúry a informácií dostupných na webových stránkach, ako aj výsledky hodnotenia meraných ukazovateľov, môžeme zhodnotiť celkovú kvalitu teploty vzduchu, vlhkosti vzduchu a rýchlosť prúdenia vzduchu. Kvalita vzduchu, t. j. teplota, vlhkosť a rýchlosť vzduchu v maštali je jedným z rozhodujúcich faktorov ovplyvňujúcich úžitkovosť zvierat. Rozhoduje nielen o produkcií, ale aj o zdravotnom stave zvierat. Primeranú klímu v maštali zabezpečuje vetranie. V súčasnom období vstupuje čoraz viac do popredia potreba vytvoriť pre zvieratá vhodné životné prostredie, ako faktor zdravia a vysokej úžitkovosti. Prostredie v maštali vplýva na hovädzí dobytok, jeho vplyv sa odráža na ich úžitkovosti a zdravotnom stave. Správna voľba vetracieho systému, dodržanie mikroklimatických parametrov má v dôsledku významnú úlohu. Závisí to aj na technologicko – stavebnom riešení objektu.

Vykonali sme merania v starom aj v novom objekte, aby sme vedeli porovnať rozdiely a následne sme navrhli novú ventilačnú technológiu do starého objektu. V starom objekte sme navrhli dve alternatívy.

V prvej alternatíve sme navrhli ventilátory, ktoré majú byť od seba odsadené 7 metrov. Ďalej sme navrhli do všetkých okenných otvorov okná, ktoré by mali byť otvárateľné z hľadiska prívodu vzduchu. V tomto objekte sú aj otvory pre vjazd mechanizmov na zakladanie krmiva a vyhŕňanie hnoja, ktoré sme museli uzavrieť. Navrhli sme elektrické otvárateľné dvere so zvinovacou plachtou, aké sú aj na novom objekte. Tým, že by sme utesnili všetky otvory, vedeli by sme dobre regulaovať vzduch v starom objekte.

V druhej alternatíve sme použili tunelový vetrací systém, ktorý je oproti samostatným ventilátorom finančne aj technicky náročnejší, ale efektívnejší. Jestvujúce okenné otvory by sme vybúrali na presné otvory, na ktorých sú osadené ochranné siete, ktoré zabraňujú prieniku vtáctva a vysokému prúdeniu vzduchu.

Do oboch alternatív som doplnil ležiskové boxy, ktoré v starom objekte chýbajú. Ak by sa konala rekonštrukcia celého objektu, tak sme navrhli aj takéto riešenie. Obe alternatívy sme navrhli tak, aby bol pohodlný pohyb, či už pre obsluhu alebo pre zvieratá. Podstielku by som nechal na výbere vedenia alebo zamestnancov, ktorí pracujú s týmito zvieratami každý deň a vedia čo potrebujú a čo je ekonomicky výhodnejšie, ale aj dobré pre pohodu zvierat.

Z hľadiska ventilácie a úniku tepla je nutné tento objekt čím skôr opraviť, preto odporúčame včasné konzultáciu s vedením podniku.

## 6 Záver

Cieľom tejto práce bolo zistiť, aké sú nedostatky v starej maštali. Naučili sme sa nové poznatky o hovädzom dobytku a o objektoch, kde je tento dobytok umiestnený. Museli sme si nájsť správne miesta na meranie. Presné stanoviská, ktoré sú zaznačené na obrázkoch boli presne konzultované, aby nám vyšli všetky merania správne. Pri všetkých meraniach sme postupovali správne a nevznikli žiadne chyby z merania. Všetky namerané hodnoty sme potom vložili do programu Excel a Statistica, kde sme si spracovali namerané dátá do tabuľiek a grafov. Z vyhodnotenia údajov mikroklimatických parametrov v programe Statistica nameraných pri ambulatnom meraní bolo zistené, že v starom objekte bola teplota vzduchu, vlhkosť aj rýchlosť prúdenia vzduchu veľmi nerovnomerná a to hlavne z dôvodu, že všetky okná a vstupné vráta boli nefunkčné a teda všetko bolo otvorené. Preto boli navrhnuté vhodné alternatívne riešenia stavebno-technologického systému ustajnenia a vetrania. Ventilačné opatrenia sme navrhovali na základe už použitých rozmiestnení v novej maštali, ale navrhli sme aj nové riešenie, pretože nová mašta má tiež už zhruba 10 rokov a technológie sa posúvajú dopredu každým dňom.

V práci sme pri navrhovaní novej maštale vytvorili dve riešenia. Urobili sme to pre to, aby sa majiteľ vedel rozhodnúť pre spôsob, ako chce mať umiestnené ventilačné systémy a líšia sa aj ceny. Nie je to veľký rozdiel, ale niekedy aj to zaváži na tom, aby sa niečo mohlo realizovať.

**Tab. 11 Ekonomické zhrnutie prvého riešenia**

Názov produktu	Počet kusov	Cena
Garážové dvere	10	30 000,00 €
Ventilátory	32	19 200,00 €
Okná	28	42 000,00 €
Ventilačné mriežky	4	1 520,00 €
Tehla	900	200,00 €
Drevené dvere	2	3 000,00 €
Železné ohrady	106	8 000,00 €
Železné brány	6	10 000,00 €
Elektrika		5 000,00 €
Práce		15 000,00 €
Zhrnutie cena s DPH		<b>133 920,00 €</b>

**Tab. 12 Ekonomické zhrnutie druhého riešenia**

Názov produktu	Počet kusov	Cena
Garážové dvere	10	31 500,00 €
Tunelové vetranie	3	30 000,00 €
Tehla	900	200,00 €
Drevené dvere	2	3 000,00 €
Železné ohrady	106	8 000,00 €
Železné brány	6	10 000,00 €
Elektrika		5 000,00 €
Práce		15 000,00 €
Búracie práce		5 000,00 €
Protiprievanové siete	16	30 000,00 €
Zhrnutie cena s DPH		<b>137 700,00 €</b>

Medzi prvým a druhým riešením je v cene rozdiel 3 780 €. Aj keď je druhé navrhované riešenie vyššie, z môjho pohľadu je tunelová ventilácia efektívnejšia, pretože v letných mesiacoch je možné týmto systémom ochladzovať vzduch a v zimných mesiacoch zohrievať vzduch.

## Zoznam použitej literatúry

- ARBEL, A. – BARAK, M. – SHKLYAR, A. 2007. Dairy Barns Cooling: Integrated high pressure fooding system with air ventilation and circulation systems. In: *Annual international meeting ASABE* Minneapolis Convention Center Minneapolis, Minnesota N: 074123.
- ARMSTRONG, D.V. 1994. Heat stress interaction with shade and cooling. In: *Journal of Dairy Science* 77: 2044-2050.
- BARNWELL, R - ROSSI, A. 2002. Maximizing Performance During Hot Weather. Technical Focus. Publication of Cobb-Vantress, Inc. ONE 2002, p. 1-6.
- BIANCA, W. 1962. Relative importance of dry- and wet-bulb temperatures in causing heat stress in cattle. In: *Nature* 195: 251-252.
- BICKERT, W. G. a kol. 1995: Dairy Freestal Housing and Equipment. MidWest Plan Service, Agricultural and Biosystems Engineering Department, Iowa State University, Ames, 123 s
- BOHMANOVA, J., I. MISZTAL, AND J. B. COLE. 2007. Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress. In: *J. Dairy Sci.* 90:1947–1956.
- BOTTO, L. a kol. 2002. Maštaľná klíma a vetranie. In: Sprievodca chovateľa hospodárskych zvierat. VÚŽV Nitra. s. 127-130. ISBN 80-88872-18-9.
- BRESTENSKÝ, V. a kol. 2002: Sprievodca chovateľa hospodárskych zvierat. VÚŽV Nitra, 231 s.
- BRESTENSKÝ, V. – MIHINA, Š. 2006. Organizácia a technológia chovu mliekového hovädzieho dobytka. SCPV Nitra, 109 s. ISBN 80-88872-53-7.
- ČERNÁ, D 2005: Ustájení telat a jalovic ze stavebne-technických aspektů. In: Využití rezerv při intenzívním odchovu telat a jalovic: Sbor. ze sem., VÚŽV Uhříněves. s. 27-46.
- DOLEŽAL O. – ČERNÁ D. – KNÍŽEK J. 1996: Boxové lože - netradičné podlahoviny. Metodické listy. VÚŽV Praha-Uhřiněves, 01/04, , 8 s.
- GROHMAN, J. S. 1981, Keeping a family cow: a complete guide to raising cows and producing dairy products for home use. New York: Scribner

HASHEIDER, P. – JOHNSON, D. 2011. The family cow handbook: a guide to keeping a milk cow. Minneapolis: Voyageur Press.

LOUDON, T. L. a kol.: Livestock waste facilities handbook. MidWest Plan Service, Iowa State University, Ames, Iowa, 1993, 109 s.

MIHINA, Š. – BRESTENSKÝ, V. – SKLENÁR, D. 1998: Alternatívy riešení rekonštreukcií objektov pre hovädzí dobytok. VÚŽV Nitra, 141 s.

OWEN, J. a kol., 1994: The Desing of Dairy Cow Housing. Report of the CIGR Section II, Working Group No 14, Cattle Housing, 54 s.

POGRAN, Š. a i. 2011. Kvalita vnútorného prostredia ustajňovacích objektov. Nitra : SPU, 2011.242 s. ISBN 978-80-552-0557-1.

Agromont Nitra. [cit. 2023-04-12]. Dostupné na:

<http://agromont.usbfactory.sk/produkty/vybavenie-mastale/ventilatory-a-rozprasovacie-dyzy/ventilatory-schaefer/>

COMET-S3121 záZNAMník teploty a vlhkosti. [cit. 2023-03-10]. Dostupné na:  
<https://eshop.micronix.cz/merici-technika/neelektricke-veliciny/teplota-a-vlhkost/vlhkomery-s-teplomerem/se-zaznamem/s-3121.html>

Datalogger - sada ALMEMO 2590-4AS/ SET [cit. 2023-03-8]. Dostupné na:  
<https://www.ahlborn.cz/pristroje/datalogger/datalogger-sada-almemo-2590-4as-set-4-univerzalni-vstupy.html>

Datalogger CO2 - DL-CO2-CT-RF-V2. [cit. 2023-03-8]. Dostupné na:  
[https://www.zefin.cz/produkty/snimace-co2/cidla-co2-protronix/Datalogger-CO2---DL-CO2-CT-RF-V2\\_\\_s1008x2159p.html](https://www.zefin.cz/produkty/snimace-co2/cidla-co2-protronix/Datalogger-CO2---DL-CO2-CT-RF-V2__s1008x2159p.html)

Tunelové vetranie. [cit. 2023-04-8]. Dostupné na: <https://sk.schauer-agrotronic.com/hovaedzi-dobytok/rinderstalllueftung/schlauchlueftung>

Vysokoškolský poľnohospodársky podnik Slovenskej poľnohospodárskej univerzity. [cit. 2023-04-8]. Dostupné na: <http://vppspu.sk/index.html>