

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta



Technika prostředí na farmách pro chov dojnic

Diplomová práce

Autor: Bc. Pozdeeva Yulia

Vedoucí práce: prof. Ing. Pavel Kic, DrSc.

2021

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Yulia Pozdeeva

Procesní inženýrství
Technologická zařízení staveb

Název práce

Technika prostředí na farmách pro chov dojníc

Název anglicky

Indoor environmental technology on dairy farms

Cíle práce

Cílem diplomové práce je zhodnotit vnitřní prostředí v objektech pro chov dojníc a zvážit možnosti zlepšení vnitřního prostředí z hlediska pohody prostředí pro zvířata i pracovníky. Zaměřit se především na metody, umožňující dodržení potřebných provozních a hygienických parametrů pohody prostředí.

Na základě poznatků z literatury i vlastních úvah a měření ověřit především tepelný stav prostředí, plynné škodliviny, prašnost, osvětlení a hlučnost prostředí v základních technologických částech a sekcích farmy. Při výzkumu této problematiky posoudit vhodnost použitých stavebních materiálů, tepelně technické vlastnosti staveb, technologická zařízení a vybavení stájí. Navrhnout a doporučit vhodná opatření a řešení pro praxi.

Metodika

Úvod

Cíl práce

Současný stav sledované problematiky

Metodika práce

Výsledky a diskuse

Závěr a doporučení

Seznam použitých zdrojů

Přílohy

Doporučený rozsah práce

50 až 60 stran textu

Klíčová slova

Dojírna; energie; konstrukce; pohoda prostředí; stáj

Doporučené zdroje informací

Časopisy: Czech Journal of Animal Science; Náš chov; Vytápění, větrání, instalace; Zemědělec
Daniels, K.: Technika budov. Jaga, Bratislava, 2003, 519 s
Kic, P.-Brož, V.: Tvorba stájového prostředí. IVV Mze ČR, 1995, 47 s.
Kic, P.-Brož, V.: Zařízení pro větrání a klimatizaci stájí. IVV Mze ČR, 2000, 71 s.
Kic, P.: Nové trendy v zemědělské technice. Technika na farmách skotu. ÚZPI, Praha, 1998, 56 s.
Kic, P.: Úprava vzduchu ve stájových objektech. ÚZPI, Praha, 1996, 42 s.
Nový, R. et al: Technika prostředí. ČVUT, Praha, 2000, 265 s.
Székyová, M.-Ferstl, K.-Nový, R.: Větrání a klimatizace. JAGA, Bratislava 2006, 359 s.

Předběžný termín obhajoby

2019/2020 LS – TF

Vedoucí práce

prof. Ing. Pavel Kic, DrSc.

Garantující pracoviště

Katedra technologických zařízení staveb

Elektronicky schváleno dne 7. 1. 2019

doc. Ing. Jan Malaťák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 15. 2. 2019

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 20. 04. 2020

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Technika prostředí na farmách pro chov dojníc vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědoma, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Jsem si vědoma, že moje diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí. Jsem si vědoma že, na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

V Praze dne.....

Podpis autora.....

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce prof. Ing. Pavlovi Kicoví, DrSc. za odborné rady, pomoc při měření a cenné připomínky. Dále děkuji mé rodině a příteli za podporu během celého studia.

Abstrakt: Tato diplomová práce se zabývá hodnocením prostředí stáje v letním období. A to z hlediska tepelné, vizuální, mikrobiologické a akustické pohody dojnic, dojnic v období stání na sucho a telat. Měření parametrů mikroklimatu stáje probíhalo v období od 11. 7. 2019 do 25. 7. 2019. V průběhu tohoto období bylo zaznamenáno několik tropických dní. V práci jsou zpracovány a shrnuty výsledky měření za toto období. Samo měření bylo rozděleno na tři fáze. Výsledky první fáze obsahují informace o hodnotách teplotně-vlhkostního indexu (THI) v různých objektech střediska. V druhé fázi jsou sledovány dvě modernizované stáje z hlediska rychlosti proudění vzduchu a dalších mikroklimatických parametrů. Naměřené hodnoty jsou následně porovnány mezi sebou. V třetí fázi jsou mezi sebou porovnány tři stáje z hlediska základních parametrů mikroklimatu. První z nich je nová produkční stáj, druhá – starší zděná stáj a nakonec třetí stáj – porodna. Na základě naměřených výsledků jsou následně navrženy vhodná opatření.

Klíčová slova: Dojírna; energie; konstrukce; pohoda prostředí; stáj.

Summary: This thesis elaborates on indoor environmental technology on dairy farms during the summer. In terms of visual, microbiological, and acoustic well-being of dairy cows, dry cows, and calves. Measurement of stable microclimate data occurred in the period from 11.07.2019 to 25.07.2019. During this period have been measured several tropical days. The thesis contains a summary and processing of measured data within this period. The measurement was carried out in three phases. The results of the first phase contain information on the values of the temperature-moisture index (THI) in various objects of the center. In the second phase, two modernized stables are monitored in terms of airflow rates and other microclimatic parameters. Then these parameters were compared between themselves. In the third phase, three stables were compared in terms of basic parameters of microclimate. The first is a new production stable, the second - an older brick stable, and a third stable - the maternity stable. Based on the measured results, I suggest recommendations for adjustments to the dairy farms.

Key words: Milking parlor, energy, construction, welfare, dairy cows

Obsah

1. Úvod	10
2. Cíl práce.....	11
3. Metodika práce	12
4. Teoretická východiska	13
4.1 Stav vnitřního prostředí	13
4.2 Teplota vzduchu	13
4.3 Relativní vlhkost (RH).....	14
4.4 Teplotně-vlhkostní index (THI).....	15
4.5 Black globe humidity index (BGHI)	17
4.6 Rychlost proudění vzduchu	17
4.7 Plynné škodliviny	18
4.8 Prašnost.....	19
4.9 Intenzita osvětlení.....	19
4.10 Hlučnost prostředí.....	20
4.11 Větrání	20
4.11.1 Přirozené větrání.....	20
4.11.2 Nucené větrání.....	21
5. Praktická část práce	22
5.1 Charakteristika střediska.....	22
5.1.1 Charakteristika nové produkční stáje s dojárnou	23
5.1.2 Charakteristika porodny	25
5.1.3 Charakteristika zděné stáje	26
5.1.4 Charakteristika venkovních boxů	27
5.2 Postup měření	27
5.2.1 První fáze měření.....	27
5.2.2 Druhá fáze měření	28
5.2.3 Třetí fáze měření.....	29

5.3 Měřicí přístroje	31
5.3.1 Záznamové zařízení	31
5.3.2 Měření teploty a relativní vlhkosti.....	31
5.3.3 Měření koncentrace CO ₂	32
5.3.4 Měření intenzity slunečního záření.....	32
5.3.5 Měření intenzity osvětlení	32
5.3.6 Měření hluku.....	32
5.3.7 Měření prašností	33
5.3.8 Měření proudění vzduchu	33
5.3.9 Měření povrchových teplot.....	33
6. Výsledky měření a diskuse	34
6.1 Výsledky první fáze měření.....	34
6.1.1 THI v dojárně	34
6.1.2 THI v produkční stáji.....	36
6.1.3 THI v porodně	37
6.1.4 THI ve venkovním skupinovém boxu	38
6.1.5 THI v individuálních venkovních boxech	40
6.1.6 THI v zděné stáji.....	42
6.2 Výsledky druhé fáze měření	44
6.2.2 Výsledky teplot.....	44
6.2.3 Výsledky relativní vlhkosti.....	46
6.2.4 Výsledky THI a BGHI.....	46
6.2.5 Posouzení druhu střešních krytin z hlediska prostupu tepla.....	47
6.2.5 Výsledky intenzity osvětlení	48
6.2.6 Výsledky CO ₂	48
6.2.7 Výsledky proudění vzduchu	49
6.2.8 Výsledky prašnosti	51
6.2.9 Výsledky hlučností	53
6.3 Výsledky třetí fáze měření.....	53

6.3.1 Výsledky teplot.....	54
6.3.2 Výsledky relativní vlhkostí.....	55
6.3.3 Výsledky THI a BGHI.....	56
6.3.4 Posouzení druhu střešních krytin z hlediska prostupu tepla.....	56
6.3.5 Výsledky denního osvětlení.....	61
6.3.6 Výsledky CO ₂	61
6.3.7 Rychlost proudění vzduchu v produkční stáji	62
6.3.8 Výsledky prašnosti	63
6.3.9 Výsledky hlučností	64
6.4 Problém venkovního individuálního boxu	65
6.4.1 Prašnost ve VIB	66
7. Závěr a doporučení	68
8. Seznam použitých zdrojů.....	70
9. Přílohy	79

1. Úvod

Podle záznamu metrologického ústavu se v Česku každý rok zvyšuje počet horkých dní v roce, naopak ale stoupá počet studených. Podle těchto předpokladů je třeba začít hlouběji uvažovat o způsobech eliminace stresu dojnic vyvolaného tepelnou nepohodou.

Parametry prostředí na farmách pro chov dojnic mají významný vliv na zdraví a celkovou pohodu zvířat, tím pádem i na kvalitu a produkci mléka. Pouze při dodržení hodnot prostředí na optimální úrovni jsou dojnice ve stavu pohody. Z tohoto důvodu jsou správně navržené konstrukční provedení stáje a technika prostředí klíčem k udržení pohodových parametrů mikroklimatu stáje. Pomocí vhodné techniky prostředí můžeme vyrovnat některé odchylky v parametrech, které jsou způsobené špatnou konstrukcí stavby nebo stářím stavby. A to i v případě stájí. Technika prostředí se zabývá celkovou problematikou úprav vnitřního prostředí staveb pomocí vhodných technologických zařízení.

2. Cíl práce

Cílem diplomové práce je zhodnotit vnitřní prostředí v objektech pro chov dojnic a zvážit možnosti zlepšení vnitřního prostředí z hlediska pohody prostředí pro zvířata i pracovníky. Zaměřili jsme se především na metody umožňující dodržení potřebných provozních a hygienických parametrů pohody prostředí.

Na základě poznatků z literatury i vlastních úvah a měření ověřit především tepelný stav prostředí, plynné škodliviny, prašnost, osvětlení a hlučnost prostředí v základních technologických částech a sekcích farmy. Při výzkumu této problematiky posoudit vhodnost použitých stavebních materiálů, tepelně technické vlastnosti staveb, technologická zařízení a vybavení stájí. Navrhnout a doporučit vhodná opatření a řešení pro praxi.

3. Metodika práce

Měření a sběr dat probíhal ve středisku živočišné výroby ve Středočeském kraji. Zhodnocení kvality prostředí z hlediska vlivů teploty, vlhkosti, obsahu CO₂, prašnosti, osvětlení a hlučnosti probíhalo v červenci 2019. Měření bylo prováděno ve dvou dnech. První měření bylo provedeno dne 11. 7. 2019 a druhé měření pak 25. 7. 2019.

Paralelně s tím, v době od 11. 7. 2019 do 25. 7. 2019, probíhalo v areálu farmy další měření základních parametrů jako jsou teplota, vlhkost a teplota rosného bodu. Od pracovníků střediska byl získán souhrn základních informací, např. aktuální počet dojnic ve stájích a jiné. Získaná data byla poté porovnána s optimálními parametry z literárních zdrojů. Následně bylo také provedeno porovnání naměřených hodnot mezi novou produkční stájí, zrekonstruovanou porodnou a původním zděným stáním na sucho, které se nacházejí v areálu.

4. Teoretická východiska

4.1 Stav vnitřního prostředí

Kvalitu vnitřního prostředí můžeme posoudit pomocí základních parametrů jako jsou teplota, relativní vlhkost vzduchu, rychlost proudění vzduchu, intenzita osvětlení a intenzita záření, koncentrace CO₂ a jiných škodlivých plynů, hluková zátěž, prašnost atd.

Souhrn těchto parametrů pak tvoří mikroklima budovy, v našem případě se jedná o mikroklima stáje. Pomocí hodnot mikroklimatických parametrů můžeme identifikovat prostředí jako pohodové nebo nepohodové. Jako pohodové prostředí v bioklimatologii zvířat chápeme prostředí, ve kterém jsou dodržovány optimální hodnoty jednotlivých parametrů.

Překročení těchto přípustných hodnot se u skotu projevuje pocitem nekomfortu, v některých extrémních případech může dokonce ohrožovat zdraví lidí a zvířat.

U zvířat ve stájích pro chov dojnic je velmi důležité udržovat stav pohody. Minimální odchylky mohou způsobovat dlouhodobé následky jako jsou zhoršení zdravotního stavu nebo snížení produkce mléka. Tyto následky se pak mohou objevovat i u potomstva. Pohodu prostředí můžeme zaručit dodržováním příslušných parametrů prostředí na optimální úrovni. Níže probereme jednotlivé parametry podrobněji.

4.2 Teplota vzduchu

Teplota vzduchu ve stájovém prostředí hraje jednu z hlavních rolí ve vytváření tepelné pohody ve stájích. O tepelné pohodě ve stáji mluvíme pouze v případech, kdy se teplota těla dojnice pohybuje v pásmu termoneutrální zóny. Termoneutrální zóna popisuje stav, při kterém nastává rovnováha mezi teplem vydaným do okolí a vyprodukovaným teplem bez účasti termoregulačních mechanismů (Jelínek et al., 2003). Termoneutrální zóna dojnic se pohybuje v rozmezí od -10 do 24 °C, kde -10 °C představuje spodní kritickou hranici a 24 °C horní kritickou teplotu (Jelínek et al., 2003). Podle (Doležal et al., 2004) se dá v této zóně zachovat dobrý zdravotní stav dojnic a dodržovat potřebné ukazatele užitkovosti a plodnosti.

Pokud se stav rovnováhy prostředí narušuje, vede to ke zhoršení termoregulačních vlastností skotu. Pro skot představuje problém především zbavení se přebytečného tepla při teplotě prostředí převyšující horní mez kritické teploty (Knížková a Knížek, 1995). Při zvýšení teploty prostředí nad horní kritickou teplotu roste i teplota těla zvířete. Tím se snižuje spotřeba krmiva,

zvyšuje spotřeba vody a klesá kvalita a množství mléka (Kic a Brož, 1995). Potvrzení, že užitkovost mléka klesá se zvýšením teploty prostředí najdeme i v tabulce 1, kde je zobrazen přehled užitkovostí mléka na rozsahu termoneutralní zóny.

Autoři (Kic a Brož, 1995) uvádí zoohygienické požadavky dobytka na teploty stájového vzduchu v rozmezí od 1 do 22 °C. V tabulce 2 jsou znázorněny zoohygienické požadavky dobytka na teplotu stájového vzduchu v letním období.

Tab. 1 Závislost termoneutralní zony na užitkovosti dojnic

Užitkovost (kg mléka/laktace)	Rozsah termoneutralní zony [°C]
4 000	4 - 16
5 000	3 - 16
8 000	2 - 16
10 000	0 - 16

Zdroj: (Doležal et. al, 2004)

Tab. 2 Požadavky na letní optimální teplotu

Kategorie	Věk [měsíců]	Teplota optimální letní [°C]
Telata mléčné výživy	do 3	18-22
Telata rostlinné výživy	do 6	18-22
Dojnice volné ustájení		14-22
Porodna		18-22

Zdroj: (Kic a Brož, 1995)

4.3 Relativní vlhkost (RH)

Druhým faktorem, který hraje jednu z hlavních rolí ve vytváření pohodlného prostředí, je relativní vlhkost. Relativní vlhkost představuje nasycení vzduchu vodní parou. Zdrojem vlhkosti ve stáji mohou být napáječky na vodu, výkaly, jímky nebo i sama zvířata, třeba v důsledku odpařování potu z povrchu těla nebo při dýchání.

Stejně jako u teploty, je i u relativní vlhkosti vzduchu důležité dodržovat optimální parametry pro pohodu zvířat. Podle autorů by se relativní vlhkost měla pohybovat v rozmezí od 40 do 80 %, přitom jako maximální dovolená hodnota ve stáji se uvádí 85 %. Příliš nízká relativní vlhkost vzduchu může vést k vysušení sliznic.

Sama o sobě zvýšená relativní vlhkost vzduchu nepůsobí negativně na pohodu a užitkovost dojnic, ale v kombinaci s teplotou a prouděním vzduchu může o dost zhoršit stav prostředí a zdravotní stav dojnic.

Například kombinace vysoké relativní vlhkosti se slabým prouděním vzduchu zvyšuje koncentraci plyných škodlivin ve stájovém prostředí, což způsobuje onemocnění skotu a spolu s tím se následně snižuje i jeho užitkovost. Je třeba dávat pozor obzvláště na kombinaci teploty a relativní vlhkosti, která při teplotě vzduchu vyšší než 20 °C může způsobit tepelný stres a v některých případech i smrt skotu (Zejdová a kol.,2014). Přehled požadavku na relativní vlhkost vzduchu je zobrazen v tabulce 3 dle normy ČSN 73 4502.

Tab. 3 Požadavky dle ČSN 73 4502 na relativní vlhkost vzduchu

Relativní vlhkost [%]	Dojnice				Telata		
	Produkční stáj		Porodna	Dojírna	Profilaktorium	Mléčná výživa	Rostlinná výživa
	Vazné	Volné					
maximální	85	85	85	75	75	75	75
minimální	50–75	50–75	50–75	50–70	50–70	50–70	50–70

Zdroj: (ČSN 73 4502)

4.4 Teplotně-vlhkostní index (THI)

Teplotně-vlhkostní index (z anglického temperature humidity index) udává závislost teploty ovzduší na relativní vlhkosti. Pomocí teplotně-vlhkostního indexu se popisuje tepelná zátěž dojnic. THI se vypočítá podle následující rovnice (Hahn, 1999).

$$THI = 0,8 \cdot t_{bd} + ((t_{bd} - 14,4) \cdot RH) / 100 + 46,4$$

kde t_{db} – teplota ovzduší [°C],

RH – relativní vlhkost vzduchu [%]

Pomocí vypočtených hodnot a THI tabulky (Armstrong, 1994) pak lze jednoduchým způsobem poznat, jestli se skot nachází v tepelném stresu. Tabulka je na obrázku 1. Z tabulky je zřejmé, že se stres začíná projevovat od hodnoty 68. V rozmezí od 72 do 79 se projevuje mírný až střední stres, od 80 do 89 na dojnice působí středně silný až silný stres, přičemž při těchto

hodnotách vznikají velké problémy s termoregulací. U dojnic se zvyšuje spotřeba tekutin a naopak snižuje spotřeba krmiva. U hodnot od 90 až po 98 jde o silný stres a při hodnotě vyšší než 98 může skot uhynout. V případě dojnic autor (Bouraoui, 2002) varuje, že každý následující bod nad hodnotou 69 snižuje užitkovost dojnic o 0,41 kg.ks⁻¹.den⁻¹.

Obr. 1 Závislost THI na teplotě a vlhkosti vzduchu

Tepl. °C	Relativní vlhkost %																				
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
22,0	64	65	65	65	66	66	67	67	67	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71	72	72
23,0	65	65	66	66	66	67	67	68	68	68	69	69	70	70	71	71	71	72	72	73	73
23,5	65	66	66	67	67	67	68	68	69	69	70	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74
24,0	66	66	67	67	68	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75
24,5	66	67	67	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76	76
25,0	67	67	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77
25,5	67	68	68	69	69	70	70	71	71	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77	77	78
26,0	67	68	69	69	70	70	71	71	72	73	73	74	74	75	76	76	77	77	78	78	79
26,5	68	69	69	70	70	71	72	72	73	73	74	75	75	76	76	77	78	78	79	79	80
27,0	68	69	70	70	71	72	72	73	73	74	75	75	76	77	77	78	78	79	80	80	81
28,0	69	69	70	71	71	72	73	73	74	75	75	76	77	77	78	79	79	80	81	81	82
28,5	69	70	71	71	72	73	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	80	81	82	82	83
29,0	70	70	71	72	73	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	80	81	82	83	83	84
29,5	70	71	72	72	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85
30,0	71	71	72	73	74	74	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	86
30,5	71	72	73	73	74	75	76	77	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	85	86	87
31,0	72	72	73	74	75	76	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	86	87	88
31,5	72	73	74	75	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89
32,0	72	73	74	75	76	77	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	90
33,0	73	74	75	76	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	90	91
33,5	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	85	86	87	88	89	90	91	92
34,0	74	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	85	85	86	87	88	89	90	91	92	93
34,5	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	86	86	87	88	89	90	91	92	93	94
35,0	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
35,5	75	76	77	78	79	80	81	82	83	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
36,0	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	91	92	93	94	95	96	97
36,5	76	77	78	80	80	82	83	83	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	98
37,0	76	78	79	80	81	82	83	84	85	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	98	99
38,0	77	78	79	81	82	83	84	85	86	87	88	90	91	92	93	94	95	96	98	99	100
38,5	77	79	80	81	82	83	84	86	87	88	89	90	92	93	94	95	96	98	99	100	101
39,0	78	79	80	82	83	84	85	86	87	89	90	91	92	94	95	96	97	98	100	101	102
39,5	78	79	81	82	83	84	86	87	88	89	91	92	93	94	96	97	98	99	101	102	103
40,0	79	80	81	83	84	85	86	88	89	90	91	93	94	95	96	98	99	100	101	103	104
40,5	79	80	82	83	84	86	87	88	89	91	92	93	95	96	97	99	100	101	102	103	105
41,0	80	81	82	84	85	87	88	89	90	91	93	94	95	97	98	99	101	102	103	104	106
41,5	80	81	83	84	85	87	88	89	91	92	94	95	96	98	99	100	102	103	104	106	107
42,0	81	82	83	85	86	88	89	90	92	93	94	96	97	98	100	101	103	104	105	107	108
43,0	81	82	84	85	87	89	89	91	92	94	95	96	98	99	101	102	103	105	106	108	109
43,5	81	83	84	86	87	89	90	91	93	94	96	97	99	100	101	103	104	106	107	109	110
44,0	82	83	85	86	88	90	91	92	94	95	96	98	99	101	102	104	105	107	108	110	111
44,5	82	84	86	87	88	90	91	93	94	96	97	99	100	102	103	105	106	108	109	111	112
45,0	83	84	86	87	89	91	92	93	95	96	98	99	101	102	104	105	107	108	110	111	113
45,5	83	85	87	88	89	92	92	94	96	97	99	100	102	103	105	106	108	109	111	112	114
46,0	84	85	87	88	90	92	93	95	96	98	99	101	102	104	106	107	109	110	112	113	115
46,5	84	86	88	89	90	93	94	95	97	98	100	102	103	105	106	108	110	111	113	114	116
47,0	85	86	88	89	91	93	94	96	98	99	101	102	104	106	107	109	111	112	114	115	117
48,0	85	87	89	90	92	94	95	97	98	100	102	103	105	106	108	110	111	113	115	116	118
48,5	85	87	89	90	92	94	96	97	99	101	102	104	106	107	109	111	112	114	116	117	119
49,0	86	88	89	91	93	95	96	98	100	101	103	105	106	108	110	111	113	115	117	118	120

práh stresu
 mírný až středně silný
 středně silný až silný stres
 silný stres

Zdroj: (Armstrong, 1994)

4.5 Black globe humidity index (BGHI)

BGHI se počítá pomocí výsledné teploty kulového teploměru. Výsledná teplota kulového teploměru t_g , je teplota, která zahrnuje vliv současného působení teploty vzduchu, teploty okolních ploch a rychlosti proudění vzduchu.

Index kulového teploměru a vlhkosti, jak je to zřejmé z názvu, udává závislost mezi teplotou kulového teploměru a relativní vlhkostí. Oproti indexu THI, index BGHI udává přesnější hodnotu pro popis tepelného stresu, protože kvůli teplotě kulového teploměru t_g , zahrnuje vliv současného působení teploty vzduchu, teploty okolních ploch, rychlost proudění vzduchu a vliv slunečního záření (Buffington, 1981).

BGHI lze vypočítat podle rovnice

$$BGHI = 0,8 \cdot t_g + \frac{(t_g - 14,4) * RH}{100} + 46,4$$

kde t_g – výsledná teplota kulového teploměru [$^{\circ}\text{C}$]

RH – relativní vlhkost [%]

4.6 Rychlost proudění vzduchu

Dodržovat optimální parametry rychlosti proudění vzduchu ve stáji je docela těžké, ale i přesto je to nesmírně důležité.

V letních měsících zaručují optimální parametry proudění vzduchu odvětrání plyných škodlivin a přebytečné vlhkosti ze stájí. Dále způsobují ochlazující účinek, přičemž nepůsobí negativně na zdraví a užitkovost dojnic. Hodnota rychlosti proudění vzduchu zaleží jak na konstrukčním provedení a umístění stáje, tak i na zvoleném systému odvětrání. Při nedodržení optimálních parametrů rychlosti proudění vzduchu může vzniknout průvan, což má samozřejmě negativní vliv na zdraví dojnic. V kombinaci se zvýšenou vlhkostí může způsobit podchlazení nebo zápal plic skotu. Průvan vzniká nejčastěji v blízkosti oken nebo vrat při rychlosti větší než $0,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (Zejdová a kol., 2014). Rozsah rychlostí proudění vzduchu podle (Novák a Malá, 2018) je představen v tab. 4. Při tropických teplotách naopak nebude škodit ani rychlost proudění $5,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (Doležal a kol., 2010).

Tab. 4 Doporučená rychlosti proudění vzduchu

Kategorie/Rychlost proudění [m.s ⁻¹]	Snížená	Optimální	Zvýšená
Telata – mléčná výživa	<	0,1 - 0,15 (t ≤ 10 °C)	>
Telata – rostlinná výživa		0,15 - 0,50 (t = 10-22 °C) 1,0 (od 22 °C)	
Dojnice		0,1 - 0,25 (t ≤ 10 °C) 0,20 - 0,50 (t = 10-22 °C) 1,5 (od 22 °C)	

Zdroj: (Novák a Malá, 2018)

4.7 Plynné škodliviny

Důležitým kritériem při posouzení kvality vnitřního ovzduší je koncentrace CO₂. Příliš vysoká koncentrace CO₂ v důsledku nedostatečného větrání je vnímaná jako špatný nebo spotřebovaný vzduch.

Ve stáji se ve vzduchu můžeme setkat s různými plynnými škodlivinami. V největší míře jsou plynné škodliviny produktem životní aktivity zvířat. Zvířata produkují oxid uhličitý, amoniak, sirovodík, metan atd. Taky se zde můžeme setkat se škodlivinami ze spalovacích motorů. V neposlední řadě se plynné škodliviny mohou dostat do stáje i z venkovního ovzduší (Kic a Brož, 1995).

Optimální hodnoty příslušných koncentrací CO₂ jsou zapsány do tabulky 5 (Novák a Malá, 2018). Koncentrace oxidu uhličitého pro skot by neměla překročit 20 ppm (Kic a Brož, 1995).

Tab. 5 Optimální hodnoty CO₂

Kategorie/CO ₂ [ppm]	Optimální	Zvýšená	Vysoká
Telata – mléčná výživa	<2000	2000-2500	>2500
Telata – rostlinná výživa	<2000	2000-2500	>2500
Dojnice	<2000	2100–2500	>2500

Zdroj: (Novák a Malá, 2018)

4.8 Prašnost

Původem prachu ve stájovém objektu je podestýlka, zlomky srsti, šupinky pokožky a suché krmivo. Prach se také může dostat do stájového prostředí při cirkulaci vzduchu z exteriéru a pak se větráním volně šířit. Větší prachové částice dráždí především sliznice dýchacích cest, menší mohou dokonce proniknout i do krve (Zeman, 1990).

4.9 Intenzita osvětlení

Světlo je součástí viditelného spektra slunečního záření, které se pohybuje ve vlnové délce od 260 do 760 nm. Hodnoty osvětlení dle normy ČSN 36 00 88 jsou uvedeny v tabulce 6. Pro dojnice je hodnota 50 lx vnímána jako šero. Světlo o intenzitě nejméně 200 lx by mělo svítit 16 až 18 hodin denně. Při dodržení těchto podmínek se dá dosáhnout zvýšení užitkovosti až o 16 % (Doležal et al., 2006).

Denní osvětlení hodnotíme podle poměru interní intenzity osvětlení k externí intenzitě osvětlení, a to pomocí výpočtu činitele denního osvětlení, který se udává v %. Požadované hodnoty optimálního osvětlení v příslušných objektech jsou v tabulce 6. Činitel denního osvětlení se počítá dle vztahu:

$$e = \frac{E_i}{E_e} \cdot 100$$

kde E_i – interní intenzita osvětlení [lx]

E_e – externí intenzita osvětlení [lx]

Tab. 6 Hodnoty optimálního osvětlení

Objekt/pracoviště	Činitel denního osvětlení e_{min} [%]	Fyziologické osvětlení [lx]	Pracovní osvětlení [lx]
Telata s mléčnou výživou	1,5	40	60
Telata s rostlinou výživou	1,0	40	60
Ustájení dojnic volné, boxy	1,0	60	60
Porodna, porodní boxy	2,0	100	160
Dojírna	2,0	-	200

Zdroj: (ČSN 36 00 88)

4.10 Hlučnost prostředí

Skot slyší v rozsahu 0,2 - 20 kHz (Zeman, 1990).

Zdrojem hluku ve stáji jsou především technologická zařízení, jako například krmný míchací vůz, ventilátory, přihřovač krmiva atd. Při dlouhotrvajícím zatížení hlukem nastává sluchová únava. Při sluchové únavě se projevuje zvýšený práh citlivosti. Při tomto stavu hluk přímo působí na nervová spojení, což se projevuje na užitkovosti dojníc. Dojnice se snadněji přizpůsobují dlouhotrvajícímu hluku než hluku krátkodobému. Krátkodobý hluk je pro dojnice stresovým faktorem. Níže je uvedena tabulka 7 posuzující vliv hluku na skot (Zeman, 1990).

Tab. 7 Doporučené hodnoty akustického tlaku

Kategorie	Hladina akustického tlaku [dB]	
	Neškodící (po adaptaci 7-14 dní)	Působící stresově (pokles užitkovosti, příp. poškození zdraví)
Mladý skot, telata	do 75	nad 85
Dojnice	do 65	nad 80

Zdroj: (Zeman, 1990)

4.11 Větrání

Aby bylo dosaženo požadovaného stavu vnitřního vzduchu, je důležité správně navrhnout větrací systém. Kvalitně navržený systém odvětrávání dokáže prostor efektivně zbavit škodlivých plynů a udržovat teplotně-vlhkostní ukazatele ovzduší na požadované úrovni (Junga, 2014).

Odvětrávací systémy ve stáji dělíme na odvětrávací systém přirozený, nucený nebo na kombinaci obou.

4.11.1 Přirozené větrání

Přirozené větrání probíhá za působení tlakového a tepelného rozdílu mezi venkovním a vnitřním vzduchem, a tím dochází k přirozené cirkulaci vzduchu. Hlavní výhodou přirozeného větrání je to, že funguje bez přívodu energie. Druhým argumentem pro použití přirozeného

větrání je skutečnost, že ve stáji nevytváří žádný hluk. Přirozené větrání může probíhat buď okny, vraty nebo dokonce pomocí speciálně navržené hřebenové větrací štěrby, příp. šachtovým větracím systémem. U tohoto způsobu větrání je důležité mít možnost regulovat velikost otvoru. A to zejména pro regulaci cirkulace vzduchu v zimním období tak, aby u dojnic nedocházelo k podchlazení (Kic a Brož, 1995).

4.11.2 Nucené větrání

Jak je zřejmé z názvu, vzduch ve stáji je touto metodou nucen cirkulovat, a to jak za pomoci jednotlivých větracích jednotek, tak i centrálního systému. Větrací jednotky mohou ve stáji vyplňovat jak funkce přívodu vzduchu, tak i funkce odvodu. V některých případech dokonce obojí současně, např. ventilátory s reverzním chodem. Obrovskou výhodou takových jednotek je jejich relativně nízká cena. V případě centrálního systému jsou ventilátory napojeny na potrubí vzduchových rozvodů (Sýkora et al., 1992).

5. Praktická část práce

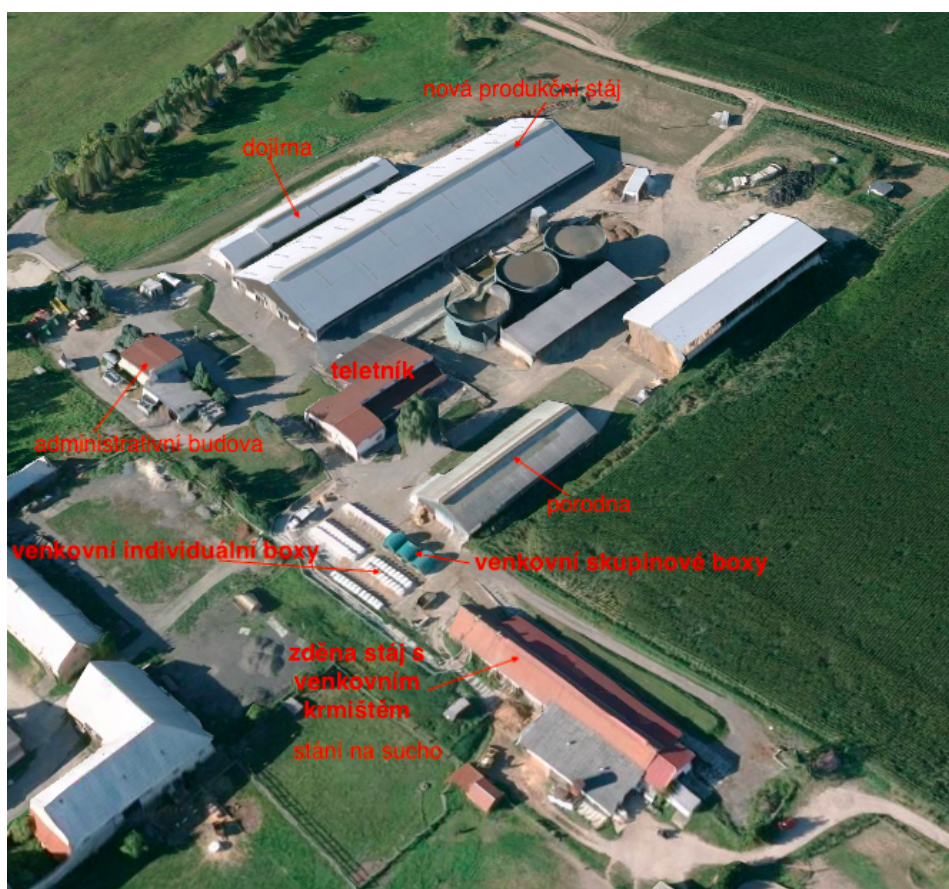
5.1 Charakteristika střediska

Zkoumané středisko živočišné výroby se nachází ve Středočeském kraji. Farma se specializuje na chov holštýnského skotu. Toto plemeno je taky známé jako holštýnsko-fríské nebo jako černostrakatý skot. Charakteristickým rysem je černo-bílé zbarvení.

Kvůli nesplnění aktuálních požadavků na ustájení proběhla v roce 2015 modernizace a rozšíření farmy. Stáj pro suchostojné dojnice byla zmodernizována na porodnu s dojrnou otelených krav. Středisko se rozšířilo i o novou hlavní stáj s dojrnou pro dojnice o kapacitě 448 kusů dojnic. Součástí rozšíření farmy byla také výstavba skupinových boxů pro telata od 2 do 4 měsíců stáří. (Modernizace farmy ruda 2015 [online]. Copyright © 2020 [cit. 03.01.2020]. Dostupné z: <https://lany.czu.cz/cs/r-11349-projekty/r-11500-ukoncene-projekty/r-11508-modernizace-farmy-ruda-2015>).

V současné době jsou na farmě tyto objekty: nová produkční stáj s dojrnou, porodna, zděná stáj s venkovním krmištěm, telník, administrativní budova, 69 kusů individuálních venkovních boxů a tři venkovní skupinové boxy. Jednotlivé objekty a jejich rozmístění na parcele je vidět na obrázku 2. Stručný přehled stájí, ve kterých bylo provedeno měření, bude popsán v následujících kapitolách. Rozměry stájí byly získány pomocí laserového dálkoměru. (Středisko živočišné výroby Ruda [online]. Copyright © 2020 [cit. 03.01.2020]. Dostupné z: <https://lany.czu.cz/cs/r-11154-strediska/r-11388-strediska-zivocisne-vyroby/r-11392-stredisko-zivocisne-vyroby-ruda>).

Obr. 2 Schéma střediska



Zdroj: (mapy.cz)

5.1.1 Charakteristika nové produkční stáje s dojírnou

Jedná se o jednopodlažní objekt o rozměrech 110 m x 34,5 m. Stáj je odvětrávána přirozeně. Boční (podélné) stěny slouží v letních dnech pro odvětrání stáje. Podélné stěny jsou tvořeny protiprůvanovou sítí a ventilační svinovací plachtou, která je řízena elektrickým pohonem. Rolovací vrata jsou namontovaná v příčné přední a zadní stěně.

V příčné přední stěně je namontováno pět kusů rolovacích vrat, z toho čtyři mají rozměr 3500 mm x 3500 mm. Vrata uprostřed stáje mají rozměr 4000 mm x 4200 mm a jsou zároveň vraty pro krmnou chodbu. Shodná situace s rolovacími vraty je též v zadní příčné zdi. Objekt má sedlovou střechu s pravidelným hřebenem, ve kterém je osazena větrací štěrbin. Střešní krytina je provedena ze sendvičových střešních panelů PUR s prosvětlovacími pásy (cca 10 % plochy střechy).

Produkční stáj má volné boxové ustájení. Boxy jsou vystlány plastickou podestýlkou (tzv. separátem). Půdorys stáje je zobrazen na obrázku 3. Uprostřed stáje je krmný stůl, podél

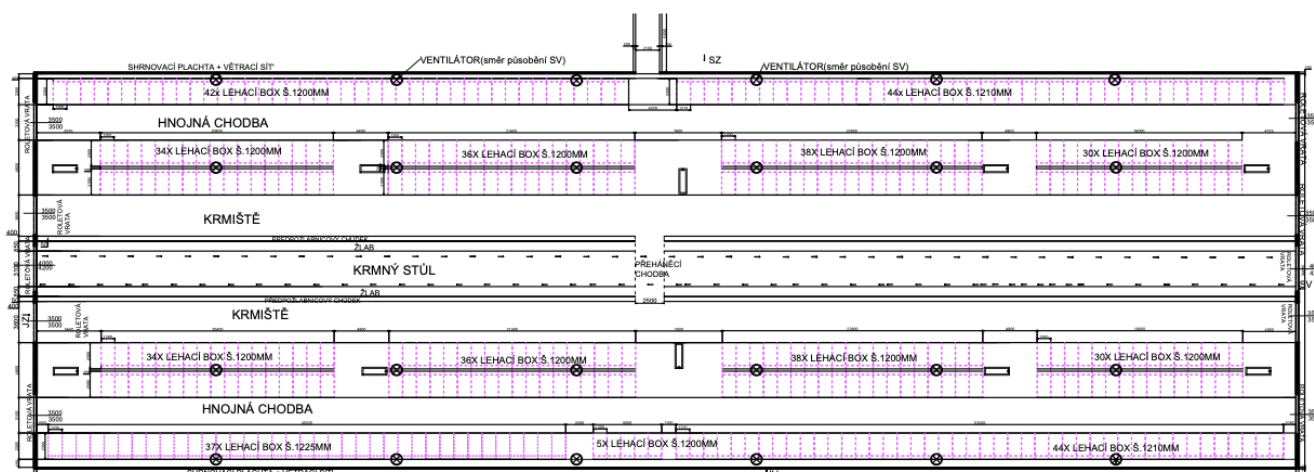
něhož několikrát denně projíždí krmný míchací vůz. Příhrnování krmiva směrem ke krmnému stolu v krmné chodbě zajišťuje robotický příhrnovač krmiva se šnekovým dopravníkem. Vykližení hnojných chodeb a krmišť je řízeno pomocí hydraulických lopat s napojením na kejdový kanál. Napájení dojnic se provádí pomocí temperovaných výklopných napájecích žlabů umístěných v průchodech do krmišť.

V letních měsících napomáhá odvodu vzduchu z objektu systém z 24 axiálních ventilátorů. Ventilátory jsou doplněny teplotním čidlem. Umístění ventilátorů je patrné z obrázku 3. Ventilátory jsou rovnoměrně uspořádány podél stáje a jsou umístěny přímo nad boxy. Směr průtoku vzduchu je ventilátory orientován na SV (Vylepšování stáji skotu v Lánech [online]. Copyright © 2020 [cit. 01.01.2020]. Dostupné z: <https://www.naschov.cz/vylepsovani-staji-skotu-v-lanech/>).

Dojírna je s produkční stájí spojena pomocí zastřešené přeháněcí chodby, která je uspořádaná na SZ straně produkční stáje. Rybinová dojírna od společnosti Lukrom je vybavena technologií Afimilk s rychlým odchodem a má 24 dojících míst. Součástí dojírny je čekací prostor, který je vybaven mechanickým přeháněčem. V dojírně je vyhrazen prostor se separační brankou AfiSort pro separaci zvířat a následné provádění veterinárních zákroků. Tato dojírna je jednopodlažním objektem o rozměrech 66 m x 11 m (Modernizace farmy ruda 2015 [online]. Copyright © 2020 [cit. 03.01.2020]. Dostupné z: <https://lany.czu.cz/cs/r-11349-projekty/r-11500-ukoncene-projekty/r-11508-modernizace-farmy-ruda-2015>).

V době měření bylo v produkční stáji 425 dojnic.

Obr. 3 Výkres půdorysu produkční stáje



Zdroj: (vlastní zpracování)

5.1.2 Charakteristika porodny

Jednopodlažní stáj má velikost 40 m x 16,6 m a přístavbu o rozměrech 9,335 m x 3,15 m. Přístavba slouží, jako dojírna pro otelené krávy. Stáj má ocelovou rámovou konstrukci a plechovou střešní krytinu.

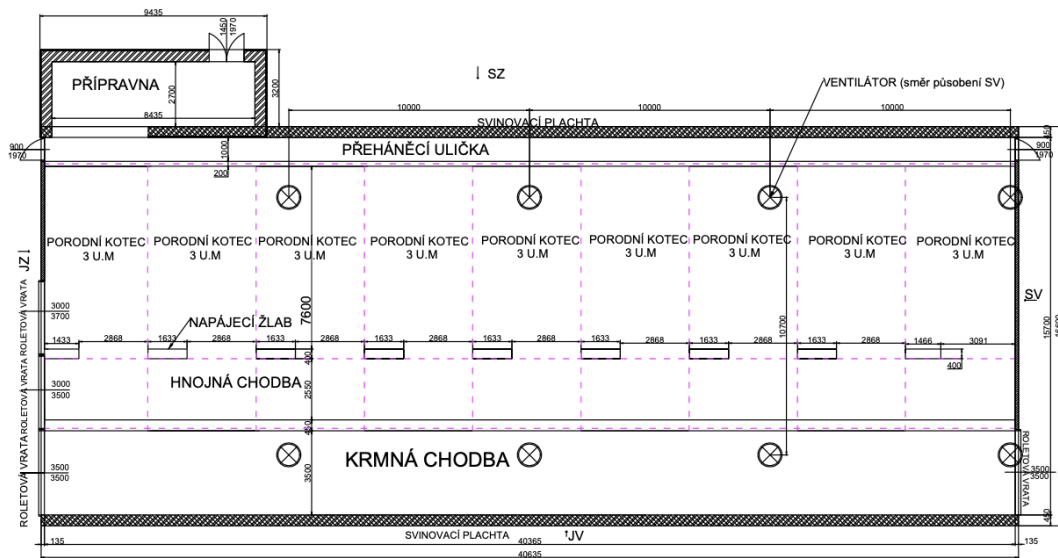
Přirozené větrání zaručuje boční ventilační systém, rolovací vrata a větrací štěrbinu, která je umístěna v pravidelném hřebeni na sedlové střeše. Součástí bočního ventilačního systému je opěrná síť, která v případě zhoršení počasí slouží jako opora na plachtu. Rolovací vrata, která jsou uspořádána u vstupu a na výstupu z krmné chodby mají shodné rozměry 3500 mm x 3500 mm. Tato vrata mohou sloužit také jako součást přirozeného větrání stájí.

Pro zvýšení větrací výkonnosti v letním období a zlepšení ochlazovacích účinků prouděním vzduchu je zde nainstalováno 8 axiálních ventilátorů se směrem průtoku vzduchu na SV. Stejně jako v produkční stáji i zde se ventilátory automaticky zapínají při teplotě 24 °C. Vnitřní prostor stáje je rozdělen na krmnou chodbu, lehárnu, hnojnou chodbu a naháněcí uličku. Porodna má volné ustájení se slaměnou podestýlkou. Ustájení probíhá v devíti porodních kotcích. Každý porodní kotec je navržen pro tři ustájovací místa. Celkem je v porodně 27 ustájovacích míst. Půdorys porodny je na obrázku 4. Foto porodny jsou součástí přílohy 3.

Směsná krmná dávka se zakládá pomocí krmného vozu k požlabnici v krmné chodbě. Pro dodržování pitného režimu je ve stáji umístěno devět napájecích žlabů, tedy po jednom napájecím žlabu v každém lehacím kotci.

V době měření bylo v porodně 8 krav.

Obr. 4 Výkres půdorysu porodny



Zdroj: (vlastní zpracování)

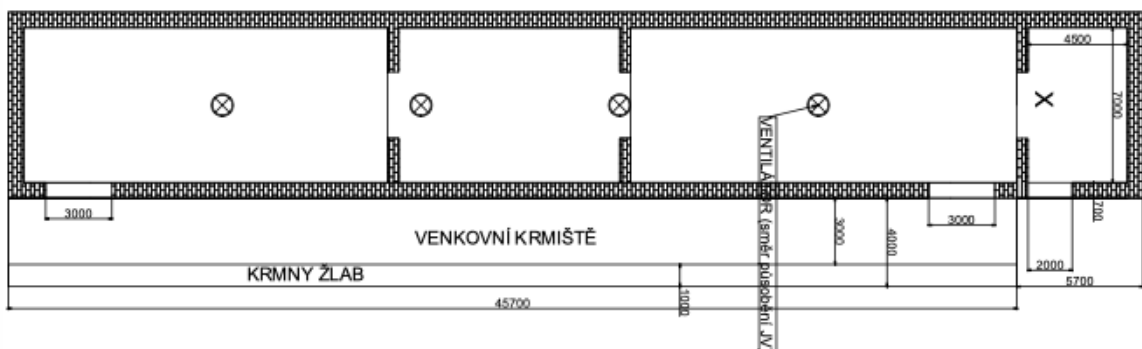
5.1.3 Charakteristika zděné stáje

Zděná stáj o rozměrech 45,7 m x 7 m je rozdělena na venkovní krmiště a lehárnu, která je umístěna uvnitř stáje. V této stáji pobývají dojnice v období stání na sucho. Ustájení je volné, na hluboké podestýlce. Fotografie stáje z venku a foto interiéru jsou součástí přílohy 4.

Přirozené větrání ve stáji je vyřešeno větrací šterbinou, okenními otvory a čtyřmi ventilátory. Uspořádání ventilátorů je zobrazeno na obrázku 5.

V době měření bylo v této stáji ustájeno 23 krav.

Obr. 5 Výkres půdorysu zděné stáje



Zdroj: (vlastní zpracování)

5.1.4 Charakteristika venkovních boxů

Individuální venkovní box (VIB) má vnější rozměry: délka 150 cm, šířka 112 cm, výška 135 cm. Bouda pro telata je z bílého polyetylénu. Podestýlání suchou slámou se provádí jednou denně. V těchto boxech jsou ustájena telata od jejich narození až po 60. den. Farma má k dispozici 69 takovýchto boxů.

Farma vlastní tři venkovní skupinové boxy pro telata od 2 do 4 měsíců stáří. Podestýlka je tvořena suchou slámou.

V době měření bylo ve venkovních boxech 87 jaloviček a 8 býčků. Fotografie boxů jsou součástí příloh 5 a 6.

5.2 Postup měření

Průběh měření byl rozdělen do třech fází. První a druhá fáze začaly dne 11. 7. 2019. První fáze trvala dva týdny a byla ukončena dne 25. 7. 2019 vypnutím přístroje pomocí magnetu současně s ukončením měření třetí fáze. Druhá fáze proběhla v průběhu dne 11. 7. 2019. Třetí fáze probíhala v průběhu dne 25. 7. 2019.

5.2.1 První fáze měření

První fáze měření začala dne 11. 7. 2019 umístěním 8 čidel Comet do prostoru celého areálu. Pro umístění hlavní venkovní meteorologické stanice byl zvolen strom, na kterém byla stanice zavěšena ve výšce zhruba 2 m. Tato stanice na obrázku 6 je označena číslem jedna. Druhé čidlo bylo zavěšeno v dojárně hned vedle rybinové dojírny ve výšce cca 2,5 m a uchyceno na potrubním rozvodu. Další dvě čidla byla rozmístěna v nové stáji. První z nich bylo umístěno hned vedle vchodu do nové stáje, druhé pak na opačném konci stáje. Obě čidla byla umístěna zhruba ve výšce 1,2 m. Na obr. 6 jsou tato čidla označena čísly 3 a 4. Páté čidlo bylo zavěšeno na hrazení ve výšce zhruba 1,8 m ve vzdálenosti cca 4 m od vstupu do modernizované porodny. Šesté čidlo bylo zavěšeno ve venkovním skupinovém boxu pod strop (přístřešek) k telatům v rostlinné výživě. Čidlo číslo sedm bylo umístěno do venkovního individuálního boxu, do kterého jsou telata v období mléčné výživy přesunuta od okamžiku narození až do stáří dvou měsíců. Poslední čidlo bylo umístěno zhruba uprostřed ve starší zděné stáji. První fáze měření byla ukončena dne 25. 7. 2019.

Obr. 6 Schéma uspořádání čidel Comet



Zdroj: (mapy.cz)

5.2.2 Druhá fáze měření

Ve druhé fázi se soustředíme na měření parametrů porodny a nové produkční stáje. Bohužel se nám tento den nepodařilo získat externí data intenzity osvětlení, protože interní a externí čidla byla prohozena mezi sebou. Průměrná data o stavu venkovního klimatu ze dne 11. 7. 2019 jsou na základě našich měření pomocí přístroje Almemo 2600 a dle údajů z meteostanice Řevničov zobrazeny v tabulce 8.

- 1) Na začátku druhé fáze byla umístěna externí měřicí stanice hned vedle produkční stáje ve vzdálenosti přibližně jeden metr od hlavních rolovacích vrat. Měřicí stanice obsahovala zaznamenávací přístroj Almemo 2600 a k němu odpovídající čidla jako jsou: kulový teploměr, luxometr, digitální snímač teploty a vlhkosti, čidlo na měření koncentrací CO₂ a čidlo na měření slunečního záření. Čidla jako jsou kulový teploměr, digitální snímač teploty a vlhkosti a čidlo na měření koncentrace CO₂ byla zavěšena na pomocném stojanu ve výšce 1,5 metru.
- 2) V následujícím kroku bylo měření provedeno v produkční stáji. Interní měřicí stanice byla umístěna v krmné chodbě ve vzdálenosti 11 metrů od vstupu do stáje. Naše měřicí stanice byla vybavená aerosolovým monitorem na měření množství prachu a záznamovým zařízením Almemo 2559-9. K tomuto přístroji byla připojená následující čidla: kulový teploměr, luxometr, digitální snímač teploty a vlhkosti, čidlo na měření

koncentrací CO₂, čidlo na měření slunečního záření a přístroj na měření hluku. Čidla jako jsou kulový teploměr, digitální snímač teploty a vlhkosti a čidlo na měření koncentrací CO₂ byla zavěšena na pomocném stojanu ve výšce 1,5 metru. Následně byl tento postup zopakován v krmné chodbě, ale už ve vzdálenosti 25 metrů od vstupu. Uspořádání interních měřicích stanic je součástí přílohy 1.

- 3) Paralelně s těmito měřeními byly pomocí anemometru zaznamenány hodnoty proudění vzduchu. Směr naměřeného proudění vzduchu je vidět z výkresu v příloze 1. Během měření pomocí termokamery bylo pořízeno také několik snímků stáje. Pomocí laserového dálkoměru byly dále zjištěny rozměry stáje.
- 4) Následně byly obě měřicí stanice přesunuty k porodně. Ve vzdálenosti přibližně 1 metru od vchodu do stáje bylo provedeno externí měření. Externí měřicí stanice byla spuštěná po celou dobu interních měření. V krmné chodbě uvnitř stáje byly následně provedeny další dvě měření. První měřicí stanice byla umístěna ve vzdálenosti 11 m od vstupu do stáje v krmné chodbě, druhá měřicí stanice pak ve vzdálenosti 25 m od vstupu. Pro interní měření jsme využili shodné měřicí přístroje zmíněné v bodě dva. Jejich uspořádání je znázorněno v příloze 1. Současně jsme i pro externí měření použili shodné měřicí přístroje uvedené v bodě jedna. Později byly v krmné chodbě a v přechodné uličce naměřeny a zaznamenány hodnoty proudění vzduchu pomocí anemometru. Směr měření je znázorněn v příloze 1. Nakonec byly změřeny rozměry stáje a uděláno několik snímků místnosti pomocí termokamery.

Tab. 8 Naměřené hodnoty externího vzduchu dne 11. 7

11. 7	t _{ae} [°C]	t _{ge} [°C]	RH _e [%]	I _{ce} [W·m ⁻²]	w [m·s ⁻¹]	w _{směr}	P _a [hPa]
mean ± SD	25,71 ± 1,13	33,37 ± 1,68	31,91 ± 1,97	752,63 ± 350,18	2,85 ± 0,71	Z ± JZ	1012,87 ± 0,46

Zdroj: (https://www.in-pocasi.cz/aktualni-pocasi/revnicov/?detailed_typ=tlak&historie=2019-07-11&detailed_usek=24#daily_graph.)

5.2.3 Třetí fáze měření

V třetí fázi měření se soustředíme na měření ve třech stájích. Dne 25. 7. 2019 dle záznamu z meteostanice Řevničov a dle výsledků našich měření přístrojem Almemo 2600 dosahovaly hodnoty vzduchu ve venkovním prostředí hodnot tropického dne, viz tabulka 9.

- 1) Na začátku třetí fáze měření začínáme, stejně jako v druhé fázi, v nové produkční stáji. Jednu externí stanici jsme umístili venku a jednu interní stanici jsme umístili uvnitř stáje ve vzdálenosti 25 metrů od vstupu do stáje. Interní stanice obsahovala aerosolový monitor pro měření množství prachových částic a záznamové zařízení Almemo 2559-9, ke kterému byly za pomoci Almemo konektoru připojeny snímače. Seznam snímačů zahrnoval: kulový teploměr, luxometr, digitální snímač teploty a vlhkosti, čidlo na měření koncentrací CO₂, na měření slunečního záření, přístroj na měření hluku.
- 2) V následujícím kroku bylo provedeno externí měření. Kulový teploměr, digitální snímač teploty a vlhkosti a čidlo na měření koncentrací CO₂ byly zavěšeny na pomocném stojanu ve výšce 1,5 metru. Rozmístění měřicí stanice je uvedeno v příloze 1. Externí stanice byla vybavena zaznamenávacím přístrojem Almemo 2600 a příslušnými čidly, jako jsou kulový teploměr, luxometr, digitální snímač teploty a vlhkosti, čidlo na měření koncentrací CO₂ a čidlo měřící intenzitu slunečního záření. Mezitím, co probíhala měření byla v krmné chodbě podél celé stáje změřena koncentrace CO₂ a rychlost proudění vzduchu. Dále jsme udělali snímky stáje pomocí termokamery.
- 3) V dalším kroku následovalo měření v porodně, kde ve vzdálenosti 25 metrů od vchodu bylo provedeno interní měření. Současně bylo provedeno externí měření hned vedle porodny. Měřicí přístroje pro interní a externí měření jsou stejné jako v prvním kroku. V příloze 1 je zaznamenáno umístění interní měřicí stanice. I zde byly pořízeny snímky pomocí termokamery.
- 4) Dalším zkoumaným objektem byla zděná stáj. Bylo tam uskutečněno jak externí měření poblíž vstupu do stáje, tak i interní měření ve stáji. Použité přístroje a snímače měření jsou shrnuty v prvním bodě této podkapitoly.
- 5) Nakonec bylo provedeno měření v individuálním venkovním boxu a to jak externí, tak i interní. Měření se uskutečnilo stejnými zařízení a snímači dle popisu v bodě jedna této kapitoly.

Tab. 9 Naměřené hodnoty externího vzduchu dne 25. 7

25. 7	t _{ae} [°C]	t _{ge} [°C]	RH _e [%]	I _{ce} [W·m ⁻²]	L _e [klx]	w [m·s ⁻¹]	W _{směr}	P _a [hPa]
mean ± SD	43,84 ± 1,24	48,87 ± 1,20	17,96 ± 1,02	963,12 ± 116,13	66,47 ± 1,83	2,45 ± 0,86	V ± SV	1019,41 ± 0,69

Zdroj: (https://www.in-pocasi.cz/aktualni-pocasi/revnicov/?detailed_typ=teplota&historie=2019-07-25&detailed_usek=24#daily_graph)

5.3 Měřicí přístroje

5.3.1 Záznamové zařízení

Pro krátkodobé zaznamenání parametrů byly použity dva měřicí přístroje od společnosti Ahlborn řady Almemo. První, Almemo 2590-9 nám sloužil pro zaznamenání hodnot vnitřního (interního) stavu prostředí. Druhý, univerzální měřicí přístroj Almemo 2690 byl použit pro měření venkovního (externího) stavu prostředí.

Datalogger Almemo 2590-9 má 9 vstupů pro 9 Almemo konektorů. Kapacita paměti je 512 kB. Operativní teplota přístroje je od 0 do 50 °C. Obrázek dataloggeru je součástí přílohy 7 (Firemní literatura [online]. Copyright © 2020 [cit. 15.01.2020]. Dostupné z: <https://www.ahlborn.cz/>).

Datalogger Almemo 2690 má 5 vstupů pro Almemo konektory, viz příloha 7. Kapacita paměti je 1 MB. Přístroj má vestavěný snímač atmosférického tlaku v rozmezí od 700 do 1100 hPa. Tento přístroj obsahuje následující funkce – zaznamenání reálného času a data, maximální a minimální hodnoty, difference, nastavení nuly, výstup na PC, kompenzaci teploty a tlaku, nastavitelný interval ukládání hodnot atd. (Firemní literatura [online]. Copyright © 2020 [cit.15.01.2020]. Dostupné z: https://www.ahlborn.cz//out/pictures/wysiwigpro/ALMEMO%202690-8A_2015bc.pdf).

Pro měření teploty, relativní vlhkosti a rosného bodu byl v průběhu dvou týdnů využit thermo-hydrograf Comet ZTM65 a Thermo-hydrometr (příloha 7). Systém Comet ZTM65 byl umístěn do meteorologické skříňky. Jeho technické parametry jsou uvedeny v příloze 7 (Comet: Firemní literatura [online]. [cit. 2020-04-01]. Dostupné z: <https://www.cometsystem.com/products/data-loggers/reg-r3120>).

5.3.2 Měření teploty a relativní vlhkosti

Pro měření teploty a relativní vlhkostí vzduchu byl využit digitální snímač teploty a vlhkosti vzduchu typu FHAD 64 s kapacitním čidlem typu FHA 6464 od společnosti Ahlborn s rozsahem použití od -30 do 100 °C a od 5 do 98 % relativní vlhkosti. Měřicí rozsah relativní vlhkosti se pohybuje v rozmezí od 0 až do 100 % s přesností ± 2 % při jmenovité teplotě 25 °C ± 3 °C. Přesnost měření teploty $\pm 0,4$ % při teplotě od -20 do 0 °C, $\pm 0,1$ % při teplotě od 0 do 70 °C s přesností $\pm 0,6$ °C při teplotě od 70 do 100 °C. Snímač byl připojen pomocí Almemo konektoru k záznamovým zařízením Almemo řady 2590-9 a 2690. Viz příloha 7.

Výsledná teplota okolního prostředí byla naměřena pomocí kulového teploměru typu FPA 805 GTS od firmy Ahlborn viz obrázek 16. Kulový teploměr o průměru 15 cm měří teploty v rozsahu od -50 do 200 °C. Ve středu kulového pláště je umístěno čidlo Pt100. Čidlo bylo připojeno pomocí konektoru Almemo k záznamovému zařízení Almemo 2590-9 a Almemo 2600 (Firemní literatura [online]. Copyright © 2020 [cit. 15.01.2020]. Dostupné z: <https://www.ahlborn.cz/>).

5.3.3 Měření koncentrace CO₂

Pro měření koncentrace CO₂ byl použit snímač od společností Ahlborn typu FYA 600 CO₂, který byl připojen k záznamovému zařízení Almemo 2590-9 a k Almemo 2690. Snímač funguje opticky na principu infračerveného záření. Technické parametry jsou uvedeny v příloze 7 (Firemní literatura [online]. Copyright © 2020 [cit. 15.01.2020]. Dostupné z: <https://www.ahlborn.cz/>).

5.3.4 Měření intenzity slunečního záření

Pro měření intenzity globálního záření byly použity dva snímače typu FLA 613 GS od společností Ahlborn, které byly připojeny konektorem k přístrojům Almemo 2590-9 a Almemo 2690. Snímač je představen v příloze 7 (Firemní literatura [online]. Copyright © 2020 [cit. 15.01.2020]. Dostupné z: <https://www.ahlborn.cz/>).

5.3.5 Měření intenzity osvětlení

Pro měření intenzity osvětlení byly použity dva snímače od společností Ahlborn. První snímač typu FLA 623 VL slouží díky svému velkému měřicímu rozsahu od 0 do 170 klx převážně pro externí měření. Tento snímač má spektrální citlivost v rozmezí od 380 do 720 nm. Maximální spektrální citlivosti je dosaženo při 555 nm. Snímač je zobrazen v příloze 7.

Druhý snímač typu FLA 613 VLK se používá především pro interní měření, viz příloha 7. Měřicí rozsah od 0 do 50 klx. Spektrální citlivost se zde pohybuje od 360 do 760 nm. Maximální spektrální citlivosti je dosaženo také při 555 nm (Firemní literatura [online]. Copyright © 2020 [cit. 15.01.2020]. Dostupné z: <https://www.ahlborn.cz/>).

5.3.6 Měření hluku

Pro měření hluku byl využit elektronický měřič úrovně hluku BEHA 93411 od společností Amprobe. Přístroj měří hladinu zvuku v rozsahu od 30 do 135 dB s přesností ± 2 dB. Přístroj

má dva hodnotící filtry A a C. V průběhu měření byl zapnut typ A. Pomocí hodnotících filtrů typu A se měří nižší hodnoty hladiny akustického tlaku a naměřené hodnoty se odčítají přímo v decibelech. Dobu vzorkovací periody lze nastavit jak krátkou, tak dlouhou (BEHA AMPROBE. www.ghvtrading.cz [online]. [cit. 2020-04-01]. Dostupné z: <https://www.ghvtrading.cz/merici-pristroje/neelektricke/hlukomery/93411.html>).

5.3.7 Měření prašností

Pro měření rozměru a množství aerosolových částic v mikroklimatu stáje byl použit přístroj DustTrak™ II Aerosol Monitor 8530 od Americké společnosti TSI Incorporated viz příloha 7. Přístroj kontroluje pomocí různých impaktorů (nástavců) úroveň znečištění ovzduší látkami jako jsou prach, kouř, pára a příměsi olejů. Princip fungování: speciální kalibrační impaktor vložíme do přístroje, ve kterém se pak laserový paprsek odráží od částic v měřicí buňce. Na základě tohoto děje přístroj elektronicky vyhodnocuje výsledky jednotlivých frakcí. Přístroj měří v reálném čase. Technické parametry jsou uvedeny v příloze 7 (DustTrak™ II Aerosol Monitor. www.tsi.com [online]. [cit. 2020-04-01]. Dostupné z: <https://tsi.com/products/aerosol-and-dust-monitors/dust-monitors/dusttrak-ii-aerosol-monitor-8530/>).

5.3.8 Měření proudění vzduchu

Pro měření proudění vzduchu byl použit digitální anemometr od společností CFM, model 8901. Snímač proudění CFM Master tvoří lopatkové kolo o průměru 70 mm (CFM Master. www.az-instrument.com [online]. [cit. 2020-04-01]. Dostupné z: <https://www.az-instrument.com.tw/en/product-616311/Temperature-Anemometer-8901-AZ.html>).

5.3.9 Měření povrchových teplot

Povrchové teploty v objektech byly měřeny pomocí termografické kamery IR Flexcam Pro od Americké společnosti Infrared Solutions Inc. Termografická kamera měří v rozsahu od – 30 do + 350 °C s přesností ± 2 °C. Získané hodnoty povrchových teplot se ukládají v paměti přístroje. Pro vyhodnocení hodnot termografické kamery slouží software InfView Infrastructure FlexView 1.2.2 (IR Flexcam Pro. www.manuals.repeater-builder.com [online]. [cit. 2020-04-01]. Dostupné z: <http://manuals.repeater-builder.com/te-files/MISCELLANEOUS/INFRARED%20SOLUTIONS%20IR%20FlexCam%20S%20Users%20Manual.pdf>).

6. Výsledky měření a diskuse

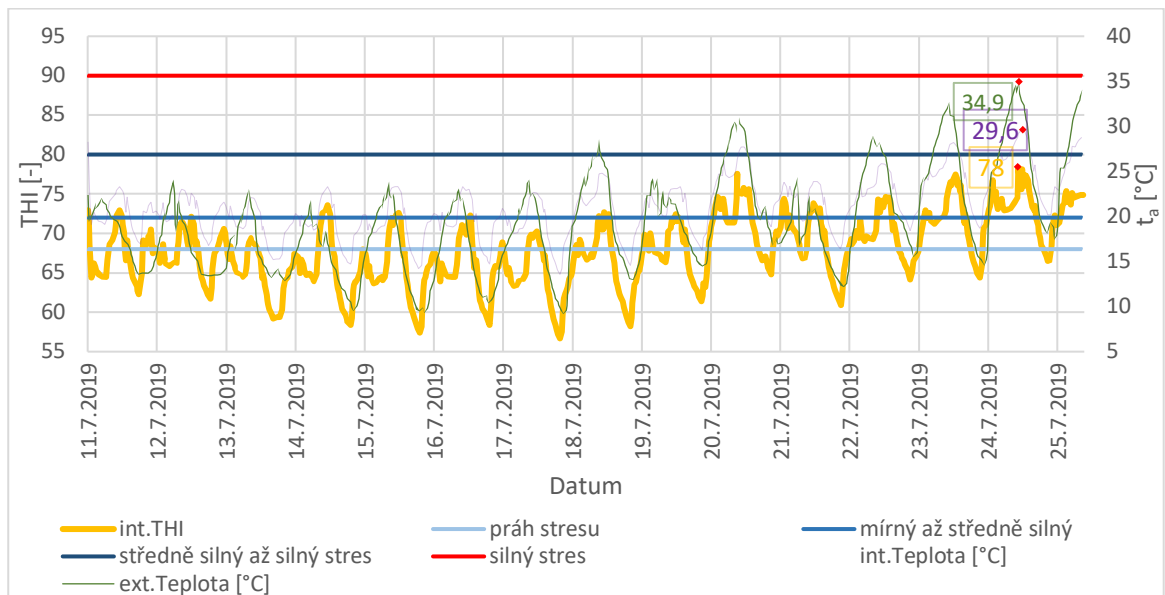
6.1 Výsledky první fáze měření

V první fázi bylo provedeno měření v sedmi zkoumaných objektech. Byla získaná data relativní vlhkosti, teploty ovzduší a rosného bodu téměř ve všech objektech farmy. Z dosažených hodnot byl následně vypočítán teplotně-vlhkostní index (THI) uvnitř jednotlivých objektů.

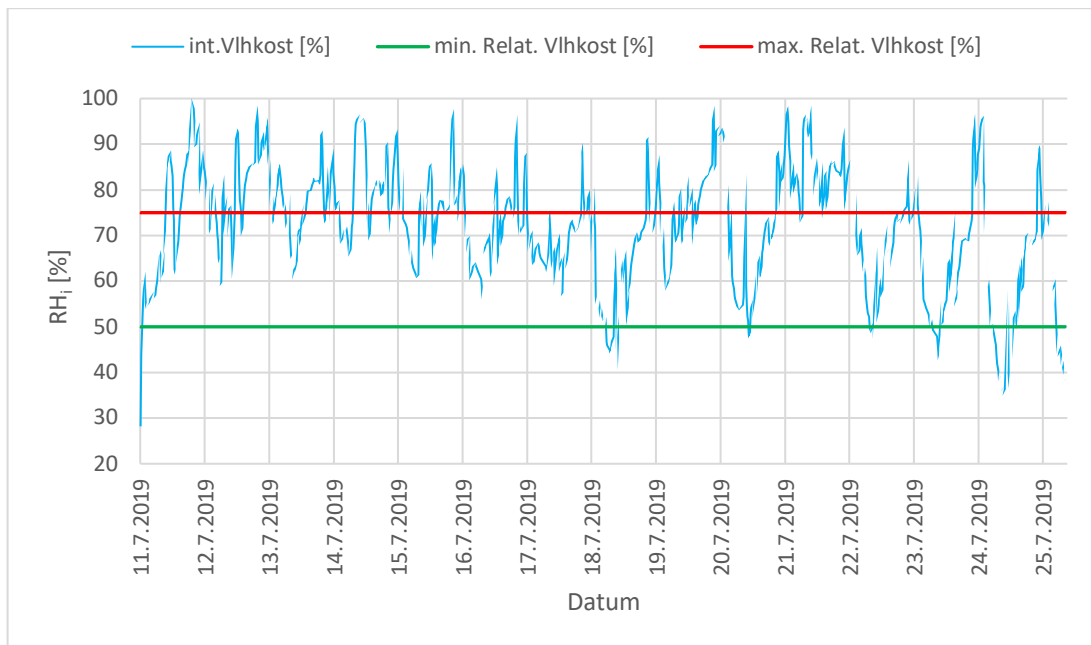
6.1.1 THI v dojárně

V dojárně bylo z naměřených hodnot zaznamenáno překročení prahu stresu skotu, a to každý den prováděného měření (viz graf 1). Většinu dne zde dojnice pobývaly v pásmu mírného až středně silného stresu. Dlouhodobé měření relativní vlhkosti (viz graf 2) ukázalo, že se hodnoty v době denního světla pohybovaly většinou v optimálních hranicích. Jen v průběhu několika dní byl zaznamenán pokles relativní vlhkosti pod dolní mez. Oproti tomu hodnoty naměřené přes noc byly ve většině případů daleko vyšší než je požadováno normou. Podle grafu 3 zde teplota vzduchu v průběhu několika nocí klesla na teplotu rosného bodu, což mohlo způsobovat vznik kondenzátu na vnitřních površích. A to v případě, kdy došlo vedením ke sdílení tepla mezi okolním vzduchem a vnitřními povrchy. Nejvyšší teplota vzduchu zde byla naměřena dne 24. 7. 2019 a to 29,6 °C, externí teplota vzduchu při tom byla 34,9 °C, hodnota interní relativní vlhkosti byla 34,9 %. Index THI byl při těchto podmínkách vypočten na hodnotu 79. Což je v případě dojírny nejvyšší vypočtená hodnota indexu THI v průběhu celého měření. To znamená, že dojnice byly touto dobou ve stavu středně silného stresu.

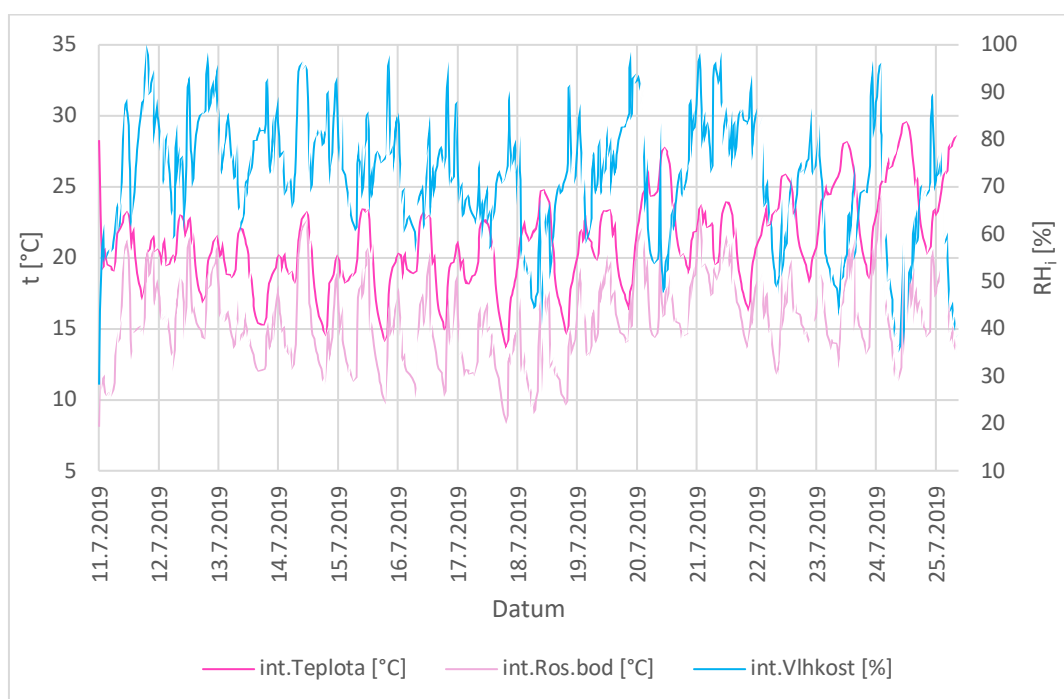
Graf 1 Časový průběh hodnot THI a teplot v dojrně



Graf 2 Časový průběh hodnot relativní vlhkosti v dojrně



Graf 3 Časový průběh teploty rosného bodu, vlhkosti a teploty vzduchu v dojrně

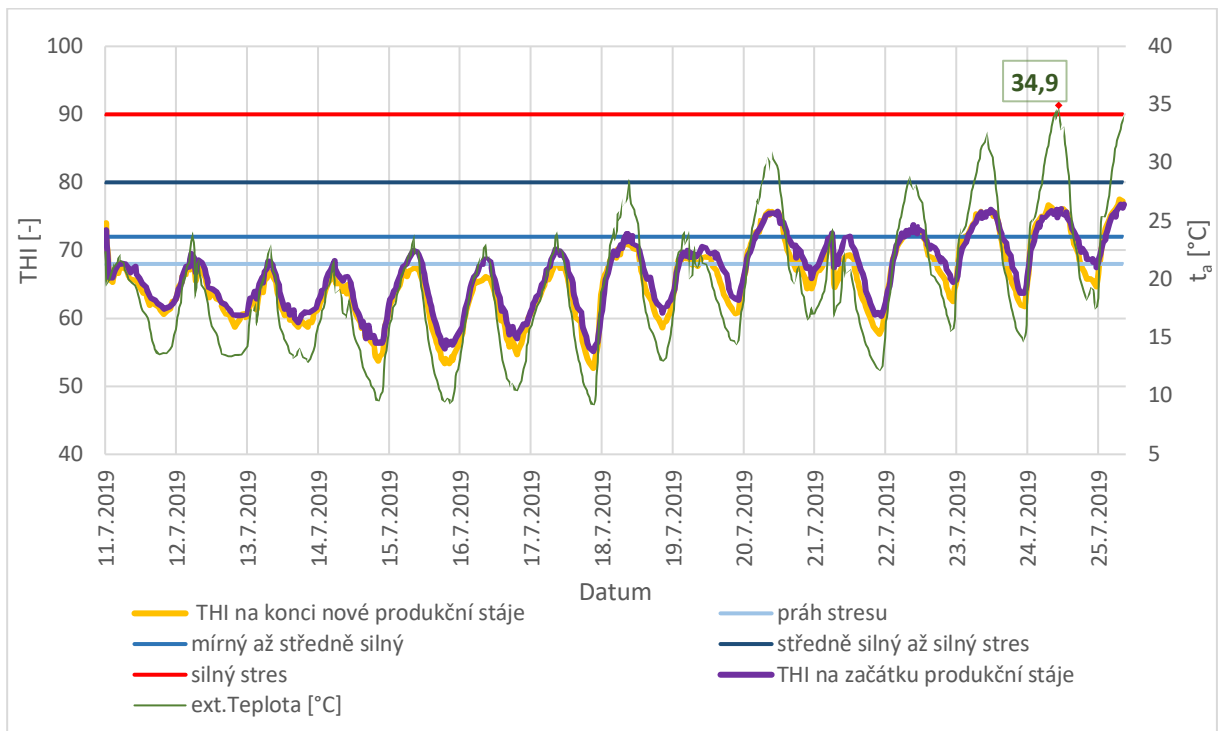


6.1.2 THI v produkční stáji

Výsledky měření teploty v produkční stáji jsou velmi podobné výsledkům z dojírny. Indexy THI vypočtené z měření na začátku a na konci produkční stáje se mezi sebou téměř neliší. Což je pravděpodobně způsobeno tím, že čidla se nacházely hned vedle východů ze stáje.

V případě, že pomíneme skutečnost, že čidla byla umístěna vedle východu ze stáje, pak se dle naměřených hodnot dojnice téměř každý den pohybovaly v zóně mírného až středně silného stresu. Nejvyšší hodnota indexu THI dosáhla hodnoty 77 (viz graf 4).

Graf 4 Časový průběh teplot a indexu THI v produkční stáji

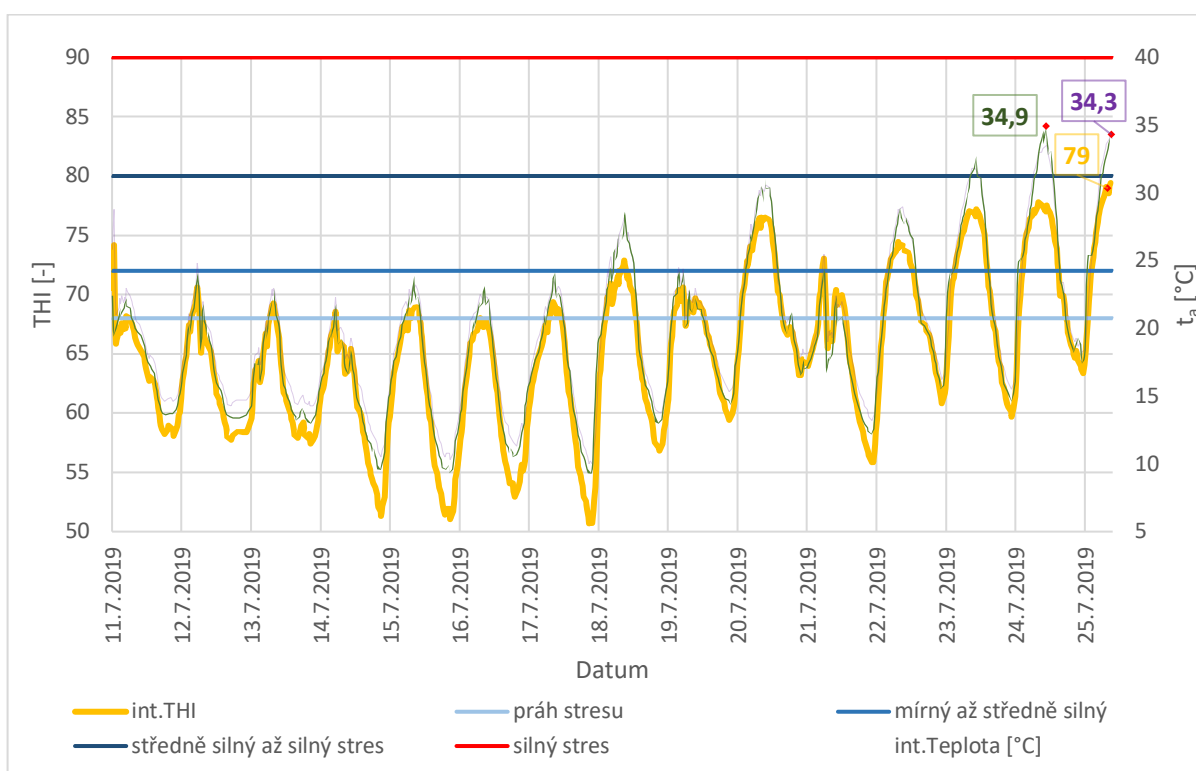


6.1.3 THI v porodně

V případě porodny se vypočtené indexy THI ve většině případů pohybují v rozmezí mírného až středně silného stresu. Při venkovní teplotě vyšší, než je teplota tropického dne (30 °C) byly hodnoty THI blíže k hranici středně silného stresu.

Z grafu 5 je vidět, že interní teplota zde opisuje křivku externí teploty. Což odpovídá stavu otevřené stáji, kde se předpokládá, že hodnoty teploty a relativní vlhkosti se blíží anebo sledují průběh stavu externího vzduchu.

Graf 5 Časový průběh teplot a indexu THI v porodně

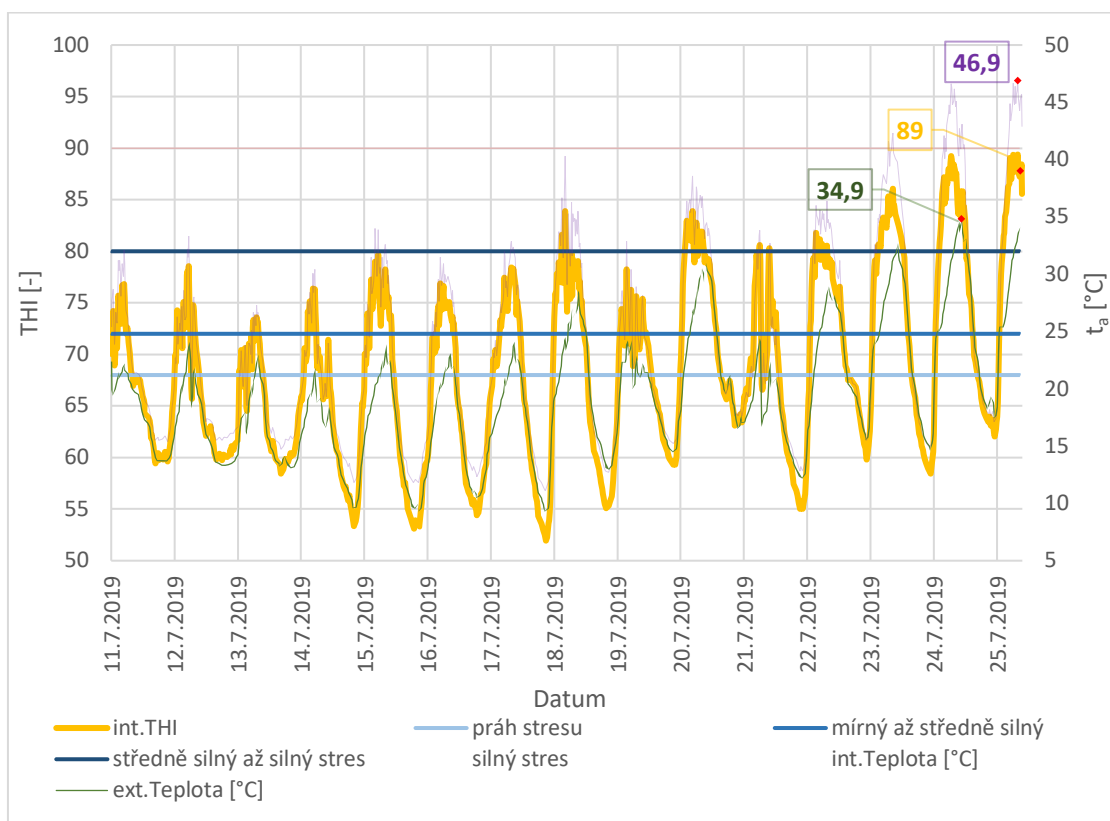


6.1.4 THI ve venkovním skupinovém boxu

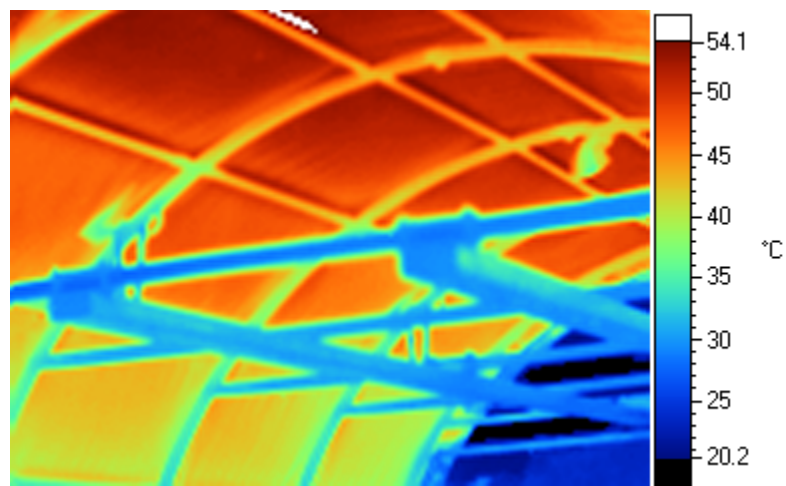
Výsledky měření v případě venkovních skupinových boxů nejsou jednoznačné. Z naměřených hodnot vyplývá, že všechna telata byla v průběhu měření v pásmu mírného až silného stresu (viz graf 6). Několik dní dosahovaly dokonce naměřené hodnoty hranice silného stresu. Zároveň s tím je z grafu patrné, že naměřená teplota vzduchu pod přístřeškem venkovního boxu výrazně převyšuje teplotu externí. Z toho plyne, že velké hodnoty indexu THI jsou pravděpodobně způsobeny ohřevem přístřešku. Tím, že byl měřicí přístroj zavěšen přímo na ocelovou konstrukci pod přístřeškem, mohlo dojít k ovlivnění konečných výsledků tohoto měření.

Jak je vidět na obrázku 7 z termografu, dne 11. 7. byl při venkovní teplotě vzduchu $25,71 \pm 1,13$ °C podle tabulky 8 přístřešek ohřát působením slunečního záření na hodnotu 54,1 °C. Podle grafu 6 byla hodnota THI v době snímání termografu 73. Tato hodnota odpovídá stavu mírného stresu. Pokud se ale podíváme na obrázek 8, na termosnímku vidíme, že teplota těl telat má hodnotu 38,5 °C, což je charakteristickou tělesnou teplotou pro zdravé telete v rostlinné výživě (Doležal a Staněk, 2008).

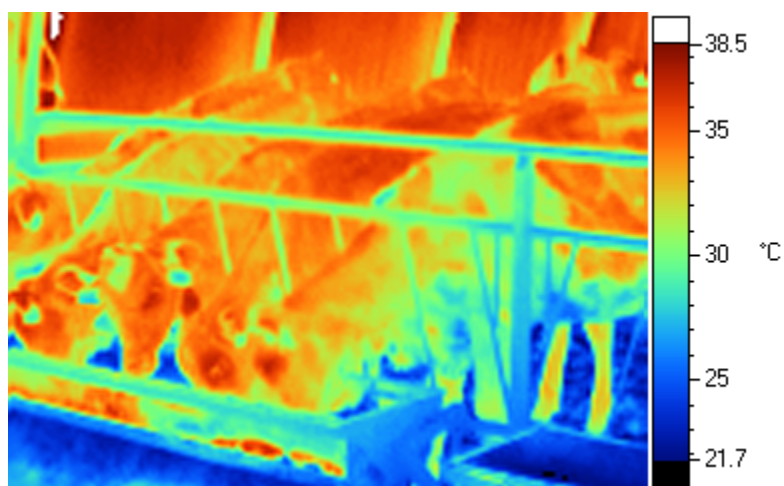
Graf 6 Časový průběh indexu THI a teplot ve venkovním skupinovém boxu



Obr. 7 Termosnímek přístřešku venkovního boxu dne 11. 7.



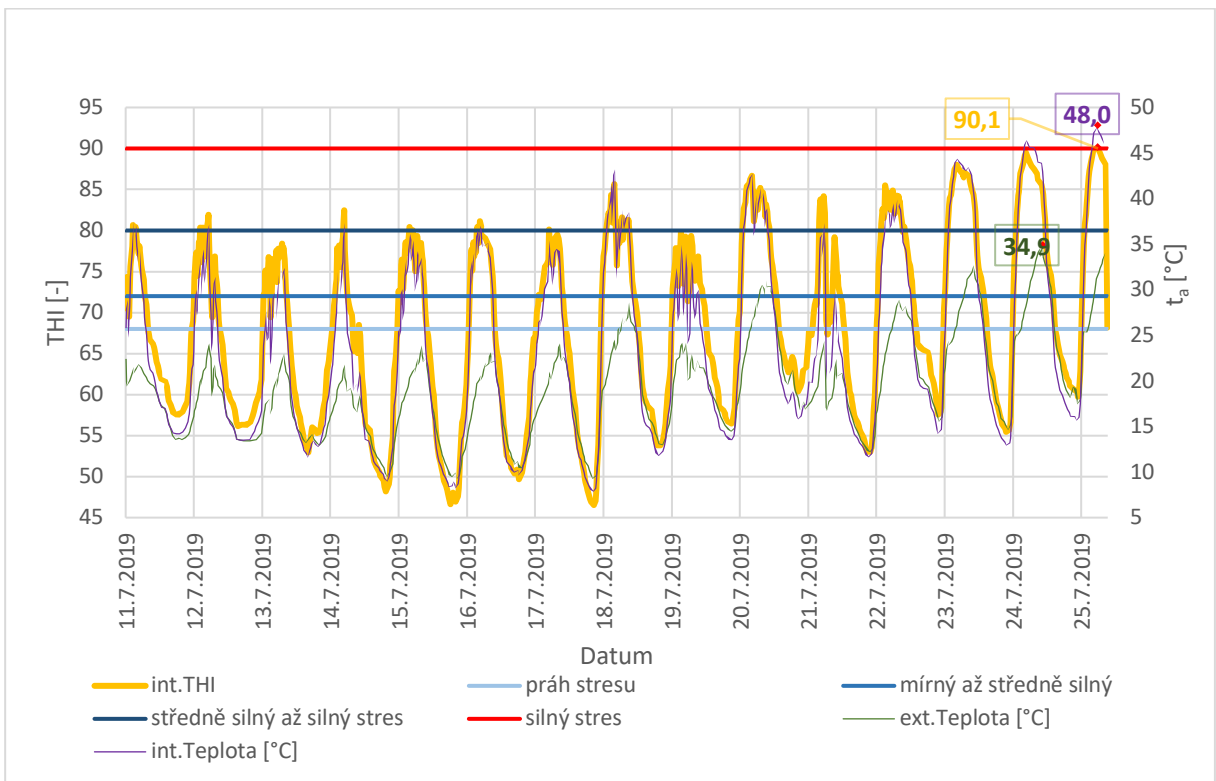
Obr. 8 Termosnímek telat v období rostlinné výživy dne 11. 7.



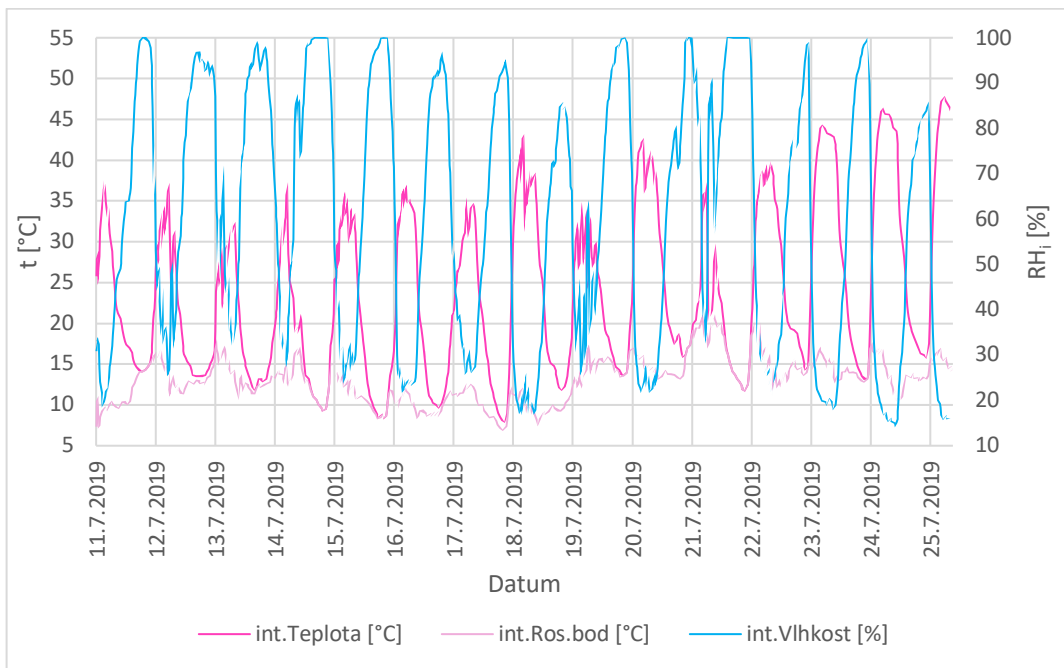
6.1.5 THI v individuálních venkovních boxech

Jako omračující se jeví situace, která plyne z výsledků měření individuálních venkovních boxů (viz graf 7). Telata v těchto boxech zažívala každý den středně silný až silný stres. Naměřené hodnoty interní teploty opisují křivku THI, což je způsobeno extrémně nízkými hodnotami relativní vlhkosti uvnitř boxu během dne. Výsledky měření relativní vlhkosti můžeme vidět v grafu 9. Kvůli nedostatečné ochraně proti slunečnímu záření v období letních dní se venkovní individuální box příliš přehřívá, což způsobuje snížení vlhkosti uvnitř boxu. Uvnitř boxu tak dochází k extrémnímu vysušení vzduchu. Tato situace může přímo zapříčinit vznik zdravotních problémů spojených s horními cestami dýchacími. V noci je zde situace jiná. V průběhu devíti nocí ze čtrnácti dosahovala hodnota relativní vlhkosti 100 %. Podle grafu 9 tedy byla přes noc v boxu relativní vlhkost vyšší, než relativní vlhkost naměřena venku. Z grafu 8 je vidět, že se naměřená vnitřní teplota vzduchu protíná v několika místech s hodnotami rosného bodu. Vzhledem k tomu, že se jedná o poměrně malý vnitřní objem boxu, zde s největší pravděpodobností docházelo ke vzniku kondenzace vodní páry na vnitřním povrchu. Vidíme také, že exteriérová teplota je ve skutečnosti nižší než teplota uvnitř kotců, což samo o sobě nutí zvíře trávit více času mimo box. Podle vlastních pozorování se telata většinu dne pohybují venku mimo box pod přímým slunečním zářením, jak můžeme vidět na snímku z termografu (obrázek 9), provedeného při venkovní teplotě $25,71 \pm 1,13$ °C. Pod přímým slunečním zářením se tělesná teplota telete zvýšila z optimálních 38,5 – 39,5 °C podle (Doležal a Staněk, 2008) na 42,0 °C, povrch pokožky ale dosáhl teploty 53,0 °C.

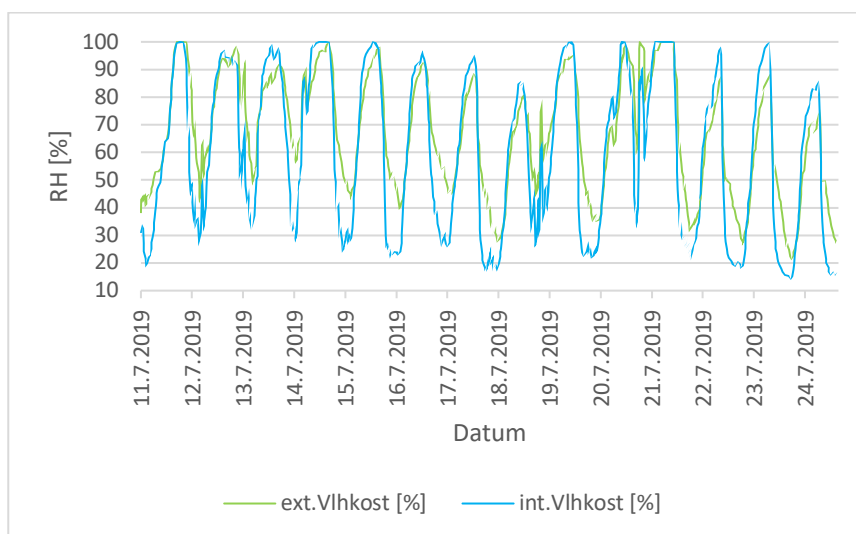
Graf 7 Časový průběh teplot a indexu THI ve VIB



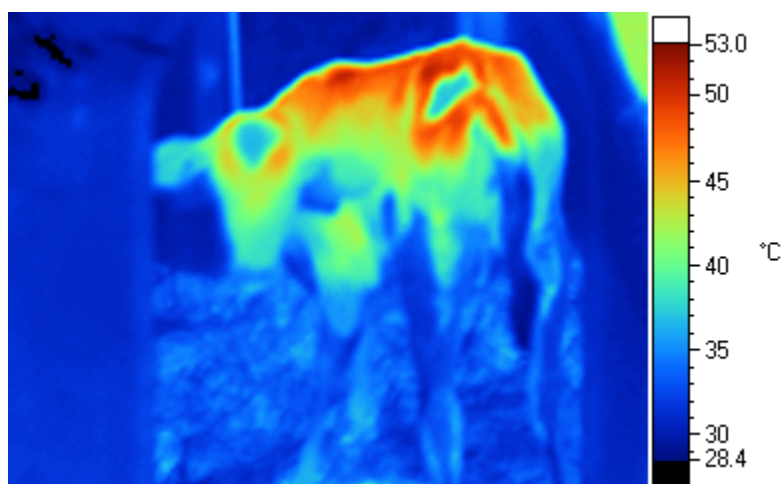
Graf 8 Časový průběh teploty rosného bodu, relativní vlhkostí a teploty vzduchu ve VIB



Graf 9 Časový průběh interní a externí relativní vlhkosti ve VIB



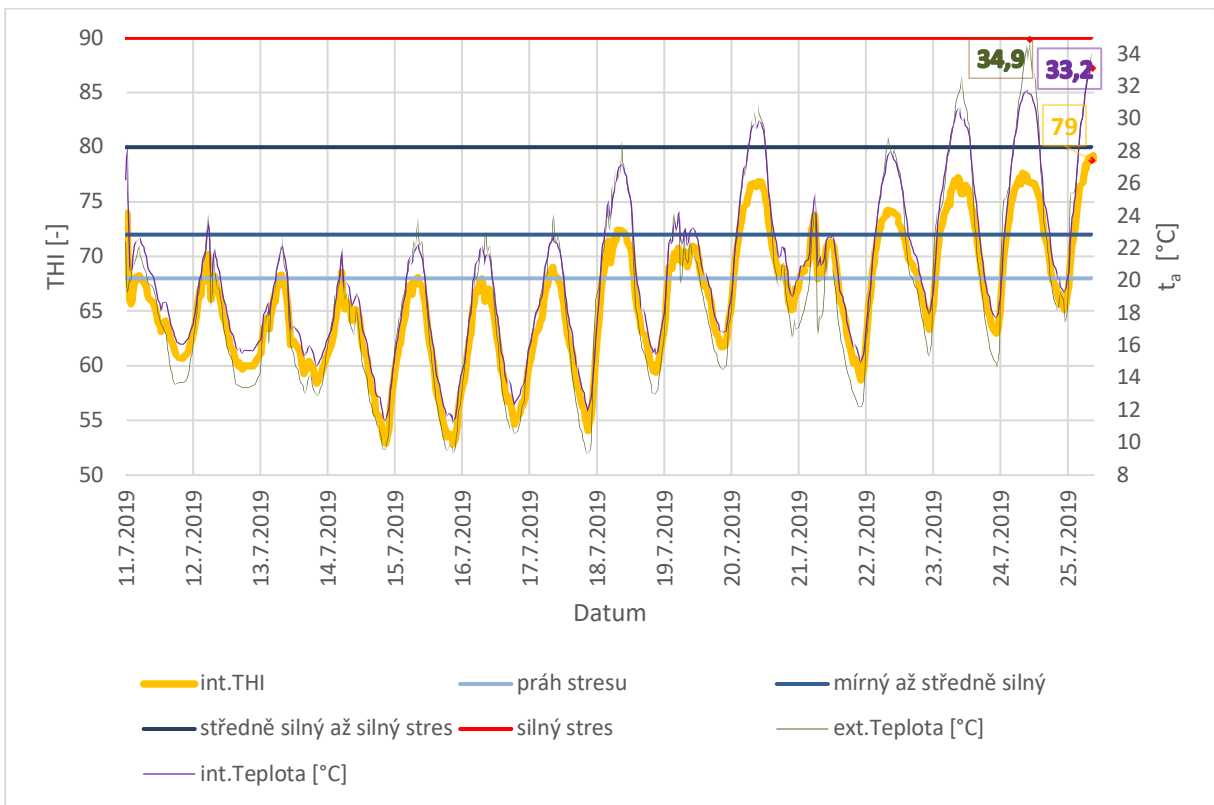
Obr. 9 Termosnímek telete v období mléčné výživy dne 11. 7.



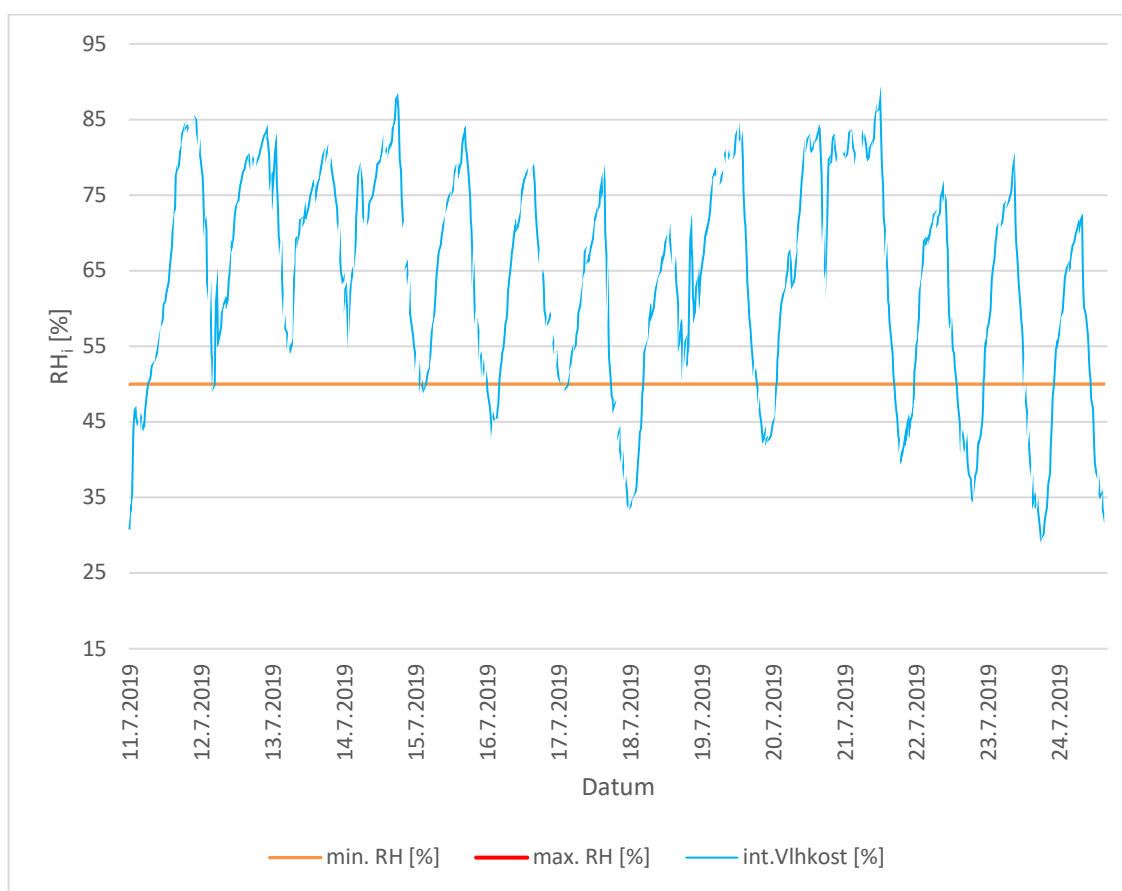
6.1.6 THI v zděné stáji

Na grafu 10 je zobrazen časový průběh hodnot interní a externí teploty vzduchu a hodnoty THI. Na základě vypočtených hodnot THI nebyla v průběhu měření překročena hranice silného stresu. Maximální hodnota THI byla 79, což znamená, že skot byl ve stavu středně silného stresu. Zajímavé je, jakým způsobem se zde projevuje chladicí účinek stáje. Pouze při teplotě nad 30 °C je vidět výrazný rozdíl mezi externí teplotou a teplotou interní. Jinak je v průběhu denního světla teplota vnitřního prostředí skoro totožná s teplotou prostředí vnějšího. Na grafu 11 dále vidíme, že v průběhu dlouhodobého měření relativní vlhkosti hodnoty nepřesáhly stanovenou hranici 85 % – mez maximální přípustné hodnoty. Minimální mez ale byla překročena několikrát a to v průběhu nejteplejších dní měření.

Graf 10 Časový průběh teplot a indexu THI ve zděné stáji



Graf 11 Časový průběh relativní vlhkosti v zděné stáji



6.2 Výsledky druhé fáze měření

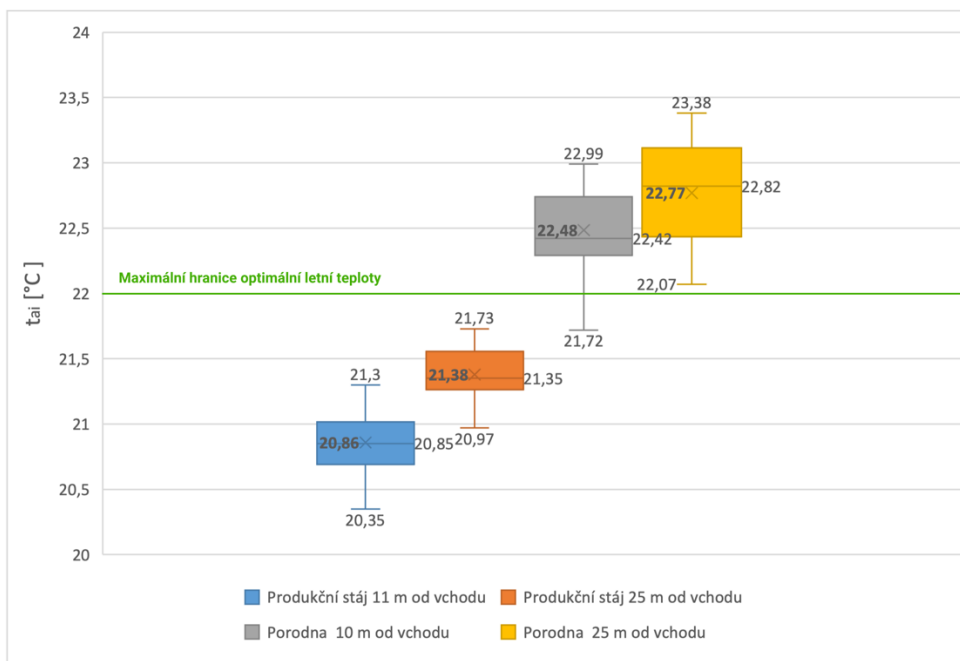
V druhé fázi měření byly mezi sebou porovnány naměřené parametry produkční stáje a porodny. Jedná se o stáje otevřeného typu. Průměrné výsledky měření spolu se směrodatnou odchylkou jsou podrobně rozepsané v tabulce 8.

6.2.2 Výsledky teplot

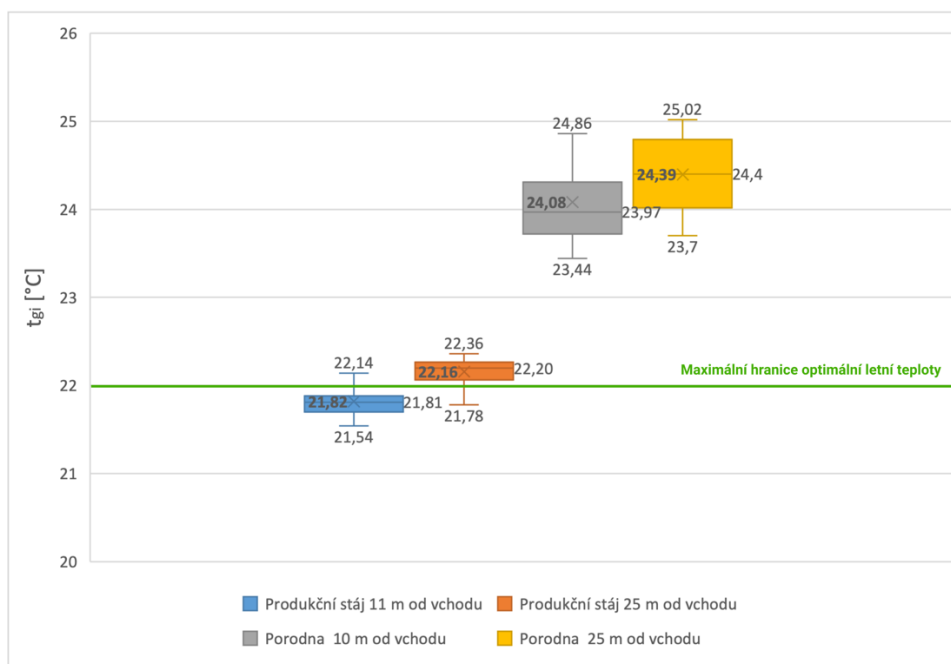
Na grafu 12 vidíme, že teplota vzduchu v produkční stáji byla v mezích optimální teploty, zatímco teplota v porodně byla mimo stanovenou hranici. Na grafu 13 je ale vidět, že výsledná teplota byla již o trochu vyšší než teplota vzduchu. V produkční stáji ve vzdálenosti 25 m od vchodu pak výsledná průměrná teplota překročila maximální stanovenou hranici optimální teploty. Rozdíl mezi teplotou kulového teploměru a teplotou suchého teploměru v produkční stáji byl v průměru kolem 1 °C, v porodně byl pak tento rozdíl v průměru kolem 1,5 °C. Z grafů je dále patrné, že hodnoty teploty vzduchu a výsledné teploty ve vzdálenosti 25 m od vstupu jsou vyšší v obou stájích. V porodně jsou však teploty celkově vyšší.

Nejvyšší naměřené teploty byly v porodně ve vzdálenosti 25 m od vstupu a to jak teplota vzduchu (23,38 °C), tak i výsledná teplota (25,02 °C). Nejnižší naměřená teplota vzduchu (20,35 °C) a nejnižší výsledná teplota (21,54 °C) byly naměřené v produkční stáji ve vzdálenosti 11 m.

Graf 12 Porovnání teploty vzduchu dne 11. 7.



Graf 13 Porovnání výsledné teploty dne 11. 7.



6.2.3 Výsledky relativní vlhkosti

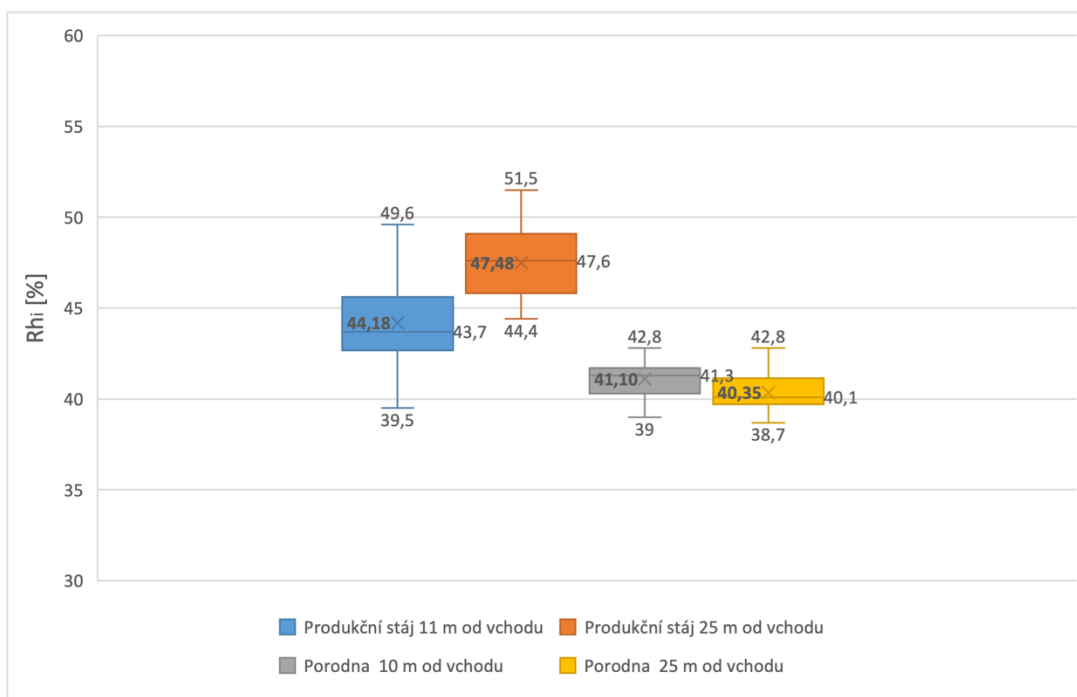
V průběhu provádění měření v produkční stáji a porodně, měla venkovní relativní vlhkost průměrnou hodnotu $31,91 \pm 1,97$ % (viz tabulka 9).

Průměrné hodnoty naměřené uvnitř produkční stáje na začátku a ve středu stáje se lišily. Ve vzdálenosti 11 m od vstupu byla relativní vlhkost 44,18 %, zatímco ve vzdálenosti 25 m od vchodu pak už 47,48 % (viz graf 14).

V porodně nejsou výrazné rozdíly mezi naměřenými hodnotami. Na začátku stáje je to 41,10 % a uprostřed pak 40,35 %. Což vypovídá o dobrém provětrání prostoru.

Větší hodnoty v produkční stáji jsou způsobeny jak větším počtem dobytka, tak i větší velikostí mokřých ploch.

Graf 14 Porovnání relativní vlhkosti dne 11. 7.



6.2.4 Výsledky THI a BGHI

Podle vypočtených hodnot THI a BGHI (viz tabulka 10) je zřejmé, že v případě produkční stáje, zažívají dojnice blíže ke středu stáje větší tepelný stres než dojnice, které stojí poblíž východu. Což je pravděpodobně způsobeno velikostí stáje, příp. horším prouděním vzduchu v podélném směru. V případě porodny jsou naopak vypočtené indexy shodné napříč celou délkou objektu. Při porovnání s produkční stájí jsou ale vyšší, při přibližně stejné venkovní teplotě. Tato situace je zajímavá i z důvodu, že porodna je velikostně i počtem zvířat výrazně menší než produkční

stáj. Současně orientace obou budov vůči světovým stranám je shodná, způsob přirozeného větrání je také stejný.

Tab. 10 THI a BGHI dne 11.7.

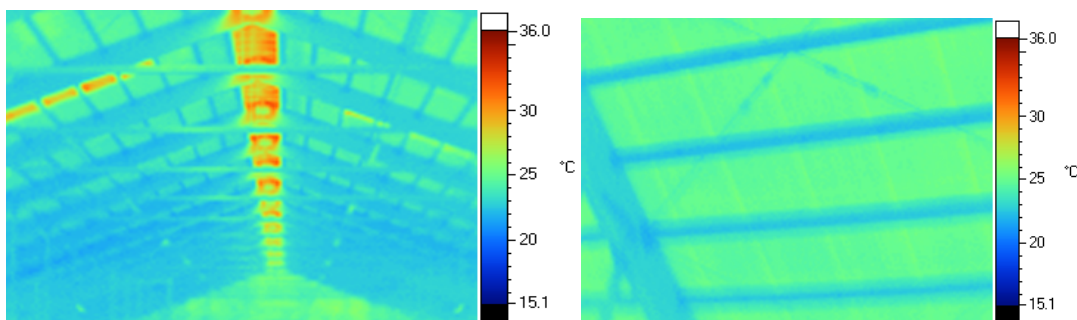
Objekt	Umístění	THI	BGHI
Produkční stáj	11 m. od vstupu	66	67
	25 m. od vstupu	67	68
Porodna	10 m. od vstupu	68	70
	25 m. od vstupu	68	70

6.2.5 Posouzení druhu střešních krytin z hlediska prostupu tepla

Ve sledovaných objektech se objevují různé typy střešních krytin. U produkční stáje je střešní krytina navržena ze sendvičových střešních panelů profilovaných PUR. V porodně je zastřešení provedeno plechovou střešní krytinou.

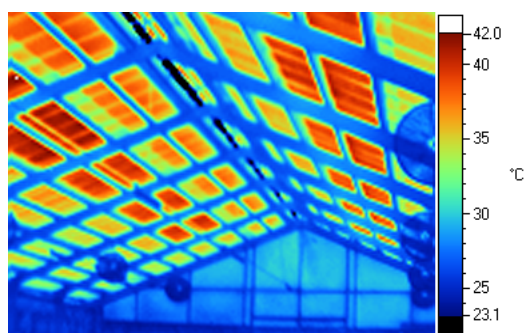
Podle snímků na obrázku 10 z termogramu je vidět, že při dopadu intenzity slunečního záření v průměru $920,56 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ je teplota střešní krytiny v produkční stáji na straně interiéru přibližně $26 \text{ }^\circ\text{C}$, nejvyšší naměřená teplota $36 \text{ }^\circ\text{C}$ se vyskytovala ve větrací šterbině a v prosvětlovacích pásích. Prosvětlovací pásy zde tvoří přibližně 10 % plochy střechy.

Obr. 10 Termosnímek zastřešení v produkční stáji



Při dopadu slunečního záření na střechu porodny o intenzitě $641,50 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ byla zaznamenána nejvyšší teplota střešní krytiny v oblasti prosvětlovacích pásů a to $42 \text{ }^\circ\text{C}$ (viz obrázek 11). Prosvětlovací pásy v porodně tvoří přibližně 20 % celkové plochy střešní krytiny. Teplota plechové střešní krytiny se postupně navyšovala od $34 \text{ }^\circ\text{C}$ až do $38 \text{ }^\circ\text{C}$ ve směru k hřebeni střechy.

Obr. 11 Termosnímek vnitřního povrchu střešní krytiny v porodně

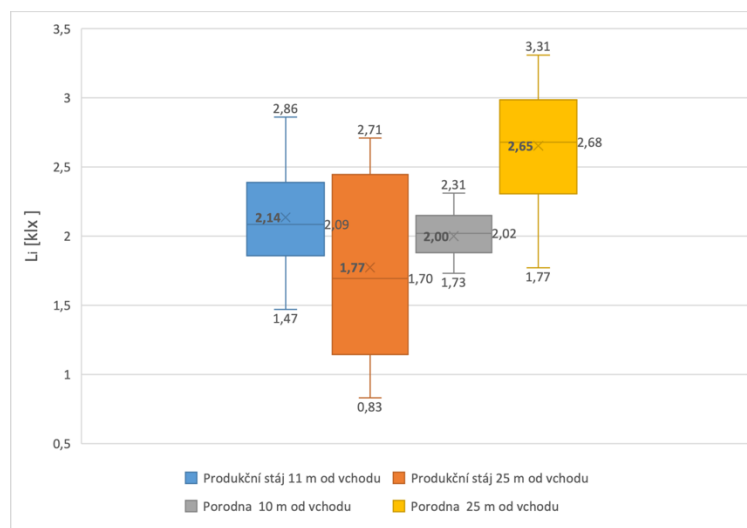


Na snímcích z termogramu (obrázky 10, 11) vidíme, že nejlépe odpuzují dopad intenzity slunečního záření sendvičové panely s PUR profilem. Nejvíce se rozežhívá krytina z plechu.

6.2.5 Výsledky intenzity osvětlení

Hodnoty intenzity osvětlení v obou stájích odpovídají požadavkům normy ČSN 36 00 88 na fyziologické a pracovní osvětlení. Na grafu 15 vidíme, že v produkční stáji byly zaznamenány nejvyšší průměrně hodnoty intenzity osvětlení ve vzdálenosti 11 m od vstupu, v porodně pak ve vzdálenosti 25 m.

Graf 15 Porovnání intenzity slunečního záření dne 11.7.



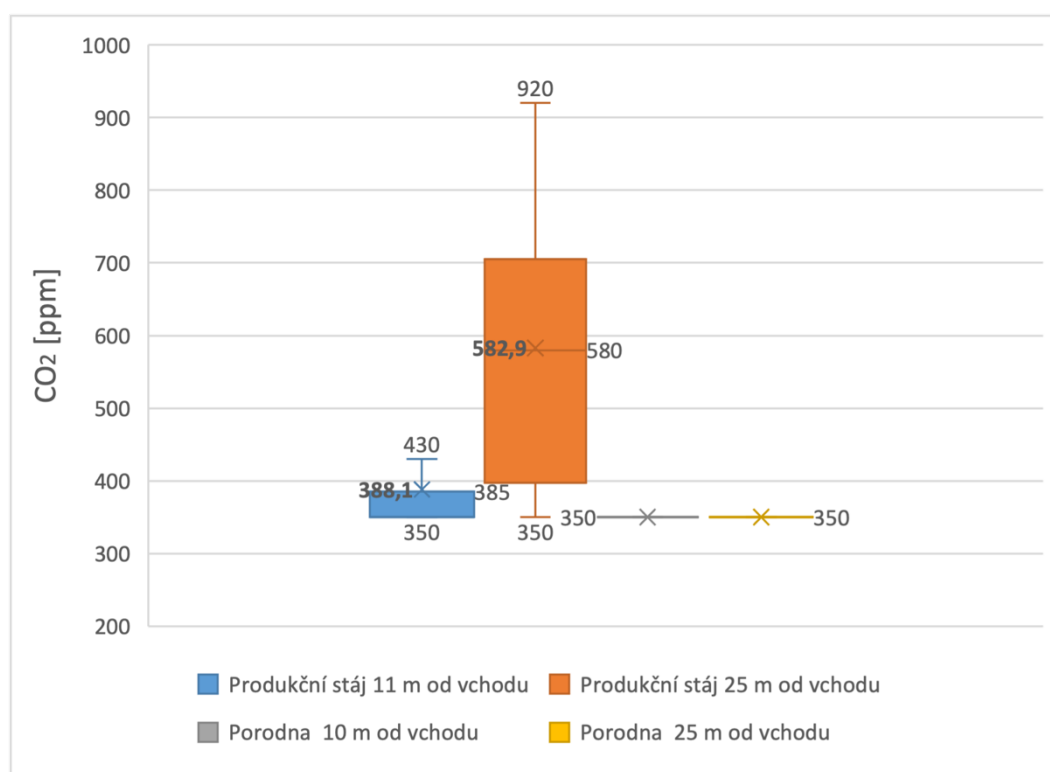
6.2.6 Výsledky CO₂

Z grafu 16 umístěného níže je patrné, že obsah CO₂ v ovzduší byl v obou stájích v mezích optimálních hodnot do 2000 ppm. V porodně nejsou rozdíly mezi hodnotami naměřenými ve vzdálenosti 10 m a 25 m. Hodnoty obsahu CO₂ v porodně (350 ppm) odpovídají obsahu oxidu

uhličitého ve venkovním vzduchu. Na základě těchto zjištění můžeme usoudit, že stáj je z hlediska přirozeného odvětrání navržena vhodně.

V produkční stáji je ale situace jiná. Ve vzdálenosti 11 m od vchodu jsou průměrná a maximální hodnota (388,1 ppm a 430 ppm) o něco vyšší než je obsah CO₂ ve venkovním ovzduší. Vyšší obsah oxidu uhličitého pravděpodobně souvisí s větším počtem ustájených dojnic. Nic to ale nemění na tom, že ve vzdálenosti 25 m je obsah oxidu uhličitého výrazně vyšší, než na začátku stáje (11 m). Průměrná hodnota CO₂ zde je vypočtena na 582,9 ppm, maximální naměřená hodnota je 920 ppm. Naměřené hodnoty nejsou pro dojnice škodlivé, ale ukazují jen na nerovnoměrné proudění vzduchu ve stáji.

Graf 16 Porovnání koncentrace CO₂ dne 11.7.



6.2.7 Výsledky proudění vzduchu

Dle meteostanice Řevničov, která se nachází ve vzdálenosti 10 km od zkoumané farmy, byla venkovní rychlost proudění vzduchu tohoto dne $2,85 \pm 0,71 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, směr větru byl západní až jihozápadní.

Obě stáje jsou shodně orientovány vůči světovým stranám. Směr působení ventilátorů byl v obou objektech severovýchodní, což bylo právě proti směru působení vnitřních ventilátorů.

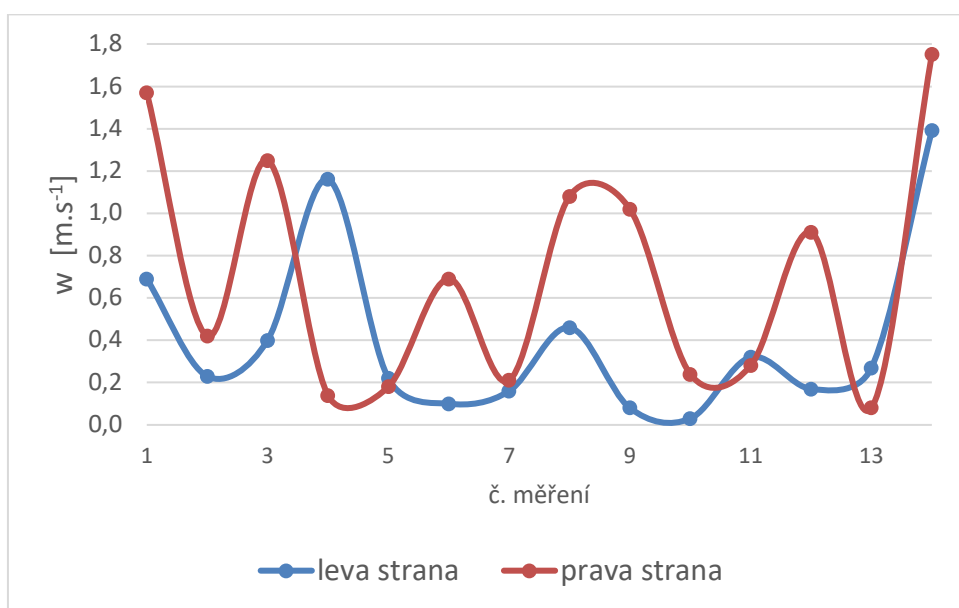
Rychlost proudění vzduchu v produkční stáji byla měřena podél délky krmné chodby, měření proběhlo nejprve jihozápadním směrem – levá strana, následně pak severovýchodním směrem – pravá strana (viz příloha 1). Překvapivé pak je, že rychlost proudění vzduchu byla celkově vyšší na pravé straně ve směru působení ventilátorů než na levé straně po směru větru.

Ačkoliv na grafu 17 vidíme velký vliv větru v produkční stáji, rychlost proudění vzduchu v délce celé stáje je nerovnoměrná. Na začátku a na konci stáje je rychlost proudění vzduchu vyšší a odpovídá požadované rychlosti proudění vzduchu $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ pro teplotu $22 \text{ }^\circ\text{C}$. Pro vyšší hodnoty teploty vzduchu, tak jako je tomu v našem případě, by nevadily ani vyšší hodnoty proudění vzduchu. Ve všech ostatních případech jsou naměřené hodnoty proudění vzduchu pro ochlazování těl dojnic nedostatečné.

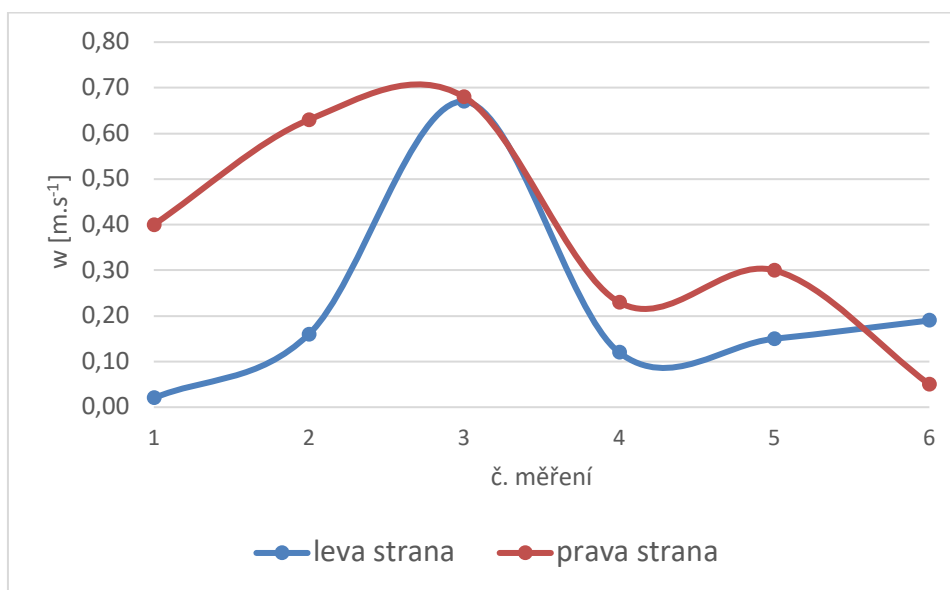
Rychlost proudění vzduchu v porodně byla měřena na začátku v délce krmné chodby jihozápadním směrem – pravá strana, následně pak v délce přiháněcí uličky severovýchodním směrem – levá strana. V grafu 18 je vidět, že hodnoty měření na pravé straně po směru působení větru jsou vyšší.

V grafu 18 dále vidíme, že naměřené hodnoty nedosahují požadované meze $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, která je stanovena pro teplotu $22 \text{ }^\circ\text{C}$. Při těchto podmínkách nebude docházet k ochlazování organismu zvířat. Nejvyšší hodnoty rychlosti proudění vzduchu v porodně byly naměřeny uprostřed stáje. V zimním období navíc v místě nejvyšších hodnot může vzniknout i průvan.

Graf 17 Rychlost proudění vzduchu v produkční stáji (podél délky stáje)



Graf 18 Rychlost proudění vzduchu v porodně (podél délky stáje)



6.2.8 Výsledky prašnosti

V tabulce 11 je uveden přehled výsledku měření prašnosti v produkční stáji a porodně. Na základě získaných hodnot vidíme, že vyšší průměrné hodnoty celkového prachu jsou naměřeny v produkční stáji.

Na začátku produkční stáje (11 m od vstupu) byl celkový prach v průměru $66,51 \mu\text{g.m}^{-3}$, uprostřed stáje byla tato hodnota již v průměru $53,62 \mu\text{g.m}^{-3}$. Zajímavé je, že větší množství prachu bylo naměřeno ve vzdálenosti 11 m od vstupu, kde se dle měření rychlosti proudění vzduchu očekává větší rychlost. Vysoké hodnoty celkového obsahu prachu v produkční stáji mohou být spojeny se zakládáním krmiva pomocí krmného míchacího vozu.

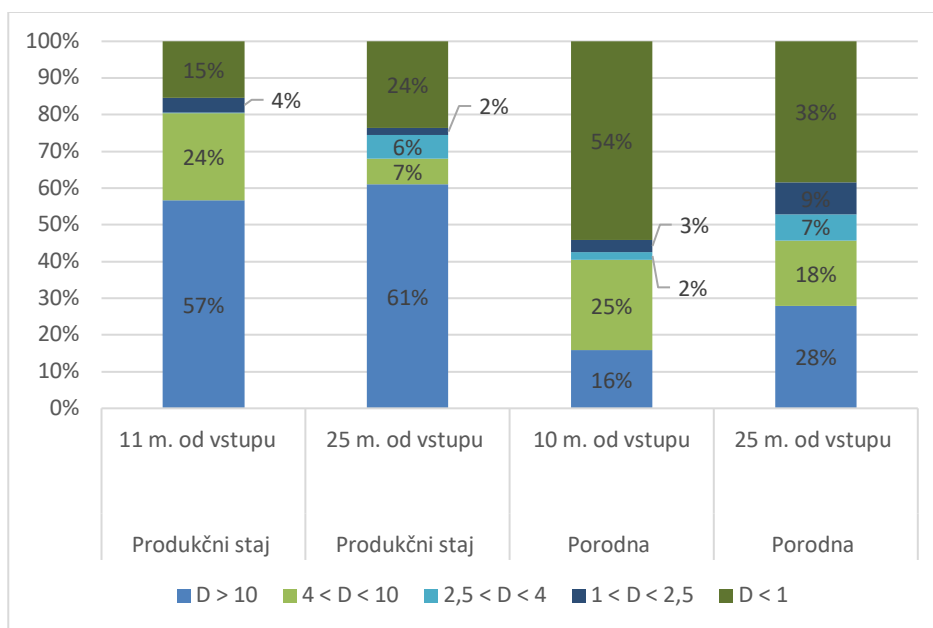
V porodně nejsou velké rozdíly v celkovém množství zachycených částic. Největší celkové množství ($23,64 \mu\text{g.m}^{-3}$) bylo naměřeno uprostřed stáje, na začátku stáje pak $21,79 \mu\text{g.m}^{-3}$. Menší celkové zastoupení prachu v porodně pravděpodobně souvisí s velikostně menším rozměrem stáje v podélném směru, a tím i následným lepším prouděním vzduchu skrz stáj.

Tab. 11 Průměrné hodnoty prašnosti dne 11.7.

Objekt:	Celkový [$\mu\text{g.m}^{-3}$]	PM 10 [$\mu\text{g.m}^{-3}$]	PM 4 [$\mu\text{g.m}^{-3}$]	PM 2,5 [$\mu\text{g.m}^{-3}$]	PM 1 [$\mu\text{g.m}^{-3}$]
11 m	66,51	28,79	13,08	12,88	10,26

Produkční stáj	25 m	53,62	20,91	17,11	13,71	12,69
Porodna	10 m	21,79	18,34	12,98	12,51	11,79
	25 m	23,64	17,03	12,82	11,14	9,07

Graf 19 Podíl jednotlivých velikostí prachových částic na celkové prašnosti dne 11.7.



Pro názornost přikládám strukturu rozložení prachových částic dle velikosti v celkové prašnosti (viz graf 19).

Podle struktury celkového prachu v produkční stáji lze vidět, že na začátku stáje bylo zastoupeno největší procento (57 %) hrubých částic, které jsou velikostně větší nebo rovny 10 μm (v absolutních číslech 28,79 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Oproti tomu částice ve vzdálenosti 25 m v této velikosti tvořily 61 % (20,91 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Ve středu stáje bylo větší zastoupení částic (26 %), v absolutních číslech 12,88 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, v respirabilní frakci prachu (částice o aerodynamickém průměru menší nebo rovných, než 2,5 μm) oproti začátku stáje kde bylo 19 % což v absolutních číslech 13,00 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

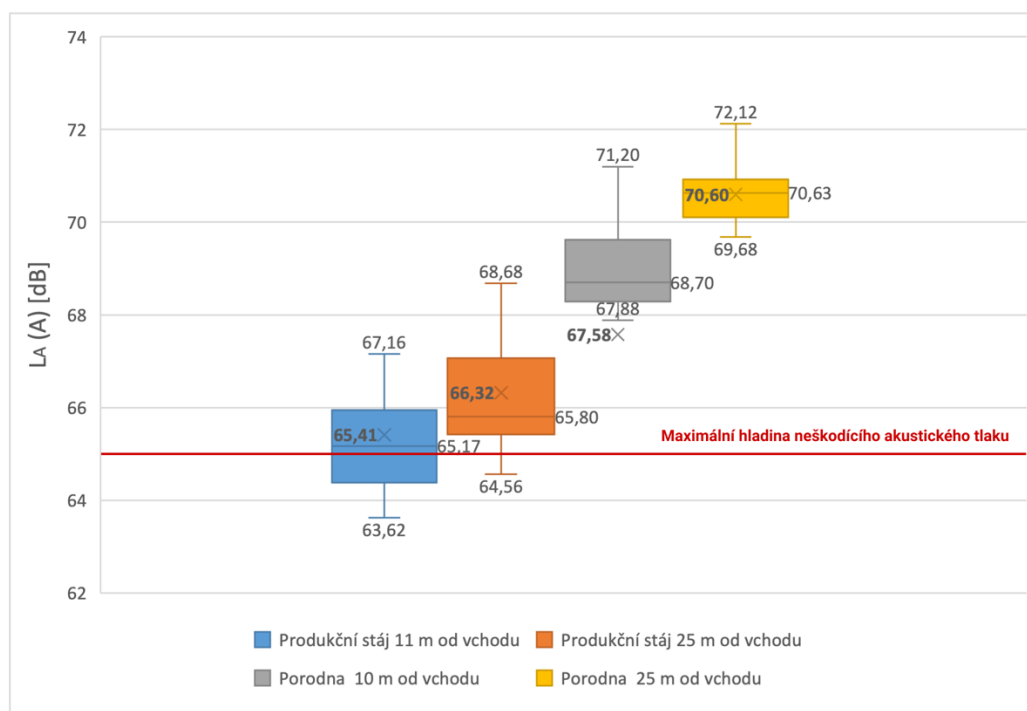
V porodně je pak situace následující: na začátku stáje se tvoří největší zastoupení částic v respirabilní frakci (částic jemných – $\text{PM}_{2,5}$ až velmi jemných – PM_1) 57 %, což v absolutní hodnotě tvoří 12,51 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, oproti 47 % (11,14 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) naměřených uprostřed stáje. Na začátku stáje jsou pak velmi jemné částice (menší nebo rovné 1 μm), které tvoří 54 % (v absolutních číslech 11,79 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), ve středu stáje pak 38 % (9,07 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Důvodem většího hmotnostního

podílu velmi jemných částic (o aerodynamickém průměru rovným nebo menším 1 μm) může být právě to, že částice v respirabilní frakci ve vzduchu neustále cirkulují. Hrubší částice jsou těžší a proto se naopak rychleji usazují na površích.

6.2.9 Výsledky hlučnosti

Podle grafu 20 pozorujeme, že hranice neškodného akustického tlaku byla překročena v obou objektech. Hodnoty ale nepřekročily mez stresově působícího akustického tlaku stanovenou na 80 dB. Nejmenší průměrná hodnota akustického tlaku byla naměřena v produkční stáji, a to ve vzdálenosti 11 metrů od vstupu. Blíže ke středu produkční stáje byly hodnoty akustického tlaku o trochu vyšší. Nejvyšší hodnoty byly naměřeny v porodně. Maximální hodnota 72,60 dB byla zaznamenána ve vzdálenosti 25 metru od vstupu. Nutno podotknout, že při provádění měření v porodně bylo dobře poznatelné, když běží ventilátory a když ne.

Graf 20 Porovnání hodnot akustického tlaku dne 11.7.

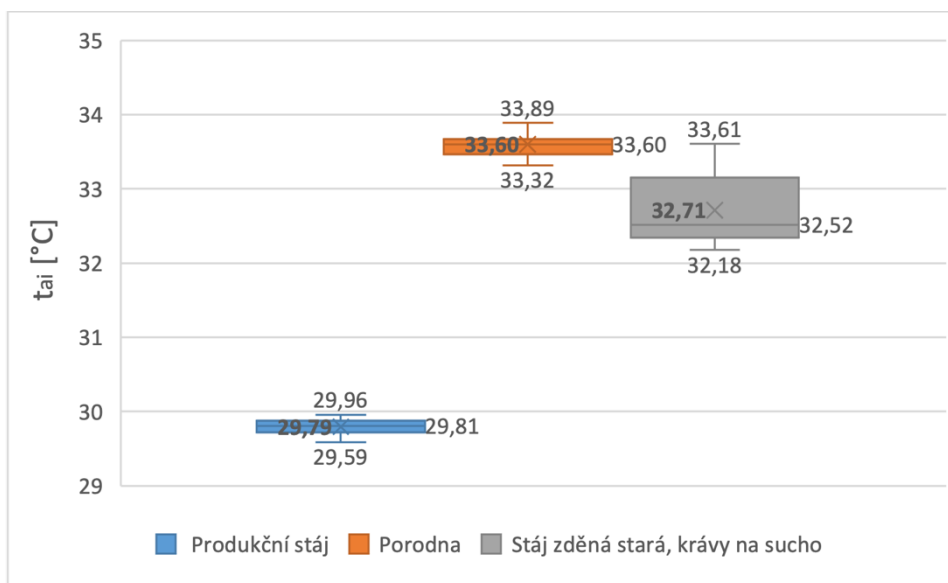


6.3 Výsledky třetí fáze měření

V této části budou mezi sebou porovnány 3 stáje ve středisku. Průměrná teplota vzduchu v den měření byla $43,84 \pm 1,24$ °C, což odpovídá teplotám tropického dne. Naměřené hodnoty venkovního vzduchu tohoto dne jsou uvedeny v tabulce 9.

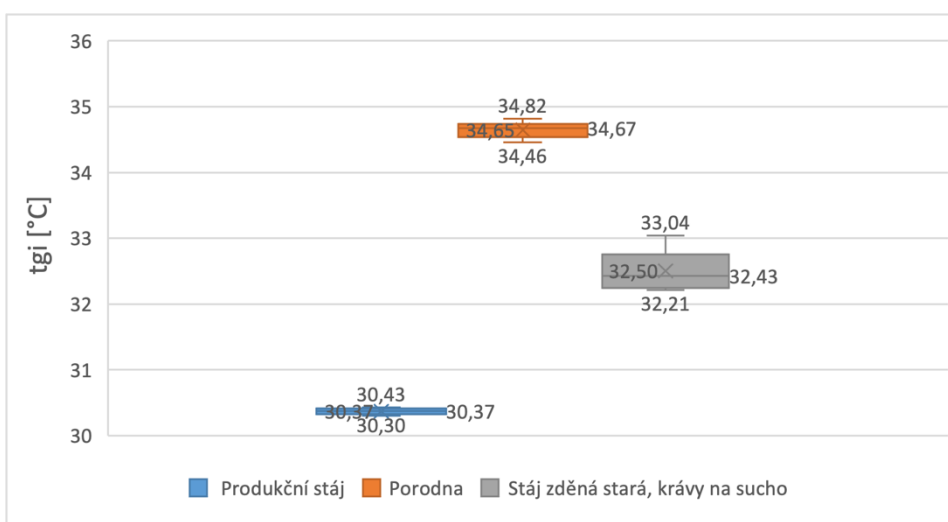
6.3.1 Výsledky teplot

Graf 21 Porovnání teploty vzduchu mezi stájemi dne 25.7.

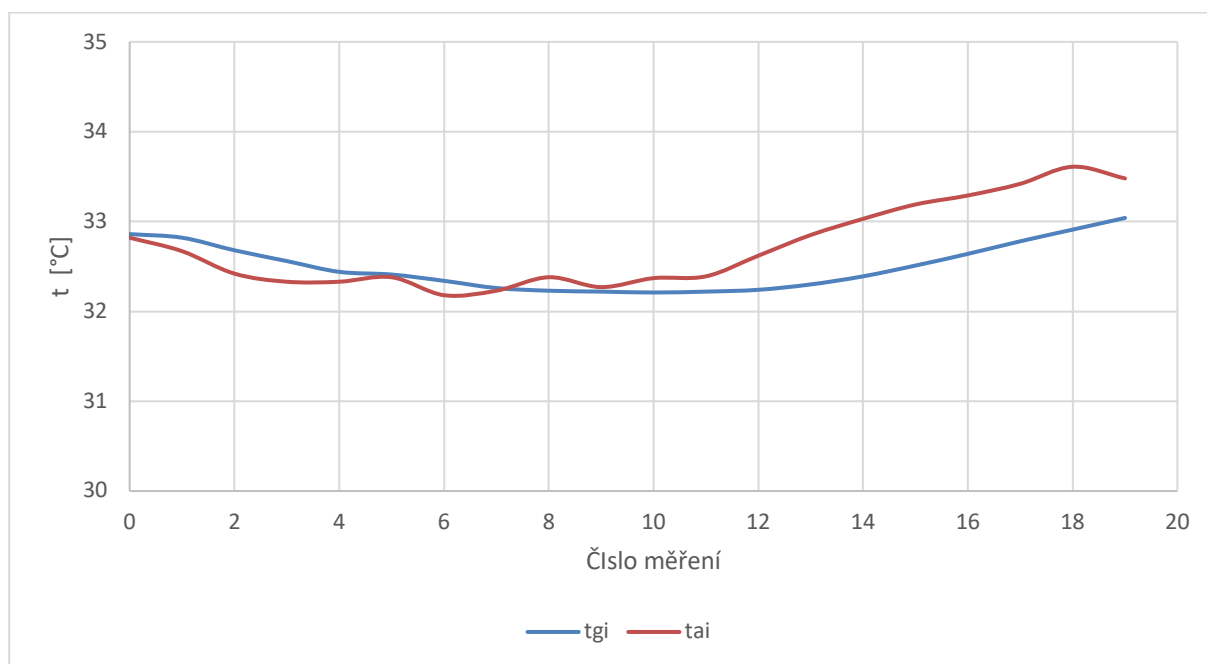


Teploty vzduchu ve stájích stejně jako výsledné teploty odpovídaly teplotám tropického dne. Z grafu 21 a 22 je patrné, že nejmenší hodnoty teploty vzduchu a výsledné teploty byly naměřeny v produkční stáji (29,79 °C a 30,37 °C). V produkční stáji byl rozdíl mezi průměrnou teplotou kulového teploměru a teplotou vzduchu kolem 0,5 °C. Nejvyšší hodnoty pak byly zaregistrovány v porodně (33,60 °C a 34,65 °C). Zajímavé hodnoty byly zjištěny ve zděné stáji – výsledná teplota (32,50 °C) byla nižší, než teplota vzduchu (32,71 °C) viz graf 23. Po dlouhém působení vysokých teplot se zde začíná projevovat ochlazující účinek chladných ploch masivní konstrukce stáje. Samozřejmě je i toto dáno malým tepelným ziskem z vrat a oken.

Graf 22 Porovnání výsledné teploty kulového teploměru mezi stájemi dne 25.7.



Graf 23 Časový průběh krátkodobého měření teplot ve zděné stáji dne 25. 7.



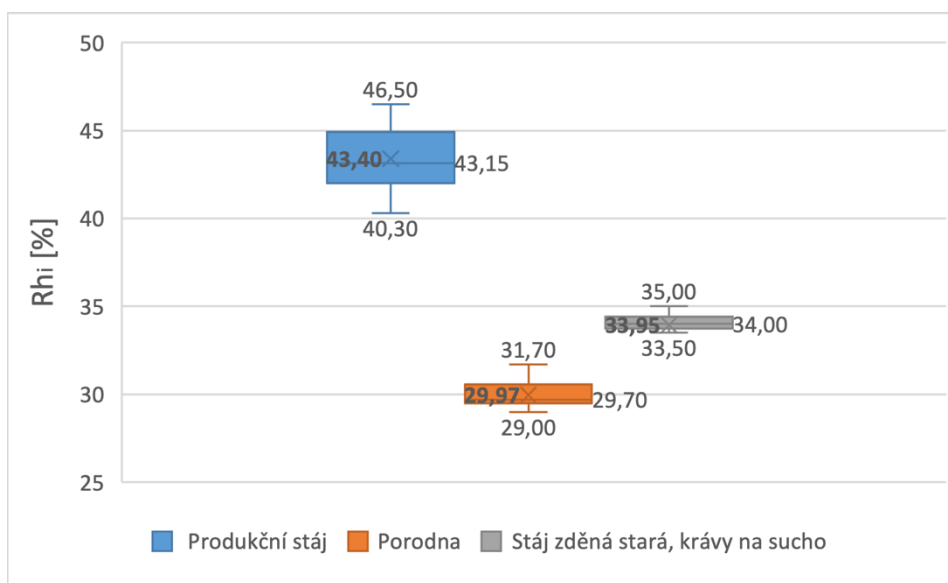
6.3.2 Výsledky relativní vlhkosti

Nejmenší průměrné hodnoty relativní vlhkosti byly naměřené v porodně (29,97 %). Podle (Kic a Brož, 1995) lze hodnoty relativní vlhkosti menší než 35 % považovat za příliš suchý vzduch.

Ve zděné stáji probíhá ustájení skotu v uzavřeném prostoru. Na základě tohoto by tento prostor již měl být řízen dle požadavku normy ČSN 73 4502. Podle této normy naměřené hodnoty (maximální 35 %) nesplňují minimální stanovenou mez pro volné ustájení skotu (50 %). V produkční stáji byla nejvyšší průměrná hodnota vypočítána na 43,40 % (viz graf 24). V porovnání s hodnotou naměřenou dne 11. 7. (47,49 %) vidíme, jak se zde za působení vyšších teplot vysušuje vzduch. Na rozdíl od porodny, kde byl rozdíl mezi průměrnou hodnotou naměřenou ve vzdálenosti 25 m dne 11. 7. (40,35 %) a hodnotou relativní vlhkosti dne 25. 7. (29,97 %) kolem 10 %, v produkční stáji byl tento rozdíl jen kolem 5 %. To znamená, že porodna je méně odolná vůči venkovní teplotě vzduchu. Jsou zde větší tepelné zisky.

Nízké hodnoty relativní vlhkosti podporují rozvoj mikroorganismů. Při snížení hodnot relativní vlhkosti se zvyšuje kontaminace prachu a mikroorganismů. Při nízkých hodnotách dochází k vysušení sliznic, čímž se snižuje jejich ochranná funkce. Nakonec tak dochází ke snížení příjmu krmiva, užitečnosti a nadměrnému pocení (Zeman, 1994)

Graf 24 Porovnání relativní vlhkosti mezi stájemi dne 25.7.



6.3.3 Výsledky THI a BGHI

Z výsledku krátkodobého měření indexu THI a BGHI (viz tabulka 12) vyplývá, že nejmenší průměrné hodnoty indexů v produkční stáji byly vypočteny na 77 a 78, což odpovídá stavu středně silného stresu. Nejvyšší vypočtené hodnoty indexu BGHI (80) byly naměřené v porodně, odpovídají také stavu středně silného stresu. Také ve zděné stáji byla zvířata ve stavu středně silného stresu.

Tab. 12 Porovnání THI a BGHI dne 25.7.

Objekt:	THI	BGHI
Produkční stáj	77	78
Porodna	79	80
Zděná stáj	79	79

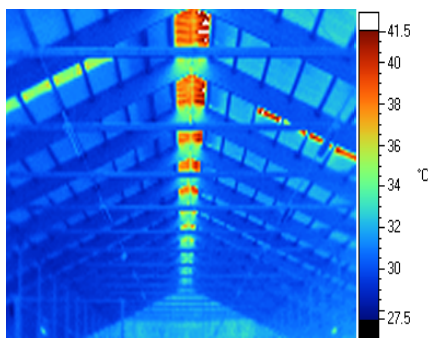
6.3.4 Posouzení druhu střešních krytin z hlediska prostupu tepla

Jak již bylo rozepsáno v kapitole 6.2.5 každá jednotlivá stáj má různý typ střešní krytiny. Ve zděné stáji je střešní krytina tvořena z keramických pálených tašek v červeném odstínu. Dle externích měření provedených ten den na střechu dopadala intenzita slunečního záření v hodnotě $963,12 \pm 116,13 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.

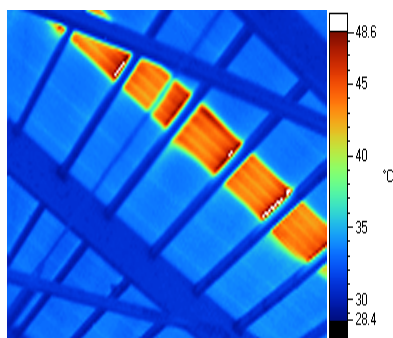
Na snímcích z termogramu (obrázek 12 a 13) je vidět, že v okamžiku měření dopadalo na střešní krytinu v produkční stáji sluneční záření z JV strany, proto se na JV straně vyskytovaly interní teploty střešní krytiny větší, než na straně SZ (obrázek 14). Na JV straně byla podle obrázku 13

vnitřní teplota střešní krytiny 35 °C, prosvětlovací pásy zde byly rozeřtány na teplotu 48,6 °C. SZ strana se pak vyznačovala teplotou střešní krytiny v hodnotě 33 °C, prosvětlovací pásy zde měly teplotu 37,4 °C.

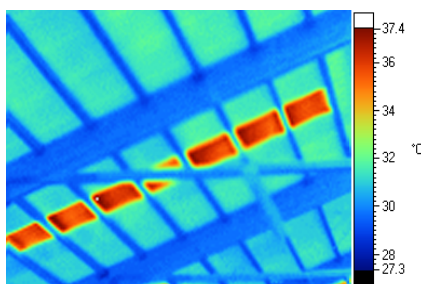
Obr. 12 Termosnímek vnitřního povrchu střešní krytiny v produkční stáji dne 25.7.



Obr. 13 Termosnímek vnitřního povrchu střešní krytiny v produkční stáji dne 25.7 (JV)



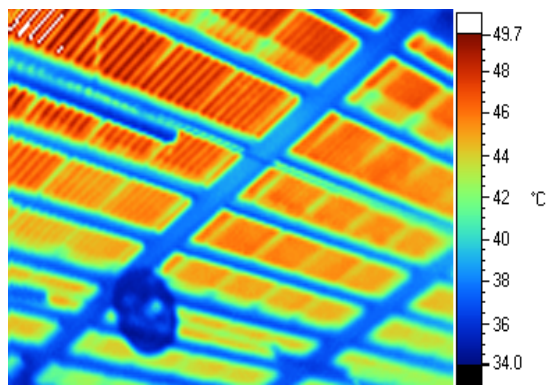
Obr. 14 Termosnímek vnitřního povrchu střešní krytiny v produkční stáji dne 25.7. (SZ)



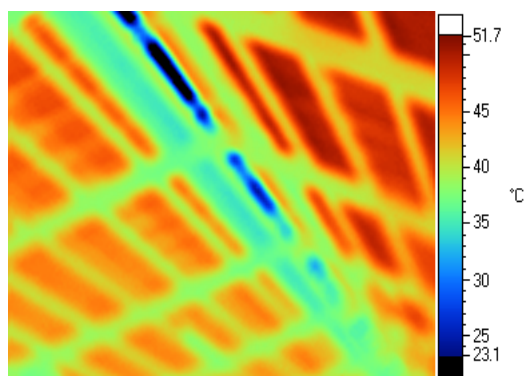
Na obrázku 16 je taky zřejmý dopad slunečního záření z JV strany na střešní krytinu v porodně. Z této strany dosahovala teplota střešní krytiny na straně interiéru hodnoty 51,7 °C. Ze SZ strany, podobně jako dne 11.7., se teplota střechy ze strany interiéru postupně zvyšovala od hrany střechy z teploty 42 °C až na teplotu 47 °C v hřebenu střechy (viz obrázek 15). Prosvětlovací pás na této straně dosáhl teploty 49,7 °C. Ze snímků z termografu porodny je vidět, že střešní krytina kondukčně sdílí teplo s ocelovými vazníky nesoucími krokve, čímž

může pak negativně ovlivňovat tepelnou zátěž prostoru v období tropických dní. Nejlíp odpuzuje dopad tepla vzduchu a intenzity slunečního záření sendvičový panel z PUR profilem.

Obr. 15 Termosnímek vnitřního povrchu střešní krytiny v porodně (SZ)

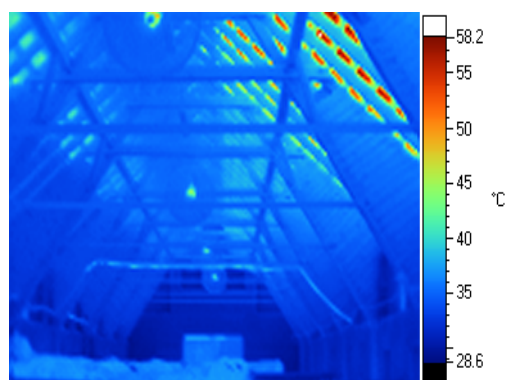


Obr. 16 Termosnímek vnitřního povrchu střešní krytiny v porodně (JV)



Z obrázku 17 je patrné že střešní krytina je ve zděné stáji JZ straně rozehřátá na teplotu 58,2 °C na straně interiéru. Na SV straně byla teplota střešní krytiny 45 °C.

Obr. 17 Termosnímek vnitřního povrchu střešní krytiny ve zděné stáji



Podle daných snímků můžeme konstatovat, že nejvíc tepla prostupuje skrz střešní krytinu z keramických pálených tašek, a to na maximální teplotu ze strany interiéru 58,2 °C. Jenže střešní krytina ve zděné stáji má v období tropických teplot velkou výhodu oproti plechové

střešní krytině v porodně, která také ukazovala vysoké hodnoty rozehrání vnitřního povrchu střešní krytiny (dosáhla hodnoty 51,7 °C). Velká výhoda spočívá v tom, že střešní krytina zde nemá prosvětlovací pásy. Celé teplo se tak akumuluje ve vzduchu pod střešním pláštěm odkud se pak pomocí větrací štěrby odvádí, nedochází tak k přehřívání vnitřních povrchů stáje a zvířata v důsledku působení slunečního záření (viz obrázek 20).

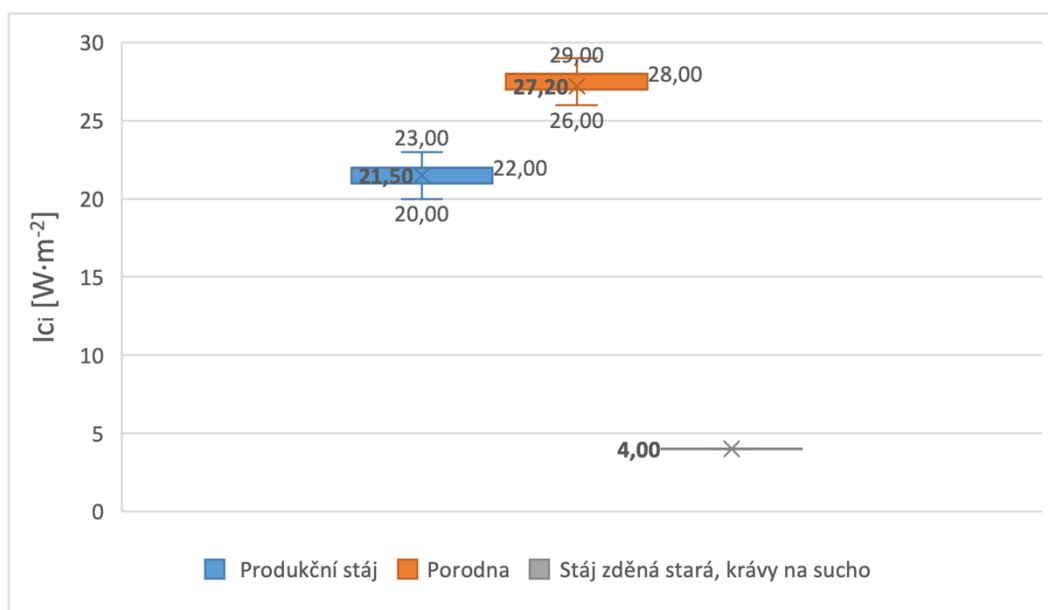
Porovnání interních hodnot intenzity slunečního záření mezi stáji je zobrazeno v grafu 25. Podle grafu vidíme, že skutečně hodnota intenzity slunečního záření ve zděné stáji je poměrně malá (4 W.m⁻²).

V porodně je ale situace jiná, hodnota intenzity slunečního záření je zde největší ze třech stájí, průměrná hodnota byla vypočtena na 27,20 W.m⁻². Při těchto hodnotách docházelo k ohřátí hrazení na teplotu 38 °C (obrázek 19) formou přestupu tepla z teplejšího objektu na chladnější, bez zahřátí okolního vzduchu.

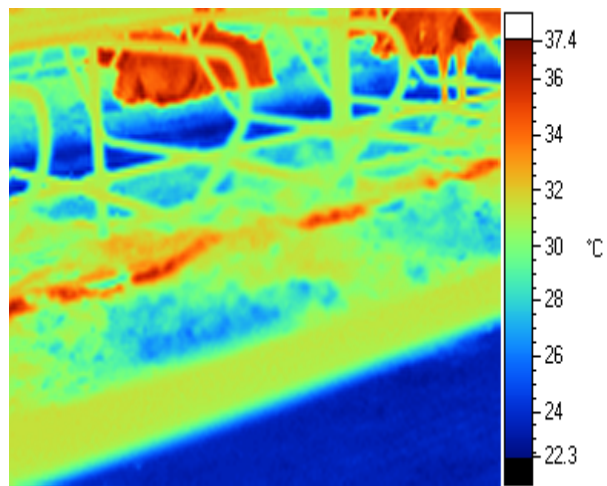
Obdivuhodné je, že hodnota intenzity slunečního záření v produkční stáji (23,50 W.m⁻²) se výrazně neliší od hodnoty v porodně, i když je plocha prosvětlovacích pásů k poměru celkové plochy střešní krytiny přibližně dvakrát menší. Avšak i zde docházelo formou elektromagnetického vlnění k ohřátí povrchu hrazení (31 až 33 °C) a v některých místech i k ohřátí separátu (30 až 36 °C) (viz obrázek 18).

Povrchové teploty v porodně jsou tedy o něco vyšší.

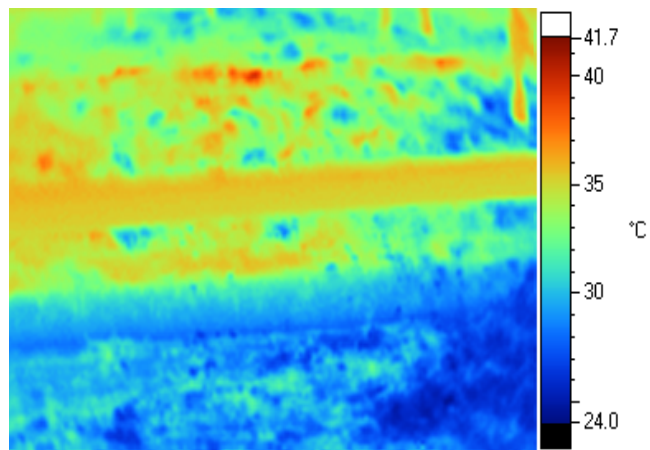
Graf 25 Porovnání intenzity slunečního záření dne 25.7.



Obr. 18 Termosnímek z produkční stáje dne 25.7.



Obr. 19 Termosnímek z porodny dne 25.7.



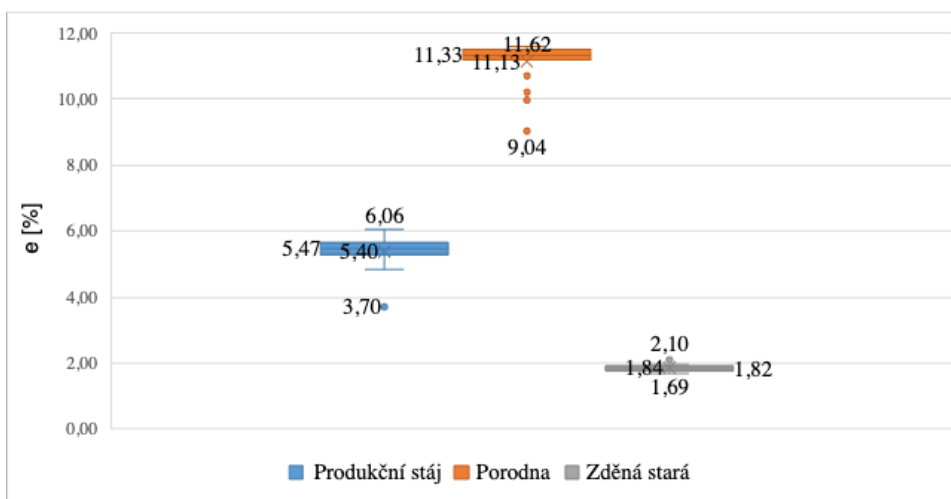
Obr. 20 Termosnímek ze zděné stáje dne 25.7.



6.3.5 Výsledky denního osvětlení

Podle grafu 26 hodnoty činitele denního osvětlení ve všech objektech splňují požadavky na proskot stanovenou minimální hodnotu činitele denního osvětlení. V případě porodny by minimální hodnota měla být vyšší než 2,0 %. Ve zděné a produkční stáji by činitel denního osvětlení měl být minimálně 1,0 %.

Graf 26 Porovnání činitelů denního osvětlení mezi stájemi dne 25.7.

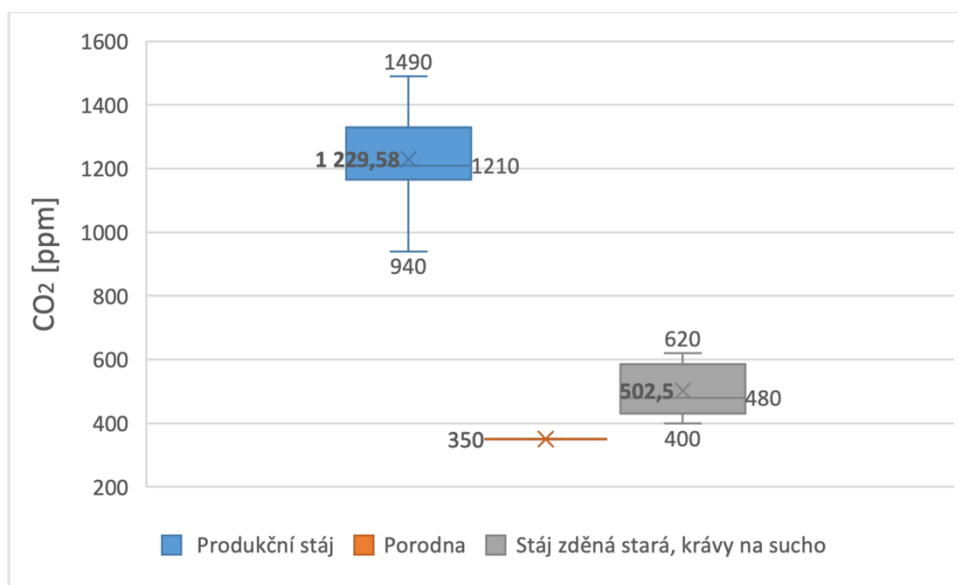


6.3.6 Výsledky CO₂

Naměřené hodnoty ve všech stájích jsou v pásmu dovolených optimálních hodnot (viz graf 27).

V produkční stáji byly naměřené nejvyšší hodnoty obsahu oxidu uhličitého ve vzduchu (v průměru 1229,58 ppm). Oproti výsledkům z druhé fáze měření se průměrná hodnota CO₂ zvětšila z 582,90 na 1229,58 ppm, což vypovídá o přímé závislosti teploty na hodnotě CO₂. Překvapivé je, že průměrná hodnota v porodně zůstala na stejné úrovni a stále odpovídá hodnotě venkovní koncentrace CO₂ (350 ppm). Ve zděné stáji jsou hodnoty v optimálních mezích.

Graf 27 Porovnání koncentrace CO₂ mezi stáji dne 25.7.



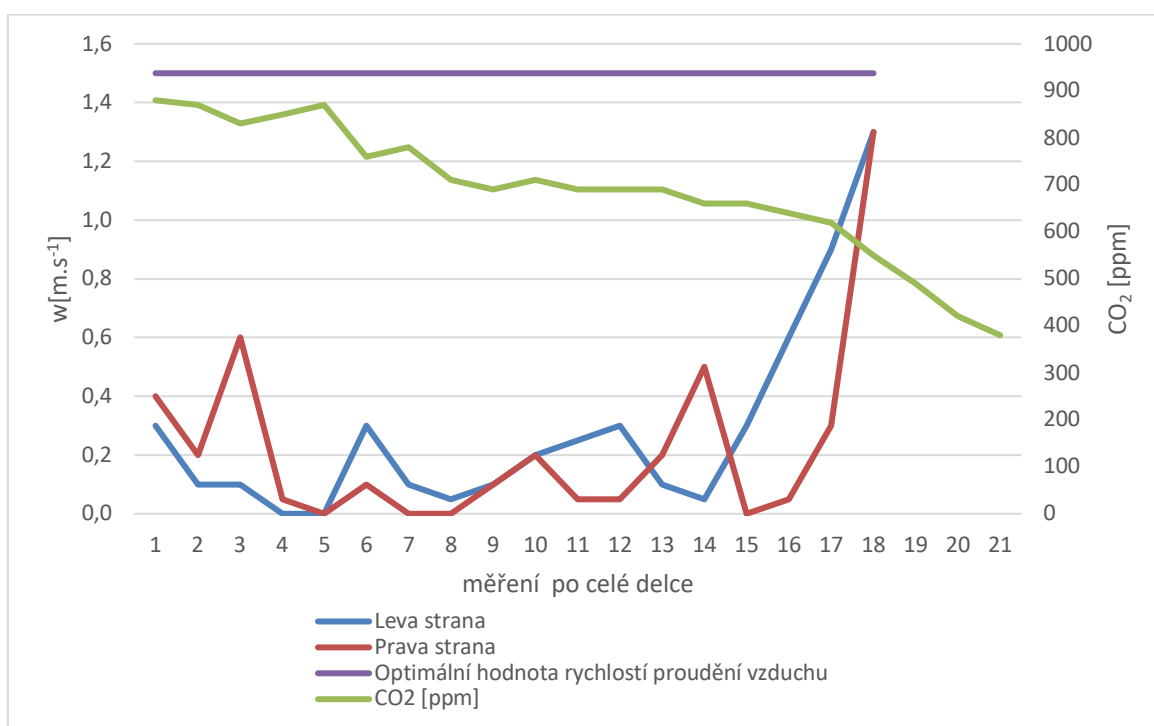
6.3.7 Rychlost proudění vzduchu v produkční stáji

Podle meteostanice Řevničov byla rychlost proudění venkovního vzduchu dne 25. 7. 2,45 m.s⁻¹. Směr působení větru byl východní až severovýchodní.

Graf 28 popisuje rychlost proudění vzduchu a koncentraci CO₂ v závislosti na délce stáji. Z grafu vidíme, že množství koncentrace CO₂ ve stáji je přímo závislé na rychlosti proudění vzduchu. V místech, kde byla rychlost proudění vzduchu vyšší, koncentrace CO₂ klesala. Mimo to naměřené hodnoty rychlosti proudění vzduchu nedosahovaly optimální hodnoty 1,5 m.s⁻¹ stanovené pro letní období na teplotu 22 °C.

Na základě těchto zjištění můžeme konstatovat, že stávající systém větrání není účinný po celé délce stáje. Koncentrace CO₂ se nacházela pod hranicí limitních hodnot.

Graf 28 Rychlost proudění vzduchu v závislosti na koncentraci CO₂ po celé délce produkční stáje dne 25.7.



6.3.8 Výsledky prašnosti

Z tabulky 13 vidíme, že nejvíce celkového prachu bylo naměřeno ve zděné stáji $86,81 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Podle struktury celkového prachu (viz graf 29) je vidět, že 46 % je zastoupeno částicemi v respirabilní frakci prachu, v absolutní hodnotě je to $40,09 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Bylo zde také vysoké (45 %) zastoupení hrubých částic prachu o aerodynamickém průměru 4 až $10 \mu\text{m}$. V absolutní hodnotě je to pak $47,90 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Velké hodnoty celkového prachu byly pravděpodobně způsobeny ustájením na podestýlce. Dle vlastních poznámek bylo ve stáji hodně slámy. Naměřené vysoké hodnoty mohou být způsobeny také horším odvětráváním stáje.

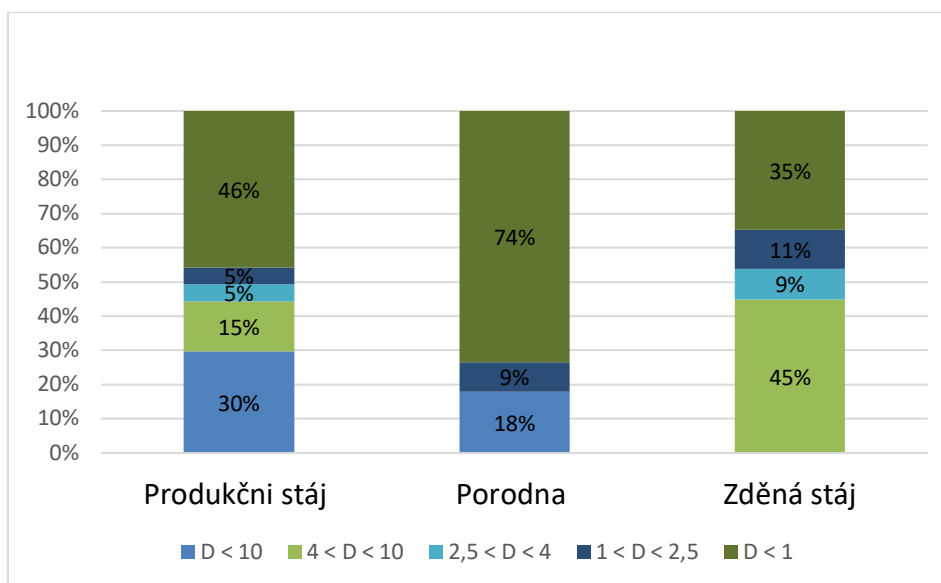
Překvapivé je, že v produkční stáji bylo celkového prachu naměřeno o něco málo méně ($83,04 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) než ve zděné stáji. A to i při tom, že dojnice jsou zde běžně ustájené na separátu. Pravděpodobným důvodem dostatečně vysoké prašnosti bylo nedávné krmení dojnic pomocí krmného míchacího vozu. Byly zde také naměřeny vysoké hodnoty ($42,12 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) jemných částic prachu v aerodynamickém průměru menším nebo rovném $2,5 \mu\text{m}$.

Porodna na tom dle průměrných hodnot celkového prachu byla nejlépe jen s $37,59 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Avšak 74 % ($27,63 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) z celkového rozložení prachu tvořily velmi jemné částice o aerodynamickém průměru menším nebo rovném $1 \mu\text{m}$.

Tab. 13 Průměrné hodnoty prašnosti dle různých frakcí

Objekt:	Celkový [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	PM 10 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	PM 4 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	PM 2,5 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	PM 1 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]
Produkční stáj	83,04	58,44	46,19	42,12	37,97
Porodna	37,59	30,86	26,27	25,01	27,63
Zděná stáj	86,81	91,27	47,90	40,09	30,20

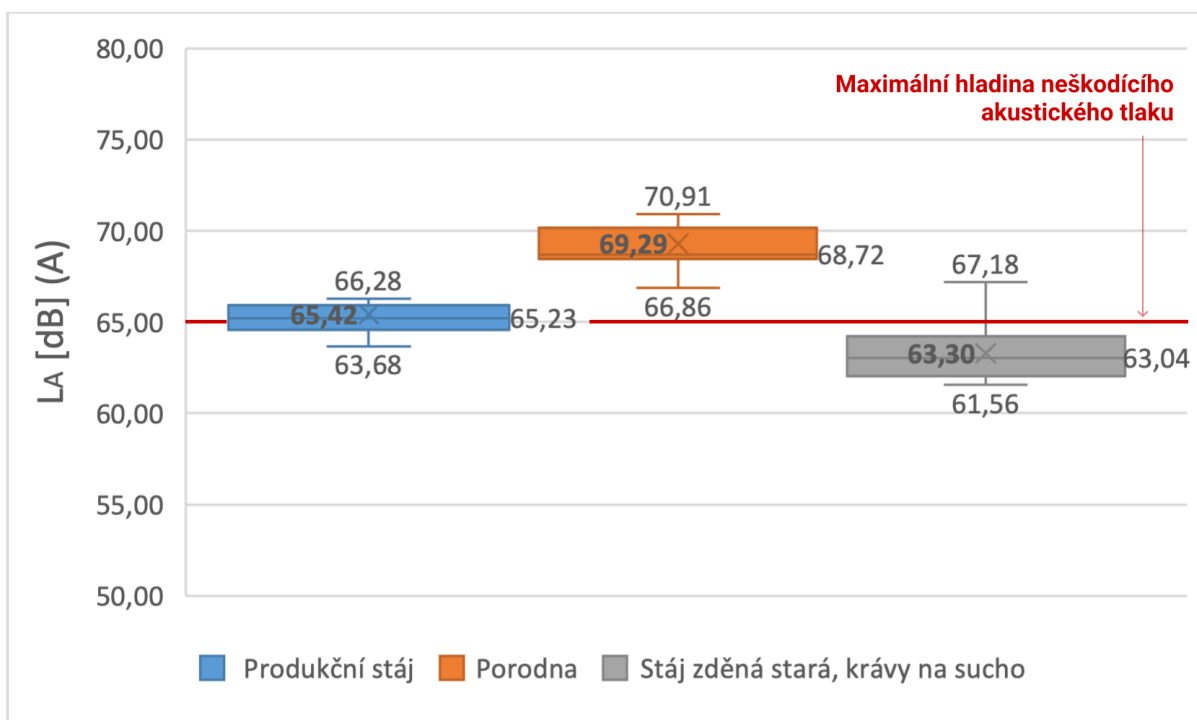
Graf 29 Podíl jednotlivých velikostí prachových částic na celkové prašnosti dne 25.7.



6.3.9 Výsledky hlučnosti

Jak je vidět z grafu 30 průměrná hodnota akustického tlaku ve zděné stáje leží jako jediná pod neškodící hladinou (63,30 dB), jenomže stejně zde dochází ke kolísání hodnot od minimální (61,56 dB) až k maximální vypočtené (67,18 dB), která již leží nad stanovenou hladinou. Výsledky z produkční stáje jsou podobny výsledkům ze zděné stáje a leží těsně nad stanovenou hladinou, což při tak malých odchylkách může být zanedbatelné. Největší hodnoty byly naměřeny v porodně, stejně jako ze dne 11. 7. byl i zde hluk vnímatelný. Naměřené hodnoty ale nepřevyšují hodnotu hladiny stresově působícího atmosférického tlaku, stanovenou na hodnotu 80 dB.

Graf 30 Porovnání hodnot akustického tlaku dne 25.7.



6.4 Problém venkovního individuálního boxu

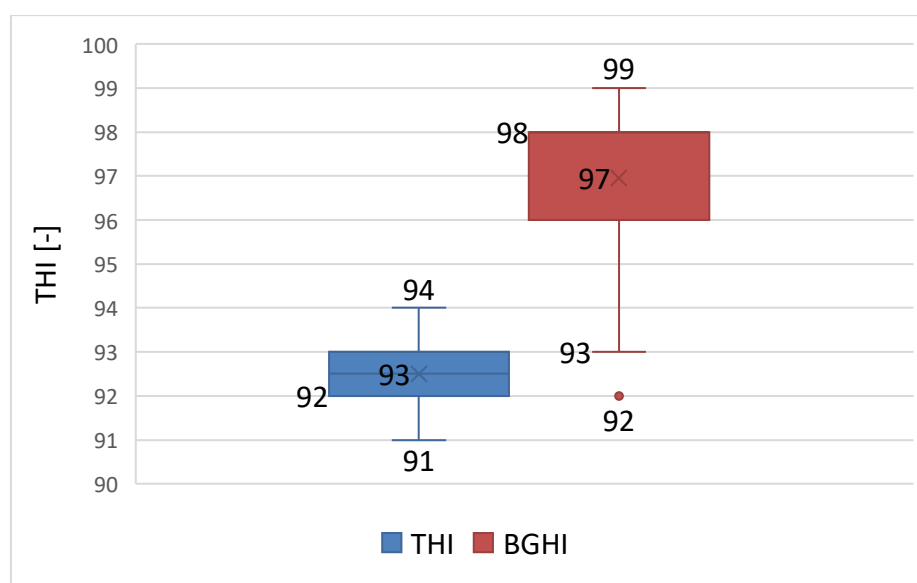
V tabulce 14 je zobrazen přehled naměřených interních a externích průměrných hodnot se směrodatnou odchylkou. Nehledě na to, že hodnoty koncentrace CO₂ a hlučností splňují požadovaná kritéria na welfare telat v mléčné výživě (viz tabulka 14). Extrémně vysoké hodnoty teploty vzduchu 49,76 °C a výsledné teploty 54,45 °C uvnitř boxu jsou šokující. V kombinaci s nízkými hodnotami relativní vlhkosti 17,70 % se vytváří ve VIB podmínky vyvolávající stres u telete. V grafu 31 vidíme, že průměrná hodnota indexu THI je 93, maximální je ale 94, což odpovídá stavu silného stresu. Zároveň s tím průměrná hodnota indexu BGHI byla na hodnotě 97 a přeci také odpovídala stavu silného stres, jenomže mediální 98 a maximální hodnota 99 už byly v zóně smrti.

Tab. 14 Parametry ovzduší dne 25.7.

Parametr		VIB	
		Uvnitř kotce	Venkovní měření
t _a [°C]	mean ± SD	49,76 ± 0,58	43,76 ± 1,05
t _g [°C]	mean ± SD	54,45 ± 1,49	47,54 ± 0,88

RH [%]	mean ± SD	17,70 ± 0,22	16,78 ± 0,78
CO ₂ [%]	mean ± SD	0,04	
Ic [W·m ⁻²]	mean ± SD	299,64 ± 3,95	915,09 ± 18,95
Li [klx]	mean ± SD	52,13 ± 1,06	63,33 ± 0,82
LA [dB]	mean ± SD	47,21 ± 4,48	

Graf 31 Porovnání THI a BGHI ve VIB dne 25.7.



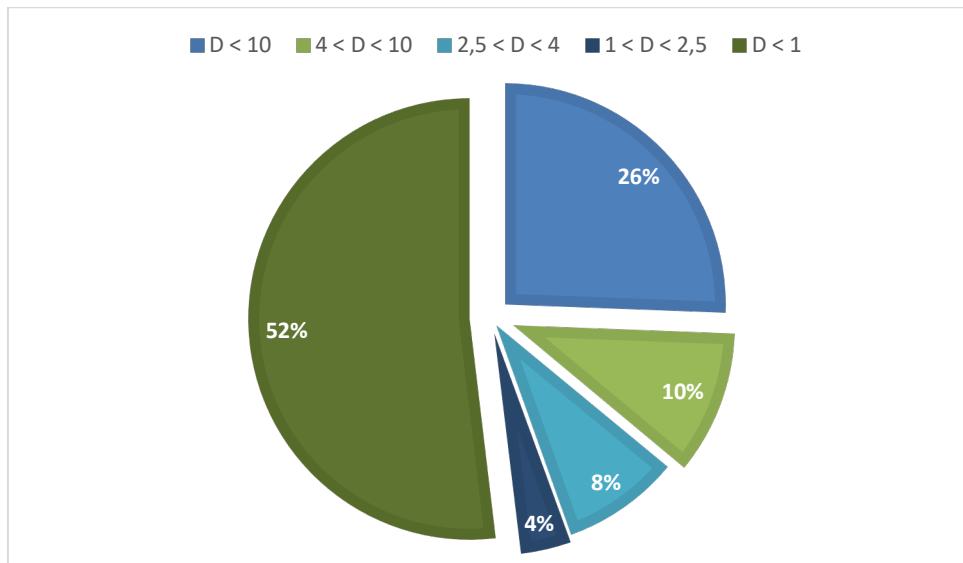
6.4.1 Prašnost ve VIB

Dle snímku (viz příloha 6) je vidět, že měření prašnosti nebylo provedeno přímo v boxu, ale hned vedle vstupu, což více odpovídá měření venkovnímu. Nehledě na to, že dle vlastních pozorování víme, že telata upřednostňují stání venku. Zajímavé je, že největší podíl 52 % tvoří velmi jemné částice o velikosti aerodynamického průměru menšího nebo rovném 1 μm , což v absolutních číslech vyjadřuje dostatečně velkou hodnotou (19,76 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Respirabilní frakce prachu tvoří následně 56 % (21,12 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) od celkové prašnosti. Pak 26 % (28,33 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) z hodnot celkové prašnosti tvoří hrubé částice o aerodynamickém průměru větším nebo rovném 10 μm .

Tab. 15 Průměrné hodnoty jednotlivých frakcí prachu ve VIB dne 25.7.

Objekt:	Celkový [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	PM 10 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	PM 4 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	PM 2,5 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	PM 1 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]
VIB	38,08	28,33	24,38	21,12	19,76

Graf 32 Podíl jednotlivých velikostí prachových částic na celkové prašnosti ve VIB dne 25.7.



7. Závěr a doporučení

Měření základních parametrů ovzduší bylo provedeno v letním období tak, abychom byli schopni posoudit vliv parametrů ovzduší na různé typy stájí ve středisku živočišné výroby ve Středočeském kraji. Měření probíhalo v několika fázích. Získaná data byla následně porovnávána s hodnotami uvedených v odborné literatuře. Grafy s těmito porovnáními jsou součástí této práce. Byly také zpracovány výkresy půdorysů stájí v programu AutoCad. Navíc byly vypočteny hodnoty teplotně-vlhkostního indexu THI a BGHT, které nám pomohly lépe porozumět úrovním stresu u skotu.

V první fázi byly vypočteny hodnoty indexu THI téměř ve všech objektech farmy. Z pohledu tepelného stresu dopadly nejhůře telata ustájena ve venkovních individuálních boxech, kde maximální hodnota THI dosáhla 90,1. Zatímco dle krátkodobého měření maximální hodnota THI byla 94, hodnota BGHI byla na neuvěřitelně vysoké hodnotě 99.

Ve druhé fázi se zkoumala rovnoměrnost naměřených parametrů na začátku a ve středu dvou stájí: produkční a porodny. Bylo zjištěno, že ve středu produkční stáje byly naměřeny vyšší hodnoty THI, BGHI, relativní vlhkosti vzduchu a vyšší koncentrace oxidu uhličitého. Podle výsledků z měření rychlosti proudění vzduchu bylo zjištěno, že vyšší hodnoty naměřených parametrů jsou uprostřed stájí vyvolány horším prouděním vzduchu (nižšími hodnotami) než ve středu stáje. Z toho plyne, že dojnice v produkční stáji zažívají větší tepelný stres uprostřed stáje než na začátku. Zároveň s tím byly v produkční stáji zjištěny vyšší hodnoty prašnosti než v porodně, a to především z důvodu krmení pomocí míchacího krmného vozu. V produkční stáji byl dále zjištěn větší podíl hrubých částic prachu, oproti tomu v porodně větší podíl prachu tvořily částice velmi jemné, což v tomto případě bylo způsobeno jak lepším prouděním vzduchu skrz stáj, tak i sušším vzduchem. Z hlediska akustické pohody byly v porodně naměřeny vyšší hodnoty akustického tlaku i přítom, že je zde nainstalováno méně větracích jednotek. Jinak naměřené hodnoty akustického tlaku nepůsobily stresově na skot. Z hlediska vizuální pohody obě stáje odpovídaly normě. Z hlediska tepelné pohody v produkční stáji byly hodnoty indexu THI a BGHI pod hranicí stresu. Zároveň s tím byl v porodně překročen práh stresu.

Ve třetí fázi byly porovnány tři stáje mezi sebou. Zajímavé jsou výsledky vnitřních teplot zděné stáje, kde byla zjištěna výsledná teplota nižší než je teplota vzduchu, což bylo způsobeno ochlazujícím účinkem chladných ploch masivní konstrukce stáje. Z pohledu porovnání střešních krytin nejhůře dopadla střešní krytina z keramických pálených tašek v červeném odstínu. Nedochovalo pod ní ale k ohřátí vnitřních povrchů, a to z důvodu absence

prosvětlovacích pásů. Oproti tomu v porodně z důvodu největšího podílu prosvětlovacích pásů ve střešní krytině docházelo k rozehrátí podestýlky a hrazení. Dle hodnot THI a BGHI byly dojnice ve stavu středně silného stresu a to ve všech 3 stájích. Ve všech objektech byly hodnoty CO₂ a činitele denního osvětlení v optimálních mezích. Největší hodnoty prachu byly naměřené ve zděné stáji.

Doporučení v případě produkční stáje – bylo by vhodné používat přinejmenším uzavíratelná rolovací vrata v období tropických teplot, která jsou umístěna v příčných zdech tak, aby bylo možné podpořit rychlost proudění vzduchu, příp. aby se daly použít výkonnější ventilátory.

V případě porodny doporučuji provést tepelnou izolaci střechy, což by snížilo tepelnou zátěž stáje a následně snížilo její hodnoty THI. Podle provedeného výzkumu bych klidně mohla doporučit sendvičové střešní panely s PUR, které dobře pohlcují dopady intenzity slunečního záření.

V případě zděné stáje by bylo vhodné využít metodu evaporačního ochlazování a tím zvýšit relativní vlhkost vzduchu a zároveň snížit prašnost uvnitř stáje.

Nejvíce ohroženou skupinou v letním období jsou telata ve venkovních individuálních boxech. Jednou z ekonomického hlediska nejúspěšnějších metod, která by pomohla snížit vnitřní teplotu ve VIB o 0,58 – 1,82 °C bez nákladů na investice podle (Zajíčka, 2013), by byla změna orientace vchodu VIB vůči světovým stranám z původních JZ a SV stran na severní stranu. Doporučila bych dále vybudování přístřešku tak, aby se výrazně snížilo množství slunečního záření dopadajícího na telata a na VIB.

8. Seznam použitých zdrojů

ARMSTRONG, D.V., 1994. Heat Stress Interaction with Shade and Cooling. *Journal of Dairy Science* [online]. 77(7), 2044-2050 [cit. 2020-04-22]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(94)77149-6. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030294771496>

ARMSTRONG, Dennis V. Heat stress interaction with shade and cooling, *Journal of Dairy science*, 1994, vol. 77, no. 7, s. 2044–2050.

BEHA AMPROBE. www.ghvtrading.cz [online]. [cit. 2020-04-01]. Dostupné z: <https://www.ghvtrading.cz/merici-pristroje/neelektricke/hlukomery/93411.html>

BOURAOUI, Rachid, Mondher LAHMAR, Abdessalem MAJDOUB, M'nouer DJEMALI a Ronald BELYEA, 2002. The relationship of temperature-humidity index with milk production of dairy cows in a Mediterranean climate. *Animal Research* [online]. 51(6), 479-491 [cit. 2020-04-22]. DOI: 10.1051/animres:2002036. ISSN 1627-3583. Dostupné z: <http://www.edpsciences.org/10.1051/animres:2002036>

CFM Master. www.az-instrument.com [online]. [cit. 2020-04-01]. Dostupné z: <https://www.az-instrument.com.tw/en/product-616311/Temperature-Anemometer-8901-AZ.html>

Comet: Firemní literatura [online]. [cit. 2020-04-01]. Dostupné z: <https://www.cometsystem.com/products/data-loggers/reg-r3120>

ČSN 73 0543-2. *Vnitřní prostředí stájových objektů – Část 2: Větrání a vytápění*. Praha: Český normalizační institut, 1998. 36 s.

ČSN 73 0580-1. *Denní osvětlení budov – Část 1: Základní požadavky*. Praha: Český normalizační institut, 2007. 24 s.

D. E. BUFFINGTON, A. COLLAZO-AROCHO, G. H. CANTON, D. PITT, W. W. THATCHER a R. J. COLLIER, 1981. Black Globe-Humidity Index (BGHI) as Comfort Equation for Dairy Cows. *Transactions of the ASAE* [online]. 24(3), 0711-0714 [cit. 2020-04-23]. DOI: 10.13031/2013.34325. ISSN 2151-0059. Dostupné z: <http://elibrary.asabe.org/abstract.asp??JID=3&AID=34325&CID=t1981&v=24&i=3&T=1>

DOLEŽAL, O., ČERNÁ, D.: Světlo v produkčních stájích a dojárnách. Metodický list 03/06. VÚŽV: Praha, 2006. 8 s. ISBN 80-86454-74-6.

DOLEŽAL, O., DOLEJŠ, J., ČERNÁ, D.: Osvětlováním stájí k produkci. *Náš chov*, 2006, r. LVXI, č. 8. s. 50 – 56. ISSN 0027-8068.

DOLEŽAL, Oldřich a Stanislav STANĚK, BEČKOVÁ, Ilona, Daniela ČERNÁ a Jan DOLEJŠ, ed. *Chov dojeného skotu: technologie, technika, management*. Praha: Profi Press, 2015. ISBN 9788086726700.

DOLEŽAL, Oldřich et.al. *Komfortní ustájení vysokoprodukčních dojnic*. 1 vydání. Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby, 2002. 129 s. ISBN 80-86454-23-1

DOLEŽAL, Oldřich et.al. *Metody eliminace tepelného stresu – významná chovatelská příručka* [online]. Publikováno 2010. [cit. 2014-03-26]. Dostupné z: http://www.cestr.cz/files/nezarazene_dokumenty/publikace_tepel._stres3.pdf

DOLEŽAL, Oldřich-BÍLEK, Miloslav-DOLEJŠ, Jan. *Zásady welfare a nové standardy EU v chovu skotu*. 1. vydání. Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby, 2004. 70 s. ISBN 80-86454-51-7

DustTrak™ II Aerosol Monitor. www.tsi.com [online]. [cit. 2020-04-01]. Dostupné z: <https://tsi.com/products/aerosol-and-dust-monitors/dust-monitors/dusttrak-ii-aerosol-monitor-8530/>

Firemní literatura [online]. Copyright © 2020 [cit. 15.01.2020]. Dostupné z: <https://www.ahlborn.cz/>

Firemní literature [online]. Copyright © 2020 [cit.15.01.2020]. Dostupné z: https://www.ahlborn.cz/out/pictures/wysiwigpro/ALMEMO%202690-8A_2015bc.pdf

GAUGHAN, John, Nicola LACETERA, Silvia E. VALTORTA, Hesham Hussein KHALIFA, LeRoy HAHN a Terry MADER. Response of Domestic Animals to Climate Challenges. EBI, Kristie L., Ian BURTON a Glenn R. MCGREGOR, ed. *Biometeorology for Adaptation to Climate Variability and Change* [online]. Dordrecht: Springer Netherlands, 2009, 2009, s. 131-170 [cit. 2021-5-17]. ISBN 978-1-4020-8920-6. Dostupné z: doi:10.1007/978-1-4020-8921-3_7

HAHN, G. L. 1999. Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. *Journal of Animal Science*, 77 (Suppl. 2/J): 10–20.

CHLOUPEK, Jan-SUCHÝ, Pavel. *Mikroklimatická měření ve stájích pro hospodářská zvířata* [online]. Publikováno 2008. [cit. 2013-10-22]. Dostupné z: <http://cit.vfu.cz/mikroklima/mikroklima.pdf>

IR Flexcam Pro. www.manuals.repeater-builder.com [online]. [cit. 2020-04-01]. Dostupné z: <http://manuals.repeater-builder.com/te-files/MISCELLANEOUS/INFRARED%20SOLUTIONS%20IR%20FlexCam%20S%20User%20Manual.pdf>

JELÍNEK, P. a KOUDELA, K. et al., 2003: *Fyziologie hospodářských zvířat*, Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 410 s. ISBN 80-7157-644-1

JUNGA, Petr. *Zemědělské stavby*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014. ISBN 978-80-7509-012-6.

JUNGA, Petr. *Zemědělské stavby*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014. ISBN 978-80-7509-013-3.

JUNGA, Petr. *Zemědělské stavby*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014. ISBN 978-80-7509-014-0.

KIC, P., 1996: *Úprava vzduchu ve stájových objektech*, Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 42 s. ISSN 0862-3562

KIC, P., BROŽ, V., 1995: *Tvorba stájového prostředí*, 1. vyd. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství České republiky, 47 s. ISBN 80-7105-106-3

KNÍŽKOVÁ, I., a KNÍŽEK, J., 1995: *Termoregulace a adaptační schopnosti skotu*, *Náš chov*, 6:28. ISSN 0027-8068

Modernizace farmy ruda 2015 [online]. Copyright © 2020 [cit. 03.01.2020]. Dostupné z: <https://lany.czu.cz/cs/r-11349-projekty/r-11500-ukoncene-projekty/r-11508-modernizace-farmy-ruda-2015>

Modernizace farmy ruda 2015 [online]. Copyright © 2020 [cit. 03.01.2020]. Dostupné z: <https://lany.czu.cz/cs/r-11349-projekty/r-11500-ukoncene-projekty/r-11508-modernizace-farmy-ruda-2015>

Modernizace farmy ruda 2015 [online]. Copyright © 2020 [cit. 03.01.2020]. Dostupné z: <https://lany.czu.cz/cs/r-11349-projekty/r-11500-ukoncene-projekty/r-11508-modernizace-farmy-ruda-2015>

NOVÁK, Pavel a Gabriela MALÁ. *Hodnocení chovného prostředí v objektech pro ustájení hospodářských zvířat*. Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby, 2018. ISBN isbn978-80-7403-213-4.

NOVÝ R et.al.: *Technika prostředí*, Praha: ČVUT, 2000. 266 s. ISBN 80-01-03492-5

Středisko živočišné výroby Ruda [online]. Copyright © 2020 [cit. 03.01.2020]. Dostupné z: <https://lany.czu.cz/cs/r-11154-strediska/r-11388-strediska-zivocisne-vyroby/r-11392-stredisko-zivocisne-vyroby-ruda>

ŠÝKORA, J., KOŠATKA, B., DANĚŠ, K.: *Hospodářské stavby*. 1. vyd. Praha: ARCH, 1992, 93 s

ŠÝKORA, J., KOŠATKA, B., DANĚŠ, K.: *Hospodářské stavby*. 1. vyd. Praha: ARCH, 1992, 93 s.

ŠÝKORA, J.: *Zemědělské stavby: Základy navrhování*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2014, 128 s. ISBN 978-80-247-5273-0.

ŠOCH, M.: *Vliv prostředí na vybrané ukazatele pohody skotu*. Habilitační práce, VFU, Brno, 1997, 195 s

ŠOCH, Miloslav, 2005. *Vliv prostředí na vybrané ukazatele pohody skotu: Effect of environment on selected indices of cattle welfare = L'influence de l'environnement sur les indices choisis du bien-etre du bétail = Der Einfluß der Umgebung auf bestimmte Parameter des Wohlbefindens des Rindviehs = Vlijanije okruženija na izbrannyje pokazateli spokojnosti skota*. České Budějovice: Jihočeská univerzita. ISBN 80-7040-742-5.

Vylepšování stájí skotu v láněch [online]. Copyright © 2020 [cit. 01.01.2020]. Dostupné z: <https://www.naschov.cz/vylepsovani-staji-skotu-v-lanech/>

Vylepšování stájí skotu v Láněch [online]. Copyright © 2020 [cit. 01.01.2020]. Dostupné z: <https://www.naschov.cz/vylepsovani-staji-skotu-v-lanech/>

ZAJÍČEK, Petr. *Welfare telat při různých způsobech odchovu..* Č. Bud., 2013. disertační práce (Ph.D.). JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH. Zemědělská fakulta

ZEJDOVÁ, Petra-CHLÁDEK-Gustav. FALTA, Daniel. *Vliv stájového prostředí na chování a mléčnou užitkovost dojníc* [online]. Publikováno 5. 6. 2013 [cit. 2013-12-10]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty/files/21/21- vliv_prostredi_na_skot_logolink.pdf

ZEMAN, J.: Metody měření a vyhodnocování mikroklimatu ve stájích. Skripta, VFU Brno, 1976, 34 s. ZEMAN, J.: Zoohygiena. Studijní informace IDVVL. ÚVO Pardubice. 1990. 181 s

ZIMBELMAN, R. and R. COLLIER. "Feeding Strategies for High-Producing Dairy Cows During Periods of Elevated Heat and Humidity." (2011).

Seznam obrázků

Obr. 1 Závislost THI na teplotě a vlhkosti vzduchu.....	16
Obr. 2 Schéma střediska	23
Obr. 3 Výkres půdorysu produkční stáje.....	24
Obr. 4 Výkres půdorysu porodny	26
Obr. 5 Výkres půdorysu zděné stáje.....	26
Obr. 6 Schéma uspořádání čidel Comet	28
Obr. 7 Termosnímek přístřešku venkovního boxu dne 11. 7	39
Obr. 8 Termosnímek telat v období rostlinné výživy dne 11. 7	40
Obr. 9 Termosnímek telete v období mléčné výživy dne 11. 7.....	42
Obr. 10 Termosnímek zastřešení v produkční stáji.....	47
Obr. 11 Termosnímek vnitřního povrchu střešní krytiny v porodně.....	48
Obr. 12 Termosnímek vnitřního povrchu střešní krytiny v produkční stáji dne 25.7.	57
Obr. 13 Termosnímek vnitřního povrchu střešní krytiny v produkční stáji dne 25.7 (JV)	57
Obr. 14 Termosnímek vnitřního povrchu střešní krytiny v produkční stáji dne 25.7. (SZ)	57
Obr. 15 Termosnímek vnitřního povrchu střešní krytiny v porodně (SZ).....	58
Obr. 16 Termosnímek vnitřního povrchu střešní krytiny v porodně (JV).....	58
Obr. 17 Termosnímek vnitřního povrchu střešní krytiny ve zděné stáji	58
Obr. 18 Termosnímek z produkční stáje dne 25.7.....	60
Obr. 19 Termosnímek z porodny dne 25.7.....	60
Obr. 20 Termosnímek ze zděné stáje dne 25.7.....	60

Seznam tabulek

Tab. 1 Závislost termoneutralní zony na užítkovosti dojníc	14
Tab. 2 Požadavky na letní optimální teplotu	14
Tab. 3 Požadavky dle ČSN 73 4502 na relativní vlhkost vzduchu	15
Tab. 4 Doporučená rychlostí proudění vzduchu.....	18
Tab. 5 Optimální hodnoty CO ₂	18
Tab. 6 Hodnoty optimálního osvětlení	19
Tab. 7 Doporučené hodnoty akustického tlaku	20
Tab. 8 Naměřené hodnoty externího vzduchu dne 11. 7	29
Tab. 9 Naměřené hodnoty externího vzduchu dne 25. 7	30
Tab. 10 THI a BGHI dne 11.7.....	47
Tab. 11 Průměrné hodnoty prašnosti dne 11.7.....	51
Tab. 12 Porovnání THI a BGHI dne 25.7.....	56
Tab. 13 Průměrné hodnoty prašnosti dle různých frakcí.....	64
Tab. 14 Parametry ovzduší dne 25.7.	65
Tab. 15 Průměrné hodnoty jednotlivých frakcí prachu ve VIB dne 25.7.....	67

Seznam grafu

Graf 1 Časový průběh hodnot THI a teplot v dojárně.....	35
Graf 2 Časový průběh hodnot relativní vlhkostí v dojárně	35
Graf 3 Časový průběh teploty rosného bodu, vlhkosti a teploty vzduchu v dojárně	36
Graf 4 Časový průběh teplot a indexu THI v produkční stáji	37
Graf 5 Časový průběh teplot a indexu THI v porodně	38
Graf 6 Časový průběh indexu THI a teplot ve venkovním skupinovém boxu	39
Graf 7 Časový průběh teplot a indexu THI ve VIB.....	41
Graf 8 Časový průběh teploty rosného bodu, relativní vlhkostí a teploty vzduchu ve VIB....	41
Graf 9 Časový průběh interní a externí relativní vlhkosti ve VIB.....	42
Graf 10 Časový průběh teplot a indexu THI ve zděné stáji.....	43
Graf 11 Časový průběh relativní vlhkostí v zděné stáji.....	44
Graf 12 Porovnání teploty vzduchu dne 11. 7.	45
Graf 13 Porovnání výsledné teploty dne 11. 7.	45
Graf 14 Porovnání relativní vlhkosti dne 11. 7.	46
Graf 15 Porovnání intenzity slunečního záření dne 11.7.....	48
Graf 16 Porovnání koncentrace CO ₂ dne 11.7.	49
Graf 17 Rychlost proudění vzduchu v produkční stáji (podél délky stáje)	50
Graf 18 Rychlost proudění vzduchu v porodně (podél délky stáje).....	51
Graf 19 Podíl jednotlivých velikostí prachových částic na celkové prašnosti dne 11.7.	52
Graf 20 Porovnání hodnot akustického tlaku dne 11.7.	53
Graf 21 Porovnání teploty vzduchu mezi stájemi dne 25.7.....	54
Graf 22 Porovnání výsledné teploty kulového teploměru mezi stájemi dne 25.7.....	54
Graf 23 Časový průběh krátkodobého měření teplot ve zděné stáji dne 25. 7.	55
Graf 24 Porovnání relativní vlhkosti mezi stájemi dne 25.7.	56
Graf 25 Porovnání intenzity slunečního záření dne 25.7.....	59
Graf 26 Porovnání činitelů denního osvětlení mezi stájemi dne 25.7.....	61
Graf 27 Porovnání koncentrace CO ₂ mezi stájemi dne 25.7.	62
Graf 28 Rychlost proudění vzduchu v závislosti na koncentraci CO ₂ po celé délky produkční stáje dne 25.7.	63
Graf 29 Podíl jednotlivých velikostí prachových částic na celkové prašnosti dne 25.7.	64
Graf 30 Porovnání hodnot akustického tlaku dne 25.7.	65

Graf 31 Porovnání THI a BGHI ve VIB dne 25.7.....	66
Graf 32 Podíl jednotlivých velikostí prachových částic na celkové prašnosti ve VIB dne 25.7.	67

Seznam použitých jednotek

Označení	Pojmenování	Jednotky
t_{ai}	Teplota interní	[°C]
t_{ae}	Teplota externí [°C]	[°C]
t_{gi}	Teplota kulového teploměru interní	[°C]
t_{ge}	Teplota kulového teploměru externí	[°C]
Rh_i	Relativní vlhkost interní	[%]
Rh_e	Relativní vlhkost externí	[%]
CO_2	Koncentrace CO_2	[ppm]
I_{ci}	Intenzita slunečního záření interní	[W·m ⁻²]
I_{ce}	Intenzita slunečního záření externí	[W·m ⁻²]
L_i	Intenzita osvětlení interní	[klx]
L_e	Intenzita osvětlení externí	[klx]
L_a	Hluk (A)	[dB]
e	činitel denního osvětlení	[%]

9. Přílohy

Příloha 1:

Seznam obrázku:

Interní měřicí stanice od 11. 7.

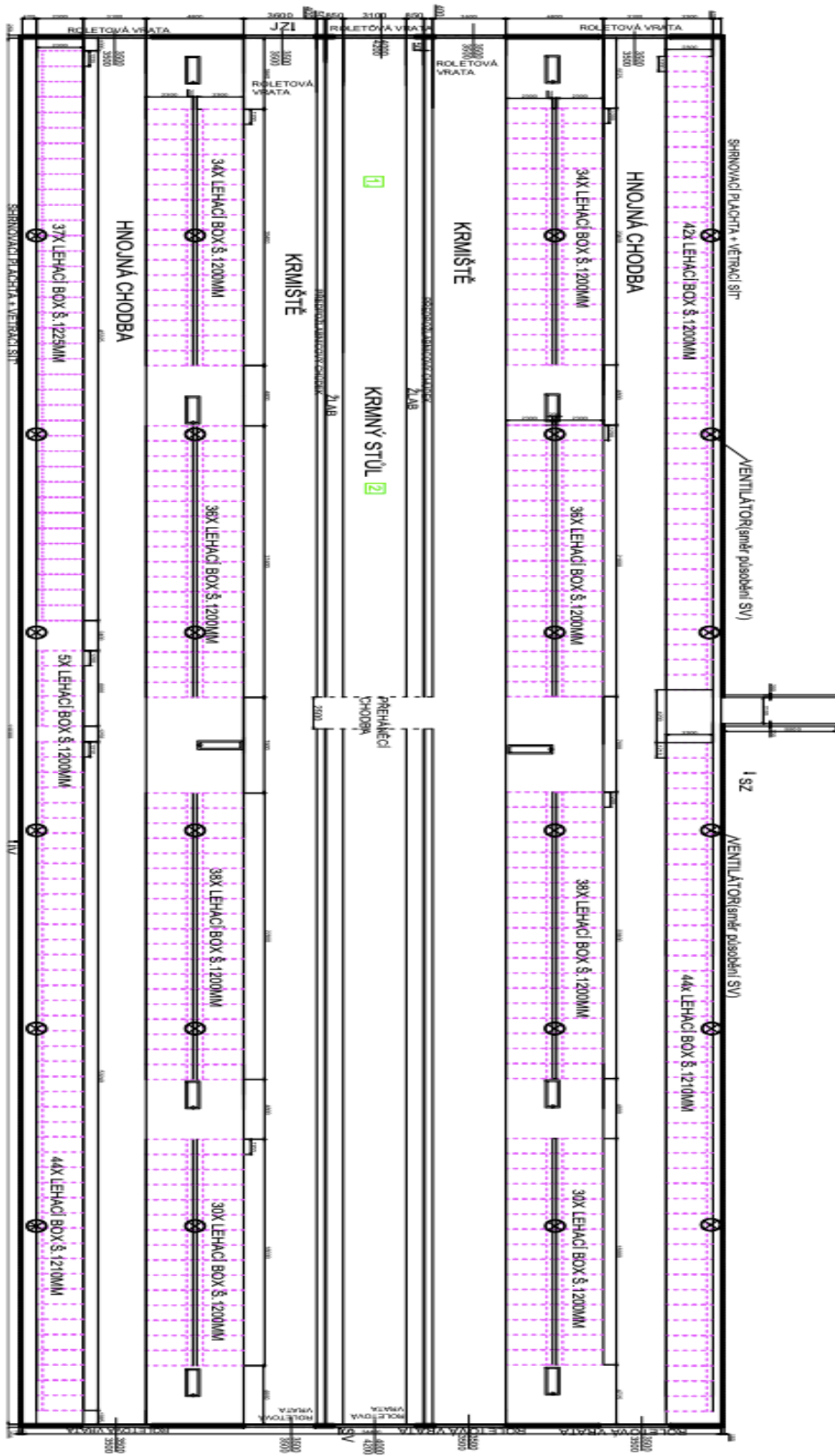
Měření proudění vzduchu v produkční stáje od 11. 7.

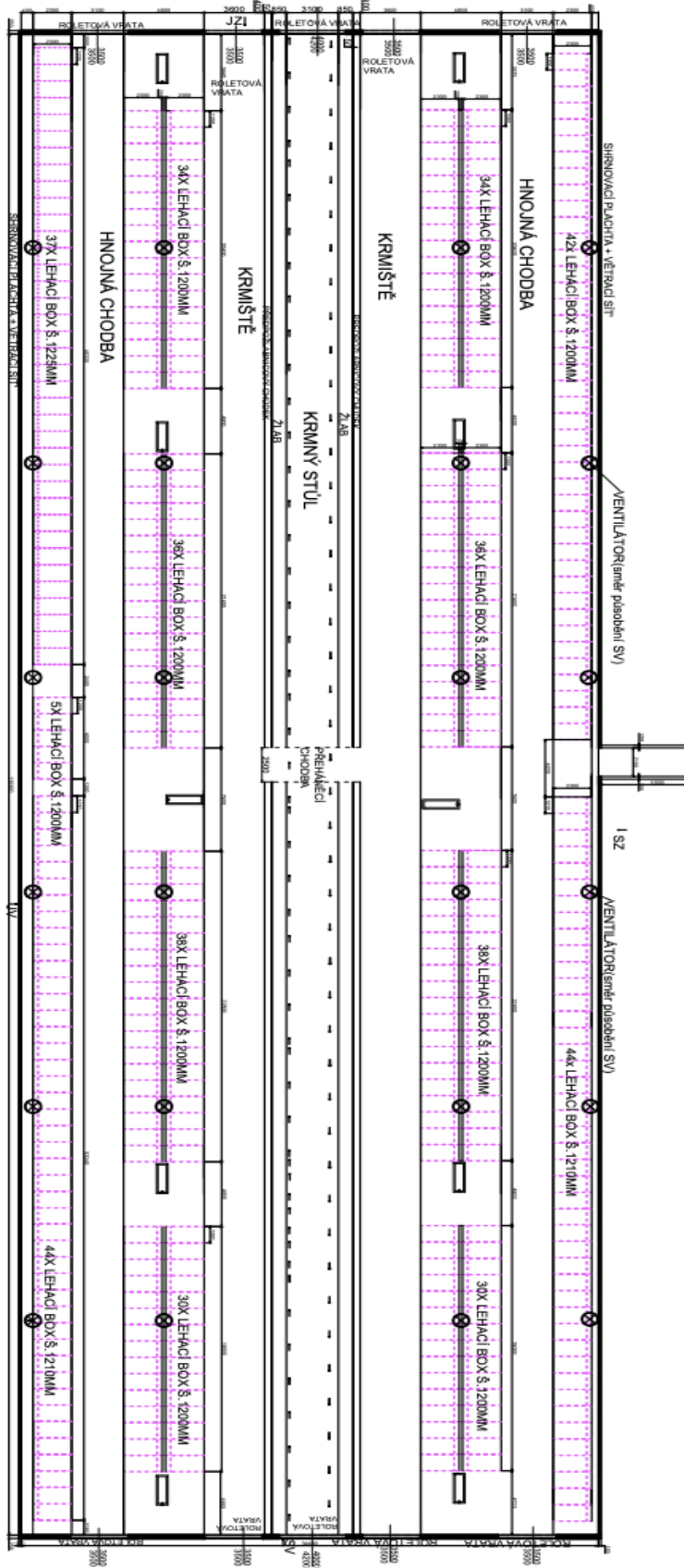
Interní měřicí stanice v porodně od 11. 7

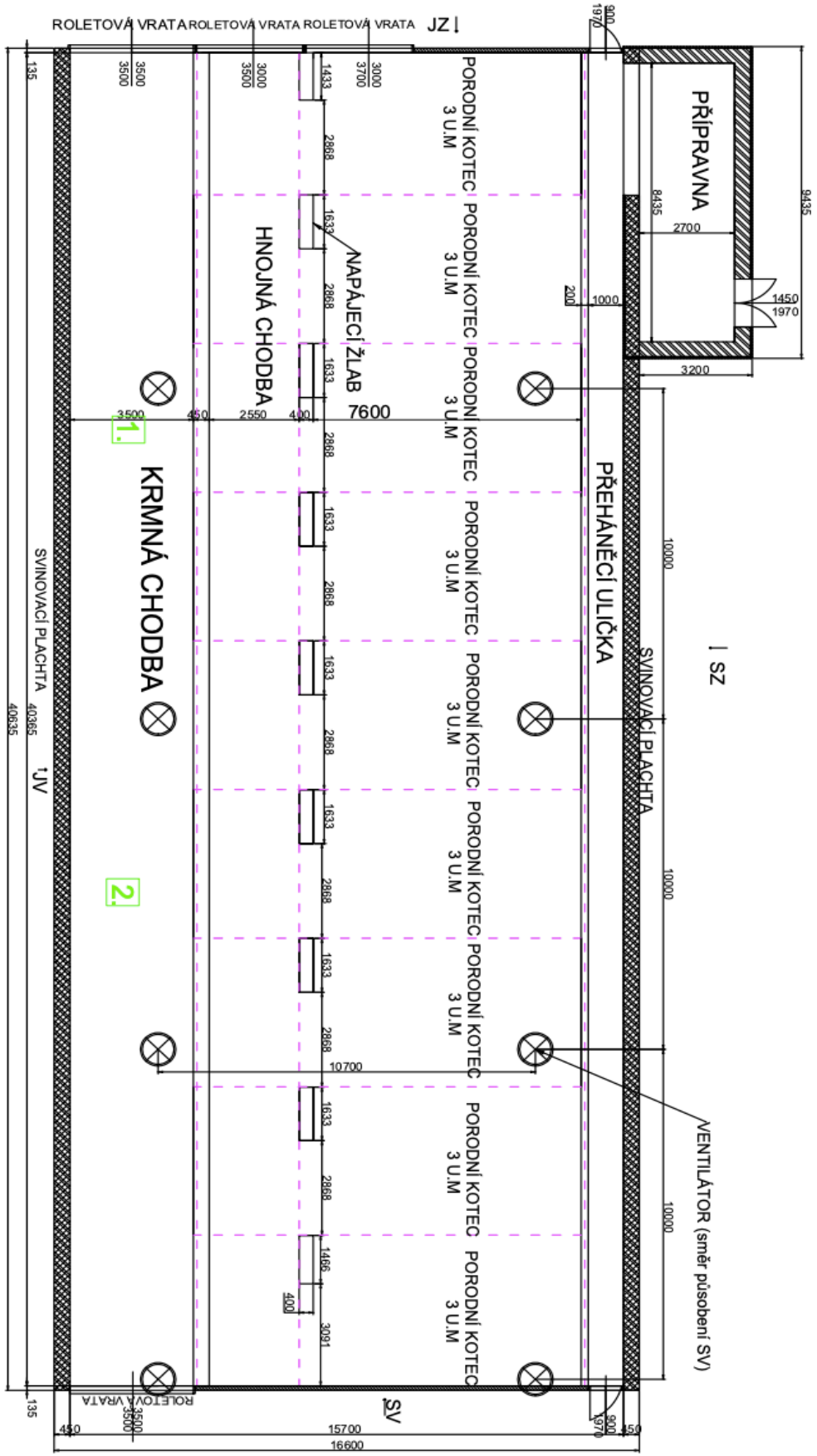
Měření rychlostí proudění vzduchu v porodně od 11.7

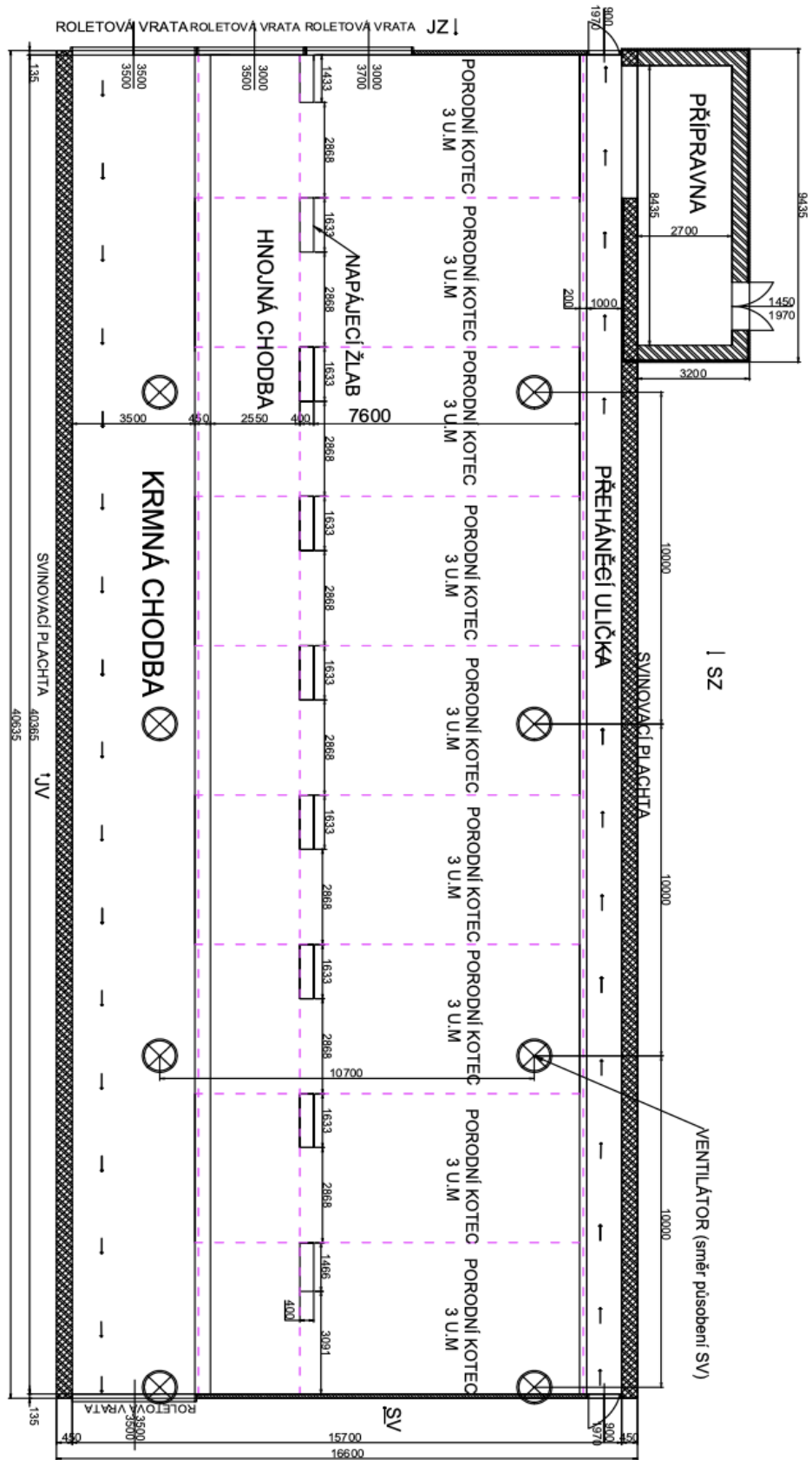
Interní měřicí stanice v produkční stáje 25. 7

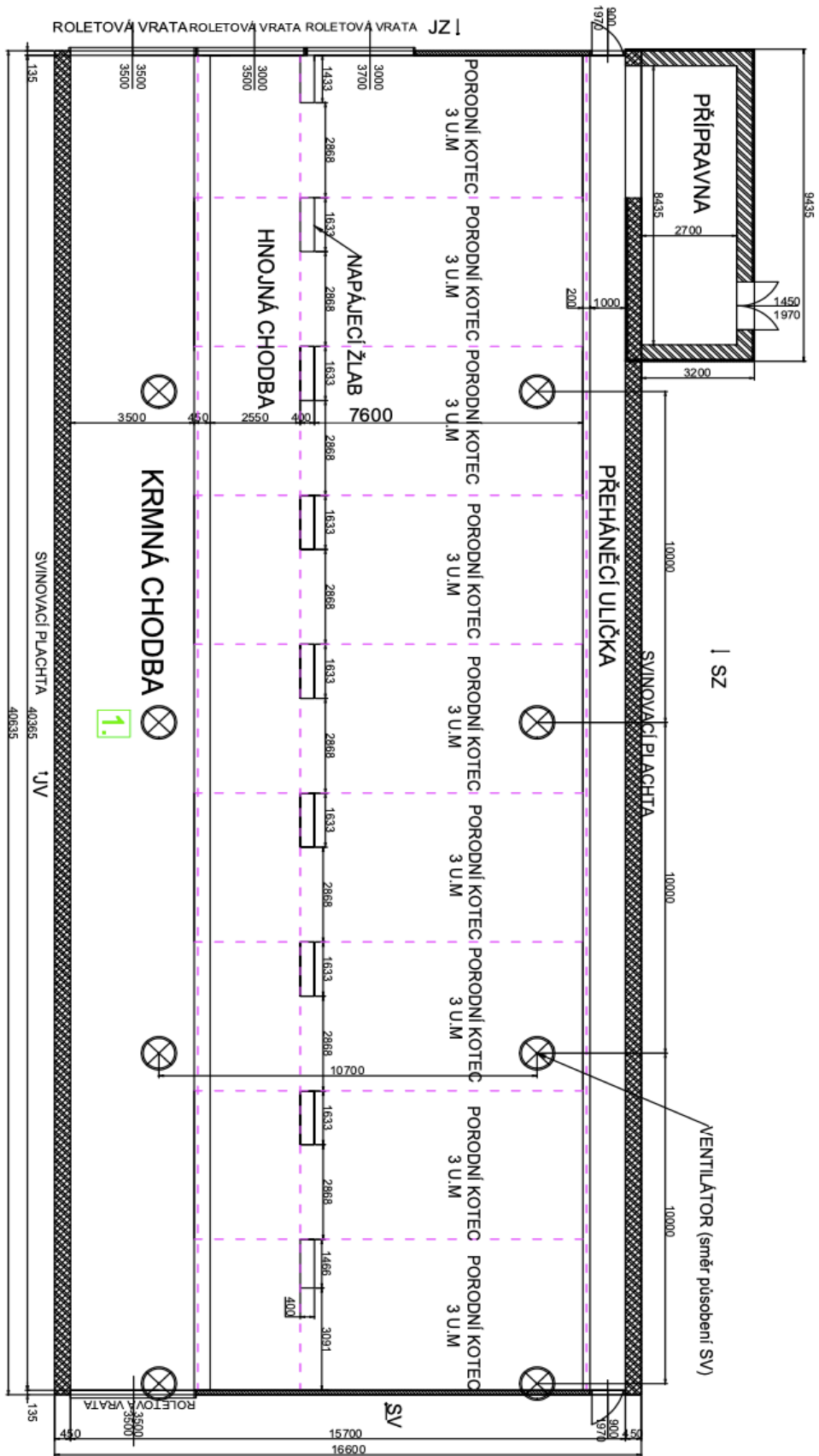
Příloha 1.6: Interní měřicí stanice v porodně 25. 7











Příloha 2: Fotografie produkční stáje







Příloha 3: Fotografie Porodny





Příloha 4: Fotografie Zděné stáji



Příloha 5: Fotografie skupinových boxu





Příloha 6: Fotografie VIB



Příloha 7: Fotografie a tabulky k měřicím přístrojům

Seznam obrázků zleva doprava:

Obr.1 Thermo-hydrograf Comet ZTM65

Obr. 2 Kulový teploměr (Zdroj: <https://www.ahlborn.cz/>)

Obr. 3 Ahlborn FLA 623 VLK (Zdroj: <https://www.ahlborn.cz/>)

Obr. 4 Ahlborn FYA 600 CO2 (Zdroj: <https://www.ahlborn.cz/>)

Obr. 5 Ahlborn FLA 613 GS (Zdroj: <https://www.ahlborn.cz/>)

Obr. 6 Ahlborn FLA 623 VL (Zdroj: <https://www.ahlborn.cz/>)

Obr. 7 Záznamové zařízení Almemo 2590-9

Obr. 8 Elektronický měřič úrovně hluku BEHA 93411 (Zdroj: <https://www.ghvtrading.cz/merici-pristroje/neelektricke/hlukomery/93411.html>)

Obr. 9 Záznamové zařízení Almemo 2690

Obr. 10 Thermo-hydrometr

Obr. 11 TSI Incorporated DustTrak™ II Aerosol Monitor 8530 (Zdroj: <https://tsi.com/products/aerosol-and-dust-monitors/dust-monitors/dusttrak-ii-aerosol-monitor-8530/>)

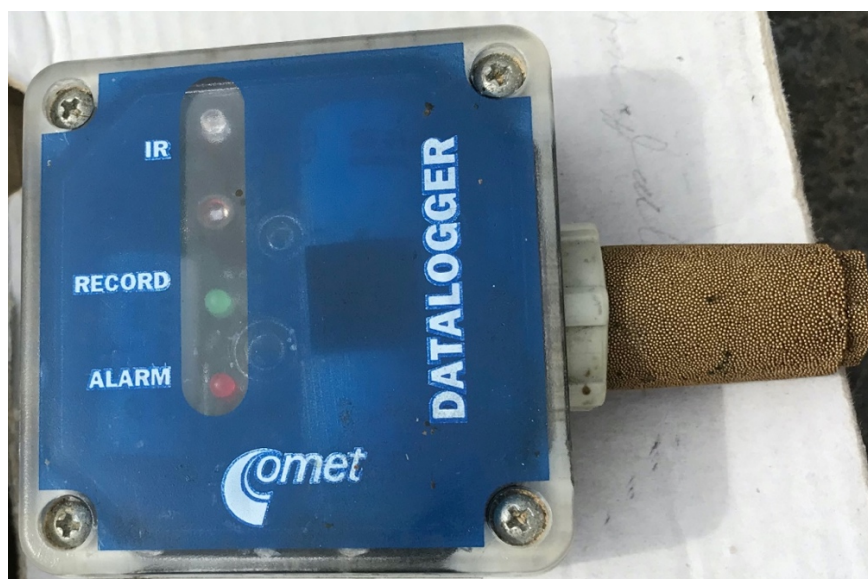
Seznam tabulek:

Tab. 1 Technické parametry Comet ZTM65 (Zdroj: <https://www.cometsystem.com/products/data-loggers/reg-r3120>)

Tab. 2 Technické parametry Ahlborn FLY 600 CO2 (Zdroj: <https://www.ahlborn.cz/>)

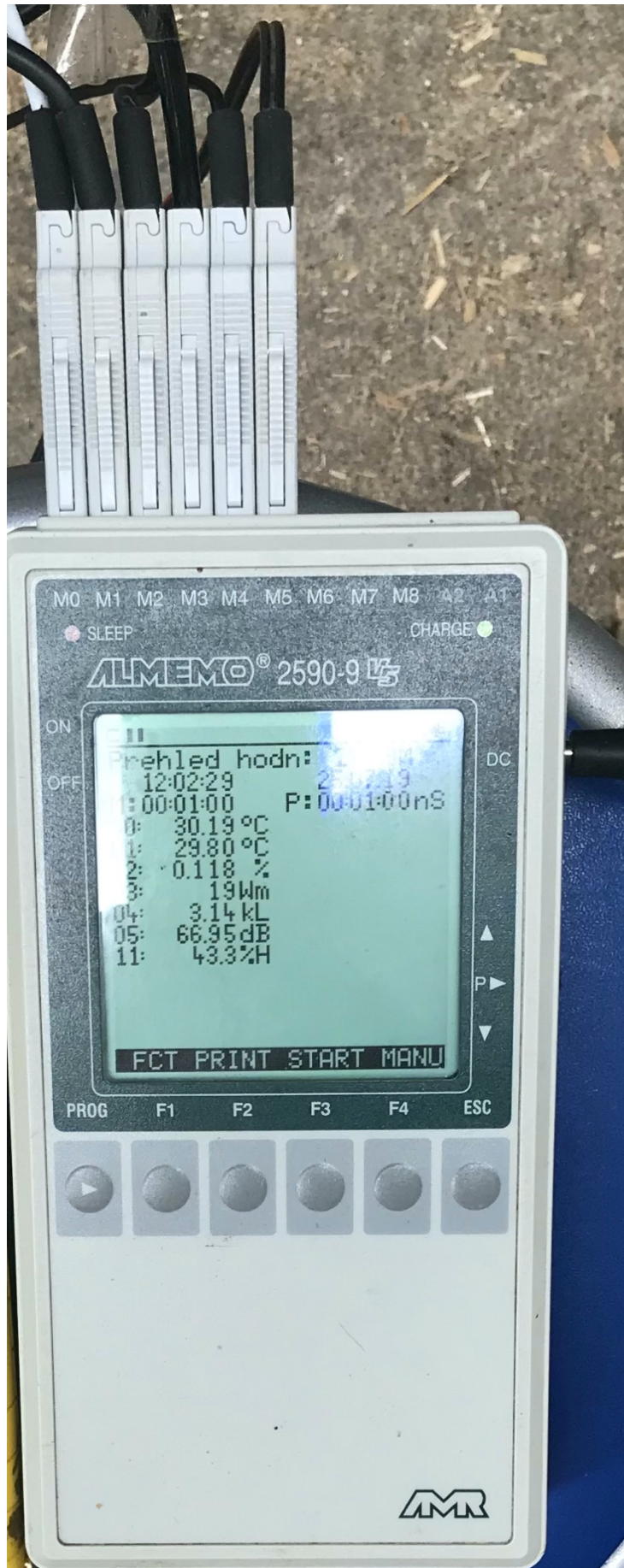
Tab. 3 Technické parametry: Ahlborn FLA 613 GS (Zdroj: <https://www.ahlborn.cz/>)

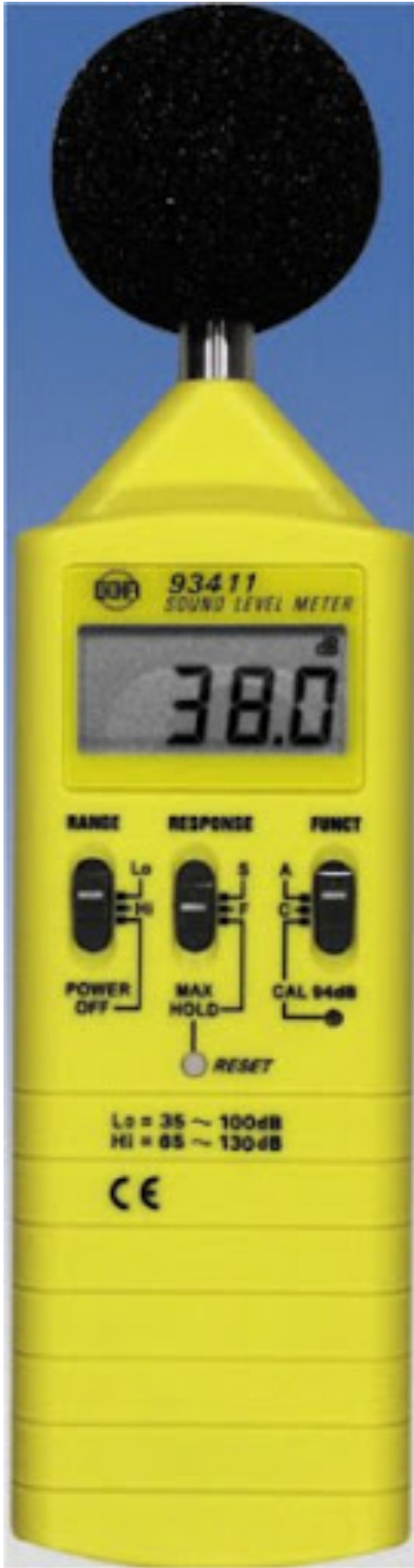
Tab. 4 Technické parametry DustTrak™ II Aerosol Monitor (Zdroj: <https://tsi.com/products/aerosol-and-dust-monitors/dust-monitors/dusttrak-ii-aerosol-monitor-8530/>)

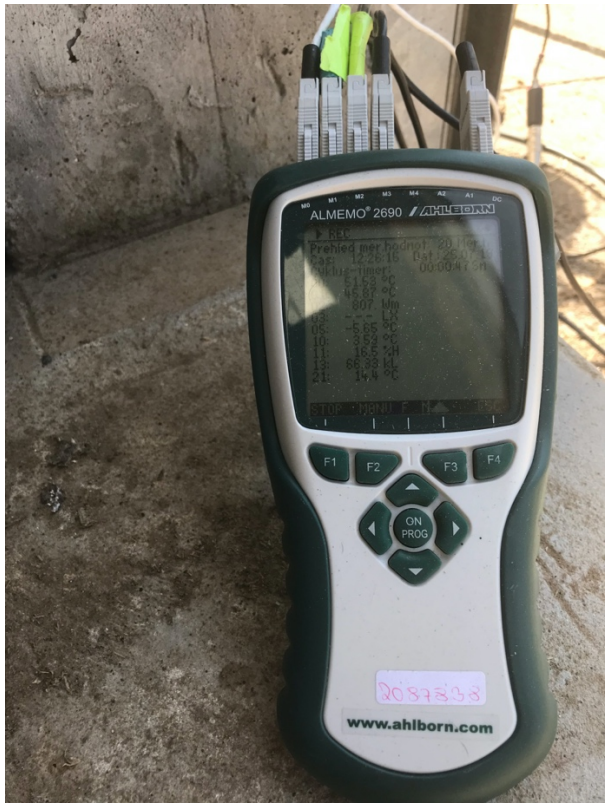














Tab 1

Měřicí rozsah teploty	od - 30 do +80 °C
Přesnost měření	± 0.4 °C
Měřicí rozsah relativní vlhkosti	od 0 do 100 %
Přesnost měření	± 2.5 % od 5 do 95 % při teplotě 23 °C
Měřicí rozsah teploty rosného bodu	od - 60 do +70 °C
Přesnost měření	±1.5 °C při teplotě prostředí T < 25 °C a relativní vlhkostí > 30 %

Tab. 2

Měřicí rozsah:	od 0 do 0,5 %
Přesnost:	± 2 % z koncové hodnoty
Teplotní rozsah:	5 až +40 °C
Relativní vlhkost	0 až 95 % nekondenzující

Tab. 3

Měřicí rozsah:	0 až 1200 W.m ⁻²
Spektrální citlivost:	400 až 1100 nm
Max spektrální citlivost:	780 nm
Pracovní teplota:	-20 až +60 °C
Absolutní chyba:	< 10 %

Tab. 4

Rozsah měření:	0,001 to 400 mg.m ⁻³
Velikost částic:	0,1–10 µm
Přesnost měření:	$\pm 0,1$ %
Průtok vzduchu:	3 l.min ⁻¹
Interval zaznamenávání údajů:	1 s – 1 hod
Příslušenství:	<ul style="list-style-type: none"> • Cyklon pro měření respiračního prachu (≤ 4 µm) • Kalibrační impaktor 2,5 µm

	<ul style="list-style-type: none"> ● Kalibrační impaktor 10 μm ● Průtokoměr pro kalibraci ● Nabíječka
--	--

Tabulka č. 5 Zdroj: <https://tsi.com/products/aerosol-and-dust-monitors/dust-monitors/dusttrak-ii-aerosol-monitor-8530/>

Členění:	Maximální aerodynamický průměr zachycených částic v mikrometrech
PM 10	do 10 μm
PM 4 (Respiratorní)	do 4 μm
PM 2,5	do 2,5 μm
PM 1	do 1 μm

Příloha 8: Parametry stájí dne 11.07.2019

Parametr		Produkční stáj			Porodna		
		11 m. od vstupu	25 m. od vstupu	Venkovní měření	11 m. od vstupu	25 m. od vstupu	Venkovní měření
Teplota [°C]	mean	20,86	21,38	26,08	22,48	22,77	25,45
	SD	0,18	0,15	0,94	0,26	0,34	1,18
	min.	20,35	20,97	24,08	21,72	22,07	23,06
	max.	21,30	21,73	29,44	22,99	23,38	27,91
	median	20,85	21,35	26,25	22,42	22,82	25,25
Teplota kulového teploměru [°C]	mean	21,82	22,16	33,75	24,08	24,39	33,11
	SD	0,11	0,13	0,96	0,37	0,37	2,11
	min.	21,54	21,78	31,86	23,44	23,70	28,04
	max.	22,21	22,36	36,30	24,86	25,02	37,62
	median	21,81	22,20	33,72	23,97	24,40	32,83
Relativní vlhkost [%]	mean	44,18	47,48	31,40	41,10	40,35	32,26
	SD	1,80	1,64	1,56	0,75	0,82	2,18
	min.	39,50	44,40	26,30	39,00	38,70	27,80
	max.	50,30	51,50	34,70	42,80	42,80	36,70
	median	43,70	47,60	31,10	41,30	40,10	32,65
Koncentrace CO2 [ppm]	mean	388,10	582,92		350,00	350,00	
	SD	54,72	142,92		0,00	0,00	
	min.	350,00	350,00		350,00	350,00	
	max.	640,00	920,00		350,00	350,00	
	median	350,00	580,00		350,00	350,00	

Intenzita slunečního záření [$W \cdot m^{-2}$]	mean	24,60	25,67	920,56	36,45	32,27	641,50
	SD	4,77	8,75	344,05	2,14	4,26	304,37
	min.	16,00	11,00	249,00	29,00	21,00	295,00
	max.	35,00	39,00	1536,00	42,00	41,00	1385,00
	median	23,00	24,50	946,00	36,00	33,00	470,00
Intenzita osvětlení [klx]	mean	2,14	1,77		2,00	2,65	
	SD	0,33	0,60		0,16	0,35	
	min.	1,47	0,83		1,34	1,77	
	max.	2,86	2,71		2,31	3,31	
	median	2,09	1,70		2,02	2,68	
Hluk [dB]	mean	65,41	66,32		67,58	70,60	
	SD	0,99	1,04		2,90	0,41	
	min.	63,62	64,56		49,95	69,68	
	max.	69,16	70,46		72,77	72,12	
	median	65,17	65,80		68,70	70,63	

Příloha 9: Parametry stáje dne 25. 7.2019

Parametr		Produkční stáj		Porodna		Zděna stáj	
		25 m. od vstupu	Venkovní měření	25 m. od vstupu	Venkovní měření	Na začátku stáji	Venkovní měření
Teplota [°C]	mean	29,79	44,32	33,60	42,99	32,71	44,25
	SD	0,09	1,24	0,14	0,96	0,40	1,22
	min.	29,59	38,44	33,05	39,94	32,18	41,02
	max.	29,96	46,78	33,99	44,79	33,61	46,86
	median	29,81	44,91	33,60	43,29	32,52	44,12
Teplota kulového teploměru [°C]	mean	30,37	49,41	34,65	48,55	32,50	48,68
	SD	0,04	1,62	0,10	0,67	0,23	1,21
	min.	30,30	45,93	34,46	47,18	32,21	46,49
	max.	30,43	51,91	34,82	49,56	33,04	51,17
	median	30,37	49,97	34,67	48,72	32,43	48,98
Relativní vlhkost [%]	mean	43,40	18,60	29,97	18,23	33,95	17,10
	SD	1,41	1,18	0,61	0,67	0,52	0,75
	min.	40,30	16,50	29,00	16,40	31,90	14,50
	max.	46,50	22,40	31,70	20,30	35,00	20,60
	median	43,15	18,20	29,70	18,30	34,00	17,10
Koncentrace CO2 [%]	mean	0,12		0,04		0,05	
	SD	0,01		0,00		0,01	
	min.	0,09		0,04		0,04	
	max.	0,15		0,04		0,06	
	median	0,12		0,04		0,05	
Intenzita slunečního zaření [W·m-2]	mean	21,50	787	27,20	1091,54	4,00	997,27
	SD	1,08	19,92	0,99	6,88	0,00	26,54
	min.	15,00	655,00	24,00	1077,00	4,00	828,00
	max.	23,00	831,00	29,00	1102,00	4,00	1043,00
	median	22,00	791,00	28,00	1094,50	4,00	1003,00
Intenzita osvětlení [klx]	mean	3,50	64,82	7,65	68,71	1,20	65,77
	SD	0,20	1,54	0,31	0,38	0,03	1,54
	min.	2,26	54,91	6,25	68,03	1,11	55,72
	max.	3,82	68,05	8,03	69,30	1,28	67,64
	median	3,56	65,17	7,80	68,80	1,21	66,59
Hluk [dB]	mean	65,42		69,29		63,30	
	SD	0,89		1,09		1,12	
	min.	63,68		66,86		61,56	
	max.	69,08		75,01		67,18	
	median	65,23		68,72		63,04	

Příloha 10: Hodnoty prašností

Hodnoty prašností dne 25. 7.

Objekt:		Celkový [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	PM 10 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	PM 4 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	PM 2,5 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	PM 1 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]
Produkční stáj	mean	83,04	58,44	46,19	42,12	37,97
	SD	16,05	4,50	1,96	1,15	1,13
	min.	49,00	45,00	39,00	38,00	35,00
	max.	195,00	78,00	51,00	46,00	52,00
	median	79,50	58,00	47,00	42,00	38,00
Porodna	mean	37,59	30,86	26,27	25,01	27,63
	SD	8,79	2,86	1,35	0,90	1,03
	min.	26,00	26,00	23,00	23,00	24,00
	max.	120,00	50,00	34,00	29,00	30,00
	median	33,50	30,00	26,00	25,00	28,00
Zděná stáj	mean	86,81	91,27	47,90	40,09	30,20
	SD	24,24	19,96	9,66	2,49	0,93
	min.	43,00	42,00	33,00	35,00	28,00
	max.	216,00	179,00	139,00	47,00	34,00
	median	79,50	89,00	43,00	40,00	30,00
VIB	mean	38,08	28,33	24,38	21,12	19,76
	SD	7,74	3,41	1,24	0,67	0,87
	min.	25,00	22,00	22,00	20,00	18,00
	max.	72,00	69,00	28,00	24,00	24,00
	median	36,00	27,00	24,00	21,00	19,50

Hodnoty prašností dne 11. 7

Objekt:			Celkový [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	PM 10 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	PM 4 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	PM 2,5 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	PM 1 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]
Produkční stáj	11 m od vstupu	mean	66,51	28,79	13,08	12,88	10,26
		SD	38,35	20,35	1,11	0,92	0,50
		min.	16,00	10,00	10,00	11,00	9,00
		max.	511,00	304,00	22,00	18,00	17,00
		median	47,50	18,00	13,00	13,00	10,00
	25 m od vstupu	mean	53,62	20,91	17,11	13,71	12,69
		SD	24,88	3,96	2,48	0,73	1,12
		min.	15,00	14,00	13,00	12,00	11,00
		max.	446,00	42,00	30,00	17,00	35,00
		median	43,00	19,50	16,00	14,00	12,00

Porodna	10 m od vstupu	mean	21,79	18,34	12,98	12,51	11,79
		SD	6,44	3,00	0,65	0,83	0,46
		min.	13,00	14,00	11,00	11,00	11,00
		max.	54,00	65,00	17,00	17,00	13,00
		median	18,50	17,00	13,00	12,00	12,00
	25 m od vstupu	mean	23,64	17,03	12,82	11,14	9,07
		SD	7,60	2,51	1,14	0,63	0,29
		min.	14,00	13,00	11,00	10,00	8,00
		max.	90,00	30,00	26,00	14,00	11,00
		median	19,00	16,00	12,00	11,00	9,00

Příloha 11: Použité jednotky

Teplota interní [°C]	t_{ai}
Teplota externí [°C]	t_{ae}
Teplota kulového teploměru interní [°C]	t_{gi}
Teplota kulového teploměru externí [°C]	t_{ge}
Relativní vlhkost interní [%]	Rh_i
Relativní vlhkost externí [%]	Rh_e
Koncentrace CO ₂ [ppm]	CO ₂
Intenzita slunečního záření interní [W·m ⁻²]	I_{ci}
Intenzita slunečního záření externí [W·m ⁻²]	I_{ce}
Intenzita osvětlení interní [klx]	L_i
Intenzita osvětlení externí [klx]	L_e
Hluk (A) [dB]	L_a

Příloha 12: Parametry VIB dne 25. 7

Parametr		VIB	
		Uvnitř kotce	Venkovní měření
t _a [°C]	mean	49,76	43,76
	SD	0,58	1,05
	min.	48,23	41,71
	max.	51,02	45,39
	median	49,72	43,74
t _g [°C]	mean	54,45	47,54
	SD	1,49	0,88
	min.	49,81	45,92
	max.	56,32	48,83
	median	55,32	47,65
RH [%]	mean	17,70	16,78
	SD	0,22	0,78
	min.	17,20	15,30
	max.	18,20	18,60
	median	17,70	16,90
CO ₂ [%]	mean	0,04	
	SD	0,00	
	min.	0,04	
	max.	0,04	
	median	0,04	

Ic [W·m ⁻²]	mean	299,64	915,09
	SD	3,95	18,95
	min.	282,00	875,00
	max.	304,00	953,00
	median	301,00	916,00
Li [klx]	mean	52,13	63,33
	SD	1,06	0,82
	min.	45,73	61,19
	max.	53,13	65,16
	median	52,75	63,32
LA [dB]	mean	47,21	
	SD	4,48	
	min.	42,67	
	max.	60,74	
	median	45,01	