

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

DISERTAČNÍ PRÁCE

Optimalizace řízení mikroklimatu stájových objektů

**Ing. Anna Šimková
2017**

Vypracovala:

Ing. Anna Šimková

Studijní program: Zootechnika

Studijní obor: Obecná zootechnika

Školitel:

prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr.h.c.

Katedra zootechnických věd

Zemědělská fakulta

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych tímto poděkovala mému školiteli prof. Ing. Miloslavu Šochovi, CSc., dr.h.c., za cenné rady a odborné vedení při řešení úkolů předložené disertační práce.

Srdečně děkuji kolegům doktorandům, za jejich pomoc a rady v průběhu celého studia a při získávání dat v průběhu všech pokusů, které byly uskutečněny za podpory projektů NAZV QJ1210144 a GAJU 020/2013/Z.

Závěrem bych také ráda poděkovala mé rodině a blízkým za jejich podporu.

Prohlašuji, že jsem disertační práci vypracovala samostatně na základě vlastních zjištění a za pomoci uvedené literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č.111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své disertační práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne..... Ing. Anna Šimková.....

Seznam zkratek

aj.....	a jiné
apod.....	a podobně
a.s.	akciová společnost
cca.....	přibližně
CH ₄	metan
cm.....	centimetr
cm ²	centimetr čtvereční
CO ₂	oxid uhličitý
ČSN.....	česká státní norma
dB.....	decibel
EEA.....	European Environment Agency
F.....	faktor přístroje
FAO.....	Organizace pro výživu a zemědělství
h.....	hodina
H ₂ S.....	sirovodík, sulfan
HLI.....	heat load index (index tepelného zatížení)
IPCC.....	Intergovernmental Panel on Climate Change
IRZ.....	integrovaný registr znečištění
K.....	katahodnota
kg.....	kilogram
LCA.....	Life Cycle Assessment
m.....	metr
m ²	metr čtvereční
m ³	metr krychlový
mcal.....	megakalorie
mg.....	miligram
mJ.....	megajoule
mm.....	milimetr
m/s.....	metr za sekundu
µm.....	mikrometr
µ.....	mikro
N.....	dusík
NADIS.....	National Animal Disease Information Service
např.....	například
NH ₃	amoniak, čpavek
NH ₄ ⁺	amonný kation
NO ₂	oxid dusný
ppm.....	parts per million (jedna miliontina)
RH.....	relative humidity (relativní vlhkost)
s.....	sekunda
t.....	čas
tdb.....	teplota ovzduší
THI.....	temperature humidity index (teplotně vlhkostní index)
tzn.....	to znamená
tzv.....	takzvaně
W.....	Watt
ZD.....	zemědělské družstvo

OBSAH

1.	Úvod	9
2.	Literární rešerše	10
2.1	Welfare hospodářských zvířat	10
2.2	Bioklimatologie	11
2.3	Stájové mikroklima	12
2.4	Řízení mikroklimatu	13
2.5	Fyzikální faktory stájového mikroklima	14
2.5.1	Teplota vzduchu	14
2.5.2	Vlhkost vzduchu	19
2.5.3	Teplotně - vlhkostní index (THI)	21
2.5.4	Index tepelného zatížení (HLI)	23
2.5.5	Proudění vzduchu	23
2.5.6	Ochlazovací hodnota vzduchu	24
2.5.7	Sluneční záření, osvětlení	25
2.5.8	Hluk	26
2.6	Chemické faktory stájového mikroklima	26
2.6.1	Oxid uhličitý - CO ₂	28
2.6.2	Amoniak (čpavek) - NH ₃	28
2.6.3	Sirovodík - H ₂ S	30
2.6.4	Metan - CH ₄	31
2.7	Biologické faktory stájového mikroklima	32
2.7.1	Prach	33
2.7.2	Mikroorganismy rozptýlené v ovzduší	34
2.8	Vznik škodlivin a jejich odstraňování	35
3.	Cíl práce	37
4.	Materiál a metodika	38
4.1	Pokus farma Petrovice	38
4.1.1	Sledované parametry	40
4.2	Pokus Zemědělské družstvo Opařany - Řepeč	43
4.3	Pokus Účelové zařízení Čtyři Dvory	44
4.4	Zpracování a vyhodnocení dat	45
5.	Výsledky a diskuze	46
5.1	Korelace mikroklimatických prvků skupin v roce 2013	46
5.2	Grafický průběh měřených hodnot v roce 2013	52

5.2.1	Teplota vzduchu	52
5.2.2	Rychlost proudění vzduchu	53
5.2.3	Ochlazovací hodnota prostředí	54
5.2.4	Intenzita osvětlení a sluneční záření	55
5.2.5	Rektální teplota zvířat	56
5.2.6	Relativní vlhkost vzduchu	57
5.3	Korelace mikroklimatických prvků skupin v roce 2014	58
5.4	Grafický průběh měřených hodnot v roce 2014	65
5.4.1	Teplota vzduchu	65
5.4.2	Rychlost proudění vzduchu	66
5.4.3	Ochlazovací hodnota prostředí	67
5.4.4	Intenzita osvětlení a sluneční záření	68
5.4.5	Rektální teplota	69
5.4.6	Relativní vlhkost	70
5.5	Korelace mikroklimatických prvků skupin za rok 2013 a 2014	71
5.6	Souhrnný grafický průběh měřených hodnot v roce 2013 a 2014	75
5.6.1	Teplota vzduchu	75
5.6.2	Rychlost proudění vzduchu	76
5.6.3	Ochlazovací hodnota prostředí	77
5.6.4	Intenzita osvětlení a sluneční záření	78
5.6.5	Rektální teplota zvířat	79
5.6.6	Relativní vlhkost vzduchu	80
5.7	Mléčná užitkovost	81
5.8	Komparace vybraných mikroklimatických prvků s THI indexem a rektální teplotou	81
5.9	Zemědělské družstvo Opařany- teletník Řepeč	83
5.9.1	Ochlazovací hodnota a etologické pozorování	83
5.9.2	Hillův skleněný katateploměr a testovaný prototyp přístroje	84
5.9.3	Záznam mikroklimatických prvků	85
5.10	Účelové zařízení Čtyři Dvory	87
5.10.1	Vývoj katahodnoty a metanu	88
5.10.2	Vývoj katahodnoty a amoniaku	89
5.10.3	Vývoj katahodnoty a sirovodíku	90
5.10.4	Vývoj katahodnoty a oxidu uhličitého	91
5.10.5	Vývoj katahodnoty, teploty vzduchu a relativní vlhkosti	92
5.10.6	Vývoj metanu a oxidu uhličitého	93
5.10.7	Vývoj amoniaku a sirovodíku	94
5.10.8	Vývoj katahodnoty a teploty vzduchu	95

5.10.9	Průběh ochlazovací hodnoty	96
6.	Závěr.....	98
7.	Souhrn.....	101
8.	Summary.....	103
9.	Použité zdroje	105
10.	Seznam tabulek.....	140
11.	Seznam grafů	141
12.	Seznam obrázků.....	143
13.	Seznam vlastních publikovaných prací	144

1. Úvod

Chovatelé skotu si stále více uvědomují, že stájové prostředí je významným faktorem, který může ovlivnit celý chov hospodářských zvířat a ve výsledku ovlivnit i ekonomiku chovu. Neustále se zvyšující požadavky na výrobu a kvalitu živočišných produktů vytvářejí tlak na šlechtitelskou a plemenářskou práci, pomocí které dochází ke zvýšení výkonnosti zvířat. Vysoká užitkovost zvyšuje nároky hospodářských zvířat na podmínky chovu.

V hospodářských chovech žijí zvířata na omezeném prostoru stáje. Zvířata jsou tak nucena žít v prostředí vytvořeném člověkem. Ovšem mnohdy vzniká rozpor mezi vhodnými podmínkami dle představ člověka a skutečnými představami zvířat.

Chovatel by měl mít znalosti o přirozených nárocích zvířat na prostředí a v maximální možné míře je uspokojovat. Člověk je hlavním faktorem, který ovlivňuje podmínky zvířat přímo. To znamená svou péčí a chováním. Nepřímo je ovlivňuje mikroklimatickými podmínkami (Novák et al., 2001).

Ve stájích moderních chovatelů hospodářských zvířat by proto měly být vytvářeny jedinečné podmínky mikroklimatického prostředí se snahou zlepšit welfare ustájených zvířat. Neboť nevhodné prostředí a technika chovu způsobují, že část hospodářských zvířat je ve stavu chronické zátěže, která ovlivňuje odolnost, životaschopnost, dlouhověkost, produkci a reprodukci vysoce užitkových zvířat.

Pohoda prostředí stáji je ve výsledném efektu tvořena působením dílčích složek, které lze samostatně vyjádřit, měřit a vyhodnocovat. Pod pojmem mikroklima je rozeznáván tepelný režim ve stáji, složení vzduchu, záření a světlo ve stáji.

Důležitost vhodného stájového prostředí je nepopíratelná. Současně je důležité důkladně studovat vlivy jednotlivých faktorů stájového prostředí a jejich vzájemné souvislosti, neboť výsledná užitkovost je dána jejich spolupůsobením (Šoch, 2005).

Cílem předložené disertační práce bylo zjistit, jakým způsobem spolu korelují základní složky mikroklimatu a jaká je jejich váha při vytváření vhodného stájového prostředí a současně se v průběhu výzkumu podílet dílčími výsledky na vytvoření automatizovaného systému vyhodnocování a řízení kvality mikroklimatu ve stáji a vyloučit tak subjektivní chyby obsluhy, zmírnit dopady extrémních klimatických výkyvů a přispět ke zlepšení welfare zvířat, což by se mělo následně projevit ve zvýšeném množství a kvalitě produkce a lepším zdravotním stavu.

2. Literární rešerše

2.1 Welfare hospodářských zvířat

Dobré životní podmínky zvířat, podmínky welfare, zahrnují fyzické i duševní zdraví (Farm Animal Welfare Council, 2009) a také vyhnout se strádání (Pištěková et al., 2014). Je důležité respektovat fyziologické potřeby zvířat a možnosti projevů přirozeného chování a respektovat ve výrobních postupech daná kritéria pro udržení zdraví zvířat a jejich odchování (Schneiderová, 2007).

Existuje mnoho definic welfare (Stafleu et al., 1996). Například již Dawkins (1983), Fraser (1995) popisují welfare jako stav, kdy zvířata nepociťují jakékoliv dlouhodobé negativní emoce a když mohou pociťovat pozitivní emoce. Broom (1986) ve své době popisoval welfare jako pohodu zvířat, kdy se organismus zvířete snaží vyrovnat s podmínkami prostředí, ve kterém žije. Simonsen (1996) vysvětluje pojem welfare jako vyjádření pozitivních a současně i negativních pocitů chovaných zvířat. Désiré (2002) definuje welfare jako určitý stav harmonie mezi jednotlivcem a jeho prostředím. Duncan (2005) popisuje welfare jako stav, ve kterém je chované zvíře v naprostém duševním a fyzickém zdraví. Kdy zvíře je v souladu se svým okolím, je schopno přizpůsobení se, netrpí v závislosti na prostředí ovlivněném lidskou přítomností.

Všeobecně by mělo být pro dosažení welfare v chovech zvířat zachováno pět svobod (Farm Animal Welfare Council, 2016). První svobodou je svoboda od žízně a hladu. Druhou svobodou je zajištění dostatečného pohodlí, například ve formě vhodného přístřeší a dostatečného prostoru pro odpočinek. Třetí svobodou je svoboda od bolesti, zranění či nemoci v podobě dostatečné prevence, rychlé diagnózy a léčby. Čtvrtým bodem je možnost zvířat vyjádřit své normální projevy chování. Pátým bodem je odstranění příčin strachu a stresu (Main et al., 2001; McCulloch, 2012). Profesor John Webster následně doplnil existující svobody o šestou koncepci respektive možnost vykonávat svobodně a osobně kontrolu nad vlastní životní pohodou (Pištěková et al., 2014).

V praktických podmínkách je dosažení těchto svobod téměř nereálné. Je proto nutné vyloučit pouze jednostranný přístup a welfare řešit komplexně (Doležal, 2004). Například i Botreau et al. (2007) uvádějí, že welfare je nutné řešit z mnoha úhlů pohledu. A pro správné vyhodnocení je potřeba mnoha kritérií, která musejí být vyčerpávající, ale zároveň minimalizována jen na nezbytné položky, měla by souhlasit se všemi zainteresovanými stranami. Všechna kritéria musejí být dobře pochopitelná a vzájemně nezávislá.

2.2 Bioklimatologie

Bioklimatologie je obor studující klima, zejména s ohledem na prostředí, žijící organismy, kterými jsou rostliny, zvířata a lidé, s ohledem na vektory chorob (Allaby, 1994). Obdobně definují bioklimatologii i Chloupek a Suchý (2008) jako vlivy prostředí na životní procesy v živých organismech. Pod vlivy prostředí zahrnuje definice zejména meteorologické vlivy a klimatické podmínky a jejich dopad na člověka, zvířata i rostliny. Rivas-Martínez (2002) a Rivas-Martínez et al. (1999) vysvětlují pojem bioklimatologie jako ekologickou vědu, která se zabývá vztahy mezi klimatem a rozšířením žijících druhů na Zemi. Bazan et al. (2015) uvádějí, že bioklimatologie je ekologickou disciplínou, která studuje vztah mezi klimatem a rozšířením organismů a jejich společenstev.

Bioklimatologie zahrnuje mnoho věd. Například lékařské vědy, rostlinnou a živočišnou ekologii, stavební technologie, studie o ekonomických činnostech jako jsou ekoturistika, merchandising či studie o obecném komfortu a pohodě (Yoshino, 2009; Vavra et al., 2012).

Ještě v 80. letech 20. století nebyl tento vědní obor považován za příliš seriózní disciplínu, v současné době však bioklimatologie zaujímá zcela rovnoprávné místo mezi ostatními vědními obory a těší se dynamickému rozvoji a zájmu veřejnosti (Chloupek a Suchý, 2008).

V závislosti na územním rozsahu sledovaných hodnot bioklimatologie rozlišuje makroklima, mezoklima, místní klima a mikroklima. Makroklima udává klima velkého území nebo geografického celku, kterým může být stát, kontinent, oceán nebo jejich část (Wiest, 1994). Mezoklima je klimatem menších územních celků. Například měst, údolí či hor. Místní klima je přechodem mezi makroklimatem a mikroklimatem. Může jím být klima částí měst i místní krajina. Mikroklima udává klima malého území uvnitř geografického celku, například klima lesního porostu, okraj lesa, břeh, stáj, skleníky (Barry, 1969; Robinson et al., 2014; Žalud, 2015).

Z hlediska potřeb veterinární medicíny a zoohygieny zaujímá z výše uvedených nejvýznamnější místo studium mikroklimatu (Chloupek a Suchý, 2008). I přes to, že je skot domestikovaný po tisíce let, jeho schopnost adaptace k rozdílným klimatickým podmínkám zůstal nezměněn (Redbo et al., 2001).

Mikroklimatické podmínky mohou ovlivňovat chovaná zvířata, ale i lidi, kteří o zvířata pečují. Známý je například vliv teploty prostředí na organismus zvířat v kombinaci s jinými mikroklimatickými veličinami. Pro chovaná zvířata je proto důležité zajistit přiměřené

podmínky pro adekvátně vysokou produkci, zdraví a pohodu zvířat (Fox et al., 1998; Amundson et al., 2006; Mader et al., 2011). V opačném případě je možné zaznamenat vliv na organismus zvířat v podobě redukce příjmu potravy, snížení přírůstků na váze, zvýšení rektální teploty a další (Catangui et al., 1997; Campbell et al., 2001; Rushen et al., 2008).

2.3 Stájové mikroklima

Zvyšující se požadavky na výrobu a kvalitu živočišných produktů mají za následek, že se neustále šlechtitelskou a plemenářskou prací zvyšuje fyziologická úroveň výkonnosti zvířat. Souběžně s tím se však zvyšují i jejich nároky na podmínky chovu (Silvana et al., 2007). Na vyšší skutečné užitkovosti se kromě kvality a kvantity výživy podílejí velkou měrou i způsob ustájení a ošetřování zvířat (Chloupek a Suchý, 2008) a v neposlední řadě i optimální mikroklimatické podmínky stájového prostředí, které působí na těla zvířat (Bianca, 1976).

Hygiena stájového prostředí je tedy spolu s genofondem a výživou zvířat jedním z rozhodujících faktorů limitujících užitkovost hospodářských zvířat (Chloupek a Suchý, 2008).

Stájové mikroklima je možné charakterizovat jako určitý stav vzdušného prostředí ve stáji, které je tvořeno fyzikálními, chemickými a biologickými faktory. Mezi fyzikální faktory se řadí teplota, vlhkost a proudění vzduchu, ochlazovací hodnota prostředí (katahodnota), sluneční záření, osvětlení, atmosférický tlak a hluk. Chemické faktory jsou tvořeny plyny, které vznikají ve stáji mezi ustájenými zvířaty. Jedná se zejména o oxid uhličitý, metan, amoniak a sirovodík. Biologické faktory jsou tvořeny prachem a mikroorganismy, které jsou rozptýlené v ovzduší (Šoch, 2005).

Camuffo (1998) definuje mikroklima jako syntézu okolních fyzikálních podmínek vzhledem k odlišným atmosférickým proměnným po určité časové období ovlivněné přírodními i lidskými faktory.

Fyzikální, chemické a biologické prvky působí v komplexu podmínek vnějšího prostředí nejen na organismus, ale i na techniku. Mikroklimatické parametry jsou ovlivňovány vnějšími povětrnostními podmínkami, způsobem větrání a vytápěním prostoru, tepelnou zátěží prostoru vlivem technologie, množstvím a činností lidí i zvířat, osvětlením a tepelně-technickými vlastnostmi stavby (Marciniak, 2014).

Jednou z nejdůležitějších změn v moderních stájích je vytvoření vhodného mikroklimatu (Herbut et al., 2012). Zajištění optimálních podmínek stájového prostředí by mělo být

prioritou každého chovatele, neboť vhodnými podmínkami mikroklimatu stáje je možné dosáhnout optimální konverze krmiva a tím i přírůstku. Stájové mikroklima je nepopíratelně jedním z nejvýznamnějších faktorů ovlivňující organismus zvířat (Šottník, 2002; Večeřa et al., 2012).

2.4 Řízení mikroklimatu

Jedním z hlavních cílů chovatelů zvířat, by měla být kontinuální tvorba chovného, respektive produkčního prostředí, které se bude blížit ideálu. To znamená vytvořit adekvátní podmínky prostředí splňující jejich přirozené nároky a požadavky (Urban et al., 1997).

Mikroklima stájového prostředí je ovlivňováno mnoha faktory vnějšího prostředí, které mohou mít vliv na ustájená zvířata, mléčnou produkci či vliv na životní podmínky zvířat (Šimková et al., 2014).

Havlík (2011) a Uzal et al. (2008) uvádějí, že v oblasti mírného pásma střední Evropy byly zaznamenány významné ztráty v produkci mléka. Důvodem je spojení vysoké teploty a vzdušné vlhkosti. Kombinací těchto faktorů je na organismus dojnic vyvíjena zátěž, kterou ustájená zvířata pociťují v podobě přebytečného tepla.

Vhodné stájové prostředí je možné vytvořit pomocí cíleného řízení mikroklimatu. Například způsobem řešení obvodových konstrukcí stáje ve smyslu jejich tepelně izolačních vlastností, vnitřní vybavení stáje, samotné umístění stáje v terénu vzhledem ke světovým stranám, převládajícím větrům a klimatické oblasti (Turner et al., 1997; Meyer et al., 2002; Samer, 2011).

Podle Samera (2011) a Buffingtona et al. (1983) je nejvhodnější orientace stáje ve směru na východ a západ, který je preferovaný v oblastech s vysokými teplotami. Ovšem v oblastech s chladnějším klimatem doporučuje Martin (1998) orientovat dlouhou osu stáje směrem na sever a jih.

Blowey (1994) doporučuje otevřený systém ustájení doplněný ochrannými prvky v závislosti na okolní teplotě. Otevřený systém ustájení umožňuje přirozený pohyb vzduchu a tvorbu vhodnějších mikroklimatických podmínek (Hatem et al., 2004). Mezi umělé způsoby větrání zařazuje Havlík (2011) pasivní a aktivní prvky ventilace. Pasivními prvky ventilace jsou tepelně izolované střechy nebo větrací hřebenové štěrbin. Aktivními prvky ventilace jsou ochlazovací systémy s ventilátory.

Velkopřůměrné ventilátory se nejčastěji instalují o průměru 100-120 cm. Doporučuje se instalace ventilátorů nad zvířaty pod úhlem 30°, aby proud vzduchu směřoval na zádech a hřbety zvířat. Vzájemná vzdálenost ventilátorů odpovídá jejich průměru (Doležal, 2010). Hayasaka et al. (2002) uvádějí, že velmi efektivně se projevilo ochlazování dojnic ve stáji pomocí vzduchu ve výšce 110 cm nad zemí.

Výběr vhodného střešního materiálu minimalizuje negativní efekt tepelného stresu (Georges et al., 2005). Mohou jím být kovové i syntetické materiály (West, 2003). Zároveň správně navržená stáj může snížit celkový teplotní nárůst o 30- 50 % (Bond a Kelly, 1955). Muller et al. (1997) uvádějí, že teplota stáje se liší dle výšky střešní konstrukce. Ve výzkumu zjistili, že v prostoru pod střešní konstrukcí ve výšce 175 cm a 315 cm byl rozdíl teploty 0,5 °C.

Problém vzniká, když dojde k přenosu tepelné radiace skrze kovovou střechu. Teplota vnitřní strany kovové střechy a izolované střechy je rozdílná přibližně o 10 °C v průběhu teplotního vrcholu dne (Buffington et al., 1983).

Bucklin et al. (1993) zaznamenali snížení teploty z 2 °C na 3 °C v případě střechy, která byla pokryta odražejícím nátěrem v uzavřeném chovu drůbeže bez ventilace. Ačkoliv stejný povrch nátěrem měla střecha v dobře ventilovaném chovu drůbeže a dojnic, nebyly zjištěny žádné signifikantní výsledky teploty vzduchu na produkci zvířat. Autoři uvádějí, že odražející nátěr může snížit teplotu pozinkované střešní krytiny, ovšem nátěr s postupem času ztrácí svou účinnost. Odrazivý nátěr je doporučován více do dobře ventilovaných zařízení (West, 2003).

2.5 Fyzikální faktory stájového mikroklima

2.5.1 Teplota vzduchu

Nejvýznamnějším faktorem a současně i nejčastěji měřenou fyzikální složkou mikroklimatu je teplota stájového prostředí. Teplota stájového prostředí je velmi proměnlivá a na její změny reagují zvířata ihned (Šoch, 2005).

Vhodná teplota okolního prostředí se pro dobytek pohybuje v rozmezí mezi 5 a 25 °C, takzvaná termoneutrální zóna (Roefaldt, 1998). Hodnoty nad 25 °C a vyšší neumožňují skotu se svépomocí dostatečně ochlazovat a zvířata vstupují do tepelného stresu (Bligh, 1973). V případě tepelného stresu se pomocí fyziologických mechanismů začne skot

postupně zbavovat přebytečného tepla. V případě neúspěšného uvolnění dostatečného množství tepla reagují zvířata změnou produkce, změnou chování a fyziologickými reakcemi (Tarloch et al., 2005).

Vliv teploty vzduchu na zdravotní stav zvířat je velmi dobře popsán a všeobecně známý (Young, 1993; Jacobsen, 1996). Teplota vzduchu například ovlivňuje užitek, činnost termoregulačních funkcí, schopnost reprodukce a celkový zdravotní stav zvířat (Ray et al., 1992; Ominski et al., 2002; St-Pierre et al., 2003).

Termoregulační mechanismy udržují teplotu zvířete v úzkých hranicích i tehdy, jsou-li výkyvy teploty okolního prostředí velké (Novák et al., 1994; Brouček et al., 2013). To jak bude chované zvíře tolerantní k tepelnému a chladovému stresu je ovlivněno plemenem zvířete i úrovní krmné dávky (Šoch, 2005). Tepelný stres je častější u hospodářských zvířat, která mají lepší genotyp, protože produkují více tělesného tepla kvůli jejich větší metabolické aktivitě (West, 1994; Settar et al., 1999). Armstrong (1994) uvádí, že tepelný stres může být důvodem významně zvýšených nákladů na produkci skotu. Při nízkých a průměrných hodnotách bývá produkce konstantní, překročením prahových hodnot začne klesat.

Teplota vzduchu je ovlivněna teplotou povrchů stěn, podlah a dalších stájových konstrukcí a teplotou povrchů těl zvířat. Současně rozhoduje o hodnotách dalších faktorů, kterými jsou vlhkost a proudění vzduchu (Chloupek a Suchý, 2008).

Teplota je hlavním klimatickým faktorem, který nutí organismus živočichů se stálou tělesnou teplotou, aby přizpůsoboval produkci a výdej tepla stavu prostředí (Abeni et al., 2007). Homoiotermní, neboli teplokrevní živočichové si udržují relativně stálou teplotu těla proto, aby rychlost biochemických reakcí v těle příliš nekolísala a aby byly neustále k dispozici všechny fyziologické funkce, které živočich potřebuje k normálnímu životu a obraně (Brestenský et al., 2006). Mají tedy vyvinutou složitou funkci, nazývanou termoregulace, jejíž pomocí organismus udržuje stálou tělesnou teplotu. Té je možno dosáhnout jedině při vyrovnané tepelné bilanci organismu. Teplota prostředí je téměř vždy nižší než tělesná teplota zvířat, a proto se z fyzikálního hlediska jedná převážně o přechod tepla z těla zvířete do prostředí (St- Pierre et al., 2003; Chloupek a Suchý, 2008).

Skot je schopný udržovat si odolnost vůči chladu. Využívá k tomu schopnost produkce vlastního tepla, která je ovlivněna vahou a produkcí zvířete. U každého zvířete záleží na fázi

laktace, růstu, březosti a samozřejmě i na izolaci periferních tkání a na osrstění (Christopherson, 1985).

Jako indikátor vysoké tepelné zátěže se udává velmi výrazné zrychlení dechu (Yousef, 1985), lapání po dechu, slintání, snížení srdeční frekvence, nadměrné pocení (Blazquez et al., 1994), snížení příjmu krmiva (Silanikove et al., 1992; Bertoni, 1998; Redbo et al., 2001; Tapki, 2012), změna délky přežvykování, snížená dojivost, zhoršení plodnosti, změna chování ustájených zvířat, prodlužování doby stání a frekvence pití, ulehání zvířat v nejhladnějších místech stáje, na vlhkých chodbách (Brouček et al., 2013), snížená mléčná produkce (Albright et al., 1972; Lu, 1989; Kadzere et al., 2002; Ghorbani et al., 2009). Obdobně uvádí Johnson (1980), že zvířata se s vysokou tepelnou zátěží organismu vyrovnávají snížením příjmu krmiva, tělesné váhy, mléčné produkce a metabolismu. Tepelná zátěž snižuje projevy estrálního chování (Hansen et al., 2001) a současně má vliv na reprodukční systém (Wolfenson et al., 1997; Rotz et al., 2000; Rotz et al., 2001).

Jednou z možností snížení následků horkého počasí na dobytek může být pouhé poskytnutí stínu v letních měsících, který má významný vliv na snížení tělesné teploty. Skot totiž ochotně využívá možnosti ukrytí se ve stínu přístřešků (Sethi et al., 1981; Blackshaw et al., 1994; Widowski, 2001; Kendall et al., 2006; Tucker et al., 2008). Poskytnutý stín zmírňuje produkční ztráty, například mléčnou produkci či váhové přírůstky, které jsou spojené s vysokou teplotou okolního prostředí nebo s teplotně-vlhkostním indexem (Muller et al., 1994).

Pro zvířata jsou nežádoucí jak teploty nízké, tak vysoké, protože se stávají příčinou stresu, a tedy i nižší užitkovosti a méně efektivního využívání krmiva, oslabují obranné schopnosti organismu, vedou k poruchám zdravotního stavu zvířat a popřípadě i k úhynům (Novák et al., 1994). Negativně tak ovlivňují produktivitu a aktivitu chovaných zvířat v zemědělství (Fuquay, 1981; Morrison, 1983; Overton et al., 2002; Wagner- Storch et al., 2003; Záhner et al., 2004).

2.5.1.1 Tepelný stres

Dojnice jsou ovlivňovány environmentálními podmínkami uvnitř stáje i podmínkami okolního prostředí. Teplotní podmínky prostředí mají zabezpečit odvod potřebného množství tepla z těla zvířat tak, aby nebyly zatěžovány jejich termoregulační mechanismy (Šoch, 2005).

Pro chovatele dojníc je stres způsobený teplem jedním z nejvíce závažných. Tento stres je kombinací vysoké teploty a vysokého stupně vzdušné vlhkosti. Vzniklé mikroklimatické podmínky ovlivňují tepelné ztráty skrze evaporační procesy termoregulace zvířat. Současně v období s vysokými letními teplotami zvířata vyhledávají ve stáji místa teplotního komfortu, ačkoliv jsou limitována jejím prostorem (Berman, 2011).

V průběhu tepelného stresu dochází u dojníc ke snížení příjmu krmiva, snížení metabolismu i celkové produkci za laktaci. Negativně může ovlivnit reprodukční výkonnost u dojníc, v případě již březí krávy je možné negativní ovlivnění plodu. Dalšími ukazateli stresu jsou zvýšený příjem vody, zvýšená dechová frekvence na více jak 60 dechů za minutu, nárůst rektální teploty nad 39,3 °C, zvýšení tepové frekvence až na 81 pulsů za minutu, dilatace krevních cév, intenzivní pocení, snížená frekvence kálení. V případě těžkého tepelného stresu krávy projevují známky, jako je dýchání s otevřenou hubou spojené s těžkým oddechováním a jazykem visícím ven a produkcí výrazného množství slin (Kurihara et al., 2003; West, 2003; Barbari et al., 2011; Zejdová et al., 2015).

Vysoko užitkové dojnice na vrcholu laktace jsou zvláště citlivé na tepelný stres, a to vzhledem ke své úzce zaměřené produkční funkci, vysoké účinnosti využití krmiva, a tím i vysoké produkci metabolického tepla, které uvolňují do prostředí skrze mechanismy konvekce, kondukce, evaporace a radiace (Brouk, 2003; Zejdová et al., 2015).

Jacobsen (1998) uvádí, že optimální hodnoty teploty prostředí pro dojnice se pohybuje v intervalu mezi 16 °C a 25 °C. Johnson (1987) uvádí optimální hodnotu teploty prostředí mezi -0,5 – 20 °C, zatímco Berman et al. (1985) indikuje vyšší kritickou hranici teploty 25 – 26 °C, 4,5 – 21 °C (Schmidit et al., 1988), 16 – 18 °C (Lindley et al., 1996).

Podle Dolejše et al. (1998) dochází při dlouhodobějším působení vysokých teplot v rozmezí 18 – 32 °C ke snížení nádoje mléka o 0,289 kg při zvýšení teploty o 1 °C. Brouček et al. (1996) naopak uvádí snížení nádoje při teplotách kolem 30 °C.

Grandin (1997) a Hopster (1998) uvádějí, že potenciálním stresorem pro dobytek může být vše, co je pro ně nové. Rushen et al. (1999) a Bruckmaier et al. (1993) zjistili, že dojnice izolované v cizím prostředí měly zvýšenou srdeční frekvenci, sníženou mléčnou produkci a byly neklidné.

Při vysokých teplotách, respektive při teplotách mimo termoneutrální zónu, nastávají u zvířat změny chování, tzv. etologická adaptace. Zvířata se snaží ochladit, vyhledávají stín a vítr, zkracuje se doba ležení a narůstá pohybová aktivita (Karlova, 1996; Brouček, 1995).

Autoři Barbari et al. (2011) se ve výzkumu zabývali chováním dojníc v odlišných environmentálních podmínkách. Zjistili, že dojnice v průběhu letních měsíců s vysokými teplotami snížily procentuální zastoupení v boxech. Chování se změnilo v zimních měsících, kdy dojnice nebyly ovlivněny vysokými teplotami uvnitř stáje. Vliv ročního období na celkovou aktivitu mléčného skotu je velmi důležitý (Provolo et al., 2009).

V průběhu působení vysokých teplot zvířata dávají přednost stání v krmné uličce na úkor ležení v boxech. Při stání využívají k ochlazování svého těla proud vzduchu a vodu. Toto chování limituje čas, který by dojnice mohly strávit odpočinkem (Barbari et al., 2011).

Eliminace tepelného stresu je v chovu dojníc během léta základním předpokladem zvýšení nádoje mléka a reprodukce. Možností snížení negativního efektu stresu na užitkovost a zdraví zvířat je několik. Fyzická modifikace okolí (zlepšování životních podmínek pomocí ventilátorů, ochlazovacích přístrojů, apod.). Genetický vývoj zvířat (šlechtění na přizpůsobivost žádoucím klimatickým podmínkám). Přizpůsobování techniky a technologie výživy během horších životních podmínek (Beede et al., 1986; Zejdová et al., 2015).

2.5.1.2 Termoregulace a termoregulační funkce

Pojem termoregulace u teplokrevných živočichů znamená řízení tělesné teploty s cílem udržení její hodnoty v mezích tzv. fyziologického rozpětí (West, 2003). Děje se to za pomoci chemické (produkce tepla) a fyzikální termoregulace (výdej tepla). Zároveň při dlouhodobějším působení určitých teplotních podmínek se organismus začne přizpůsobovat a vzniká tzv. adaptační termoregulace (Šoch, 2005). Podle Nagashima (2006) v obou případech působení tepla i chladu, homeothermická zvířata využívají autonomní a behaviorální reakce k efektivnějšímu regulování jejich tělesné teploty.

Teplotu prostředí je možné rozdělit do několika zón v závislosti na interakci tělesného jádra s teplotou okolního prostředí. Termoneutrální zóna (komfortní zóna) odpovídá termickému komfortu s minimální produkcí tepla organismem. Je ovlivněna věkem, plemenem, kvalitou a množstvím přijatého krmiva, produkcí mléka, ustájením a chovným prostředím, chováním zvířete, stavem kůže a srsti aj. U dospělého skotu leží mezi -6 až 16 °C (Doležal et al., 2015), Jelínek et al. (2003) uvádí rozmezí teplot od -10 °C do +24 °C, -2 °C až 22 °C (Chládek et al., 2009). Další částí je zóna, kde termoregulace umožňuje udržet stálou teplotu tělesného jádra, tzv. zóna hypotermie a hypertermie (Šoch, 2005; Tansey et

al., 2015). Podle Hulsena (2006) dojnice při teplotě $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ využívají energii pro udržení tělesné teploty. Nad $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ využívají energii pro ochlazování. Obzvláště v letním období s teplotami nad $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ hrozí pokles příjmu krmiva.

Ačkoliv skot obecně patří mezi zvířata s velmi dobrými termoregulačními schopnostmi, v případě významného vlivu tepelného stresu může u skotu kolísat tělesná teplota až o $3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ovšem nárůst produkčního potenciálu způsobil, že zvířata jsou méně schopná regulovat tělesnou teplotu a daleko méně schopna se adaptovat na prostředí s vysokými teplotami. Zvláště to platí u kategorie dojnic (Doležal, 2010).

K přenosu tepla dochází vždy s klesajícím teplotním gradientem. To znamená z tepla do chladu prostřednictvím procesů radiace, kondukce nebo konvekce. Obdobně jako lidské tělo i tělo zvířat bývá v prostředí často tím nejteplejším subjektem. Z toho důvodu dochází k transferu tělesného tepla do okolí. Nicméně, jak stoupá teplota jádra, tepelné ztráty vypařováním se stávají primárním mechanismem pro odvod tepla (Taylor et al., 2014; Tansey et al., 2015).

Skot produkuje velké množství tepla mikrobiální činností předžaludků. Pro udržení tepelné rovnováhy je nutné se vznikajícího tepla zbavit. V důsledku relativně malého povrchu těla krávy (6 m^2) se skot zbavuje nadbytečného tepla s velkými obtížemi (Doležal, 2010).

2.5.2 Vlhkost vzduchu

Vlhkost vzduchu je po teplotě prostředí druhým hlavním ukazatelem kvality stájového mikroklimatu a zároveň její vysoké hodnoty působí na zvířata jako přímý stresový faktor prostředí (Finch, 1984; Silanikove, 2000). Nejčastěji se vlhkostní poměry mikroklimatu vyjadřují relativní vlhkostí, ale někteří autoři dávají přednost absolutní vlhkosti (Šoch, 2005).

Relativní vlhkost ovzduší vyjadřuje nasycení vzduchu vodní párou a značně tak ovlivňuje mikroklima. Pokud je obsah páry ve vzduchu příliš vysoký, snižuje se tím možnost ochlazování těla skotu pomocí evaporace a zvíře se tak může dostat do tepelného stresu již při relativně nízké teplotě prostředí. Ve velmi špatně větraných stájích může dojít ke stresu z tepla již při teplotě nad $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Bouraoui et al., 2002; Zejdová, 2015). Naopak Brouček (1997) a Novák et al. (2000) uvádějí, že potenciální teplotní stres může vzniknout při vyšší teplotě prostředí, než uvádějí Bouraoui et al. (2002) a Zejdová (2015). Zejména při

překročení zóny komfortu se zvyšující se teplotou a vlhkostí prostředí. Například u vysoko produkčních dojníc, které jsou citlivější na teplotní stres (Brouček et al., 1990; Bucklin et al., 1991), dochází ke vzniku stresu při teplotě přesahující 27 °C, ačkoliv hodnoty vlhkosti vzduchu jsou v rozmezí optima.

Ve stájích se velmi často stává, že mezní hodnoty relativní vlhkosti vzduchu bývají překročeny (Šoch et al., 2000). Hlavním zdrojem vlhkosti jsou zvířata sama, mokré plochy, vodní zdroje (Doležal et al., 1987), odpar z moči a močůvky, mokré vlhké a teplé krmivo a vlhkost vnějšího vzduchu (Novák et al., 1994). Organismus zvířat reaguje na vlhkost vzduchu v extrémních situacích při velmi vysokých nebo při velmi nízkých hodnotách relativní vlhkosti. U většiny hospodářských zvířat je možné se nejčastěji setkat s problematikou vlhkého vzduchu. Jen v halách drůbeže je možné se setkat s nízkou vlhkostí vzduchu (Kic et al., 1995).

Příliš vlhký vzduch zhoršuje kvalitu vdechovaného vzduchu, neboť se v něm velmi dobře rozmnožují mikroorganismy a plísně. Jako vhodné vlhkostní rozmezí je uváděno vystavení relativní vlhkosti přibližně mezi 40 a 70 % (Arundel et al., 1986).

Je-li vlhký vzduch i chladný, hospodářská zvířata ztrácí mnohem více tepla, než kdyby byl vzduchu o stejné teplotě suchý. Vysoká relativní vlhkost při nízké teplotě vzduchu je častá hlavně v zimním období, kdy se podstatně zvyšují tepelné ztráty organismu. Naopak teplý vlhký vzduch může odnímat méně tepla kondukcí a méně tepla odpařováním vody z těla než vzduch suchý a snižovat mléčnou užitkovost až o 30 % (Novák et al., 1996; Číhalová et al., 1999).

Nízká vlhkost do určité míry podporuje rozvoj mikroorganismů v ovzduší a prostředí vůbec. Suchý vzduch tedy podporuje prašnost. Prachové částice významně déle setrvávají ve vzduchu, což je nepříznivé v objektech s nadměrnými zdroji prašnosti, např. při krmení suchým krmivem (Chloupek a Suchý, 2008).

Příliš suchý vzduch s relativní vlhkostí pod 35 % negativně ovlivňuje ochrannou funkci sliznic horních cest dýchacích, neboť ji příliš vysušuje a snižuje vliv přirozené protiinfekční bariéry, kterou tvoří hlenový povlak na sliznicích horních cest dýchacích (Štumpf, 1970; Dobšinský et al. 1976).

I kombinace nízké vlhkosti pod 50 % a vysoké teploty (vysoký sytostní doplněk) může spolupůsobit dehydrataci organismu zvýšeným odparem vody z dýchacích cest. Tím se opět narušují obranné hlenové bariéry na sliznicích dýchacích cest – důsledkem je zvýšené

pocení a snížení příjmu krmiva, snižuje se užítkovost zvířat (Kursa, 1998). Ovšem v našich klimatických podmínkách se suchý vzduch vyskytuje jen zřídka (Šoch, 2005).

Vlhkost vzduchu zvyšuje tepelnou jímavost vzduchu pro teplo, tzn. i spotřeba tepla k ohřívání vlhkého vzduchu je větší než u vzduchu suchého (úspora topení). Při vyšší relativní vlhkosti nad cca 85 % se prašnost i mikrobiální kontaminace vzduchu snižuje, po kondenzaci vody na prachových částicích následuje jejich rychlejší sedimentace a tím se ovzduší čistí. Ovšem jen do vyschnutí prachu a jeho následného zvěření (Chloupek a Suchý, 2008).

Vysoká vzdušná vlhkost v komplexu s teplotou a prouděním vzduchu dále významně ovlivňuje termoregulaci a to tím, že zvyšuje tepelnou vodivost vzduchu. Vzduch nasycený vodními parami má tepelnou vodivost asi 10x vyšší než suchý vzduch. Při nízkých teplotách se zvyšuje výdej tepla radiací, vedením a evaporací, které tak podporují vznik hypotermie. Naopak při velmi vysokých teplotách (dusno) je omezen výdej tepla všemi způsoby. Nahromaděné teplo má za následek vznik hypertermie (Šoch, 2005).

Kursa (1998) uvádí, že u mláďat s nedostatečně vyvinutou reflexní složkou termoregulace, jako jsou selata a drůbež, může dojít při vysoké vlhkosti a nízké teplotě vzduchu k chladovému stresu. Vysoká vlhkost je tedy pro zvířata nepříznivá jak při nízkých, tak i při vysokých teplotách. Například podle Broučka et al. (2006) je nejvhodnější metodou zchlazení dojníc před stresem evaporační ochlazování.

Vhodné stájové prostředí a vybavení stájí může dostatečně ochránit dojnice před extrémními klimatickými hodnotami (Bouraoui et al., 2002). Vlhkost vzduchu je ovšem potřeba vždy posuzovat společně s teplotou vzduchu a často se hovoří o teplotně-vlhkostním komplexu (Brouček et al., 2006).

2.5.3 Teplotně - vlhkostní index (THI)

Teplotně-vlhkostní index zahrnuje kombinaci efektu teploty vzduchu a relativní vlhkosti (McDowell et al., 1976; Igono et al., 1992; Silanikove, 2000).

Index je široce používán k popsání tepelné zátěže (Hahn et al., 1997; Gaughan et al., 1999) a je dobrým indikátorem stresových teplotních klimatických podmínek ve vztahu k produkci dojného skotu. Neboť permanentní pokles laktace je přímo úměrný délce tepelného stresu (Gantner et al., 2011).

Index THI je ale limitovaný, protože nezohledňuje sluneční záření a rychlost proudění vzduchu (Brown-Brandl et al., 2005b; Mader et al., 2006).

Výpočet teplotně-vlhkostního indexu se provádí pomocí rovnice: $THI = 0,8t_{db} + ((t_{db} - 14,4) * RH) / 100 + 46,4$

Kde t_{db} představuje teplotu ovzduší a RH relativní vlhkost vzduchu ve stáji (Hahn, 1999; Schütz et al., 2010). Hodnota THI 70 a méně je považována za pohodlnou, 75-78 za stresující a hodnoty vyšší než 79 způsobují utrpení a zvířata jsou neschopna udržovat termoregulační mechanismy nebo normální tělesnou teplotu (McDowell et al., 1976; Šoch, 2005).

Ravagnolo et al. (2002) uvádějí, že hodnoty THI překračující 72, snižují mléčnou produkci. Obecně hodnota THI 72 byla historicky využívána jako prahová hodnota teplotního komfortu pro dojný skot. Hodnota THI 72 odpovídá 25 °C a relativní vlhkosti 50 %.

Podle Lemerla a Goddarda (1986) se rektální teplota zvířete zvyšuje, přesahuje-li hodnota THI 80. Avšak pomocí homeostatických mechanismů mohou zvířata preventivně snižovat rektální teplotu pod hodnoty THI 80.

Další možností je podle Kendalla et al. (2007), kteří ve svém výzkumu zjistili, že použitím stínu a rozstřikovačů lze snížit tělesnou teplotu dojného skotu na hodnotu THI > 69.

Tabulka 1. Teplotně vlhkostní index (NADIS, National Animal Disease Information Service, 2015)

Temperature Humidity Index (THI)									
Relative Humidity %									
C	20	30	40	50	60	70	80	90	100
22	66	66	67	68	69	69	70	71	72
24	68	69	70	70	71	72	73	74	75
26	70	71	72	73	74	75	77	78	79
28	72	73	74	76	77	78	80	81	82
30	74	75	77	78	80	81	83	84	86
32	76	77	79	81	83	84	86	88	90
34	78	80	82	84	85	87	89	91	93
36	80	82	84	86	88	90	93	95	97
38	82	84	86	89	91	93	96	98	100
40	84	86	89	91	94	96	99	101	104

No heat stress

Moderate heat stress

Severe heat stress

Dead cows

2.5.4 Index tepelného zatížení (HLI)

V poslední době se častěji využívá heat load index HLI, index tepelného zatížení, který zahrnuje sluneční záření a rychlost větru a stal se tak alternativou pro THI (Castaněda, et al., 2004; Gaughan et al., 2004).

Obdobně jako hodnoty THI i hodnoty indexu HLI rostou společně se zvyšující se teplotou prostředí (Brown-Brandl et al., 2005a). Použitím stínu a rozstříkovačů je možné snížit tepelnou zátěž na organismus zvířat, respektive tělesnou teplotu zvířat. Výsledné hodnoty indexu jsou $HLI > 77$ (Kendall et al., 2007).

2.5.5 Proudění vzduchu

Vzduch ve stáji proudí turbulentně (vířivě) i přímočaře. Ovlivňují to konstrukce, systémy větrání, otevírání oken a vrat, výskyt netěsností a další. Vznikají tak velmi složité a nerovnoměrné poměry v proudění vzduchu (Gebremedhin et al., 2003). Proudění vzduchu může zvířata ovlivňovat pozitivním i negativním efektem. Odebírá teplo a vodní páru a podporuje termoregulaci (Brouk et al., 2003; Zejdová, 2015). Především v letních měsících proudění vzduchu přivádí do stáje čerstvý vzduch, transportuje škodlivé plyny a může způsobovat průvan (Wu et al., 2001).

Hillman et al. (2001a) uvádějí, že zvýšení proudění vzduchu a vlhkosti má dramatický vliv na ztrátu tepla evaporací skrze povrch dojnic. V okamžiku, kdy je teplota vzduchu nižší než povrchová teplota těla, zvíře je proudícím vzduchem ochlazováno. V zimních měsících hrozí, že takový odvod tepla bude pro zvíře nežádoucí. Naopak v létě je proudění vzduchu pro zvířata žádoucí. V kombinaci s evaporačním ochlazováním může redukovat zvýšené hodnoty teplotně-vlhkostního indexu THI. Tento systém je úspěšně využíván v chovech dojeného skotu v horkých aridních oblastech (Huhnke et al., 2001).

Optimální rychlost proudění vzduchu ve stáji by se měla pohybovat v rozmezí 0,1-0,3 m/s. Při vysokých teplotách se může pohybovat ve vyšších rozmezích. Vždy záleží na druhu a kategorii ustájených zvířat. Obecně platí, že čím je vyšší teplota prostředí ve stáji, tím je i potřeba čerstvého vzduchu vyšší a naopak (Kursa et al., 1998).

Optimální proudění vzduchu má pozitivní účinek na krevní oběh a látkovou výměnu. Dále reguluje tělesnou teplotu, která je klíčová ke zvýšení komfortu, produkce a rentability (Gay, 2009; Spencer, 2011).

Při vyšších rychlostech vzduchu a při nízké teplotě prostředí může nastat nadměrné ochlazení. Za nepříznivé proudění vzduchu je označován průvan. Konkrétněji se jedná o pohyb vzduchu v uzavřeném prostoru jedním směrem. Chladnější venkovní vzduch pohybující se skrz prostor stáje způsobuje ochlazování pouze určité části těla a následně ovlivňuje welfare zvířat (Bartussek et al., 2000). Rychlost takového vzduchu je vyšší než 0,3 m/s. Na ochlazovaných částech těla dochází k nedostatečnému prokrvení a tím k podchlazení. Průvan vzniká ve stájích při větrání, při příčném otevírání oken a dveří nebo při netěsnostech (Šoch, 2005).

2.5.6 Ochlazovací hodnota vzduchu

Pro komplexní zhodnocení tepelné pohody zvířat slouží ochlazovací hodnota prostředí neboli katahodnota (Hill et al., 1923). Ochlazovací hodnota prostředí vyjadřuje množství tepla, které je za určité mikroklimatické situace vydáváno po určitou dobu z jednotky povrchu těla (Tanabe et al., 1994; Šoch, 2005). Pomocí této hodnoty je možné posoudit „tepelný pocit zvířat“, který není možné zjistit ze samotného zkoumání teploty vzduchu, vlhkosti a rychlosti proudění vzduchu (Fanger, 1970; Gagge et al., 1973).

V našich podmínkách je k monitoringu ochlazovací hodnoty ve stájových objektech používán Hillův katateploměr. Katateploměr se skládá ze dvou nádržek spojených trubicí s rýskou 35 °C a 38 °C obsahující obarvený líh. Zahřátím spodní nádržky dochází k rozpínání líhu a jeho stoupání trubicí do horní nádržky. Dostatečným zahřátím líhu se zaplní horní nádržka alespoň do poloviny v plném sloupci bez vzduchových bublin. Následně dochází k přirozenému ochlazování a líh začne postupně klesat. Při dosažení teploty 38 °C se spustí měření časového intervalu (např. pomocí stopky), který trvá až k poklesu teploty líhu na 35 °C. Pomocí výpočtu se získá katahodnota - ochlazovací hodnota povrchu zvířete ve $W \cdot m^{-2}$. Na základě tabulkových hodnot lze následně stanovit pocitovou teplotní pohodu zvířete.

Jedná se o přístroj s vysokou citlivostí. Nevýhodou současného stavu přístroje je nutná obsluha, časová náročnost a nepraktičnost (skleněný teploměr).

Ochlazovací veličina byla dříve vyjadřována v $mcal/cm^2/s$ ($mJ/cm^2/s$), nově se vyjadřuje ve $W \cdot m^{-2}$, kde $1mcal/cm^2/s = 41,86 W \cdot m^{-2}$. Ochlazovací hodnota je vypočítávána dle vzorce $K=F/t$, kde F je faktorem přístroje ($mcal/cm^2$). Je to konstantní množství tepla ($mcal$), které ztrácí $1cm^2$ povrchu baňky katateploměru při ochlazení z 38 °C na 35 °C. t je čas poklesu líhového sloupce katateploměru z 38 °C na 35 °C (s) (Zejdová et al., 2015).

Optimální hodnoty pro dospělý skot se pohybují od 290 do 420 W.m⁻². Hodnoty nižší než 170 W.m⁻² charakterizují velmi teplé až dusné prostředí. Naopak hodnoty nad 500 W.m⁻² představují pro zvířata pocit chladu až zimy (Sokol et al., 1989; Šoch, 2005).

Ochlazovací hodnota výrazně ovlivňuje produkci tepla, frekvenci dechu či intenzitu výparu kůží (Šoch et al., 1996). Vysoká ochlazovací hodnota prostředí může negativně ovlivnit například mléčnou užitkovost krav (Šoch et al., 2003).

2.5.7 Sluneční záření, osvětlení

Sluneční záření je zdrojem tepla a světla. Svou intenzitou a délkou může ovlivňovat užitkovost a celkovou pohodu zvířat. Sluneční záření je jedním z faktorů, který má okamžitý vliv na welfare hospodářských zvířat (Doležal et al., 2002). Využívá se i k prevenci a léčbě některých onemocnění (Prentice, 2005).

Skot vnímá intenzitu osvětlení citlivě. Na povrchu zvířat by se mělo pohybovat v hodnotách 150- 200 luxů. Některé zdroje uvádějí i 250 luxů. Hodnoty nižší než 50 luxů vnímají krávy již jako tmou (Doležal, 2013; Zejdová et al., 2015).

Z testů vyplývá, že skot dává větší přednost místům, která jsou osvětlená, před místy, kde je tma. Až 90 % ustájených dojnic dalo přednost uměle osvětlovanému místu v úrovni 200-250 luxů, před částí s přirozeným režimem světla (Doležal et al., 2001). Skot je totiž citlivější vůči teplu ze slunečního záření (Hillman et al., 2005). Například Hillman et al. (2001b) ve své publikaci uvádějí, že zvýšená citlivost na sluneční záření je u holštýnského skotu rozdílná. Dojnice s černou srstí vystavené slunečnímu záření mohou zvýšit svojí povrchovou teplotu až o 4,8 °C, zatímco dojnice s bílou barvou srsti zvýší povrchovou teplotu jen o 0,7 °C. Rozdíl je způsoben vysokou tepelnou absorbitou černé barvy oproti bílé barvě povrchu těla. Obdobně se tento rozdíl projevil i v rozdílné rektální teplotě. Zvířata s černou barvou srsti měla rektální teplotu zvýšenou o 0,7 °C.h⁻¹, zatímco zvířata s bílou barvou srsti měla rektální teplotu zvýšenou o 0,3 °C.h⁻¹.

Obdobné výsledky ve svém výzkumu zjistili také Da Silva et al. (2003) a Gebremedhin et al. (2008). Zvířata, která mají světlou srst, vykazují mnohem větší odrazení světla než zvířata, která mají srst tmavou.

Úloha osvětlení je ve stájových prostorech značně důležitá z hlediska bezprostředního vlivu na welfare krav (Hutla, 1998). Světlo optimalizuje fyziologické funkce zvířat ovlivňující kromě zdravotního stavu i vývoj, růst a finální produkci. Především při

rekonstrukcích stájí je funkce světla značně podceňována (Knížek et al., 2012). Nedostatečné denní osvětlení stáje zhoršuje vyhledávání říje či poranění. Zhoršuje zdravotní stav stáda a reprodukční ukazatele (Doležal, 2013).

Produkční stáje by měly splňovat požadavky na prostor, plochu, světlo a vzduch. Při projektování staveb je důležité dodržovat požadované poměry mezi průsvitnou plochou oken a plochou podlah. Požadované poměry oken a podlah v chovech skotu by v průměru měly být pro volné ustájení 1:20. Světlo je jednou z nejdůležitějších složek mikroklimatu, která svou přítomností zhodnocuje budovy pro úspěšnost chovu.

Osvětlení stájí má kromě biologického významu i význam provozní. Osvětlení je nutné pro zabezpečení práce, udržování čistoty zvířat, prostředí a stájového zařízení (Šístková et al., 2010).

2.5.8 Hluk

Hluk může pocházet z technologického zařízení, kterým jsou stájové mechanizační prostředky či vzduchotechnická zařízení. Dále to jsou zvuky vydávané zvířaty a zvuky z provozu v okolí stájí.

U každého druhu zvířat je jiná hladina úrovně hluku, která jim způsobuje stres. Negativně reagují na vyšší hlučnost především dojnice. Ve velkochovech se intenzita hluku pohybuje od 65 dB do 95 dB, v některých případech až 120 dB. Velmi negativně působí na chovaná zvířata především krátkodobý hluk. Všeobecně je možné říci, že intenzita hluku přesahující hladinu 90 dB je škodlivá již pro všechny druhy zvířat. Z dlouhodobého hlediska by hluk ve stáji dojnic neměl přesahovat 80 dB (Šoch, 2005).

2.6 Chemické faktory stájového mikroklima

Chov hospodářských zvířat je potenciálním zdrojem ekologicky škodlivých emisí, které mohou mít vliv na zdraví zemědělských pracovníků, zvířat a okolních obcí (Zhang et al., 1998; Charavaryamath & Singh, 2006). Příslušná opatření jsou nezbytná pro zlepšení udržitelnosti živočišné výroby a způsobu obživy milionů lidí, která by mohla být v ohrožení (FAO, 2009). Obavy z přispívání živočišné výroby ke změně klimatu vedlo k množství vědeckých studií, které se zaměřily na zlepšení vědeckých poznatků z oblasti emisí

v globální (FAO, 2010) a národní úrovni (Dalgaard et al., 2007; Garnett, 2007; Kool et al., 2009) stejně jako lokálně (Mills et al., 2003; de Vries et al., 2009).

V odvětví zemědělství jsou hlavním zdrojem metanu střevní fermentace a skládky hnoje. Zdroje oxidu dusného pocházejí především z minerálních hnojiv a z rozkladu hnoje a zbytků po sklizni. Vzhledem k oxidu uhličitému je množství metanu a oxidu dusnému v atmosféře o nízké koncentraci. Ovšem z globálního pohledu mají metan a oxid dusný větší dopad než oxid uhličitý (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, 2001; Sommer et al., 2004) či amoniak. Emise amoniaku ovlivňují ekosystémy, zatímco metan a oxid dusný jsou skleníkovými plyny, které mají vliv na globální klima (Fangmeier et al., 1994; Ngwabie et al., 2009).

Vzduch nacházející se ve stáji se odlišuje od vzduchu atmosférického. Rozdíly vznikají při vydechování vzduchu zvířaty. Plyny vznikají i při odpařování výkalů, moči a zároveň při biochemických pochodech v podestýlce a v chlévské mrvě. Stájový vzduch obsahuje dusík, kyslík, oxid uhličitý. Dalšími plyny vyskytujícími se v nepatrných koncentracích jsou NH_3 , H_2S , CH_4 , NO_2 a další, které mohou být i při nízkých koncentracích toxické (Šoch, 2005).

Emise NH_3 , N_2O a CH_4 jsou ovlivněny velkým množstvím různých faktorů. Komplexní interakce existují mezi různými faktory (Duxbury, 1994; Jarvis et al., 1994; Kaiser et al., 1996). To vyžaduje ucelený přístup při provádění měření emisí. Regulace emisí jedné sloučeniny může zvýšit emise další sloučeniny (Pain, 1998). Například substráty, které emitují NH_3 , N_2O a CH_4 jsou nehomogenního složení. Pro věrohodné ověření jejich koncentrací je nutné větší množství dat či vzorků, aby hodnoty byly průkazné (Husted, 1993; Moiser, 1994; Ambus et al., 1995; Velthof et al., 1996; Amon et al., 2001).

Objem emisí je ovlivněn i systémem ustájení hospodářských zvířat (Dolejš et al., 2007). Walczak et al. a Nics et al. (2004) uvádějí obdobně jako Šoch (2005), že na objem plynů má vliv druh podestýlky. Jiné koncentrace budou u stelivového ustájení, na hluboké podestýlce, při bezstelivovém ustájení, v ustájení na roštích a v částečně zaroštovaném ustájení. Podle druhu a kategorie ustájených zvířat je možné udat možnou přípustnou hranici pro jednotlivé plyny. Například Ngwabie et al. (2011) uvádějí, že mléčná produkce krav představuje jeden z hlavních zdrojů plynů CH_4 a NH_3 v živočišné výrobě. Snižování emisí z živočišné výroby je důležitým krokem k omezení problémů životního prostředí s živočišnou výrobou. Je velmi důležité porozumět zákonitostem v odchylkách emisí, optimalizaci emisí a rozšiřovat znalosti o tom, jak různé faktory ovlivňují emise plynů (Foster et al., 2007; Eckard et al., 2010).

2.6.1 Oxid uhličitý - CO₂

Oxid uhličitý patří společně s metanem a oxidem dusným mezi primární skleníkové plyny, které vznikají v zemědělství. Jejich vliv je odhadován na 10-12 % celosvětových emisí skleníkových plynů (Smith et al., 2007; Crosson et al., 2011).

Podle analýzy LCA (Global Life Cycle Assessment), která komplexně posuzuje výrobní procesy (de Boer, 2003; Casey et al., 2005; Thomassen et al., 2008), vyprodukovalo odvětví dojeného skotu za rok 2007 na 1 969 milionů tun CO₂. Z toho 1 328 milionů tun bylo přiřazeno k produkci mléka, 151 milionů tun jako produkce masa z poražených zvířat a 490 milionů tun jako maso telat (FAO, 2010).

Oxid uhličitý je bezbarvým plynem bez zápachu s větší hustotou než má vzduch (Kic et al., 1995), který je využíván jako indikátor minimální výměny vzduchu ve stájích (Doležal, 2004). Oxid uhličitý je vedlejším produktem mikrobiální fermentace sacharidů v bachoru stejně jako metan (Muñoz et al., 2012). Mechanické provzdušňování během skladování hnoje může snížit emise CH₄ (Osada, 2000; Martinez et al., 2003; Loyon et al., 2007) a zároveň může vést ke zvýšení emisí CO₂ (Petersen et al., 2011).

Hána (2011) ve svém výzkumu uvádí, je-li oxid uhličitý v přípustných koncentracích od 0,1 do 0,3 % objemových, neovlivňuje fyziologické funkce ustájených zvířat. Je-li oxid uhličitý ve vyšších koncentracích, je nebezpečný z důvodu, že není vnímán a působí euforicky. Dále způsobuje sníženou chuť k žrádлу, apatii, otupělost, zvýšenou frekvenci tepu, ztráty vědomí a další.

Pro oxid uhličitý je tedy uváděna přípustná hranice 0,15- 0,30 objemových procent. Ovšem v některých případech nevětraných stájí je možné naměřit koncentrace 0,5-1 objemové procento oxidu uhličitého. Všeobecně platí, že čím vyšší bude koncentrace oxidu uhličitého, tím více se budou zpomalovat životní projevy zvířat a intenzita výroby (Kursa, 1986).

2.6.2 Amoniak (čpavek) - NH₃

Lidské aktivity změnilly cyklus globálního dusíku (N) (Gyldenkerne et al., 2005). Altveteg et al. (1998) odhadují, že se jeho atmosférická depozice zvýší až dvacetinásobně ve srovnání s obdobím před průmyslovou revolucí. Vysoké atmosférické vstupy dusíku (N) mohou mít vážné dopady na citlivé suchozemské ekosystémy (Johansson et al., 2001).

Existují dvě skupiny N druhů, které přispívají k atmosférické depozici dusíku. Redukovaný N ve formě amoniaku (NH_3) a amonného (NH_4^+), které vznikají zejména ze zemědělské činnosti (EEA, European Environment Agency, 2000) a oxidy dusíku emitované ze spalovacích procesů. Obě skupiny atmosférických N sloučenin jsou transportovány na dlouhé vzdálenosti (Asman et al., 1992; Hov et al., 1994).

Amoniak neboli čpavek, je bezbarvý plyn charakteristický čpícím štiplavým zápachem. Je dráždivý a žíravý se silnými korozními účinky, lehčí než vzduch, výborně rozpustný ve vodě (IRZ, 15. 6. 2015). Nejvyšší koncentrace amoniaku jsou nad místem vzniku. Například nad vrstvou vlhké podestýlky, v trusných kanálech, nad stružkami s močůvkou, nad podroštovými prostory (Kic et al., 1995). Leineker et al. (2007) uvádějí, že největší množství amoniaku se u skotu tvoří na povrchu podlahy stáje vlivem katalytického rozkladu moči. Podle Groenesteina et al. (1993) a Jungblutha et al. (2001) má velký význam na tvorbu NH_3 hnůj. Velká množství hnoje jsou spojována s vysokými koncentracemi a emisemi NH_3 i CH_4 v systémech s vnitřním skládkováním hnoje. Zatímco budovy se zvýšenou frekvencí odklizu hnoje prokazují snížení emisí plynů (Hilhorst et al., 2001; Weiske et al., 2006; Starmans et al., 2007; Nimmermark et al., 2009).

Vysoké koncentrace vyvolávají krvácení na sliznicích dýchacích cest, poškození centrální nervové soustavy s rozvojem křečí, emfyzém (rozedmu) plic, dušnost a komatózní stavy či dráždivost očí (Kic et al., 1995).

Maximální objemová koncentrace amoniaku ve stájovém vzduchu je stanovena na 0,002 %. Zvýšené koncentrace amoniaku zvyšují dispozici k řadě onemocnění a tím má negativní vliv na užitkovost. Jednou z možností jak ovlivnit zatížení stáji amoniakem je například úprava větracích systémů, snížení obsahu dusíku v krmné dávce, využívání krmiv s vysokou stravitelností dusíkatých látek či snížení koncentrace proteinů v krmné dávce (Cole et al., 2005).

Například Kim et al. (2008) uvádějí, že pro produkci prasat byla zjištěna negativní korelace vnitřní teploty vzduchu, relativní vlhkosti a koncentrace NH_3 na aktivitu prasat. Podobný typ vztahu mezi aktivitou zvířat a vnitřním mikroklimatem může existovat i pro dojnice. Ovšem mnohem lépe je tento vztah zmapovaný v chovech prasat. Informací o vlivu emisí plynů v prostorech pro dojnice je méně (Jeppsson, 2002; De Sousa et al., 2004; Blanes-Vidal et al., 2008).

Van Duinkerken et al. (2007) uvádějí, že hodnoty emisí jsou jiné v létě i v zimě. V letních měsících bývají emise vyšší než v zimním období. Zvýší-li se venkovní teplota o 1 °C, stájové emise se zvýší o 2,6 %. Emise amoniaku exponenciálně rostou s rostoucí koncentrací močoviny v mléce.

2.6.3 Sirovodík - H₂S

Sirovodík společně s ostatními plyny vznikajícími v zařízeních pro chov dobytka a ve skladovacích jednotkách hnoje jsou velkým problémem. Ovlivňují životní prostředí, mají vliv na zdravotní stav zvířat, pracovníků, stejně jako sociální a ekonomické dopady na živočišnou výrobu (Kurvits et al., 1998; Ni et al., 2002; Guo et al., 2004).

Sirovodík, též označovaný jako sulfan, je bezbarvý silně toxický plyn. Ve vodě je méně rozpustný a těžší než vzduch (Kursa, 1998). Sirovodík se vyskytuje v dolních vrstvách při podlaze jen v případě manipulace s kejdou či močůvkou v podroštových kanálech (Doležal, 2004). Při vysokých koncentracích mají otravy perakutní průběh, dochází k ochrnutí dýchacího centra a kardiovaskulárního systému. Přímý účinek sirovodíku na sliznici není tak silný jako u amoniaku (Kursa, 1998). I přesto působí při vyšších koncentracích dráždivě na oči a dýchací cesty (Kic et al., 1995), způsobuje neschopnost pohybu, křeče, cyanózy. Velmi nebezpečný je jeho kumulativní charakter, kdy při vdechování nízkých koncentrací se sirovodík zadržuje v organismu a následně dochází k chronickým otravám. Otravy se projevují slabostí, poklesem hmotnosti, pocením, záněty spojivek či katarom horních cest dýchacích (Kursa, 1998).

Obvykle se udává maximální koncentrace pro sirovodík do 10 ppm. Nebezpečný je jeho kumulativní charakter, kdy se při vdechování nízkých koncentrací sirovodík v organismu zadržuje a dochází k chronickým otravám, které se projevují celkovou slabostí, poklesem živé hmotnosti, pocením, konjunktivitidami a katarom horních cest dýchacích. Účinek sirovodíku potencuje i vysoká vzdušná vlhkost.

Emise H₂S jsou spojovány se sezónností. Sun et al. (2010) ve své studii dokazují sezónní vzor hodnot emisí H₂S, které byly rozdílné pro období léta a zimy. Koncentrace H₂S byly vysoké v létě a nízké v zimě, v rozmezí mezi 0,01 a 0,15 ppm. Celkově tvorba H₂S bývá ovlivněna mnoha faktory, včetně produkce hnoje a jeho skladováním, rychlostí proudění vzduchu, anaerobním rozkladem kejdy, okolní teplotou, poměrem výměny vzduchu

v prostorách skladování kejdy v úrovni hlavy, celková hmotnost zvířat i jejich počet (Ni et al., 2000; Zhu et al., 2000; Zahn, et al., 2001; Hoff et al., 2006). Obecně lze říci, že sezónní vzor H₂S vykazuje vztah mezi produkcí stájového H₂S a vyšší produkcí hnoje a okolní teploty (Sun et al., 2010).

2.6.4 Metan - CH₄

Metan je hlavním plynem, který vytváří emise skleníkových plynů, vznikající střevní fermentací během normálního procesu trávení přežvýkavců (Alemu et al., 2011). Metan je celosvětově sledován, neboť má dopad na klimatické změny, což způsobuje značné problémy (Steinfeld et al., 2007). Podle Buddleho et al. (2011) mohou akumulované skleníkové plyny vést ke globálnímu zvýšení teploty o 1- 6 °C v průběhu 21. století. Metan z toho tvoří 16 % celkových emisí skleníkových plynů (Scheehle et al., 2006). Společně s oxidem uhličitým a oxidem dusným mají 25-násobně vyšší potenciál globálního oteplování než oxid uhličitý (Stackhouse et al., 2011; St-Pierre et al., 2013).

Zemědělství představuje zhruba 47 % - 56 % celkových antropogenních emisí metanu (Smith et al., 2007; Shibata et al., 2010). Z tohoto množství může být 12 % - 37 % vzniklých ze střevní činnosti (Beauchemin et al., 2005; Lassey, 2008). Metan je totiž tvořen v batoru přežvýkavců skupinou metanogenních mikroorganismů Archaea (Attwood et al., 2008; Leahy et al., 2010).

Metan, který tvoří velkou část energie plynů při analýze stravitelnosti živin, může při zvýšené koncentraci ohrožovat fyziologické pochody zvířat (Doležal, 2004). V některých případech mohou vysoké koncentrace metanu vést až k udušení v důsledku nedostatečného přísunu kyslíku (IRZ, 15. 6. 2015).

Emise metanu jsou nejvíce závislé na přijatém proteinu, rozpustném cukru, lipidech a sušině krmiva. Podle analýzy vyprodukuje dojnice za jeden rok 95- 125 kg metanu (Casey et al., 2005).

Existuje celá řada strategií snížení tvorby metanu u přežvýkavců (Boadi et al., 2004; Beauchemin et al., 2008; McAllister et al., 2008). V současné době je nejvíce rozvinutý přístup řízení krmení zvířat. Integrovaný přístup přichází s domněnkou, že mikroflóra batoru zvířete a strava mohou dlouhodobě snížit produkci enterického metanu přežvýkavců (Martin et al., 2009).

Úroveň produkce mléka není významným faktorem ovlivňujícím emise skleníkových plynů. Z mnoha studií se dospělo k závěru, že zvýšením produkce mléka klesnou emise CH₄ na kg mléka, což je vyvážením zvýšení oxidu dusného a emisí oxidu uhličitého, kvůli vyšším mimo faremním emisím spojených s výrobou a přepravou koncentrátů a hnojiv (Haas et al., 2001; Hacala et al., 2006).

Snížením emisí enterického CH₄ může vést ke zlepšení produkce zvířat, ale již se neuvádí řešení následku tohoto opatření, kterým je vliv na emise N₂O a CO₂ (Martin et al., 2009).

Tabulka 2. Nejvyšší přípustné koncentrace hlavních plynných škodlivin ve stájovém vzduchu (Kic et al., 1995)

Druh zvířat	Koncentrace plynných škodlivin	
	% objemová	mg.m ⁻³
Oxid uhličitý		
skot	0,20	3600
koně, ovce	0,30	5500
prasata	0,25	4500
králíci	0,25	4500
drůbež	0,25	4500
Amoniak		
skot	0,0020	14
ostatní druhy zvířat	0,0025	18
Sirovodík		
všechna zvířata	0,0007	10

2.7 Biologické faktory stájového mikroklima

Prašnost a mikrobiální kontaminace jsou velmi výraznou škodlivou příměsí stájového vzduchu a ve stájích jsou všudypřítomné (Miller et al., 2005).

2.7.1 Prach

Vzdušný prach ve stájích a jeho dopad na lidské zdraví byl a je tématem mnoha studií posledních let (Mitchell et al., 2000). Účinek prachových částic na organismus závisí na jejich složení, tvaru a velikosti. To jak moc agresivně bude prach působit, záleží na jeho množství a velikosti. Částice o velikosti nad 10 μm v průměru by se neměly dostat do dýchacího systému. Zachyceny bývají v horní části dýchacího ústrojí. Menší částice se však mohou dostat do dolní části dýchacího ústrojí a mají následně negativní dopad na samočisticí mechanismus plic (Dolejš et al., 2006).

Obdobně se ve svém výzkumu zmiňuje Doležal (2004). Částice o velikosti menší než 5 μm mohou pronikat hluboko do dýchacích cest. Částice větší než 5 μm jsou zachycovány ochrannými bariérami organismu. Například řasinkovým epitelem či ochlupením nosu. Prachové znečištění může také vést k poškození dalších tkání, jakými jsou spojivky, kůže a podobně. V některých případech může prašnost ovlivnit zdravotní stav zvířat vyšším výskytem mastitid v letním období či kvalitu tržního produktu mikrobiologickými parametry mléka.

Množství a složení prachových částic závisí na druhu a kategorii hospodářských zvířat, na typu ustájení, technologii chovu, ročním období, druhu krmiva a na celkové čistotě stáje. Orientačně se uvádí, že prašnost by neměla přesáhnout hodnotu 10 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ (Šoch, 2005).

Podle van Leeuwena (1997) není možné určit bezpečnou prahovou koncentraci pro prašný aerosol bez nepříznivých účinků na zdraví.

Potenciální produkce prachu je přímo úměrná vlhkosti a obsahu hnoje, zatímco ostatní emise, například NH_3 , jsou produktem mikrobiálního metabolismu (Miller et al., 2005).

Proces usazování prachu závisí na celé řadě faktorů. Kromě elektrostatického potenciálu gradientu to jsou především elektrostatický náboj každé prachové částice, rychlost proudění vzduchu, turbulence ve stáji či triboelektrický potenciál různých povrchových složek stáje (Dolejš et al., 2006).

Problematika snížení prachového znečištění ve stájích vytváří zájem veřejnosti o nové poznatky a objevování nových možností (Hinz et al., 1994; Pearson et al., 1995; Simpson et al., 1999; Takai et al., 1999).

2.7.2 Mikroorganismy rozptýlené v ovzduší

Mikrobiální kontaminace kolísá v rozmezí od 1.10^3 až 1.10^8 m^{-3} . Ve stájích nejčastěji najdeme různé druhy streptokoků, stafylokoků, enterokoky, pasteurelly, sporulující bacily či plísně nebo viry. Počet mikroorganismů by neměl přesáhnout 250.10^3 m^{-3} čili 250 000 zárodků na m^3 (Doležal, 2004).

Obdobně jako u prachu i mikroorganismy rozptýlené v ovzduší mají různý původ (Wathes et al., 1997; Ritz et al., 2006). Kontaminaci je možné rozdělit na dva zdroje. Prvním zdrojem je kontaminace primární, ovlivněná zvířaty, lidmi a použitými materiály. Vzniká při normálním či zesíleném vydechování zárodků ve vydechovaném vzduchu. Druhým zdrojem je sekundární kontaminace, která je podmíněna technologickými podmínkami, jež ovlivňují množství částic v ovzduší i dobu jejich cirkulace.

Z analýz bylo zjištěno, že kontaminace mikroorganismy se zvýší v okamžiku, kdy se zvýší teplota a poklesne současně relativní vlhkost stájového ovzduší. Naopak mikrobiální kontaminace stáží se sníží, když poklesne teplota a relativní vlhkost se zvýší.

Welfare zvířat ovlivňuje v našich podmínkách také hmyz. Dobytek je hmyzem obtěžován při krmení a přežvykování, čímž je ovlivněna konverze krmiv. Druhy sající krev mohou snižovat jejich užitkovost v některých případech až o 20 %. Hmyz je velmi škodlivý jako přenašeč patogenních mikroorganismů typu salmonela či mastitidy (Doležal, 2004).

Dlouhodobé působení patogenů může způsobovat chronické dýchací obtíže zaměstnancům i zvířatům, kteří byli vystaveni působení těchto látek. Proto by měla být věnována pozornost jejich snížení (Donham, et al., 2000; Kirkhorn et al., 2000).

Nové slibné technologie, například systém elektrostatického prostorového náboje, vykazují vysokou účinnost, netoxicitu a nechemické snížení prachu a patogenů obsažených ve vzduchu a na povrchových plochách (Mitchell et al., 2000). Výsledkem je snížení polétavého prachu a mikroorganismů ve vzduchu (Holt et al., 1999; Gast et al., 1999; Arnold et al., 2004). Například Madelin et al. (1989) či Carpenter et al. (1986) uvádějí, že snížením koncentrace prachu v ovzduší o 50 % může snížit výskyt bakterií 100krát nebo i více.

2.8 Vznik škodlivin a jejich odstraňování

Zemědělství je v současné době významným producentem různě škodlivých látek. Látky znečišťující stájový vzduch jsou plyny a prach vznikající uvnitř stáje za provozu v objektech živočišné výroby nebo jsou do stáje tyto látky přiváděny z venkovního prostředí s větracím vzduchem. Mezi nejčastější plynné škodliviny vzduchu ve stájích jsou řazeny amoniak, sirovodík, metan a oxid uhličitý (Kic et al., 1995; Buhr et al., 2013; Bleizgys et al., 2014).

Složení vzduchu ve stájích je odlišné od vzduchu venkovního (Dolejš, 2002). Obsahuje více oxidu uhličitého (Herrero et al., 2011), který je vydechován ustájenými zvířaty, více vodních par a mikrobů (Kursa, 1998). V některých případech obsahuje i vyšší koncentraci amoniaku (Martin et al., 2009), který pochází z exkrementů a moči a v neposlední řadě také sirovodík vznikající při hnilobném rozkladu organických látek (Kursa, 1998; Balsari et al., 2007).

Podle Chloupka (2008) vzniká amoniak během rozkladu organických materiálů, především bílkovin. Doležal (2004) dodává, že sekundárním zdrojem vznikajícího amoniaku je rozklad moče a exkrementů. Množství v jakém se amoniak ve stáji objevuje, záleží především na věku a živé hmotnosti zvířat, na složení krmiva, na stavu mikroklimatu ve stáji, na teplotě a rychlosti proudění, na podmínkách a managementu skladování kejdy (Bussink et al., 1998; Ferm et al., 2005). Pro minimalizaci koncentrace amoniaku ve stájích je nutné udržovat čistotu a odklízet výkaly (Chloupek, 2008).

Metan se u skotu vytváří primárně při trávení v části předžaludku, známém jako bachor, při anaerobním rozkladu celulózy pomocí skupiny metanogenních mikroorganismů, které tvoří podskupinu Archaea (Kursa, 1986; Sommer et al., 2000; Doležal, 2004; Attwood et al., 2008; Leahy et al., 2010; Buddle et al., 2011).

Doležal (2004) a Sun et al. (2010) uvádějí, že oxid uhličitý vzniká ve stájích především na základě produktu dýchání, dále jako produkt kvasných pochodů v zažívacím traktu a při zrání podestýlky. Oxid uhličitý se hromadí v níže položených místech, jako jsou kaliště, jímky nebo podroštové prostory. Ale z důvodu neustálého promíchávání stájovým vzduchem je oxid uhličitý unášen směrem vzhůru (Kic et al., 1995).

Působením těkavých látek v prostředí chovaných zvířat vzniká ve stájích zápach (Todd et al., 2011). Hána (2011) tvrdí, že nejčastějším zdrojem bývá snížená péče o čistotu, větrání vnitřních prostorů a někdy i nevhodné či zkažené krmivo. Doležal (2004) rozděluje původ zápalu na primární a sekundární. Primární zápach pochází od zvířat v podobě odloupené

pokožky nebo střevních plynů. Sekundární zápach vzniká ze zbytků krmiv, z močůvky či chlévské mrvy. Příčinou zápachu jsou meziprodukty odbourávání vznikající hydrolyzou a fermentací organických látek. Zápachu se ve stájích nelze vyhnout, ale preventivními opatřeními je lze minimalizovat.

Ustájená zvířata jsou ovlivňována i prašností a mikrobiální kontaminací. Zdroji organického prachu ve stájích bývají samotná zvířata, krmivo a stelivo (Mitchell et al., 2000). Kursa (1986) dále uvádí odloupané kožní epitelu a částičky z vyschlého trusu. Kic et al. (1995) udávají i chlupy, peří, částičky zeminy, omítky nebo dlažby. Stálou součástí stájového ovzduší jsou mikroorganismy, které se vážou na prachové částice nebo na kapénky. Pro omezení vzniku prašnosti a mikrobiální kontaminace je důležité dodržovat specifické technologické operace, záleží také na druhu používaných krmiv a na stelivu (Pearson et al., 1995; Mitchell et al., 2000).

Pro eliminaci škodlivých plynů ve stájích je nutné dodržovat technologickou kázeň. Například pravidelně odklízet exkrementy zvířat a stáje větrat. Jako další možnost Doležal (2004) uvádí možnost využití ionizace vzduchu. Kursa (1986) přidává pravidelně stájové prostory desinfikovat.

Výskyt hmyzu je umožněn přítomností hnoje a organického substrátu typu prachu nebo zbytku krmiva. Proti rozšíření hmyzu existuje několik možností. Je možné využít například mechanickou cestu v podobě lapacích pásů. Biologická cesta se využívá pouze jako doplňující opatření. Nejvíce účinná a používaná možnost je chemický boj proti hmyzu (Doležal, 2004). Pro snížení prašnosti je možné využít například pravidelné mytí, ionizaci, vysávání, filtraci, recirkulaci, čištění za mokra, větrání a podobně (Mitchell et al., 2000).

3. Cíl práce

Cílem předložené disertační práce bylo zjistit, jakým způsobem spolu korelují základní složky mikroklimatu a jaká je jejich váha při vytváření vhodného stájového prostředí a současně se v průběhu výzkumu podílet dílčími výsledky na vytvoření automatizovaného systému vyhodnocování a řízení kvality mikroklimatu ve stáji a vyloučit tak subjektivní chyby obsluhy, zmírnit dopady extrémních klimatických výkyvů a přispět ke zlepšení welfare zvířat, což by se mělo následně projevit ve zvýšeném množství a kvalitě produkce a lepším zdravotním stavu.

Hypotéza:

Kvalita mikroklimatu ve stáji má dopady na množství a kvalitu produkce a na zdravotní stav zvířat včetně jejich celkové pohody.

Předložená disertační práce vznikla v rámci řešení projektů:

NAZV QJ1210144: Vývoj nového informačního systému a aplikované technologicko-organizační inovace řídicích systémů v chovu dojeného skotu pro posílení konkurenceschopnosti chovatelů a zvýšení kvality živočišných produktů a welfare zvířat

GAJU 020/2013/Z: Bioklimatické vlivy prostředí a technické postupy ve vztahu k welfare zvířat a kvalitě produktů v potravním řetězci

4. Materiál a metodika

4.1 Pokus farma Petrovice

Pokus probíhal v chovu ZD Krásná Hora nad Vltavou a.s., respektive na farmě v Petrovicích ve středočeském kraji o zeměpisných souřadnicích 49.5542608N, 14.3373669E. Společnost se nachází v členitém terénu s průměrnou nadmořskou výškou 450 m. V oblasti je průměrná roční teplota 6,7 °C. Roční úhrn srážek činí cca 500 mm.

Sběr dat na farmě v Petrovicích probíhal od února 2013 do července 2014. Měření dat probíhalo v intervalu 1-2 týdnů pravidelně v dopoledních hodinách. V červnu 2013 byl pokus na jeden měsíc přerušen z důvodu odborné měsíční stáže na Faculty of Animal Science and Biotechnologie v Rumunsku.

Do pokusu byly zařazeny dojnice z farmy Petrovice. V rámci pokusu byly sledovány 3 skupiny dojnic plemene holštýnského skotu. První skupinu tvořily dojnice od druhého dne do dvou měsíců po otelení. Druhá skupina byla tvořena zvířaty od čtvrtého do pátého měsíce po otelení. Poslední třetí skupinu tvořily dojnice v sedmém až osmém měsíci po otelení (tabulka 3). V každé z uvedených skupin bylo sledováno 12 kusů zvířat.

Tabulka 3. Skupiny sledovaných dojnic a fáze laktace

Stáj číslo 1	1. skupina	2. den – 2 měsíce po otelení
Stáj číslo 1	2. skupina	4. – 5. měsíc po otelení
Stáj číslo 2	3. skupina	7. – 8. měsíc po otelení

U každé skupiny dojnic byly měřeny mikroklimatické parametry v krmné chodbě v úrovni životní zóny zvířat a rektální teplota.

Konkrétněji byly ve stájích měřeny: teplota a relativní vlhkost vzduchu, rychlost proudění vzduchu, ochlazovací hodnota prostředí a intenzita osvětlení, rektální teplota zvířat.

Souběžně s měřením vnitřních hodnot probíhalo měření a zaznamenávání venkovní teploty vzduchu, relativní vlhkosti, rychlosti proudění vzduchu, ochlazovací hodnoty prostředí a intenzity slunečního záření.

Pozorovaným objektem byly stáje pro dojnice, řešené jako volné stání se stlanými boxovými loži. Ovšem z provozních důvodů pokus probíhal ve dvou stájích. Ve stáji číslo 1

se nacházely dojnice první a druhé skupiny. Ve stáji číslo 2, se nacházela zvířata ze třetí skupiny.

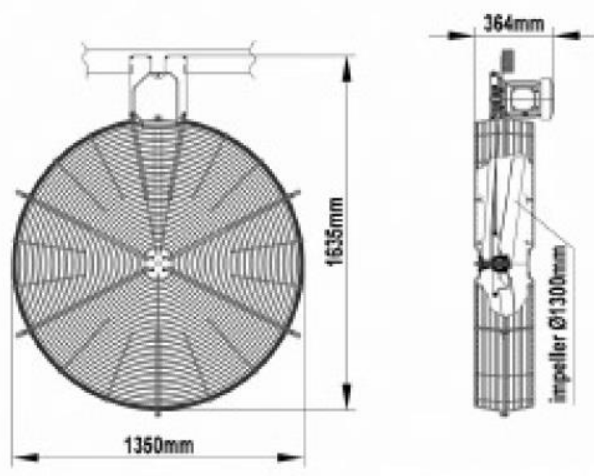
Stáj číslo 1 byla rozdělena krmnou chodbou na dvě poloviny. Každá polovina byla rozdělena na tři sekce. Boxy byly umístěny ve třech řadách. Jako stelivový materiál byla používána separovaná kejda. Budova stáje měla tvar obdélníku, který byl krytý sedlovou střechou s větrací hřebenovou štěrbinou.

Stáj byla orientačně situována sever-jih s poměrem konstrukce 1:10. Tepelně izolovanou částí budovy byla pouze střecha s hřebenovou štěrbinou. Podélný profil stáje byl v době provádění pokusu ve fázi realizace otevření a instalace automatických rolovacích plachet.

Stáj číslo 2 se nacházela o 50 m jižněji než stáj číslo 1. Krmnou chodbou byla rozdělena na 1/3 a 2/3. V části 1/3 byla jedna řada boxů, v druhé části stáje byly umístěny 3 řady boxů. Stelivovým materiálem byla separovaná kejda. Budova stáje byla obdélníkového tvaru s poměrem konstrukce 1:10, krytá dvojitou pultovou střechou s větracím prostorem nad krmnou chodbou.

Oba pozorované objekty byly shodně vybaveny ventilátory pro zlepšení pohody ustájených zvířat. Použity byly ventilátory DeLaval typu DF 1300 (obrázek 1). Ventilátory měly průměr 1300 mm s maximální obměnou vzduchu až 48 500 m³/h. Hladina hluku spuštěného ventilátoru byla 67 dB. Pro bezpečnost byly ventilátory opatřeny ochrannou klecí ze všech stran. Spouštěny byly automaticky pomocí teplotních čidel.

Obrázek 1. Ventilátor DeLaval DF 1300 (www.delaval.com)



Ve stáji číslo 1 byly navíc nainstalovány drbací kartáče. Za nepříznivých horkých klimatických podmínek zde byla možnost ustájená zvířata ochlazovat pomocí skrápěcího systému umístěného v blízkosti krmiště ve dvou liniích podél krmné chodby. V době aktivního spuštění skrápěcího systému dopadaly kapénky vody na těla dojnic a docházelo tak k ochlazování těl zvířat.

4.1.1 Sledované parametry

4.1.1.1 Teplota vzduchu a relativní vlhkost

Teplota a relativní vlhkost vzduchu byly měřeny pomocí datových záznamníků s čidly. Konkrétně byly používány digitální snímače teploty vzduchu a relativní vlhkosti dataloggeru COMET S3120 (obrázek 2). Přístroj byl nastaven na snímání teploty a relativní vlhkosti vzduchu v hodinových intervalech.

Měřicí rozsah dataloggeru COMET S3120 byl pro záznam teploty vzduchu v rozmezí od $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Přesnost měření teploty vnitřním čidlem byla $\pm 0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Přesnost měření vlhkosti vzduchu $\pm 2,5\text{ }\%$ relativní vlhkosti od 5 do 95 % při $23\text{ }^{\circ}\text{C}$. Rozlišení údaje o teplotě a vlhkosti bylo $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $0,1\text{ }\%$ relativní vlhkosti. Interval záznamu byl nastavitelný.

Obrázek 2. Datalogger COMET S1320 s příslušenstvím



4.1.1.2 Rychlost proudění vzduchu

Rychlost proudění vzduchu byla měřena pomocí ručního anemometru Testo 425 s pevně připojenou termickou sondou proudění (obrázek 3). Měřicí rozsah sondy proudění byl od 0 m/s do 20 m/s s přesností $\pm 0,03\text{ m/s}$ a rozlišením $0,01\text{ m/s}$. Měřicí rozsah termické sondy

anemometru byl od $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ s přesností $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Teleskopickou sondu proudění bylo možné vysunout do délky až 820 mm. Hlavice sondy měla průměr 7,5 mm.

Obrázek 3. Anemometr Testo 425



4.1.1.3 Ochlazovací hodnota prostředí

Ochlazovací hodnota prostředí neboli katahodnota byla zaznamenávána pomocí skleněného Hillova katateploměru (obrázek 4). Skleněný katateploměr se skládal ze dvou nádržek, které byly spojeny trubicí s ryskou označující $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $38\text{ }^{\circ}\text{C}$ obsahující červeně obarvený líh. Po dostatečném zahřátí nádržky a následném spuštění měření časového intervalu poklesu líhu se pomocí stopek získala časová hodnota. Pomocí výpočtu bylo možné zjistit ochlazovací hodnotu povrchu zvířete ve $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$. Na základě tabulkových hodnot bylo následně možné stanovit pocitovou teplotní pohodu zvířat.

Obrázek 4. Skleněný Hillův katateploměr



4.1.1.4 Intenzita osvětlení a intenzita slunečního záření

Intenzita osvětlení a intenzita slunečního záření byly měřeny pomocí digitálního luxmetru Extech HD 450 (obrázek 5) s rozsahem měření intenzity osvětlení od 0 do 400 000 Lux. Rozlišení intenzity osvětlení bylo 0,1/ 1/ 10/ 100 Lux s přesností $\pm 5 \%$. Nastavitelné rozsahy pro měření byly 400/ 4000/ 40 000/ 400 000 Lux. Intenzita osvětlení byla měřena ve výšce 0,85 m nad zemí.

Obrázek 5. Digitální luxmetr Extech HD 450



4.1.1.5 Rektální teplota

U dojnic byla měřena rektální teplota pomocí digitálního teploměru Thermoal s digitálním displejem. Rektální teploměr umožňoval s technologií pro zrychlené měření teploty do 1 minuty získat v krátkém časovém úseku data. Teploměr byl odolný proti pádu a voděodolný.

4.1.1.6 Užítkovost

Záznamy sledování užítkovosti zvířat byly po domluvě s pracovníky farmy Petrovice poskytnuty z faremní evidence.

4.2 Pokus Zemědělské družstvo Opařany - Řepeč

Pokus proběhl v listopadu 2014 v Zemědělském družstvu Opařany v obci Řepeč. Jednalo se o testování vyvinutého systému detekce měření mikroklimatických podmínek. Současně zde probíhalo ruční měření stájového mikroklima pro kontrolu správnosti naměřených dat a 24 hodinové etologické sledování.

Pokus probíhal v teletníku. Na ustájených telatech bylo při etologickém pozorování procentuálně sledováno, kolik zvířat z celkového počtu v daný okamžik leželo, žralo a stálo.

V rámci manuálního měření byla měřena ochlazovací hodnota prostředí v intervalu cca 15 minut. Zvoleným měřicím přístrojem byl skleněný Hillův katateploměr, kterým byl měřen i pokus na farmě v Petrovicích.

Vyvinutým systémem detekce měření mikroklimatických podmínek byl elektronický prototyp katateploměru, který fungoval na stejném principu jako skleněný Hillův katateploměr. Zaznamenáván byl časový úsek poklesu teploty z 38 °C na 35 °C. Avšak elektronická verze měla eliminovat lidskou obsluhu a s ní spojené subjektivní chyby.

Mikroklimatické veličiny byly měřeny pomocí přístrojů zapůjčených z BAT centra ZF JU. Zapůjčeným přístrojem byla INNOVA 1412 (obrázek 6), která ve dvou kanálech zaznamenávala hodnoty přítomných plynů. Principem měření monitoru INNOVA 1412 byla fotoakustická infračervená detekční metoda. Ve výsledku mohl přístroj měřit až pět plynů (amoniak, oxid uhličitý, oxid dusný, metan a sirovodík).

Zapůjčením přístroje měla být ověřena funkčnost dalších čidel vyvíjených firmou Agrosoft Tábor, s.r.o. (oxid uhličitý, metan a sirovodík). Měření koncentrace plynů pomocí přístroje INNOVA 1412 bylo v průběhu pokusu problematické. I přes odborné nastavení přístroj přestával měřit. Nebylo tedy možné vytvořit z údajů všech přístrojů komparaci hodnot plynů. Vytvořena byla komparace naměřených hodnot testovaných čidel.

Dalším přístrojem byl datalogger COMET S3120, který zaznamenával teplotu a vlhkost uvnitř a vně stáje. Měření venkovní teploty proběhlo neúspěšně, neboť zapůjčený přístroj ve výsledných hodnotách vykazoval po celou dobu měření neustále 100 %. Hodnoty teploty vzduchu tak byly zkresleny a nešlo je dále použít pro další zpracování. Hodnoty venkovního vzduchu byly proto převzaty z obce Stádlec.

Pro zhodnocení naměřených výsledků byla vytvořena analýza mezních koncentrací plynů rozbořem vědeckých publikací.

Obrázek 6. INNOVA 1412 a přístroje měřící mikroklima stáje při pokusu v teletníku Řepeč



4.3 Pokus Účelové zařízení Čtyři Dvory

V pokusu byly testovány snímače i celý systém zpracování dat ve stáji Účelového zařízení Čtyři Dvory. Ve spolupráci s Centrem BAT byly testované přístroje doplněny laboratorními přístroji (INNOVA 1412 a Horiba VA 3001). Ve stáji byla sledována přesnost vyvíjených snímačů a jejich chování při extrémních parametrech stájového mikroklimatu. Vlastní pokus ve stáji Účelového zařízení Čtyři Dvory probíhal v dubnu 2015.

Ve stáji pro skot bylo instalováno testovací zařízení pro měření stájového mikroklimatu. Měřenými veličinami byly teplota vzduchu, relativní vlhkost, ochlazovací hodnota, metan, amoniak, oxid uhličitý a sirovodík.

Na začátku pokusu bylo instalováno měřící zařízení z firmy Agrosoft Tábor, s.r.o. a testována jeho funkčnost. Dále následovala instalace kontrolních měřících přístrojů INNOVA 1412 a Horiba VA 3001, zapůjčených z BAT centra JU, ke zjišťování koncentrací plynů ve stáji.

Během vlastního pokusu došlo k úplnému uzavření stáje po dobu 3 dnů bez vstupu ošetřovatelů. Zvířatům bylo před začátkem pokusu založeno seno na potřebnou dobu, zajištěn dostatek vody a současně jim bylo přistláno slámou. Důvodem uzavření stáje bylo měření nárůstu koncentrací jednotlivých výše uvedených plynů. Všechny měřící přístroje byly zkontrolovány před započítím pokusu. Naměřené hodnoty a funkčnost přístrojů bylo možné kontrolovat v kontrolní místnosti, ze které byly vyvedeny měřící sondy a čidla do pokusné stáje.

Získaná data byla následně vyhodnocena a zpracována ve výsledky projektu. Na základě zjištěných údajů byl otestován vyvinutý systém detekce hodnocených mikroklimatických

podmínek včetně řídicího software pro komplexní vyhodnocení prvků stájového mikroklimatu.

4.4 Zpracování a vyhodnocení dat

Teplota a relativní vlhkost vzduchu byly vypočítávány pomocí rovnice, kterou uvádí Hahn (1999) jako: $THI = 0,8t_{db} + ((t_{db} - 13,4) * RH)/100 + 46,4$. V rovnici bylo t_{db} označení pro teplotu vzduchu (°C) ve stáji a RH bylo označení pro relativní vlhkost ovzduší (%) ve stáji.

Ochlazovací hodnota prostředí byla vypočítána podle vzorce: $K = F/t$, kde F bylo faktorem přístroje ($mcal/cm^2$). Pro nový přepočít z $mJ/cm^2/s$ na $W.m^{-2}$, kde $1mcal/cm^2/s = 41,86 W.m^{-2}$. Podle vypočítané hodnoty bylo možné určit, v jakých podmínkách se ustájená zvířata nacházela, zda pociťovala horko či zimu. Nebo zda daný stav prostředí představoval optimum (tabulka 4).

Tabulka 4. Vliv ochlazovací hodnoty prostředí na skot (Šoch, 2005)

Podmínky prostředí pro dospělý skot	$W.m^{-2}$
Teplo až dusno	<170
Optimum	290 – 420
Chlad až zima	>500

Pro zjištění závislostí mezi vybranými parametry byla využita korelační analýza. Respektive byl zjišťován vzájemný vztah mezi dvěma veličinami. Neboť změna jedné veličiny znamenala korelativní změnu veličiny druhé a naopak.

Stupeň korelační závislosti (tabulka 5) byl vyhodnocen podle hodnot korelačních koeficientů ($r_{x,y}$) pro biologické vědy (Čermáková a Střeleček, 1995).

Tabulka 5. Stupně korelační závislosti (Čermáková a Střeleček, 1995)

Korelační koeficient ($r_{x,y}$)		Stupeň statistické závislosti
Záporná hodnota= nepřímá lineární závislost, klesající	Kladná hodnota= přímá lineární závislost, rostoucí	
$-0,3 < r_{x,y}$	$0,3 > r_{x,y}$	nízký
$-0,3 \geq r_{x,y} > -0,5$	$0,3 \geq r_{x,y} > 0,5$	mírný
$-0,5 \geq r_{x,y} > -0,7$	$0,5 \geq r_{x,y} > 0,7$	střední
$-0,7 \geq r_{x,y} > -0,9$	$0,7 \geq r_{x,y} > 0,9$	vysoký
$-0,9 \geq r_{x,y} > -1,0$	$0,9 \geq r_{x,y} > 1,0$	velmi vysoký
$r_{x,y} = -1,0$	$r_{x,y} = 1,0$	matematická závislost

5. Výsledky a diskuze

V průběhu roku 2013 a 2014 byly měřeny mikroklimatické faktory ve stájích pro dojnice v chovu ZD Krásná Hora nad Vltavou a.s., respektive na farmě Petrovice. Naměřené hodnoty byly zpracovány pomocí korelací do tabulek znázorňující vzájemný vztah mezi jednotlivými mikroklimatickými parametry prostředí a vyhodnoceny podle Čermákové a Střelečka (1995).

5.1 Korelace mikroklimatických prvků skupin v roce 2013

Korelační tabulky byly vyhodnoceny jednotlivě po skupinách a rocích probíhajícího výzkumu (tabulka 6-8), kde první skupina byla tvořena zvířaty od 2. dne do 2 měsíců po otelení. Druhá skupina byla tvořena dojnícemi od 4. do 5. měsíce po otelení a poslední třetí skupinu tvořily dojnice 7. až 8. měsíc po otelení.

Tabulka 6. Korelační analýza mikroklimatických prvků, rektální teploty a průměrné užitkovosti 1. skupiny, rok 2013

1. skupina	teplota vzduchu	proudění vzduchu	ochlazovací hodnota	intenzita osvětlení	vlhkost vzduchu	RT	venkovní teplota	venkovní proudění	venkovní ochl.hodnota	sluneční záření	venkovní vlhkost	průměrná užitkovost
teplota vzduchu	1,000	0,248	-0,678	0,542	0,093	0,634	0,970	0,199	-0,863	0,418	-0,568	0,349
proudění vzduchu	0,248	1,000	0,373	0,372	0,029	0,292	0,266	0,007	-0,136	-0,046	-0,045	-0,093
ochlazovací hodnota	-0,678	0,373	1,000	-0,192	-0,057	-0,303	-0,624	-0,220	0,610	-0,319	0,313	-0,293
intenzita osvětlení	0,542	0,372	-0,192	1,000	-0,176	0,299	0,591	-0,090	-0,546	0,071	-0,489	0,322
vlhkost vzduchu	0,093	0,029	-0,057	-0,176	1,000	0,099	0,077	-0,270	-0,136	-0,010	0,549	-0,271
RT	0,634	0,292	-0,303	0,299	0,099	1,000	0,627	0,280	-0,560	0,347	-0,368	0,239
venkovní teplota	0,970	0,266	-0,624	0,591	0,077	0,627	1,000	0,087	-0,912	0,407	-0,615	0,354
venkovní proudění	0,199	0,007	-0,220	-0,090	-0,270	0,280	0,087	1,000	0,076	0,465	-0,198	0,230
venkovní ochl.hodnota	-0,863	-0,136	0,610	-0,546	-0,136	-0,560	-0,912	0,076	1,000	-0,357	0,563	-0,335
sluneční záření	0,418	-0,046	-0,319	0,071	-0,010	0,347	0,407	0,465	-0,357	1,000	-0,311	0,293
venkovní vlhkost	-0,568	-0,045	0,313	-0,489	0,549	-0,368	-0,615	-0,198	0,563	-0,311	1,000	-0,271

RT- rektální teplota

venkovní ochl.hodnota- venkovní ochlazovací hodnota

Zjištěné korelační koeficienty mezi jednotlivými mikroklimatickými prvky, rektální teplotou a průměrnou mléčnou užitkovostí sledovaných zvířat byly pozitivní i negativní (tabulka 6).

Nejvyšší korelační koeficient (0,970) byl podle očekávání zjištěn mezi teplotou vzduchu ve stáji a teplotou vzduchu okolního prostředí. Střední stupeň korelační závislosti (0,634) byl mezi teplotou vzduchu ve stáji a rektální teplotou sledovaných zvířat. Obdobná závislost byla mezi ochlazovací hodnotou ve stáji a ochlazovací hodnotou okolního prostředí (0,610) a mezi rektální teplotou zvířat a venkovní teplotou vzduchu (0,627). Výsledný korelační koeficient rektální teploty a teploty vzduchu okolního prostředí potvrdil, že s rostoucí teplotou vzduchu se přímou úměrou zvyšuje rektální teplota zvířat. Hodnoty rektální teploty tak bezprostředně reagují na mikroklimatické změny (Beede et al. 1986; Abeni et al., 2007).

Velmi vysoký stupeň korelační závislosti byl mezi venkovní teplotou vzduchu a ochlazovací hodnotou okolního prostředí (-0,912). Vysoký stupeň závislosti byl zjištěn mezi teplotou vzduchu ve stáji a venkovní ochlazovací hodnotou prostředí (-0,863). Střední stupeň korelační závislosti byl zaznamenán mezi teplotou vzduchu ve stáji a ochlazovací hodnotou stáje (-0,678). Dále mezi venkovní teplotou a ochlazovací hodnotou ve stáji (-0,624) a mezi venkovní teplotou vzduchu a venkovní vlhkostí (-0,615).

Průměrná užitkovost vykazovala v 1. skupině zvířat nízký až mírný stupeň korelační závislosti. Nejvýznamněji korelovala průměrná užitkovost s teplotou vzduchu ve stáji (0,349), což je protikladem výsledků Zejdové et al. (2015), kteří uvedli slabě zápornou korelaci (-0,261). Dále průměrná užitkovost korelovala s intenzitou osvětlení ve stáji (0,322) s venkovní teplotou vzduchu (0,354). Negativně korelovala s venkovní ochlazovací hodnotou prostředí (-0,335). Mezi průměrnou užitkovostí a rektální teplotou byl zjištěn korelační koeficient (0,239). Umprey et al. (2001) ovšem uvedl negativní korelační koeficient (-0,135).

Negativní korelace s nízkou závislostí byla zjištěna mezi ochlazovací hodnotou prostředí a vlhkostí vzduchu ve stáji (-0,057), průměrnou užitkovostí a prouděním vzduchu ve stáji (-0,093). Tento výsledek byl shodný s prací Zejdové et al. (2015), kteří dále uvedli, že nejméně výrazné korelace se projeví u rychlosti větru.

Pozitivní nízká korelační závislost byla mezi teplotou a vlhkostí vzduchu (0,093), intenzitou osvětlení ve stáji a slunečním zářením (0,071) nebo mezi venkovním prouděním vzduchu a venkovní ochlazovací hodnotou prostředí (0,076). Nízká korelační závislost mezi prouděním vzduchu a ochlazovací hodnotou prostředí byla překvapivá, protože působení proudění vzduchu souvisí se způsobem zjišťování ochlazovací hodnoty prostředí.

Zajímavým zjištěním byla například komparace teploty vzduchu ve stáji s vlhkostí vzduchu uvnitř i vně stáje. Teplota vzduchu s vlhkostí vzduchu ve stáji korelovala pozitivně s nízkou korelační závislostí (0,093), zatímco teplota vzduchu ve stáji s vlhkostí vzduchu vnějšího prostředí korelovala negativně a středně významně (-0,568). Nízká korelační závislost mohla být důsledkem stavebně konstrukčních vlastností stáje, které jsou nezbytné pro zajištění úspěšnosti chovu (Turner et al., 1997; Samer, 2011).

Tabulka 7. Korelační analýza mikroklimatických prvků, rektální teploty a průměrné užitkovosti 2. skupiny, rok 2013

2. skupina	teplota vzduchu	proudění vzduchu	ochlazovací hodnota	intenzita osvětlení	vlhkost vzduchu	RT	venkovní teplota	venkovní proudění	venkovní ochl.hodnota	sluneční záření	venkovní vlhkost	průměrná užitkovost
teplota vzduchu	1,000	0,263	-0,770	0,637	0,079	0,748	0,973	0,208	-0,880	0,405	-0,605	0,349
proudění vzduchu	0,263	1,000	0,142	0,292	-0,001	0,323	0,288	0,176	-0,108	0,099	-0,038	-0,029
ochlazovací hodnota	-0,770	0,142	1,000	-0,374	-0,199	-0,501	-0,760	-0,158	0,734	-0,316	0,382	-0,357
intenzita osvětlení	0,637	0,292	-0,374	1,000	-0,258	0,501	0,625	0,083	-0,563	0,156	-0,554	0,444
vlhkost vzduchu	0,079	-0,001	-0,199	-0,258	1,000	0,005	0,077	-0,270	-0,136	-0,010	0,549	-0,157
RT	0,748	0,323	-0,501	0,501	0,005	1,000	0,791	0,073	-0,618	0,374	-0,402	0,280
venkovní teplota	0,973	0,288	-0,760	0,625	0,077	0,791	1,000	0,087	-0,912	0,407	-0,615	0,354
venkovní proudění	0,208	0,176	-0,158	0,083	-0,270	0,073	0,087	1,000	0,076	0,465	-0,198	0,230
venkovní ochl.hodnota	-0,880	-0,108	0,734	-0,563	-0,136	-0,618	-0,912	0,076	1,000	-0,357	0,563	-0,335
sluneční záření	0,405	0,099	-0,316	0,156	-0,010	0,374	0,407	0,465	-0,357	1,000	-0,311	0,293
venkovní vlhkost	-0,605	-0,038	0,382	-0,554	0,549	-0,402	-0,615	-0,198	0,563	-0,311	1,000	-0,271
průměrná užitkovost	0,349	-0,029	-0,357	0,444	-0,157	0,280	0,354	0,230	-0,335	0,293	-0,271	1,000

RT- rektální teplota

venkovní ochl.hodnota- venkovní ochlazovací hodnota

Korelační koeficienty 2. skupiny (tabulka 7) byl shodně jako u 1. skupiny sledovaných zvířat kladných i záporných hodnot.

Velmi vysoký stupeň korelační závislosti byl zjištěn mezi teplotou vzduchu ve stáji a teplotou vzduchu okolního prostředí (0,973). Výsledek byl předvídatelný, neboť s rostoucí teplotou okolního prostředí lze očekávat nárůst teploty vzduchu ve stáji.

Vysoký stupeň korelační závislosti byl mezi teplotou vzduchu a rektální teplotou (0,748). Vliv teploty vzduchu na rektální teplotu potvrzují Kurihara et al., (2003), West (2003), Barbari et al., (2011).

V průběhu měření ochlazovací hodnoty byla předpokládána úzká korelace mezi ochlazovací hodnotou, teplotou vzduchu, prouděním vzduchu a vlhkostí vzduchu. Neboť

jednotlivé prvky ovlivňovaly výslednou ochlazovací hodnotu (Gagge et al., 1973; Šoch, 2005). Úzkého korelačního vztahu bylo dosaženo mezi teplotou vzduchu a ochlazovací hodnotou uvnitř stáje (-0,770). Vysoký a negativní korelační koeficient byl zaznamenán mezi teplotou vzduchu a venkovní ochlazovací hodnotou (-0,880). Tento výsledek se shodoval s výsledným korelačním koeficientem v první skupině zvířat. Mezi zbylými prvky bylo dosaženo pozitivní a negativní nízké korelační závislosti. Konkrétně ochlazovací hodnota a proudění vzduchu (0,142), ochlazovací hodnota a vlhkost vzduchu (-0,199).

Mezi intenzitou osvětlení ve stáji a průměrnou mléčnou užitkovostí byl zjištěn kladný korelační koeficient mírné významnosti (0,444). Významnost světla na mléčnou produkci potvrzují Šístková et al. (2010). Mírná a pozitivní korelační závislost byla vyhodnocena mezi průměrnou mléčnou užitkovostí a teplotou vzduchu ve stáji (0,349) a rovněž mezi průměrnou mléčnou užitkovostí a venkovní teplotou vzduchu (0,354). Mírná a negativní korelační závislost byla mezi průměrnou mléčnou užitkovostí a ochlazovací hodnotou uvnitř (-0,357) a vně (-0,335) stáje.

Podle výsledků korelační analýzy bylo zjištěno, že zvířata druhé skupiny tvořené dojnícemi od 4. do 5. měsíce po otelení byly více citlivé na poměr mezi průměrnou užitkovostí a ochlazovací konstantou (-0,357) oproti první skupině zvířat (-0,293). Důvodem mohla být fáze laktace, ve které se dojnice nacházely.

Tabulka 8. Korelační analýza mikroklimatických prvků a rektální teploty 3. skupiny, rok 2013

3. skupina	teplota vzduchu	proudění vzduchu	ochlazovací hodnota	intenzita osvětlení	vlhkost vzduchu	RT	venkovní teplota	venkovní proudění	venkovní ochl.hodnota	sluneční záření	venkovní vlhkost
teplota vzduchu	1,000	0,396	-0,766	0,368	0,088	0,685	0,977	0,194	-0,860	0,430	-0,577
proudění vzduchu	0,396	1,000	0,016	0,277	-0,184	0,375	0,380	0,378	-0,286	0,381	-0,277
ochlazovací hodnota	-0,766	0,016	1,000	-0,193	-0,242	-0,461	-0,747	-0,101	0,733	-0,272	0,315
intenzita osvětlení	0,368	0,277	-0,193	1,000	0,119	0,359	0,404	-0,112	-0,442	0,424	-0,225
vlhkost vzduchu	0,088	-0,184	-0,242	0,119	1,000	0,136	0,077	-0,270	-0,136	-0,010	0,549
RT	0,685	0,375	-0,461	0,359	0,136	1,000	0,651	0,080	-0,527	0,400	-0,380
venkovní teplota	0,977	0,380	-0,747	0,404	0,077	0,651	1,000	0,087	-0,912	0,407	-0,615
venkovní proudění	0,194	0,378	-0,101	-0,112	-0,270	0,080	0,087	1,000	0,076	0,465	-0,198
venkovní ochl.hodnota	-0,860	-0,286	0,733	-0,442	-0,136	-0,527	-0,912	0,076	1,000	-0,357	0,563
sluneční záření	0,430	0,381	-0,272	0,424	-0,010	0,400	0,407	0,465	-0,357	1,000	-0,311
venkovní vlhkost	-0,577	-0,277	0,315	-0,225	0,549	-0,380	-0,615	-0,198	0,563	-0,311	1,000

RT- rektální teplota

venkovní ochl. hodnota- venkovní ochlazovací hodnota

Korelační koeficienty 3. skupiny (tabulka 8) mikroklimatických prvků a rektální teploty u dojnic byly kladných i záporných hodnot. V porovnání s tabulkami 6 a 7 nebyla zobrazena v tabulce 8 průměrná mléčná užitkovost. Důvodem byla fáze laktace, ve které se třetí skupina dojnic od 7. do 8. měsíce po otelení nacházely. Respektive to byla zvířata, která se zasušovala.

Velmi vysoký stupeň korelační závislosti byl zjištěn mezi teplotou vzduchu ve stáji a teplotou vzduchu vnějšího prostředí (0,977). Výsledný korelační koeficient byl shodný s první a druhou skupinou zvířat. Kladný a velmi vysoký stupeň závislosti mezi teplotami uvnitř a vně stáje byl předpokladatelný, neboť zvýšení teploty vnějšího prostředí bezprostředně ovlivní teplotu uvnitř stáje Tarloch et al. (2005), Abeni et al. (2007).

Velmi vysoký negativní korelační koeficient byl nalezen mezi vnější ochlazovací hodnotou a vnější teplotou vzduchu (-0,912).

Vysoká negativní korelační závislost byla nalezena mezi teplotou vzduchu ve stáji a venkovní ochlazovací hodnotou (-0,860) a obdobně i mezi teplotou vzduchu ve stáji a ochlazovací hodnotou ve stáji (-0,766). Důvodem byl způsob měření ochlazovací hodnoty

prostředí, kde teplota byla významným mikroklimatickým prvkem, který tvoří výslednou hodnotu ochlazovací veličiny (Zejdová et al., 2015).

Vysoký negativní korelační stupeň byl mezi ochlazovací hodnotou a teplotou vzduchu vnějšího prostředí (-0,747). Se zvyšující se teplotou vzduchu klesala výsledná hodnota ochlazovací veličiny.

Nízký stupeň závislosti byl obdobně zjištěn mezi prouděním vzduchu a ochlazovací hodnotou (0,016). Šoch (2005) uvedl, že proudění vzduchu bylo mikroklimatickým prvkem, který při měření ochlazovací veličiny ovlivňoval její výslednou hodnotu. Ovšem korelačním výpočtem byla zjištěna nízká korelační závislost.

Nízká pozitivní korelační závislost byla nalezena také mezi teplotou vzduchu a vlhkostí vzduchu (0,088) a mezi rektální teplotou sledovaných dojníc a venkovním prouděním vzduchu (0,080).

5.2 Grafický průběh měřených hodnot v roce 2013

5.2.1 Teplota vzduchu

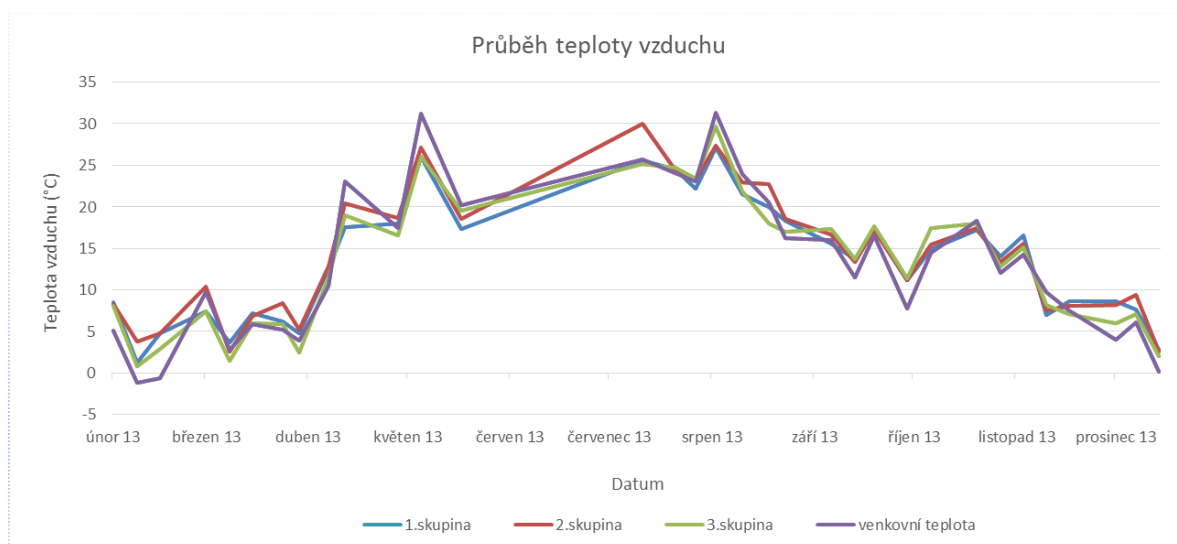
Vývoj teploty vzduchu v průběhu roku 2013 zaznamenal graf 1. Teplota vzduchu se v zimním období pohybovala od -2 °C do 10 °C. Podle Doležala et al. (2015), Jelínka et al. (2003) a Chládko et al. (2009) byly naměřené hodnoty stále v termoneutralní zóně dospělého skotu.

V květnu a v srpnu byl naměřen vysoký nárůst venkovní teploty vzduchu, který přímo úměrně kopírovaly teploty vzduchu ve stájích u skupiny 1, 2 a 3. Stejný vývoj se opakoval i při poklesu teploty.

Nejvyšší teplota byla 31,2 °C v květnu a 31,3 °C v srpnu. Ve stájích se ve stejný okamžik pohybovaly teploty mezi 26 až 29,7 °C. Vysoké teploty vzduchu indikovaly podle Bermana et al. (1985), Schmidta et al. (1988) a Lindleye et al. (1996) vyšší kritickou hranici teploty vzduchu pro skot.

Grafický vývoj teploty vzduchu vysvětluje pozitivní velmi vysoký korelační koeficient mezi teplotou vzduchu ve stáji a venkovní teplotou. První skupina (0,970), druhá skupina (0,973) a třetí skupina (0,977).

Graf 1. Komparace vývoje teploty vzduchu ve stáji a okolního prostředí



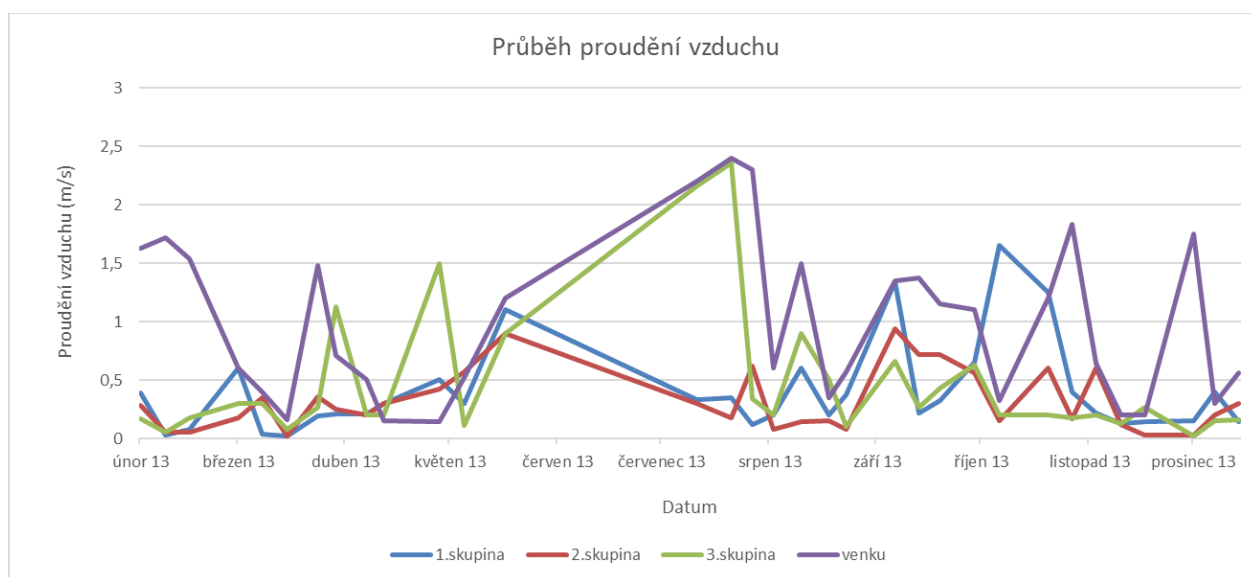
5.2.2 Rychlost proudění vzduchu

Vývoj proudění vzduchu v průběhu roku 2013 zaznamenal graf 2. Venkovní proudění vzduchu bylo rozdílné v porovnání s hodnotami naměřenými ve stájích. Hodnoty proudění vzduchu v okolí stáje se proměnlivě pohybovaly 0,2 m/s do 1,74 m/s. Naopak ve stájích byly hodnoty v rozmezí od 0,03 m/s do 0,5 m/s. V srpnu byla ve třetí skupině naměřena maximální rychlost proudění vzduchu 2,36 m/s.

Důvodem rozdílného proudění vzduchu byly konstrukce stájí, systémy větrání nebo otevírání vrat. Wu et al. (2001), Gebremedhin et al. (2003). Kursá et al. (1998) uvádí, že optimální rychlost proudění vzduchu ve stáji by se měla pohybovat v rozmezí od 0,1 m/s do 0,3 m/s. Naměřené hodnoty proudění vzduchu byly v průměru vyšší s možností vzniku průvanu. První skupina měla průměrnou hodnotu 0,40 m/s, druhá skupina 0,32 m/s a třetí skupina 0,47 m/s. Průměrná rychlost proudění vzduchu v okolí stáje byla 0,99 m/s.

Grafický vývoj proudění vzduchu vysvětluje pozitivní nízký a mírný korelační koeficient mezi prouděním vzduchu ve stáji a venkovním prouděním. První skupina (0,007), druhá skupina (0,176) a třetí skupina (0,378).

Graf 2. Komparace vývoje rychlosti proudění vzduchu ve stáji a v okolním prostředí



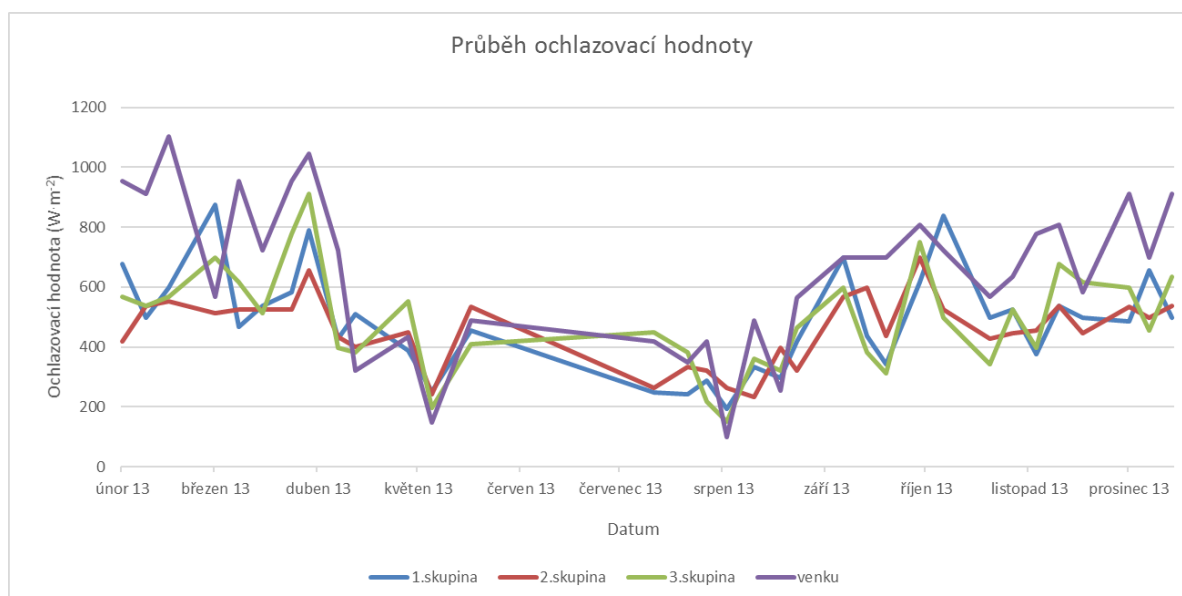
5.2.3 Ochlazovací hodnota prostředí

Vývoj ochlazovací hodnoty prostředí zaznamenal graf 3. Průběh ochlazovací hodnoty naměřené v okolním prostředí stáji byl obdobný s průběhem ochlazovací hodnoty 3. skupiny. Naopak rozdílných hodnot bylo dosaženo u ochlazovací hodnoty 1. a 2. skupiny. Důvodem zjištěných rozdílných hodnot mohly být například stavebně konstrukční vlastnosti stáji či druh použitého materiálu. To vše může ovlivnit výslednou hodnotu mikroklimatických prvků, jak uvádějí Bond a Kelly (1955), Bucklin et al. (1993), Muller et al. (1997).

Průměrná hodnota ochlazovací veličiny první skupiny byla $487,7 \text{ W.m}^{-2}$. U druhé skupiny byla v průměru zjištěna hodnota $459,9 \text{ W.m}^{-2}$ a u třetí skupiny byla zjištěna v průměru hodnota $492,7 \text{ W.m}^{-2}$. Podle Sokola et al. (1989) a Šocha (2005) představovaly zaznamenané hodnoty vyšší optimum pro dospělý skot.

Ochlazovací hodnota zjištěná v okolí stáje byla v průměru 650 W.m^{-2} . Výsledné hodnoty byly podle Šocha (2005) vyšší než 500 W.m^{-2} . V případě pobytu v tomto prostředí mohla zvířata pociťovat známky chladu a zimy. Vysoká ochlazovací hodnota prostředí mohla ovlivnit i mléčnou užitkovost dojníc (Fanger, 1970; Šoch et al., 2003).

Graf 3. Komparace vývoje ochlazovací hodnoty prostředí ve stáji a v okolním prostředí



5.2.4 Intenzita osvětlení a sluneční záření

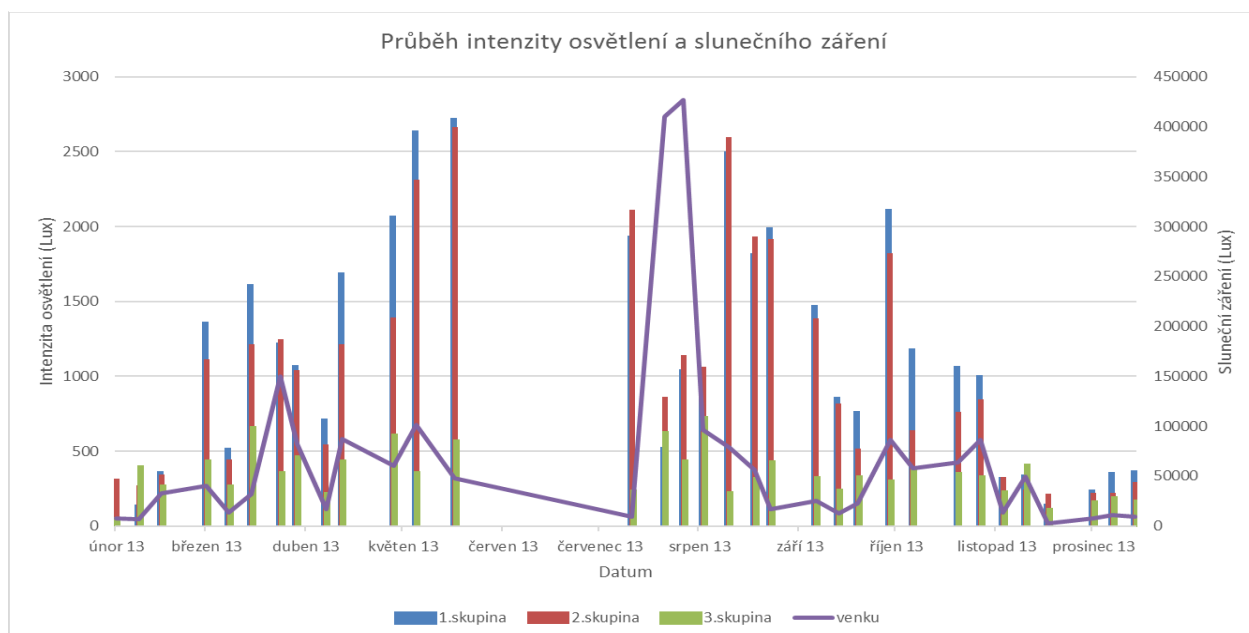
Vývoj intenzity osvětlení a slunečního záření zaznamenal graf 4. Intenzita osvětlení se v průběhu roku plynule zvyšovala. Maxima bylo dosaženo v průběhu měsíce května i přesto, že sluneční záření nebylo nejvyšší intenzity.

Průměrné hodnoty intenzity osvětlení byly u první skupiny 1118 Lux, u druhé skupiny 1018 Lux a třetí skupina vykazovala v průměru 344 Lux. Hodnoty slunečního záření byly v průměru zaznamenané o hodnotě 67327 Lux.

Hillman et al. (2005) uvedl, že skot je citlivější vůči slunečnímu záření. V pokusu byla zařazena zvířata pobývajících ve stájích. Přímý vliv na ně měla intenzita osvětlení v konkrétních stájích. Skupiny zvířat 1 a 2 byly vystaveny hodnotám 1118 a 1018 Lux. Stáj číslo 1 byla prosvětlená a teplejší v porovnání se stájí číslo 2, kde se nacházela 3. skupina dojníc. Výsledná hodnota byla v průměru 344 Lux.

I přes to, že ve stájích panovaly rozdílné hodnoty osvětlení Doležal (2013) uvádí, že se stále jednalo o vhodné mikroklimatické podmínky intenzity osvětlení.

Graf 4. Komparace vývoje intenzity osvětlení a slunečního záření



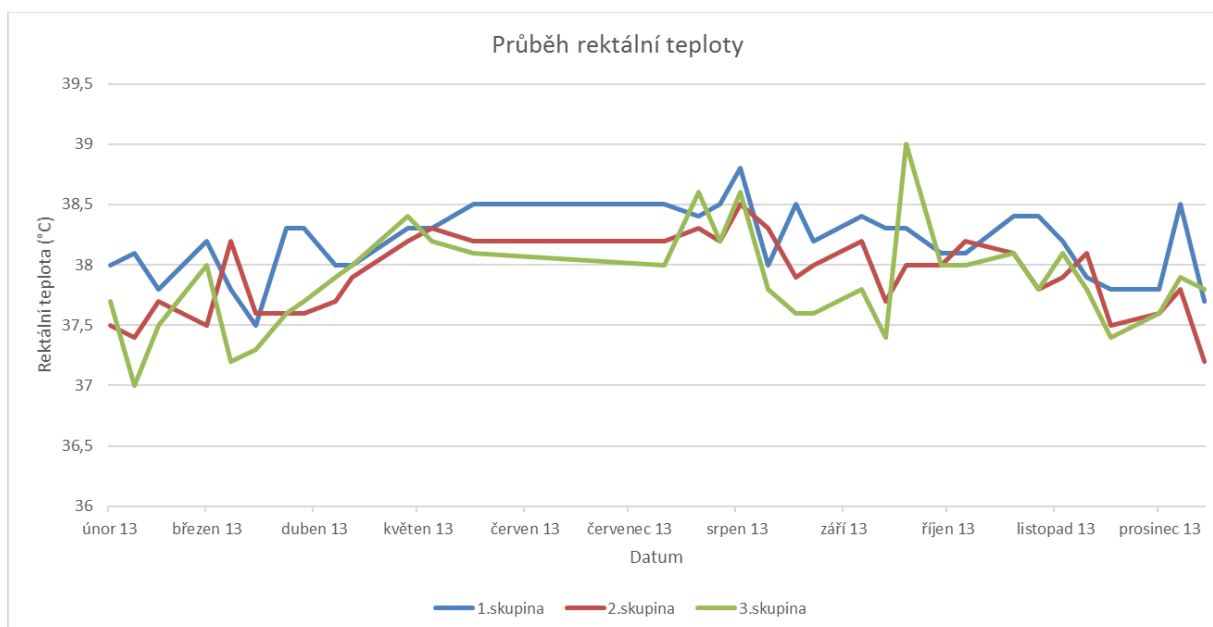
5.2.5 Rektální teplota zvířat

Vývoj rektální teploty skupiny zvířat 1, 2 a 3 byl zobrazen v grafu 5. Při komparaci jednotlivých skupin bylo zřejmé, že skupina 1 a skupina 2 měly vyšší hodnoty rektální teploty než 3. skupina.

Vyšší hodnoty rektální teploty byly zjištěné v květnu a v srpnu. Důvodem byla reakce na vysoké teploty vzduchu, které v okolním prostředí převyšovaly 30 °C. Roenfaltdt (1998) uvedl, že vysokoužitkové dojnice všeobecně hůře snášely vysoké teploty vzduchu. Hodnoty vyšší než 25 °C neumožnily skotu se dostatečně ochladit a dojnice na tento stav reagovaly tepelným stresem (Bligh, 1973; Tarloch et al., 2005).

Průměrná hodnota rektální teploty byla u první skupiny 38,2 °C, u druhé skupiny 37,9 °C, u třetí skupiny 37,9 °C. Z výsledků průměrných rektálních teplot, ale i z průběžných rektálních teplot získaných v během roku 2013 nebylo zjištěno, že by ustájená zvířata trpěla tepelným stresem. Potvrdili to také autoři Kurihara et al. (2003) a Barbari et al. (2011) podle kterých se tepelný stres projevil při rektální teplotě 39,3 °C.

Graf 5. Komparace vývoje rektální teploty zvířat



5.2.6 Relativní vlhkost vzduchu

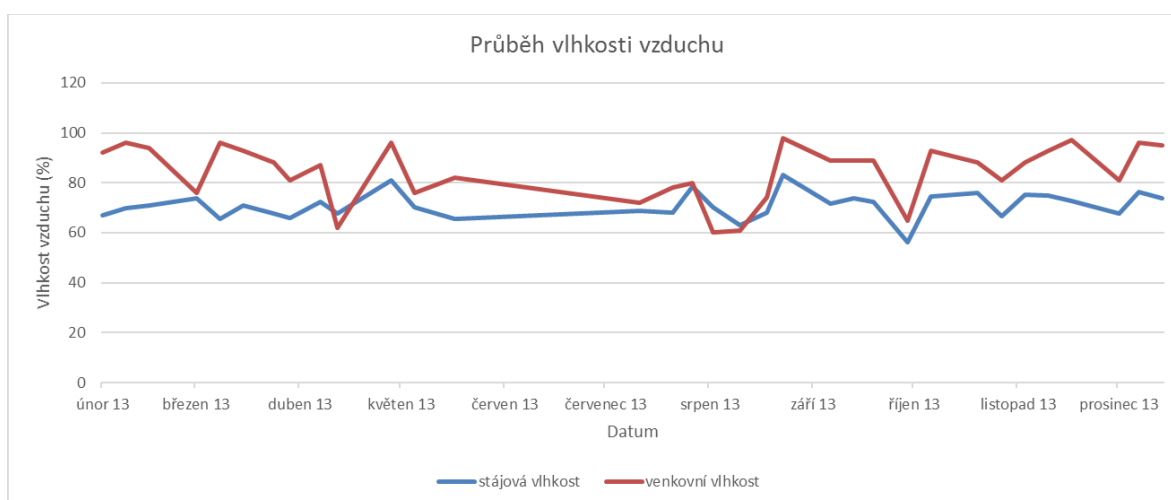
Průběh relativní vlhkosti vzduchu byl zobrazen v grafu 6. Venkovní relativní vlhkost byla v komparaci s relativní vlhkostí ve stáji vyšší.

Arundel et al. (1986) uvedli jako vhodné rozmezí relativní vlhkosti mezi 40 až 70 %. Ve stáji byla v průměru naměřena hodnota relativní vlhkosti 70,89 %. Výsledná hodnota byla tedy mírně zvýšená. Venkovní relativní vlhkost byla v průměru 84,42 %.

Jednotlivé hodnoty vlhkosti vzduchu byly během roku bez výrazných výkyvů. V zimním období byla relativní vlhkost vyšší a podle očekávání se zvyšující se teplotou vzduchu v letním období mírně klesla.

Bouraoui et al. (2002); Chloupek a Suchý (2008) upozornily, že je vždy nutné přihlédnout i k teplotě vzduchu. Vliv vlhkosti na ustájená zvířata byl odlišný při nízké nebo naopak vysoké teplotě vzduchu.

Graf 6. Komparace vývoje relativní vlhkosti vzduchu ve stáji a okolního prostředí



5.3 Korelace mikroklimatických prvků skupin v roce 2014

Korelační tabulky byly vyhodnoceny jednotlivě po skupinách a rocích probíhajícího výzkumu (tabulka 9-11). První skupina byla tvořena zvířaty od 2. dne do 2 měsíců po otelení. Druhá skupina byla tvořena dojnícemi od 4. do 5. měsíce po otelení a poslední třetí skupinu tvořily dojnice 7. až 8. měsíc po otelení.

Tabulka 9. Korelační analýza mikroklimatických prvků, rektální teploty a průměrné mléčné užitkovosti 1. skupiny, rok 2014

1. skupina	teplota vzduchu	proudění vzduchu	ochlazovací hodnota	intenzita osvětlení	vlhkost vzduchu	RT	venkovní teplota	venkovní proudění	venkovní ochl.hodnota	sluneční záření	venkovní vlhkost	průměrná užitkovost
teplota vzduchu	1,000	-0,097	-0,793	0,758	-0,416	0,511	0,964	-0,461	-0,869	0,758	-0,685	0,385
proudění vzduchu	-0,097	1,000	0,343	-0,054	0,028	-0,034	-0,108	0,021	0,071	0,009	0,036	-0,397
ochlazovací hodnota	-0,793	0,343	1,000	-0,634	0,211	-0,257	-0,732	0,472	0,816	-0,561	0,464	-0,506
intenzita osvětlení	0,758	-0,054	-0,634	1,000	-0,536	0,266	0,726	-0,377	-0,687	0,914	-0,683	0,476
vlhkost vzduchu	-0,416	0,028	0,211	-0,536	1,000	-0,088	-0,425	0,074	0,287	-0,615	0,820	-0,229
RT	0,511	-0,034	-0,257	0,266	-0,088	1,000	0,496	0,122	-0,349	0,246	-0,223	0,207
venkovní teplota	0,964	-0,108	-0,732	0,726	-0,425	0,496	1,000	-0,544	-0,845	0,769	-0,744	0,356
venkovní proudění	-0,461	0,021	0,472	-0,377	0,074	0,122	-0,544	1,000	0,644	-0,435	0,382	-0,089
venkovní ochl.hodnota	-0,869	0,071	0,816	-0,687	0,287	-0,349	-0,845	0,644	1,000	-0,665	0,599	-0,315
sluneční záření	0,758	0,009	-0,561	0,914	-0,615	0,246	0,769	-0,435	-0,665	1,000	-0,741	0,318
venkovní vlhkost	-0,685	0,036	0,464	-0,683	0,820	-0,223	-0,744	0,382	0,599	-0,741	1,000	-0,276
průměrná užitkovost	0,385	-0,397	-0,506	0,476	-0,229	0,207	0,356	-0,089	-0,315	0,318	-0,276	1,000

RT- rektální teplota

venkovní ochl. hodnota- venkovní ochlazovací hodnota

Korelační koeficienty 1. skupiny (tabulka 9) byly kladných a záporných hodnot, nízké až velmi vysoké korelační závislosti.

Kladný a velmi vysoký stupeň korelační závislosti byl zjištěn mezi teplotou vzduchu ve stáji a teplotou vzduchu okolního prostředí (0,964). Zvyšující se teplota prostředí ovlivnila teplotu vzduchu ve stáji. Obdobný vztah platil i v opačném stavu (Walterová et al., 2009). Shodně korelovala teplota vzduchu s intenzitou osvětlení (0,758) a se slunečním zářením (0,758). Výsledné hodnoty byly kladné a vysokého stupně korelační závislosti.

Negativní vysoký stupeň korelační závislosti byl zjištěn ve vztahu mezi teplotou vzduchu ve stáji a ochlazovací hodnotou (-0,793) a mezi teplotou vzduchu ve stáji a ochlazovací hodnotou okolního prostředí (-0,869). Vysoký stupeň závislosti bylo možné

vysvětlit jako u předchozích skupin způsobem, jakým byla ochlazovací konstanta zjišťována. Potvrzuje to studie Zejdové et al. (2015), kteří také zaznamenali úzký korelační vztah mezi teplotou vzduchu a katahodnotou (-0,911). Působení teploty mělo na její výslednou hodnotu signifikantní vliv. Negativní korelační vztah vznikl při zvyšující se teplotě a současně snižující se hodnotě ochlazovací hodnoty.

Proudění vzduchu shodně s předchozími skupinami nevykazovalo střední, vysoký nebo velmi vysoký stupeň závislosti. Korelací s teplotou vzduchu byl zjištěn negativní korelační vztah s nízkou závislostí (-0,097). Obdobný výsledek byl vypočítán mezi prouděním vzduchu a rektální teplotou sledovaných zvířat (-0,034). To znamená negativní korelační vztah s nízkou závislostí. Proudění ve stáji nebylo významně ovlivněno prouděním vzduchu okolního prostředí (0,021). Neboť ostatní mikroklimatické prvky vykazovaly vysoký nebo velmi vysoký stupeň korelační závislosti. Například teplota vzduchu ve stáji a teplota vzduchu venkovního prostředí (0,964), ochlazovací hodnota a ochlazovací hodnota venkovního prostředí (0,816) nebo intenzita osvětlení a sluneční záření (0,914).

Vysoký stupeň závislosti byl zjištěn mezi intenzitou osvětlení a teplotou vzduchu (0,758). Zejdová et al. (2015) ve své studii zjistili také úzkou mikroklimatickou korelaci (0,937). S rostoucí teplotou se přímo úměrně zvyšovala intenzita osvětlení. Mírný stupeň korelační závislosti byl naměřen mezi intenzitou osvětlení a průměrnou mléčnou užitkovostí (0,476).

Korelační koeficient mezi vlhkostí vzduchu a slunečním zářením byl negativní, středního stupně korelační závislosti (-0,615). Se zvyšujícím se slunečním zářením vlhkost vzduchu klesala.

Rektální teplota v komparaci s mikroklimatickými prvky dosahovala pozitivních i negativních korelačních koeficientů s nízkým až mírným stupněm korelační závislosti. Mezi rektální teplotou a průměrnou užitkovostí byl zjištěn korelační koeficient (0,207). Naopak Umphrey et al. (2001) uvedli mezi rektální teplotou a průměrnou mléčnou užitkovostí negativní korelační koeficient (-0,135).

Venkovní teplota vzduchu signifikantně ovlivnila několik mikroklimatických prvků. Korelační koeficienty byly kladných i záporných hodnot. Úzké závislosti vznikly mezi venkovní teplotou vzduchu a teplotou vzduchu ve stáji (0,964), slunečním zářením (0,769), intenzitou osvětlení (0,726), venkovní ochlazovací hodnotou (-0,845) a ochlazovací hodnotou ve stáji (-0,732).

Střední stupeň korelační závislosti byl zjištěn mezi průměrnou mléčnou užitkovostí a ochlazovací hodnotou prostředí (0,506). Kladný korelační koeficient byl také mezi průměrnou mléčnou užitkovostí a teplotou vzduchu (0,385). Ovšem podle Coufalíka (2013) měla mléčná užitkovost dojnic negativně korelovat s teplotou prostředí, neboť uvedl, že s rostoucí teplotou prostředí přímo úměrně klesá mléčná užitkovost zvířat.

Tabulka 10. Korelační analýza mikroklimatických prvků, rektální teploty a průměrné mléčné užitkovosti 2. skupiny, rok 2014

2. skupina	teplota vzduchu	proudění vzduchu	ochlazovací hodnota	intenzita osvětlení	vlhkost vzduchu	RT	venkovní teplota	venkovní proudění	venkovní ochl.hodnota	sluneční záření	venkovní vlhkost	průměrná užitkovost
teplota vzduchu	1,000	0,364	-0,797	0,744	-0,450	0,769	0,973	-0,469	-0,861	0,764	-0,729	0,408
proudění vzduchu	0,364	1,000	-0,142	0,009	-0,317	0,538	0,348	-0,082	-0,336	0,209	-0,145	-0,157
ochlazovací hodnota	-0,797	-0,142	1,000	-0,617	0,154	-0,639	-0,744	0,439	0,769	-0,562	0,469	-0,235
intenzita osvětlení	0,744	0,009	-0,617	1,000	-0,524	0,448	0,717	-0,420	-0,656	0,898	-0,673	0,534
vlhkost vzduchu	-0,450	-0,317	0,154	-0,524	1,000	-0,250	-0,425	0,074	0,287	-0,615	0,820	-0,229
RT	0,769	0,538	-0,639	0,448	-0,250	1,000	0,730	-0,270	-0,695	0,399	-0,439	0,286
venkovní teplota	0,973	0,348	-0,744	0,717	-0,425	0,730	1,000	-0,544	-0,845	0,769	-0,744	0,356
venkovní proudění	-0,469	-0,082	0,439	-0,420	0,074	-0,270	-0,544	1,000	0,644	-0,435	0,382	-0,089
venkovní ochl.hodnota	-0,861	-0,336	0,769	-0,656	0,287	-0,695	-0,845	0,644	1,000	-0,665	0,599	-0,315
sluneční záření	0,764	0,209	-0,562	0,898	-0,615	0,399	0,769	-0,435	-0,665	1,000	-0,741	0,318
venkovní vlhkost	-0,729	-0,145	0,469	-0,673	0,820	-0,439	-0,744	0,382	0,599	-0,741	1,000	-0,276
průměrná užitkovost	0,408	-0,157	-0,235	0,534	-0,229	0,286	0,356	-0,089	-0,315	0,318	-0,276	1,000

RT- rektální teplota

venkovní ochl. hodnota- venkovní ochlazovací hodnota

Korelační koeficienty 2. skupiny (tabulka 10) byly kladných a záporných hodnot, nízké až velmi vysoké korelační závislosti.

Negativní vysoký stupeň korelační závislosti byl zjištěn mezi teplotou vzduchu ve stáji a venkovní ochlazovací hodnotou prostředí (-0,861) a mezi teplotou vzduchu a ochlazovací hodnotou prostředí (-0,797). Výsledné hodnoty se shodují se studií Zejdové et al. (2015), uvedli, že s rostoucí teplotou vzduchu klesá ochlazovací hodnota prostředí a naopak.

Teplota vzduchu pozitivně korelovala s rektální teplotou (0,769). Vysoký stupeň korelační závislosti byl zaznamenán mezi stájovou teplotou vzduchu a intenzitou osvětlení (0,744) a mezi teplotou vzduchu ve stáji a slunečním zářením (0,764). Podle předpokladu ovlivňovala teplota okolního prostředí teplotu vzduchu ve stáji. Výslednou hodnotou byl

kladný korelační koeficient velmi vysokého stupně korelační závislosti (0,973). Ačkoliv byl ve stáji aktivní ochlazovací systém, nárůst teploty vzduchu ve stáji podpořily v návaznosti na zvyšující se teplotu okolního prostředí také samotná zvířata, která produkovala podle Nováka et al. (2002) určité množství volného tepla a vyhřívala tak stájový prostor.

Proudění vzduchu korelovalo s rektální teplotou sledovaných zvířat (0,538), s teplotou vzduchu (0,364), s ochlazovací hodnotou (-0,142), s průměrnou užitkovostí (-0,157). Podle způsobu zjišťování ochlazovací hodnoty prostředí byl očekáván úzký korelační vztah mezi prouděním vzduchu a ochlazovací hodnotou. Avšak výsledný korelační koeficient byl nízké korelační významnosti.

Negativní korelační koeficient, převládal v komparaci vlhkosti vzduchu s teplotou vzduchu (-0,450), s prouděním vzduchu (-0,317), s intenzitou osvětlení ve stáji (-0,524), s rektální teplotou (-0,250), venkovní teplotou (-0,425), slunečním zářením (-0,625) a průměrnou užitkovostí (-0,229).

Negativní koeficient středního stupně korelační závislosti byl zjištěn mezi rektální teplotou zvířat a ochlazovací hodnotou (-0,639) a mezi rektální teplotou a ochlazovací hodnotou okolního prostředí (-0,695). Kladný a vysoký stupeň korelačního koeficientu byl zaznamenán mezi rektální teplotou a teplotou vzduchu (0,769). Úzký korelační vztah potvrzuje studie Westa (2003), podle kterého teplota zvířat velmi citlivě reagovala na mikroklimatické faktory. Dále byl zjištěn střední stupeň korelační závislosti mezi rektální teplotou a prouděním vzduchu (0,538). Vliv teploty a proudění vzduchu na rektální teplotu odůvodnil výsledný korelační koeficient mezi zmíněnou rektální teplotou a ochlazovacími veličinami uvnitř a vně stáje.

Obdobně jako teplota vzduchu ve stáji korelovala významně teplota vzduchu okolního prostředí s ostatními mikroklimatickými prvky. Negativní korelační koeficient vysokého stupně závislosti byl zjištěn mezi venkovní teplotou vzduchu a ochlazovací hodnotou okolního prostředí (-0,845), venkovní vlhkostí vzduchu (-0,744). Kladný korelační koeficient vysokého stupně závislosti byl zaznamenán mezi venkovní teplotou vzduchu a slunečním zářením (0,769).

Střední stupeň korelační závislosti byl zjištěn mezi prouděním vzduchu okolního prostředí a venkovní ochlazovací hodnotou (0,644). Shodně jako u proudění vzduchu ve stáji převládaly u proudění vzduchu okolního prostředí v komparaci s ostatními mikroklimatickými prvky negativní korelační koeficienty.

Kladné i záporné korelační koeficienty byly zjištěny u průměrné mléčné užitkovosti. Mezi průměrnou užitkovostí a intenzitou osvětlení byl nalezen střední stupeň pozitivní korelační závislosti (0,534). Mírný stupeň pozitivní korelační závislosti byl zjištěn mezi průměrnou užitkovostí a teplotou vzduchu (0,408). Naopak podle Zejdové et al. (2010) byla korelační závislost mezi teplotou vzduchu a mléčnou užitkovostí negativní (-0,390). I podle tvrzení Dolejše et al. (2001) by měl být očekáván negativní korelační koeficient. Mírný stupeň negativní korelační závislosti byl zaznamenán mezi průměrnou užitkovostí a venkovní ochlazovací veličinou (-0,315).

Tabulka 11. Korelační analýza mikroklimatických prvků a rektální teploty 3. skupiny, rok 2014

3. skupina	teplota vzduchu	proudění vzduchu	ochlazovací hodnota	intenzita osvětlení	vlhkost vzduchu	RT	venkovní teplota	venkovní proudění	venkovní ochl.hodnota	sluneční záření	venkovní vlhkost
teplota vzduchu	1,000	0,054	-0,836	0,662	-0,425	0,844	0,974	-0,499	-0,854	0,812	-0,709
proudění vzduchu	0,054	1,000	-0,073	0,066	0,091	-0,074	0,100	-0,276	-0,178	0,115	0,026
ochlazovací hodnota	-0,836	-0,073	1,000	-0,379	0,301	-0,695	-0,825	0,618	0,764	-0,543	0,599
intenzita osvětlení	0,662	0,066	-0,379	1,000	-0,197	0,646	0,618	-0,412	-0,653	0,645	-0,282
vlhkost vzduchu	-0,425	0,091	0,301	-0,197	1,000	-0,386	-0,425	0,074	0,287	-0,197	0,820
RT	0,844	-0,074	-0,695	0,646	-0,386	1,000	0,825	-0,372	-0,650	0,628	-0,597
venkovní teplota	0,974	0,100	-0,825	0,618	-0,425	0,825	1,000	-0,544	-0,845	0,769	-0,744
venkovní proudění	-0,499	-0,276	0,618	-0,412	0,074	-0,372	-0,544	1,000	0,644	-0,435	0,382
venkovní ochl.hodnota	-0,854	-0,178	0,764	-0,653	0,287	-0,650	-0,845	0,644	1,000	-0,665	0,599
sluneční záření	0,812	0,115	-0,543	0,645	-0,197	0,628	0,769	-0,435	-0,665	1,000	-0,741
venkovní vlhkost	-0,709	0,026	0,599	-0,282	0,820	-0,597	-0,744	0,382	0,599	-0,741	1,000

RT- rektální teplota

venkovní ochl. hodnota- venkovní ochlazovací hodnota

Korelační koeficienty 3. skupiny (tabulka 11) byly kladných a záporných hodnot, nízké až velmi vysoké korelační závislosti.

Teplota vzduchu úzce korelovala s venkovní teplotou vzduchu (0,974). To znamená, že s rostoucí teplotou vzduchu okolního prostředí se přímo úměrně zvyšovala hodnota teploty vzduchu ve stáji (Walterová et al., 2009).

Kladný vysoký stupeň korelační závislosti byl zjištěn mezi teplotou vzduchu a rektální teplotou zvířat (0,844). To znamená, že s rostoucí teplotou vzduchu okolního prostředí se zvyšovala teplota vzduchu ve stáji. Ustájená zvířata na vzniklý stav prostředí reagovala zvýšením rektální teploty (West, 2003).

Teplota vzduchu ve stáji negativně korelovala s venkovní vlhkostí (-0,709). Negativní korelační koeficient byl zaznamenán i mezi teplotou vzduchu a vlhkostí vzduchu. Výslednou hodnotou byl mírný stupeň závislosti (-0,425). Nízký stupeň korelační závislosti byl nalezen mezi teplotou vzduchu a prouděním vzduchu (0,054). Naopak venkovní proudění vzduchu ovlivnilo teplotu ve stáji negativním mírným stupněm korelační závislosti (-0,499).

Proudění vzduchu ve stáji signifikantně nekorelovalo s mikroklimatickými prvky, rektální teplotou. Výsledné korelační koeficienty byly kladné i záporné nízkého stupně korelační závislosti.

Vysoký negativní stupeň korelační závislosti byl zjištěn mezi ochlazovací hodnotou a venkovní teplotou (-0,825). Hodnota korelačního koeficientu se shoduje s prací Zejdové et al. (2015), ve které uvedli silnou negativní korelaci (-0,911). Nízký stupeň závislosti byl zaznamenán mezi ochlazovací hodnotou a prouděním vzduchu (-0,073). Výsledný korelační koeficient se shodoval s výsledným korelačním koeficientem druhé skupiny. Avšak Zejdová et al. (2015) zaznamenali ve stejném korelačním vztahu hodnotu (-0,511).

Střední pozitivní korelační závislost byla nalezena mezi intenzitou osvětlení a teplotou vzduchu (0,662), rektální teplotou (0,646), venkovní teplotou (0,618), slunečním zářením (0,645). Střední negativní korelační závislost byla nalezena mezi intenzitou osvětlení a venkovní ochlazovací hodnotou (-0,653).

Mírná negativní korelační závislost byla zjištěna shodně mezi teplotou vzduchu a vlhkostí vzduchu ve stáji a mezi teplotou vzduchu okolního prostředí a vlhkostí vzduchu (-0,425).

Venkovní teplota vzduchu úzce korelovala s mikroklimatickými prvky měřenými v okolním prostředí stáje. Vysoký stupeň korelační závislosti byl vyhodnocen mezi venkovní teplotou a rektální teplotou zvířat (0,825) a mezi venkovní teplotou a slunečním zářením (0,769). Negativní vysoký stupeň korelační závislosti byl vyhodnocen mezi venkovní teplotou a ochlazovací hodnotou prostředí (-0,845). Tento vztah potvrzuje významný vliv teploty vzduchu na ochlazovací hodnotu.

Střední pozitivní korelační závislost byla zaznamenána mezi venkovním prouděním vzduchu a venkovní ochlazovací hodnotou (0,644). Střední negativní korelační závislost byla zaznamenána mezi venkovním prouděním vzduchu a venkovní teplotou (-0,544). Příznivější by podle Zejdové et al. (2011) a Randalla et al. (1983) byl pozitivní korelační koeficient.

Negativní vysoký stupeň korelační závislosti byl zjištěn mezi slunečním zářením a venkovní vlhkostí vzduchu (-0,741). Pozitivní vysoký stupeň korelační závislosti byl mezi slunečním zářením a teplotou okolního prostředí (0,769).

5.4 Grafický průběh měřených hodnot v roce 2014

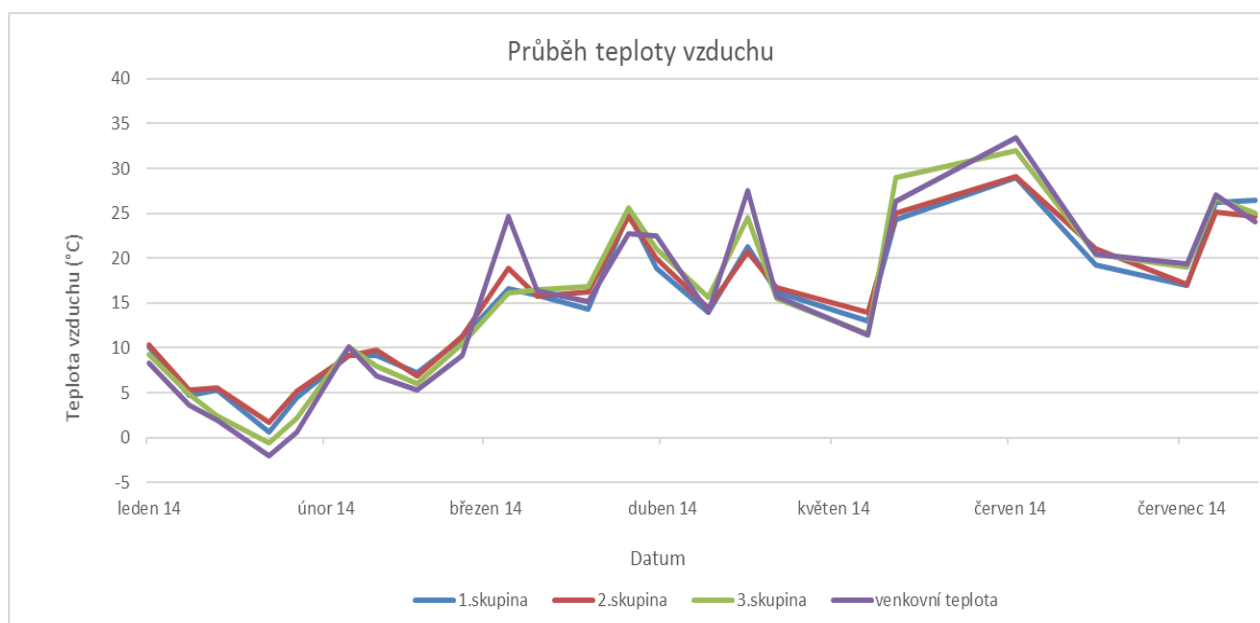
5.4.1 Teplota vzduchu

Vývoj teploty vzduchu ve stáji i v okolním prostředí zaznamenal graf 7. V zimním období klesla teplota vzduchu prostředí na $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Přímě úměrně klesla teplota vzduchu ve stáji 1 a 2. Ve stáji 2 byla ustájena 3. skupina zvířat. Teplota vzduchu zde na konci ledna klesla na $-0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ve stáji 1, kde byly ustájeny 1. a 2. skupina zvířat klesla teplota na $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ačkoliv skot vnímá chladné teploty všeobecně lépe než teploty vysoké (Šoch, 2005), Roenfald (1998) uvedl jako vhodný teplotní interval 5 až $25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Maximální hodnoty byly zaznamenány v červenci. Ve stáji 1 byla naměřena teplota vzduchu $29\text{ }^{\circ}\text{C}$, ve stáji 2 byla maximální teplota vzduchu $32\text{ }^{\circ}\text{C}$. Teplota okolního prostředí byla $33,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Bligh (1973) uvedl, že hodnoty vzduchu nad $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ neumožnily skotu se dostatečně ochlazovat a zvířata vstoupila do teplotního stresu.

Průměrná teplota ve stáji 1 byla $15,16\text{ }^{\circ}\text{C}$, ve stáji číslo 2 byla zaznamenána průměrná hodnota $15,33\text{ }^{\circ}\text{C}$. Průměrná teplota venkovního vzduchu byla $15,20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Změřené průměrné hodnoty odpovídají optimální teplotě prostředí, které byly podle Jacobsena (1998) v intervalu 16 až $25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Graf 7. Komparace vývoje teploty vzduchu ve stáji a v okolním prostředí

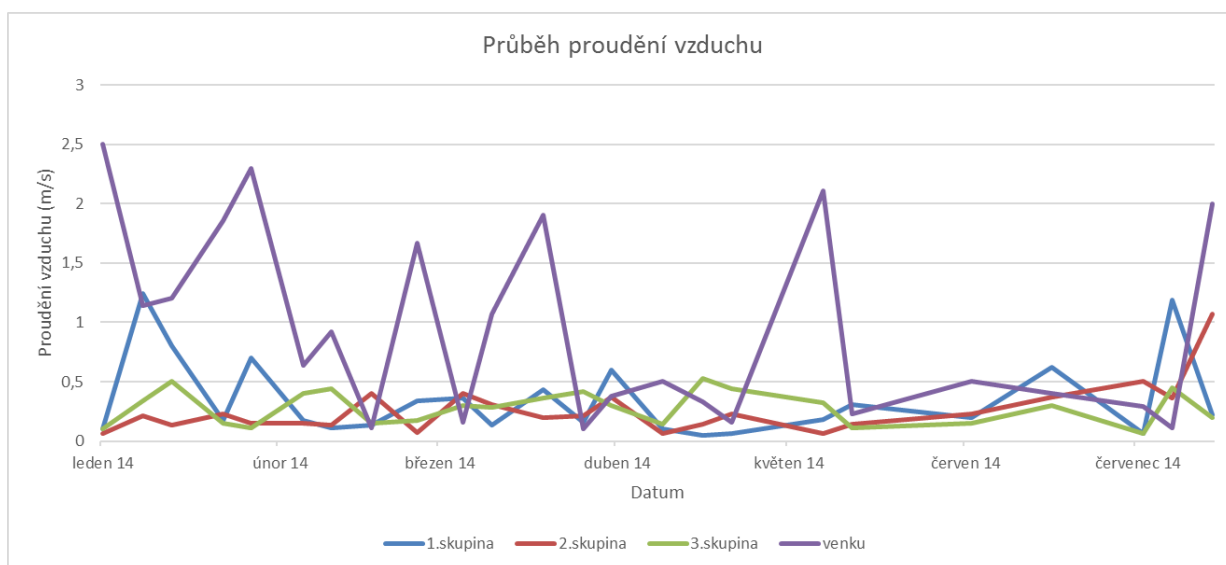


5.4.2 Rychlost proudění vzduchu

Průběh rychlosti proudění vzduchu zaznamenal graf 8. Rychlost proudění vzduchu ve stáji číslo 1 byla v průměru 0,30 m/s a ve stáji číslo 2 byla průměrná rychlost proudění vzduchu 0,28 m/s. V okolním prostředí stáje byla rychlost proudění 0,94 m/s. Kursa et al. (1998) uvedl, že optimální rychlost proudění vzduchu ve stáji by měla být mezi 0,1-0,3 m/s. To znamená, že ve stájích se rychlost proudění vzduchu pohybovala v rozmezí optimálních hodnot.

Maximální hodnota proudění vzduchu 1,24 m/s byla zjištěna ve stáji 1, konkrétně u první skupiny zvířat v měsíci leden. Důvodem mohla být netěsnost vrat. Ve druhé stáji byla zaznamenána nejvyšší hodnota v dubnu 0,53 m/s. Ve venkovním prostředí byla zjištěna nejvyšší rychlost 2,5 m/s. Kursa et al. (1998) také uvedl, že zvířata byla tolerantní k vyšším rychlostem proudění při vysokých teplotách. Nízká teplota a vysoká rychlost proudění mohla zapříčinit značný negativní účinek na tělesnou teplotu či celkový komfort ustájených zvířat (Gay, 2009).

Graf 8. Komparace vývoje rychlosti proudění vzduchu ve stáji a v okolním prostředí



5.4.3 Ochlazovací hodnota prostředí

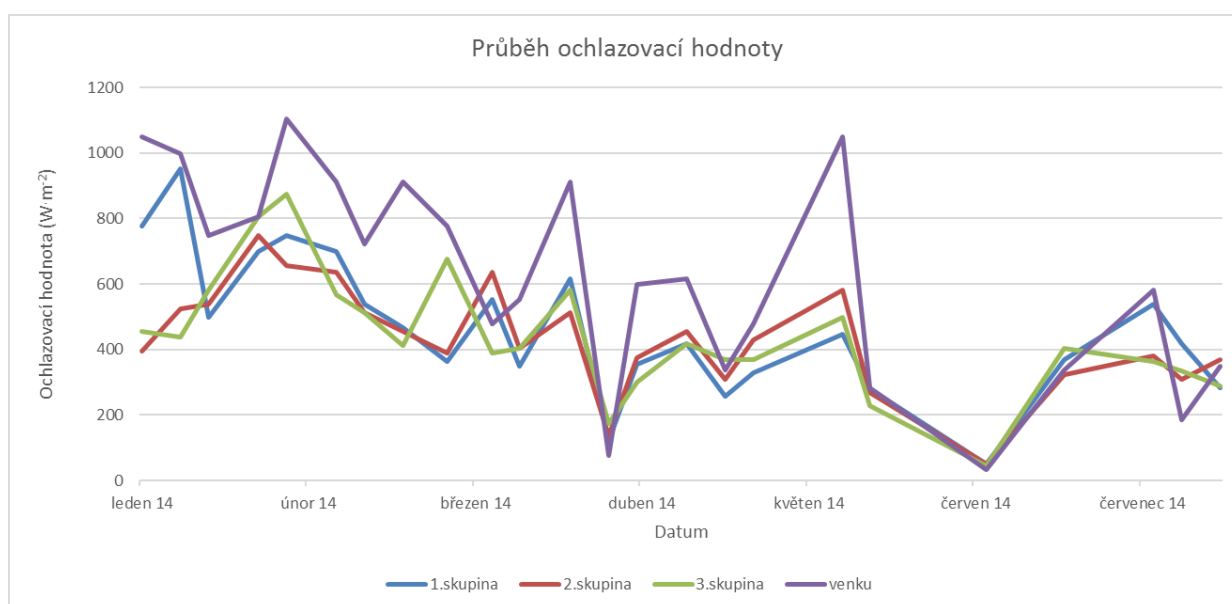
Vývoj ochlazovací hodnoty prostředí v průběhu roku 2014 byl zaznamenán v grafu 9. Ochlazovací hodnota prostředí 1. skupiny byla v průměru 464 W.m^{-2} , 433 W.m^{-2} u druhé skupiny a 437 W.m^{-2} u třetí skupiny dojníc. Průměrná hodnota ochlazovací hodnoty byla ve venkovním prostředí 621 W.m^{-2} .

Šoch (2005) a Sokol et al. (1989) uvedli, že optimální hodnota pro dospělé skot se pohybovala od 290 do 420 W.m^{-2} . Hodnoty nad 500 W.m^{-2} představovaly pro zvířata pocit chladu až zimy. Hodnoty nižší než 170 W.m^{-2} charakterizovaly velmi teplé až dusné prostředí.

Výsledné průměrné hodnoty ochlazovací veličiny, byly u všech skupin nad uvedeným optimem. Problematické byly zimní měsíce, kdy ochlazovací hodnota byla v rozmezí 500 až 900 W.m^{-2} . Výsledné hodnoty ovlivnily komfort ustájených dojníc. Zvířata pociťovala chlad, zimu.

Během letních měsíců ochlazovací hodnota klesala. Extrémně nízká hodnota byla zaznamenána v červnu, kdy panovaly extrémně vysoké teploty, které byly uvedeny v grafu 7. Pro ustájená zvířata to bylo velmi teplé až dusné prostředí.

Graf 9. Komparace vývoje ochlazovací hodnoty prostředí ve stáji a v okolním prostředí



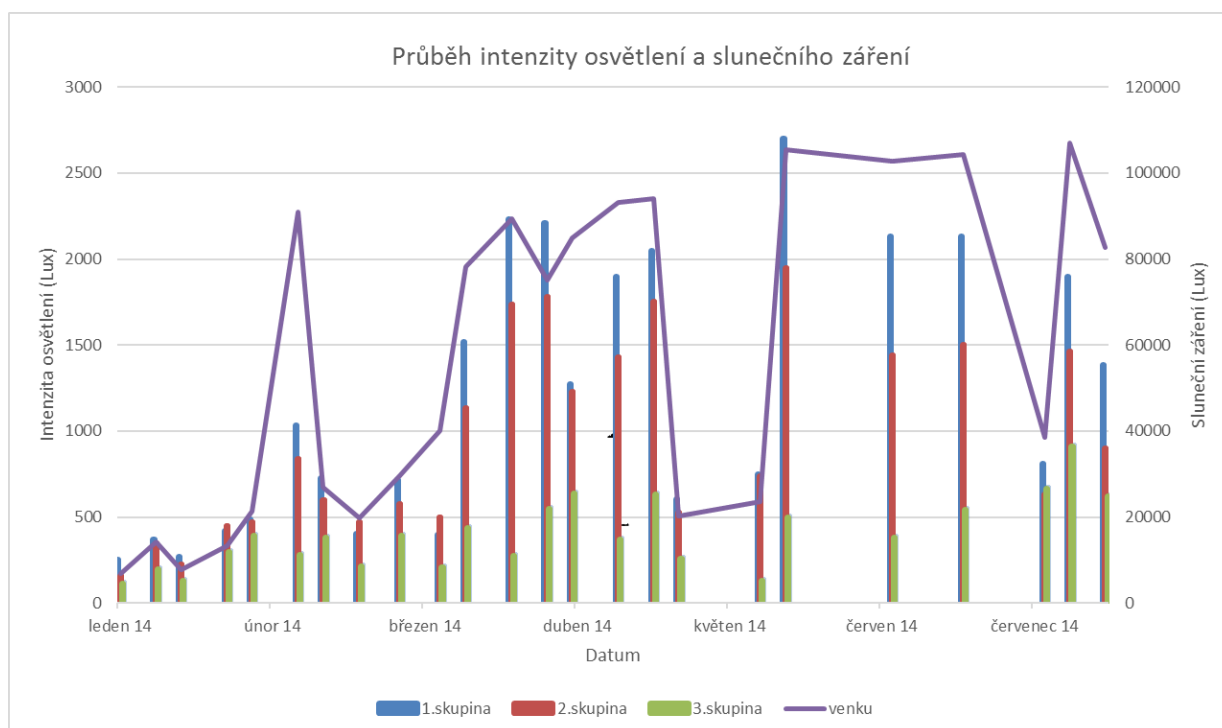
5.4.4 Intenzita osvětlení a slunečního záření

Vývoj intenzity osvětlení a slunečního záření za rok 2014 byl zaznamenán v grafu 10. V zimním období byly zjištěny nižší hodnoty slunečního záření. Naopak v průběhu jarních a letních měsíců byla intenzita slunečního záření vyšší.

Sluneční záření bylo podle Doležala et al. (2002) mikroklimatickým faktorem, který okamžitě ovlivnil welfare hospodářských zvířat. To znamená, že skot byl vůči intenzitě slunečního záření citlivý. Doležal et al. (2013) uvedli, že hodnoty pod 50 luxů krávy vnímaly jako tmu.

Průměrná intenzita slunečního záření byla 57100 luxů. Průměrná intenzita osvětlení 1. skupiny byla 1195 luxů, u druhé skupiny 951 luxů. U třetí skupiny byla zaznamenána průměrná hodnota 396 luxů. Ačkoliv 1. a 2. skupina byly ustájeny ve stejné stáji, průměrné hodnoty byly odlišné. Důvodem bylo umístění sekce 1. skupiny dojníc v blízkosti vrat a umístění sekce 2. skupiny dojníc ve střední části stáje, kde bylo kvůli stavebně konstrukčním důvodům méně luxů. U 3. skupiny bylo změřeno jen 396 luxů. Výsledné průměrné hodnoty 3. skupiny se shodovaly s hodnotami roku 2013.

Graf 10. Komparace vývoje intenzity osvětlení a slunečního záření



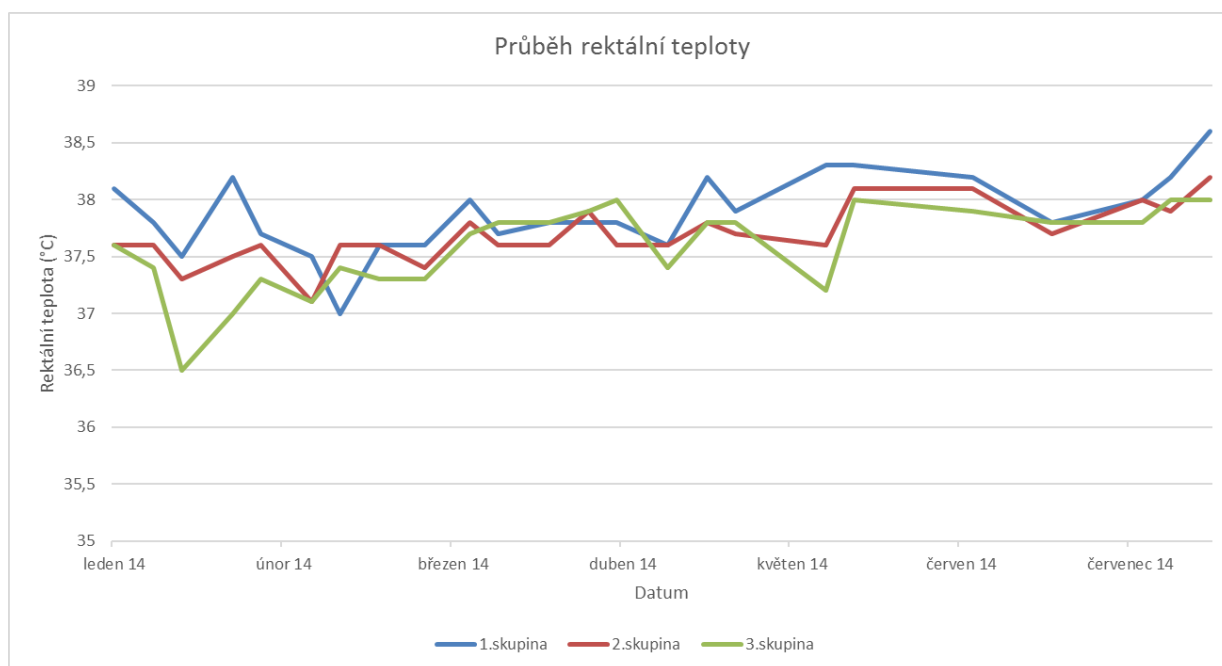
5.4.5 Rektální teplota

Vývoj rektální teploty dojníc za rok 2014 zaznamenal graf 11. Rektální teplota dojníc se zvyšující se teplotou vzduchu přímo úměrně zvyšovala. Také Yousef (1988) a Lough et al. (1989) potvrdili, že rektální teplota se zvyšující se teplotou prostředí stoupala.

První skupina měla v průběhu sledovaného období v komparaci s ostatními skupinami sledovaných dojníc vyšší rektální teplotu. Nejvyšší hodnotou bylo 38,6 °C. Důvodem mohlo být období, ve kterém se dojnice nacházely. To znamenalo druhý den až dva měsíce po otelení. U druhé skupiny zvířat byla změřena nejvyšší rektální teplota 38,2 °C. Nejvyšší hodnota rektální teploty třetí skupiny byla 38 °C.

Rektální teplota byla u všech skupin v průměru 37,7 °C. West (2003) ve své studii uvedl, že ustájená zvířata měla rektální teplotu 38,9 °C. Respektive o 1,2 °C vyšší než byla zjištěna u dojníc na farmě v Petrovicích. Avšak Richter et al. (1983) uvedl, že optimální hodnoty rektální teploty se pohybovaly v rozmezí 37,5 °C až 39,5 °C, v průměru 38,5 °C.

Graf 11. Komparace vývoje rektální teploty zvířat



5.4.6 Relativní vlhkost

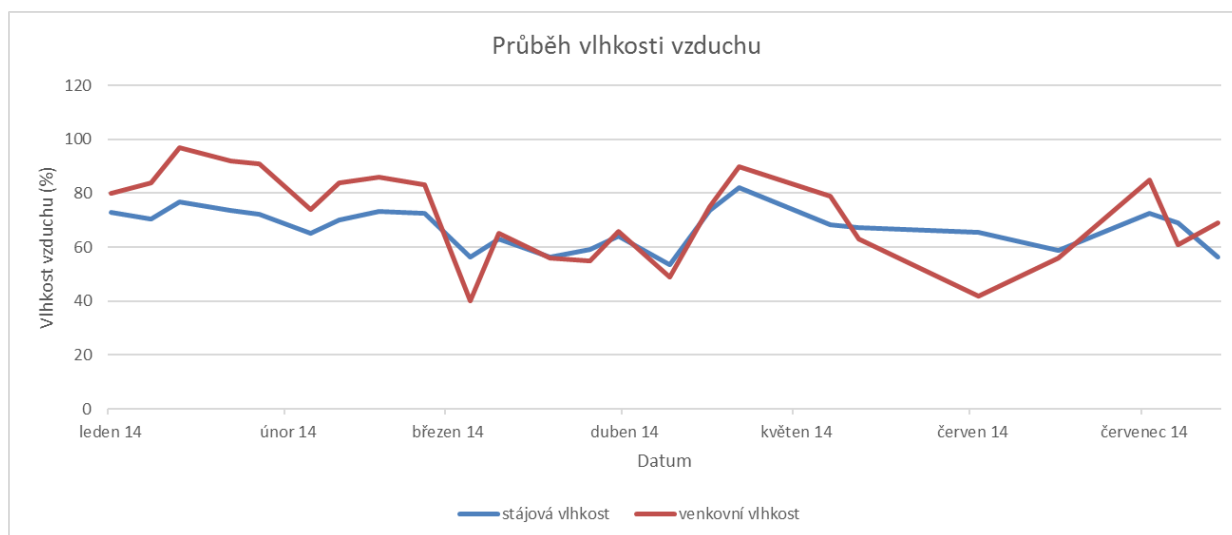
Průběh relativní vlhkosti vzduchu byl zaznamenán v grafu 12. Hodnoty relativní vlhkosti vzduchu klesaly se zvyšující se teplotou vzduchu. V zimním období byla vlhkost vzduchu vyšší a naopak v jarním a letním období nižší.

V průměru byla relativní vlhkost ve stáji 67,2 % a ve venkovním prostředí 71,8 %. Jako vhodné vlhkostní rozmezí uvedl Arundel et al. (1986) relativní vlhkost mezi 40 a 70 %. Výsledné hodnoty se v průměru pohybovaly ve vlhkostním optimu.

Vysoká relativní vlhkost při nízké teplotě vzduchu byla podle Číhalové et al. (1999) především v zimním období. Tvrzení souhlasí s vývojem grafu 12. Ve venkovním prostředí byla zjištěna maximální relativní vlhkost vzduchu 97 % , ve stáji 82,25 %.

Naopak minimální hodnota relativní vlhkosti byla ve stáji 56,17 % a 40 % v okolním prostředí. Podle Štumpfa (1970) a Dobšinského et al. (1976) by neměla relativní vlhkost vzduchu klesnout pod 35 %. Nízká vlhkost pod 35 % by mohla negativně ovlivnit zdravotní stav ustájených zvířat.

Graf 12. Komparace vývoje relativní vlhkosti vzduchu ve stáji a v okolním prostředí



5.5 Korelace mikroklimatických prvků skupin za rok 2013 a 2014

Korelační tabulky byly vyhodnoceny jednotlivě po skupinách za celkové období probíhajícího výzkumu (tabulka 12-14). První skupina byla tvořena zvířaty od 2. dne do 2 měsíců po otelení. Druhá skupina byla tvořena dojnici od 4. do 5. měsíce po otelení. Třetí skupinu tvořily dojnice 7. až 8. měsíc po otelení.

Tabulka 12. Korelační analýza mikroklimatických prvků, rektální teploty a průměrné užitkovosti 1. skupiny

Celková korelace 1. skupiny	teplota vzduchu	proudění vzduchu	ochlazovací hodnota	intenzita osvětlení	vlhkost vzduchu	RT	venkovní teplota	venkovní proudění	venkovní ochl. hodnota	sluneční záření	venkovní vlhkost	průměrná užitkovost
teplota vzduchu	1,000	0,103	-0,734	0,637	-0,189	0,479	0,967	-0,117	-0,863	0,444	-0,600	0,364
proudění vzduchu	0,103	1,000	0,356	0,203	0,045	0,163	0,107	0,015	-0,041	-0,030	0,021	-0,224
ochlazovací hodnota	-0,734	0,356	1,000	-0,402	0,107	-0,225	-0,677	0,136	0,719	-0,329	0,386	-0,407
intenzita osvětlení	0,637	0,203	-0,402	1,000	-0,353	0,234	0,651	-0,223	-0,610	0,232	-0,545	0,394
vlhkost vzduchu	-0,189	0,045	0,107	-0,353	1,000	0,117	-0,207	-0,069	0,111	-0,128	0,737	-0,191
RT	0,479	0,163	-0,225	0,234	0,117	1,000	0,460	0,195	-0,385	0,286	-0,053	0,199
venkovní teplota	0,967	0,107	-0,677	0,651	-0,207	0,460	1,000	-0,217	-0,876	0,436	-0,654	0,352
venkovní proudění	-0,117	0,015	0,136	-0,223	-0,069	0,195	-0,217	1,000	0,368	0,219	0,124	0,063
venkovní ochl. hodnota	-0,863	-0,041	0,719	-0,610	0,111	-0,385	-0,876	0,368	1,000	-0,379	0,548	-0,324
sluneční záření	0,444	-0,030	-0,329	0,232	-0,128	0,286	0,436	0,219	-0,379	1,000	-0,302	0,259
venkovní vlhkost	-0,600	0,021	0,386	-0,545	0,737	-0,053	-0,654	0,124	0,548	-0,302	1,000	-0,250
průměrná užitkovost	0,364	-0,224	-0,407	0,394	-0,191	0,199	0,352	0,063	-0,324	0,259	-0,250	1,000

RT- rektální teplota

venkovní ochl. hodnota- venkovní ochlazovací hodnota

Korelační koeficienty 1. skupiny byly zaznamenány v souhrnné tabulce 12. Úzké korelační vztahy byly zvýrazněny.

Teplota vzduchu ve stáji, teplota vzduchu okolního prostředí, ochlazovací hodnota prostředí a venkovní ochlazovací hodnota prostředí byly vyhodnoceny jako významné mikroklimatické prvky.

Mírný stupeň korelační závislosti byl zjištěn mezi teplotou vzduchu a slunečním zářením (0,444), mezi teplotou vzduchu a rektální teplotou (0,479).

Vysoký stupeň korelační závislosti byl zaznamenán mezi teplotou vzduchu a ochlazovací hodnotou (-0,734). Mezi teplotou vzduchu a venkovní ochlazovací hodnotou byla zjištěna také negativní vysoká korelační závislost (-0,863). Zejdová et al. (2015) uvedli velmi vysoký stupeň korelační závislosti mezi teplotou vzduchu a katahodnotou. Ochlazovací hodnota byla nejvíce ovlivněna teplotou vzduchu.

Naopak nejméně výrazné korelace s ostatními mikroklimatickými prvky se projeví u rychlosti proudění vzduchu a relativní vlhkosti vzduchu. Zejdová et al. (2015) ve studii uvedli rychlost větru jako nejméně výrazně korelující mikroklimatický prvek s ostatními prvky mikroklimatu.

Tabulka 13. Korelační analýza mikroklimatických prvků, rektální teploty a průměrné mléčné užitkovosti 2. skupiny

Celková korelace 2. skupiny	teplota vzduchu	proudění vzduchu	ochlazovací hodnota	intenzita osvětlení	vlhkost vzduchu	RT	venkovní teplota	venkovní proudění	venkovní ochl. hodnota	sluneční záření	venkovní vlhkost	průměrná užitkovost
teplota vzduchu	1,000	0,287	-0,772	0,664	-0,195	0,679	0,971	-0,101	-0,865	0,441	-0,621	0,392
proudění vzduchu	0,287	1,000	0,025	0,208	-0,096	0,410	0,290	0,073	-0,191	0,122	-0,019	-0,082
ochlazovací hodnota	-0,772	0,025	1,000	-0,451	0,036	-0,471	-0,748	0,168	0,753	-0,318	0,432	-0,286
intenzita osvětlení	0,664	0,208	-0,451	1,000	-0,329	0,471	0,640	-0,110	-0,580	0,278	-0,501	0,465
vlhkost vzduchu	-0,195	-0,096	0,036	-0,329	1,000	0,003	-0,207	-0,069	0,111	-0,128	0,737	-0,191
RT	0,679	0,410	-0,471	0,471	0,003	1,000	0,670	-0,048	-0,576	0,363	-0,192	0,256
venkovní teplota	0,971	0,290	-0,748	0,640	-0,207	0,670	1,000	-0,217	-0,876	0,436	-0,654	0,352
venkovní proudění	-0,101	0,073	0,168	-0,110	-0,069	-0,048	-0,217	1,000	0,368	0,219	0,124	0,063
venkovní ochl. hodnota	-0,865	-0,191	0,753	-0,580	0,111	-0,576	-0,876	0,368	1,000	-0,379	0,548	-0,324
sluneční záření	0,441	0,122	-0,318	0,278	-0,128	0,363	0,436	0,219	-0,379	1,000	-0,302	0,259
venkovní vlhkost	-0,621	-0,019	0,432	-0,501	0,737	-0,192	-0,654	0,124	0,548	-0,302	1,000	-0,250
průměrná užitkovost	0,392	-0,082	-0,286	0,465	-0,191	0,256	0,352	0,063	-0,324	0,259	-0,250	1,000

RT- rektální teplota
venkovní ochl. hodnota- venkovní ochlazovací hodnota

Korelační koeficienty 2. skupiny byly zaznamenány v souhrnné tabulce 13. Úzké korelační vztahy byly zvýrazněny.

Shodně jako u 1. skupiny sledovaných dojnic významně korelovala teplota vzduchu s ostatními mikroklimatickými prvky.

Střední a pozitivní stupeň korelační závislosti byl zjištěn mezi teplotou vzduchu a rektální teplotou (0,679) a mezi teplotou vzduchu a intenzitou osvětlení (0,644).

Záporná střední korelační závislost vznikla mezi teplotou vzduchu a venkovní vlhkostí vzduchu (-0,621) a mezi teplotou vzduchu a ochlazovací hodnotou (-0,772). Zejdová et al. (2015) uvedli korelační koeficient teploty vzduchu a katahodnoty (-0,911).

Mezi teplotou vzduchu a venkovní ochlazovací veličinou byl zaznamenán vysoký stupeň korelační závislosti (-0,865).

Výsledné hodnoty potvrdily, že s rostoucí teplotou vzduchu hodnota ochlazovací veličiny klesala a naopak s rostoucí ochlazovací veličinou klesala teplota vzduchu. Podle Šocha (2005) a Sokola et al. (1989) vysoká ochlazovací hodnota prostředí negativně ovlivnila mléčnou užitkovost. Tvzení autorů se nepotvrdilo.

Tabulka 14. Korelační analýza mikroklimatických prvků a rektální teploty 3. Skupiny

Celková korelace 3. skupiny	teplota vzduchu	proudění vzduchu	ochlazovací hodnota	intenzita osvětlení	vlhkost vzduchu	RT	venkovní teplota	venkovní proudění	venkovní ochl. hodnota	sluneční záření	venkovní vlhkost
teplota vzduchu	1,000	0,255	-0,801	0,525	-0,210	0,659	0,975	-0,148	-0,855	0,458	-0,628
proudění vzduchu	0,255	1,000	0,034	0,158	-0,036	0,328	0,257	0,223	-0,191	0,367	-0,058
ochlazovací hodnota	-0,801	0,034	1,000	-0,301	0,084	-0,463	-0,786	0,034	0,745	-0,290	0,479
intenzita osvětlení	0,525	0,158	-0,301	1,000	-0,097	0,401	0,516	-0,269	-0,555	0,406	-0,291
vlhkost vzduchu	-0,210	-0,036	0,084	-0,097	1,000	-0,007	-0,207	-0,069	0,111	-0,128	0,737
RT	0,659	0,328	-0,463	0,401	-0,007	1,000	0,637	-0,099	-0,523	0,416	-0,257
venkovní teplota	0,975	0,257	-0,786	0,516	-0,207	0,637	1,000	-0,217	-0,876	0,436	-0,654
venkovní proudění	-0,148	0,223	0,034	-0,269	-0,069	-0,099	-0,217	1,000	0,368	0,219	0,124
venkovní ochl. hodnota	-0,855	-0,191	0,745	-0,555	0,111	-0,523	-0,876	0,368	1,000	-0,379	0,548
sluneční záření	0,458	0,367	-0,290	0,406	-0,128	0,416	0,436	0,219	-0,379	1,000	-0,302
venkovní vlhkost	-0,628	-0,058	0,479	-0,291	0,737	-0,257	-0,654	0,124	0,548	-0,302	1,000

RT- rektální teplota

venkovní ochl. hodnota- venkovní ochlazovací hodnota

Korelační koeficienty 3. skupiny byly zaznamenány v souhrnné tabulce 14. Úzké korelační vztahy byly zvýrazněny.

Teplota vzduchu shodně výrazně korelovala s rektální teplotou dojnic, korelační koeficient (0,659). Střední záporná korelační závislost byla zjištěna mezi teplotou vzduchu a relativní vlhkostí okolního prostředí (-0,628).

Vysoký a záporný stupeň korelační závislosti byl zaznamenán mezi teplotou vzduchu a ochlazovací hodnotou ve stáji (-0,801) a mezi teplotou vzduchu ve stáji a venkovní ochlazovací hodnotou (-0,855).

Ačkoliv 3. skupina dojnic byla ustájena ve stáji číslo 2, korelační koeficienty potvrdily výsledné hodnoty korelačních koeficientů 1. a 2. skupiny. Respektive potvrdily významnost teploty vzduchu a ochlazovací hodnoty podle Sokola et al.(1989), Šocha (2005) a Zejdové et al. (2015) jako mikroklimatických prvků, které úzce korelovaly s ostatními mikroklimatickými prvky.

5.6 Souhrnný grafický průběh měřených hodnot v roce 2013 a 2014

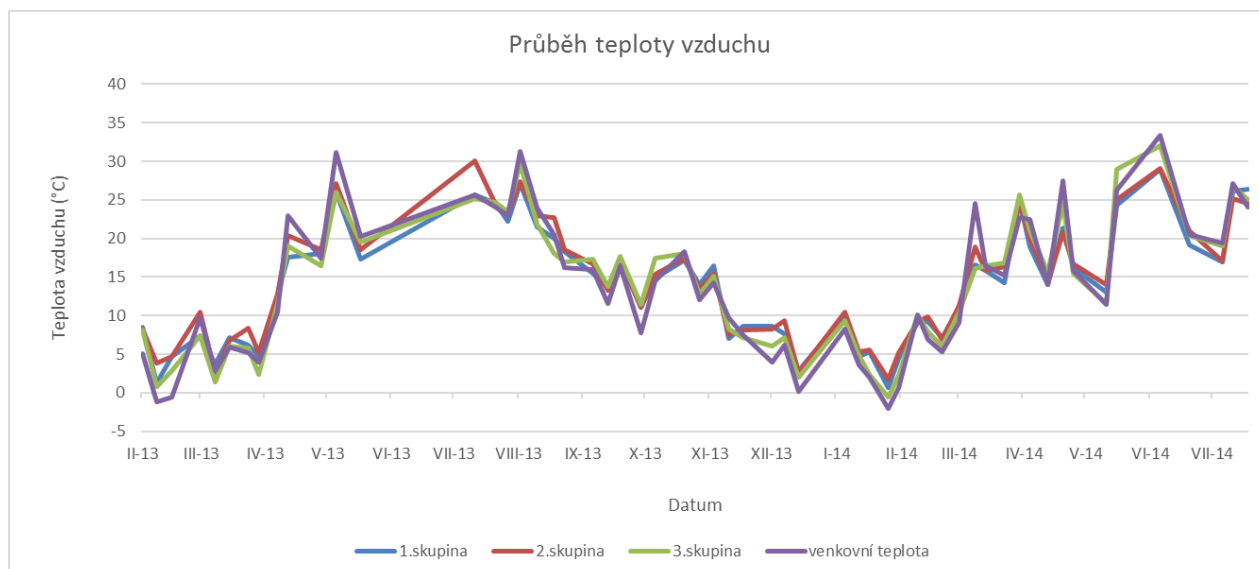
5.6.1 Teplota vzduchu

Vývoj teploty vzduchu za celé období pokusu souhrnně zobrazil graf 13. Křivky teploty vzduchu klesaly během chladného zimního období a naopak v průběhu letního období se teplota vzduchu zvyšovala.

Autoři se v údajích o optimálních teplotách vzduchu liší. Jacobsen (1998) uvedl, že optimální hodnoty teploty prostředí pro dojnice se pohybují v intervalu mezi 16 °C až 25 °C. Ovšem Roenfaldt (1998) uvedl jako vhodnou teplotu prostředí pro dobytek mezi 5 °C až 25 °C.

Teplota vzduchu ve stáji zmíněné mezní limity autorů splňovala v období od jara do podzimu. S výjimkami v letním období, kdy panovaly vysoké teploty a u zvířat mohlo docházet k tepelnému stresu, neboť Blight (1973) uvedl, že tepelný stres vzniká při hodnotě nad 25 °C a hodnotách vyšších. Naopak v zimním období klesala pod 5 °C.

Graf 13. Komparace vývoje teploty vzduchu ve stáji a v okolním prostředí



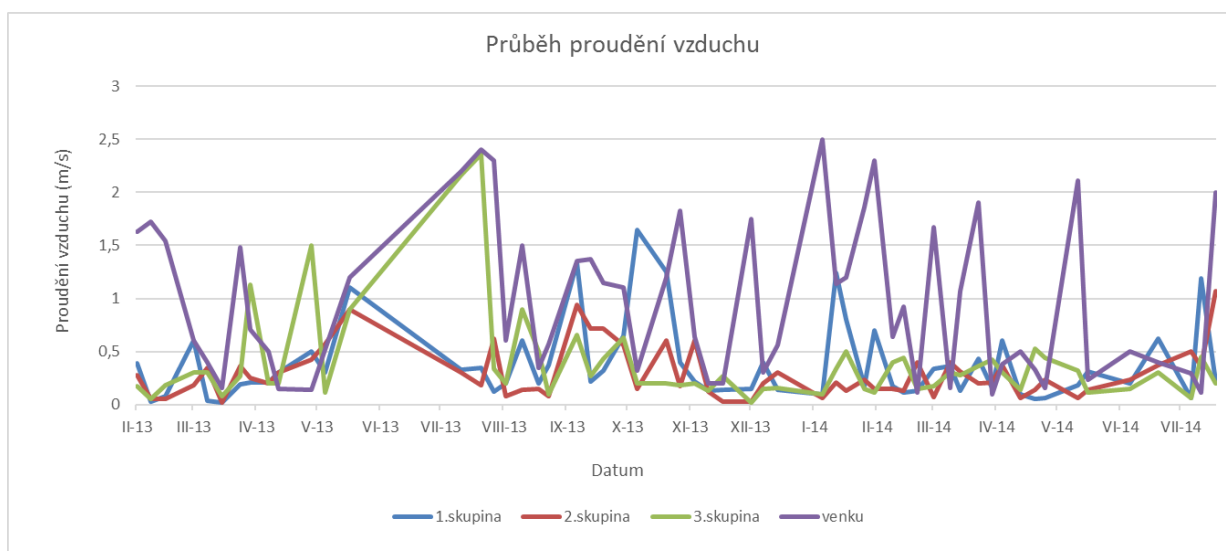
5.6.2 Rychlost proudění vzduchu

Vývoj rychlosti proudění vzduchu byl zobrazen v grafu 14. Při komparaci rychlosti proudění vzduchu jednotlivých skupin bylo zjištěno, že 1. skupina a 3. skupina reagovaly na změny rychlosti vzduchu okolního prostředí výrazněji než 2. skupina. Důvodem naměřených hodnot 1., 2. a 3. skupiny bylo samotné umístění jednotlivých sekcí ve stájích. 1. a 3. skupina byly ustájeny v sekci v blízkosti vrat. V těchto místech vznikaly podle Gebremedhina et al. (2003) složité a nerovnoměrné poměry proudění vzduchu. Naopak 2. skupina dojnic se nacházela uprostřed stáje, kde proudění vzduchu již nebylo tak ovlivněno venkovním prouděním vzduchu.

Průměrná rychlost proudění vzduchu potvrdila, že 1. a 3. skupina byly vystaveny vyššímu proudění. Průměrná rychlost proudění vzduchu 1. skupiny byla 0,38 m/s a 3. skupiny 0,39 m/s. Průměrná rychlost proudění vzduchu 2. skupiny byla 0,29 m/s. V okolním prostředí byla průměrná hodnota proudění vzduchu 0,97 m/s.

Podle Šocha (2005) je optimální rychlost proudění vzduchu ve stáji mezi 0,1-0,3 m/s. Z průměrných hodnot byla v optimu jen 2. skupina. 1. a 3. skupina byly zvýšené.

Graf 14. Komparace vývoje rychlosti proudění vzduchu ve stáji a v okolním prostředí



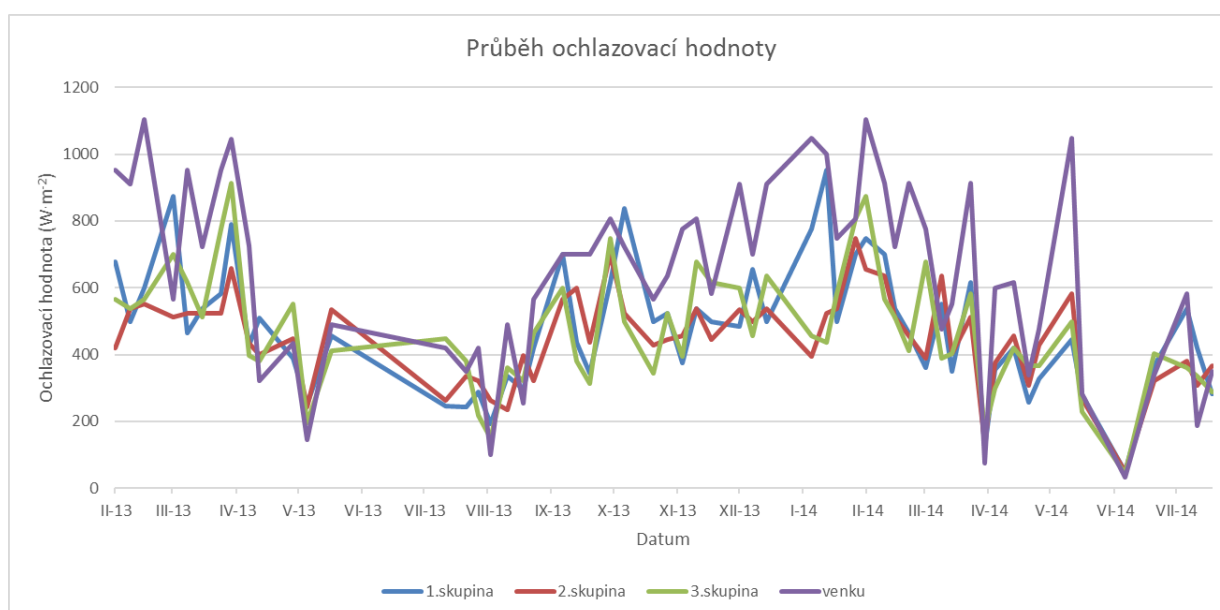
5.6.3 Ochlazovací hodnota prostředí

Vývoj ochlazovací hodnoty v průběhu pokusu byl zaznamenán v grafu 15. Průběh ochlazovací hodnoty se v průběhu roku měnil. V chladnějších částech roku byly zaznamenány vysoké hodnoty ochlazovací veličiny. V teplejších částech roku ochlazovací veličina klesala.

Maximální hodnoty ochlazovací veličiny byly u 1. skupiny $953 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, u 2. skupiny $749 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ a $912,5 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ u 3. skupiny dojníc. Podle Šocha (2005) představují hodnoty nad $500 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ pro zvířata pocit chladu až zimy. Naměřené hodnoty byly výsledkem kombinace mikroklimatických prvků. Vysoké ochlazovací hodnoty prostředí mohly ovlivnit například mléčnou užitkovost krav (Šoch et al., 2003).

Průměrná hodnota ochlazovací veličiny první skupiny byla $478 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, $448 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ druhé skupiny a $469 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ třetí skupiny. Hodnoty byly podle Sokola et al. (1989) zvýšené. Optimálně by se měly pohybovat v rozmezí od 290 do $420 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.

Graf 15. Komparace vývoje ochlazovací hodnoty prostředí ve stáji a v okolním prostředí



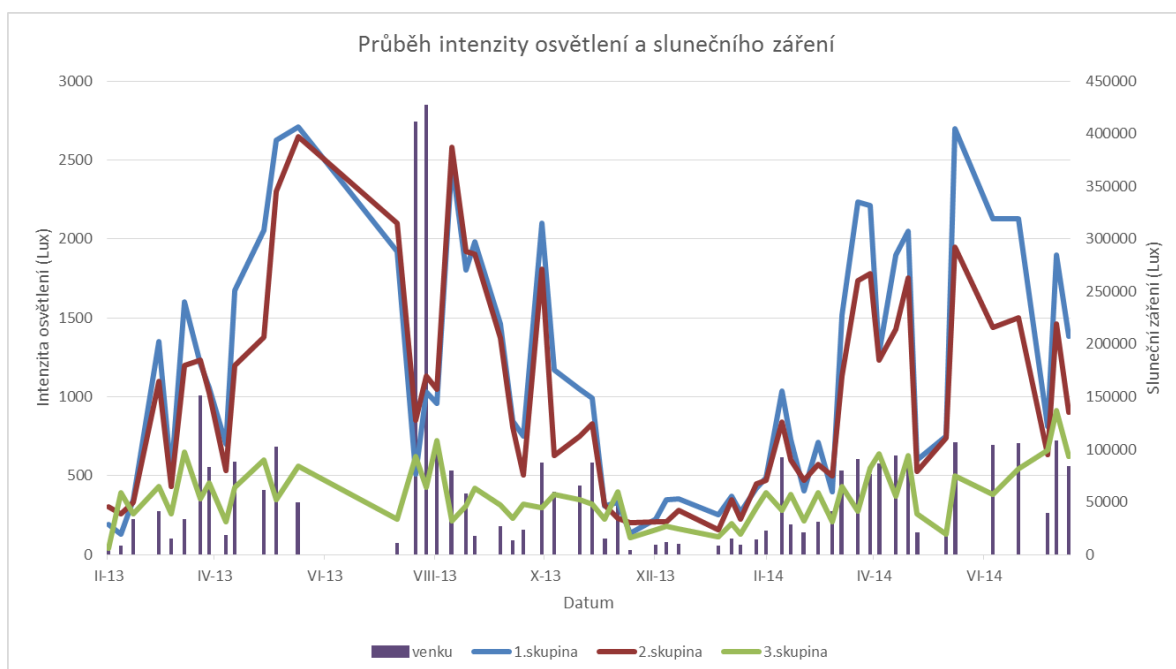
5.6.4 Intenzita osvětlení a slunečního záření

Vývoj intenzity osvětlení a slunečního záření v průběhu pokusu byl zobrazen v grafu 16.

Zjištěná intenzita osvětlení 1. a 2. skupiny byla v komparaci se 3. skupinou značně vyšší. Zjištěný fakt potvrzují i průměrné hodnoty intenzity osvětlení naměřené ve stájích. U 1. skupiny byla naměřena průměrná intenzita osvětlení 1151 luxů, 990 luxů u 2. skupiny a 366 luxů u 3. skupiny. Průměrná hodnota slunečního záření byla 57100 luxů. Stavebně konstrukční vlastnosti stáje měly signifikantní vliv na úroveň osvětlení stájí.

Doležal (2013) uvedl, že skot všeobecně upřednostňuje světlo před tmou. Vhodná hodnota osvětlení by se měla pohybovat v hodnotách 150-200 luxů. Jiné zdroje uvádějí 250 luxů. Intenzitu osvětlení vnímají dojnice velmi citlivě (Hillman et al., 2005). V pokusných stájích byly naměřeny vyšší hodnoty, než autoři uvedli.

Graf 16. Komparace vývoje intenzity osvětlení a slunečního záření



5.6.5 Rektální teplota zvířat

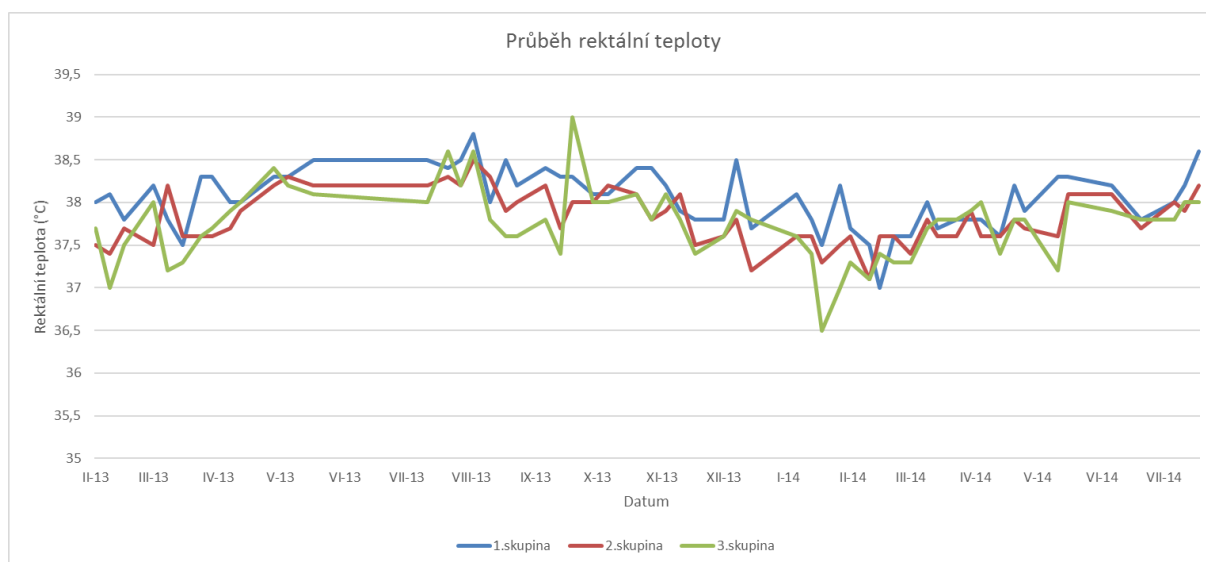
Průběh rektální teploty dojnic byl zobrazen v grafu 17. Rektální teplota sledovaných zvířat se přímo úměrně zvyšovala s teplotou vzduchu. Během chladných měsíců byla rektální teplota nižší než tomu bylo v průběhu teplého období. Výsledky souhlasí s tvrzením Yousefa (1988) i Lougha et al.(1989).

První skupina v rozdoji vykazovala nejvyšší hodnoty rektální teploty. Průměrná hodnota byla 38,1 °C. Druhá skupina s vysokým nádojem vykazovala nižší hodnoty rektální teploty. Průměrná hodnota byla 37,8 °C. U třetí skupiny, kde zvířata byla zasušována, byla zjištěna nejnižší rektální teplota. Průměrná hodnota byla 37,7 °C.

V komparaci se studií Westa (2003) byla průměrná rektální teplota o 0,8 °C vyšší než tomu bylo na farmě v Petrovicích.

I přes to se zjištěné hodnoty rektální teploty sledovaných zvířat pohybovaly v rozmezí optimálních hodnot 37,5 °C až 39,5 °C, které uvádí Richter et al. (1983).

Graf 17. Komparace vývoje rektální teploty zvířat



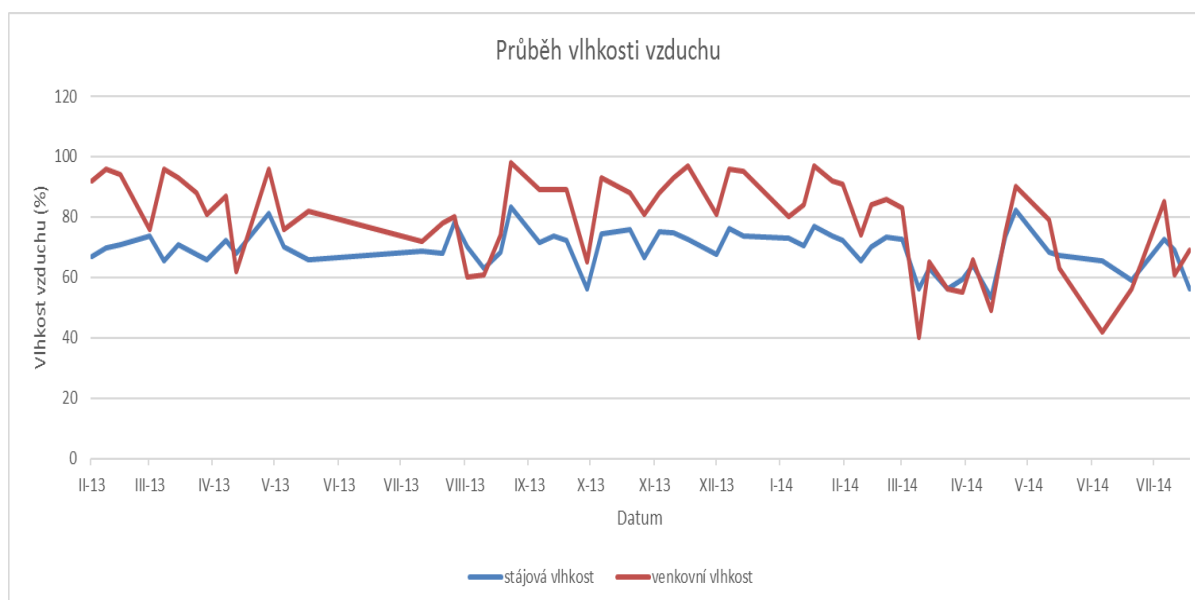
5.6.6 Relativní vlhkost vzduchu

Vývoj relativní vlhkosti vzduchu byl zaznamenán v grafu 18. Relativní vlhkost vzduchu byla v průběhu pokusu relativně konstantní. Stájová relativní vlhkost byla nižší než relativní vlhkost okolního prostředí. V průměru byla vlhkost ve stáji 69 % a vlhkost venkovní prostředí 79 %. Podle Arundela et al. (1986) byly naměřené stájové hodnoty vlhkosti vzduchu v rozmezí optima.

Ve stájích nebyl zjištěn příliš suchý vzduch, který by dosahoval hodnot pod 35 % a ovlivňoval přirozené protiinfekční bariéry (Štumpf 1970). V našich klimatických podmínkách se vyskytuje jen zřídka (Šoch, 2005). Současně nebyly naměřeny ani vysoké hodnoty relativní vlhkosti, které by přesahovaly 85 %.

Problematický mohl být podle Nováka et al. (1996) vlhký teplý vzduch, který by odnímal méně tepla kondukcí a odpařováním vody z těla než vzduch suchý. Ve výsledku mohla být snížena mléčná produkce. Avšak v pokusných stájích převažovaly optimální hodnoty relativní vlhkosti vzduchu s teplotou vzduchu.

Graf 18. Komparace vývoje relativní vlhkosti vzduchu ve stáji a v okolním prostředí

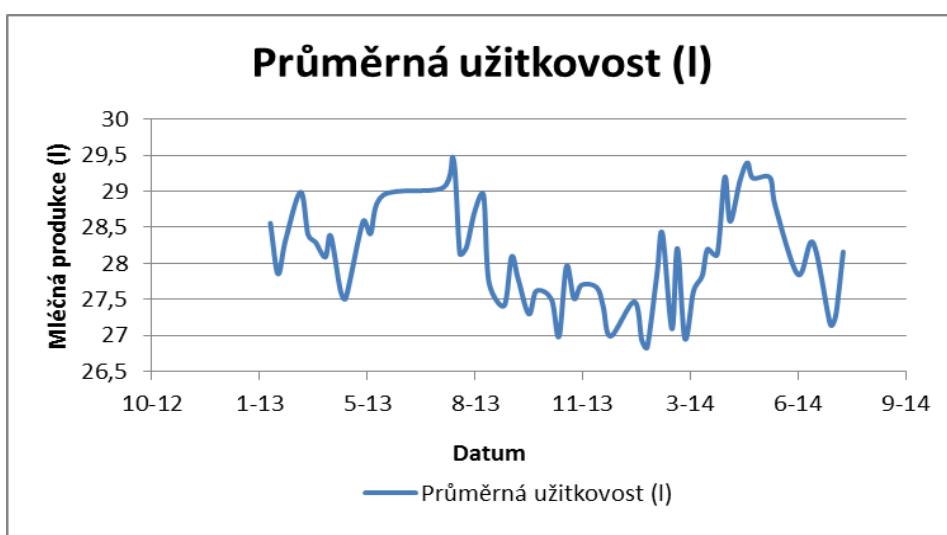


5.7 Mléčná užitkovost

Vývoj průměrné mléčné užitkovosti byl zaznamenán v grafu 19. Mléčná užitkovost se měnila v průběhu trvání pokusu. V zimních měsících byly hodnoty nižší, naopak v letních měsících se průměrná mléčná užitkovost zvyšovala. To znamená, že mléčná produkce kolísala během každého roku (Kvapilík, 1995; Šoch, 2005).

Nejvyšší průměrná hodnota byla změřena v červenci 2013, 29,04 litrů. Ačkoliv autoři uvádějí, že při vysoké teplotě vzduchu klesá mléčná produkce dojnic (Albright et al., 1972; Lu, 1989; Armstrong, 1994; West, 1994; Settar et al., 1999; Kadzere et al. 2002; Uzal et al., 2008; Ghorbani et al., 2009; Havlík, 2011), v pokusu byl zjištěn opak. Teplota vzduchu se pohybovala mezi 25 a 30 °C. I přes vysoké teploty vzduchu byla mléčná produkce vysoká.

Graf 19. Průměrná mléčná užitkovost



Datum: měsíc-rok

5.8 Komparace vybraných mikroklimatických prvků s THI indexem a rektální teplotou

V tabulce 15 byly zaznamenány průměrné hodnoty teploty vzduchu, relativní vlhkosti vzduchu, index THI a rektální teplota jednotlivých skupin a podmínek okolního prostředí.

Podle NADIS (2015) výsledné hodnoty indexu THI nevykazovaly u zvířat tepelný stres. Ravagnolo et al. (2002) uvedl, že hodnoty THI, které překračovaly hodnotu 72 a snižovaly

mléčnou produkci. Avšak hodnoty THI indexu se v průběhu pokusu pohybovaly v rozmezí hodnot 57-60.

Hodnoty rektální teploty odpovídaly tvrzení Lemerla a Goddarda (1986), podle kterých hodnota THI vyšší než 80 zvýšila rektální teplotu zvířat. V pokusu byly zjištěny optimální hodnoty rektální teploty (Richter et al. (1983) a hodnoty THI indexu, které nevyvolaly tepelný stres (NADIS, 2015).

Tabulka 15. Komparace průměrných hodnot mikroklimatických prvků, THI indexu a rektální teploty

2013

	Teplota vzduchu (°C)	Relativní vlhkost (%)	THI	Rektální teplota (°C)
1. skupina	13,6	71	57	38,2
2. skupina	14,3	71	67	37,9
3. skupina	13,4	71	57	37,9
Prostředí	13,2	84	57	-

2014

	Teplota vzduchu (°C)	Relativní vlhkost (%)	THI	Rektální teplota (°C)
1. skupina	15,0	67	59	37,8
2. skupina	15,4	66	60	37,7
3. skupina	15,3	67	60	37,6
Prostředí	15,2	72	60	-

Z korelačních koeficientů pokusu prvního i druhého roku vyplynulo, že nejvýznamnějším mikroklimatickým parametrem, který se ve stájovém prostředí vyskytoval a úzce koreloval s ostatními mikroklimatickými parametry, byly teplota vzduchu a ochlazovací hodnota prostředí.

Ovšem pro komplexní vyhodnocení mikroklimatických podmínek a mikroklimatických parametrů, které je indikovaly a možnosti dalšího vývoje pro vytvoření automatizovaného systému vyhodnocování a řízení kvality mikroklimatu se jako nejvíce vhodná jevila ochlazovací hodnota prostředí neboli katahodnota.

5.9 Zemědělské družstvo Opařany- teletník Řepeč

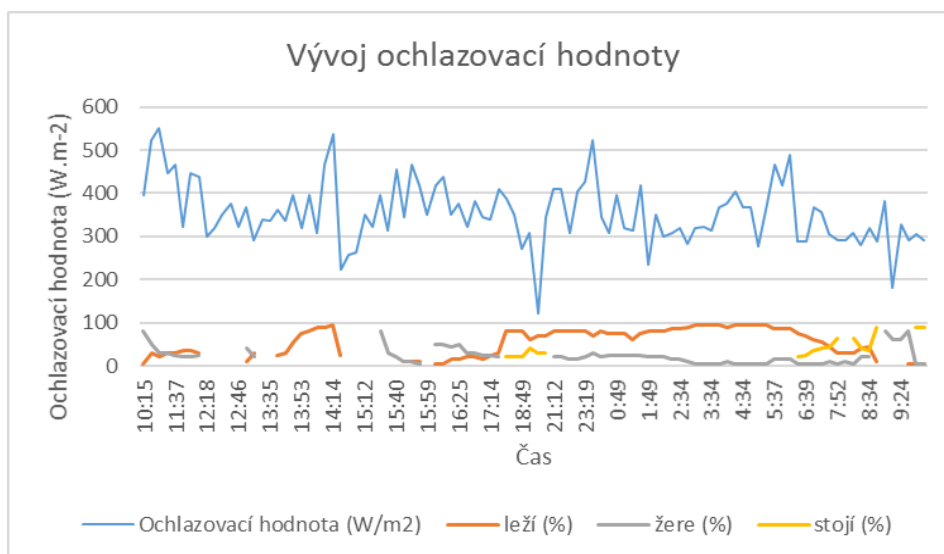
Ve spolupráci s firmou Agrosoft Tábor, s.r.o. byl na základě předchozích výsledků sestaven a následně testován nový systém sledování mikroklimatu ve stáji.

Cílem pokusu bylo ověřit spolehlivost měření ochlazovací hodnoty respektive katahodnoty snímané funkčním prototypem elektronického přístroje se skleněným Hillovým katateploměrem.

5.9.1 Ochlazovací hodnota a etologické pozorování

Graf 20 zobrazil průběh etologického pozorování a katahodnoty. Ve stáji bylo procentuálně pozorováno z celkového počtu 320 kusů zvířat ve věku od 5 do 15 měsíců, kolik jich v daný okamžik leželo, žralo a stálo.

Graf 20. Komparace katahodnoty a etologického pozorování



Šoch (2005) uvedl, že je velmi důležité zajistit zvířatům vhodné místo pro odpočinek. Zvířata se adaptují a aklimatizují v horku obtížněji než v chladu. Mnohem snadnější je zvýšit produkci tepla, pokud je dostatek potravy, než snížit produkci tepla danou metabolickými procesy nezbytnými k udržení života.

Na základě grafu 20 bylo zjištěno, že průměrná hodnota ochlazovací hodnoty prostředí byla $354 W \cdot m^{-2}$. Podle Burdy (1981) byla hodnota pro zvířata optimální. Maximální hodnota

byla naměřena 552 W.m^{-2} . Burda (1981) i Šoch (2005) uvedli, že hodnoty nad 500 W.m^{-2} představovaly pro zvířata pocit chladu a zimy. Naopak minimální zjištěná hodnota byla 123 W.m^{-2} . Autoři uvedli, že hodnoty nižší než 170 W.m^{-2} charakterizovaly velmi teplé až dusné prostředí.

V případě minimální naměřené katahodnoty při ručním měření mohlo dojít k chybnému záznamu. Avšak dle průměrných hodnot ochlazovací konstanty bylo zjištěno, že zvířata byla v optimálním až chladnějším prostředí (Burda, 1981; Sokol et al., 1989; Šoch, 2005). Vždy je totiž nutné zohlednit kromě mikroklimatických prvků i rozdílná konstrukční řešení stájí, která mohou ovlivnit jednotlivé prvky mikroklimatu (Bleizgys et al., 2006; Brandes, 2011).

Ze záznamu etologicky pozorované aktivity zvířat bylo zjištěno, že mikroklimatické podmínky neovlivnily negativně ustájená zvířata. Z grafu 20 bylo zjištěno, že zvýšení ochlazovací hodnoty prostředí vyvolalo mírné zvýšení frekvence žraní a naopak při poklesu ochlazovací hodnoty došlo k mírnému poklesu frekvence žraní. Hodnoty počtu ležících zvířat byl zároveň ovlivněn počtem zvířat, která v daný okamžik žrala. Tvrzení Tuckera et al. (2009) souhlasilo se zjištěnými poznatky, že čas, který zvířata strávila žráním, mírně ovlivnil celkový čas ležení pozorovaných zvířat.

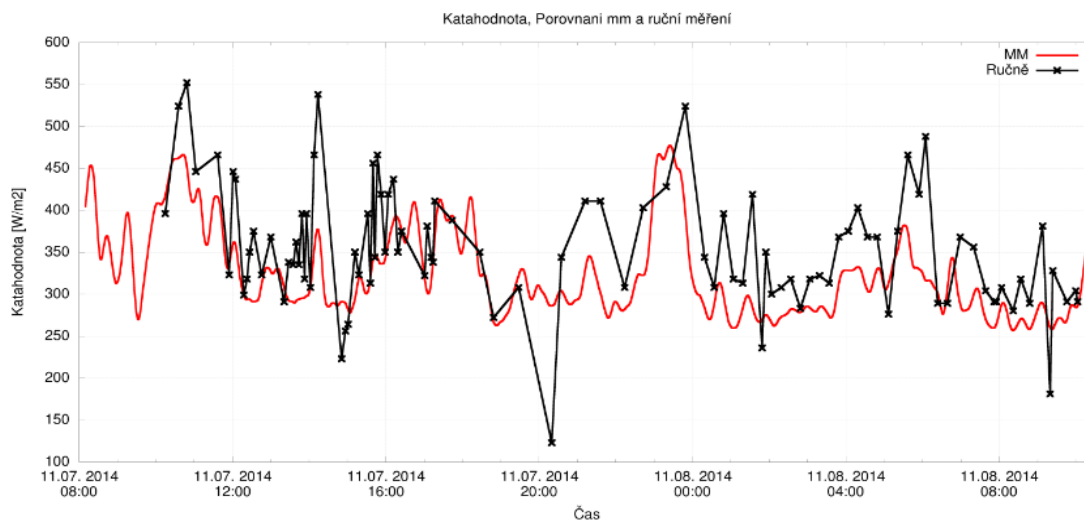
5.9.2 Hillův skleněný katateploměr a testovaný prototyp přístroje

Vývoj ochlazovací hodnoty zaznamenané pomocí Hillova katateploměru a testovaného prototypu přístroje zobrazil graf 21.

V průběhu 24 hodin ručně snímaná katahodnota vykazovala vyšší výkyvy maximálních a minimálních hodnot ochlazovací veličiny. Naopak testovaný záznam elektrického měřícího prototypu přístroje vykazoval konstantnější hodnoty v průběhu celého pokusu. Data byla plynule zaznamenána.

Komparací křivek katateploměrů bylo zjištěno, že elektrický testovaný prototyp přístroje přímo úměrně a spolehlivě měřil ochlazovací hodnotu prostředí. V okamžiku kdy se ručně měřená ochlazovací hodnota prostředí zvyšovala, zvyšovala se i hodnota měřená prototypem přístroje a naopak. V průběhu testování prototypu přístroje nebyly zjištěny nesrovnalé výkyvy katahodnoty.

Graf 21. Ověření měření snímání katahodnoty pomocí ručního měření Hillovým katateploměrem a funkčním prototypem testovacího přístroje (Zdroj: Agrosoft Tábor, s.r.o.)



MM- testovaný prototyp přístroje na měření katahodnoty

5.9.3 Záznam mikroklimatických prvků

Průběh hodnot teploty vzduchu, relativní vlhkosti, katahodnoty, oxidu uhličitého, metanu a sirovodíku byly zobrazeny v grafu 22.

Teplota vzduchu byla na počátku záznamu 15 °C. Podle Roenfalda (1998) se jednalo o vhodnou teplotu prostředí pro dobytek. Následně teplota vzduchu klesala až na 6,5 °C. Johnson (1987) a Schmidt et al. (1988) uvedli, že 6,5 °C bylo stále optimální hodnotou prostředí.

Ochlazovací hodnota byla na počátku záznamu na úrovni 250 W.m⁻². V průběhu záznamu se s klesající teplotou vzduchu zvyšovala a naopak ochlazovací hodnota klesala se zvyšující se teplotou vzduchu. Při maximální hodnotě 570 W.m⁻² pocítovala ustájená zvířata chlad a zimu, jež uvádějí Burda (1981), Sokol et al. (1989) a Šoch (2005). Vývoj křivky ochlazovací hodnoty byl nepřímo úměrný s křivkou teploty vzduchu.

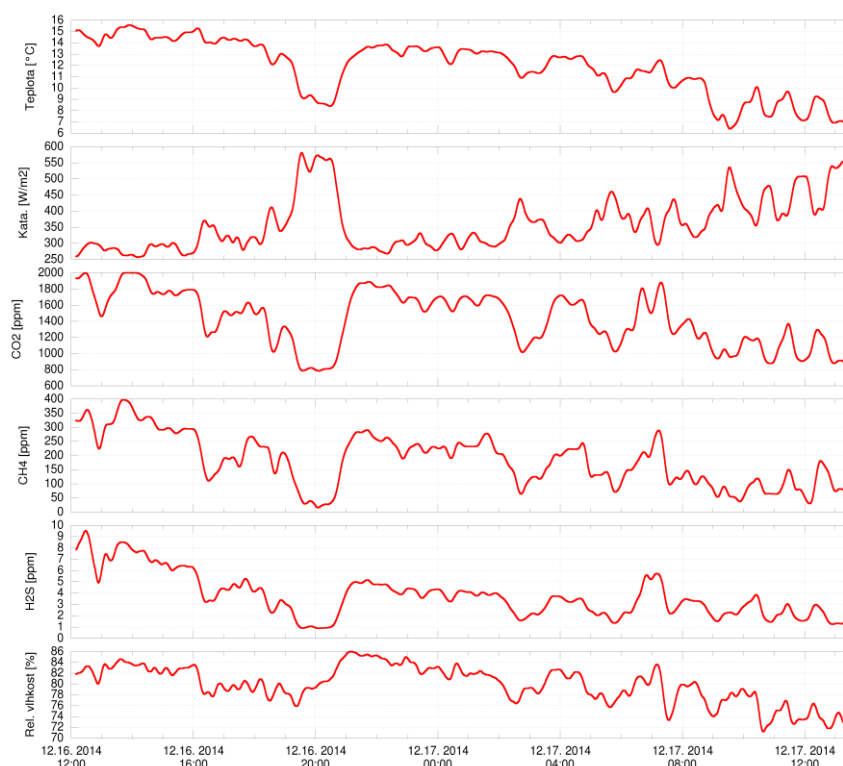
Relativní vlhkost vzduchu byla na počátku záznamu 82 %. Zjištěné hodnoty se shodovaly s výsledky relativní vlhkosti vzduchu pokusu na farmě v Petrovicích (graf 12), kde byla naměřena ve stáji relativní vlhkost 82,25 %. V obou případech se jednalo o záznam relativní vlhkosti v zimním období. Podle Arundela et al.(1986) byla hodnota relativní vlhkosti vzduchu nad optimálním rozmezím, které uvedl mezi 40 až 70 %.

Hodnota vzduchu ve stáji následně mírně klesala, se zvyšující se teplotou vzduchu rostla až na 86 % a následně opět klesala. Všeobecně vysoká relativní vlhkost při nízké teplotě vzduchu byla ve stájích v zimním období značně problematická (Číhalová et al., 1999).

Plyny, které byly ve stáji měřeny, mohou být podle Šocha (2005) i při nízkých koncentracích toxické. Čidlo pro záznam oxidu uhličitého měřilo koncentraci plynu v rozmezí od 0 do 2000 ppm. Zjištěné hodnoty oxidu uhličitého se pohybovaly v rozmezí od 800 do 2000 ppm. Hodnota 2000 ppm však nebyla odpovídající skutečnosti, neboť bylo zřejmé, že koncentrace plynu se stále zvyšovala nad možnosti měřícího čidla.

Podle Hány (2011) koncentrace oxidu uhličitého, které neměly účinek na fyziologické funkce ustájených zvířat, se pohybovaly v koncentracích od 1000 do 3000 ppm. Kursa (1986) uvedl, že v některých případech nevětraných stájích bylo možné naměřit koncentrace od 5000 do 10000 ppm oxidu uhličitého. V pokusu se hodnoty oxidu uhličitého pohybovaly ve vyšším optimu. Avšak zvířata nevykazovala známky negativního vlivu působení plynu jako apatie či snížené chutě k žrádlu.

Graf 22. Záznam průběhu mikroklimatických veličin ve stáji Řepeč (Agrosoft Tábor, s.r.o.)



Čidlo pro měření metanu zaznamenávalo koncentrace plynu v rozmezí od 0 do 400 ppm. Koncentrace zjištěné ve stáji se pohybovaly v rozmezí od 20 do 400 ppm. Podle IZR (15. 6.

2015) mohou vysoké koncentrace metanu způsobovat až udušení v důsledku nedostatečného přísunu kyslíku. Avšak ve stáji nebyly zaznamenány vysoké koncentrace metanu, které by ohrožovaly zvířata na životech. Křivka metanu klesala a rostla obdobně jako křivka oxidu uhličitého. Křivky metanu a katahodnoty byly po komparaci v nepřímém lineárním vztahu.

Čidlo pro záznam sirovodíku zaznamenávalo koncentrace plynu v rozmezí od 0 do 10 ppm. Kurvits et al. (1998), Ni et al. (2002) a Guo et al. (2004) uvedli, že sirovodík společně s ostatními plyny vzniká ve skladovacích jednotkách hnoje. Maximální koncentrace pro sirovodík byla uvedena do 10 ppm. Sun et al. (2010) ve studii uvedli, že sirovodík je sezónním plynem. Vysoké koncentrace byly zjištěny v létě a nízké v zimě v rozmezí 0,01 a 0,15 ppm. Zjištěné hodnoty byly v rozmezí od 1 do 9,5 ppm. Výsledné hodnoty byly rozdílné, než uvedli Sun et al. (2010). Avšak zaznamenané hodnoty souhlasily s tvrzením, že sirovodík vykazoval vztah s okolní teplotou.

5.10 Účelové zařízení Čtyři Dvory

V pokusné stáji Účelového zařízení Čtyři Dvory byla testována přesnost a chování vyvíjených čidel CH_4 , H_2S , NH_3 , CO_2 , katahodnoty, teploty a relativní vlhkosti (obrázek 7) při extrémních parametrech stájového mikroklimatu. Čidla byla doplněna přesnými laboratorními přístroji INNOVA 1412 a Horiba VA 3001.

Obrázek 7. Testovaná vyvíjená čidla se sondou INNOVA 1412 a Horiba VA 3001



5.10.1 Vývoj katahodnoty a metanu

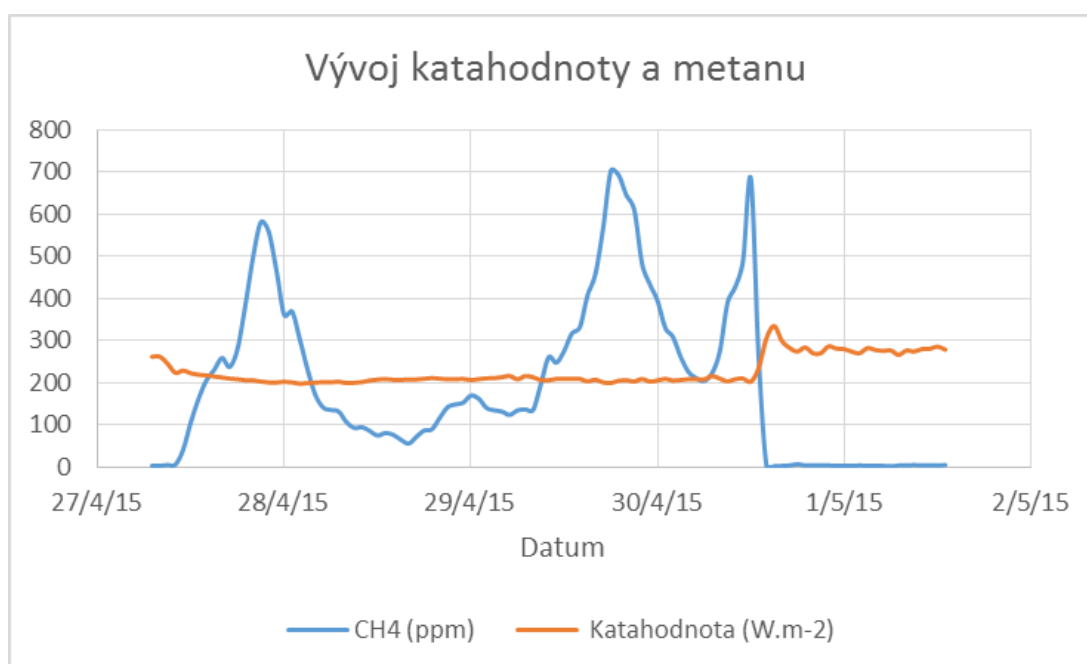
Průběh křivky katahodnoty a metanu během pokusu a jeden den po pokusu byl zaznamenán v grafu 23. Po uzavření pokusné stáje katahodnota klesla z 260 W.m^{-2} na 200 W.m^{-2} . Podle Šocha (2005) byla katahodnota v optimu. Ve stejný okamžik došlo k vysokému zvýšení hodnoty metanu z 2 ppm na 559 ppm. Leahy et al. (2010) a Alemu et al. (2011) uvedli, že k nárůstu metanu dochází při střevní fermentaci během normálního procesu trávení přežvýkavců. Vysoké koncentrace metanu mohou vést podle IRZ (15. 6. 2015) až k udušení v důsledku nedostatečného přísunu kyslíku.

Hodnoty metanu klesly na 55 ppm, ovšem katahodnota zůstala konstantní. Křivka metanu následně vzrostla na své maximum 703 ppm při katahodnotě 198 W.m^{-2} .

Nárůst a pokles hodnoty metanu mohl být způsobený stresovou situací a působením mikroklimatických prvků, kdy zvířata přestala přijímat krmivo a následně tak snížila produkci plynu střevní fermentací.

Po otevření stáje se koncentrace metanu dostala velmi rychle na průměrnou hodnotu 3 ppm.

Graf 23. Komparace katahodnoty a metanu

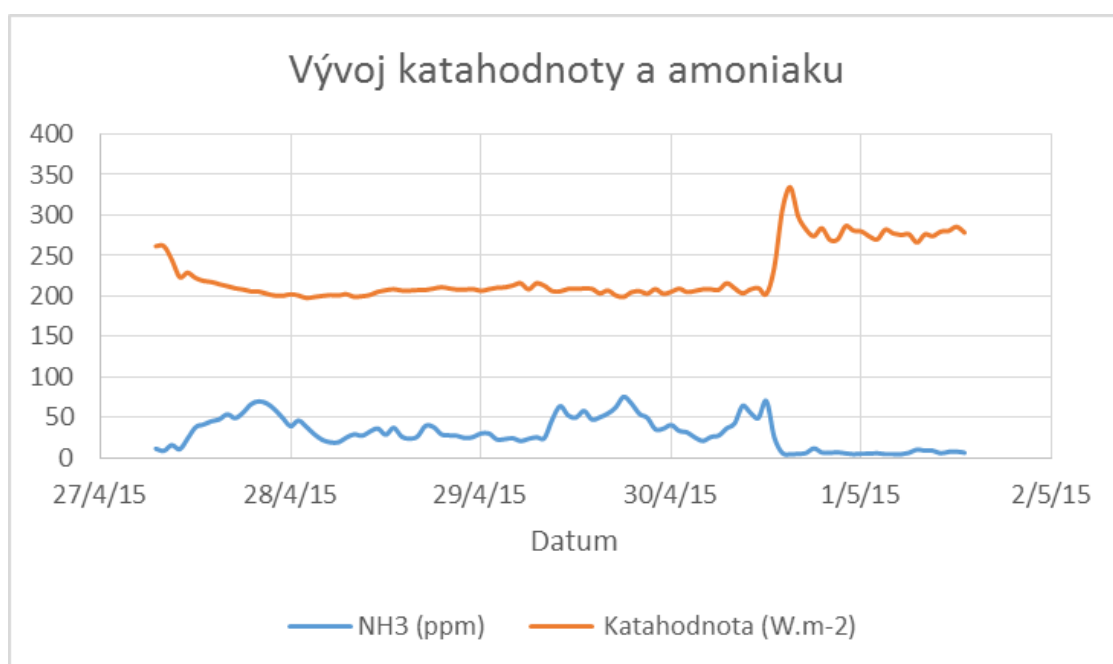


5.10.2 Vývoj katahodnoty a amoniaku

Průběh křivky katahodnoty a amoniaku během pokusu a jeden den po pokusu byl zaznamenán v grafu 24. Zeman (2004) uvedl maximální přípustnou hodnotu amoniaku ve stájovém prostředí 25 ppm. Po uzavření stáje došlo ke zvýšení koncentrace amoniaku z 10,4 ppm na 69,6 ppm. Obdobně jako u metanu došlo při druhém zvýšení koncentrace amoniaku k naměření nejvyšší koncentrace 75 ppm. Mareček et al. (1999) uvedl, že dlouhodobé působení amoniaku nad 50 ppm zhoršuje zdraví zvířat a zároveň se zvyšuje výskyt zápalu plic. Po otevření stáje koncentrace amoniaku klesla na průměrných 5 ppm. Podle Marečka et al. (1999) to bylo nejmenší množství, které je možné zjistit čichem.

Katahodnota na začátku pokusu klesla na 200 W.m^{-2} . Hodnota ochlazovací veličiny zůstala do konce pokusu téměř nezměněná. Podle Sokola et al. (1989) byla zjištěná hodnota v optimu. Po ukončení pokusu se zvýšila na průměrných 276 W.m^{-2} .

Graf 24. Komparace katahodnoty a amoniaku

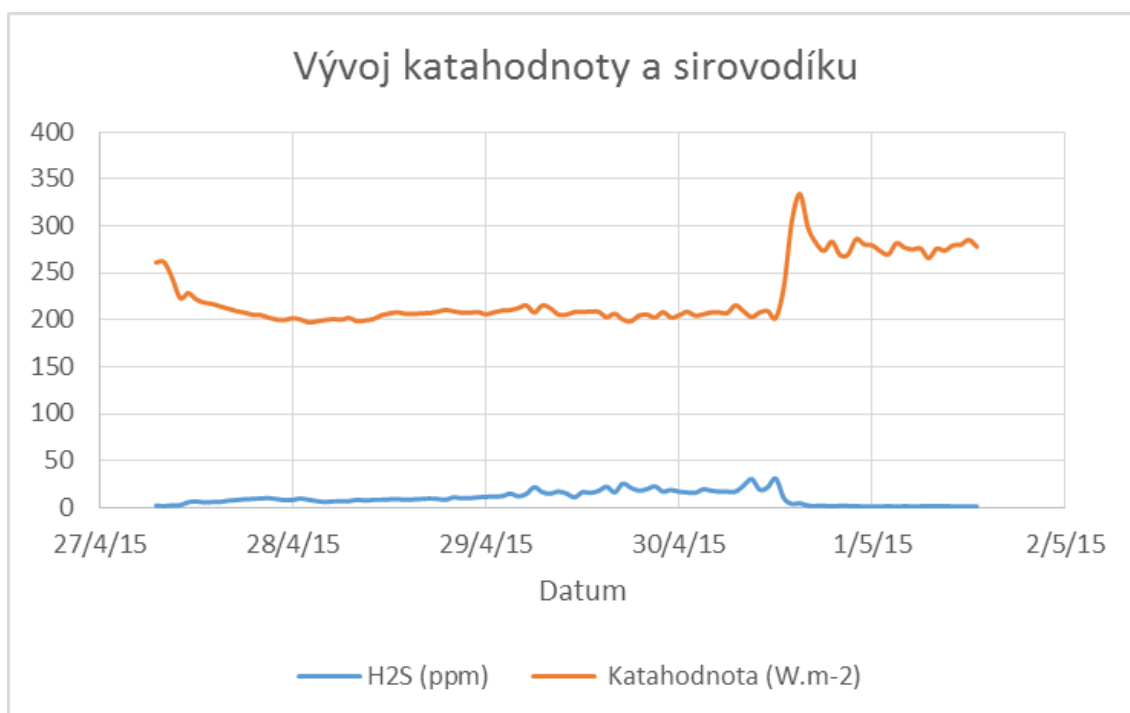


5.10.3 Vývoj katahodnoty a sirovodíku

Průběh křivky katahodnoty a sirovodíku během pokusu a jeden den po pokusu byl zaznamenán v grafu 25. Koncentrace sirovodíku se po uzavření stáje zvýšila z 2,3 ppm na 10,2 ppm. Maximální koncentraci sirovodíku ve stájovém prostředí uvedl Zeman (2004) 7-10 ppm. Nejvyšší koncentrace byla zaznamenána na konci pokusu, 30 ppm. Podle Kice et al. (1995) působí vyšší koncentrace sirovodíku dráždivě na oči a dýchací cesty. Po ukončení pokusu klesla koncentrace sirovodíku na průměrné 1 ppm.

Hodnota ochlazovací konstanty byla 200 W.m^{-2} . Při poklesu hodnoty ochlazovací veličiny došlo v pokusné stáji ke zvýšení koncentrace plynu sirovodíku a naopak.

Graf 25. Komparace katahodnoty a sirovodíku



5.10.4 Vývoj katahodnoty a oxidu uhličitého

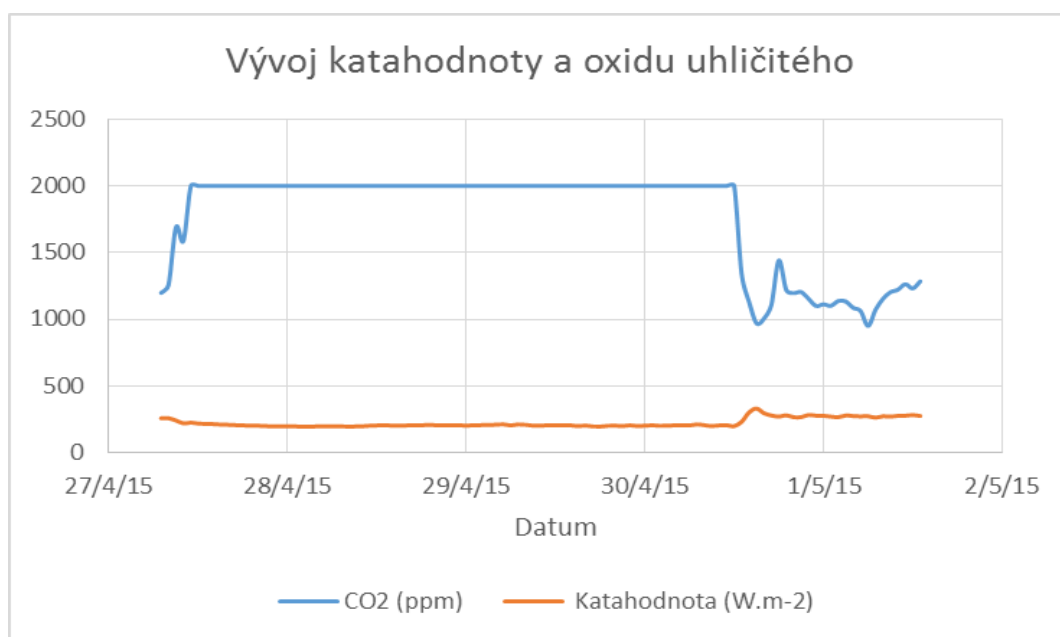
Průběh křivky katahodnoty a oxidu uhličitého během pokusu a jeden den po pokusu byl zobrazen v grafu 26. Čidlo přístroje na měření oxidu uhličitého zaznamenalo hodnotu 1199 ppm před zahájením pokusu. Po uzavření stáje se hodnota koncentrace plynu zvýšila nad hranici měřitelnosti přístroje, která byla 2000 ppm.

Hána (2011) uvedl přípustnou koncentraci pro oxid uhličitý od 1000 do 3000 ppm. V uvedeném rozmezí koncentrace plynu neměla podle Hány (2011) účinky na fyziologické funkce ustájených zvířat. Avšak při vysokých koncentracích může dojít ke snížení chutě k žrádлу, apatii a další. Kurša (1986) poznamenal, že čím vyšší bude koncentrace oxidu uhličitého, tím více se budou zpomalovat životní projevy zvířat.

S tvrzením autorů výsledky práce souhlasí, neboť po ukončení pokusu zvířata projevovala známky apatie. Snížením koncentrace metanu (graf 23) a vysokou koncentrací oxidu uhličitého (graf 26) bylo možné potvrdit sníženou chuť k žrádлу.

Hodnota ochlazovací veličiny byla v průběhu pokusu konstantní. Při mírném zvýšení hodnoty ochlazovací veličiny byl zaznamenán výrazný pokles koncentrace oxidu uhličitého. Změny hodnot souvisely s větratelností pokusné stáje.

Graf 26. Komparace katahodnoty a oxidu uhličitého



5.10.5 Vývoj katahodnoty, teploty vzduchu a relativní vlhkosti

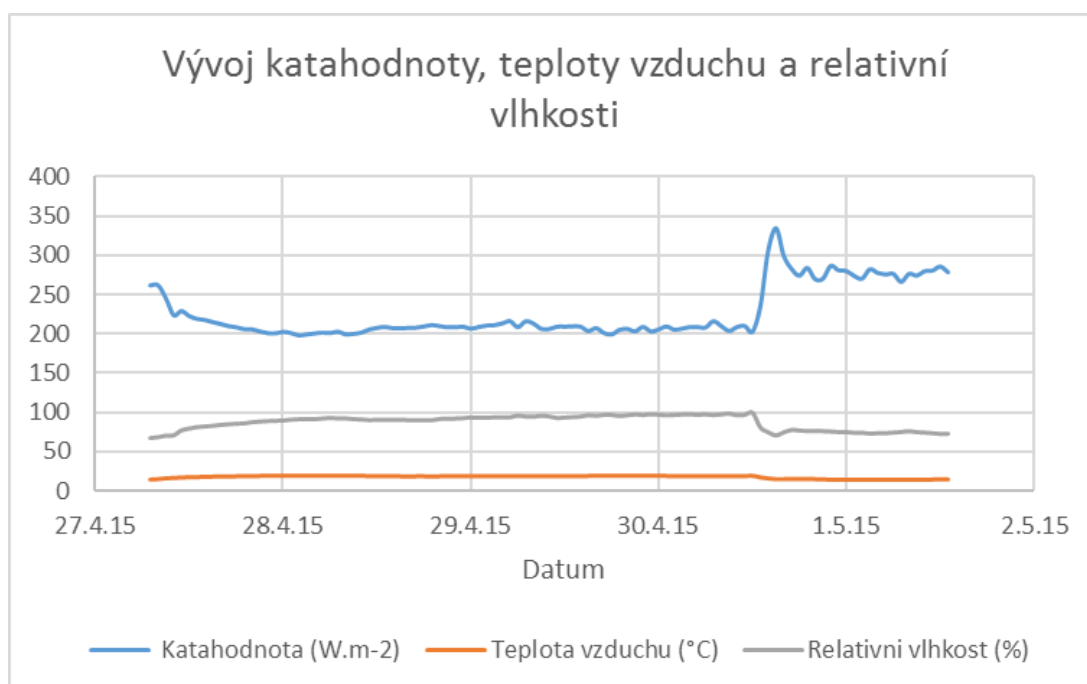
Průběh křivky katahodnoty, teploty vzduchu a relativní vlhkosti během pokusu a jeden den po pokusu byl zobrazen v grafu 27.

Po uzavření pokusné stáje došlo ke zvýšení hodnoty teploty vzduchu a relativní vlhkosti vzduchu. Naopak hodnota katahodnoty se snížila.

Průměrná teplota vzduchu během pokusu byla 19,1 °C, relativní vlhkost vzduchu 89,6 % a ochlazovací hodnota 215 W.m⁻². Hodnoty mikroklimatických prvků byly po celou dobu pokusu konstantní. Podle hodnot stupnice ochlazovací veličiny, kterou uvedli Sokol et al. (1989) a Šoch (2005), zvířata nepocítovala horko ani dusno.

Po ukončení pokusu a otevření stáje došlo k výměně vzduchu z okolního prostředí. Hodnoty teploty vzduchu a relativní vlhkosti klesly na průměrných 15,1 °C vzduchu a 74,6 % relativní vlhkosti. Naopak ochlazovací veličina se zvýšila na průměrných 276 W.m⁻², což bylo podle Zejdové (2015) dáno způsobem výpočtu katahodnoty, která zohledňuje teplotu i relativní vlhkost vzduchu.

Graf 27. Komparace katahodnoty, teploty vzduchu a relativní vlhkosti



5.10.6 Vývoj metanu a oxidu uhličitého

Průběh křivky metanu a oxidu uhličitého během pokusu a jeden den po pokusu byl zobrazen v grafu 28. Po zahájení pokusu došlo po 3 hodinách k velmi rychlému zvýšení koncentrace oxidu uhličitého nad možnou hodnotu změřitelnosti plynu 2000 ppm.

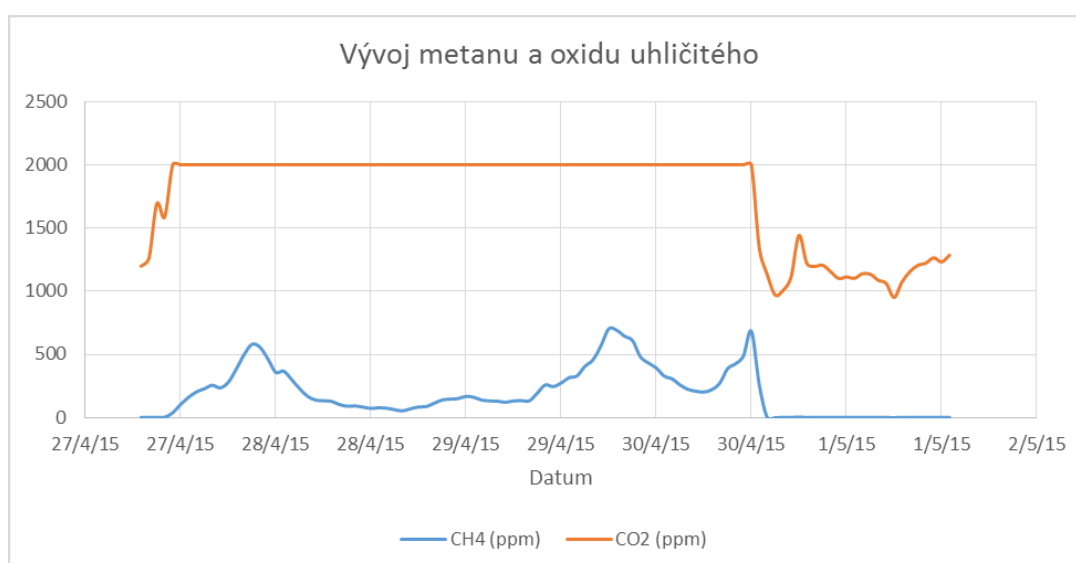
Naopak křivka koncentrace metanu se začala zvyšovat velmi pozvolně. Maximální hodnota koncentrace metanu při prvním vrcholu byla dosažena až po 8 hodinách od zahájení pokusu.

Z grafu 28 je zřejmé, že uzavřený prostor stáje a následná přítomnost zvířat ovlivnili mikroklimatické podmínky, které se projevily rychlým zvýšením oxidu uhličitého a postupným zvyšováním koncentrace metanu.

Doležal (2004) uvedl, že oxid uhličitý je využíván jako indikátor minimální výměny vzduchu ve stáji. Vysoké koncentrace oxidu uhličitého během pokusu potvrdily uzavření stáje. Podle Hány (2011) vysoké koncentrace snižují chuť k žrádлу. Zvířata v průběhu pokusu snížila přísun žrádla, které se projevilo zvýšením koncentrace metanu ve stáji. Neboť Muñoz et al. (2012) uvedl, že metan je vedlejším produktem mikrobiální fermentace sacharidů v bacheru.

Po ukončení pokusu a otevření stáje došlo k velmi rychlému poklesu koncentrací plynů oxidu uhličitého a metanu, způsobeného přístupu čerstvého vzduchu do stáje.

Graf 28. Komparace metanu a oxidu uhličitého



5.10.7 Vývoj amoniaku a sirovodíku

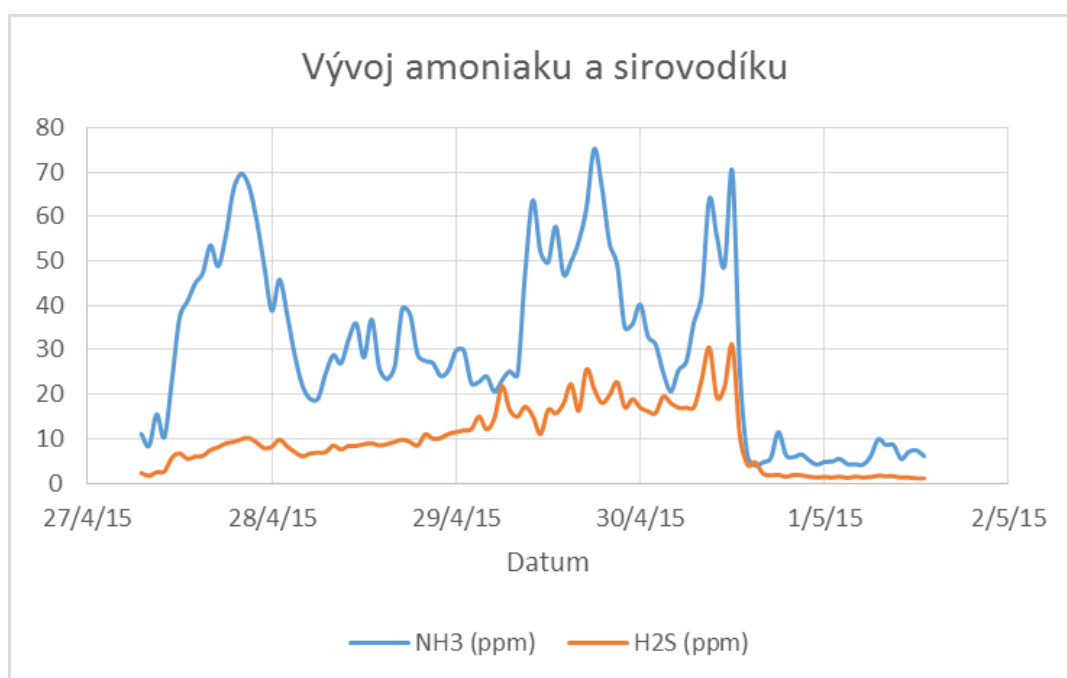
Průběh křivky amoniaku a sirovodíku během pokusu a jeden den po pokusu byl zobrazen v grafu 29. Po zahájení pokusu a uzavřením stáje došlo k velmi rychlému zvýšení koncentrace amoniaku a sirovodíku.

Maximální koncentrace sirovodíku i amoniaku byly během pokusu překročeny. Kursa (1998) uvedl maximální přípustnou koncentraci pro sirovodík do 10 ppm. Zeman (2004) uvedl rozmezí 7-10 ppm. Nejvyšší koncentrace zaznamenaná v pokusné stáji byla 30,5 ppm. To znamenalo hodnotu tři krát vyšší, než doporučili Kursa (1998) a Zeman (2004).

Maximální přípustnou koncentraci amoniaku uvedli Cole et al. (2015) 20 ppm. Zeman (2004) uvedl maximální koncentraci 25 ppm. V pokusné stáji byla zaznamenaná nejvyšší koncentrace amoniaku 75,2 ppm. Shodně jako u sirovodíku byla hodnota tři krát vyšší, než uvedl Zeman (2004).

Po ukončení pokusu se koncentrace plynů snížily na průměrných 6 ppm amoniaku a 1 ppm sirovodíku.

Graf 29. Komparace amoniaku a sirovodíku



5.10.8 Vývoj katahodnoty a teploty vzduchu

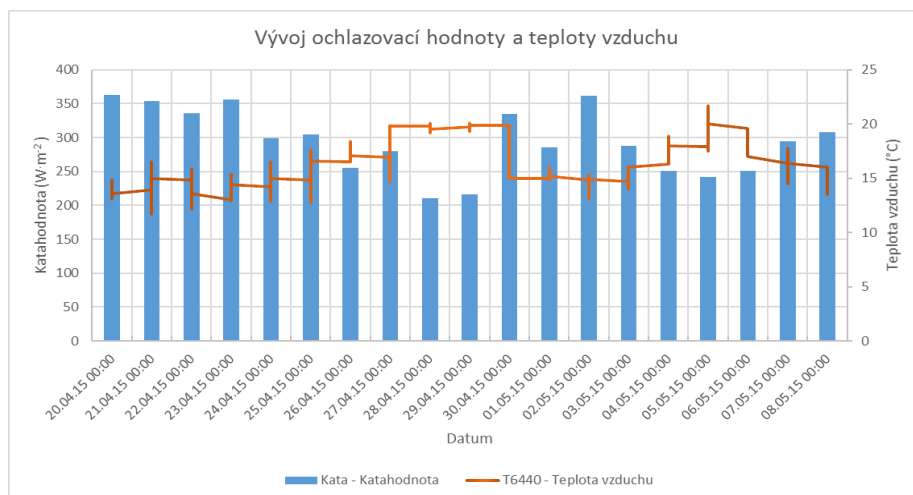
Průběh hodnot teploty vzduchu a katahodnoty jeden týden před pokusem, během pokusu a jeden týden po ukončení pokusu byl zobrazen v grafu 30.

Před zahájením pokusu bylo zjištěno, že hodnota katahodnoty klesala. Na počátku záznamu byla průměrná denní hodnota katahodnoty 316 W.m^{-2} a 301 W.m^{-2} . Podle autorů Sokola et al. (1989) a Šocha (2005) to byla optimální hodnota ochlazovací konstanty. Třetí den záznamu došlo k poklesu pod 290 W.m^{-2} a hodnota konstanty nadále klesala na 239 W.m^{-2} . Avšak nebyla nižší než 170 W.m^{-2} . V průměru byla hodnota ochlazovací veličiny 275 W.m^{-2} . Pokles ochlazovací veličiny potvrdila zvyšující se teplota vzduchu ve stáji.

Prostřední část grafu zaznamenala výrazný pokles ochlazovací veličiny a současně zvýšení teploty vzduchu ve stáji. Důvodem bylo uzavření stáje bez přísunu chladného čerstvého vzduchu a přítomnost ustájených zvířat produkujících tělesné teplo. To znamenalo, že ochlazovací hodnota v průběhu pokusu klesla na průměrnou hodnotu 215 W.m^{-2} o průměrné teplotě vzduchu $19,1 \text{ }^\circ\text{C}$.

Po ukončení pokusu a rychlé výměně stájového vzduchu se vzduchem okolního prostředí se ochlazovací hodnota významně zvýšila a teplota vzduchu se naopak snížila. Průměrná ochlazovací hodnota byla 254 W.m^{-2} a teplota vzduchu $16,6 \text{ }^\circ\text{C}$. Ačkoliv autoři uvádějí optimální hodnotu pro skot od 290 W.m^{-2} , nižší teplota vzduchu ve stáji zajistila vhodné mikroklimatické podmínky. Graf 30 zaznamenal i druhý pokles ochlazovací hodnoty, který byl způsobený přirozeným zvýšením teploty vzduchu okolního prostředí.

Graf 30. Komparace amoniaku a sirovodíku



5.10.9 Průběh ochlazovací hodnoty

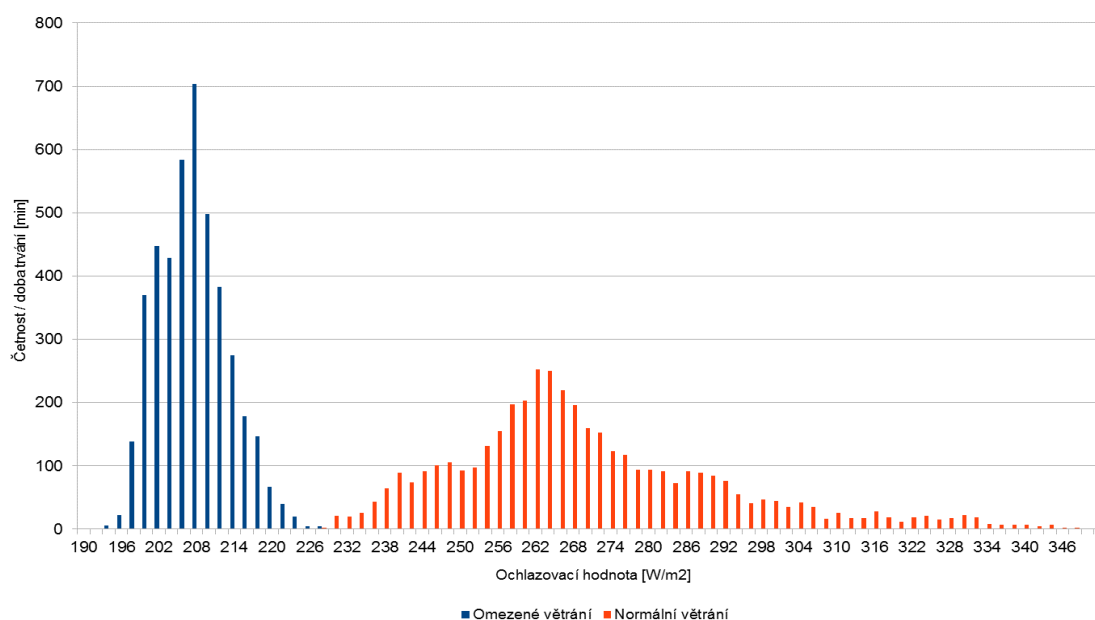
Průběh hodnot ochlazovací veličiny během pokusu při uzavřené stáji s minimalizovaným větráním a průběh hodnot ochlazovací veličiny při běžně větrané stáji zaznamenal graf 31.

V průběhu pokusu byla podle předpokladu ochlazovací hodnota vyšší než ochlazovací hodnota při běžném větrání stáje. Ustájená zvířata ovlivnila svojí přítomností teplotu vzduchu ve stáji.

Bylo zjištěno, že v průběhu pokusu byla nejdelší dobu ochlazovací hodnota 208 W.m^{-2} a 206 W.m^{-2} . V závislosti na teplotě vzduchu mohlo být prostředí stáje pro zvířata velmi teplé až dusné (Zejdová et al., 2015). Ovšem chladnější teplota vzduchu okolního prostředí negovala výsledný efekt ochlazovací hodnoty prostředí na ustájená zvířata.

Během období běžného větrání byla ochlazovací hodnota nižší než během pokusu. Nejdelší dobu bylo možné zaznamenat hodnotu mezi 262 W.m^{-2} a 268 W.m^{-2} . Zvýšení katahodnoty bylo způsobeno zvýšením teploty vzduchu okolního prostředí.

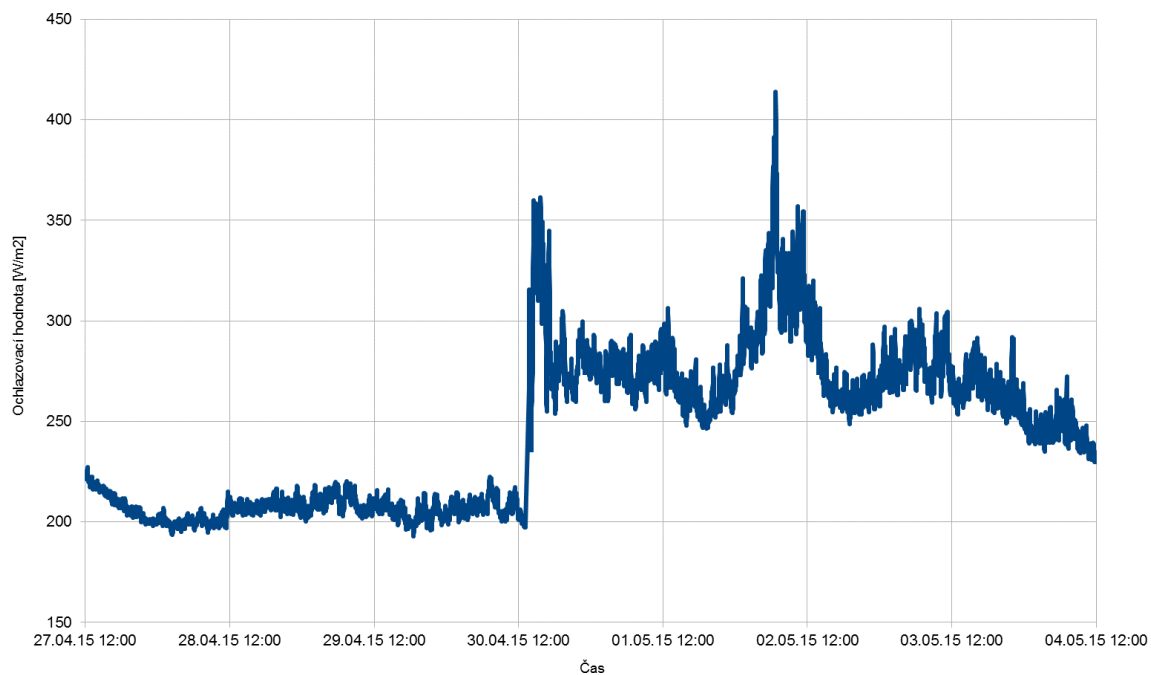
Graf 31. Histogram ochlazovací hodnoty s minimalizovaným větráním a při běžném větrání (Šimková et al., 2015)



Jiný pohled na vývoj ochlazovací hodnoty byl zaznamenán v grafu 32. Časovým záznamem byla potvrzena konstantnost a délka trvání ochlazovací hodnoty v průběhu pokusu, kdy byla stáj uzavřena. Následně bylo potvrzeno zvýšení ochlazovací hodnoty po ukončení daného pokusu, kdy došlo k přirozenému větrání. Druhé zvýšení ochlazovací

hodnoty po ukončení pokusu bylo způsobeno zvýšením teploty vzduchu okolního prostředí. Výsledné hodnoty se shodují i s grafem 30.

Graf 32. Časový průběh katahodnoty (Šimková et al., 2015)



6. Závěr

Cílem předložené disertační práce bylo zjistit, jakým způsobem spolu korelují základní složky mikroklimatu a jaká je jejich váha při vytváření vhodného stájového prostředí a současně se v průběhu výzkumu podílet dílčími výsledky na vytvoření automatizovaného systému vyhodnocování a řízení kvality mikroklimatu ve stáji a vyloučit tak subjektivní chyby obsluhy, zmírnit dopady extrémních klimatických výkyvů a přispět ke zlepšení welfare zvířat.

Korelace mikroklimatických parametrů v chovu na farmě Petrovice

Zjištěné hodnoty mikroklimatických parametrů byly zpracovány a vyhodnoceny pomocí korelací znázorňujících vzájemný vztah mezi jednotlivými mikroklimatickými parametry prostředí.

Vysoký stupeň korelační závislosti byl zaznamenán u 1. skupiny zvířat mezi stájovou teplotou vzduchu a ochlazovací hodnotou (-0,734) a současně byla zjištěna také negativní vysoká korelační závislost mezi stájovou teplotou vzduchu a venkovní ochlazovací hodnotou (-0,863).

Z výsledných hodnot 2. skupiny byl zjištěn vysoký stupeň korelační závislosti mezi stájovou teplotou vzduchu a venkovní ochlazovací hodnotou prostředí (-0,865).

Vysoký stupeň korelační závislosti byl shodně s 1. a 2. skupinou zaznamenán také u 3. skupiny zvířat mezi stájovou teplotou vzduchu a ochlazovací hodnotou prostředí (-0,801) a mezi teplotou vzduchu ve stáji a venkovní ochlazovací hodnotou prostředí (-0,855).

Z korelačních koeficientů pokusu prvního i druhého roku bylo zjištěno, že s hodnotami mikroklimatických parametrů nejvíce korelovaly teplota vzduchu a ochlazovací hodnota prostředí.

Po komplexním vyhodnocení naměřených dat mikroklimatu stáje a zohlednění perspektivy sestavení automatizovaného systému sledování mikroklimatu ve stáji byla zvolena ochlazovací hodnota prostředí. Ve spolupráci s firmou Agrosoft Tábor, s.r.o. byl sestaven nový systém sledování mikroklimatu ve stáji, který byl patentován.

Zemědělské družstvo Opařany- teletník Řepeč

V teletníku Řepeč byl testován nově vytvořený systém sledování stájového mikroklimatu. Testována byla spolehlivost měření ochlazovací hodnoty funkčním prototypem elektronického přístroje se skleněným Hillovým katateploměrem.

Etologickým pozorováním bylo zjištěno, že s rostoucí ochlazovací hodnotou se mírně zvyšoval počet zvířat, která v daný okamžik žrala a naopak.

Testovaný elektronický prototyp přístroje katateploměru vykazoval v průběhu pokusu, který trval 24 hodin, menší výkyvy maximálních a minimálních hodnot ochlazovací hodnoty. Prototyp přístroje spolehlivě a plynule zaznamenával katahodnotu v podmínkách stáje bez výpadku měření. Během pokusu nebyla nutná lidská obsluha prototypu přístroje. Byla tak vyloučena chyba subjektivní obsluhy.

Při ručním měření ochlazovací hodnoty prostředí skleněným Hillovým katateploměrem byla zapotřebí lidská obsluha. V průběhu pokusu vznikalo riziko chyby subjektivní obsluhou.

Testování čidel na měření plynů bylo problematické, kvůli výpadkům měření přístroje INNOVA 1412. Nemohla být tedy vytvořena komparace hodnot přístroje INNOVA a testovaných čidel.

Účelové zařízení Čtyři Dvory

V pokusné stáji Účelového zařízení Čtyři Dvory byla testována přesnost a chování vyvíjených čidel katahodnoty, teploty vzduchu a relativní vlhkosti, CH₄, H₂S, NH₃ a CO₂ při extrémních parametrech stájového mikroklimatu. Čidla byla doplněna laboratorními přístroji INNOVA 1412 a Horiba VA 3001.

V průběhu pokusu čidla bezproblémově měřila. Hodnoty plynů testovaných čidel odpovídaly výsledným hodnotám přístrojů INNOVA 1412 a Horiba VA 3001. Čidlo snímání koncentrace CO₂ zaznamenalo hodnoty plynu do 2000 ppm. Po překročení koncentrace 2000 ppm čidlo nemělo dostatečný rozsah pro záznam koncentrace plynu.

Čidla pro měření teploty vzduchu, relativní vlhkosti a ochlazovací hodnoty fungovala také bezproblémově. Systém určený ke sledování stájového mikroklimatu včasně a spolehlivě detekoval hodnoty jednotlivých parametrů stájového prostředí.

Mikroklima ve stáji bylo možné změřit a vyhodnotit nenáročným testovacím zařízením a přitom stále dosahovat dostatečné přesnosti měření. Měřicí systém bude možné propojit s výkonnými technickými zařízeními, jako jsou ventilace, osvětlení, žaluzie, plachty, zkrápění zvířat nebo automatickými úklidy výkalů, a tak bude možné mikroklima nejenom automaticky sledovat, ale i automaticky řídit.

7. Souhrn

Cílem disertační práce bylo zjistit, jakým způsobem spolu korelují základní složky mikroklimatu a jaká je jejich váha při vytváření vhodného stájového prostředí a současně se v průběhu výzkumu podílet dílčími výsledky na vytvoření automatizovaného systému vyhodnocování a řízení kvality mikroklimatu ve stáji a vyloučit tak subjektivní chyby obsluhy, zmírnit dopady extrémních klimatických výkyvů a přispět ke zlepšení welfare zvířat, což by se mělo následně projevit ve zvýšeném množství a kvalitě produkce a lepším zdravotním stavu.

První pokus se uskutečnil od února 2013 do července 2014 ve stájích na farmě Petrovice. Do pokusu byly zařazeny dojnice plemene Holštýn rozdělených do třech skupin. První skupinu tvořily dojnice od druhého dne do dvou měsíců po otelení. Druhá skupina byla tvořena zvířaty od čtvrtého do pátého měsíce po otelení. Třetí skupinu byla složena z dojnic v sedmém až osmém měsíci po otelení. V každé skupině bylo sledováno 12 kusů zvířat.

Během pokusu byly v intervalu 1-2 týdnů měřeny mikroklimatické faktory ve stájích i mimo ně. Zvířatům byla měřena rektální teplota. Průměrná užitkovost byla poskytnuta z faremní evidence Petrovic. Z naměřených dat byly vytvořeny korelace a zjišťován vzájemný vztah jednotlivých faktorů mikroklimatu a jejich vliv na ustájená zvířata.

Korelací mikroklimatických parametrů byla zjištěna negativní vysoká závislost mezi stájovou teplotou vzduchu a ochlazovací hodnotou. Současně byly teplota vzduchu a ochlazovací hodnota mikroklimatickým parametrem, který ve stájovém prostředí nejvíce koreloval. Avšak po celkovém vyhodnocení dat s firmou Agrosoft Tábor, s.r.o. byla zvolena ochlazovací hodnota jako vhodný ukazatel pro vyhodnocování mikroklimatických podmínek a tedy k sestavení automatizovaného systému.

Druhý pokus se uskutečnil v listopadu 2014 v Zemědělském družstvu Opařany v obci Řepeč. Jednalo se o testování vyvinutého systému detekce měření ochlazovací hodnoty. Ručním měřením katahodnoty Hillovým katateploměrem v intervalu 15 minut probíhalo testování správnosti naměřených dat vyvinutého elektronického přístroje. Během pokusu byla ustájená zvířata etologicky sledována. Zaznamenával se procentický počet, kolik zvířat ve stáji v daný okamžik leželo, žralo a stálo.

Se zvyšující se ochlazovací hodnotou se zvýšil počet zvířat, která v daný okamžik žrala. Naopak s poklesem ochlazovací hodnoty se počet žeroucích zvířat mírně snížil.

Testovaný prototyp přístroje katateploměru měřil hodnoty v průběhu pokusu v podmínkách stáje spolehlivě a plynule bez výpadku měření. Prototyp přístroje nepotřeboval lidskou obsluhu. Byla tedy vyloučena chyba subjektivní obsluhy.

Třetí pokus se uskutečnil v dubnu 2015 ve stáji Účelového zařízení Čtyři Dvory. Ve stáji byla sledována přesnost vyvíjených snímačů a jejich chování při extrémních parametrech stájového mikroklima. Měřenými veličinami byly teplota vzduchu, relativní vlhkost, ochlazovací hodnota, metan, amoniak, oxid uhličitý a sirovodík. Testované přístroje byly doplněny kontrolními laboratorními přístroji INNOVA 1412 a Horiba VA 3001 ke zjišťování plynů.

Během pokusu došlo k úplnému uzavření stáje po 3 dny bez vstupu ošetřovatelů. Zvířatům bylo založeno seno na potřebnou dobu, zajištěn dostatek vody a současně jim bylo přistláno slámou. Důvodem uzavření stáje bylo měření nárůstu koncentrací jednotlivých výše uvedených plynů. Naměřené hodnoty a funkčnost přístrojů bylo možné kontrolovat v kontrolní místnosti, ze které byly vyvedeny měřicí sondy a čidla do pokusné stáje.

V průběhu pokusu čidla bez problému měřila mikroklimatické parametry. Hodnoty plynů testovaných čidel odpovídaly výsledným hodnotám zapůjčených přístrojů INNOVA 1412 a Horiba VA 3001. Čidla pro měření teploty vzduchu, relativní vlhkosti a ochlazovací hodnoty fungovala bez potíží. Systém určený ke sledování stájového mikroklimatu včasné a spolehlivě detekoval hodnoty jednotlivých parametrů stájového prostředí.

Stájové mikroklima bylo možné měřit a vyhodnotit nenáročným testovacím zařízením a zároveň dosahovat dostatečné přesnosti měření. Měřicí systém bude možné propojit s výkonnými technickými zařízeními, a tak nejenom automaticky sledovat mikroklima, ale také ho automaticky řídit.

Klíčová slova: dojnice, ochlazovací hodnota, teplota vzduchu, stájové plyny, mikroklima

8. Summary

The aim of this study was to determine how correlate together the basic components of the microclimate and what is their weight in creating of a suitable stable environment and at the same time participate in the research partial results for the creation of an automated system of evaluation and quality control of microclimate in the stable and to exclude subjective operator error, mitigate the impacts of extreme climatic fluctuations and contribute to the improvement of animal welfare, which should then be reflected in increased quantity and quality of production and better health.

The first attempt was carried out from February 2013 to July 2014 in the stables of farm Petrovice. The experiment included dairy cows of Holstein breed divided into three groups. The first group consisted of cows from the second day to two months after calving. The second group consists of animals from fourth to fifth months after calving. The third group was composed of cows seventh to eighth month after calving. In each group was studied 12 animals.

During the experiment were measured microclimate factors at intervals of 1-2 weeks in the stables and outside. It was measured rectal temperature of animals. The average yield was provided from farm records of Petrovice. From the data were created correlation and investigated relationship between the individual microclimate factors and their impact on housed animals.

Correlation of microclimatic parameters were found negative high dependence between air temperature and cooling value. At the same time the air temperature and microclimatic cooling value were the most correlating parameters in the stable environment. However, after an overall evaluation of the data with the company Agrosoft Tabor, s.r.o. cooling value was chosen as an appropriate indicator for evaluating the microclimate conditions and thus to build an automated system.

The second attempt was carried out in November 2014 in the Agricultural cooperative Opařany in the village Řepeč. There was tested developed system of detection of measurement of cooling value. Cooling value was measured by Hill cooling value thermometer every 15 minutes. It was carried out testing of the correctness of measured data developed an electronic device. During this experiment, the animals were ethologically monitored. There were recorded a percentage of the number of animals which lay, ate and stood at a given moment in the stable.

With increasing cooling value it increased the number of animals that ate at a given moment. Conversely, decline of cooling value caused a slight decrease in the number of eating animals.

The tested prototype of devices cooling value thermometer measured values during experiment in terms of stable reliably and continuously without failure of measurements. Prototype of devices didn't need human interaction. It was therefore no error subjective operator.

The third attempt was carried out in April 2015 in a stable of Utilization equipment Four Cours. In the stable there was investigated accuracy of developed sensors and their behaviour in extreme parameters of stable microclimates. Measured variables were the air temperature, relative humidity, cooling value, methane, ammonia, carbon dioxide and hydrogen sulfide. Tested devices were supplemented with control laboratory equipment INNOVA 1412 and 3001 Horiba VA for the detection of gases.

During the experiment, the stable was completely closed over 3 days without input of attendants. The animals were given hay, enough water and simultaneously there was given bedding straw to the necessary time of experiment. The reason for this closing of stable was measuring of increasing concentrations of gases. Measured values and functionality of devices were checked in the control room, from which was brought out the measuring probes and sensors into the test stable.

During the test sensors worked without problems. Sensors measured very well environmental parameters. The gases values of the tested sensors were the same like resulting values of borrowed equipment INNOVA 1412 and Horiba VA 3001. Sensors for measuring of the air temperature, relative humidity and cooling value worked very well too. All time without problems. System designed to monitor stable microclimate promptly and reliably detected individual parameters of stable environment.

Stable microclimate was possible measured and evaluated with undemanding testing equipment. Simultaneously it was possible achieve of sufficient measurement accuracy. The measuring system will be possible connected with powerful technical equipment and thus not only automatically monitor the microclimate, but also it will automatically follow.

Keywords: dairy cows, cooling value, air temperature, stable gases, stable microclimate

9. Použité zdroje

Abeni, F., Calamari, L., Stefanini, L.: Metabolic conditions of lactating Friesian cows during the hot season in the Po valley. 1. Blood indicators of heat stress. *International Journal of Biometeorology*, 2007, 52, s. 87-96.

Albright, J.L., Alliston, C.W.: Effects of varying the environment upon performance of dairy cattle. *Journal of Animal Science*, 1972, 32, s. 566-577.

Alemu, A.W., Ominski, K.H., Kebreab, E.: Estimation of Enteric Methane Emissions Trends (1990-2008) from Manitoba Beef Cattle Using Empirical and Mechanistic Models. *Canadian Journal of Animal Science*, 2011, 91, s. 305-321.

Allaby, M.: *The Concise Oxford Dictionary of Ecology*. Oxford University Press, Oxford, 1994.

Alveteg, M., Walse, C., Warfvinge, P.: Reconstructing historic atmospheric deposition and nutrient uptake from present day values using MAKEDEP. *Water, Air, & Soil Pollution*, 1998, 104, s. 269-283.

Ambus, P., Christensen, S.: Spatial and seasonal nitrous oxide and methane fluxes in Danish forest-, grassland- and agroecosystem. *Journal of Environmental Quality*, 1995, 24, s. 993-1001.

Amon, B., Amon, Th., Boxberger, J., Alt, Ch.: Emissions of NH₃, N₂O and CH₄ from dairy cows housed in a farmyard manure tying stall (housing, manure storage, manure spreading). *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 2001, 60, s. 103-113.

Amundson, J.L., Mader, T.L., Rasby, R.J., Hu, Q.S.: Environmental effects on pregnancy rate in beef cattle. *American Society of Animal Science*, 2006, 84, s. 3415-3420.

Armstrong, D.V.: Heat stress interaction with shade and cooling. *Journal of Dairy Science*, 1994, 7, s. 2044-2050.

Arnold, J.W., Boothe, D.H., Mitchell, B.W.: Use of Negative Air Ionization for Reducing Bacterial Pathogens and Spores on Stainless Steel Surfaces. *Journal of Applied Poultry Research*, 2004, 13, s. 200-206.

Arundel, A.V., Sterling, E.M., Biggin, J.H., Sterling, T.D.: Indirect Health Effects of Relative Humidity in Indoor Environments. *Environmental Health Perspectives*, 1986, 65, s. 351-361.

Asman, W.A.H., van Jaarsveld, H.A.: A variable- resolution transport model applied for NH_x in Europe. *Journal of Atmospheric Environment*, 1992, 26, s. 445-464.

Attwood, G.A., McSweeney, C.: Methanogen genomics to discover targets for methane mitigation technologies and options for alternative H₂ utilisation in the rumen Australian. *Journal of Experimental Agriculture*, 2008, 48, s. 28-37.

Balsari, P., Airoidi, G., Dinuccio, E., Gioelli, F.: Ammonia emissions from farmyard manure heaps and slurry stores- Effect of environmental conditions and measuring methods. *Biosystems Engineering*, 2007, 97, s. 456-463.

Barbari, M., Leso, L., Rossi, G., Scaramelli, A., Simonini, S.: Influence of Cooling Systems on the Behaviour of Dairy Cows Housed in Cubicle Barn. *Journal of Agricultural Science and Technology A*, 2011, 1, s. 40-49.

Barry, R. G.: A Framework for Climatological Research with Particular Reference to Scale Concepts. *The Royal Geographical Society*, 1969, s. 61-70.

Bartussek, H., Leeb, Ch., Held, S.: Animal needs index for cattle (Ani 35L/ 2000- cattle). Federal Research Institute for Agriculture in Alpine Regions BAL Gumpenstein, Irdning, Austria, 2000.

Bazan, G., Marino, P., Guarino, R., Domina, G., Schicchi, R.: Bioclimatology and Vegetation Series in Sicily: A Geostatistical Approach. *Annales Botanici Fennici*, 2015, 52, s. 1-18.

Beauchemin, K.A., McGinn, S.M.: Methane Emissions from Feedlot Cattle Fed Barley or Corn Diets. *Journal of Animal Science*, 2005, 83, s. 653-661.

Beauchemin, K.A., Kreuzer, M., O'Mara, F., McAllister, T.A.: Nutritional management for enteric methane abatement: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 2008, 48, s. 21-27.

Berman, A.: Are adaptations present to support dairy cattle productivity in warm climates? *Journal of Dairy Science*, 2011, 94, s. 2147-2158.

Beede, D.K., Collier, R.J.: Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. *Journal of Animal Science*, 1986, 62, s. 543-554.

Berman, A., Folman, Y., Kaim, M., Mamen, M., Herz, Z., Wolfenson, D., Arieli, A., Graber, Y.: Upper critical temperatures and forced ventilation effects for high-yielding dairy cows in a subtropical climate. *Journal of Dairy Science*, 1985, 68, s. 1488-1495.

Bertoni, G., Trevisi, E., Calamari, L., Lombardelli, R.: Additional energy and protein supplement of dairy cows in early lactation: milk yield, metabolic- endocrine status and reproductive performances. *Zootecnica e Nutrizione Animale*, 1998, 24, s. 17-29.

Bianca, W.: The Significance of Meteorology in Animal Production. *International Journal of Biometeorology*, 1976, 2, s. 139-156.

Blackshaw, J.K., Blackshaw, A.W.: Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behavior: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 1994, 34, s. 285- 295.

Blanes-Vidal, V., Hansen, M.N., Pedersen, S., Rom, H.B.: Emissions of ammonia methane and nitrous oxide from pig houses and slurry: effects of rooting material, animal activity and ventilation flow. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2008, 124, s. 237-244.

Blazquez, N.B., Long, S.E., Mayhew, T.M., Perry, G.C., Prescott, N.J., Wathes, C.M.: Rate of discharge and morphology of sweat glands in the perineal, lumbodorsal and scrotal skin of cattle. *Research in Veterinary Science*, 1994, 57, s. 277-284.

Bleizgys, R., Cesna, J., Liniauskiene, E.: Dynamics of temperature in the cubicles of cold housing cowshed. *Vagos*, 2005, 66, s. 98-102.

Bleizgys, R., Cesna, J., Liniauskiene, E.: Formation of optimal thermo-environment in cubicles of cold cowshed. *Latvijas Lauksaimniecības Universitāte- Raksti*, 2006, 17, s. 88-93.

Bleizgys, R., Baležentienė, L.: Assessments of Biogenic Gas Emission Processes in Cowsheds. *Polish Journal of Environmental Studies*, 2014, 23, s. 1107-1114.

Bligh, J.: *Temperature Regulation in Mammals and Other Vertebrates*. North Holland, Amsterdam, 1973, s. 351-354.

Blowey, R.: Dairy cow housing in: Wathes, C.M., Charles, D.S. (Eds.), *Livestock Housing*, CAB International, Wallingford, UK, 1994, s. 305-337.

Boardi, D., Benchaar, C., Chiquette, J., Masse, D.: Mitigation strategies to reduce enteric methane emissions from dairy cows: update review. *Canadian Journal of Animal Science*, 2004, 84, s. 319-335.

Bond, T.E., Kelly, C.F.: The globe thermometer in agricultural research. *Agricultural Engineering*, 1955, 36, s. 251-255.

Botreau, R., Veissier, I., Butterworth, A., Bracke, M.,B.,M., Keeling, L.,J.: Definition of criteria for overall assessment of animal welfare. *Animal Welfare*, 2007, 16, s. 225-228.

Bouraoui, R., Lahmar, M., Majdoub, A., Djemali, M., Belyea, R.: The relationship of temperature-humidity index with milk production of dairy cows in a Mediterranean climate. *Journal of Animal Research*, 2002, 51, s. 479-491.

Brandes, C.: Modern dairy barns- where is it going in the future. *Milchpraxis*, 2011, 49, s. 31-34.

Brestenský, V., Mihina, Š.: Organizácia a technológia chovu mlékového hovädzieho dobytku. Nitra: Slovenské centrum poľnohospodárskeho výskumu, 2006.

Broom, D.M.: Indicators of poor welfare. *British Veterinary Journal*. 1986, 142, s. 524–526.

Brouček, J., Kovalčíková, M., Kovalčík, K., Letkovičová, M.: Variations of biochemical indicators in dairy cows to alternate influences of high temperatures. *Živočišná výroba*, 1990, 35, s. 17-26.

Brouček, J., Arave, C.W., Nakanishi, Y., Stewart, P.H., Mihina, Š., Hetényi, L.: Vliv různého způsobu ustájení v zimním období na chování dojníc. *Živočišná Výroba*, 1995, 3, s. 135-143.

Brouček, J., Uhrinčať, M., Tančin, V.: Působení vysoké teploty prostředí na dojivost. Sborník tezí přednášek z mezinárodní konference „Nové poznatky v technologii výroby a zpracování mléka“. ZF JU České Budějovice, 1996, s. 137-138.

Brouček, J.: Effect of high temperatures on cattle. *Agriculture*, 1997, 43, s. 522-542.

Brouček, J., Mihina, Š., Ryba, Š., Tongel, P., Kišac, P., Uhrinčať, M., Hanus, A.: Effects of high air temperatures on milk efficiency in dairy cows. *Czech Journal of Animal Science*, 2006, 51, s. 93-101.

Brouček, J., Brestenský, V., Botto, L., Tančin, V., Tongel, P., Šoch, M.: Ochrana hospodářských zvířat (skot, koně a prasata). Certifikovaná metodika. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2013.

Brouk, M.J., Smith, J.F., Harner, J.P.: Effectiveness of cow cooling strategies under different environmental conditions. In: *Proceedings of the 6th Western Dairy Management Conference*, 2003, s. 141-154.

Brown-Brandl, T.M., Eigenberg, R.A., Nienaber, J.A., Hahn, G.L.: Dynamic response indicators of heat stress in shaded and non-shaded feedlot cattle. Part 1: analysis of indicators. *Journal of Biosystems Engineering*, 2005a, 90, s. 451-462.

Brown-Brandl, T.M., Jones, D.D., Woldt, W.E.: Evaluating modelling techniques for cattle heat stress prediction. *Journal of Biosystems Engineering*, 2005b, 91, s. 513-524.

Bucklin, R.A.L., Turner, W., Beede, D.K., Bray, D.R., Hemken, R.W.: Methods to relieve heat stress for dairy cows in hot, humid climates. *Applied Engineering in Agriculture*, 1991, 7, s. 241-247.

Bucklin R.A., Bottcher, R.W., Van Wicklen, G.L., Czarick, M.: Reflective roof coatings for heat stress relief in livestock and poultry housing. *Applied Engineering in Agriculture*, 1993, 9, s. 123-129.

Bruckmaier, R.M., Schams, D., Blum, J.W.: Milk removal in familiar and unfamiliar surroundings: concentration of oxytocin, prolactin, cortisol and beta-endorphin. *Journal of Dairy Science*, 1993, 60, s. 449-456.

Buffington, D.E., Collier, R.J.: Design parameters for shade management systems for dairy cows in hot, humid climates. In: *Proceedings of the Second National Dairy Housing Conference*, ASAE, Madison, Wisconsin, 1983, s. 100-107.

Buhr, R.J., Spicler, J.L., Ritter, A.R., Bourassa, D.V., Cox, N.A., Richardson, L.J., Wilson, J.L.: Efficacy of combination chemicals as sanitizers of *Salmonella*-inoculated broiler hatching eggshells. *Journal of Applied Poultry Research*, 2013, 22, s. 27-35.

Buddle, B.M., Denis, M., Attwood, G.T., Altermann, E., Janssen, P.H., Ronimus, R.S., Pinares-Patiño, C.S., Muetzel, S., Wedlock, D.N.: Strategies to reduce methane emissions from farmed ruminants grazing on pasture. *The Veterinary Journal*, 2011, 188, s. 11-17.

Burda, K.: Vyhodnocení ověřovacího provozu velkokapacitní stáje dojnic na farmě Studénka. ÚVSH Praha, 1981.

Bussink, D.W., Oenema, O.: Ammonia volatilization from dairy farming systems in temperate areas: a review. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 1998, 51, s. 19-33.

Campbell, J.B., Skoda, S.R., Berkebile, D.R., Boxler, D.J., Thomas, G.D., Adams, D.C., Davis, R.: Effects of stable flies (Diptera: Muscidae) on weight gains of grazing yearling cattle. *Journal of Economic Entomology*, 2001, 94, s. 780-783.

Camuffo, D.: *Microclimate for Cultural Heritage*. Elsevier, 1998.

Carpenter, G.A., Smith, W.K., MacLaren, A.P.C., Spackman, D.: Effect of internal air filtration on the performance of broilers and the aerial concentrations of dust and bacteria. *British Poultry Science*, 1986, 27, s. 471-480.

Casey, J.W., Holden, N.M.: Analysis of greenhouse gas emissions from the average Irish milk production system. *Agricultural Systems*, 2005, 86, s. 97- 114.

Castanẽda, C.A., Gaughan, J.B., Sakaguchi, Y.: Relationships between climatic conditions and the behaviour of feedlot cattle. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*, 2004, 25, s. 33-36.

Catangui, M.A., Campbell, J.B., Thomas, G.D., Boxler, D.J.: Calculating economic injury levels for stable flies (Diptera: Muscidae) on feeder heifers. *Journal of Economic Entomology*, 1997, 90, s. 6-10.

Cole, N.A., Clark, R.N., Todd, R.W., Richardson, C.R., Gueye, A., Greene, L.W., McBride, K.: Influence of dietary crude protein concentration and source on potential ammonia emissions from beef cattle manure. *Journal of Animal Science*, 2005, 83, s. 722- 731.

Coufalík, V.: *Současné problémy v reprodukci skotu*. Agriprint, Olomouc, 2013.

Crosson, P., Shalloo, L., O'Brien, D., Lanigan, G.J., Foley, P.A., Boland, T.M., Kenny, D.A.: A review of whole farm systems models of greenhouse gas emissions from beef and

dairy cattle production systems. *Animal Feed Science and Technology*, 2011, 166-167, s. 29-45.

Čermáková A., Střeleček F.: *Statistika I*. 1.vydání. České Budějovice. Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 1995.

Číhalová, P., Novák, P., Šoch, M., Zabloudil, F.: Environment- factor influencing welfare of poultry. In: *Zborník referátov z medzinárodnej vedeckej konferencie „Atmosféra 21. storočia, organizmy a ekosystémy“*. Zvolen, Technická univerzita ve Zvolene, 1999, s. 169-171.

Dalgaard, R., Halberg, N., Hermansen, J.E.: *Danish Pork Production, and Environmental Assessment*. University of Aarhus, Aarhus, Denmark, 2007.

Da Silva, R.G., La Scala Jr., N., Tonhati, H.: Radiative properties of the skin and hair coat of cattle and other animals. *Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 2003, 46, s. 913-918.

Dawkins, M.S.: *La Souffrance Animale*. Editions du Point Vétérinaire, Maisons-Alfort, 1983.

Désiré, L., Boissy, A., Veissier, I.: Emotions in farm animals: a new approach to animal welfare in applied ethology. *Behavioural Processes*, 2002, s. 165-180.

De Boer, I.J.M.: Environmental impact assessment of conventional and organic milk production. *Livestock Production Science*, 2003, 80, s. 69-77.

DeLaval: DeLaval dairy fan DF 1300. For fresh air everywhere. [Delaval.com](http://www.delaval.com)[online]. [cit.16.12. 2016]. Dostupné z: http://www.delavalczech.cz/ImageVaultFiles/id_240/cf_5/Dairy_fan_DF1300.PDF

De Sousa, P., Pedersen, S.: Ammonia emission from fattening pig houses in relation to animal activity and carbon dioxide production. *Agricultural Engineering International: The CIGR Ejournal* 6 Manuscript BC 04 003, 2004.

De Vries, M., de Boer, I.J.M.: Comparing environmental impacts of livestock products: a review of life cycle assessment. *Livestock Science*, 2009, 128, s. 1-11.

Dobšinský, O., Frajs, Z., Kursa, J.: *Zoohygiena a prevence. Skripta, I.díl*, VŠT Praha, 1976.

Dolejš, J., Toufar, O., Knížek, J.: Variability of dairy cows responses to the high temperatures and evaporative cooling. *Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 1998*. VFU Brno, 1998, s. 13-15.

Dolejš, J., Toufar, O., Knížek, J.: Dlouhodobé následky tepelného stresu u dojnic. *Výzkumný ústav živočišné výroby: Praha Uhřetěves*, 2001, s. 5.

Dolejš, J.: *Eliminace amoniaku v kotcovém ustájení prasat*. Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby Praha Uhřetěves, 2002.

Dolejš, J., Mašata, O., Toufar, O.: Elimination of dust production from stables for dairy cows. *Czech Journal of Animal Science*, 2006, 51, s. 305-310.

Dolejš, J., Češpiva, M., Toufar, O., Adamec, T., Knížek, J., Kraus, R. (2007): Dynamika působení biopřípravků na eliminaci stájových plynů. In: Střelcová, K., Škvarenina, J., Blažec, M. (2007): *Bioclimatology and natural hazards. International Scientific Conference*, Slovakia

Doležal, J., Kutnarová, M.: Stájové prostředí a užitkovost. *DZZ VÚ VII-4/9/12, VŠZ Praha*, 1987, 1, s. 34.

Doležal, O., Bílek, M.: Světelná pohoda ve stájích pro dojnice. Preferenční testace. *Light welfare in dairy cow stables*. Brno: VUF Brno, 2001, s. 40-43.

Doležal, O., et al.: Komfortní ustájení vysokoprodukčních dojnic. Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby, 2002.

Doležal, O., et al.: Zásady welfare a nové standardy EU v chovu skotu. Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby, Praha-Uhřetěves, 2004.

Doležal, O.: Metody eliminace tepelného stresu- významná chovatelská rezerva. Soubor odborných statí pro chovatele. Praha, 2010.

Doležal, O.: Při výstavbě či rekonstrukci kravinu bez chyb a omylu. *Náš chov*. 2013, 10, s. 42-48.

Doležal, O., Staněk, S.: Chov dojného skotu. Profi Press s.r.o., Praha, 2015.

Donham, K.J., Cumbro, D., Reynolds, S.J., Merchant, J.A.: Dose-response relationships between occupational aerosol exposures and cross-shift declines of lung function in poultry workers: Recommendations for exposure limits. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 2000, 42, s. 260-269.

Duncan, I.,J.,H.: Science- based assessment of animal welfare: farm animals. *Revue scientifique et technique de l'Office international des Epizooties*, 2005, 24, s. 483-492.

Duxbury, J.: The significance of agricultural sources of greenhouse gases. *Fertilizer Research*, 1994, 38, s. 161-163.

Eckard, R.J., Grainger, C., de Klein, C.A.M.: Options for the abatement of methane and nitrous oxide from ruminant production: A review. *Livestock Science*, 2010, 130, s. 47-56.

European Environment Agency (EEA), EMEP/CORINAR: Atmospheric emission inventory guidebook. Technical Report, 2000, 30, s. 683.

Fanger, P.O.: Thermal comfort. Copenhagen: Danish Technical Press, 1970.

Fangmeier, A., Hadwiger- Fangmeier, A., Van der Eerden, L., Jäger, H.J.: Effects of atmospheric ammonia on vegetation- a review. *Environmental Pollution* 86, 1994, s. 43-82.

FAO: *The State of Food and Agriculture: Livestock in the balance*. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy, 2009.

FAO: *Greenhouse Gas Emissions from the Dairy Sector: A life Cycle Assessment*. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy, 2010.

Farm Animal Welfare Council: *Farm Animal Welfare in Great Britain: Past, Present and Future*; FAWC: London, UK, 2009, s. 57.

Farm Animal Welfare Council: *Annual Review 2011-2012*. Defra.gov.uk [online], [cit. 6. 6. 2016]. Dostupné z: <http://www.defra.gov.uk/fawc/files/Annual-Review-2011-2012.pdf>

Ferm, M., Marcinkowski, T., Kieronczyk, M., Pietrzak, S.: Measurements of ammonia emissions from manure storing and spreading stages in Polish commercial farms. *Atmospheric Environment*, 2005, 39, s. 7106-7113.

Finch, V.A.: Heat as a stress factor in herbivores under tropical conditions. In: Gilchrist, F.M.C., Mackie, R.I. (Eds.), *Herbivore Nutrition in the Subtropics and Tropics*. The Science Press, Graighall, Sout Africa, 1984, s. 89-105.

Foster, P., Ramaswamy, V., Artaxo, P., Berntsen, T., Betts, R., Fahey, D.W., Haywood, J., Lean, J., Lowe, D.C., Myhre, G., Nganga, J., Prinn, R., Raga, G., Schulz, M., Van Dorland, R.: *Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2007.

Fox, D.,G., Tylutki, T.P.: Accounting for the effects of environment on the nutrient requirements of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 1998, 81, s. 3085-3095.

Fraser, D.: Science, values and animal welfare: exploring the 'inextricable connection'. *Animal Welfare* 4, 1995, s.103-117.

Frazzi, E., Calamari, L., Calegari, F., Stefanini, L.: Behavior of dairy cows in response to different barn cooling systems. *Trans. ASAE*, 2000, 43, s. 387-394.

Fuquay, J.W.: Heat stress as it affects animal production. *Journal of Animal Science*, 1981, 52, s. 164-174.

Gagge, A.P., Nishi, Y., Gonzales, R.R.: Standard effective temperature- A single temperature index of temperature sensation and thermal discomfort. *Proceeding of the CIB Commission W45 (Human Requirements), Symposium, Thermal Comfort and Moderate Heat Stress*, 1973, s. 229-250.

Gantner, V., Mijić, P., Kuterovac, K., Solić, D., Gantner, R.: Temperature-humidity index values and their significance on the daily production of dairy cattle. *Mljekarstvo*, 2011, 61, s. 56-63.

Garnett, T.: Meat and Dairy Production and Consumption. Exploring the Livestock's Sector Contribution to UK's Greenhouse Gas Emissions and Assessing What Less Greenhouse Gas Intensive Systems of Production and Consumption Might Took Place. Working paper Centre for environmental strategy, University of Surrey, Surrey, UK, 2007.

Gast, R.K., Mitchell, B.W., Holt, P.S.: Application of negative air ionization for reducing experimental airborne transmission of *Salmonella enteritidis* to chicks. *Journal of Poultry Science*, 1999, 78, s. 57-61.

Gaughan, J.B., Mader, T.L., Holt, S.M., Josey, M.J., Rowan, K.: Heat tolerance of Boran and Tuli crossbred steers. *Journal of Animal Science*, 1999, 77, s. 2398-2405.

Gaughan, J.B., Tait, L.A., Eigenberg, R., Bryden, W.L.: Effect of shade on respiration rate and rectal temperature of Angus heifers. *Proceedings of Australian Society of Animal Production*, 2004, 25, s. 69-72.

Gay, S.W.: Natural ventilation for freestall dairy barns. *Virginia Cooperative Extension, Virginia Polytechnic institute and State university*, 2009, s. 442-763.

Gebremedhin, K.G., Wu, B.X.: Characterization of flow field in a ventilated space and simulation of heat exchange between cows and their environment. *Journal of Thermal Biology*, 2003, 28, s. 301-319.

Gebremedhin, K.G., Hillman, P.E., Lee, C.N., Collier, R.J., Willard, S.T., Arthington, J.D., Brown- Brandl, T.M.: Sweating rates of dairy cows and beef heifers in hot conditions. *Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 2008, 51, s. 2167- 2178.

Georges, M., Haake, K.W., Bockish, F.J.: Buildings for dairy cattle husbandry in arid and semi-arid areas. *Landtechnik*, 2005, 60, s. 290.

Ghorbani, A., Mirmahdavi, S.A., Rahimabadi, E.: Economic efficiency of caspian cattle feedlot farms. *Asian Journal of Animal Science*, 2009, 3, s. 25-32.

Grandin, T.: Assessment of stress during handling and transporting. *Journal of Animal Science*, 1997, 75, s. 249-257.

Groenestein, C.M., Oosthoek, J., Van Faassen, H.G.: Microbial processes in deep-litter systems for fattening pigs and emission of ammonia, nitrous oxide and nitric oxide. In: *Nitrogen Flow in Pig Production and Environmental Consequences- Proceedings of the First International Symposium*. Centre for Agricultural Publishing and Documentation (PUDOC), Wageningen Netherlands, 1993, s. 307-312.

Guo, H., Jacobson, L.D., Schmidt, D.R., Nicolai, R.E., Janni, K.A.: Comparison of Five Models for Setback Distance Determination from Livestock Sites. *Canadian Biosystems Engineering*, 2004, 46, s. 6.17-6.25.

Gyldenkærne, S., Skjøth, C.A., Hertel, O., Ellermann, T.: A dynamical ammonia emission parameterization for use in air pollution models. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 2005, 110. D7.

Haas, G., Wetterich, F., Köpke, U.: Comparing intensive, extensified and organic grassland farming in southern Germany by process life cycle assessment. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2001, 83, s. 43-53.

Hacala, S., d'Elevage, R., Le Gall, A.: Evaluation des émissions de gaz à effet de serre en élevage bovin et perspectives d'atténuation. *Fourrages*, 2006, 186, s. 215-227.

Hahn, G. L.: Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. *Journal of Animal Science*, 1999.

Hahn, G.L., Mader, T.L.: Heat waves in relation to thermoregulation, feeding behaviour and mortality of feedlot cattle. In Proc. 5th Int. Livest. Environ. Symp., Bloomington, American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph, 1997, s. 563-571.

Hána, B.: Vliv mikroklimatu stáje na welfare hospodářských zvířat ve vybraném podniku. Diplomová práce. ZF JČU ČB, České Budějovice, 2011.

Hansen, P.J., Drost, M., Rivera, R.M., Paula-Lopes, F.F., al-Katanani, Y.M., Krininger, C.E., Chase, C.C.: Adverse impact of heat stress on embryo production: Causes and strategies for mitigation. *Theriogenology*, 2001, 55, s. 91-103.

Hayasaka, K., Masubuchi, T., Kamo, M., Kawamoto, H., Shimonasako, H.: Effects of localized air flowing system in free stalls on behavior of lactating cows in a hot environment. *Bull. NILGS* 1, 2002, s. 49-54.

Hatem, M.H., Sadek, R.R., Samer, M.: Cooling, shed height and shed orientation affecting dairy cows' microclimate. *Misr Journal of Agricultural Engineering*, 2004, 21, s. 714-726.

Havlík, V.: Možnosti ventilace stájí pro dojnice. *Chov skotu*, 2011, 3, s. 26-27.

Herbut, P., Angrecka, A.: Forming of temperature-humidity index (THI) and milk production of cows in the free-stall barn during the period of summer heat. *Animal Science Papers and Reports*, 2012, 30, s. 363-372.

Herrero, M., Gerber, P., Vellinga, T., Garnett, T., Leip, A., Opio, C., Westhoek, H.J., Thornton, P.K., Olesen, J., Hutchings, N., Montgomery, H., Soussana, J.F., Steinfeld, H., McAllister, T.A.: Livestock and greenhouse gas emissions: The importance of getting the numbers right. *Animal Feed Science and Technology*, 2011, 167, s. 779-782.

Hilhorst, M.A., Willers, H.C., Groenestein, C.M., Monteny, G.J.: Effective strategies to reduce methane emissions from livestock. *American Society of Association Executives Annual Meeting*, Paper number 014070, 2001, s. 1-8.

Hill, L., Hargood-Ash, D., Vernon, H.M., Bedford, T., Angus, T.C.: The Kata-thermometer in studies of body heat efficiency. *Med Res Council Spec Reports Ser*, 1923, 73, s. 198-206.

Hillman, P.E., Gebremedhin, K.G., Parkhurst, A., Fquaya, J., Willard, S.: Evaporative and convective cooling of cows in a hot and humid environment. In: *Livestock and Environment VI: Proceedings of the 6th International Symposium*, 2001a, s. 343-350.

Hillman, P.E., Lee, C.N., Carpenter, J.R., Baek, K.S., Parkhurst, A.: Impact of hair color on thermoregulation of dairy cows to direct sunlight. *American Society of Association Executives Paper No. 014031*. St. Joseph, MI, 2001b.

Hillman, P.E., Gebremedhin, K.G., Brown-Brandl, T.M., Lee, C.N.: Thermal analysis and behavioral activity of heifers in shade or sunlight. In: *Livestock Environment VII: Proceedings of the 7th International Symposium*, 2005, s. 151-161.

Hinz, T., Hartung, J., Wiegand, B.: Air quality in a Louisiana-type boiler house. *Report No.94-C-08*, AgEng Milano 94, Italy, 1994.

Hoff, S.J., Bundy, D.S., Nelson, M.A., Zelle, B.C., Jacobson, L.D., Heber, A.J., Ni, J., Zhang, Y., Koziel, J.A., Beasley, D.B.: Emissions of Ammonia, Hydrogen Sulfide, and Odor before, during, and after Slurry Removal from a Deep-Pit Swine Finisher. *Journal of Air & Waste Management Association*, 2006, 56, s. 581-590.

Holt, P.S., Mitchell, B.W., Seo, K.H., Gast, R.K.: Use of negative air ionization for reducing airborne levels of Salmonella enterica serovar Enteritidis in a room containing infected caged layers. *Journal of Applied Poultry Research*, 1999, 8, s. 440-446.

Hopster, H.: Coping strategies in dairy cows. Ph.D. Thesis. Agricultural University of Wageningen, Wageningen, s. 152.

Hov, O., Hjollo, B.A., Eliassen, A.: Transport distance of NH₃ and ammonium in northern Europe. *Journal of Geophysical Research*, 1994, 99 (D9), s. 18,735-18,748.

Huhnke, R.L., McCowan, L.C., Meraz, G.M., Harp, S.L., Payton, M.E.: Determining the frequency and duration of elevated temperature-humidity index. American Society of Association Executives Meeting Paper No. 01-4111. St. Joseph, MI, 2001.

Hulsen, J.: Cow Signals: The Practical Guide for Dairy Cow Management. The Netherlands: Vetvice, 2006, s. 96.

Husted, S.: An open chamber technique for determination of methane emission from stored livestock manure. *Atmospheric Environment*, 1993, 27, s. 1635-1642.

Hutla, P.: Lighting in agriculture. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací Praha, 1998.

Charavaryamath, C., Singh, B.: Pulmonary effects of exposure to pig barn air. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 2006, 1, s. 10.

Chládek, G., Falta, D., Walterová, L., Erbez, M., Šarovská, L., Komzáková, I.: Dopady tepelného stresu u dojnic v podmínkách konkrétních chovů. In Chov a šlechtění kombinovaného skotu- sborník přednášek z mezinárodního semináře. Žďár nad Sázavou: Svaz chovatelů českého strakatého skotu, 2009, s. 18-20.

Chloupek, J., Suchý, P.: Mikroklimatická měření ve stájích pro hospodářská zvířata. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, 2008.

Christopherson, R.J.: Management and housing of animals in cold environments. Stress physiology in livestock, 1985, 2, s. 175-194.

Igono, M.O., Bjotvedt, G., Sanford-Crane, H.T.: Environmental profile and critical temperature effects on milk production of Holstein cows in desert climate. International Journal of Biometeorology, 1992, 36, s. 77-87.

Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC: Climate change 2001- The scientific basis. Contribution of working group I to the third assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Published for the intergovernmental panel on climate change, Cambridge University Press, Cambridge, 2001.

IRZ- Integrovaný registr znečištění. Amoniak. Irz.cz [online]. [cit. 15. 6. 2015]. Dostupné z: <http://www.irz.cz/node/11>

IRZ- Integrovaný registr znečištění. Methan. Irz.cz [online]. [cit. 15. 6. 2015]. Dostupné z: <http://www.irz.cz/repository/latky/methan.pdf>

Jacobsen, K.L. (Ed.): The well-being of dairy cows in hot and humid climates. II. Reducing stress. Compendium of Continues Education in Practical Veterinary, Veterinary Learning Systems, Trenton, NJ, 1996, 18, s. 242-254.

Jacobsen, K.L.: The welfare of dairy cattle in hot and humid climates: Part I. Housing and effects of heat stress. Large Animals Review, 1998, 4, s. 29-34.

Jarvis, S., Pain, B.: Greenhouse gas emissions from intensive livestock system: their estimation and technologies for reduction. Climatic Changes, 1994, 27, s. 27-38.

Jeppsson, K.H.: Diurnal variation in ammonia, carbon dioxide and water vapour emission from an uninsulated, deep litter building for growing/ finishing pigs. Biosystems Engineering, 2002, 81, s. 213-223.

Jelínek, P., Koudela, K., et al.: Fyziologie hospodářských zvířat. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003, s. 409.

Johansson, M., Suutari, R., Bak, J., Lövblad, G., Posch, M., Simpson, D., Tuovinen, J.-P., Tørseth, K.: The Importance of Nitrogen oxides for the exceedance of critical thresholds in the Nordic countries. *Water, Air, & Soil Pollution*, 2001, 130, s. 1739-1744.

Johnson, H.D.: Environmental management of cattle to minimize the stress of climate changes. *International Journal of Biometeorology*, 1980, 24, s. 65-78.

Johnson, H.D.: Bioclimates and livestock. *Bioclimatology and the Adaptation of Livestock*. World Animal Science, Elsevier Science Publ. Co., New York, 1987.

Jungbluth, T., Hartung, E., Brose, G.: Greenhouse gas emissions from animal houses and manure stores. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 2001, 60, s. 133-145.

Kadzere, C.T., Murphy, M.R., Silanikove, N., Maltz, E.: Heat stress in lactating dairy cows: A review. *Livestock Production Science*, 2002, 77, s. 59-91.

Kaiser, E., Eiland, F., Germon, J., Heinemeyer, O., Henault, C., Lind, A., Maag, M., Sauer, E.: What predicts nitrous oxide emissions and denitrification-loss from European soils? *Z Pflanzenernähr Bodenk*, 1996, 159, s. 541-547.

Karlová, Š.: Vliv vysokých stájových teplot na denní periodicitu životních projevů dojnic. XI. Ročník odborného semináře s mezinárodní účastí „Aktuální otázky bioklimatologie zvířat“. FVHE VFU Brno, 1996, s. 23-25.

Kendall, P.E., Nielsen, P.P., Webster, J.R., Verkerk, G.A., Littlejohn, R.P., Matthews, L.R.: The effects of providing shade to lactating dairy cows in a temperate climate. *Livestock Science*, 2006, 103, s. 148-157.

Kendall, P.E., Verkerk, G.A., Webster, J.R., Tucker, C.B.: Sprinklers and shade cool cows and reduce insect-avoidance behavior in pasture-based dairy systems. *Journal of Dairy Science*, 2007, 90, s. 3671-3680.

Kic, P., Brož, V.: Tvorba stájového prostředí. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1995, s. 47.

Kim, K.Y., Ko, H.J., Kim, H.T., Kim, C.N., Byeon, S.H.: Association between pig activity and environmental factors in pig confinement buildings. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 2008, 48, s. 680-686.

Kirkhorn, S.R., Garry, V.F.: Agricultural lung diseases. *Environmental Health Perspectives*, 2000, 108, s. 705-712.

Knížek, J., S. Staněk a J. Dolejš, J.: Kvantifikace úrovně osvětlení ve stáji dojnic. Praha: VUZV Praha, 2012, s. 33-35.

Kool, A., Blonk, H., Ponsioen, T., Sukkel, W., Vermeer, H., de Vries, J., Hoste, R.: Carbon Footprints of Conventional and Organic Pork. Assessment of Typical Production Systems in the Netherlands, Denmark, England and Germany. *Blonk Milieuvadvis*, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands, 2009.

Kurihara, M., Shiyoa, S.: Dairy cattle management in a hot environment. *Extension Bulletin-Food and Fertilizer Technology Centre*, 2003, 529, s. 1-9.

Kursa, J., et al.: *Zoohygiena a prevence I*. České Budějovice: Agronomická fakulta v Českých Budějovicích, 1986.

Kursa, J., et al.: *Zoohygiena a prevence chorob hospodářských zvířat*. České Budějovice: JU ZF, 1998.

Kurvits, T., Marta, T.: Agricultural NH₃ and NO_x Emissions in Canada. *Environmental Pollution*, 1998, 102, s. 187-194.

Kvapilík, J.: *Ekonomické aspekty chovu skotu*. Praha, Svaz chovatelů českého strakatého skotu, 1995.

Lassey, K.R.: Livestock Methane Emission and Its Perspective in the Global Methane Cycle. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 2008, 48, s. 114-118.

Leahy, S.C., Kelly, W.J., Altermann, E.H., Ronimus, R.S., Yeoman, C., Pacheco, D.M., Li, D., Kong, Z., McTavish, S., Sang, C., Lambie, S.C., Janssen, P.H., Dey, D., Attwood, G.T.: The genome sequence of the rumen methanogen *Methanobrevibacter ruminantium* reveals new possibilities for controlling ruminant methane emissions. PLoS ONE, 2010, 5, e8926.

Leinker, M., Rheinhard- Hanisch, A., Von Botelu, E., Harting, E.: Application of urease inhibitors in dairy facilities to reduce ammonia volatilization. In Proc.: Ammonia Conference, Wageningen- Ede, 2007.

Lemerle, C., Goddard, M.E.: Assessment of heat stress in dairy cattle in Papua New Guinea. Animal Health Production, 1986, 18, s. 232-242.

Lindley, J.A., Whitaker, J.H.: Agricultural Buildings and Structures: Dairy Cattle Housing. ASAE, St. Joseph, Michigan, USA, 1996, s. 529-564.

Loyon, L., Guiziou, F., Beline, E., Peu, P.: Gaseous emissions (NH₃, N₂O, CH₄ and CO₂) from the aerobic treatment of piggery slurry- comparison with a conventional storage system. Biosystems Engineering, 2007, 97, s. 472-480.

Lough, D.S., Beede, D.K., Wilcox, C.J.: Level of feed intake and thermal stress on mammary blood flow and other physiological measurements in lactating dairy cow. Journal of Dairy Science, 1989, 72, s. 311.

Lu, C.D.: Effect of heat stress on goat production. Small Ruminant Research, 1989, 2, s. 151-162.

Madelin, T.M., Wathes, C.M.: Air hygiene in a broiler house: Comparison of deep litter with raised netting floors. British Poultry Science, 1989, 30, s. 23-37.

Mader, T.L., Davis, M.S., Brown-Brandl, T.: Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. Journal of Animal Science, 2006, 84, s. 712-719.

Mader, T.L., Gaughan, J.B.: Climate Change and Agriculture. Effect of climate variability on domestic livestock. Ariel Dinar and Robert Mendelsohn, 2011, s. 32-48.

Main, D.,C.,J., Webster, F., Green, L.,E.: Animal Welfare Assessment in Farm Assurance Schemes. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A, Animal Science Supplement*, 2001, 30, s. 108-113.

Marciniak, A.M.: The use of temperature-humidity index (THI) to evaluate temperature-humidity conditions in free- stall barns. *Journal of Central European Agriculture*, 2014, 15, s. 73-83.

Mareček, J., Sychra, L., Bobček, B.: Perspektivní systém využití biotechnologických metod při ekologickém zpracování exkrementů prasat. *Agrotar Nitra*, 1999.

Martin, J.G.: Sitting large dairy facilities. In: Chastain, J.P. (Ed.), *Proc. Fourth International Dairy Housing Conference, ASAE, St. Joseph, Michigan, USA*, 1998, s. 201-208.

Martin, C., Morgavi, D.P., Doreau, M.: Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale. *Animal*, 2009, 4, s. 351-365.

Martinez, J., Guiziou, F., Peu, P., Gueutier, V.: Influence of treatment techniques for pig slurry on methane emissions during subsequent storage. *Biosystems Engineering*, 2003, 85, s. 347- 354.

McAllister, T.A., Newbold, C.J.: Redirecting rumen fermentation to reduce methanogenesis. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 2008, 48, s. 7-13.

McCulloch, S.,P.: A Critique of FAWC's Five Freedoms as a Framework for the Analysis of Animal Welfare. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 2012, 26, s. 959-975.

McDowell, R.E., Hooven, N.W., Camoens, J.K.: Effects of climate on performance of Holsteins in first lactation. *Journal of Dairy Science*, 1976, 59, s. 965-973.

Meyer, M.J., Smith, J.F., Harner, J.P., Shirley, J.E., Titgemeyer E.C., Brouk, M.J.: Performance of lactating dairy cattle in three different cooling systems. *Applied Engineering in Agriculture*, 2002, 18, s. 341-345.

Miller, D.N., Berry, E.: Cattle Feedlot Soil Moisture and Manure Content: I. Impacts on Greenhouse Gases, Odor Compounds, Nitrogen Losses, and Dust. *Journal of Environmental Quality*, 2005, 34, s. 644-655.

Mills, J.A.N., Kebreab, E., Yates, C.M., Crompton, L.A., Cammell, S.B., Dhanoa, M.S., Agnew, R.E., France, J.: Alternative approaches to predicting methane emissions from dairy cows. *Journal of Animal Science*, 2003, 81, s. 3141-3150.

Mitchell, B.W., Holt, P.S., Seo, K.H.: Reducing dust in a caged layer room: an electrostatic space charge system. *Journal of Applied Poultry Research*, 2000, 9, s. 292-296.

Mosier, A.: Nitrous oxide emissions from agricultural soils. *Fertilizer Research*, 1994, 37, s. 191-200.

Morrison, S.R.: Ruminant heat stress: effect on production and means of alleviation. *Journal of Animal Science*, 1983, 57, s. 1594-1600.

Muller, C.J.C., Botha, J.A., Smith, W.A.: Effect of shade on various parameters of Friesian cows in a Mediterranean climate in Sout Africa. 1. Feed and water intake, milk production and milk composition. *South African Journal of Animal Science*, 1994, 24, s. 49-55.

Muller, C.G.C., Botha, J.A.: Roof height in roofed free-stall structures in relation to the microclimate and production performance of lactating friesland cows during summer in Mediterranean climate. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 1997, 40, s. 445-450.

Muñoz, C., Yan, T., Wills, D.A., Murray, S., Gordon, A.W.: Comparison of the sulphur hexafluoride tracer and respiration chamber techniques for estimating methane emissions and correction for rectum methane output from dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 2012, 95, s. 3139-3148.

NADIS, National Animal Disease Information Service. *Managing Heat Stress in Dairy Cows*.

NADIS Ltd, [cit. 20.6.2015]. Dostupný z: <http://www.nadis.org.uk/bulletins/managing-heat-stress-in-dairy-cows.aspx>

Nagashima, K.: Central mechanisms for thermoregulation in a hot environment. *Industrial Health*, 2006, 4, s. 359-367.

Ngwabie, N.M., Jeppsson, K.H., Nimmermark, S., Swenson, C., Gustafsson, G.: Multi-location measurements of greenhouse gases and emission rates of methane and ammonia from a naturally-ventilated barn for dairy cows. *Biosystems Engineering*, 2009, 103, s. 68-77.

Ngwabie, N.M., Jeppsson, K.H., Gustafsson, G., Nimmermark, S.: Effects of animal activity and air temperature on methane and ammonia emissions from a naturally ventilated building for dairy cows. *Atmospheric Environment*, 2011, 45, s. 6760-6768.

Ni, J.Q., Heber, A.J., Diehl, C.A., Lim, T.L.: Ammonia, Hydrogen Sulphide and Carbon Dioxide Release from Pig Manure in Under-Floor Deep Pits. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 2000, 77, s. 53-66.

Ni, J., Heber, A.J., Lim, T.T., Diehl, C.A., Duggirala, R.K., Haymore, B.L.: Hydrogen Sulfide Emission from Two Large Pig-Finishing Buildings with Long-Term High-Frequency Measurements. *Journal of Agricultural Science*, 2002, 138, s. 227-236.

Nics, B., Laitat, M., Farnic, F., Vandenheede, M., Desiron, A., Vergaeghe, C., Canart, B.: Gaseous emissions from deep-litter pens with straw or sawdust for fattening pigs. *Animal Science*, Part 1, 2004, 78, s. 99-107.

Nimmermark, S., Lund, V., Gustafsson, G., Eduard, W.: Ammonia, dust and bacteria in welfare-oriented systems for laying hens. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 2009, 16, s. 103-113.

Novák, P., Kubíček, K., Fišer, A., Svoboda, J., Vegricht, J.: Rizikové faktory stájového prostředí a jeho řešení (Metodika). Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1994.

Novák, P., Kubíček, K., Opatřil, M., Šoch, M., Zeman, J., Fišer, A.: Relationship of dairy cow breeding to hygiene milking. Current Problems in Production and Technology of Milk, ZF JU České Budějovice, 1996, s. 134-135.

Novák, P., Zabloudil, F., Šoch, M., Venglovský, J.: Stable environment- significant factor for the welfare and productivity of cows. In: Proc. Xth Int. Congress on Animal Hygiene, Maastricht, The Netherlands, 2000, 2, s. 1019-1024.

Novák, P., Odehnal, J., Zabloudil, F., Šoch, M.: Stable Environment- Import Factor Influencing the Health and Welfare of Pigs. Sborník příspěvků z mezinárodní conference "Chov ošípaných". SPU Nitra, 2001, s. 293-297.

Novák, P., Kubíček, K., Zabloudil, F.: Mikroklima, tepelná bilance a větrání stájí pro hospodářská zvířata. Náš chov, 2002, s. 4-6.

Ominski, K.H., Kennedy, A.D, Wittenberg, K.M., Moshtaghi-Nia, S.A.: Physiological and production responses to feeding schedule in lacting dairy cows exposed to short-term, moderate heat stress. Journal of Dairy Science, 2002, 85, s. 730-737.

Osada, T.: The processing of livestock waste through the use of activated sludge- Treatment with intermittent aeration process. Asian- Australian Journal of Animal Science, 2000, 13, s. 698-701.

Overton, M.W., Sischo, W.M., Temple, G.D., Moore, D.A.: Using time-lapse video photography to asses dairy cattle lying behavior in a free-stall barn. Journal of Dairy Science, 2002, 85, s. 2407-2413.

Pain, B.: Gaseous pollutants from organic waste use in agriculture. In: Martinez, J. & Maudet M-N (eds) RAMIRAN 98, 8th International Conference on Management Strategies for Organic Waste Use in Agriculture, 1998, s. 233-246.

Pearson, C. C., Sharples, T. J.: Airborne dust concentrations in livestock buildings and the effect of feed. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 1995, 60, s. 145-154.

Petersen, S. O., Sommer, S. G.: Ammonia and nitrous oxide interactions: roles of manure organic matter management. *Animal Feed Science and Technology*, 2011, 166-167, s. 503-513.

Pištěková, V., Voslářová, E., Bedáňová, I., Večerek, V.: Assessment of farm animal welfare. *Animal Protection and Welfare 2014*. Brno: University of Veterinary and Pharmaceutical Sciences Brno, 2014, s. 112-116.

Prentice, W. E.: *Therapeutic Modalities in Rehabilitation*. 3rd ed. New York, McGraw-Hill Medical, 2005, 27, s. 409-432.

Provolo, G., Riva, E.: One year study of lying and standing behaviour of dairy cows in a freestall barn in Italy. *Journal of Agricultural Engineering*, 2009, 40, s. 27-33.

Randall, J.M., Armsby, A.W.: Cooling gradients across pens in a finishing piggery. Measured cooling gradients. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 1983, 28, s. 235-245.

Ravagnolo, O., Misztal, I.: Studies on genetics of heat tolerance in dairy cattle with reduced weather information via cluster analysis. *Journal of Dairy Science*, 2002, 85, s. 1586-1589.

Ray, D. E., Jassim, A. H., Armstrong, D. V., Wiersma, F., Schuh, J. D.: Influence of season and microclimate on fertility of dairy cows in a hot-arid environment. *International Journal of Biometeorology*, 1992, 36, s. 141-145.

Redbo, I., Ehrlemark, A., Redbo-Torstensson, P.: Behavioural responses to climatic demands of dairy heifers housed outdoors. *Canadian Journal of Animal Science*, 2001, 81, s. 9-15.

Richter, W., Werner, E., Bähr, H.: *Zdraví zvířat*. Praha, SZN, 1983.

Ritz, C.W., Mitchell, B.W., Fairchild, B.D., Czarick, M., Worley, J.W.: Improving In-House Air Quality in Broiler Production Facilities Using an Electrostatic Space Charge System. *Journal of Applied Poultry Research*, 2006, 15, s. 333-340.

Rivas-Martínez, S.: *Worldwide Bioclimatic Classification System*. Centro de Investigaciones Fitosociológicas, 2002.

Rivas-Martínez, S., Sánchez-Mata, D., Cost, M.: North American boreal and western temperature forest vegetation (syntaxonomical synopsis of the potential natural plant communities of North America II). *Itinera Geobotanica*, 1999, 12, s. 5-316.

Robinson, P.J., Henderson-Sellers, A.: *Contemporary Climatology*. Routledge, London and New York, 2014.

Roefeldt, S.: You can't afford to ignore heat stress. *Dairy Manage*, 1998, 35, s. 6-12.

Roth, Z., Meidan, R., Braw-Tal, R., Wolfenson, D.: Immediate and delayed effects of heat stress on follicular development and its association with plasma FSH and inhibin concentration in cows. *Journal of Reproduction and Fertility*, 2000, 120, s. 83-90.

Roth, Z., Meidan, R., Shaham-Albalancy, A., Braw-Tal, R., Wolfenson, D.: Delayed effect of heat stress on steroid production in medium-sized and preovulatory bovine follicles. *Reproduction*, 2001, 121, s. 745-751.

Rushen, J., Boissy, A., Terlouw, E.M.C., de Passillé, A.M.B.: Opioid peptides and behavioral and physiological responses of dairy cows to social isolation in unfamiliar surroundings. *Journal of Animal Science*, 1999, 77, s. 2918-2924.

Rushen, J., de Passillé, A.M., von Keyserlingk, M.A.G., Weary, D.M.: *The Welfare of Cattle*. Springer, 2008.

Samer, M.: Effect of Cowshed Design and Cooling Strategy on Welfare and Productivity of Dairy Cows. *Journal of Agricultural Science and Technology A*, 2011, 1, s. 848-857.

Scheehle, E.A., Kruger, D.: Global anthropogenic methane and nitrous oxide emissions. *The Energy Journal*, 2006, 3, s. 33-44.

Schmidt, G.H., Van Vleck, L.D., Hutjens, M.F.: Dairy cattle housing. *Principles of Dairy Science*, 2nd ed., Prentice Hall, USA, 1988, s. 428-444.

Schütz, K.E., Rogers, A.R., Poulouin, Y.A., Cox, N.R., Tucker, C.B.: The amount of shade influences the behavior and physiology of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 2010, 93, s. 125-133.

Sethi, R.K., Nagarcenkar, R.: Inheritance of heat tolerance in buffaloes. *Indian Journal of Animal Sciences*, 1981, 51, s. 591-595.

Settar, P., Yalcin, S., Turkmut, L., Ozkan, S., Cahanar, A.: Season by genotype interaction related to broiler growth rate and heat tolerance. *Journal of Poultry Science*, 1999, 78, s. 1353-1358.

Shibata, M., Terada, T.: Factors Affecting Methane Production and Mitigation in Ruminants. *Animal Science Journal*, 2010, 81, s. 2-10.

Schneiderová, P.: *Welfare hospodářských zvířat*. Praha: UZPI, 2007.

Silanikove, N.: Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livestock Production Science*, 2000, 67, s. 1-18.

Silanikove, N., Tiomkin, D.: Toxicity induced by poultry litter consumption: Effect on parameters reflecting liver function in beef cows. *Journal of Animal Production*, 1992, 54, s. 203-209.

Silvana, P., Borda, C., Hegedus, C., Lazar, E.: Dairy Cows Welfare Assessment. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj- NAPOCA. Veterinary Medicine*, 2007, 64, s. 255- 261.

Simonsen, H.B.: Assessment of animal welfare by a holistic approach: Behaviour, health and measured opinion. *Acta Agriculturae Scandinavica*. 1996, 27, s. 91–96.

Simpson, J., Niven, R.M., Pickering, C., Oldham, L.A., Fletcher, A.M., Francis, H.C.: Comparative personal exposures to organic dusts and endotoxin. *Annals of Occupational Hygiene*, 1999, 43, s. 107-115.

Smith, K., Cumby, T., Lapworth, J., Misselbrook, T., Williams, A.: Natural Crusting of Slurry Storage as an Abatement Measure for Ammonia Emissions on Dairy Farms. *Biosystems Engineering*, 2007, 97, s. 464-471.

Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., McCarl, B., Ogle, S., O'Mara, F., Rice, C., Scholes, B., Sirotenko, O.: Agriculture. In: Metz, B., Davidson, O.R., Bosch, P.R., Dave, R., Meyer, L.A. (Eds.), *Climate change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 2007.

Sokol, J., Špaček, A., Kotvas, R., Branická, J., Ballová, Š.: *Návody na cvičenia zo zoohygieny a prevencie hospodárskych zvierat*. Nitra, Nitrianske tlačiarne, 1989.

Sommer, S.G., Petersen, S.O., Sogaard, H.T.: Greenhouse gas emission from stored livestock slurry. *Journal of Environmental Quality*, American Society of Agronomy, Madison, 2000, 29, s. 744-751.

Sommer, S.G., McGinn, S.M., Hao, X., Larney, F.J.: Techniques for measuring gas emissions from a composting stockpile of cattle manure. *Journal of Atmospheric Environment*, 2004, 38, s. 4643-4652.

Spencer, H.A.: Management strategies to mitigate the negative effects of heat stress on production and reproduction in dairy cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2011, 40, s. 389-395.

Stackhouse, K.R., Pan, Y., Zhao, Y., Mitloehner, F.M.: Greenhouse Gas and Alcohol Emissions from Feedlot Steers and Calves. *Journal of Environmental Quality*, 2011, 40, s. 899-906.

Stafleu, F.R., Grommers, F.J., Vorstenbosch, J.: Animal Welfare: Evolution and Erosion of a Moral Concept. *Animal Welfare*, 1996, 5, s. 225-234.

Starmans, D.A.J., Van der Hoek, K.W.: Ammonia, the Case of The Netherlands. Wageningen Academic Publishers, 2007.

Steinfeld, H., Wassenaar, T.: The Role of Livestock Production in Carbon and Nitrogen Cycles. *Annual Review of Environment and Resources*, 2007, 32, s. 271-294.

St- Pierre, N.R., Cobanov, B., Schnitkey, G.: Economic losses from heat stress by US livestock industries. *Journal of Dairy Science*, 2003, 86, s. 52-77.

St-Pierre, B., Wright, A.D.G.: Diversity of Gut Methanogens in Herbivorous Animals. *Animal*, 2013, 7, s. 49-56.

Sun, G., Guo, H., Peterson, J.: Seasonal Odor, Ammonia, Hydrogen Sulfide, and Carbon Dioxide Concentrations and Emissions from Swine Grower-Finisher Rooms. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 2010, 60, s. 471-480.

Šimková, A., Švejdová, K., Šoch, M., Šimák-Líbalová, K., Zábanský, L., Effect of cattle stable environment in terms of welfare. *MendelNet 2014*, 2014, s. 192-195.

Šimková, A., Smutný, L., Krupka, F., Švejdová, K., Šoch, M.: Stájové mikroklima. *Automa*, 2015, 7, s. 12-15.

Šístková, M., Peterka, A., Peterka, B.: Light and noise conditions of buildings for breeding diary cows. *Res.Agr.Eng.* 2010, 3, s. 92-98.

Šoch, M., Novák, P., Kratochvíl, P.: Influence of house environment for calf organism during milk nutrition. Souhrn referátů z XII. československé bioklimatologické konference „Vývoj životního prostředí pod tlakem civilizačních procesů z hlediska bioklimatologie“, Velké Bílovice, 1996, s. 43.

Šoch, M., Matoušková, E., Trávníček, J.: The Microclimatic conditions in cattle and sheep stables at selected farms in Šumava. In: Proc. 3rd Int. Scientific Conference Agregion 2000, Zootechnical Section, České Budějovice, 2000, s. 151-152.

Šoch, M., Basík, M., Novák, P., Vráblíková, J.: The influence of relative humidity of the air and cooling power of stable environment on cows' milk production. In International Bioclimatological Workshop 2003 „Function of Energy and Water Balances in Bioclimatological Systems“. SPU v Nitre, September, 2.-4., Rackova dolina, 2003.

Šoch, M.: Vliv prostředí na vybrané ukazatele pohody skotu. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zemědělská fakulta, 2005, s. 288.

Šottník, J.: Climatological factors and their effect on production in animal housing. American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2002.

Štumpf, J.: Péče o zdraví hospodářských zvířat. Praha, SZN, 1970.

Takai, H., Seedorf, J., Pedersen, S.: Dust and endotoxin concentrations in livestock buildings in Northern Europe. Proceedings of the International Symposium on Dust Control in Animal Production Facilities, Danisch Institute of Agricultural Sciences, Bygholm, Denmark, 1999, s. 83-89.

Tanabe, S., Arens, E., Bauman, F., Zhang, H., Madsen, T.: Evaluating thermal environments by using a thermal manikin with controlled skin surface temperature. ASHRAE Transactions, 1994, 100, s. 39-48.

Tansey, E.A., Johnson, Ch.D.: Recent advances in thermoregulation. Advances in Physiology Education, 2015, 39, s. 139-148.

Tapki, I.: Initial Body Condition Score at the Fattening Affects on the Behavioural and Physiological Responses of Holstein Friesian Steers under Heat Stress. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 2012, 7, s. 674-683.

Tarlochan, F., Ramesh, S.: Heat transfer model for predicting survival time in cold water immersion. *Journal of Biomedical Engineering Applications Basis and Communications*, 2005, 17, s. 159-166.

Taylor, N.A., Machado- Moreira, C.A., van den Heuvel, A.M., Caldwell, J.N.: Hands, and feet: physiological insulators, radiators and evaporators. *The European Journal of Applied Physiology*, 2014, 114, s. 2037-2060.

Thomassen, M.A., van Calster, K.J., Smits, M.C.J., Iepema, G.L., de Boer, I.J.M.: Life cycle assessment of conventional and organic milk production in the Netherlands. *Agricultural Systems*, 2008, 96, s. 95-107.

Todd, R.W., Cole, N.A., Casey, K.D., Hagevoort, R., Auvermann, B.W.: Methane emissions from southern High Plains dairy wastewater lagoons in the summer. *Animal Feed Science and Technology*, 2011, 166-167, s. 575-580.

Tucker, C.B., Rogers, A.R., Schütz, K.E.: Effect of solar radiation on dairy cattle behaviour, use of shade and body temperature in a pasture-based system. *Applied Animal Behaviour Science*, 2008, 109, s. 141-154.

Tucker, C.B., Cox, N.R., Weary, D.M., Špinko M.: Laterality of lying behavior in dairy cattle. *Applied Animal Behaviour Science*, 2009, 120, s. 125-131.

Turner, L.W., Warner, R.C., Chastain, J.P.: *Micro- Sprinkler and Fan Cooling for Dairy Cows: Practical Design Considerations*, University of Kentucky, Extension Service, USA, 1997.

Umphrey, J.E., Moss, B.R., Wilcox, C.J., Van Horn, H.H.: Interrelationships in lactating Holsteins of rectal and skin temperatures, milk yield and composition, dry matter intake,

body weight, and feed efficiency in summer in Alabama. *Journal of Dairy Science*, 2001, 84, s. 2680-2685.

Urban, F.: *Chov dojného skotu*. Praha: APROS, 1997.

Uzal S., Urgulu, N.: The Effect of Climatic Condition on Area Preferences of Animals in Dairy Cattle Houses. *Journal of International Environmental Application and Science*, 2008, 3, s. 224-233.

Van Duinkerken, Sebek, L.B.J.: Milk urea concentration as an indicator for ammonia emission reduction from dairy barns by feeding measures. *Ammonia emissions in agriculture*, Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 2007.

Van Leewen, R.F.X.: Update and revision of WHO Air Quality Guidelines for Europe. *European Epi Marker*, 1997, 1, s. 10-12.

Vavra, A., Vondrakova, A., Hajkova, L., Vozenilek, V.: Gis and cartography for bioclimatological research: atlas of phenological conditions of czechia. *SGEM: Survey Geology & Mining Ecology Management*, 2012, s. 1065-1072.

Večeřa, M., Falta, D., Chládek, G., Máchal, L.: The effect of low and high barn temperatures on behaviour and performance of holstein dairy cows. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 2012, s. 343-350.

Velthof, G., Jarvis, S., Stein, A., Allen, A., Oenema, O.: Spatial variability of nitrous oxide fluxes in mown and grazed grasslands on a poorly drained clay soil. *Soil Biology & Biochemistry*, 1996, 28, s. 1215-1225.

Wagner-Storch, A.M., Palmer, R.W., Kammel, D.W.: Factors affecting stall use for different freestall bases. *Journal of Dairy Science*, 2003, 86, s. 2253-2266.

Walczak, J., Herbut, E., Krawczyk, W., Szewczyk, A., Muchacka, R.: GHG emissions from different pig housing system in the context of animal welfare. *Annals of Animal Science*, 2004, 1, s. 209-212.

Walterová, L., Šarovská, L., Falta, D., Chládek, G.: Relation between some climate parameters inside and outside the stable in the course of the year. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 2009, 4, s. 125-132.

Wathes, C.M., Holden, M.R., Sneath, R.W., White, R.P., Phillips, V.R.: Concentrations and emission rates of aerial ammonia, nitrous oxide, methane, carbon dioxide, dust and endotoxin in UK broiler and layer houses. *British Poultry Science*, 1997, 38, s. 14-28.

Weiske, A., Vabitsch, A., Olesen, J.E., Schelde, K., Michel, J., Friedrich, R., Kaltschmitt, M.: Mitigation of greenhouse gas emissions in European conventional and organic dairy farming. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2006, 112, s. 221-232.

West, J.W.: Interactions of energy and bovine somatotropin with heat stress. *Journal of Dairy Science*, 1994, 77, s. 2091-2102.

West, J.W.: Effect of Heat-Stress on Production in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, 2003, 86, s. 2131-2144.

Widowski, T.: Shade- seeking behavior of rotationally- grazed cows and calves in a moderate climate. In: Stowell, R., Bucklin, R., Bottcher, R.: *Livestock Environment VI: Proceedings of the 6th International Symposium*. ASAE, USA, s. 632-639.

Wiest, L.G.: *Climatology. Diagnosis and Management According to Geography, Climate, and Culture*. Springer New York, 1994, s. 15-19.

Wolfenson, D., Lew, B.J., Thatcher, W.W., Graber, Y., Meidan, R.: Seasonal and acute heat stress effects on steroid production by dominant follicles in cows. *Journal of Animal Reproduction*, 1997, 47, s. 9-19.

Wu, B., Gebremedhin, K.G.: CFD development and simulation of flow fields in ventilated spaces with multiple occupants. *Transaction of the American Society of Agricultural Engineers*, 2001, 44, s. 1839-1850.

Yoshino, M.: Development of Bioclimatological Thought in Japan from Ancient Times to Present. *Global Environmental Research*, 2009, 13, s. 5-12.

Young, B.A.: Implication of excessive heat load to the welfare of cattle in feedlots. In: Farrell, D.J. (Ed.), *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia*. University of New England, Armidale, Australia, 1993, s. 45-50.

Yousef, M.K.: *Stress Physiology in Livestock. Basic Principles*, CRC Press, Boca Raton, FL, 1985.

Yousef, M.K.: Animal stress and strain: Definition and measurements. *Applied Animal Behaviour Science*, 1988, 20, s. 119-126.

Zahn, J.A., Hatfield, J.L., Laird, D.A., Hart, T.T., Do, Y.S., Dispirito, A.A.: Functional Classification of Swine Manure Management Systems Based on Effluent and Gas Emission Characteristics. *Journal of Environmental Quality*, 2001, 30, s. 635-647.

Zähner, M., Schrader, L., Hauser, R., Keck, M., Langhans, W., Wechsler, B.: The influence of climatic conditions on physiological and behavioural parameters in dairy cows kept in open stables. *Journal of Animal Science*, 2004, 78, s. 139-147.

Zejdová, P., Chládek, G., Falta, D. Vliv stájového prostředí na chování a mléčnou užitkovost dojnic. *Mendelova univerzita v Brně*, [cit. 2.6.2015]. Dostupný z: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty/files/21/21-vliv_prostredi_na_skot_logolink.pdf

Zejdová, P., Walterová, L., Falta, D., Chládek, G. Summer Temperatures of Cow Barn Microclimate and Their Effect on Milk Production of Dairy Cows. *MendelNet*, 2010, s. 362-368.

Zejdová, P., Falta, D., Večeřa, M., Polák, O., Studený, S., Chládek, G.: Effect of air flow rate on resting behaviour of dairy cows. *MendelNet*, 2011, s. 323-329.

Zeman, L.: Výživa a krmení prasat. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2004.

Zhang, Y., Tanaka, A., Dosman, J.A., Senthilselvan, A., Barber, E.M., Kirychuk, S.P., Holfeld, L.E., Hurst, T.S.: Acute respiratory responses of human subjects to air quality in a swine building. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 1998, 70, s. 367-373.

Zhu, J., Jacobson, L., Schmidt, D., Nicolai, R.: Daily variations in odor and gas emissions from animals facilities. *Applied Engineering in Agriculture*, 2000, 16, s. 153-158.

Žalud, Z.: Bioklimatologie. Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav agrosystémů a bioklimatologie, 2015.

10. Seznam tabulek

Tabulka 1. Teplotně vlhkostní index (NADIS, National Animal Disease Information Service, 2015).....	22
Tabulka 2. Nejvyšší přípustné koncentrace hlavních plynných škodlivin ve stájovém vzduchu (Kic et al., 1995)	32
Tabulka 3. Skupiny sledovaných dojníc a jalovic a fáze laktace	38
Tabulka 4. Vliv ochlazovací hodnoty prostředí na skot (Šoch, 2005).....	45
Tabulka 5. Stupně korelační závislosti (Čermáková a Střeleček, 1995).....	45
Tabulka 6. Korelační analýza mikroklimatických prvků, rektální teploty a průměrné užitkovosti 1. skupiny, rok 2013	46
Tabulka 7. Korelační analýza mikroklimatických prvků, rektální teploty a průměrné užitkovosti 2. skupiny, rok 2013	48
Tabulka 8. Korelační analýza mikroklimatických prvků a rektální teploty 3. skupiny, rok 2013	50
Tabulka 9. Korelační analýza mikroklimatických prvků, rektální teploty a průměrné mléčné užitkovosti 1. skupina, rok 2014.....	58
Tabulka 10. Korelační analýza mikroklimatických prvků, rektální teploty a průměrné mléčné užitkovosti 2. skupiny, rok 2014	60
Tabulka 11. Korelační analýza mikroklimatických prvků a rektální teploty 3. skupiny, rok 2014	62
Tabulka 12. Korelační analýza mikroklimatických prvků, rektální teploty a průměrné užitkovosti 1.skupiny.....	71
Tabulka 13. Korelační analýza mikroklimatických prvků, rektální teploty a průměrné mléčné užitkovosti 2.skupiny	72
Tabulka 14. Korelační analýza mikroklimatických prvků a rektální teploty 3. skupiny	73
Tabulka 15. Komparace průměrných hodnot mikroklimatických prvků, THI indexu a rektální teploty.....	82

11. Seznam grafů

Graf 1. Komparace vývoje teploty vzduchu ve stáji a okolního prostředí	52
Graf 2. Komparace vývoje rychlosti proudění vzduchu ve stáji a v okolním prostředí	53
Graf 3. Komparace vývoje ochlazovací hodnoty prostředí ve stáji a v okolním prostředí	54
Graf 4. Komparace vývoje intenzity osvětlení a slunečního záření	55
Graf 5. Komparace vývoje rektální teploty zvířat	56
Graf 6. Komparace vývoje relativní vlhkosti vzduchu ve stáji a okolního prostředí	57
Graf 7. Komparace vývoje teploty vzduchu ve stáji a v okolním prostředí	65
Graf 8. Komparace vývoje rychlosti proudění vzduchu ve stáji a v okolním prostředí	66
Graf 9. Komparace vývoje ochlazovací hodnoty prostředí ve stáji a v okolním prostředí	67
Graf 10. Komparace vývoje intenzity osvětlení a slunečního záření	68
Graf 11. Komparace vývoje rektální teploty zvířat	69
Graf 12. Komparace vývoje relativní vlhkosti vzduchu ve stáji a v okolním prostředí	70
Graf 13. Komparace vývoje teploty vzduchu ve stáji a v okolním prostředí	75
Graf 14. Komparace vývoje rychlosti proudění vzduchu ve stáji a v okolním prostředí	76
Graf 15. Komparace vývoje ochlazovací hodnoty prostředí ve stáji a v okolním prostředí	77
Graf 16. Komparace vývoje intenzity osvětlení a slunečního záření	78
Graf 17. Komparace vývoje rektální teploty zvířat	79
Graf 18. Komparace vývoje relativní vlhkosti vzduchu ve stáji a v okolním prostředí	80
Graf 19. Průměrná mléčná užitkovost	81
Graf 20. Komparace katahodnoty a etologického pozorování	83
Graf 21. Ověření měření snímání katahodnoty pomocí ručního měření Hillovým katateploměrem a funkčním prototypem testovacího přístroje (Zdroj: Agrosoft Tábor, s.r.o.)	85
Graf 22. Záznam průběhu mikroklimatických veličin ve stáji Řepeč (Agrosoft Tábor, s.r.o.)	86
Graf 23. Komparace katahodnoty a metanu	88
Graf 24. Komparace katahodnoty a amoniaku	89
Graf 25. Komparace katahodnoty a sirovodíku	90
Graf 26. Komparace katahodnoty a oxidu uhličitého	91
Graf 27. Komparace katahodnoty, teploty vzduchu a relativní vlhkosti	92
Graf 28. Komparace metanu a oxidu uhličitého	93
Graf 29. Komparace amoniaku a sirovodíku	94
Graf 30. Komparace amoniaku a sirovodíku	95

Graf 31. Histogram ochlazovací hodnoty s minimalizovaným větráním a při běžném větrání (Šimková et al., 2015)	96
Graf 32. Časový průběh katahodnoty (Šimková et al., 2015)	97

12. Seznam obrázků

Obrázek 1. Ventilátor DeLaval DF 1300 (www.delaval.com)	39
Obrázek 2. Datalogger COMET S1320 s příslušenstvím	40
Obrázek 3. Anemometr Testo 425	41
Obrázek 4. Skleněný Hillův katateploměr	41
Obrázek 5. Digitální luxmetr Extech HD 450.....	42
Obrázek 6. INNOVA 1412 a přístroje měřící mikroklima stáje při pokusu v teletníku Řepeč 44	
Obrázek 7. Testovaná vyvíjená čidla se sondou INNOVA 1412 a Horiba VA 3001	87

13. Seznam vlastních publikovaných prací

Patent

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH, ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA. Způsob řízení chovných podmínek uvnitř stáje. Původci: Luboš SMUTNÝ, František KRUPKA, Miloslav ŠOCH, Luboš ZÁBRANSKÝ, **Anna ŠIMKOVÁ**, Šarlota SMUTNÁ. Česká republika. Patentový spis CZ 306 413 B6. 11.1.2017.

Recenzované publikace

Šimková, A., Šoch, M., Švejdová, K., Zábranský, L., Frejlich, T., Poborská, A., Frelich, J., Brouček, J., Smutný, L.: Působení stájového mikroklimatu na mléčnou užitkovost dojného skotu. *Výzkum v chovu skotu*, 2016, 4, s. 12-16.

Šimková, A., Smutný, L., Krupka, F., Švejdová, K., Šoch, M. Stájové mikroklima. *Automa*, 2015, 7, s. 12-15.

Šimková, A., Šoch, M., Švejdová, K., Zábranský, L., Smutný, L., Smutná, Š., Čermák, B. Options of microclimate optimization in stable objects with respect to thermal comfort. *SCIENTIFIC PAPERS: ANIMAL SCIENCE AND BIOTECHNOLOGIES*. 2013, 46, s. 321-324.

Šimková, A., Šoch, M., Švejdová, K., Zábranský, L., Šimák-Líbalová, K., Pálka, V., Čermák, B. Vliv stresových podmínek prostředí na zdravotní stav zvířat. *Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2013*, Praha, 2013, s. 72-74.

Šimková, A., Šoch, M., Švejdová, K., Zábranský, L., Novák, P., Brouček, J., Čermák, B., Pálka, V., Šimák-Líbalová, K. Effect of the new technology of cattle housing Waterbeds on comfort, health and milk production. *Acta Universitatis Cibiniensis Series E: FOOD TECHNOLOGY*. 2013, 2, s. 37-46.

Šimková, A., Švejdová, K., Šoch, M., Šimák-Líbalová, K., Zábranský, L. Effect of cattle stable environment in terms of welfare, *MendelNet 2014*, Brno, 2014, s. 192-195.

Šimková, A., Šoch, M., Švejdová, K., Zábanský, L., Šimák-Líbalová, K. The influence of the intensity of daylight on conception rate and consumption of insemination doses in dairy cows and heifers. *Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2014*, Brno, 2014, s. 88-90.

Šimková, A., Švejdová, K., Šoch, M., Smutný, L., Smutná, Š. The effect of summer temperatures on behavior of holstein dairy cows. *Episteme 26/2015, t. II. Krakow: Stowarzyszenie Twórców Nauki i Kultury „Episteme”, 2015, s. 253-258.*

Šimková, A., Šoch, M., Švejdová, K., Čermák, B., Šimák-Líbalová, K., Švarcová, A., Frejlich, T., Jirotková, D. Light in the stable for dairy cows. In: *Šiška et al. (eds): TOWARDS CLIMATIC SERVICES*. Nitra, Slovakia, 15th – 18th September 2015.

Šimková, A., Šoch, M., Švejdová, K., Šimák-Líbalová, K., Smutný, L., Smutná, Š., Čermák, B., Novotná, I. The effect of air temperature on yield of Holstein dairy cattle. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*, 2015, 48, s. 279-282.

Šimková, A., Šoch, M., Švejdová, K., Zábanský, L., Frejlich, T., Švarcová, A., Čermák, B. The effect of stable microclimate on milk production of dairy cattle. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies*, 2016, 49, s. 186-189.

Švejdová, K., Šoch, M., **Šimková, A.,** Zábanský, L., Novák, P., Brouček, J., Čermák, B., Pálka, V., Šimák-Líbalová, K. Measuring the body surface temperature of animals using a thermographic camera. *Acta Universitatis Cibiniensis Series E: FOOD TECHNOLOGY*. 2013, 2, s. 99-106.

Švejdová, K., Šoch, M., **Šimková, A.,** Zábanský, L., Smutný, L., Smutná, Š., Čermák, B. Technological possibilities of contactless measuring the body surface temperature. *SCIENTIFIC PAPERS: ANIMAL SCIENCE AND BIOTECHNOLOGIES*. 2013, 46, s. 325-328.

Švejdová, K., Šoch, M., **Šimková, A.,** Zábanský, L., Novák, P., Čermák, B., Pálka, V., Šimák-Líbalová, K. Vliv tepelného stresu na vnitřní prostředí organismu. *Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2013*, Praha, 2013, s. 81-83.

Šimák-Líbalová, K., Šoch, M., **Šimková, A.**, Švejdová, K., Pálka, V., Zábranský, L., Čermák, B. The influence of parasitic infection on the blood count of the extensively reared sheep. *Acta Universitatis Cibiniensis Series E: FOOD TECHNOLOGY*. 2013, 2, s. 145-151.

Ingvortová, M., Čermák, B., Zábranský, L., **Šimková, A.**, Švejdová, K., Šoch, M. Effects of flax seed supplementation to lactating goats on milk fatty acid content. *Acta Universitatis Cibiniensis Series E: FOOD TECHNOLOGY*. 2013, 2, s. 21-28.

Šoch, M., Vydrová, P., Brouček, J., Suchý, K., Smutný, L., Smutná, Š., Čermák, B., Zábranský, L., **Šimková, A.**, Švejdová, K., Škeřík, V. Relationship between copper and zinc content in the soil and plants and their consequent content in blood and excrements of cattle and sheep under various forms of breeding. *SCIENTIFIC PAPERS ANIMAL SCIENCE AND BIOTECHNOLOGIES*. 2013, 46, s. 316-320.

Šoch, M., Fiala, O., Šťastná, J., Brouček, J., Tejml, P., Smutný, L., Smutná, Š., Čermák, B., Zábranský, L., **Šimková, A.**, Švejdová, K., Raabová, M., Pálka, V.: Assessment of the impact of automatic milking on the selected parameters of dairy cows welfare. *Acta Universitatis Cibiniensis Series E: FOOD TECHNOLOGY*. 2013, 2, s. 69-76.

Zábranský, L., Šoch, M., Novák, P., Brouček, J., **Šimková, A.**, Švejdová, K., Čermák, B., Jirotková, D., Pálka, V. Utilization possibilities of prebiotics and probiotics in prevention technology. *Acta Universitatis Cibiniensis Series E: FOOD TECHNOLOGY*. 2013, 2, s. 121-127.

Šimák-Líbalová, K., Šoch, M., Pálka, V., Zábranský, L., **Šimková, A.**, Švejdová, K., Čermák, B. Vybrané hematologické a biochemické parametry krve ovcí chovaných v podmínkách podhorských oblastí Jihočeského kraje. *Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2013*, Praha, 2013, s. 69-71.

Zábranský, L., Šoch, M., Pazderková, L., **Šimková, A.**, Švejdová, K., Smutný, L., Smutná, Š., Šťastná, J., Čermák, B., Škeřík, V. The effect of selected dietary supplements on the occurrence of coccidia in the alimentary tract of chicken. *SCIENTIFIC PAPERS ANIMAL SCIENCE AND BIOTECHNOLOGIES*. 2013, 46, s. 40-44.

Smutný, L., Smutná, Š., Kindlová, J., Šoch, M., Zábranský, L., **Šimková, A.**, Švejdová, K., Čermák, B., Škeřík, V. The usage of information technology for evaluation of animal welfare. *SCIENTIFIC PAPERS ANIMAL SCIENCE AND BIOTECHNOLOGIES*. 2013, 46, s. 206-208.

Zábranský, L., Šoch, M., Pazderková, L., **Šimková, A.**, Švejdová, K., Petrášková, E., Šimák-Líbalová, K. Vliv probiotik a homeopatik na výskyt kokcií v trávicím traktu kuřat. *Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2013*, Praha, 2013, s. 104-105.

Švejdová, K., Šoch, M., **Šimková, A.** Ways of measuring body surface temperature of animals using an infrared thermography: A review, *Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2014*, Brno, 2014, s. 94-96.

Švejdová, K., **Šimková, A.**, Šoch, M., Šimák-Líbalová, K., Zábranský, L. The influence of technology housing with regard to thermal comfort, *MendelNet 2014*, Brno, 2014, s. 199-203.

Zábranský, L., Šoch, M., Šíp, P., **Šimková, A.**, Švejdová, K., Čermák, B., Petrášková, E., Maršálek, M. Influence of selected feeding supplements on the occurrence of coccidias in digestive tract of pheasants. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies*, 2014, s. 347-351.

Novotná, I., Šoch, M., Smutný, L., Smutná, Š., Zábranský, L., **Šimková, A.**, Švejdová, K., Švarcová, A., Frejlich, T. Control of cattle with improved software Czech. *Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2014*, Brno, 2014, s. 61-63.

Zábranský, L., Šoch, M., Pániková, M., **Šimková, A.**, Švejdová, K., Čermák, B. Možnosti využití potravních doplňků v prevenci a péči o zdraví telat. *Lazarove dni výživy a veterinárnej dietetiky XI. 2014/Medzinárodná vedecká konferenci*, Košice, 2014, s. 202-205.

Švejdová, K., Šoch, M., **Šimková, A.**, Šimák-Líbalová, K. Tepelné záření jako možný ukazatel zdravotního stavu zvířat, *Zootechnika 2014*, České Budějovice, 2014, s. 129-135.

Zábranský, L., Šoch, M., Šíp, P., **Šimková, A.**, Švejdová, K., Švarcová, A., Frejlich, T., Novotná, I. Influence of selected feeding supplements on the occurrence of oocysts coccidias in digestive tract of pheasants. *Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2014*, Brno, 2014, s. 122-124.

Švejdová, K., **Šimková, A.**, Šoch, M., Smutný, L., Smutná, Š. Housing and welfare of dairy cows. *Episteme 26/2015, t. II. Krakow: Stowarzyszenie Twórców Nauki i Kultury „Episteme”*, 2015, s. 265-270.

Švejdová, K., Šoch, M., **Šimková, A.**, Čermák, B., Šimák-Líbalová, K., Švarcová, A., Frejlich, T., Jirotková, D. Body surface temperature of cows in the stable. In: *Šiška et al. (eds): TOWARDS CLIMATIC SERVICES*. Nitra, Slovakia, 15th – 18th September 2015.

Švejdová, K., **Šimková, A.**, Šoch, M., Zábranský, L., Šimák-Líbalová, K., Švarcová, A., Frejlich, T., Čermák, B. Relationship of body temperature and welfare of dairy cows. *MendelNet 2015*, Brno, 2015.

Šoch, M., Uherová, J., **Šimková, A.**, Švejdová, K., Čermák, B., Smutný, L., Smutná, Š., Novotná, I. Movement activity of cows and their calves on pasture. *XVII INTERNATIONAL CONGRESS ON ANIMAL HYGIENE 2015*. Košice, Slovakia, 7th – 11th June 2015, s. 267-270.

Švarcová, A., Šoch, M., Zábranský, L., Novák, P., Brouček, J., Křížová, Z., Frejlich, T., Smutný, L., Smutná, Š., Švejdová, K., **Šimková, A.** Effect of feed supplements on some haematological parameters in the blood of calves. In: *Šiška et al. (eds): TOWARDS CLIMATIC SERVICES*. Nitra, Slovakia, 15th – 18th September 2015.

Šoch, M., Zábranský, L., Čermák, B., Novák, P., Brouček, J., Suchý, K., **Šimková, A.**, Švejdová, K., Švarcová, A., Frejlich, T., Benda, M. Parameters in blood of calves in relation to environmental conditions. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*, 2015, 48, s. 211-215.

Frejlich, T., Šoch, M., Frelich, J., Zábranský, L., Švarcová, A., Křížová, Z., Novotná, I., Švejdová, K., **Šimková, A.**, Kala, R. Evaluation of selected effects on milk production and

fertility in hlstein dairy cattle. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*, 2015, 48, s. 272-275.

Švarcová, A., Šoch, M., Zábranský, L., Křížová, Z., Frejlach, T., Novák, P., Brouček, J., Smutný, L., Smutná, Š., Švejdová, K., **Šimková, A.** Influence of feed supplements to selected microelements in the blood calves. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*, 2015, 48, s. 216-219.

Zábranský, L., Šoch, M., Pániková, M., Novák, P., Brouček, J., **Šimková, A.**, Švejdová, K., Švarcová, A., Frejlach, T., Čermák, B. Use of natural feed supplements that help to improve healt status of calves. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*, 2015, 48, s. 57-60.

Šoch, M., Novák, P., Miláček, P., Zábranský, L., Čermák, B., Pazderková, L., **Šimková, A.**, Švejdová, K., Švarcová, A., Frejlach, T. Význam změn mikroklimatu během ročního období na tloušťku kožní řasy. *Aktuální otázky bioklimatologie 2015*, Brno, s. 74-77.

Švarcová, A., Šoch, M., Zábranský, L., Novák, P., Křížová, Z., Frejlach, T., Švejdová, K., **Šimková, A.** Vliv probiotik, prebiotik a homeopatik na vybrané mikroprvky v krvi telat. *Aktuální otázky bioklimatologie 2015*, Brno, s. 82-84.

Zábranský, L., Šoch, M., Novák, P., Lád, F., Maršálek, M., **Šimková, A.**, Švejdová, K., Frejlach, T. Vliv krmných aditiv na výskyt oocyst kokcií v zažívacím traktu bažantů. *Aktuální otázky bioklimatologie 2015*, Brno, s.103-104.

Šoch, M., Štemberková, J., Zábranský, L., Čermák, B., Suchý, K., **Šimková, A.**, Švejdová, K., Švarcová, A., Frejlach, T. The behavioural manifastations of dairy cows in relation to the management system feeding regime. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies*, 2016, 49, s. 190-193.

Švejdová, K., Šoch, M., **Šimková, A.**, Švarcová, A., Frejlach, T., Zábranský, L., Čermák, B. Current options for measuring the surface temperature of dairy cattle in a stable technology: review. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies*, 2016, 49, s. 194-198.

Poborská, A., Šoch, M., Zábranský, L., Smutný, L., Novotná, I., Smolík, P., Frejlich, T., Křížová, Z., **Šimková, A.**, Švejdová, K., Smutná, Š., Vacek, M. Monitoring lameness in cattle using the vitalimeter. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies*, 2016, 49, s. 249-252.