

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

AUTOREFERÁT DISERTAČNÍ PRÁCE
Využitelnost měření teploty povrchu těla zvířat

Ing. Kateřina Sobišková

**ČESKÉ BUDĚJOVICE
2018**

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zemědělská fakulta

Autoreferát disertační práce

Doktorand: **Ing. Kateřina Sobišková**

Studijní program: Zootechnika

Studijní obor: Obecná zootechnika

Název práce : **Využitelnost měření teploty povrchu těla zvířat**

Školitel : prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
ZF JU v Českých Budějovicích

Oponenti:

S disertační prací se lze seznámit na studijním oddělení Zemědělské fakulty JU v Českých Budějovicích.

OBSAH

1. ÚVOD	1
2. CÍLE PRÁCE	2
3. MATERIÁL A METODIKA	2
3.1 Charakteristika pokusu snímání teplot pomocí termokamery	2
3.2 Charakteristika pokusu snímání teplot pomocí termokamery	6
3.3 Zpracování a vyhodnocení dat.....	11
4. VÝSLEDKY A DISKUZE	12
4.1 Snímání teplot pomocí termokamery	12
4.1.1 Rektální teplota.....	12
4.1.2 Povrchové teploty	14
4.1.3 Mikroklimatické podmínky	21
4.1.3.1 Teplota prostředí.....	21
4.1.3.2 Rychlost proudění vzduchu	24
4.1.3.3 Ochlazovací hodnota prostředí	25
4.1.3.4 Vlivy mikroklimatických podmínek na povrchové teploty.....	29
4.2 Snímání teplot pomocí termočidla.....	31
4.2.1 Kalibrační křivka	31
4.2.2 Termočidla.....	32
5. ZÁVĚR	33
6. SUMMARY	34
7. SOUHRN	35
8. SEZNAM TABULEK	36
9. SEZNAM GRAFŮ	36
10. SEZNAM OBRÁZKŮ	37
11. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	37
12. SEZNAM VLASTNÍCH PUBLIKOVANÝCH PRACÍ	40

1. ÚVOD

Pravidelné měření tělesné teploty povrchu těla zvířat, může pomoci k vyhodnocení zdravotního stavu zvířat a okamžitě reagovat na první příznaky nemoci. Je mnoho technologických možností bezkontaktního měření teploty povrchu těla. Důležité je najít správnou část těla, jejíž teplota bude ukazovat na první možné příznaky onemocnění. Teplota je hlavním klimatickým faktorem, který nutí organismus živočichů se stálou tělesnou teplotou, aby přizpůsoboval produkci a výdej tepla stavu prostředí, což může v extrémních případech ovlivnit užitkovost, či dokonce zdraví zvířat. Jednotlivé části těla se liší teplotou, což je dáno jejich různou metabolickou úrovní, průtokem krve v dané oblasti, nebo vzdáleností od povrchu těla. Nejstabilnější je uvnitř těla v dutině břišní, hrudní a lebeční - tzv. teplota tělesného jádra. Teplota tělesné slupky (kůže, podkoží, povrchové svalstvo) je více závislá na teplotě okolí. Teplota tělní slupky se zjišťuje měřením teploty kůže. Teplota tělesného jádra (tělesná teplota) se u hospodářských zvířat zjišťuje v rektu (teplota rektální) (Kočárek, 2005). Literaturou uváděná rozmezí rektální teploty u skotu je 37,5-39,5 °C. U telat bývají teploty vyšší. Dlouhodobému, ale postupnému snižování či zvyšování teplot prostředí se zvířata přizpůsobují bez podstatné změny tělesné teploty. Rektální teplota je základní hodnotou, která musí být termoregulací udržována na stálé výši – její změna svědčí o déletrvajícím výkyvu vnějšího nebo vnitřního prostředí (Šoch, 2005).

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. Vlivy prostředí na zdravotní stav zvířat obsahují komplex interakcí mezi environmentálními faktory a organismem zvířat (Brouček et al., 1995 a).

2. CÍLE PRÁCE

Cílem této disertační práce je představit technické možnosti snímání a měření tělesné teploty a navrhnout způsob bezkontaktního měření teploty povrchu těla zvířat včetně přenosu dat do nadřazeného programového vybavení.

Dalším cílem je zjistit, jakým způsobem spolu koreluje teplota těla, zdravotní stav, užitkovost, reprodukce a životní projevy jalovic a dojnic.

A v neposlední řadě je podílet se dílčími výsledky na vytvoření automatizovaného systému řízení stáda a tím zajistit lepší sledování životní pohody zvířat.

Předložená disertační práce vznikla v rámci řešení projektů:

NAZV QJ1530058: Vytvoření systému hodnocení biosecurity, welfare a zdraví hospodářských zvířat pro produkci zdravotně nezávadných surovin a potravin živočišného původu

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

3. MATERIÁL A METODIKA

3.1 Charakteristika pokusu snímání teplot pomocí termokamery

3.1.1 Pracoviště

ZD Krásná Hora nad Vltavou a. s. se nachází v bramborářsko-ovesné výrobní oblasti, ve členitém terénu s průměrnou nadmožskou výškou 450 m. Roční úhrn srážek činí cca 500 mm a průměrná roční teplota je 6,7 °C. Podnik celkem obhospodařuje 4 892 ha, z čehož je 3 269 ha (67 %) orná půda a 1 623 ha (33 %) tvoří louky a pastviny. Struktura plodin na orné půdě se skládá z: 1 475 ha s obilovinami, 641 ha olejnin a 1 153 ha pícnin. Celkový počet chovaného skotu je 3 670 ks, z čehož 1 446 ks je krav dojných a 341 ks krav masných. Co se týče průměrné užitkovosti hospodářských zvířat je roční dojivost krav 8 724 l/ks (zdkh.cz, 2017).

Jedním ze středisek ZD Krásná Hora nad Vltavou a. s. je středisko Petrovice, které je vzdáleno asi 7 kilometrů směrem na jihovýchod. Jsou zde chovány krávy holštýnského plemene v počtu cca 650 kusů. Využívá se systému uzavřeného obratu stáda bez výkrmu býků. Je zde praktikován systém stlaní separovanou kejdou a nevyužívá se tedy stlaní slámy. Je zde v provozu bioplynová stanice, která dodává elektrický proud do sítě a z přebytečného tepla je vytápěn celý areál farmy (Pálka, 2016).

3. 1. 2 Skupiny zvířat

Do pokusu byly zařazeny krávy ze střediska Petrovice. Hodnoceny byly tři různé skupiny dojnic ve dvou rozdílných stájích. Během každého měření bylo snímáno 36 dojnic, které byly rozděleny po 12 kusech do tří skupin. V první skupině byly dojnice od druhého dne do dvou měsíců po otelení. Druhou skupinu tvořily dojnice od čtvrtého do pátého měsíce po porodu. Třetí skupina zahrnovala dojnice v sedmém až osmém měsíci po otelení.

Tabulka 1. Vybrané skupiny dojnic dle místa a fáze laktace

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

Stáje pro dojnice byly konstruované jako volné stání s boxovými loži, které byly vystýlány separovanou kejdou. Stáj 1, ve které se nacházely dojnice z 1. a 2. skupiny, byla rozdělena krmnou chodbou na dvě části a každá část byla členěna na 3 sekce. Boxy byly rozmístěny do tří řad. Stáj byla orientována sever-jih a kryta sedlovou střechou s větrací hřebenovou šterbinou.

3. skupina měřených dojnic se nacházela ve stáji 2, která se nacházela 50 m jižněji od stáje 1. Krmná chodba tuto stavbu dělila v 1/3. Pokusná zvířata se nacházela v části, která tvořila větší část stáje (tedy 2/3) a kde se nacházely 3 řady boxů. Tato stavba byla kryta dvojitou pultovou střechou s větracím prostorem nad krmnou chodbou.

3. 1. 3 Měřicí zařízení

Ve stájových objektech byla souběžně se snímáním povrchových teplot zvířat měřena a zaznamenávána teplota prostředí, relativní vlhkost, ochlazovací hodnota a rychlost a směr proudění vzduchu ve stáji i mimo stáj. Průběžné údaje byly získávány z měřících aparatur BAT centra ZF JU. Teplota a proudění vzduchu byly snímány pomocí ručního digitálního anemometru TESTO 425 s připojenou tepelnou sondou. Provozní teplota této jednotky je v rozmezí -20 až +50 °C a měřicí rozsah sondy je od -20 do +70 °C. Přesnost měření sondy je $\pm 0,5$ % s rozlišením 0,1 °C. Ochlazovací hodnota byla měřena pomocí ručního Hillova katateploměru a pro záznam relativní vlhkosti a teploty okolního prostředí byl dále použit datový záznamník s čidly Datalogger značky COMET vycházející z požadavků normy ČSN EN ISO/IEC 17025. Měřicí rozsah tohoto zařízení byl pro záznam teploty vzduchu od -30 °C do +70 °C a přesnost měření teploty byla $\pm 0,4$ °C.

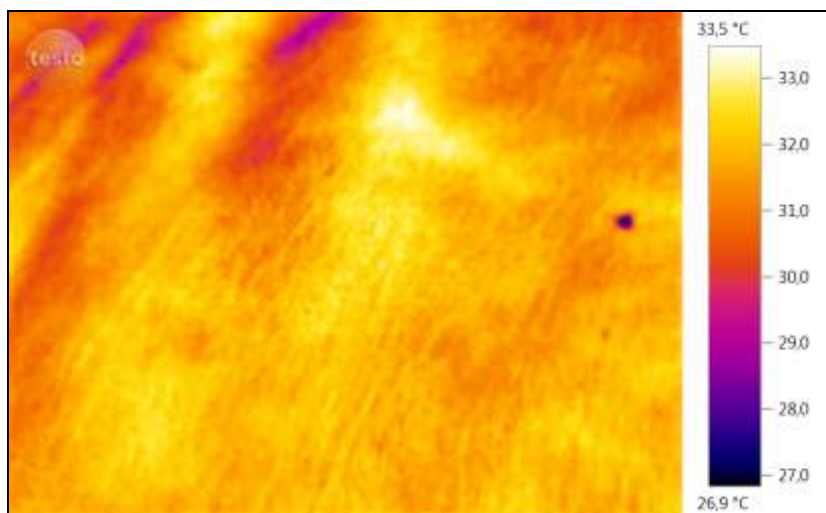
Přesnost měření vlhkosti vzduchu byla $\pm 2,5$ % relativní vlhkosti od 5 do 95 % při 23 °C. Rozlišení údaje o teplotě a vlhkosti byla 0,1 °C a 0,1 % relativní vlhkosti. Interval záznamu byl nastavený po 1 hodině.

Nové v zootechnické praxi je právě automatizované snímání teploty bez přímého kontaktu chovatele se zvířetem a následné vyhodnocení dat počítačem. Pomocí ručního měření byla ověřena funkčnost a kvalita dat snímaných čidly do automatizovaného systému řízení. Měření byla prováděna ve dvou měřících místech v každé ze dvou stájí. Místa byla zvolena cca v 1/3 stájového prostoru v podélné linii a vzdálená od sebe asi 15 m. Jednotlivá měření se prováděla v životní zóně zvířat, tzn. ve výšce trupu, během maximálního obsazení stájí zvířaty. Hodnoty byly měřeny pravidelně, během každého ročního období. Celkem proběhlo 1 měření v roce 2012, 34 měření v roce 2013 a 17 měření v roce 2014.

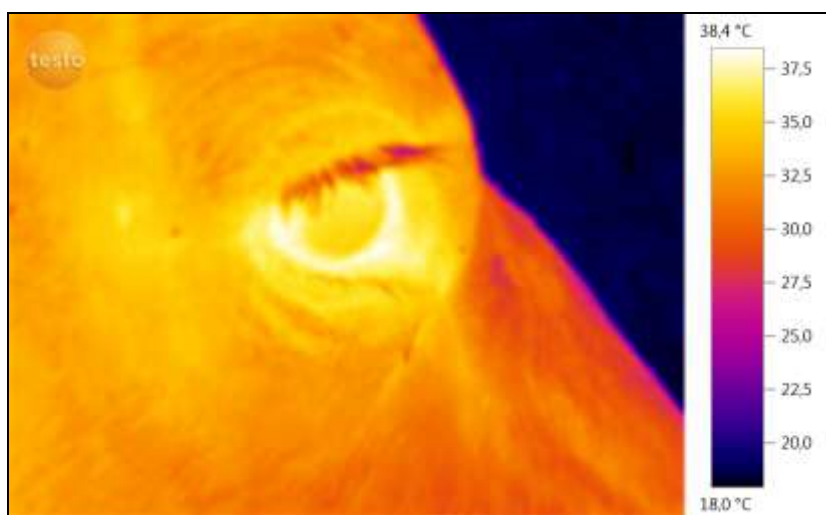
Jako nástroj ke snímání povrchové teploty zvířat byla pro tento experiment zvolena termovizní kamera. Jednalo se o model TESTO 875, který se vyznačuje svou intuitivní obsluhou, vynikající teplotní citlivostí a integrovaným digitálním fotoaparátem. Pomocí integrovaného digitálního fotoaparátu je možné snímání reálného snímku paralelně ke každému termogramu což usnadňuje dokumentaci a přiřazování. Rozlišení a kvalita snímku: velikost detektoru 160 x 120 pixelů = 19 200 teplotních měřících bodů. S technologií SuperResolution je možné zvýšit kvalitu snímku o jednu třídu na 320 x 240 pixelů. Toto čtyřikrát větší množství naměřených hodnot a geometrické rozlišení zlepšené o faktor 1,6 znamená ještě více detailů, a ještě větší jistotu při termografii. Díky teplotnímu rozlišení <50 mK jsou vidět i ty nejmenší teplotní rozdíly. Objektiv 32° x 23° s manuálním ostřením umožňuje široké zorné pole a ideální přehled o rozložení teploty a také precizní zaostření měřeného objektu. Pomocí automatického rozpoznání horkých a studených bodů jsou přímo zobrazovány kritické teplotní stavy. V termokameře lze zadat intenzitu slunečního záření a uložit ji ke každému termogramu. Měřicí rozsah je -30 ...+350 °C.

Pomocí termokamery TESTO 875 byly snímány povrchové teploty v oblasti tělesného jádra, oblasti vemene a dále v oblasti oka. Z jednotlivých oblastí byly získány termogramy, někdy též označované jako termovizní snímky. Pro jejich zobrazení bylo užíváno standardních palet duhy, kdy každá barva zobrazovala určitou hodnotu vyzařované teploty. Snímání teplot probíhalo přímo ve stájích, přičemž jednotlivé měřené dojnice byly při měření fixovány v boxu. U vybraných snímaných dojníc byla zároveň měřena rektální teplota pomocí digitálního rektálního teploměru Thermoal, který pomocí technologie pro zrychlené měření teploty umožňoval získat data v krátkém časovém úseku.

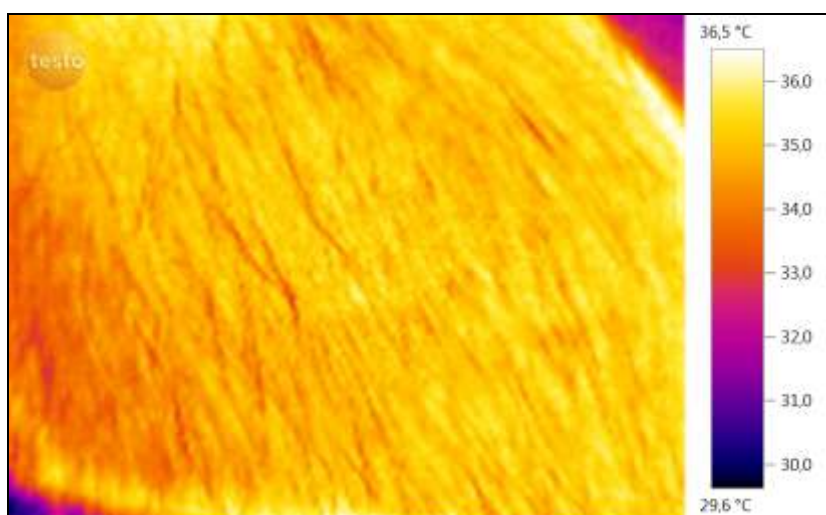
Obrázek 1. Termosnímek povrchu těla



Obrázek 2. Termosnímek povrchu oka



Obrázek 3. Termosnímek povrchu vemene



3.2 Charakteristika pokusu snímání teplot pomocí termokamery

3.2.1 Pracoviště

Tento pokus probíhal v období od srpna do září 2016 v účelovém zařízení školního statku Čtyři Dvory v Českých Budějovicích v experimentální stáji akreditované pro pokusné účely a byl proveden podle zásad Komise na ochranu zvířat proti týrání ZF JU v Českých Budějovicích.

3.2.2 Měřicí zařízení

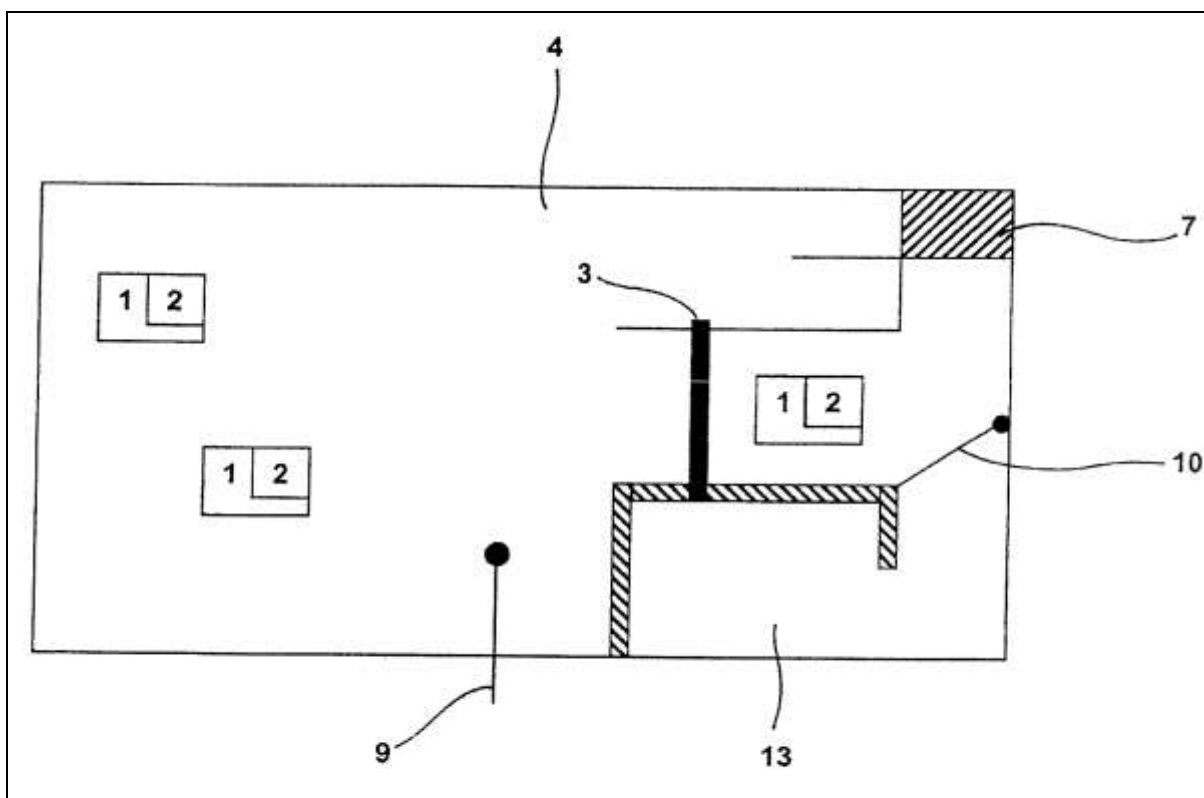
Do pokusu byly zařazeny dvě klinicky zdravé krávy holštýnského plemene, kterým byl implantován identifikační čip z firmy Agrosoft a testována jeho funkčnost. Tento čip byl implantován oběma zvířatům v oblasti kořene ocasu, jelikož tato oblast se empiricky osvědčila jako nejstabilnější oblast. Čip tělem zvířete neputuje, nevypadává a zvířeti nezpůsobuje nepohodlí. Tento čip byl opatřen senzorem biologických funkcí, který sledoval tělesnou teplotu zvířete. Zařízení bylo uzpůsobeno pro odeslání informací pro identifikaci zvířete a informací o tělesné teplotě zvířete pomocí bezdrátového spojení se čtečkou čipů. Touto čtečkou bylo v průběhu měření manipulováno ručně okolo oblasti kořene ocasu, ale v budoucnu by se měla nacházet v chovném prostoru. Čtečky čipů by měly dokázat pokrývat různou výměru chovného prostoru, takže se mohou v chovném prostoru nacházet jako hustá síť pokrývající celý chovný prostor nebo jsou rozmístěny řídko v jednotlivých oblastech chovného prostoru.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že senzor změří tělesnou teplotu a současně se v chovném prostoru měří např. ochlazovací hodnota prostředí. Poté řídicí jednotka analyzuje tělesnou teplotu zvířete v závislosti na ochlazovací hodnotě prostředí. Řídicí jednotka identifikuje zvíře s nestandardně zvýšenou tělesnou teplotou a současně v elektronické kartě zvířete s nestandardně zvýšenou tělesnou teplotou zkontroluje termín porodu, nebo informaci o zdravotním stavu a poté vykoná bezpečnostní opatření pro zachování zdraví zvířete (izolace zvířete ze skupiny, zalarmování ošetřovatele, vodní sprcha). Výhody se nacházejí v automatizaci, v postupné analýze důvodů zvýšené tělesné teploty zvířete (je důležité, aby byl zjištěn správný důvod zvýšené tělesné teploty zvířete, jinak může dojít k podlomení zdraví či přímo k úhynu zvířete) a ve vykonání opatření bránícímu podlomení zdraví zvířete, či úhynu. Oddělením podezřelého zvířete od zbytku stáda je usnadněná práce ošetřovatelů. Dále pokud by bylo zvíře nemocné, či agresivní, jsou izolací podezřelého zvířete chráněna zbylá zvířata, nebo naopak, je izolací chráněno podezřelé zvíře od ostatních. Dalším výhodným provedením způsobu podle vynálezu by v případě detekce přehřátí zvířete mohla být aktivována vodní sprcha pro šetrné ochlazení zvířete. Výhody tohoto zařízení jsou ve vysoké míře účinnosti ochrany chovaných zvířat. Zvířata mohou být držena jak

v uzavřených prostorech, tak i na rozlehlém chovném prostoru (pastviny, obory atp.). Systém snižuje úmrtnost, chrání před šířením nemocí a zvyšuje počet živě odrozených mláďat.

Vysvětlení funkce způsobu automatického sledování zdravotního stavu zvířete lze vysvětlit pomocí obr. 4, na kterém je vyobrazeno schéma farmy, kde je chován skot. Každé zvíře (č. 1) je opatřeno identifikačním čipem (č. 2). Zvířata se pohybují po chovném prostoru (č. 4), ve kterém se nachází alespoň jeden elektrický katateploměr (č. 9), který měří ochlazovací hodnotu prostředí-katateplotu. Ve vyobrazeném chovném prostoru je pouze jedna čtečka identifikačních čipů (č. 3), která je realizována v uzavřeném koridoru, kterým zvířata procházejí. Tento koridor je blokován selekční brankou (č. 10). Zvíře projde čtečkou a ta převezme informace o tělesné teplotě a identifikační údaje zvířete. Čtečka přepoše informace do nevyobrazené řídicí jednotky, kde jsou porovnány s aktuální ochlazovací hodnotou prostředí. Pokud je na základě katateploty vyhodnoceno, že je zvíře přehřáto, selekční branka vpustí zvíře do sprchy, kde je zvíře osvěženo. Pokud je však katateplota v pořádku a zvíře vykazuje zvýšenou teplotu, je zvíře izolováno v odděleném selekčním prostoru, kam jej vpustí selekční branka a tam zvíře počká do příchodu ošetřovatele, který byl řídicí jednotkou informován na izolaci podezřelého zvířete.

Obrázek 4. Schéma způsobu automatického sledování zdravotního stavu zvířete (1-zvíře, 2- identifikační čip, 3- čtečka identifikačních čipů, 4- chovný prostor, 7- sprcha, 9- katateploměr, 10- selekční branka, 13- oddělený chovný prostor (zdroj: Agrosoft)



Během snímání tělesné teploty pomocí čtečky čipů byl jako kontrolní měřicí zařízení používán digitální rektální teploměr značky Thermoal, který pomocí technologie pro zrychlené měření teploty umožňoval získat data v krátkém časovém úseku. Dále byly snímány povrchové teploty těla zvířat pomocí termovizní kamery TESTO 875, lékařského bezkontaktního teploměru THERMOFOCUS (měření teploty od 1 do 55 °C, rozlišení teploty 0,1 °C, pracovní rozpětí okolních teplot 16-40 °C) a infračerveného teploměru VOLTCRAFT IR 650-12D s rozsahem měření teploty od -50 do +650 °C, rozlišením teploty 0,1 °C a přesností $\pm 0,1$ %. V chovném prostoru bylo dále instalováno zařízení pro záznam relativní vlhkosti a teploty okolního prostředí, a to datový záznamník s čidly Datalogger značky COMET vycházející z požadavků normy ČSN EN ISO/IEC 17025.

Byla provedena kalibrace měřících nástrojů. Řešení bylo zkoušeno v rámci stanovení přesností měřidel teploty. Kalibrovanými nástroji byl digitální a rtuťový teploměr a teplotní čidlo. Tato měřidla byla instalována do kádinky s vodou, která byla zahřívána do ustálení alespoň jednoho z měřidel. V tomto případě se jednalo o rtuťový teploměr, který byl vzat i jako referenční, a to díky garanci přesnosti od výrobce. Dle Pance et al. (2012) chyba těchto teploměrů nepřesáhla $\pm 0,4$ °C. Jejich omezením je však velmi malý měřicí rozsah.

Teplotní čidla byla značena čísly 6 a 7 a byla chirurgicky zavedena v oblasti kořene ocasu 3. září 2016. Tabulky 3 a 4 zobrazují průběh snímání tělesných teplot za pomoci měřidel. Z důvodu porážky sledovaných zvířat probíhala měření jen do 9. září 2016 a jedná se tedy jen o nástin možného řešení snímání teplot touto metodou v budoucnosti.

Tabulka 2. Průběh snímání teplot pomocí různých teplotních měřidel u krávy s čidlem č. 6

ČIDLO Č. 6					
datum	pyrometr	bezkontakt. teploměr	rektální teploměr	termokamera	čidlo
3. 8. 2016	ZAVEDENÍ ČIDLA				
4. 8.2 016	35,6	35,4	37,5	37	37
5. 8. 2016	34,5	34,8	37,1	37,5	37,06
6. 8. 2016					
7. 8. 2016	35,1	35,4	37,1	37,7	37,31
8. 8. 2016	34	34,6	37,5	35,8	36,42
9. 8.2 016					
10. 8.2016					
11. 8. 2016					
12. 8. 2016					
13. 8. 2016					
14. 8. 2016					
15. 8. 2016	33,2	34	37,9	36,7	36,5
16. 8. 2016	30,2	31	37,3	35,1	35,35
17. 8. 2016	31,9	34,6	38,2	34,5	35,26
18. 8. 2016	30,4	35,7	37,4	37,8	34,88
19. 8. 2016	33,4	34,9	37,6	35,7	36,03
20. 8. 2016					
21. 8. 2016					
22. 8. 2016	31,6	34,3	37,4	34,1	35,57
23. 8. 2016					
24. 8. 2016					
25. 8. 2016					
26. 8. 2016					
27. 8. 2016					
28. 8. 2016	35,1	35,7	38,3	38,2	37
29. 8. 2016	33,1	35,5	38,3	36,5	37,25
30. 8. 2016	32	35,7	38,3	36	37
31. 8. 2016	32,1	35,5	37,8	35,4	36,28
1. 9.2 016	31,7	35,6	38,2	36,8	35,69
2. 9. 2016	33,3	35,3	38,1	35	36,44
3. 9. 2016					
4. 9. 2016					
5. 9. 2016	32,4	32,6	38,2	35,5	35,88
6. 9. 2016	31,7	36,1	38,1	34,4	35,49
7. 9. 2016					
8. 9. 2016	35,4	34,6	38,2 (39,3 rtuť)	36,5	35,69
9. 9. 2016	VYJMUTÍ ČIDLA				

Tabulka 3. Průběh snímání teplot pomocí různých teplotních měřidel u krávy s čidlem č. 7

ČIDLO Č.7					
datum	pyrometr	bezkontakt. teploměr	rektální teploměr	termokamera	čidlo
3. 8. 2016	ZAVEDENÍ ČIDLA				
4. 8.2 016	35,4	35,1	37	36,4	37,35
5. 8. 2016	34,8	34,9	36,9	37,8	37,32
6. 8. 2016					
7. 8. 2016	35,1	34,7	37,1	36,4	37,69
8. 8. 2016	34,5	35,2	37,7	35,2	37,44
9. 8.2 016					
10. 8.2016					
11. 8. 2016					
12. 8. 2016					
13. 8. 2016					
14. 8. 2016					
15. 8. 2016	33,3	34,2	38	35,2	36,97
16. 8. 2016	30,6	31,2	38,1	34,5	36,31
17. 8. 2016	33,2	34,9	38,1	36,8	36,28
18. 8. 2016	30,5	35,4	38,2	37,8	36,36
19. 8. 2016	32,6	35,3	38,2	34,6	36,96
20. 8. 2016					
21. 8. 2016					
22. 8. 2016	30	34,2	37,8	32	36,31
23. 8. 2016					
24. 8. 2016					
25. 8. 2016					
26. 8. 2016					
27. 8. 2016					
28. 8. 2016	34,8	35,1	37,7	34	36,69
29. 8. 2016	32,5	34,9	38,1	39,8	38,12
30. 8. 2016	32	34,9	38,3	37,6	37,16
31. 8. 2016	30	34,5	37,8	32,8	36,38
1. 9.2 016	31,7	35,2	37,6	34,1	36,45
2. 9. 2016	31,1	34,5	38,1	33,9	36,74
3. 9. 2016					
4. 9. 2016					
5. 9. 2016	32,2	35,6	38,1	34,7	36,98
6. 9. 2016	34,9	36,6	37,5	37,2	36
7. 9. 2016					
8. 9. 2016	35,1	33,8	37,7 (37,9 rtuť)	33,3	36,11
9. 9. 2016	VYJMUTÍ ČIDLA				

3.3 Zpracování a vyhodnocení dat

Ke zpracování dosažených výsledků práce byl použit program Excel 2016. Pro vyjádření závislostí mezi jednotlivými parametry vybraných povrchových teplot byla použita korelační analýza. Byl zjišťován vzájemný vztah mezi dvěma veličinami, kdy 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 4. 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 závislost

Ochlazovací hodnota prostředí byla vypočítána podle vzorce:

$$K = F/t$$

kde F bylo faktorem přístroje (mcal/cm^2). Pro nový přepočít z $\text{mJ/cm}^2/\text{s}$ na W/m^2 , kde $1\text{mcal/cm}^2/\text{s} = 41,86 \text{ W/m}^2$. 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 6).

Tabulka 5. Vliv ochlazovací hodnoty prostředí na skot (Šoch, 2005)

Teplo až dusno <170
Optimum 290 – 420
Chlad až zima >500

4. VÝSLEDKY A DISKUZE

4.1 Snímání teplot pomocí termokamery

Ve stájových objektech byla souběžně se snímáním vybraných povrchových teplot zvířat (povrchová teplota tělesného jádra, vemene a oka) měřena a zaznamenávána teplota rektální a zároveň i mikroklimatické podmínky prostředí (teplota, ochlazovací hodnota a rychlost proudění vzduchu) ve stáji. Naměřené hodnoty byly zpracovány pomocí statistických metod do tabulek znázorňujících vzájemné vztahy mezi jednotlivými povrchovými teplotami, teplotou rektální a jednotlivými mikroklimatickými parametry prostředí.

4.1.1 Rektální teplota

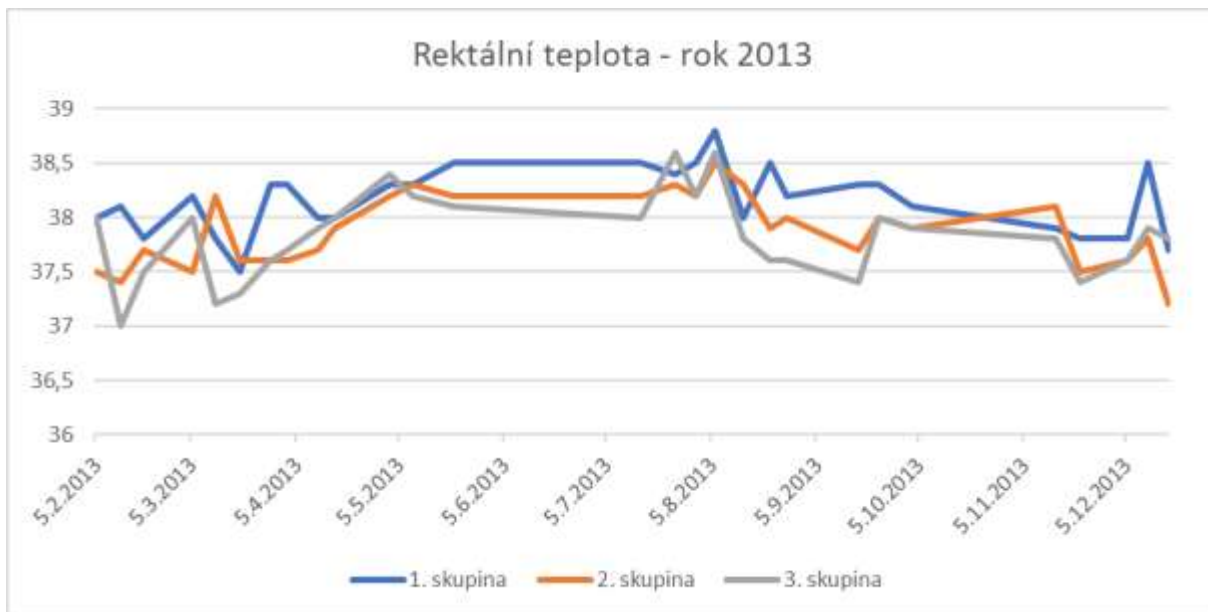
Průměrná rektální teplota měřených zvířat, která je znázorněna v grafech č. 1 a 2, se pohybovala mezi 37-38,5 °C. Literaturou uváděná rozmezí rektální teploty u skotu je 37,5 až 39,5 °C. Bukvaj (1986) uvádí na základě vlastních měření kolísání rektální teploty u dojnic od 36,9 do 39,1 °C. Podle Knížkové a Kunce (2003) teploty nad 39,5 °C jsou již považovány za reakci na vysoké teploty prostředí. Průměrná rektální teplota dosahovala nejvyšších hodnot v letním období, kdy byly naměřeny také vysoké teploty vzduchu. Dle Zejdové (2014) je 20 °C považováno za hraniční teplotu, kdy hrozí vznik tepelného stresu. Co se týče vlivu vysokých teplot na welfare dojnic, dle Dolejše (2005) v intervalu 16 až 21 °C nedochází k podstatným změnám v užitkovosti, chování zvířat a kvalitě jejich produktů. Stejně tak i Vokřálová a Novák (2005) uvádějí, že termoneutrální zóna pro dojnice je uváděna v rozmezí -5 až +24 °C, přičemž u vysokoužitkových dojnic se horní hranice posunula na 21°C. Zvýšená tepelná zátěž vyvolává behaviorální a fyziologické odpovědi zahrnující zvýšení tělesné teploty a respirace redukcí aktivity, příjmu potravy a produkce mléka.

Výraznější rozdíly v naměřených hodnotách rektální teploty, zejména v letním období, se nacházely u 3. skupiny dojnic a jalovic. V této skupině se nacházely dojnice a jalovice na nejvyšším stupni laktace oproti předchozí skupině, proto byly výkyvy hodnot rektální teploty nejvýraznější. Podle Doležala a kol. (2010) jsou na tepelný stres zvláště citlivé vysokoužitkové dojnice na vrcholu laktace, a to vzhledem ke své úzce zaměřené produkční funkci, vysoké účinnosti využití krmiva, a tím i vysoké produkci metabolického tepla. Ve stádu laktujících dojnic jsou na tepelný stres mnohem citlivější dojnice s vysokým nádojem, než dojnice s nízkou užitkovostí či krávy stojící na sucho.

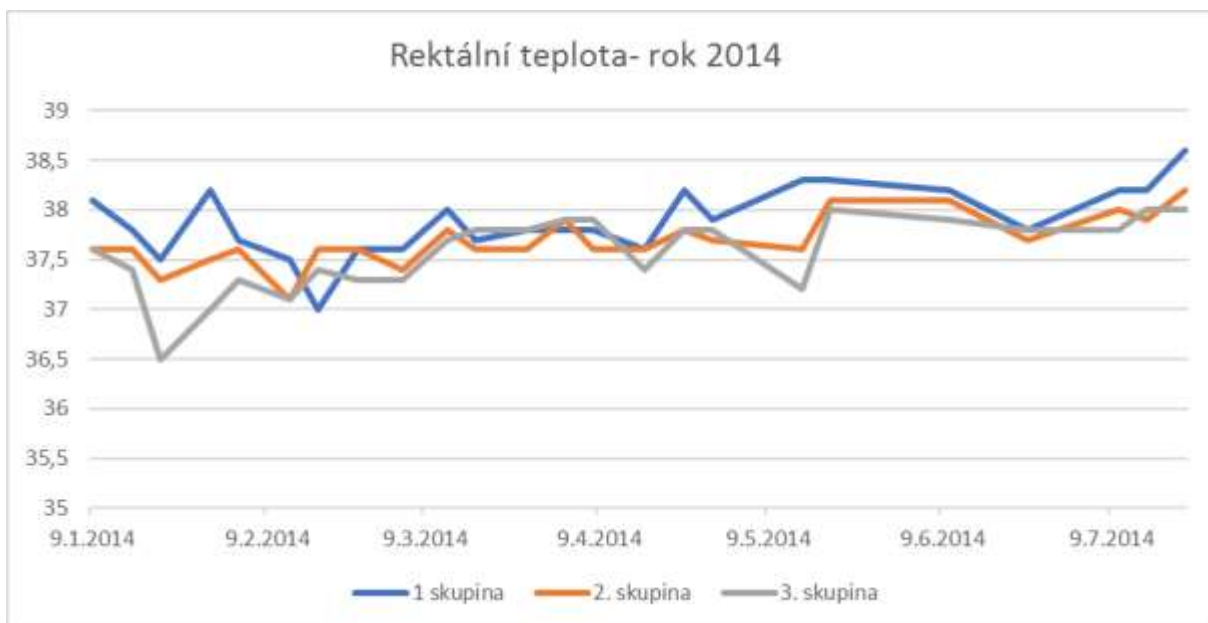
Nejvyšší průměrná rektální teplota byla změřena u 1. skupiny zvířat (38,0 °C). U druhé skupiny s vysokým nádojem byla zjištěna průměrná teplota nižší (37,8 °C) a u třetí skupiny, která byla zasušována, byla průměrná rektální teplota nejnižší (37,7 °C). West (2003) uvádí průměrnou

rektální teplotu o 0,8 °C vyšší, ale přesto zjištěné průměrné hodnoty rektální teploty jsou dle Cibulky et al. (2004) v rozmezí hodnot 37,5-39,5 °C.

Graf 1. Průměrné rektální teploty jednotlivých skupin v roce 2013



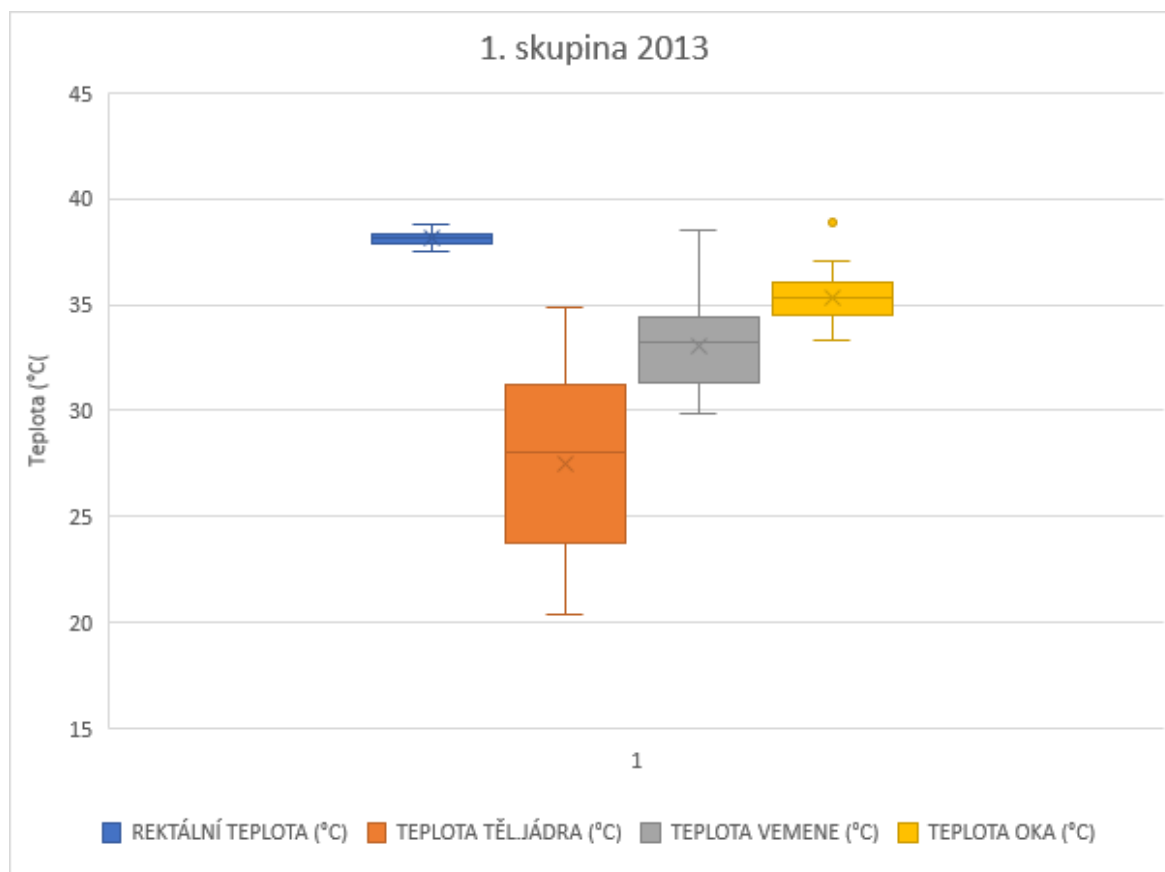
Graf 2. Průměrné rektální teploty jednotlivých skupin v roce 2014



4.1.2 Povrchové teploty

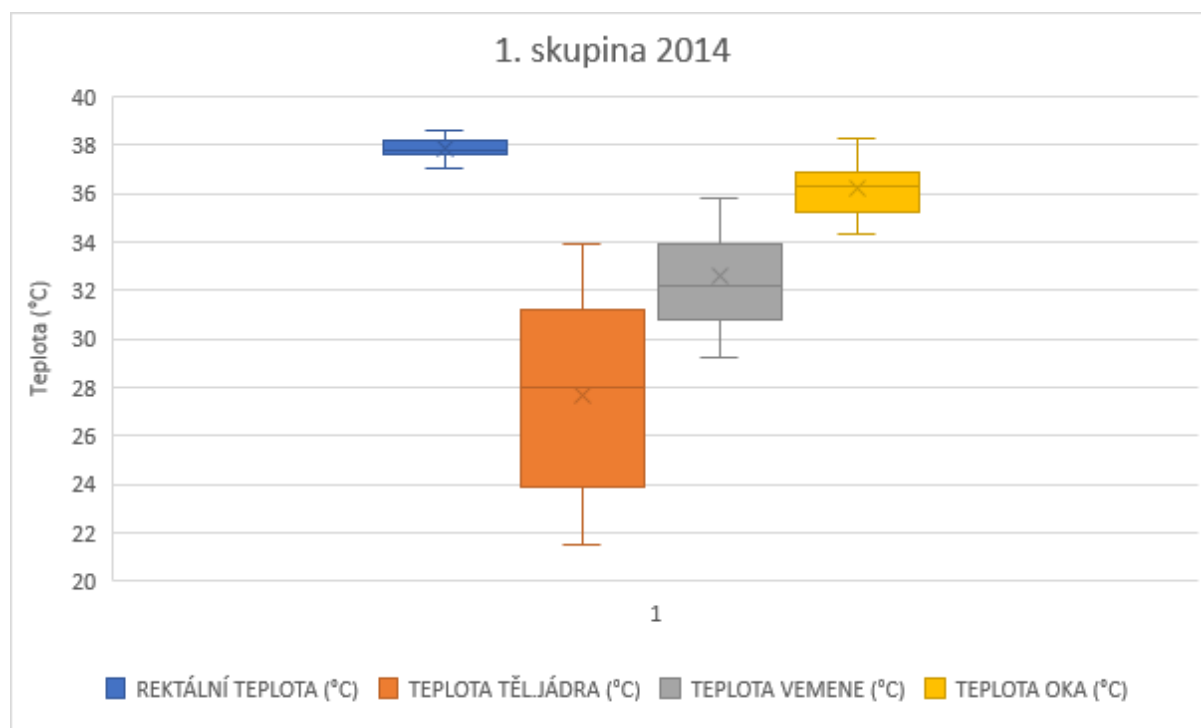
Průměrná rektální teplota u měřených krav v 1. skupině během snímání v roce 2013 byla 38,2 °C se směrodatnou odchylkou o 0,3 °C. Medián pro tuto teplotu byl 38,2 °C a modus 38,3 °C. Byla sledována variabilita naměřené rektální teploty, která nebyla u všech krav stejná. Nejvyšší rektální naměřená teplota byla 38,8 °C a nejnižší 37,5 °C. V průměru se povrchová teplota tělesného jádra u této skupiny odchylovala o 4,0 °C, kdy maximum bylo 34,9 °C a minimum 20,4 °C (medián 28,5 °C a modus 29,1 °C). Ze snímaných povrchových teplot vemene se nejčastěji vyskytovala teplota 34,7 °C (medián 33,3 °C). Průměrná teplota vemene byla 33,0 °C ± 2,0 °C, kdy maximum bylo 38,5 °C a minimum 29,9 °C. Ze snímaných povrchových teplot byla průměrná teplota oka nejvyšší a to 35,4 °C s odchylkou o 1,2 °C. Nejčastěji byla zjištěna průměrná povrchová teplota oka 34,5 °C s maximem 38,9 °C a minimem 33,3 °C.

Graf 3. Porovnání průměrných tělesných teplot u 1. skupiny (rok 2013)



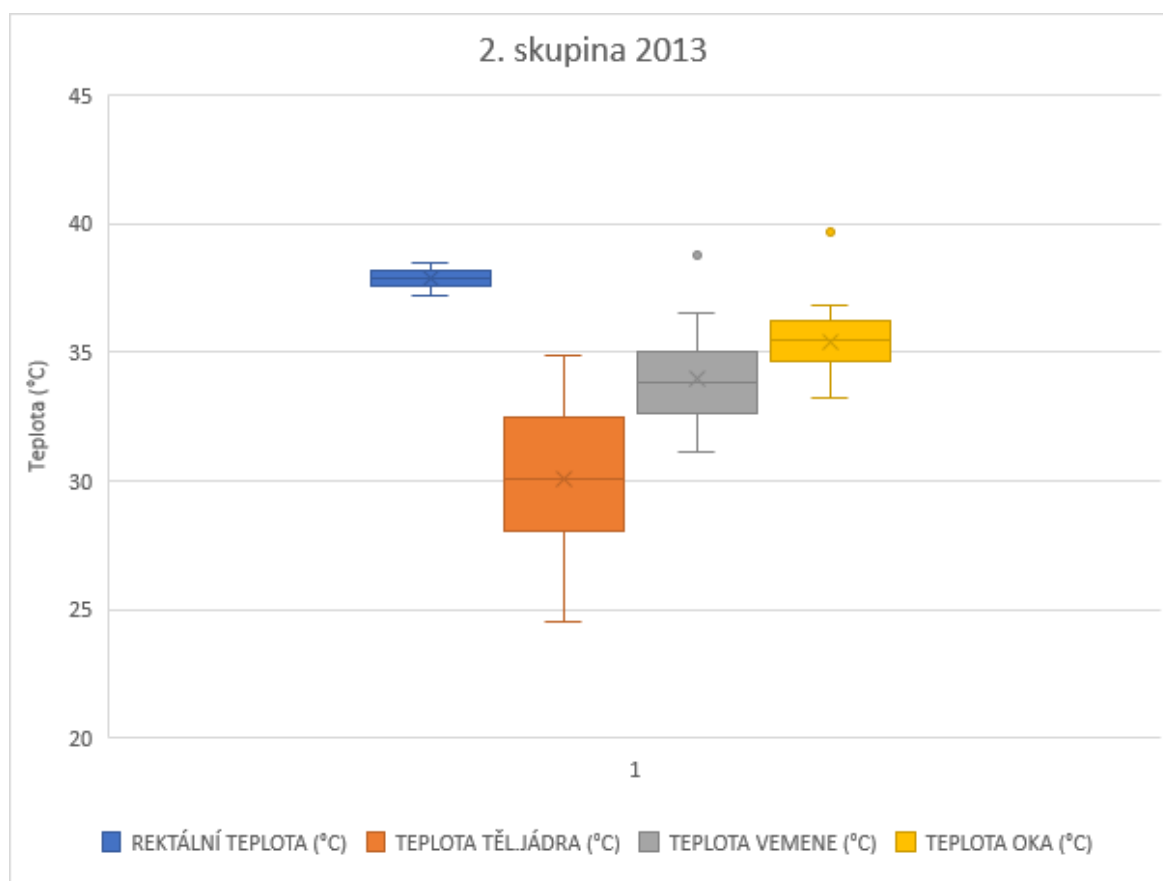
V roce 2014 (graf 4) průměrná rektální teplota u měřených krav v této skupině byla 37,9 °C se směrodatnou odchylkou o 0,3 °C. Nejčastěji byla změřena teplota 37,8 °C. Nejvyšší rektální naměřená teplota byla 38,6 °C a nejnižší 37,0 °C. Co se týče průměrné povrchové teploty tělesného jádra, která se u této skupiny odchylovala o 4,0 °C, bylo maximum 33,9 °C a minimum 21,5 °C (medián i modus 28,0 °C). Průměrná povrchová teplota vemene byla 32,6 °C ± 1,7 °C (medián i modus 32,2 °C), kdy maximum bylo 35,8 °C a minimum 29,2 °C. Nejvyšší naměřená povrchová teplota oka byla 38,3 °C a nejnižší 34,3 °C s průměrnou teplotou 36,2 a odchylkou 1,1 °C.

Graf 4. Porovnání průměrných tělesných teplot u 1. skupiny (rok 2014)



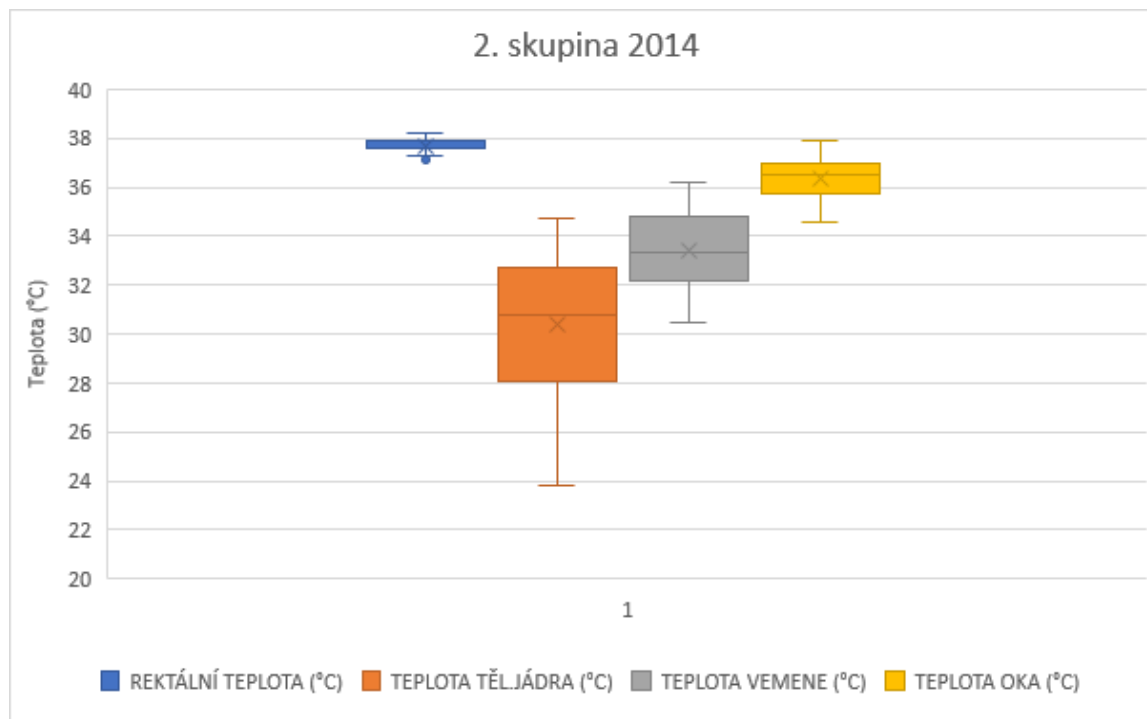
Během měření v roce 2013 (graf 5) byla průměrná rektální teplota u měřených krav ve 2. skupině 37,9 °C se směrodatnou odchylkou o 0,3 °C. Medián pro tuto teplotu byl 37,9 °C a modus 38,2 °C. Rovněž u této skupiny se vyskytovala proměnlivost rektální teploty, kdy nejvyšší rektální naměřená teplota byla 38,5 °C a nejnižší 37,2 °C. Průměrná povrchová teplota tělesného jádra u této skupiny byla 30,1 s odchylkou o 2,8 °C s maximem 34,9 °C a minimum 24,5 °C (medián 30,1 °C, modus 28,1 °C). Ze snímaných povrchových teplot vemene se nejčastěji vyskytovala teplota 34,1 °C (medián 33,8 °C). Průměrná teplota vemene byla 33,9 °C ± 1,97 °C, kdy maximum bylo 38,5 °C a minimum 29,9 °C. I u této skupiny byla průměrná teplota oka z vybraných snímaných povrchových teplot nejvyšší a to 35,4 °C s odchylkou o 1,3 °C. Nejčastěji byla zjištěna průměrná povrchová teplota oka 36,2 °C s maximem 39,7 °C a minimum 33,2 °C.

Graf 5. Krabicové diagramy průměrných tělesných teplot u 2. skupiny (rok 2013)



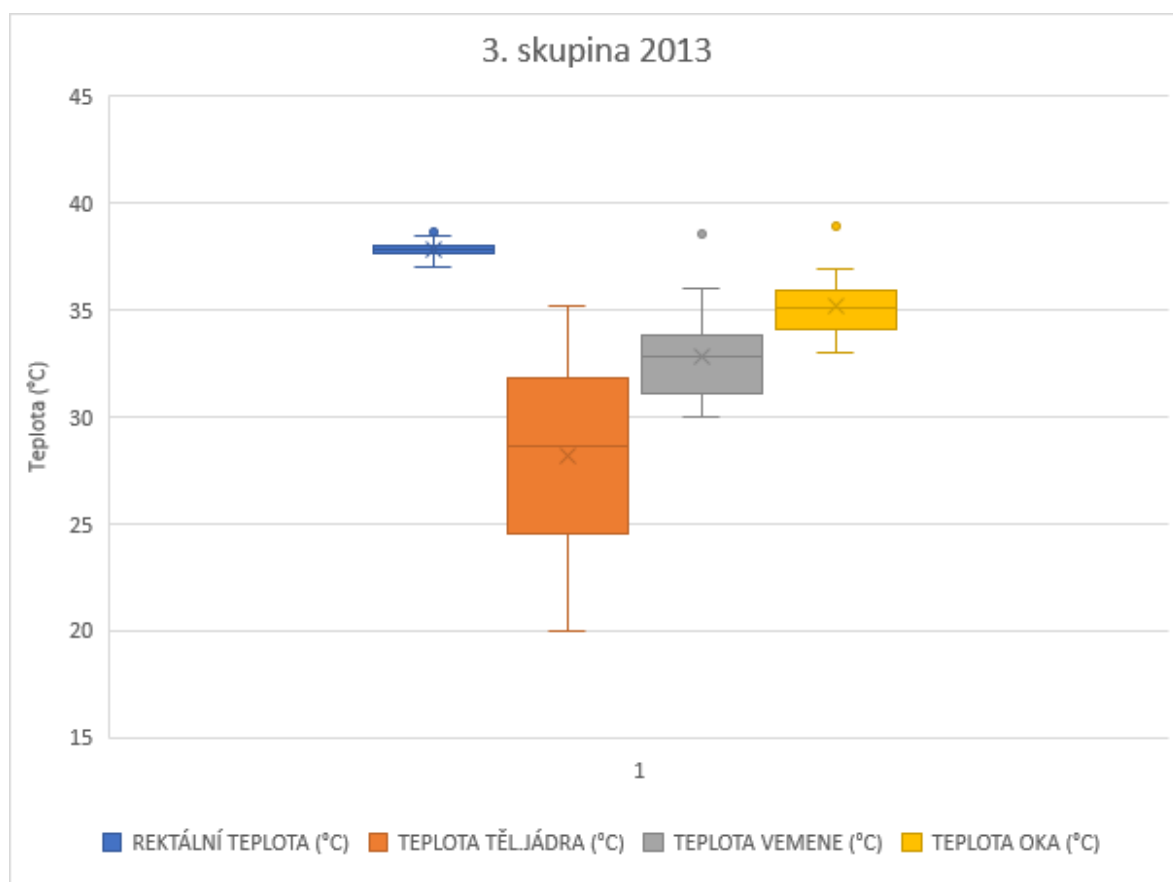
V roce 2014 (graf 6) byla u 2. skupiny krav změřena průměrná rektální teplota 37,7 °C se směrodatnou odchylkou o 0,3 °C. Nejčastěji byla naměřena rektální teplota 37,6 °C, kdy nejvyšší teplota byla 38,2 °C a nejnižší 37,1 °C. U průměrné povrchové teploty tělesného jádra (30,4 °C ± 2,3 °C) bylo maximum 34,7 °C a minimum 23,8 °C a nejčastěji byla snímána teplota 30,8 °C. Průměrná povrchová teplota vemene byla 33,4 °C ± 1,5 °C (medián 33,3 °C a modus 32,0 °C), kdy maximum bylo 36,2 °C a minimum 30,5 °C. Průměrná povrchová teplota oka byla na rozdíl od roku 2013 vyšší, a to 36,3 °C se směrodatnou odchylkou 0,8 °C. Nejvyšší naměřená povrchová teplota oka byla 37,9 °C a nejnižší 34,6 °C s nejčastějším výskytem teploty 37 °C (modus 36,5 °C).

Graf 6. Boxové grafy s průměrnými tělesnými teplotami u 2. skupiny krav (rok 2014)



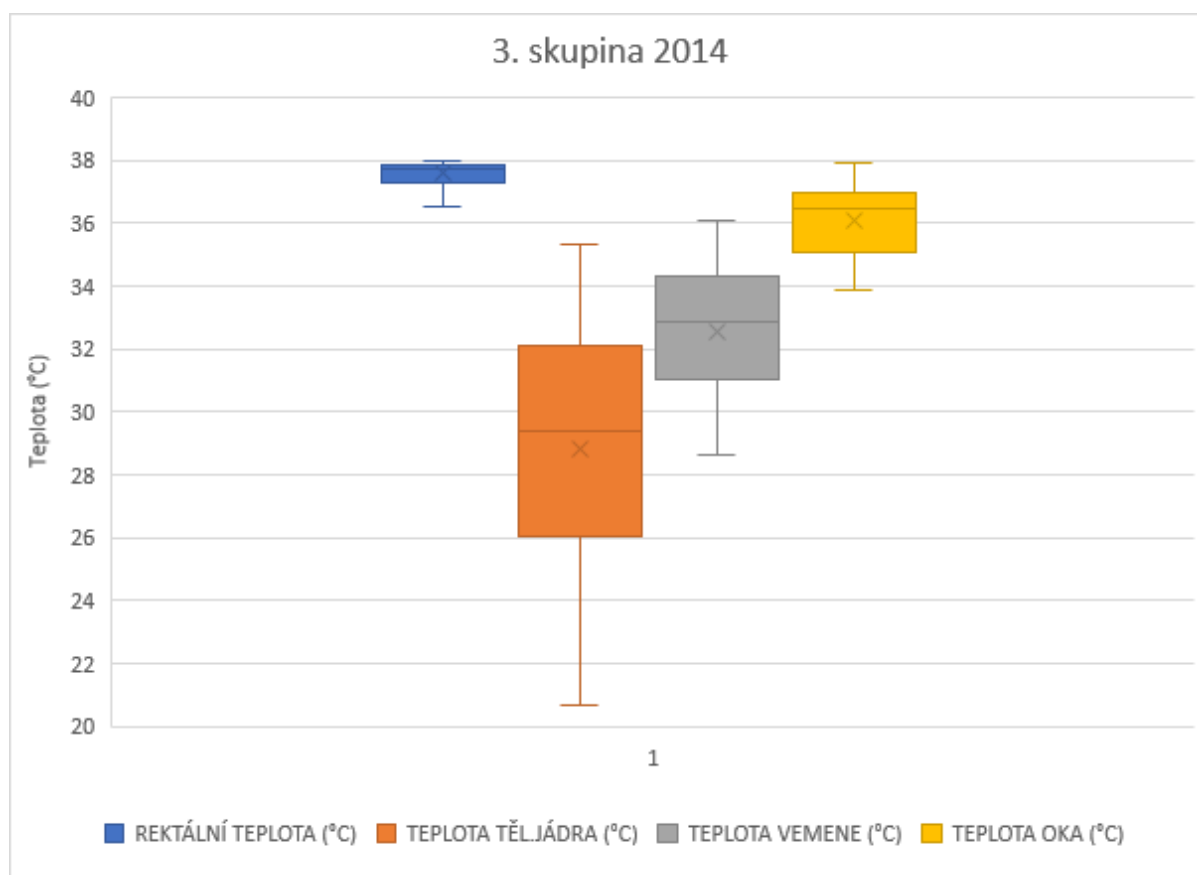
Graf č. 7 zobrazuje průměrné tělesné teploty, které byly snímány u 3. skupiny krav v roce 2013. Během tohoto snímání teplot byla průměrná rektální teplota u měřených krav ve 3. skupině 37,8 °C se směrodatnou odchylkou o 0,4 °C. Nejčastěji byla změřena rektální teplota 37,9 °C (medián 38,2 °C). I zde byla zjištěna varibilita rektální teploty, kdy nejvyšší rektální naměřená teplota byla 38,6 °C a nejnižší 37,0 °C. Průměrná povrchová teplota tělesného jádra u této skupiny byla 28,2 °C s odchylkou o 4,1 °C a s maximem 35,2 °C a minimem 20,0 °C (medián 28,7 °C, modus 25,5 °C). U povrchových teplot vemene se nejčastěji vyskytovala teplota 33,2 °C (medián 32,8 °C). Průměrná teplota této části byla 32,8 °C ± 2,0 °C s maximem 38,5 °C a minimem 32,8 °C. Také zde byla průměrná teplota oka z vybraných snímaných povrchových teplot nejvyšší a to 35,1 °C s odchylkou o 1,3 °C. Nejčastěji byla zjištěna průměrná povrchová teplota oka 33,6 °C s maximem 38,9 °C a minimem 33,0 °C.

Graf 7. Porovnání průměrných tělesných teplot u 3. skupiny (rok 2013)



V grafu č. 8 jsou znázorněny boxové diagramy průměrných tělesných teplot u 3. skupiny krav z měření v roce 2014. Průměrná rektální teplota u vybraných měřených krav ve 3. skupině byla 37,6 °C se směrodatnou odchylkou o 0,4 °C. Nejčastěji byla změřena rektální teplota 37,8 °C. Nejvyšší rektální naměřená teplota byla 38,0 °C a nejnižší 36,5 °C. Průměrná povrchová teplota tělesného jádra u této skupiny byla 28,8 °C s odchylkou o 4,0 °C a s maximem 35,3 °C a minimem 21,0 °C (medián 29,4 °C, modus 25,3 °C). U povrchových teplot vemene se nejčastěji vyskytovala teplota 31 °C (medián 32,8 °C). Průměrná teplota této části byla 32,5 °C ± 2,0 °C s maximem 36,1 °C a minimem 28,6 °C. Průměrná teplota oka byla 36,0 °C s odchylkou o 1,1 °C. Nejčastěji byla zjištěna průměrná povrchová teplota oka 36,6 °C s maximem 37,9 °C a minimem 33,9 °C.

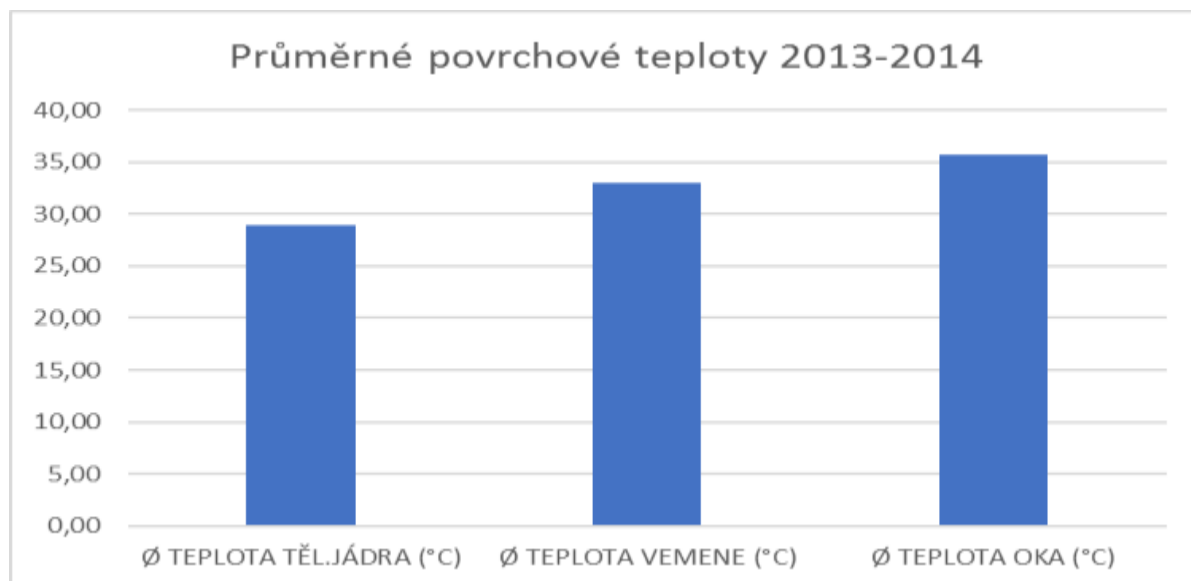
Graf 8. Porovnání průměrných tělesných teplot u 3. skupiny (rok 2014)



Výsledné průměrné povrchové teploty vybraných snímaných částí těla dojnic (tělesné jádro, vemeno, oko) z celého sledovacího období (2013-2014) jsou zobrazeny v grafu č. 9. Průměrné povrchové teploty tělesného jádra byly vyhodnoceny jako nejnižší (\bar{X} 28,9 °C). Tato část těla je nejvíce ovlivňována vnějšími vlivy, jako je světlo, proudění a teplota vzduchu. Také vlastnosti jako je struktura, zbarvení a znečištění srsti zde hrají velmi důležitou roli. V neposlední řadě záleží i na správném nastavení termokamery, vzdálenosti snímaného objektu a emisivitě (intenzitě vyzařování). Jako druhé nejnižší hodnoty byly zaznamenány průměrné teploty vemene (\bar{X} 33,0 °C), kdy i u této části těla záleží na vnějších vlivech (teplota a proudění vzduchu, světlo apod.), na stavbě a struktuře vemene (zejména osrstění a znečištění) a na technických možnostech termokamery. Obecně se uvádí, že nejvyšší teplota bývá naměřena v oku, což potvrdily i výsledky tohoto měření (\bar{X} 35,7 °C). Také ve studii Poikalainena et al. (2012) bylo zjištěno, že vemeno a oči krav jsou oblasti s nejvyšší teplotou. IR teplota distální části nohou byla poměrně nízká a byla ovlivněna vnější teplotou okolí. Nehasilová (2011) tvrdí, že díky měření oka je možné stanovit, zda je zvíře stresované nebo není. Mezi skupinami byly nejvyšší hodnoty jednotlivých částí naměřeny u 2. skupiny dojnic a jalovic, kde se nacházela zvířata přibližně ve 4. až 5. měsíci po otelení. V průběhu roku se nejvyšší hodnoty povrchových teplot vyskytovaly v období jara a léta. Snímané

teploty v tomto období byly ovšem velmi ovlivněné mikroklimatickými podmínkami ve stáji (větrací zařízení, zkrápění).

Graf 9. Průměrné povrchové teploty za sledovací období 2013-2014



Pro vyjádření závislostí mezi jednotlivými parametry vybraných povrchových teplot byla použita korelační analýza. V tabulce č. 3 je zaznamenána vzájemná závislost mezi dvěma veličinami. Pokud se jedna z nich mění, mění se i korelativně druhá a naopak. V tomto případě se jedná o korelaci jednotlivých vybraných sledovaných teplot u jednotlivých skupin za celkové období pokusu. Úzké korelační vztahy byly zvýrazněny. Mezi všemi sledovanými hodnotami povrchových teplot byla zjištěna kladná hodnota stupně statistické závislosti.

Nejméně mezi sebou korelovala rektální teplota a povrchová teplota oka (0,156). Naopak vysoký stupeň korelační závislosti byl zjištěn mezi povrchovou teplotou tělesného jádra a povrchovou teplotou vemene, a to zejména u 3. skupiny (0,831) a 2. skupiny (0,821). Významný byl i vztah mezi povrchovou teplotou vemene a povrchovou teplotou oka u 3. (0,821) a 2. skupiny (0,764).

Ng et al. (2006) a také Church et al. (2014) zjistili, že IRT teploty lakrimální caruncle oblasti oka mohou korelovat s tělesnou teplotou, a v podstatě slouží jako ukazatel tělesné teploty. Mezi teplotou oka a teplotou tělesného jádra byl zaznamenán střední stupeň korelační závislosti (0,658) a to u 1. skupiny krav. Střední stupeň korelační závislosti byl dále mezi teplotou rektální a teplotou tělesného jádra u 2. skupiny (0,621) a u 3. skupiny (0,677).

Mírný stupeň korelační závislosti vyšel např. u 1. skupiny mezi teplotou vemene a teplotou rektální (0,440). Nejnižší stupeň korelace se vyskytl mezi teplotou rektální a povrchovou teplotou oka (0,156).

Tabulka 6. Korelační analýza jednotlivých skupin a vybraných měření teplot

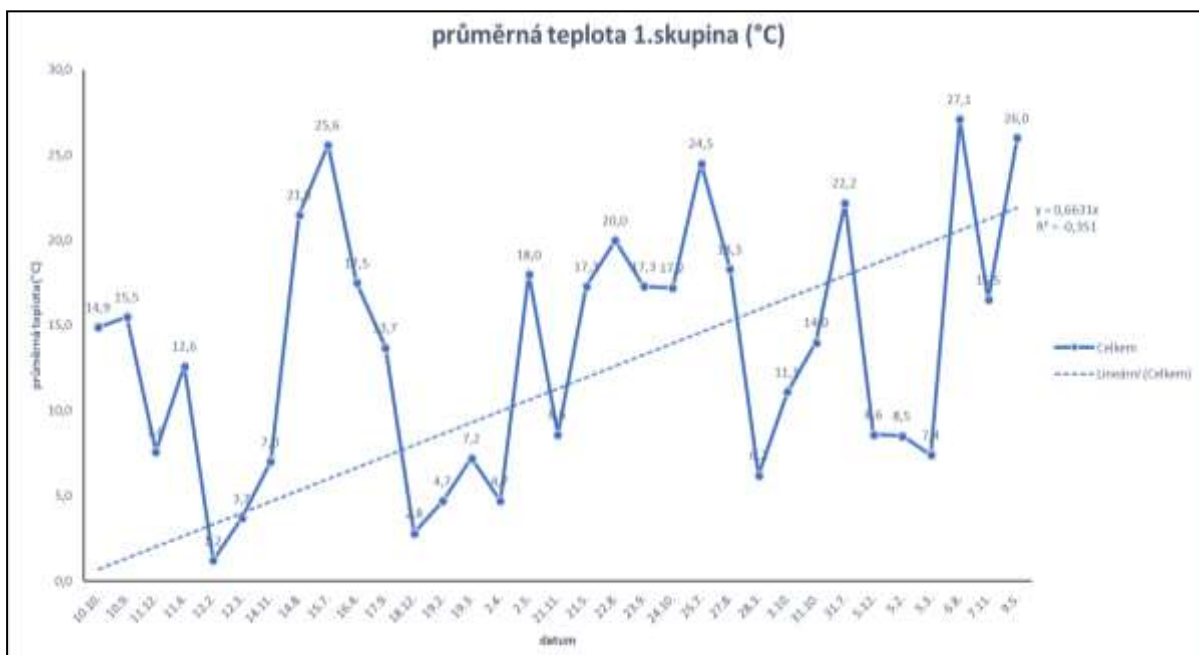
		REKTÁLNÍ TEPLOTA (°C)	TEPLOTA T. JÁDRA (°C)	TEPLOTA VEMENE (°C)	TEPLOTA OKA (°C)
skupina 1	REKTÁLNÍ TEPLOTA (°C)	1	0,541	0,440	0,311
	TEPLOTA TĚL. JÁDRA (°C)	0,541	1	0,715	0,658
	TEPLOTA VEMENE (°C)	0,440	0,715	1	0,764
	TEPLOTA OKA (°C)	0,311	0,658	0,764	1
skupina 2	REKTÁLNÍ TEPLOTA (°C)	1	0,621	0,495	0,156
	TEPLOTA TĚL. JÁDRA (°C)	0,621	1	0,797	0,721
	TEPLOTA VEMENE (°C)	0,495	0,797	1	0,669
	TEPLOTA OKA (°C)	0,156	0,721	0,669	1
skupina 3	REKTÁLNÍ TEPLOTA (°C)	1	0,677	0,647	0,512
	TEPLOTA TĚL. JÁDRA (°C)	0,677	1	0,831	0,791
	TEPLOTA VEMENE (°C)	0,647	0,831	1	0,821
	TEPLOTA OKA (°C)	0,512	0,791	0,821	1

4.1.3 Mikroklimatické podmínky

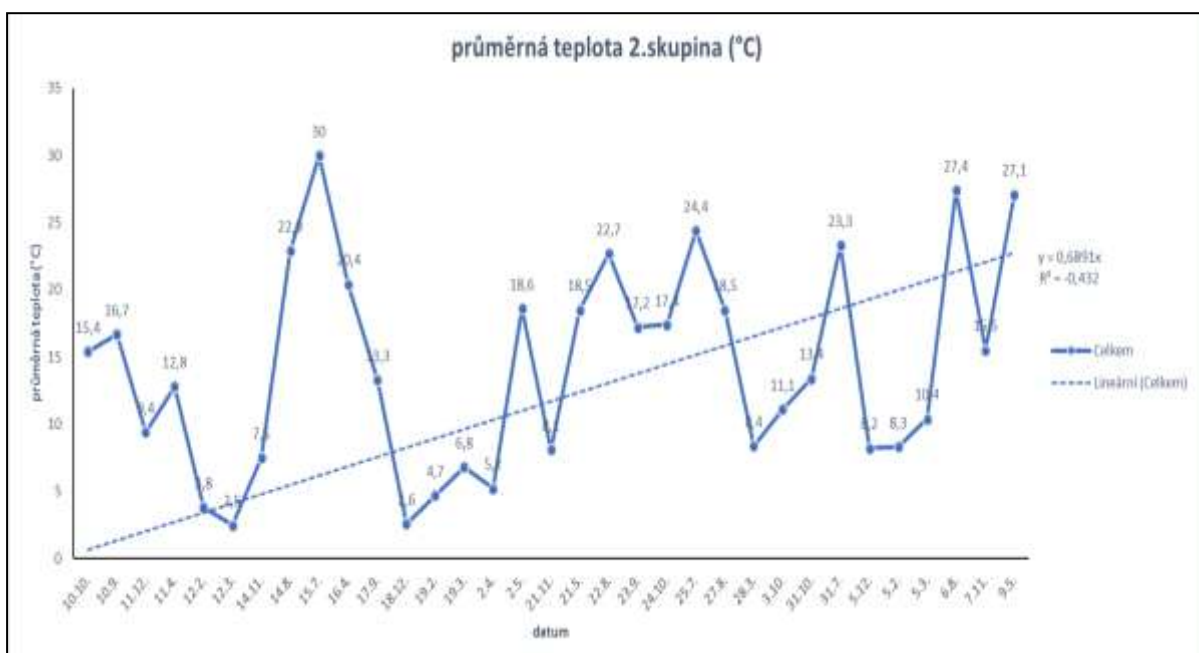
4.1.3.1 Teplota prostředí

Hodnoty teploty vzduchu v průběhu roku kolísaly, a to zejména během zimního období, kdy byla naměřená teplota vzduchu nejnižší, a naopak v průběhu léta se teplota vzduchu zvyšovala. Lineární průběh průměrných teplot prostředí ve stáji, kde se nacházela 1. a 2. skupina měřených krav je zobrazen v grafech 10. Nejvyšší hodnoty byly naměřeny v letních měsících (max 30,0 °C) a naopak v zimních měsících byla teplota nejnižší (1,2 °C).

Graf 10. Lineární průběh průměrných teplot vzduchu, naměřených u 1. skupiny

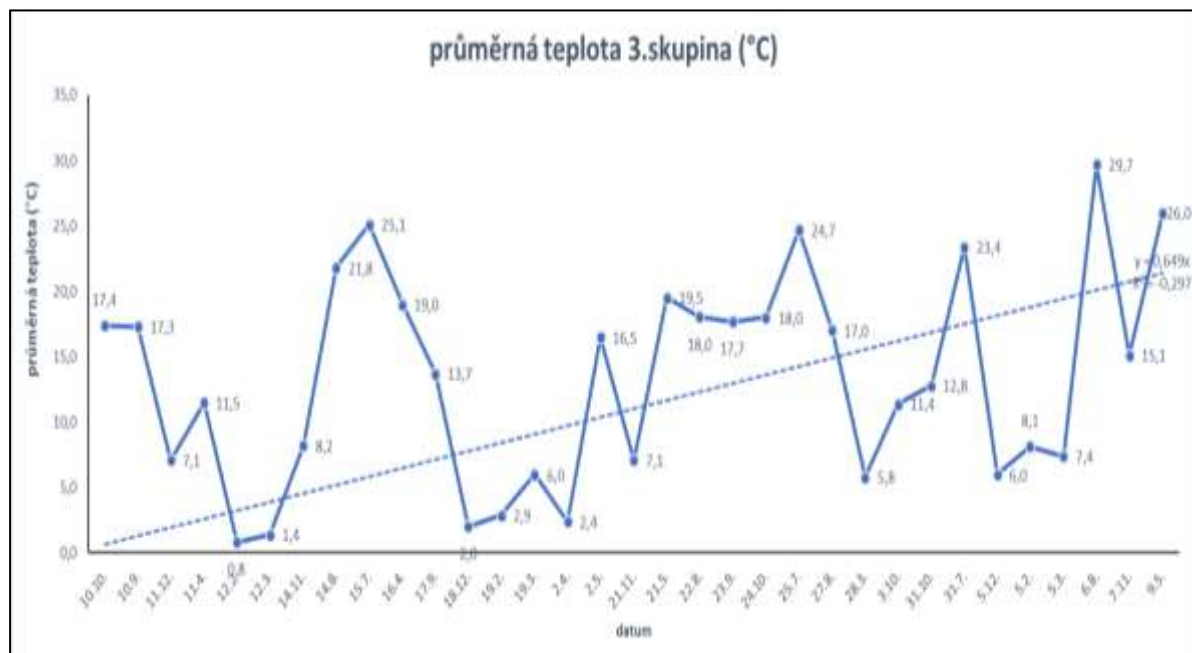


Graf 11. Lineární průběh průměrných teplot vzduchu, naměřených u 2. skupiny



Ve stáji s výrazně odlišnými mikroklimatickými podmínkami byla ustájena 3. skupina změřených zvířat. V grafu č. 12 je zaznamenán lineární průběh průměrné teploty vzduchu, kdy nejnižší teplota byla naměřena v únoru (0, 8 °C) a nejvyšší v srpnu (29, 7 °C).

Graf 12. Lineární průběh průměrných teplot vzduchu, naměřených u 2. skupiny

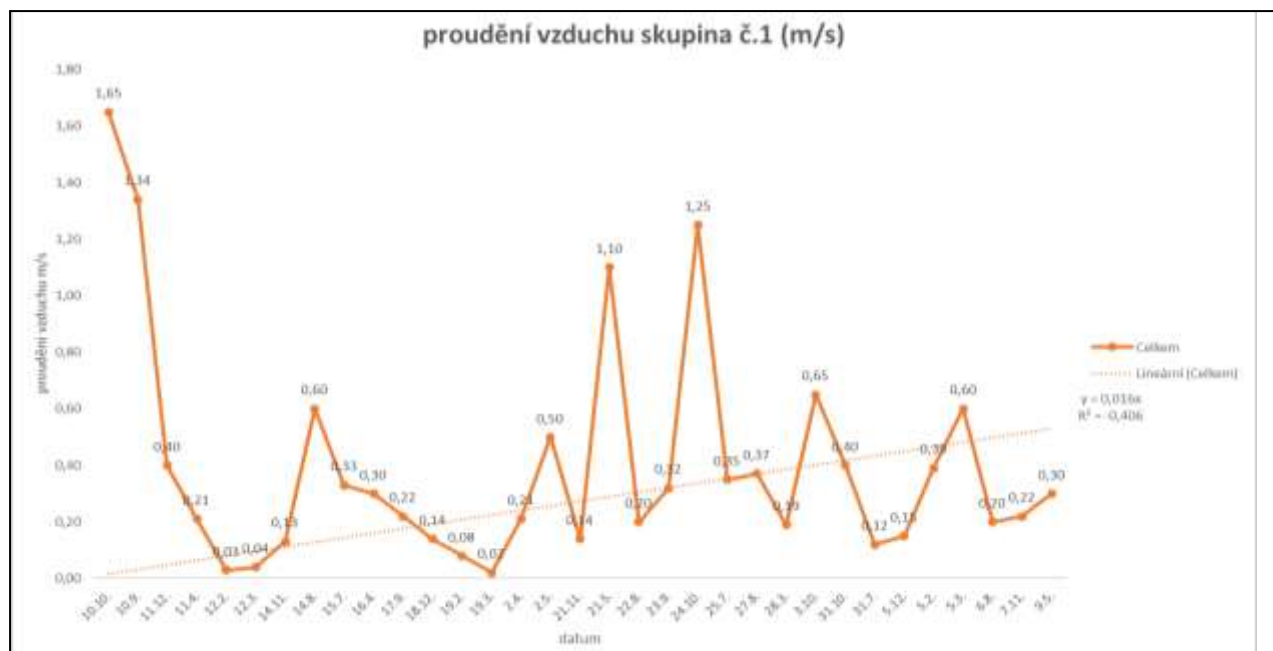


Dle Klabzuby (2002) je optimální teplotní rozmezí pro dojnice ve volném ustájení od 4 do 10 °C. Tyto údaje se ovšem liší např. od Roenfalda (1998), který jako vhodnou teplotu prostředí pro dobytek uvádí rozmezí mezi 5 °C až 25 °C a Jacobsen (1998) dokonce uvádí optimální hodnotu teploty prostředí pro dojnice 16 °C až 25 °C. Tato rozmezí byla v případě této práce splněna v jarních a podzimních měsících. V letním období teploty stoupaly nad 25 °C a v zimě klesaly pod minimum 2 °C, které ve své práci uvádí Klabzuba (2002). Dle Zejdové (2014) je již 20 °C považováno za hraniční teplotu, kdy hrozí vznik tepelného stresu. Co se týče vlivu vysokých teplot na welfare dojnic, dle Dolejše (1995) v intervalu 16 až 21 °C nedochází k podstatným změnám v užitkovosti, chování zvířat a kvalitě jejich produktů. Stejně tak i Vokřálová a Novák (2005) uvádějí, že termoneutrální zóna pro dojnice je uváděna v rozmezí -5 až +24 °C, přičemž u vysokoužitkových dojnic se horní hranice posunula na 21°C. Zvýšená tepelná zátěž vyvolává behaviorální a fyziologické odpovědi zahrnující zvýšení tělesné teploty a respirace redukcí aktivity, příjmu potravy a produkce mléka.

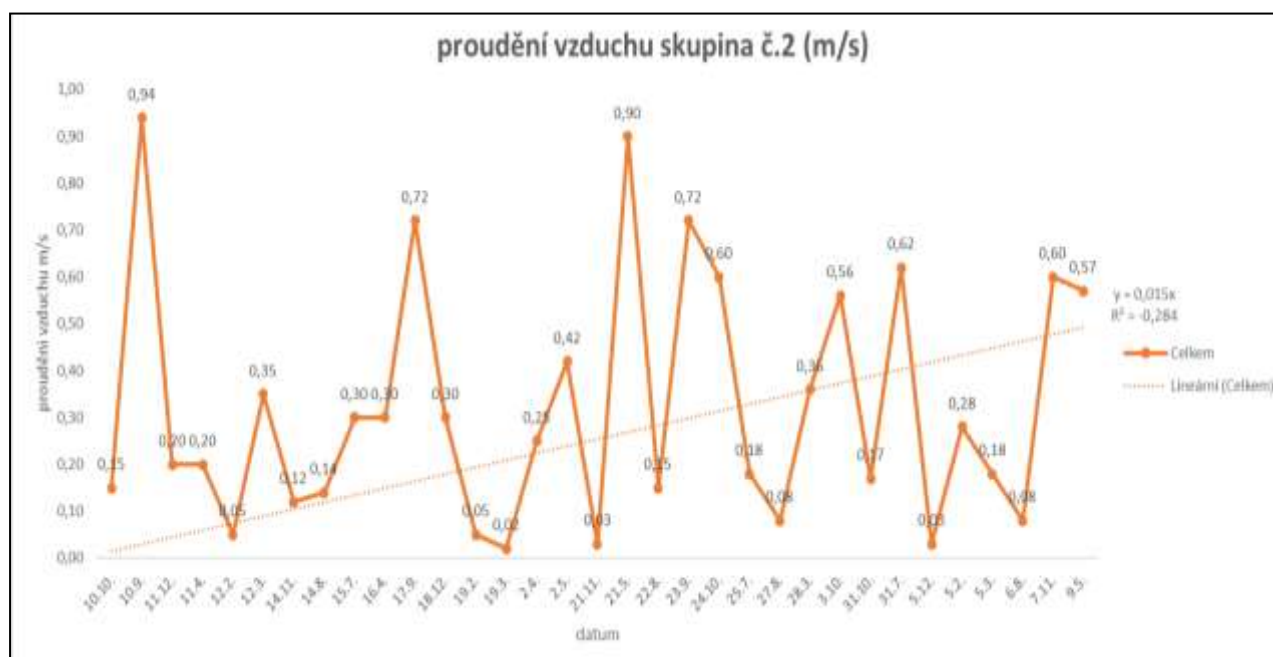
4.1.3.2 Rychlost proudění vzduchu

V grafech č. 13 a 14 je zobrazen průběh rychlosti proudění vzduchu v první stáji, tedy u skupin 1 a 2. Nejvyšší rychlost proudění vzduchu byla naměřena v měsíci říjen a to 1,65 m/s u 1. skupiny. Naopak nejnižší rychlost proudění vzduchu byla zaznamenána v březnu (0,02 m/s) u obou skupin ve stejné stáji.

Graf 13. Lineární průběh průměrné rychlosti proudění vzduchu, naměřené u 1. skupiny

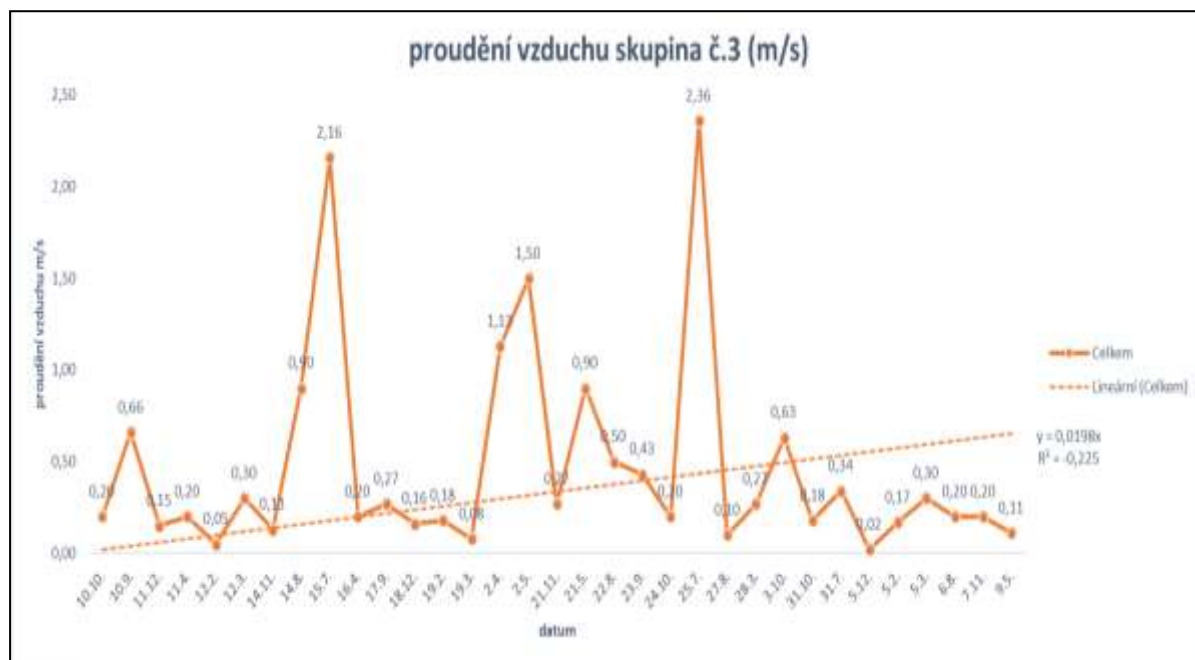


Graf 14. Lineární průběh průměrné rychlosti proudění vzduchu, naměřené u 2. skupiny



Průběh rychlosti proudění vzduchu u 3. skupiny dojníc je zaznamenán v grafu č. 15. U této skupiny byla nejvyšší naměřená rychlost proudění vzduchu 2,36 m/s (červenec) a nejnižší 0,02 m/s (prosinec).

Graf 15. Lineární průběh průměrné rychlosti proudění vzduchu, naměřené u 2. skupiny

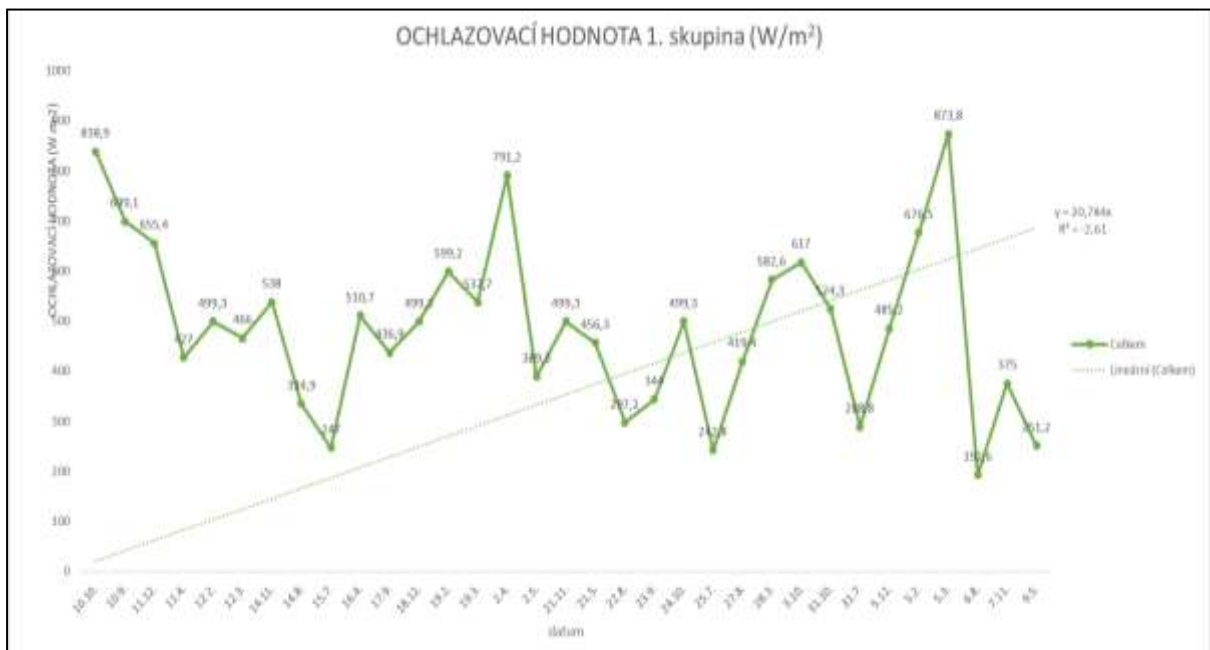


Při vyhodnocování naměřených hodnot rychlosti proudění vzduchu byly nejvýraznější výkyvy zjištěny u 1. a 3. skupiny, které byly umístěny v prostoru blízko vrat a hodnoty proudění zde byly i nejvyšší. Dle Gebremedhina et al. (2003) v těchto místech vznikají složité a nerovnoměrné poměry proudění vzduchu. Naopak uprostřed stáje byla umístěna 2. skupina sledovaných dojníc a v těchto místech již rychlost proudění vzduchu nebyla tak ovlivněna prouděním vzduchu z venku. Rychlost proudění vzduchu ve stáji mezi 0,1-0,3 m/s uvádí Šoch (2005) jako optimální.

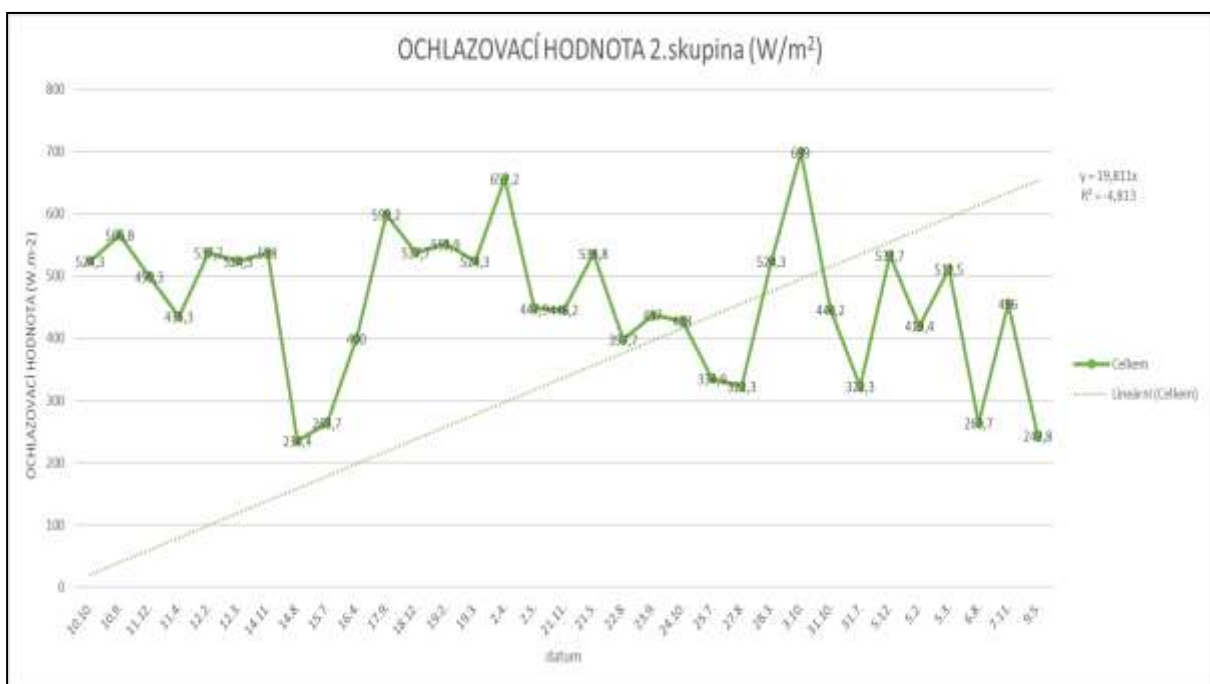
4.1.3.3 Ochlazovací hodnota prostředí

V grafech č. 16 a 17 je zaznamenán průběh ochlazovací hodnoty prostředí u 1. a 2. skupiny. Nejvyšší ochlazovací hodnota vzduchu byla zjištěna v březnu u 1. skupiny, a to 873, 8 W/m² a nejnižší byla naměřena v srpnu u těže skupiny, a to 192,6 W/m².

Graf 16. Lineární průběh průměrných ochlazovacích hodnot vzduchu, naměřených u 1. skupiny

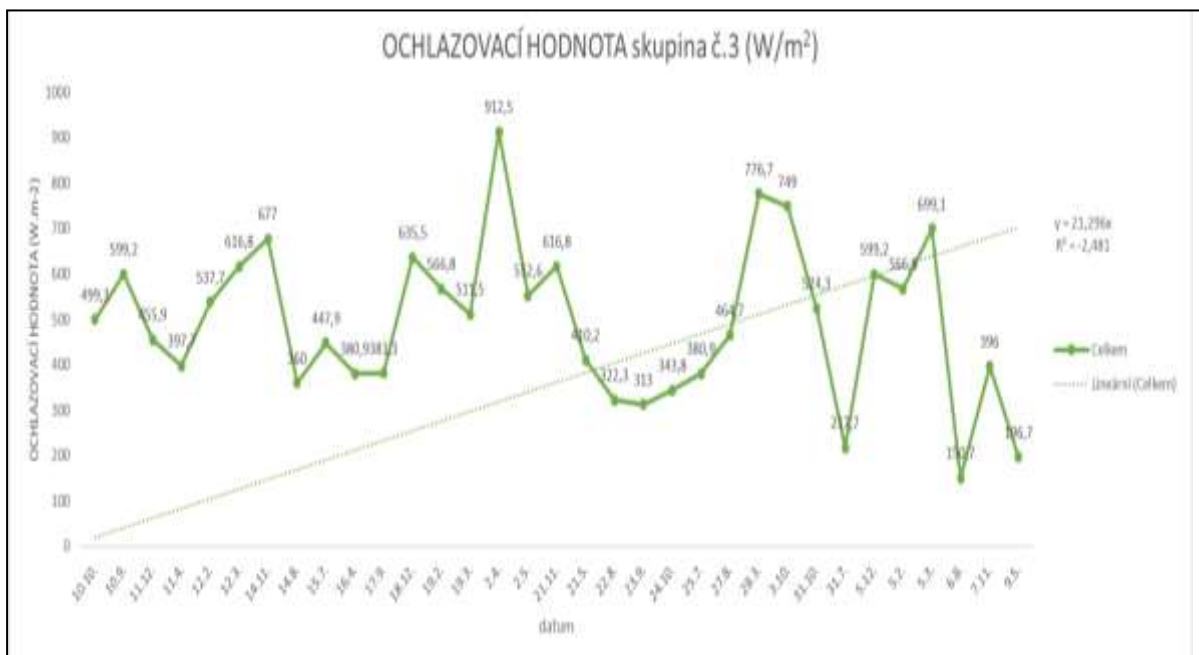


Graf 17. Lineární průběh průměrných ochlazovacích hodnot vzduchu, naměřených u 2. skupiny



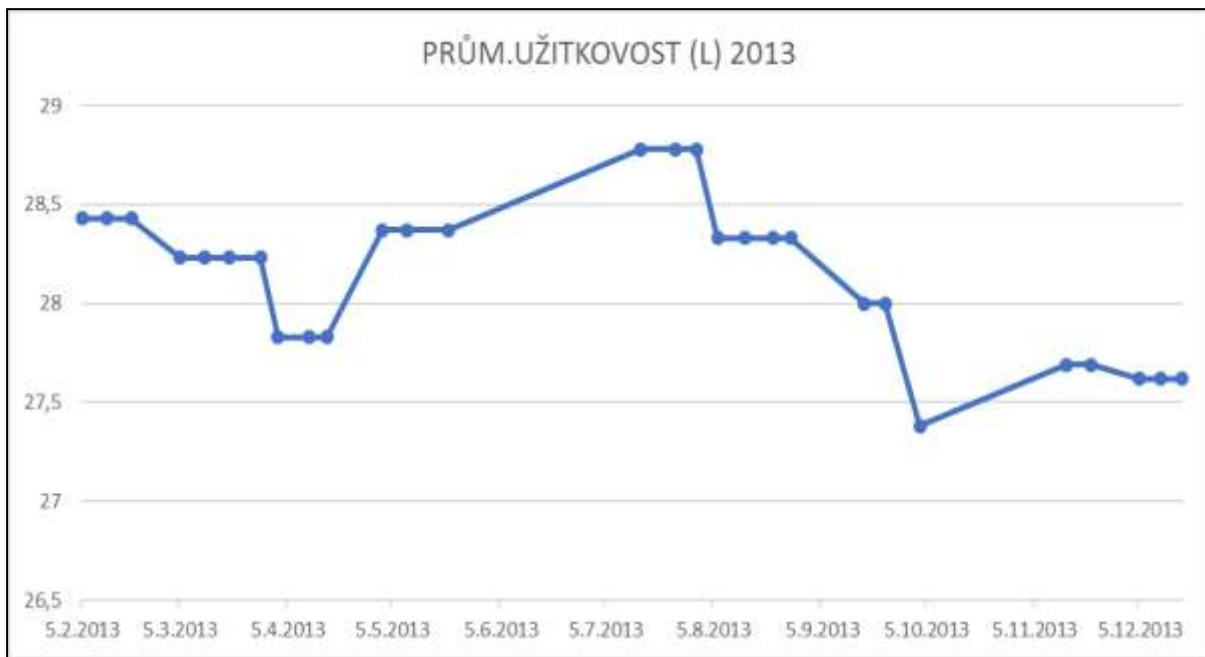
Graf č. 18 zobrazuje průběh ochlazovací hodnoty vzduchu u 3. skupiny sledovaných zvířat. Nejvyšší hodnota byla naměřena 912,5 W/m² v měsíci duben a nejnižší 150,7 W/m² v měsíci srpen. Jednalo se tedy o nejvyšší i nejnižší naměřené hodnoty mezi všemi skupinami.

Graf 18. Lineární průběh průměrných ochlazovacích hodnot vzduchu, naměřených u 3. skupiny

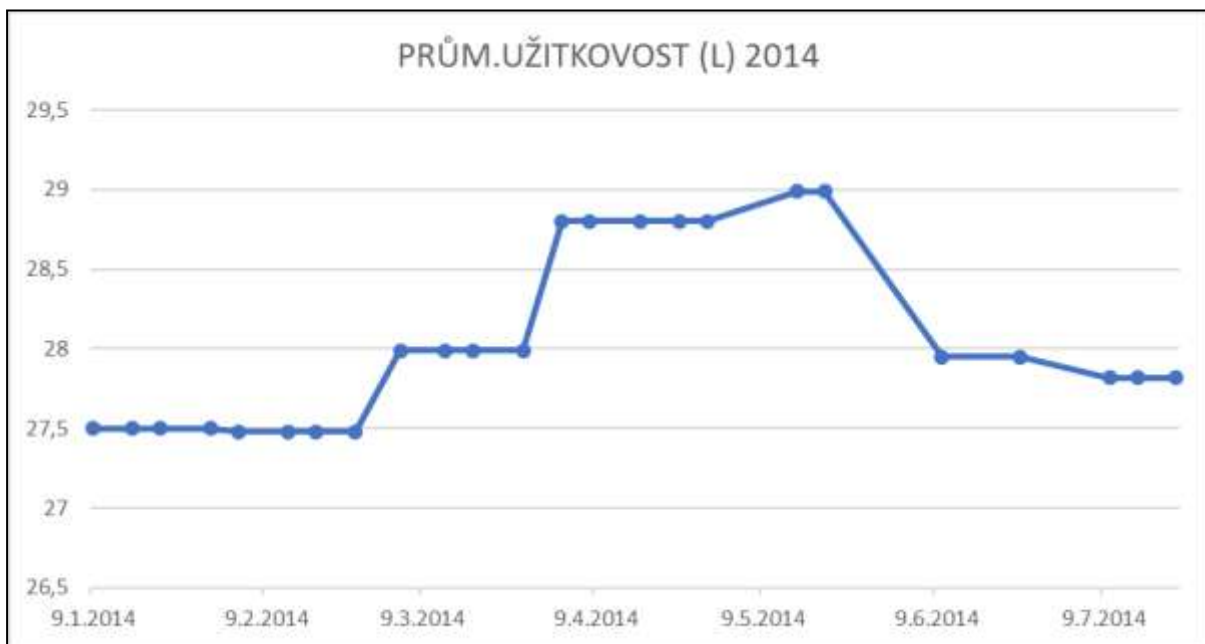


Dle Šocha (2005) hodnoty nižší než 170 W/m² znamenají pro zvířata pocit tepla až dusna a hodnoty vyšší než 500 W/m² značí pocity chladu až zimy. Dle Sokola et al. (1989) a Šocha (2005) vysoká ochlazovací hodnota prostředí negativně ovlivňuje mléčnou užitkovost, což se z grafů č. 19 a 20 nepotvrdilo. Mléčná užitkovost se v průběhu sledování měnila, kdy v zimních měsících byly hodnoty nižší a v letních měsících naopak vyšší. Toto tvrzení je v rozporu s některými autory, kteří uvádějí, že při vysoké teplotě vzduchu klesá mléčná produkce dojníc (West, 1994; Settar et al., 1999; Kadzere et al., 2002; Uzal et al., 2008; Ghorbani et al., 2009; Havlík, 2011).

Graf 19. Průměrná užitkovost za rok 2013



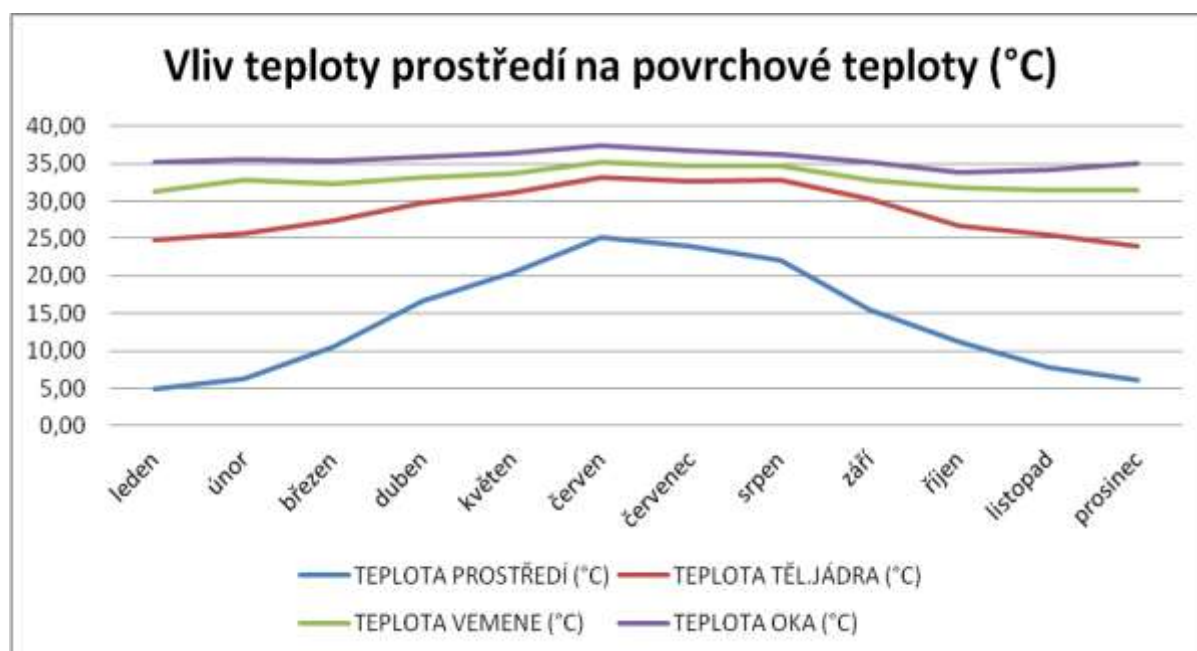
Graf 20. Průměrná užitkovost za rok 2014



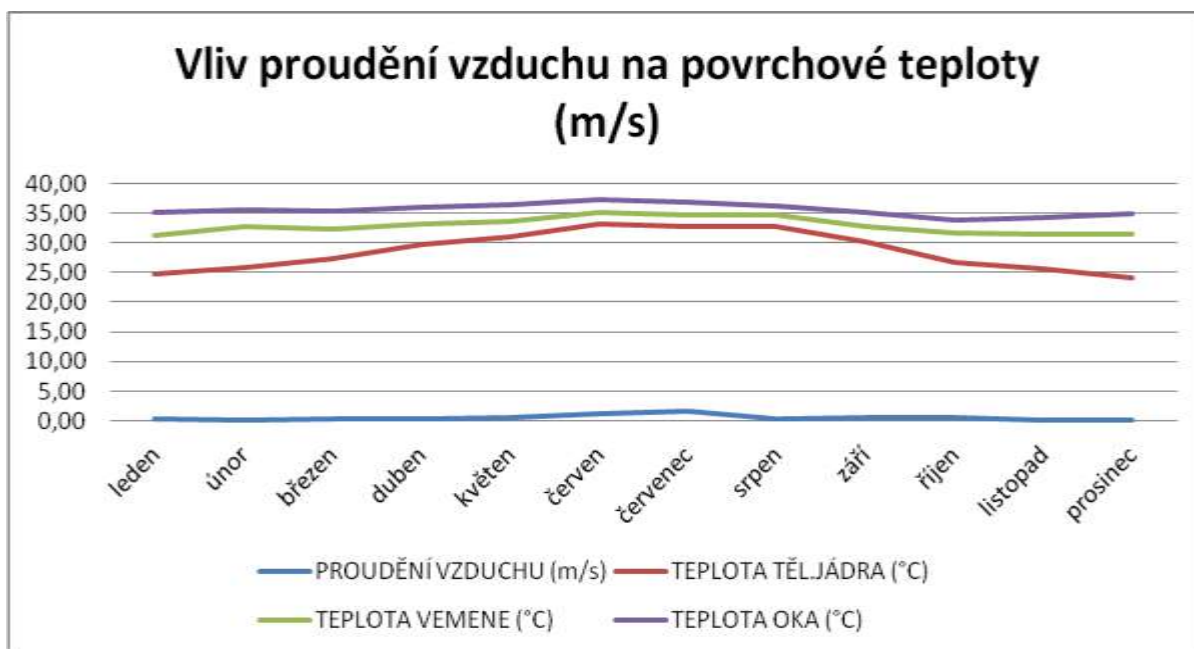
4.1.3.4 Vlivy mikroklimatických podmínek na povrchové teploty

V grafech č. 21, 22, 23 jsou zobrazeny vlivy jednotlivých měřených mikroklimatických podmínek prostředí (teplota vzduchu, proudění vzduchu a ochlazovací hodnota prostředí) na jednotlivé části těla zvířat, ze kterých byly snímány povrchové teploty. I přes vzrůstající okolní teploty v letním období nedocházelo k výrazným výkyvům povrchových teplot tělesného jádra, vemene a oka. Povrchové teploty jsou nejvíce ovlivňovány vnějšími vlivy, jako je světlo, proudění a teplota vzduchu. Při snímání povrchové teploty termokamerou mohou u jednotlivých zvířat působit rozdílné faktory jako je např. charakter osrstění či stupeň osvalení, struktura, zbarvení či znečištění srsti, což může výrazně ovlivnit výsledky měření. Nastavení termokamery a intenzita vyzařování (emisivita) zde proto hrají významnou roli (Švejdová et al., 2013 a). Důležité je brát v úvahu i prostředí, kde se zvířata při měření vyskytují (Švejdová et al., 2015).

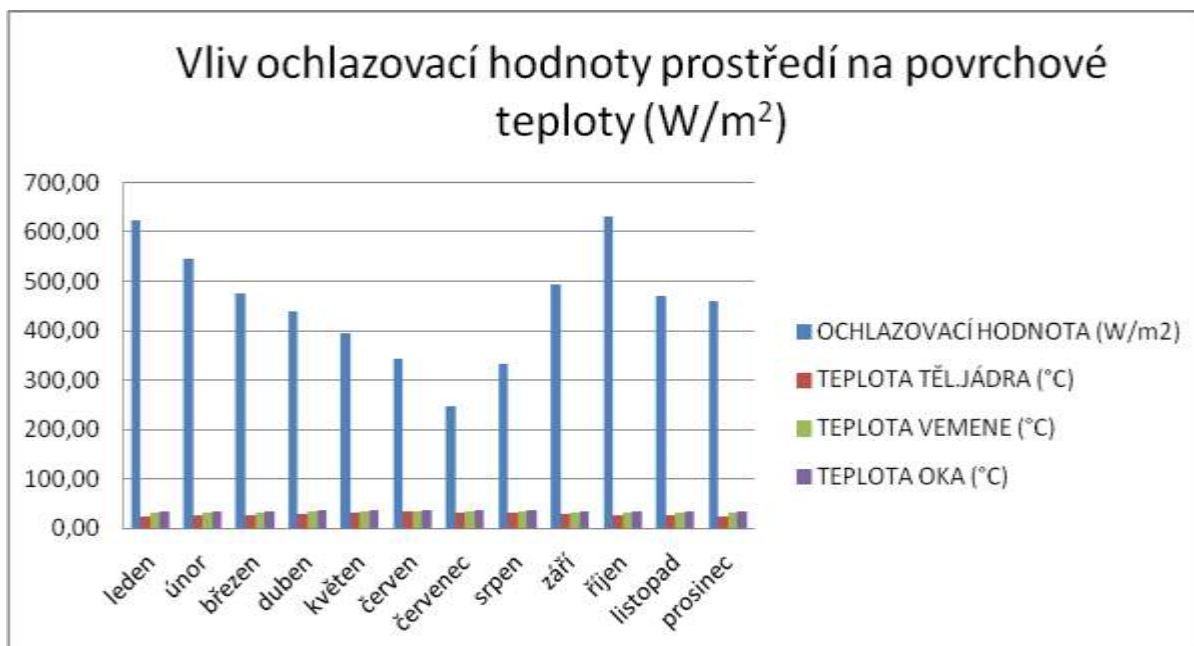
Graf 21. Vliv teploty prostředí na povrchové teploty jednotlivých snímaných částí těla zvířat



Graf 22. Vliv proudění vzduchu prostředí na povrchové teploty jednotlivých snímaných částí těla zvířat



Graf 23. Vliv ochlazovací hodnoty prostředí na povrchové teploty jednotlivých snímaných částí těla zvířat



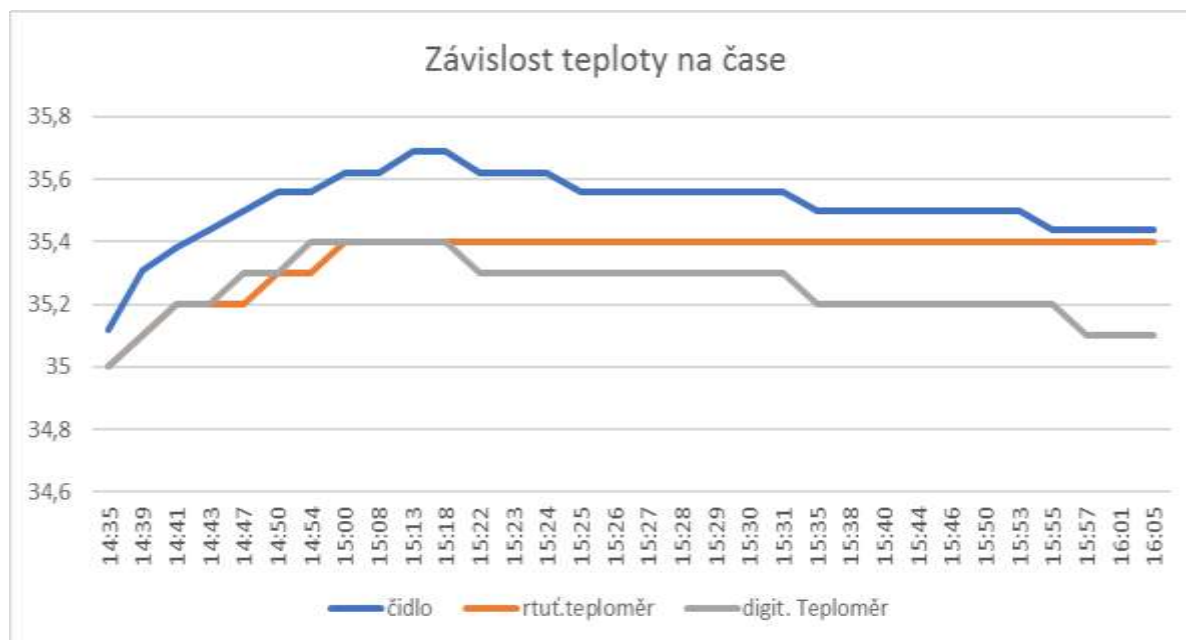
4.2 Snímání teplot pomocí termočidla

Termočidlo bylo opatřeno senzorem biologických funkcí, který sledoval tělesnou teplotu zvířete. Zařízení bylo uzpůsobeno pro odeslání informací pro identifikaci zvířete a informací o tělesné teplotě zvířete pomocí bezdrátového spojení se čtečkou čipů. Touto čtečkou bylo v průběhu měření manipulováno ručně okolo oblasti kořene ocasu. Zároveň byla změřena rektální teplota a byly snímány povrchové teploty těla zvířat pomocí termovizní kamery, lékařského bezkontaktního teploměru a infračerveného teploměru.

4.2.1 Kalibrační křivka

V grafu č. 24 je sestavena kalibrační křivka, která zobrazuje závislost přístrojem naměřené teploty na čase. Jako referenční teploměr byl zvolen klasický rtuťový teploměr, jelikož tyto teploměry mají garantovanou přesnost po celou dobu jejich životnosti (Vaněk, 2015). Tento teploměr se během kalibrace ustálil na hodnotě 35,4 °C. Digitální teploměr se odchyloval nejvýše o 0,3 °C a teplotní čidlo se oproti rtuťovému teploměru odchylovalo nejvýše o 0,29 °C a bylo tedy nejbližší k hodnotám rtuťového teploměru. Z analýz Pance et al. (2012) vyplývá, že od takto realizovaného řešení zpravidla nelze očekávat přesnost vyšší než $\pm 0,2$ °C.

Graf 24. Závislost přístrojem naměřené teploty na čase

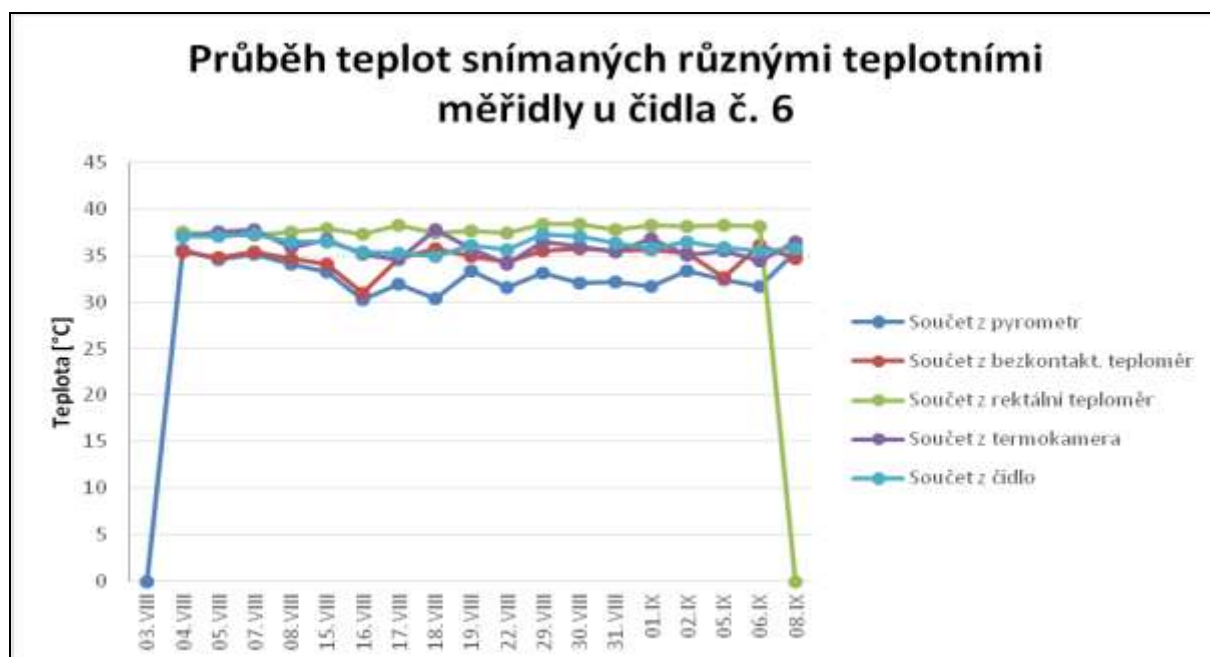


4.2.2 Termočidla

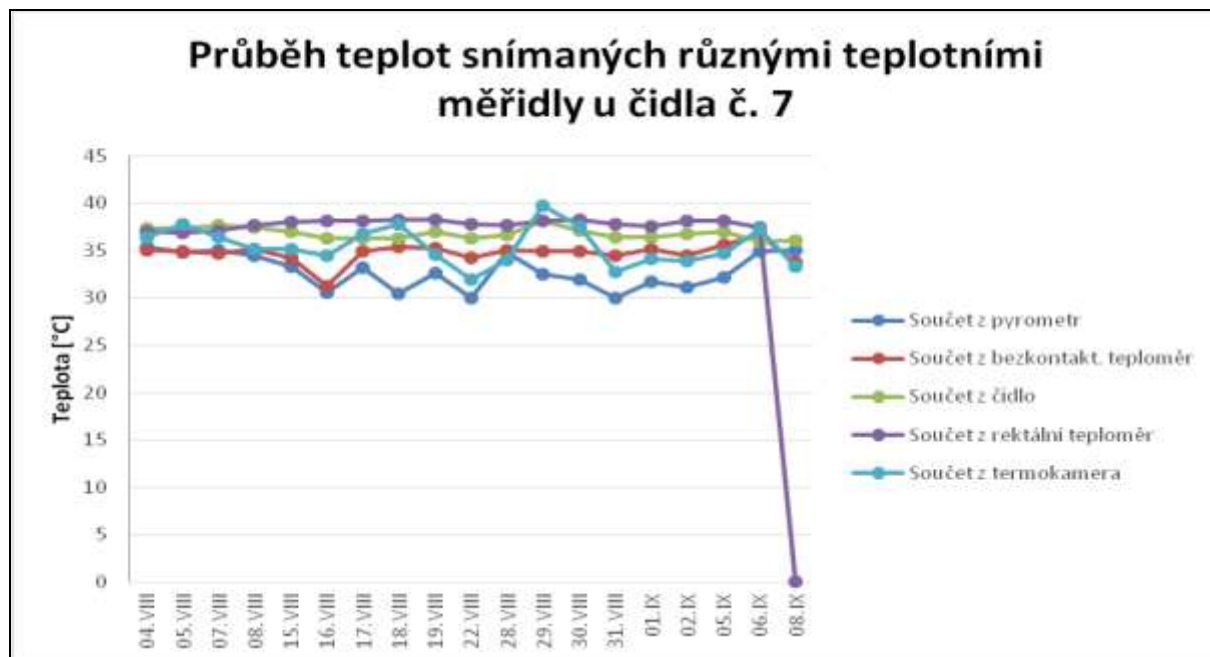
Grafy č. 25 a 26 zobrazují průběhy teplot, které byly získány pomocí různých typů teplotních měřidel (pyrometr, bezkontaktní infračervený teploměr, rektální teploměr, termokamera a teplotní čidlo) u obou zvířat. Jako referenční teploměr byl v tomto případě brán digitální teploměr rektální, který je dle práce Vaňka (2015) brán jako akceptovatelná alternativa k tradičním skleněným teploměrům, které jsou podstatně méně odolné vůči pádům a nevhodnému zacházení. Rektální teplota se také používá jako ukazatel tělesné teploty při studiu termoregulace (Amaral et al., 2009) a jako diagnostický postup (Naylor et al., 2012).

V obou případech se nejbližší k teplotám naměřeným rektálním teploměrem blížily hodnoty teploty získané pomocí termokamery a teplotního čidla. Rektální teplota se pohybovala okolo $37\text{--}38\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Hodnoty naměřené teplotním čidlem se od teploty rektální lišili max o $-2,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ a hodnoty snímané termokamerou se pohybovaly nejnižší o $-3,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Největší rozdíly v naměřených hodnotách povrchové teploty od teploty rektální byly zjištěny u hodnot teplot změřených pomocí pyrometru a bezkontaktního teploměru. Zde byl rozdíl i až o $7,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ v případě pyrometru. I v případě těchto bezkontaktních měřidel záleží na vlastnostech povrchu a zejména vzdálenosti objektu. Také Zelingr (2017) ze svého měření konstatuje, že bezkontaktní teploměry jsou s rostoucí vzdáleností od měřeného objektu méně přesné než termokamery. Také schopnost vyzářování objektu zde hraje důležitou roli, což potvrzuje i Kužel (2010), který tvrdí, že emisivita má velký vliv na přesnost měření teploty pomocí infračervených teploměrů.

Graf 25. Průběh teplot snímaných různými teplotními měřidly u zvířete s čidlem č. 6



Graf 26. Průběh teplot snímaných různými teplotními měřidly u zvířete s čidlem č. 7



5. ZÁVĚR

Na základě získaných poznatků byl navržen a následně ověřován jeden či více systémů nejlépe bezkontaktního snímání tělesné teploty. Ke zjištění korelací naměřené teploty těla se zdravotním stavem a užitkovostí byly využity zootechnické a veterinární záznamy a vlastní pozorování.

Z výsledků všech použitých diagnostických metod z měření vybraných povrchových teplot bylo zjištěno, že nejvíce spolu korelují povrchová teplota tělesného jádra a povrchová teplota vemene. Při snímání povrchových teplot zejména pomocí metody termovize ovšem hrají významnou roli míra znečištění, osrstění a osvalení zvířete. Důležité jsou také technologické parametry přístroje, jeho nastavení a v neposlední řadě i emisivita povrchu.

Výše uvedené příklady dokazují, že zejména metodou termovize lze získat důležité informace, zejména pokud by byly vyčerpány možnosti konvenčních diagnostických metod. Tento způsob měření má hodnotu i jako diagnostický nástroj např. pro hodnocení funkce vemene a může být vhodným způsobem pro nepřímé a neinvazivní vyšetření struků a vemene. Vyhodnocení pomocí termovizní kamery tak může být slibné pro zjištění mastitid a tedy i potenciálně využitelné pro jejich včasné vyhodnocení.

Předpokladem této práce je, že k vyhodnocení zdravotního stavu může pomoci i pravidelné měření teploty povrchu těla zvířat a tím reagovat na první příznaky nemoci. Finální výstupy by mohly posloužit podnikům, které se zabývají chovem dojeného skotu a využívající systémy elektronického řízení zootechnické evidence a řízení stáda. Mohl by být vyvinut řídicí software.

Vynález by měl být použitelný u širokého spektra zvířat. Lze očekávat nárůst zájemců o tyto metody řízení chovu vyplývající ze zvyšujících se nároků na kvalitu a ekonomiku produkce, welfare a vlivu živočišné výroby na životní prostředí. Důležitý bude i zvýšený komfort pro uživatele.

6. SUMMARY

The aim of the dissertation was to present technical possibilities of scanning and measuring the body temperature and provide a method for a non-contact measurement of body surface temperature of animals including data transfer to higher-level software. Partial results can be part of an automated herd management system to ensure better animal welfare monitoring.

One method of contactless measuring the surface temperature was taking the surface temperature by using an infrared camera. This tool was used to scan surface temperatures in the area of the body core, the udder region and the eye area. Thermograms, sometimes referred to as thermal imaging, were obtained from the individual regions. In total, there were 34 measurements in 2013 and 17 measurements in 2014. Cows from Petrovice centre were included in the experiment. Three different groups of dairy cows were evaluated in two different stables. In the first group there were cows which gave birth 2 days to 2 months before. The second group consisted of dairy cows which calved 4 to 5 months before. The third group included dairy cows which gave birth 7 to 8 months before.

Based on the results of measurements of selected surface temperatures, it was found that the surface core temperature and the udder surface temperature correlated most. However, when measuring surface temperatures, the degree of pollution, coating, and oscillation of the animal play an important role. Moreover, technological parameters of the device are also important, specially its setting and the emissivity of the surface.

Another experiment was the possibility of temperature scanning using a thermosensor. This experiment ran from August to September 2016 in a purpose-built schoolhouse facility in an experimental stable accredited for experimental purposes. The experiment included two clinically healthy cows of the Holstein breed, which had been implanted with the identification chip and tested for its functionality. This chip was implanted to both animals in the tail root region and was fitted with a biological function sensor that followed the body temperature of the animal. The device was adapted to send animal identification information and animal body temperature information by means of a wireless connection to the chip reader.

Based on the findings, one or more systems, preferably non-contact body temperature scanning, could be designed and tested. Regarding the use of other surface temperature scanning possibilities, this is still in the process of development and implementation. The disadvantage of the

above described device is that it fails to recognize the cause of the elevated temperature and requires intervention by the attendant without the intervention being necessary. The attending keeper may not recognize acute cases and may cause permanent damage to the health or even death of the animal. The task of the device is to find a method of unattended animal temperature measurement connected with its electronic identification that would recognize sick or infected animals from overheated ones. This device would categorize the animals and take precautions to preserve their health. The invention should be applicable to a wide variety of animals.

7. SOUHRN

Cílem disertační práce bylo představit technické možnosti snímání a měření tělesné teploty a navrhnout způsob bezkontaktního měření teploty povrchu těla zvířat včetně přenosu dat do nadřazeného programového vybavení. Dílčí výsledky se mohou podílet na vytvoření automatizovaného systému řízení stáda a tím zajistit lepší sledování životní pohody zvířat.

Jedním ze způsobů bezkontaktního měření povrchové teploty bylo snímání povrchových teplot pomocí termovizní kamery. Pomocí tohoto nástroje byly snímány povrchové teploty v oblasti tělesného jádra, oblasti vemene a dále v oblasti oka. Z jednotlivých oblastí byly získány termogramy, někdy též označované jako termovizní snímky. Celkem proběhlo 34 měření v roce 2013 a 17 měření v roce 2014. Do pokusu byly zařazeny krávy holštýnského plemene ze střediska Petrovice. Hodnoceny byly tři různé skupiny dojnic ve dvou rozdílných stájích. V první skupině byly dojnice od druhého dne do dvou měsíců po otelení. Druhou skupinu tvořily dojnice od čtvrtého do pátého měsíce po porodu. Třetí skupina zahrnovala dojnice v sedmém až osmém měsíci po otelení.

Z výsledků měření vybraných povrchových teplot bylo zjištěno, že nejvíce spolu korelují povrchová teplota tělesného jádra a povrchová teplota vemene. Při snímání povrchových teplot ovšem hrají významnou roli míra znečištění, osrstění a osvalení zvířete. Důležité jsou také technologické parametry přístroje, jeho nastavení a v neposlední řadě i emisivita povrchu.

Dalším experimentem byla možnost snímání teplot pomocí termočidla. Tento pokus probíhal v období od srpna do září 2016 v účelovém zařízení školního statku v experimentální stáji akreditované pro pokusné účely. Do pokusu byly zařazeny dvě klinicky zdravé krávy holštýnského plemene, kterým byl implantován identifikační čip a testována jeho funkčnost. Tento čip byl implantován oběma zvířatům v oblasti kořene ocasu a byl opatřen senzorem biologických funkcí, který sledoval tělesnou teplotu zvířete. Zařízení bylo uzpůsobeno pro odeslání informací pro identifikaci zvířete a informací o tělesné teplotě zvířete pomocí bezdrátového spojení se čtečkou čipů.

Na základě získaných poznatků by mohl být navržen a následně ověřován jeden či více systémů, nejlépe bezkontaktního snímání tělesné teploty. Co se týče užití jiných možností snímání povrchových teplot, je toto zatím ve stavu vývoje a realizace. Nevýhodou výše popsaného zařízení je, že nedokáže rozpoznat příčinu zvýšené teploty a vyžaduje zásah ošetřovatele, aniž zásah není nezbytný. Ošetřovatel nemusí rozpoznat akutní případy a může docházet k trvalému poškození zdraví či dokonce úhynu zvířete. Úkolem zařízení je nalezení způsobu bezobslužného měření teploty zvířete spojeného s jeho elektronickou identifikací, který by dokázal rozpoznat nemocná či rodící zvířata od přehřátých, který by zvířata roztřídil a vykonal opatření k zachování jejich zdraví. Vynález by měl být použitelný u širokého spektra zvířat.

8. SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Vybrané skupiny dojnic dle místa a fáze laktace	6
Tabulka 2: Průběh snímání teplot pomocí různých teplotních měřidel u krávy s čidlem č. 6	12
Tabulka 3: Průběh snímání teplot pomocí různých teplotních měřidel u krávy s čidlem č. 7	13
Tabulka 4: Stupně korelační závislosti (Čermáková a Střeleček, 1995)	14
Tabulka 5: Vliv ochlazovací hodnoty prostředí na skot (Šoch, 2005)	14
Tabulka 6: Korelační analýza jednotlivých skupin a vybraných měřených teplot.....	24

9. SEZNAM GRAFŮ

Graf 1. Průměrné rektální teploty jednotlivých skupin v roce 2013	16
Graf 2. Průměrné rektální teploty jednotlivých skupin v roce 2014	16
Graf 3. Porovnání průměrných tělesných teplot u 1. skupiny (rok 2013).....	17
Graf 4. Porovnání průměrných tělesných teplot u 1. skupiny (rok 2014).....	18
Graf 5. Krabicové diagramy průměrných tělesných teplot u 2. skupiny (rok 2013)	19
Graf 6. Boxové grafy s průměrnými tělesnými teplotami u 2. skupiny krav (rok 2014).....	20
Graf 7. Porovnání průměrných tělesných teplot u 3. skupiny (rok 2013).....	21
Graf 8. Porovnání průměrných tělesných teplot u 3. skupiny (rok 2014).....	22
Graf 9. Průměrné povrchové teploty za sledovací období 2013-2014.....	23
Graf 10. Lineární průběh průměrných teplot vzduchu, naměřených u 1. skupiny.....	25
Graf 11. Lineární průběh průměrných teplot vzduchu, naměřených u 2. skupiny.....	25
Graf 12. Lineární průběh průměrných teplot vzduchu, naměřených u 3. skupiny.....	26
Graf 13. Lineární průběh průměrné rychlosti proudění vzduchu, naměřené u 1. skupiny	27
Graf 14. Lineární průběh průměrné rychlosti proudění vzduchu, naměřené u 2. skupiny	27
Graf 15. Lineární průběh průměrné rychlosti proudění vzduchu, naměřené u 3. skupiny	28

Graf 16. Lineární průběh průměrných ochlazovacích hodnot vzduchu, naměřených u 1. skupiny.....	29
Graf 17. Lineární průběh průměrných ochlazovacích hodnot vzduchu, naměřených u 2. skupiny.....	29
Graf 18. Lineární průběh průměrných ochlazovacích hodnot vzduchu, naměřených u 3. skupiny.....	30
Graf 19. Průměrná užitkovost za rok 2013	31
Graf 20. Průměrná užitkovost za rok 2014	31
Graf 21. Vliv teploty prostředí na povrchové teploty jednotlivých snímaných částí těla zvířat	32
Graf 22. Vliv proudění vzduchu prostředí na povrchové teploty jednotlivých snímaných částí těla zvířat.....	33
Graf 23. Vliv ochlazovací hodnoty prostředí na povrchové teploty jednotlivých snímaných částí těla zvířat	33
Graf 24. Závislost přístrojem naměřené teploty na čase	34
Graf 25. Průběh teplot snímaných různými teplotními měřidly u zvířete s čidlem č. 6	35
Graf 26. Průběh teplot snímaných různými teplotními měřidly u zvířete s čidlem č. 7	36

10. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1. Termosnímek povrchu těla.....	8
Obrázek 2. Termosnímek povrchu oka.....	8
Obrázek 3. Termosnímek povrchu vemene	8
Obrázek 4. Schéma způsobu automatického sledování zdravotního stavu zvířete (1- zvíře, 2- identifikační čip, 3- čtečka identifikačních čipů, 4- chovný prostor, 7- sprcha, 9- katateploměr, 10- selekční branka, 13- oddělený chovný prostor (zdroj: Agrosoft).....	10

11. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Amaral, B. C., Connor, E.E., Tao, S., Hayen, J., Bubolz, J., Dahl, G.E. (2009): Heat–stress abatement during the dry period: does cooling improve transition into lactation? *Journal of Dairy Science.*, 92: 5988–5999.

Brouček, J. Mihina, Š., Hetényi, L., Tančin, V., Brestenský, V., Harcek, L., Uhrinčat, M. (1993): Předpoklady pro vytvoření dobré pohody u zvířat. Sborník z mezinárodní konference „Životní prostředí ve vazbě na ekologicky šetřící a trvale udržitelné zemědělství“. II. díl, VŠZ Praha, p. 360-366.

- Bukvaj, J. (1986): Vztah organismu skotu k prostředí ve velkochovech. VŠZ Praha, agronomická fakulta, 175 s.
- Cibulka, J. *et al.* (2004): Základy fyziologie hospodářských zvířat. ČZU v Praze, Praha, 200 s.
- Dolejš, J. (1995): Zmírnění stresu z vysokých teplot u dojnic. *Náš chov*, 7: 11.
- Gebremedhin, K. G., Wu, B. X. (2003): Characterization of flow field in a ventilated space and simulation of heat Exchange between cows and their environment. *Journal of Thermal Biology*, 28: 301-319.
- Ghorbani, A., Miemahdavi, S. A., Rahimabadi, E. (2009): Economic efficiency of caspian cattle feedlot farms. *Asian Journal of Animal Science*, 3: 25-32.
- Havlík, V. (2011): Možnosti ventilace stájí pro dojnice. *Chov skotu*, 3: 26-27.
- Church, J. S., Hegadoren, P. R., Paetkau, M. J., Miller, C. C., Regev-Shoshani, G., Schaefer, A. L., Schwartzkopf-Genswein, K. S. (2014): Influence of environmental factors on infrared eye temperature measurements in cattle. *Research in Veterinary Science*, 96: 220-226.
- Jacobsen, K. L. (1998): The welfare of dairy cattle in hot and humid climates: Part I. Housing and effects of heat stress. *Large Animal Review*, 4: 29-34.
- Kadzere, C. T., Murphy, M- R., Silanikove, N., Maltz, E. (2002): Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock Production Science*, 77(1): 59-91. (Abstr.)
- Klabzuba, J., Kožnarová, V. (2002): Aplikovaná meteorologie a klimatologie. XI. Díl, Mikroklima stájí. ČZU Praha, 30 s.
- Knížková, I., Kunc, P. (2003): Dojnice a tepelný stres. *Farmář*, 7: 41-43.
- Kočárek, P. (2005): Fyziologie živočichů. Ostravská univerzita, Přírodovědecká fakulta, Ostrava 184 pp.
- Kužel, K. (2010): Bezkontaktní měření teplot. *Bakalářská práce*, Vysoké učení technické v Brně, 33 pp.
- Naylor, J.M., Streeter, R.M., Torgerson, P. (2012): Factors affecting rectal temperature measurement using commonly available digital thermometers. *Research in Veterinary Science*, 92: 121-123.
- Nehasilová, D. (2011): Teplota oka jako indikátor. *Temperatur im Auge*, 18 (1).
- Ng, E. Y. K., Kaw, G. J. L. (2006): Infrared images and fever monitoring devices: physics, physiology, and clinical accuracy. In: *Medical Devices and Systems: Biomedical Engineering Handbook*. Bronizino, J. D., *third ed.* CRC Press, Boca Raton, 1-20.
- Pálka, V. (2016): Využití vybraných nanotechnologií pro úpravu zoohygienických podmínek v chovu telat. Disertační práce, JU v Českých Budějovicích, 130 pp.
- Panc, T., Tůmová, O., Kupka, L. (2012): Kalibrace dotykových snímačů teplot bez profesionálního vybavení. *Elektroskope*, 3: 1-4.

Poikalainen, V., Praks, J., Veermäe, I., Kokin, E. (2012): Infrared temperature patterns of cow's body as an indicator for health control at precision cattle farming. *Agronomy Research Biosystem Engineering Special Issue*, 1:187-194.

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

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

Šoch, M. (2005): Vliv prostředí na vybrané ukazatele pohody skotu. *ZF JU České Budějovice*, České Budějovice, 288 pp.

Švejdová, K., Šoch, M., Šimková, A., Zábranský, L., Novák, P., Brouček, J., Šimák-Líbalová, K. (2013 a): Measuring the body surface temperature of animals using a thermographic camera. *Acta Universitatis Cibiniensis. Series E: Food Technology*, 17(2), 99-106.

Švejdová, K., Šoch, M., Šimková, A., Zábranský, L., Smutný, L., Smutná, Š., Čermák, B. (2013 b): Technological Possibilities of Contactless Measuring the Body Surface Temperature. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*, 46(1), 325-328.

Švejdová, K., Šimková, A., Šoch, M., Zábranský, L., Šimák-Líbalová, K., Švarcová, A., Frejlich, T., Čermák, B. (2015): Relationship of body temperature and welfare of dairy cows. *MendelNet 2015*, 164-168.

Uzal, S., Urgulu, N. (2008): The effect of climatic condition on area preferences of animals in dairy cattle houses. *Journal of International Environmental Application and Science*, 3: 224-233.

Vaněk, O. (2015): Komparativní studie měření teploty těla různými technologiemi. *Bakalářská práce*, Vysoké učení technické v Praze, 54 s.

Vokřálová, J., Novák, P. (2005). Climatic extremes and lactation (in Czech). *Náš chov*, 9: 40-42.

West, J. W. (2003): Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 86(6): 2131-2144.

West, J.W. (1994): Interactions of energy and bovine somatotropine with heat stress. *Journal of Dairy Science*, 77: 2091-2102.

Zejdová, P., Chládek, G., Falta, D. (2014): Vliv stájového prostředí na chování a mléčnou užitkovost dojnic. *Mendelova univerzita*, 21 s.

Zelinger, J. (2017): Využití termovize v technice prostředí budov. *Bakalářská práce*, České vysoké učení technické v Praze. Vypočetní a informační centrum.

12. SEZNAM VLASTNÍCH PUBLIKOVANÝCH PRACÍ

Patent

AGROSOFT TÁBOR s.r.o. Způsob automatického sledování zdravotního stavu zvířete. Původci: Luboš SMUTNÝ, František KRUPKA, Šárka SMUTNÁ, Miloslav ŠOCH, Luboš ZÁBRANSKÝ, **Kateřina ŠVEJDOVÁ**, Dominik SMUTNÝ, Jan ŠOCH, Aleš LANG. Česká republika. Patentový spis CZ 306 412 B6. 11.01.2017.

Recenzované publikace

Švejdová, K., Šoch, M., Šimková, A., Švarcová, A., Frejlach, T., Zábanský, L., Čermák, B. (2016): 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.

Švejdová, K., Šimková, A., Šoch, M., Zábanský, L., Šimák-Líbalová, K., Švarcová, A., Frejlach, T., Čermák, B. (2015): Relationship of body temperature and welfare of dairy cows. *MendelNet 2015*, Brno.

Švejdová, K., Šoch, M., Šimková, A., Čermák, B., Šimák-Líbalová, K., Švarcová, A., Frejlach, T., Jirotková, D. (2015): 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., Smutný, L., Smutná, Š. (2015): Housing and welfare of dairy cows. *Episteme 26/2015, t. II. Krakow: Stowarzyszenie Twórców Nauki i Kultury „Episteme”*, s. 265-270.

Švejdová, K., Šoch, M., Šimková, A., Šimák-Líbalová, K. (2014): Tepelné záření jako možný ukazatel zdravotního stavu zvířat, *Zootechnika 2014*, České Budějovice, s. 129-135.

Švejdová, K., Šimková, A., Šoch, M., Šimák-Líbalová, K., Zábanský, L. (2014): The influence of technology housing with regard to thermal comfort, *MendelNet 2014*, Brno, s. 199-203.

Švejdová, K., Šoch, M., Šimková, A. (2014): Ways of measuring body surface temperature of animals using an infrared thermography: A review, *Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2014*, Brno, s. 94-96.

Švejdová, K., Šoch, M., Šimková, A., Zábanský, L., Novák, P., Čermák, B., Pálka, V., Šimák-Líbalová, K. (2013): Vliv tepelného stresu na vnitřní prostředí organismu. *Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2013*, Praha, s. 81-83.

Švejdová, K., Šoch, M., Šimková, A., Zábanský, L., Smutný, L., Smutná, Š., Čermák, B. (2013): Technological possibilities of contactless measuring the body surface temperature. *SCIENTIFIC PAPERS: ANIMAL SCIENCE AND BIOTECHNOLOGIES*. 46, s. 325-328.

Švejdová, K., Šoch, M., Šimková, A., Zábanský, L., Novák, P., Brouček, J., Čermák, B., Pálka, V., Šimák-Líbalová, K. (2013): Measuring the body surface temperature of animals using a thermographic camera. *Acta Universitatis Cibiniensis Series E: FOOD TECHNOLOGY*. 2013, 2, s. 99-106.

Poborská, A., Šoch, M., Zábanský, L., Smutný, L., Novotná, I., Smolík, P., Frejlach, T., Křížová, Z., Šimková, A., **Švejdová, K.**, Smutná, Š., Vacek, M. (2016): Monitoring lameness in cattle using the vitalimeter. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies*, 49, s. 249-252.

Šoch, M., Štemberková, J., Zábranský, L., Čermák, B., Suchý, K., Šimková, A., **Švejdová, K.**, Švarcová, A., Frejlach, T. (2016): The behavioural manifestations of dairy cows in relation to the management system feeding regime. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies*, 49, s. 190-193.

Šimková, A., Šoch, M., **Švejdová, K.**, Zábranský, L., Frejlach, T., Švarcová, A., Čermák, B. (2016): The effect of stable microclimate on milk production of dairy cattle. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies*, 49, s. 186-189.

Šimková, A., Šoch, M., **Švejdová, K.**, Zábranský, L., Frejlach, T., Poborská, A., Frelich, J., Brouček, J., Smutný, L. (2016): Působení stájového mikroklimatu na mléčnou užitkovost dojného skotu. *Výzkum v chovu skotu*, 4, s. 12-16.

Šoch, M., Uherová, J., Šimková, A., **Švejdová, K.**, Čermák, B., Smutný, L., Smutná, Š., Novotná, I. (2015): 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.

Šimková, A., Šoch, M., **Švejdová, K.**, Čermák, B., Šimák-Líbalová, K., Švarcová, A., Frejlach, T., Jirotková, D. (2015): Light in the stable for dairy cows. In: Šiška et al. (eds.): *TOWARDS CLIMATIC SERVICES*, Nitra, Slovakia, 15th-18th September 2015.

Švarcová, A., Šoch, M., Zábranský, L., Novák, P., Brouček, J., Křížová, Z., Frejlach, T., Smutný, L., Smutná, Š., **Švejdová, K.**, Šimková, A. (2015): 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.

Šimková, A., **Švejdová, K.**, Šoch, M., Smutný, L., Smutná, Š. (2015): The effect of summer temperatures on behavior of holstein dairy cows. *Episteme 26/2015, t. II. Krakow: Stowarzyszenie Twórców Nauki i Kultury „Episteme“*, s. 253-258.

Šoch, M., Zábranský, L., Čermák, B., Novák, P., Brouček, J., Suchý, K., Šimková, A., **Švejdová, K.**, Švarcová, A., Frejlach, T., Benda, M. (2015): Parameters in blood of calves in relation to environmental conditions. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*, 48, s. 211-215.

Frejlach, T., Šoch, M., Frelich, J., Zábranský, L., Švarcová, A., Křížová, Z., Novotná, I., **Švejdová, K.**, Šimková, A., Kala, R. (2015): Evaluation of selected effects on milk production and fertility in holstein dairy cattle. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*, 48, s. 272-275.

Šimková, A., Šoch, M., **Švejdová, K.**, Šimák-Líbalová, k., Smutný, L., Smutná, Š., Čermák, B., Novotná, I. (2015): The effect of air temperature on yield of Holstein dairy cattle. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*, 48: 279-282.

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. (2015): Use of natural feed supplements that help to improve health status of calves. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*, 48, s. 57-60.

Šoch, M., Novák, P., Miláček, P., Zábranský, L., Čermák, B., Pazderková, L., Šimková, A., Švejdová, K., Švarcová, A., Frejlach, T. (2015): 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. (2015): 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. (2015): Vliv krmných aditiv na výskyt oocyst kokciidií v zažívacím traktu bažantů. *Aktuální otázky bioklimatologie 2015*, Brno, s.103-104.

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

Zábranský, L., Šoch, M., Šíp, P., Šimková, A., Švejdová, K., Čermák, B., Petrášková, E., Maršálek, M. (2014): Influence of selected feeding supplements on the occurrence of coccidias in digestive tract of pheasants. *Scientific papers: Animal Science and Biotechnologies*, s. 347–351.

Novotná, I., Šoch, M., Smutný, L., Smutná, Š., Zábranský, L., Šimková, A., Švejdová, K., Švarcová, A., Frejlach, T. (2014): Control of cattle with improved software Czech. *Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2014*, Brno, s. 61–63.

Zábranský, L., Šoch, M., Šíp, M., Šimková, A., Švejdová, K., Švarcová, A., Frejlach, T., Novotná, I. (2014): Influence of selected feeding supplements on the occurrence of oocysts coccidias in digestive tract of pheasants. *Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2014*, Brno, s. 122-124.

Šimková, A., Šoch, M., Švejdová, K., Zábranský, L., Šimák-Líbalová, K. (2014): 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, s. 88-90.

Zábranský, L., Šoch, M., Pániková, M., Šimková, A., Švejdová, K., Čermák, B. (2014): Možnosti využití potravních doplňků v prevenci a péči o zdraví telat. *Lazarove dni výživy a veterinárnej dietetiky XI. 2014/Medzinárodná vedecká konferenci*, Košice, s. 202-205.

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

Šimák-Líbalová, K., Šoch, M., Šimková, A., Švejdová, K., Pálka, V., Zábranský, L., Čermák, B. (2013): The influence of parasitic infection on the blood count of the extensively reared sheep. *Acta Universitatis Cibiniensis Series E: FOOD TECHNOLOGY*, 2: 145-151.

Ingvortová, M., Čermák, B., Zábranský, L., Šimková, A., Švejdová, K., Šoch, M. (2013): Effects of flax seed supplementation to lactating goats on milk fatty acid content. *Acta Universitatis Cibiniensis Series E: FOOD TECHNOLOGY*, 2: 21-28.

Šimková, A., Šoch, M., Švejdová, K., Zábranský, L., Novák, P., Brouček, J., Čermák, B., Pálka, V., Šimák-Líbalová, K. (2013): Effect of the new technology of cattle housing Warerbeds on comfort, health and milk production. *Acta Universitatis Cibiniensis Series E: FOOD TECHNOLOGY*, 2: 37-46.

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. (2013): Assessment of the impact of automatic milking on the selected parameters of dairy cows welfare. *Acta Universitatis Cibiniensis Series E: FOOD TECHNOLOGY*, 2: 69-76.

Zábranský, L., Šoch, M., Novák, P., Brouček, J., Šimková, A., **Švejdová, K.**, Čermák, B., Jirotková, D., Pálka, V. (2013): Utilization possibilities of prebiotics and probiotics in prevention technology. *Acta Universitatis Cibiniensis Series E: FOOD TECHNOLOGY*, 2: 121-127.

Šimková, A., Šoch, M., **Švejdová, K.**, Zábranský, L., Smutný, L., Smutná, Š., Čermák, B. (2013): Options of microclimate optimization in stable objects with respect to thermal comfort. *SCIENTIFIC PAPERS: ANIMAL SCIENCE AND BIOTECHNOLOGIES*, 46:321-324.

Šoch, M., Vydrová, P., Brouček, j., Suchý, K., Smutný, L., Smutná, Š., Čermák, B., Zábranský, L., Šimková, A., **Švejdová, K.**, Škeřík, V. (2013): 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*, 46: 316-320.

Zábranský, L., Šoch, M., Pazderková, L., Šimková, A., **Švejdová, K.**, Smutný, L., Smutná, Š., Šťastná, J., Čermák, B., Škeřík, V. (2013): The effect of selected dietary supplements on the occurrence of coccidia in the alimentary tract of chicken. *SCIENTIFIC PAPERS: ANIMAL SCIENCE AND BIOTECHNOLOGIES*, 46: 40-44.

Smutný, L., Smutná, Š., Kindlová, J., Šoch, M., Zábranský, L., Šimková, A., **Švejdová, K.**, Čermák, B., Škeřík, V. (2013): The usage of information technology for evaluation of animal welfare. *SCIENTIFIC PAPERS: ANIMAL SCIENCE AND BIOTECHNOLOGIES*, 46: 206-208.

Zábranský, L., Šoch, M., Pazderková, L., Šimková, A., **Švejdová, K.**, Petrášková, E., Šimák-Líbalová, K. (2013): Vliv probiotik a homeopatic na výskyt kokcií v trávicím traktu kuřat. *Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2013*, Praha, s. 104-105.

Šimák-Líbalová, K., Šoch, M., Pálka, V., Zábranský, L., Šimková, A., Švejdová, K., Čermák, B. (2013): Vybrané hematologické a biochemické parametry krve ovcí chovaných v podmínkách podhorských oblastí Jihočeského kraje. *Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2013*, Praha, s.69-71.

Šimková, A., Šoch, M., Švejdová, K., Zábranský, L., Šimák-Líbalová, K., Pálka, V., Čermák, B. (2013): Vliv stresových podmínek prostředí na zdravotní stav zvířat. *Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2013*, Praha, s. 72-74.

Databáze Web of Science

Švejdová, K., Šimková, A., Šoch, M., Zábranský, L., Šimák-Líbalová, K., Švarcová, A., Frejlich, T., Čermák, B. (2015): Relationship of body temperature and welfare of dairy cows. *MendelNet 2015*, Brno.

Švejdová, K., Šimková, A., Šoch, M., Šimák-Líbalová, K., Zábranský, L. (2014): The influence of technology housing with regard to thermal komfort, *MendelNet 2014*, Brno, s. 199-203.

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