

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
TECHNICKÁ FAKULTA
KATEDRA TECHNOLOGICKÝCH ZAŘÍZENÍ STAVEB

**VLIV STAVEBNÍHO ŘEŠENÍ STÁJE PRO DOJNICE NA
TEPLOTU V BOXOVÝCH LOŽÍCH**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE: doc. Ing., Miroslav Příklad, CSc.

AUTOR PRÁCE: Kateřina Dvořáková

PRAHA 2014

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
Katedra technologických zařízení staveb
Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Dvořáková Kateřina

Technologická zařízení staveb

Název práce

Vliv stavebního řešení stáje pro dojnice na teplotu v boxových ložích

Anglický název

Effect of structural design stables for cows to a temperature in cubicles

Cíle práce

Cílem diplomové práce je zjistit vliv stavebního řešení obvodových stěn stájí pro dojnice na teplotu v boxových ložích v zimním období.

Metodika

Měření mikroklimatických podmínek ve stájích, měření teploty obvodových stěn a teploty v boxových ložích, zpracování dat, statistické zpracování dat.

Osnova práce

1. Úvod
2. Literární rešerše
3. Cíl práce
4. Materiál a metodika
5. Výsledky a diskuse



Rozsah textové části

40-60

Klíčová slova

stáj, boxové lože, teplotně-vlhkostní podmínky

Doporučené zdroje informací

Pogran, Š., Bieda W., Gálik, R., Lendelova, J., Švenková, J. Kvalita vnitřního prostředí ustajnovacích objektů. SPU Nitra, 2011, 242 s.

Doležal, O., Pytloun J., Motyčka, J. Technologie a technika chovu skotu. SCHČSS, Praha, 1996, 184 s.

Firemní literatura

Normy

Vědecké a odborné články

Vedoucí práce

Příkryl Miroslav, doc. Ing., CSc.

Termín zadání

listopad 2012

Termín odevzdání

duben 2014


doc. Ing. Miroslav Příkryl, CSc.

Vedoucí katedry



V Praze dne 18.3.2013


prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan fakulty

Prohlašuji,

že tuto diplomovou práci na téma Vliv stavebního řešení stáje pro dojnice na teplotu v boxových ložích jsem vypracovala samostatně pod vedením doc. Ing. Miroslava Příklad, CSc. a s pomocí uvedené literatury.

V Praze dne 4. 4. 2014

.....
Kateřina Dvořáková

Poděkování:

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu mé diplomové práce doc. Ing. Miroslavu Přikrylovi, CSc. za odborné vedení a pomoc při zpracování této práce.

Abstrakt:

Cílem diplomové práce bylo zjistit vliv stavebního řešení obvodových konstrukcí stáje pro dojnice na teplotu v boxových ložích. V zimních měsících byly ve dvou konstrukčních typech stájí pro chov dojnic zjišťovány pomocí infračervené termografie teploty povrchové vrstvy boxových loží krajních a středových, teplota obvodových stěn z vnitřní a venkovní strany stáje. Z měření a statistického zpracování naměřených hodnot vyplynulo, že mezi krajním a středovým boxovým ložem není statisticky významný rozdíl v teplotách povrchu. Oba způsoby stavebního řešení stájových objektů lze doporučit, protože nedochází k výraznému nepoměru v teplotách boxových loží a tím tepelném diskomfortu při ležení.

Klíčová slova:

dojnice, boxové lože, stavební řešení stáje, teplota, infračervená termografie

Abstrakt:

The aim of this thesis is to study the influence of surrounding structures on temperature in cubicles for cows' housing. Surface temperatures of cubicles in lateral and central rows were studied in two different types of cowsheds by infrared thermography; as well as the surface temperatures of surrounding walls were measured from internal and external sides of structures. Processed results of measurements showed that difference between the surface temperatures of cubicles in lateral and central rows are not statistically important. Both construction systems of cowsheds can be recommended for use in dairy farms, because there is not significant difference between temperatures in cubicles. Cows do not suffer by thermal discomfort lying down during the rest.

Klíčová slova:

dairy cows, cubicles, construction of cowshed, temperature, infrared thermography

OBSAH

1. ÚVOD	- 1 -
2. LITERÁRNÍ REŠERŠE	- 2 -
2.1 MOŽNOSTI USTÁJENÍ SKOTU	- 2 -
2.1.1 TYPY USTÁJENÍ DOJNIC	- 2 -
2.1.1.1 VAZNÉ USTÁJENÍ	- 2 -
2.1.1.2 VOLNÉ USTÁJENÍ	- 2 -
2.2 VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ STÁJOVÝCH OBJEKTŮ	- 4 -
2.2.1 TEPLOTA VZDUCHU	- 4 -
2.2.2 VLHKOST VZDUCHU.....	- 6 -
2.2.3 RYCHLOST PROUDĚNÍ VZDUCHU	- 8 -
2.2.4 ŠKODLIVÉ LÁTKY	- 8 -
2.2.5 DALŠÍ MIKROKLIMATICKÉ FAKTORY	- 9 -
2.2.6 MĚŘENÍ MIKROKLIMATICKÝCH FAKTORŮ	- 10 -
2.3 KONSTRUKCE BOXŮ	- 11 -
2.3.1 BOXOVÉ LOŽE	- 11 -
2.3.2 SLOŽENÍ A VLASTNOSTI PODLAH	- 13 -
2.3.3 TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI PODLAH	- 15 -
2.4 INFRAČERVENÁ TERMOGRAFIE.....	- 17 -
2.4.1 PRINCIP TERMOGRAFICKÉHO MĚŘENÍ.....	- 17 -
2.4.2 MĚŘÍCÍ TECHNIKA.....	- 23 -
2.4.2.1 TYPY PŘÍSTROJŮ	- 23 -
2.4.3 TERMOGRAM	- 25 -
2.4.4 VYUŽITÍ INFRAČERVENÉ TERMOGRAFIE.....	- 27 -
2.4.4.1 PRŮMYSL	- 27 -
2.4.4.2 ELEKTROTECHNIKA.....	- 28 -
2.4.4.3 FOTOVOLTAIKA	- 28 -
2.4.4.4 HUMÁNNÍ MEDICÍNA	- 28 -
2.4.4.5 VETERINÁLNÍ MEDICÍNA.....	- 29 -
2.4.4.6 VÝZKUM CHOVNÉHO PROSTŘEDÍ SKOTU	- 30 -
2.4.4.7 STAVEBNICTVÍ	- 31 -
3. CÍL PRÁCE	- 34 -

4. MATERIÁL A METODIKA	- 34 -
4.1 MÍSTO MĚŘENÍ	- 34 -
4.2 POUŽITÉ PŘÍSTROJE.....	- 34 -
4.3 VLASTNÍ MĚŘENÍ	- 35 -
4.4 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT	- 35 -
5. VÝSLEDKY A DISKUZE.....	- 36 -
5.1 TEPLOTA VZDUCHU A RELATIVNÍ VLHKOST VZDUCHU	- 36 -
5.2 TEPLOTA STĚNY, SOKLU A PLACHTY.....	- 37 -
5.3 TEPLOTA V BOXOVÝCH LOŽÍCH	- 38 -
6. ZÁVĚR A DOPORUČENÍ PRO PRAXI.....	- 43 -
7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	- 45 -
8. SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ	- 49 -

1. ÚVOD

Hospodářská zvířata jsou vystavena prostřednictvím vnějšího okolí různým vlivům. Při chovu je nutné zvířatům zajistit podmínky, které budou co nejbližší jejich přirozenému prostředí. Důležité je zamyslet se na způsobu ustájení dojnic, neboť stájové objekty, ve kterých jsou ustájeny, musí být vyhovující z hlediska pohody zvířat, a to i pohody teplotní.

Všechny stájové objekty musí splňovat technické požadavky, které přispějí ke zdravému vnitřnímu prostředí stájí. Za zásadní faktor se považuje teplota vzduchu, protože ovlivňuje další parametry vzduchu jako například vlhkost vzduchu nebo rychlost proudění vzduchu. Potřeba je také nezanedbávat složení vzduchu, neboť zvýšený výskyt škodlivých a prachových částic vede k dýchacím obtížím ustájených zvířat. Dostatek slunečního záření je příznivý pro celkovou pohodu hovězího dobytka. Je známo, že skot si raději vybírá osvětlená místa než tmavá.

Při dodržování všech náležitých hodnot faktorů se zabezpečí vhodné prostředí, které bude mít správný vliv na zdravotní stav, hygienu a vysokou užitkovost ustájených dojnic.

V současné době se nejvíce používají volné boxové stáje, kde každá dojnice má jedno boxové lože. Tento systém ustájení by měl nejlépe splňovat požadavky na pohodu ustájených zvířat a vede k vyšší užitkovosti.

Diplomová práce se proto soustředila na stavební řešení obvodových stěn ustájecích objektů pro dojnice a jeho vliv na teplotu boxových ložích během zimního období.

2. LITERÁRNÍ REŠERŠE

2.1 MOŽNOSTI USTÁJENÍ SKOTU

2.1.1 TYPY USTÁJENÍ DOJNIC

Na hospodářská zvířata působí řada faktorů z vnějšího okolí. Při chovu by měl chovatel zabezpečit podmínky odpovídající co nejvíce jejich přirozenému prostředí. Volba typu ustájení zejména pro dojnice je velice náročná, neboť správný výběr vede k zajištění pohody a tím pádem i k vyšší užitkovosti. [1], [2]

2.1.1.1 VAZNÉ USTÁJENÍ

V 90. letech minulého století bylo tímto způsobem ustájeno přes 50 % dojnic. V dnešní době, kdy se klade vysoký důraz na welfare zvířat a zvyšování jejich komfortu se tyto typy ustájení, založené na poutání zvířat pomocí řetězu okolo krku ke svému stání, již nebudují. [1], [3]

2.1.1.2 VOLNÉ USTÁJENÍ

- **BOXY KOMBINOVANÉ**

Tzv. kombiboxy se mohou za určitých podmínek řadit mezi volné ustájení. Prostor pro dojnici obsahuje stání, lože a krmný žlab s napáječkou. Jedná se o vazné ustájení, avšak bez uvázání zvířete. Používají se stelivové i bezstelivové stáje.

Kombinované boxy jsou variantou mezi vazným a volným ustájením, kdy chovatel nemá dostatek financí na výstavbu nových prostor, nebo na nákladné rekonstrukce vazných stájí. I toto ustájení není příliš vhodné z pohledu welfare zvířat, čistota dojnic je z důvodu krátkého stání horší než u volných stání. Tento typ ustájení se již téměř nevyskytuje a není ani doporučován pro novostavby. [2]

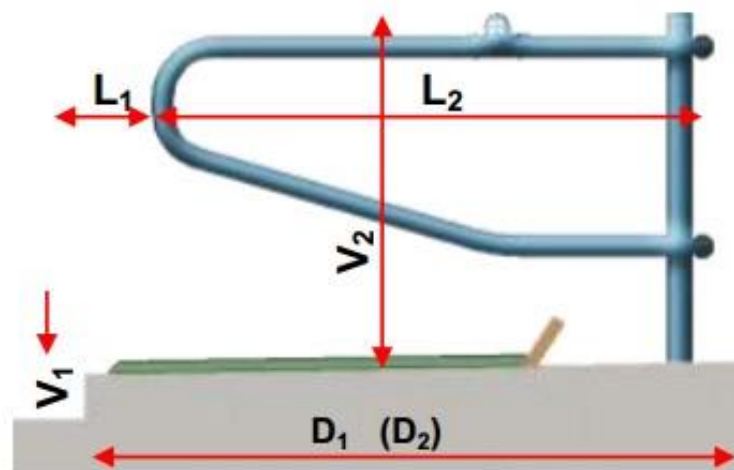
- **VOLNÉ BOXOVÉ STÁJE**

V současných letech se při nové výstavbě stájí jiný systém ustájení již nepoužívá. Skot má k dispozici boxové lože stelivové nebo bezstelivové, toto uspořádání vyhovuje potřebám během jejich života i splňuje požadavky z hlediska welfare, ale je potřeba zajistit pro každé ustájené zvíře jedno boxové lože.

Jednotlivé boxy jsou z každé strany ohraničeny bočními zábranami. Tyto konstrukční bariéry jsou v horní části doplněny přestavitelnou vodorovnou šíjovou zábranou, která zabraňuje vstupu do čela boxu a dochází tak k omezení jeho znečištění. Jednotlivé rozměry boxového lože (Obr. 1) jsou pro dojnice zobrazeny v Tab. 1.

Velikostní, funkční a dispoziční uspořádání boxu má důležitý vliv na úspěšnost tohoto druhu ustájení. Vyhovující lože musí zabezpečovat bezproblémové orientování dojnic při vstupu a důvěru v zajištěném místě na odpočinek, komfort a dostatečný prostor při uléhání či vstávání z boxu a dostatečnou pevnost s trvanlivostí podlahové konstrukce a bočních zábran. [2], [4]

Obr. 1: Boxové lože



Zdroj: [2]

Tab. 1: Hlavní rozměry boxového lože

	ZNAČKA	DOJNICE DO 640 kg [mm]	DOJNICE NAD 640 kg [mm]
ŠÍŘKA BOXOVÉHO LOŽE	Š	1125	1200
DÉLKA BOXOVÉHO LOŽE V JEDNÉ ŘADĚ	D ₁	2400	2500
DÉLKA BOXOVÉHO LOŽE V PROTILEHLÝCH ŘADÁCH	D ₂	4400	4600
VÝŠKA ZADNÍ HRANY BOXOVÉHO LOŽE	V ₁	200	250
VÝŠKA VYMEZOVACÍ ZÁBRANY OD ÚROVNĚ STÁNÍ PŘEDNÍCH KONČETIN	V ₂	1150	1200
VZDÁLENOST OBLOUKU ZÁBRANY OD ZADNÍ HRANY	L ₁	<250; 300>	300
DÉLKA STRANOVÉ ZÁBRANY	L ₂	<2000; 2050>	2100

Zdroj: [2]

2.2 VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ STÁJOVÝCH OBJEKTŮ

Objekty pro chov hospodářských zvířat musí splňovat technické požadavky, které zaručí zdravé vnitřní klima a hygienu stájového prostoru. Prostředí ve stájích je tvořeno mnoha faktory, které se dělí na abiotické a biotické. Do abiotických faktorů se řadí teplota vzduchu, vlhkost vzduchu, rychlost proudění vzduchu, sluneční záření, tlak, hluk i působení plynů jako např. čpavek, metan, oxid uhličitý aj. Pod pojmem biotický faktor se skrývá prašnost a mikrobiologické znečištění. Respektování správných hodnot těchto faktorů působí kladně na zdravotní stav, pohodu a užitkovost ustájených zvířat. [5]

2.2.1 TEPLOTA VZDUCHU

Teplota vzduchu se považuje za dominantní faktor vnitřního prostředí ve stájových objektech, protože rozhoduje o hodnotách některých ostatních faktorů jako

například vlhkost vzduchu, proudění vzduchu a ovlivňuje hodnocení působení těchto faktorů na organismus zvířete.

Uvnitř stájových objektů teplota vzduchu úzce souvisí s vnitřním režimem stavby. Vnitřní teplota se mění v návaznosti od produkce tepla vydávaného skotem, nezbytnými technologickými zařízeními, vlastnostmi stavebních konstrukcí a izolace, četnosti výměny vzduchu.

Teplu, které produkují ustájená zvířata, vzniká při vnitřních biochemických pochodech. Část tepla je potřeba na aktivity skotu a druhá část tepla přechází do okolního prostředí z jejich těla. Pokud platí rovnice, že tok odevzdaný do okolního prostředí se rovná toku vyprodukovaného zvířetem, jedná se o tepelnou rovnováhu těla a okolního prostředí, jde o tzv. tepelnou pohodu, při které není potřeba regulace teploty. Teplu, které skot z povrchu těla odevzdává do prostředí kolem sebe, se šíří těmito čtyřmi způsoby:

- prouděním
- vedením
- sáláním
- vypařováním

Hodnota teploty vzduchu ve stájovém objektu je velice důležitá pro mláďata drůbeže a prasat, která po narození nemají dobře vyvinutý systém udržování teploty, takže je nutné zvýšit teplotu vnitřního ovzduší. Na druhou stranu telata během 48 hodin po narození mají největší přizpůsobivost na studené prostředí, proto se i v zimných měsících umísťují do venkovního ustájení. Odezvy na rozdílné teploty okolního prostředí jsou od jednotlivých kategorií ustájeného dobytka odlišné.

Pokud se podmínky vnitřního prostředí odlišují od nejlépe vyhovujících hodnot termo-neutrální oblasti určené pro všechny skupiny zvířat, zhoršují se parametry užitkovosti. Teplotní nárůst stájového vzduchu nad horní kritickou hodnotu teploty způsobuje tepelný stres, který způsobuje odmítání potřebné dávky krmiva a vede ke snížení produkce. Pokud teplota klesne pod dolní kritickou teplotu, zvířata mohou

trpět chladovým stresem. Konkrétní hodnoty teplot jsou pro hovězí dobytek vypsány v Tab. 2. [5], [6]

Tab. 2: Rozmezí kritických teplot a teplot pro tepelnou pohodu skotu

KATEGORIE	INTERVAL TEPLIT PRO VZNIK CHLADOVÉHO STRESU [°C]	INTERVAL TEPLIT TERMONEUTRÁLNÍ ZÓNY [°C]	INTERVAL TEPLIT PRO VZNIK TEPELNÉHO STRESU [°C]
TELE – 0 MĚSÍC	<-14; -4>	<8; 26>	<26; 36>
TELE – 1 MĚSÍC		<0; 24>	<24; 30>
TELE – 3 MĚSÍCE		<-4; 21>	<21; 31>
JALOVICE	<-32; -10>	<-10; 20>	<20; 27>
DOJNICE (NIŽŠÍ UŽITKOVOST)	<-26; -2>	<-2; 22>	<22; 28>
DOJNICE (VYŠŠÍ UŽITKOVOST)	<-30; -6>	<-6; 20>	<22; 26>

Zdroj: [7]

2.2.2 VLHKOST VZDUCHU

Vlhkost vzduchu je také významným faktorem ovlivňující vnitřní prostředí. V objektech mezi ustájeným dobytkem je obsah vodních par vyšší než ve venkovním vzduchu, je to dáno z vnitřních zdrojů odpařování, mezi které patří pitná a technologická voda, dýchání zvířat aj. Právě vysoká vlhkost není pro zvířata bezpečná ať už při nízkých nebo vysokých venkovních teplotách.

Při pobytu, kde působí vysoká teplota s vysokou vlhkostí, způsobuje zvířatům tepelný stres a to má za následek snížení užitkovosti, zdraví a welfare. Zvíře, které se pohybuje v chladném a vlhkém prostředí, ztrácí více tepla než při stejné teplotě, ale v suchém vzduchu může dostat chladový stres, který též negativně ovlivňuje zdraví a užitkovost.

V prostředí se zvýšenou vlhkostí dochází k podpoře rozvoji patogenů a plísní, k urychlování rozkladných procesů, ke zhoršování kvality podestýlky a hygienických podmínek. Vyšší obsah vodních par také negativně působí na stavební materiály, které při zvlhnutí mají vyšší tepelnou vodivost, což vede ke snížení celkové životnosti objektu.

Aby se zamezilo zvýšené vlhkosti, je nutné zajistit potřebnou výměnu vnitřního vlhkého vzduchu za venkovní s nižším obsahem vodní páry. Toto, ale může být v letních horkých a zimních vlhkých dnech problémové. Konkrétní hodnoty relativní vlhkosti vzduchu jsou pro hovězí dobytek vypsány v Tab. 3.

Také suchý vzduch nepůsobí pozitivně na chovná zvířata, neboť zvyšuje prašnost a dochází k vysychání sliznic horních cest dýchacích. [5]

Tab. 3: Doporučené hodnoty relativní vlhkosti vzduchu ve vnitřním prostředí stáje skotu

KATEGORIE	VĚK [MĚSÍC]	MAXIMÁLNÍ RELATIVNÍ VLHKOST VZDUCHU [%]	OPTIMÁLNÍ RELATIVNÍ VLHKOST VZDUCHU [%]
TELE MLEZIVOVÁ VÝŽIVA	do 0,5	75	<50; 70>
TELE MLÉČNÁ VÝŽIVA	do 3	75	<50; 70>
TELE ROSTLINNÁ VÝŽIVA	<3; 6>	75	<50; 70>
JALOVICE	<5; 22>	85	<50; 70>
BÝK	<6; 18>	85	<50; 70>
DOJNICE	nad 18	<75; 85>	<50; 70>

Zdroj: [8], [9]

2.2.3 RYCHLOST PROUDĚNÍ VZDUCHU

Mezi důležité faktory patří také rychlost proudění stájového vzduchu. Při dostatečném pohybu vzduchu proudí venkovní čerstvý vzduch do vnitřních prostor a současně se odvádí vodní pára a plyny. Tok vzduchu závisí na těsnosti stavebních konstrukcí a větracích systémech, proudění vzduchu se také ovlivňuje otíráním okenních otvorů a vrat. Rozpoznání směru proudění vzduchu je častokrát velice nejisté, neboť typ proudění nebývá jen laminární, ale i turbulentní.

Rychlost proudění interiérového vzduchu za každých podmínek musí dosahovat takové hodnoty, aby byla zajištěna odpovídající výměna vzduchu. Optimální hodnota rychlosti proudění pro skot se při optimální teplotě udává $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. V zimních měsících je doporučeno snížit hodnotu na $0,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, kdy zvířata hůře snáší přílišné proudění studeného vzduchu, neboť vyšší hodnoty rychlosti proudění vzduchu odvádějí více tepla z povrchu těla zvířat. Naopak v letních měsících, kdy panují teploty nad $30 \text{ }^\circ\text{C}$, by mělo proudění dosahovat rychlosti až $2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, aby byl dostatečně zajištěn ochlazovací efekt. [5]

2.2.4 ŠKODLIVÉ LÁTKY

V prostorách pro ustájení se vyskytují různé pachové látky, mikroorganismy, paraziti, škůdci a prach, které ve zvýšených koncentracích mohou záporně zhoršovat kvalitu prostředí uvnitř objektu. Skladba vnitřního vzduchu se velmi liší od atmosférického, tedy od dokonalého prostředí. Pomocí metabolických pochodů zvířat v návaznosti na okolní prostředí se mění i chemické složení atmosférického vzduchu. Škodliviny metabolismu ustájeného skotu v pevné a tekuté formě jsou hlavní živnou půdou pro výskyt mikroorganismů. Během chovu je vnitřní vzduch zatěžován řadou škodlivých látek.

Ve stájových objektech se tvoří prach z podestýlky, krmiva a srsti. Také negativní vliv mají zápachy produkované kožními žlázami. Zvýšená koncentrace škodlivých a prachových částic vede k respiračnímu onemocnění skotu. Nutně je potřeba tyto nečistoty odstranit z vnitřního prostředí větráním a udržovat vzduch ve vyhovujících intervalech. Při odchýlení dochází k poklesu užitečnosti a ke zhoršení

zdraví skotu. Výskyt škodlivin se odvíjí od druhu plemene, kapacity zvířat v objektu, typu ustájení, kvality výživy a vnitřního ovzduší.

Škodliviny ovlivňující kvalitu vnitřního prostředí se rozdělují na dvě skupiny, chemické a biotické. Do skupiny chemických látek patří zápachy, které jsou tvořeny částicemi plynu. Pachy se tvoří při mikrobiologickém rozkladu exkrementů nebo nespotřebovaném krmivu. Důsledkem působení nežádoucích plynů se zhoršuje užitkovost a dochází k častějšímu onemocnění. Mezi škodlivé plyny se řadí např. amoniak, oxid uhličitý, metan, sirovodík. Příпустné koncentrace některých škodlivin jsou uvedeny v Tab. 4. Oblast biotických nežádoucích faktorů obsahuje nevyhovující kvalitu vzduchu, prašnost, působení mikroorganismů, hmyzu a různých druhů škůdců či hmyzu. [5]

Tab. 4: Nejvyšší přípustné koncentrace plynných škodlivin

PLYN	KONCENTRACE	
	[% OBJEMOVÉ]	[mg.m ⁻³]
OXID UHLIČITÝ CO ₂	0,25	4500
SIROVODÍK H ₂ S	0,001	14,1
AMONIAK NH ₃	0,0026	18,3

Zdroj: [10]

2.2.5 DALŠÍ MIKROKLIMATICKÉ FAKTORY

- **SLUNEČNÍ ZÁŘENÍ**

Záření je nezbytným zdrojem tepla a světla. Při nejpříznivější dávce slunečního svitu dochází k podpoře růstu a k povzbuzování činnosti nervové soustavy zvířete. Také na užitkovost a celkovou pohodu skotu může mít záření blahodárny vliv. Je známo, že ustájený dobytek si vybírá více osvětlené části stáje než ty tmavé. [11]

- **HLUK**

S navyšujícím se počtem technických zařízení se zvyšuje hlučnost stájového prostředí. Hlučné prostředí negativně působí na nervový systém a snižuje užitek dojníc. Pro všechny kategorie zvířat lze uvést, že hluk nad intenzitou 90 dB je pro jejich organismus nepříznivý. Zvláště pak u dojníc, které jsou na hlučné prostředí náchylnější než ostatní hospodářská zvířata, se doporučuje, aby z dlouhodobého hlediska nebyla přesahována hladina hluku nad 80 dB.

Hlučné prostředí ovlivňuje funkce organismu, způsobuje řadu nepříznivých faktorů například zvýšení pulsu a krevního tlaku, dochází ke snížení chuti k jídlu či se mění frekvence dýchání. Mohou se i objevit poruchy zraku jako třeba snížení citlivosti při vnímání barev či snížení pole vidění. [11]

2.2.6 MĚŘENÍ MIKROKLIMATICKÝCH FAKTORŮ

Vliv kvality prostředí na živý organismus a funkčnost větracího systému se hodnotí pomocí naměřených hodnot mikroklimatických faktorů. Vlhkost vzduchu, teplota vzduchu a rychlost proudění vzduchu spolu se škodlivými látkami, se v objektech pro ustájení dobytka posuzují různorodými postupy, které mohou být:

- preventivní
 - postup se provádí jako nepřetržitý nebo systematický i v případech pokud je v stájovém prostoru vše v pořádku
 - umožňuje reagovat na výskyt nepříznivých mikroklimatických veličin
- diagnostické
 - probíhá pro objasnění příčiny problému
- registrační
 - dlouhodobé měření, které poskytuje obsáhlý soubor hodnot s možností využití statistických metod
 - méně pracný postup, na výklad výsledků se může použít delší časový průběh zkoumaných veličin

- ambulantní
- přesnější zaměřování na problémovou oblast
- k výhodám patří vysoká přesnost a umožnění měřit na více měřících pozicích

Oblasti měření musí být rozmístěné podle dané technologie, důležité je určit místa s očekávanou odchylkou v měřících hodnotách. Při měření ve vnitřním prostředí je potřeba naplánovat také místa pro měření v prostředí venkovním. [5]

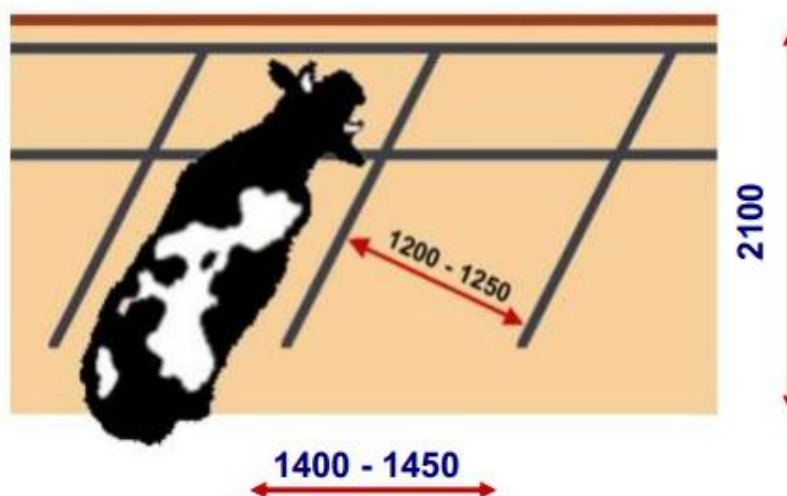
2.3 KONSTRUKCE BOXŮ

2.3.1 BOXOVÉ LOŽE

Dlouhodobá praxe naznačuje, že vysokoprodukčním dojnícím z pohledu dlouhodobého ustájení vyhovují jen boxová lože. Výjimku tvoří způsob ustájení po dobu maximálně dvou dnů během celého reprodukčního období, kdy se kráva zdržuje v individuálním porodním kotci. Pouze takový chov ustájených zvířat má dobré vyhlídky do budoucna.

Se stoupající užítkovostí budou dojnice s hmotností kolem 700 kg a více v našich chovech obvyklé. Kdežto dojnice o živé hmotnosti 550 kg až 650 kg mohou bez problému uléhat do boxových loží o šířce 1125 mm, dojnícím s většími proporcemi se musí vybudovat širší boxové lože šíře 1200-1250 mm. Ve stájových objektech po rekonstrukci, které nemají dostatečný rozpon, lze uspořádat boxová lože v šikmém směru podélné osy boxového lože až do velikosti úhlu 30°, velikosti boxu naznačuje Obr. 2.

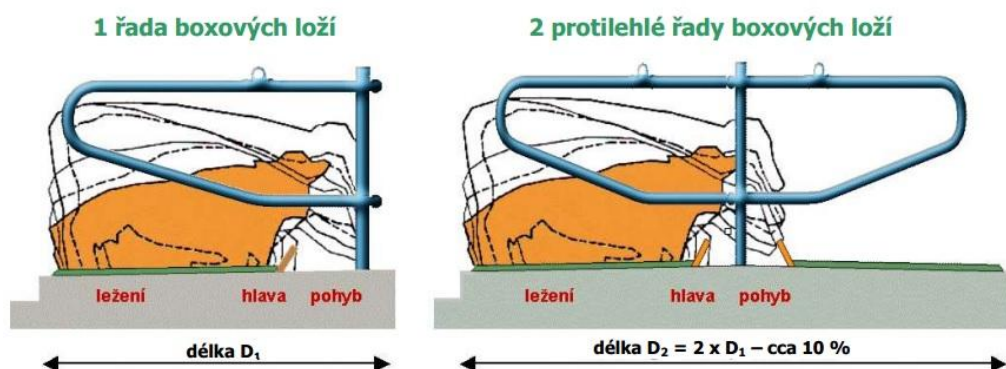
Obr. 2: Šikmé boxové lože



Zdroj: [12]

Pokud dojnice vstává z lože, koná rychlý pohyb hlavy směrem dopředu (viz Obr. 3), a z tohoto důvodu se musí před hlavou zajistit dostatečný prostor. Jestliže u boxových loží, které jsou umístěny u stěny, jsou prostory pro hlavu minimalizovány, zvíře je nuceno provádět tento pohyb hlavy do strany, což není tolik vhodné. U protilehlých boxů se délka boxového lože zkracuje o cca 10 %, jelikož může dojnice využít pro pohyb hlavy i prostor protilehlého boxu. Vymezovací zábrana se musí seřídit tak, aby i nejmenší zvířata byla nucena po vstání zadní částí vykročit končetinami do prostoru hnojné chodby. [12]

Obr. 3: Využití boxového lože při vstávání dojnice



Zdroj: [2]

2.3.2 SLOŽENÍ A VLASTNOSTI PODLAH

Podlahy tvoří vodorovnou konstrukční část stájových prostor. Bezprostředně souvisí s konkrétní technologií chovu, a tím ovlivňují welfare zvířat. Z hlediska konstrukce stáje představují velmi významnou část, s kterou jsou zvířata v přímém tělesném kontaktu při svých životních projevech. Konstrukce dané podlahy by se všemi svými vlastnosti měla zachovávat závazné technické a technologické směrnice a zároveň zajišťovat podmínky komfortního ustájení.

Podlahy vytvářejí ve stájových objektech souvislé plochy, po kterých se zvířata pohybují, stojí či leží. Takto vznikají části pohybových chodeb, odpočinkových ploch a manipulačních prostor. Podle požadavku tepelně izolačních vlastností se vyhotovují konstrukce podlah zateplené a nezateplené.

Pohybové chodby spolu s manipulačními prostory se většinou navrhují jako betonové, monolitické podlahy s vyhovující úpravou povrchu, nebo montované se štěrbinovými rošty. Nášlapnou vrstvu mohou tvořit i specifické lité směsi, mazaniny, potěry, guma nebo i dlaždice. Oddychová místa se projektují s větším důrazem na řešení nášlapné vrstvy s přihlédnutím na způsob ustájení. Podlahy se z účelových důvodů odlišují od složení podlahových konstrukcí projektovaných třeba pro bytovou či občanskou výstavbu.

Při projektování podlahy se předpokládá složení z vrstev:

- **PODKLAD**
 - urovnaný terén pomocí zhutněné zeminy, který je soudržný, suchý, bez organických látek a se spádem k obvodu výkopové jámy
 - na zeminu se naveze vrstva štěrkopísku, která funguje jako drenáž
- **SPODNÍ STAVBA**
 - nosná vrstva z prostého betonu nebo železobetonu, pod kterou se umístí souvislá vrstva ze štěrku
 - zajišťuje stejnoměrné roznášení tlaků od vlastní váhy konstrukce podlahy, zatížení od zvířat, strojů, aj.

- HYDROIZOLAČNÍ VRSTVA
 - nepropustná izolace, která má za úkol zamezit pronikání zemní vlhkosti a škodlivých látek do dalších vrstev podlahy
 - jako hydroizolační vrstvy se využívají různé druhy izolačních materiálů, které jsou volně ložené nebo lepené
- TEPELNĚ IZOLAČNÍ VRSTVA
 - na rozdíl od míst k odpočinku nemusí být tepelná izolace umístěna pod pohybovými prostory a kalištěm
 - je vhodné vrstvu umístit kvůli omezení tepelných ztrát co nejbližší k nášlapné vrstvě
 - důležité je zabezpečení tepelné izolace proti okolní vlhkosti, protože při navlhnutí by se tato vrstva stala bezvýznamná a došlo by ke zhoršení vnitřních podmínek
 - v prostorech pro ležení lze použít místo klasické izolace vrstvu podestýlky (sláma, piliny)
- VYROVNÁVACÍ A ROZNÁŠECÍ VRSTVA
 - určuje výškovou polohu nášlapné vrstvy a tvoří možný sklon podlahy
 - je nutné, aby povrch byl rovný, jedině tak bude zabezpečena dostatečná přilnavost nášlapné plochy k ostatním vrstvám
- NÁŠLAPNÁ VRSTVA
 - určuje se podle druhu zvířat
 - při bezstelivovém ustájení povrchy pro ležení jsou vždy jednolitě, odolné proti mechanickému poškození
 - při stelivovém ustájení nášlapná vrstva nemusí být tolik odolná proti oděru, protože vrstva podestýlky chrání do určité míry konstrukci před mechanickým poškozením

Správná podlaha by měla zajistit klid ustájených zvířat a poskytovat vlastnosti, mezi které patří odolnost proti mechanickému poškození, pevnost, pružnost, odolnost proti mrazu, zatížení, nárazu a dynamickému namáhání, objemová stálost, odolnost proti vodě, nenasákavost či elektrická vodivost. Podlahová konstrukce má mít co nejnižší tepelnou jímavost, aby docházelo k co nejmenším tepelným ztrátám na tělech ležících zvířat.

Nášlapná plocha podlahy musí odolávat proti exkrementům, čisticím prostředkům či dalším agresivním látkám a snadno se udržovat v čistotě. [13]

2.3.3 TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI PODLAH

Při projektování objektů pro ustájení je nezbytné brát zřetel na přirozené chování zvířat. Až polovinu celého dne tráví na pastvě skot ležením, tento čas potřebují na odpočinek, trávení a na tvorbu mléka. Pokud zvířata v ustájovacích objektech tráví méně času ležením, je nezbytné prozkoumat možné příčiny, které vedou k nepohodě zvířat. Vedle měkkosti a zdravotní nezávadnosti patří ke sledovaným nárokům na kvalitu uměle vytvořeného ležení ve stájích zabezpečení tepelné pohody ležících zvířat.

Převládající způsob odevzdání tepla mezi zvířetem a podlahou při ležení je vedením. Následky tohoto spolupůsobení se odvíjí od tepelně technických vlastností konstrukce. Pro zkoumání těchto vlastností podlahových konstrukcí je určující vedení tepla mezi tělem zvířete a podložkou. [13]

- **TEPELNÁ VODIVOST PODLAH**

Podstatným měřítkem vyhodnocení tepelné pohody pro jednotlivé druhy ustájených zvířat je i hodnota tepelné vodivosti podlahových konstrukcí. Na vodivosti závisí množství tepla, které odebírá podlahová konstrukce z povrchu těla zvířete po dobu ležení. Při dotyku těla zvířete s podlahou v zimních měsících se může jeho tělo značně ochladit. Proto by měly mít podlahy co nejvyšší povrchovou teplotu, ale ani ta nemusí odstranit pocit chladu zvířete. To závisí na tepelné vodivosti podlahy, která vyjadřuje schopnost látky přijímat nebo uvolňovat teplo a určuje se v zimním období.

Pro pocit ustájeného zvířete je nejvýhodnější, když je nejmenší rozdíl výchozí teploty těla zvířete a kontaktní teploty mezi tělem a podlahou, který se nastaví takřka ihned po jejich dotyku. Teplotní rozdíl záleží na rozdílu teploty těla a podlahy a také na tepelné vodivosti těla zvířete a podlahy. Z toho vyplývá, že by tepelná vodivost podlahy měla být co nejmenší. Naopak, pokud je tepelná vodivost podlahy vyšší, než je požadováno, tak podlaha odejme větší množství tepla zvířeti. Pro zajištění tepelné pohody skotu by se měli používat podlahy s menší hodnotou tepelné vodivosti. [13]

- **TEPELNÁ PROPUSTNOST PODLAH**

Tepelná propustnost obecně definovaná pro stabilizovaný stav se vztahuje na střední tepelný tok a střední rozdíl teploty. Podlaha ve stájích pro zvířata je v téměř všech případech ložená veškerou plochou přímo na zemině. Velká tepelně akumulární schopnost zeminy způsobí pravidelné tepelné toky, které mají spojení s celoročním vývojem vnitřní a exteriérové teploty. Posouzení tepelných ztrát podlahovou konstrukcí se čerpají přidáváním roční pravidelné tepelné propustnosti k ustálené části. Tyto hodnoty souvisí s tepelně akumulárními vlastnostmi zeminy, s její tepelnou vodivostí, společně s výchylkou ročního kolísání měsíční průměrné vnitřní a exteriérové teploty. Procesy na určení pravidelných tepelných propustností a jejich použití na výpočet tepelného toku zeminu se uvádějí v příslušné normě. [13]

- **TEPELNÝ ODPOR PODLAH**

Protože objekty pro ustájení dobytka jsou z tepelně technického pojetí charakterizované zřetelně nestálými vlivy, hlavním faktem je vliv vyšší relativní vzdušné vlhkosti, kdy se u použitých stavebních materiálů tepelná vodivost zvyšuje. Tento stav způsobí klimatické, provozní a stavebně technologické faktory ovlivňované biologickými vlastnostmi výroby. Tepelně technické řešení ve stájích je obtížnější než u bytové zástavby.

Při proudění tepla z interiéru stáje do exteriéru přes konstrukci či naopak, dochází k přechodu tepla touto konstrukcí. Tepelný odpor podlah se v dnešní době předepisuje podle technických norem.

Pokud zkoumaná podlahová konstrukce vykazuje menší tepelný odpor, než uvádí norma, musí se navrhnout potřebná tepelně izolační vrstva, která bude zastávat funkci chybějícího tepelného odporu. [13]

2.4 INFRAČERVENÁ TERMOGRAFIE

2.4.1 PRINCIP TERMOGRAFICKÉHO MĚŘENÍ

Pod pojmem infračervená termografie (IRT) se skrývají moderní, neinvazivní a bezpečné metody pro vyobrazení teplotních polí na povrchu zkoumaných objektů.

Pro termografické neboli bezkontaktní měření se uplatňuje infračervené záření, které lidské oko nedokáže vnímat. Infračervené záření vyzařuje každý předmět s teplotou vyšší než 0 K, tj. absolutní nula a je rovna $-273,15$ °C. Intenzita a distribuce vyzařované energie závisí na teplotě tělesa a na vyzařovacích schopnostech povrchové vrstvy tělesa. Vyzařování v infračervené části je závislé na teplotě a vlnové délce (Planckův vyzařovací zákon). Pomocí skenerové jednotky (termografické kamery), která je schopna detekovat tuto energii, lze přesně zachytit i malé změny teplot.

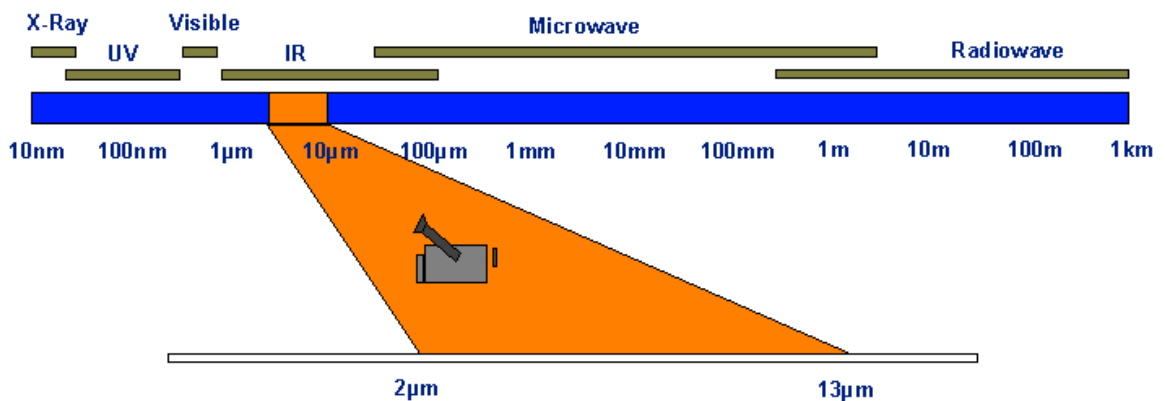
Měření lze provádět i na vzdálenějších a hůře dostupných objektech. Nasnímaný materiál se počítačově zpracovává do jednotlivých teplotních obrazů tzv. termogramů, které slouží k detailní analýze teplotního pole. Na závěr je možné vypracovat termografickou zprávu. V průběhu měření by se měli poznamenávat do softwaru hodnoty jako je relativní vlhkost vzduchu, teplota vzduchu, rychlost větru, vzdálenost od měřicí kamery, emisivita zkoumaných materiálů.

Každý živý organismus je zdrojem především infračerveného záření. Primární část vlastního záření pokožky je v intervalu vln s délkou od 4 do 50 μm s maximem spektrální hustoty okolo 10 μm , tzn. v dlouhovlnném pásmu infračerveného záření. Podrobněji lze rozdělit infračervené záření pokožky následujícím způsobem: na záření s délkou vlny do 5 μm připadá do 1 % veškerého záření, s délkou vlny od 5 do 9 μm – 20 %, od 9 do 16 μm – 38 % a na záření s delší vlnou 41 %. Pokožka vyzařuje téměř jako absolutně černé těleso nezávisle na stáří, stupni pigmentace a ostatních individuálních vlastnostech. Toto pravidlo nelze vztahovat na vyzařování s délkou vlny

kratší 5 μm , ale podíl tohoto vyzařování je malý v porovnání s celkovým infračerveným vyzařováním (max. 1 %). Pro potřeby termografického měření byla emisivita pokožky $\epsilon_{\text{kůže}}$ stanovena na hodnotu 0,98.

Termokameru lze na první pohled přirovnat k videokameře, která zobrazuje tepelné vyzařování zkoumaných objektů. Nejvýznamnějším záměrem infračervené kamery je převádění infračerveného záření na škálu barev. Nynější pokročilé termokamery dokážou mimo zobrazování teplotního pole na povrchu předmětů i zvládnout vyhodnotit na teplotních polích jejich teplotu, a to v intervalu od $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+2000\text{ }^{\circ}\text{C}$. Termovizní kamery měří intenzitu infračerveného záření ve spektrálním rozsahu 2 μm až 13 μm (viz Obr. 4).

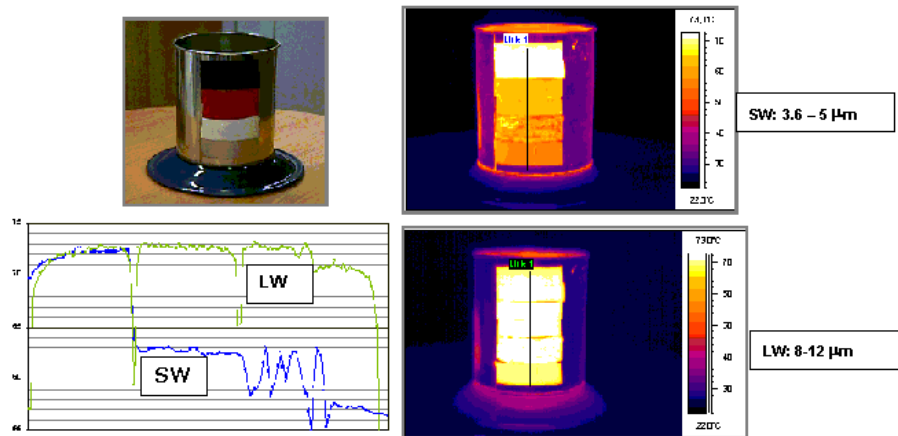
Obr. 4: Signál použitý k přenosu informace při infračerveném zobrazení



Zdroj: [14]

Termografické kamery mají vestavěný atmosférický filtr s oříznutím na 7,5 μm . To znamená, že kamera pracuje v dlouhovlnném infračerveném spektru. Jak je patrné na Obr. 5, je naměřená hodnota intenzity infračerveného záření u dlouhovlnných systémů méně ovlivněna rozdílnou emisivitou povrchové vrstvy než u krátkovlnných.

Obr. 5: Spektrální závislosti emisivity



Zdroj: [14]

Celková radiace, kterou měří termografická kamera, obsahuje tři složky, které jsou také znázorněné na Obr. 6.

- radiace emitovaná objektem

$$\varepsilon * \tau * W_{obj} \quad [\text{W.m}^{-2}] \quad (1)$$

kde:

W_{obj} ... spektrální vyzařování objektu [W.m^{-2}]

ε ...emisivita povrchu objektu [-]

τ ... transparence atmosféry [-]

- objektem reflektovaná radiace emitovaná z okolního prostředí

$$(1 - \varepsilon) * \tau * W_{amb} \quad [\text{W.m}^{-2}] \quad (2)$$

kde:

W_{amb} ... spektrální vyzařování okolního prostředí [W.m^{-2}]

$(1 - \varepsilon)$... koeficient reflexe povrchu objektu [-]

- radiace emitovaná atmosférou

$$(1 - \tau) * W_{atm} \quad [W.m^{-2}] \quad (3)$$

kde:

W_{atm} ... spektrální vyzařování atmosféry [$W.m^{-2}$]

$(1 - \tau)$... zastupuje emisivitu atmosféry [-]

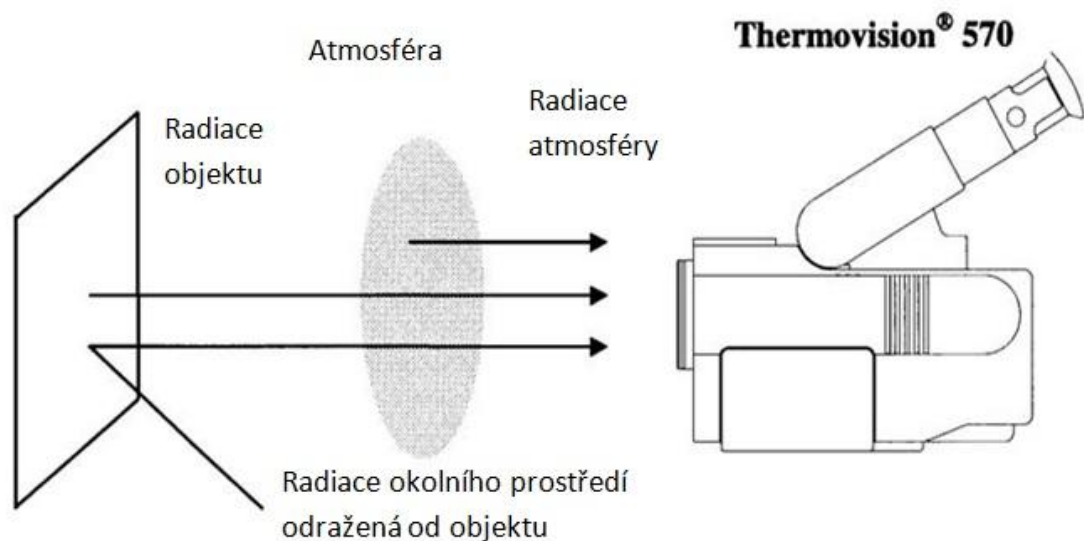
- celková radiace se vyjadřuje součtem vztahů 1, 2, 3

$$W_{tot} = \varepsilon * \tau * W_{obj} + (1 - \varepsilon) * \tau * W_{amb} + (1 - \tau) * W_{atm} \quad [W.m^{-2}] \quad (4)$$

kde:

W_{tot} ... celková radiace měřená termovizní soupravou [$W.m^{-2}$]

Obr. 6: Schéma složek celkové radiace snímané termografickou kamerou



Zdroj: [14]

K přesnému vyhodnocení měřené povrchové teploty objektu je nutné mít znalosti o parametrech prostředí obklopujícího měřený objekt a emisivitu ε_λ povrchu

měřeného objektu. Pro výpočet vyzařování z objektu se spektrální emisivita ε_λ určí podle vzorce:

$$\varepsilon_\lambda = \frac{W_{\lambda o}}{W_{\lambda b}} \quad (5)$$

kde:

ε_λ ... spektrální emisivita objektu [-]

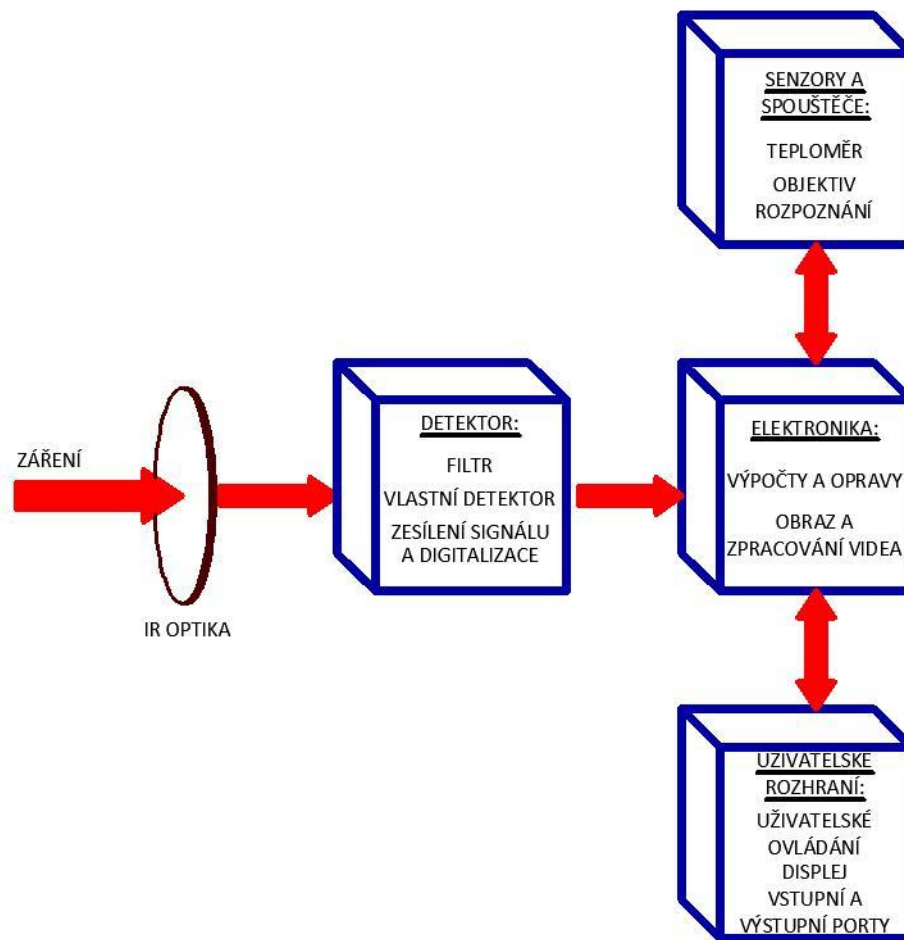
$W_{\lambda o}$... energie spektrálního objektu [$W \cdot m^{-2}$]

$W_{\lambda b}$... energie vyzařování absolutně černého tělesa při stejné teplotě [$W \cdot m^{-2}$]

Uspořádání jednotlivých součástí infračervené termokamery (schéma viz Obr. 7):

- detektor: filtr, vlastní detektor (bolometr), zesílení signálu a digitalizace
- elektronika: výpočty a opravy, obraz a zpracování videa
- senzory/spouštěče: teploměr, objektiv rozpoznání
- uživatelské rozhraní: uživatelské ovládání, displej, vstupní a výstupní porty

Obr. 7: Blokové schéma – základní komponenty infračervené termokamery



Zdroj: [15]

Existují však určité limity a faktory, které je nutné brát do úvahy při používání infračervené termografie. Při měření je nutné dodržovat následující podmínky:

- povrch zkoumaného objektu nesmí být vlhký či mokrý
- špinavý nebo pokrytý cizím materiálem
- bez přímého slunečního záření
- bez silného proudění vzduchu
- bez zdrojů rušivého tepelného záření v okolí měření
- povrch měřeného předmětu nebo objektu by měl mít vysokou emisivitu

Pro dosažení účinného měření je užitečné měření provádět za chladného počasí, maximálně do 5 °C a zkoumaný objekt by měl být vytápěn. Čím je větší diference mezi exteriérem a interiérem, tím lze dospět k přesnějším výsledkům měření.

Termografická metoda našla své místo nejen ve stavebnictví, energetice, v oblasti vojenství a policie, ale také v humánní a veterinární medicíně. Evidentní výhodou termografického měření je její bezkontaktní použití s měřeným objektem, což umožňuje dálkově identifikovat rozložení teplot objektu. [14], [16], [17], [18]

2.4.2 MĚŘÍCÍ TECHNIKA

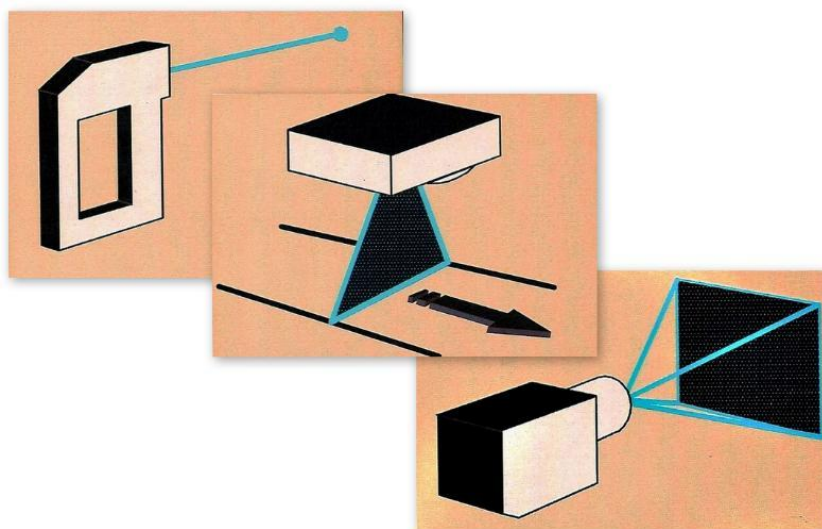
2.4.2.1 TYPY PŘÍSTROJŮ

Měřicí zařízení využívané pro bezkontaktní měření teplot se člení na:

- bezkontaktní teploměry - uskutečňuje měření teploty v „bodě“
- liniové skenery - uskutečňuje měření teploty v „řádce“
- termografické skenery - uskutečňuje měření teploty na „ploše“

Každý z výše uvedených měřících přístrojů (pro upřesnění jsou schematicky zachycené na Obr. 8) zahrnují v sobě optický systém, detektor a soustavu pro vyhodnocení.

Obr. 8: Rozdělení měřící techniky podle konstrukčního uspořádání



Zdroj: [16]

- **OPTICKÝ SYSTÉM**

Optická soustava se používá pro velmi kvalitní zaostření zářivého toku zdroje záření na detektor systému. Provedení optického bloku musí umožnit přímou úměrnost zářivého toku vyzařované zdrojem neboli měřeným objektem a dopadajícího na detektor, v mnoha případech bez ohledu na vzdálenost od zdroje záření. Mezi nejdůležitější veličiny, které vystihuje optický systém, patří součinitel propustnosti v pracovním prostoru, zorné pole, ohnisková vzdálenost a rozlišovací schopnost.

- **DETEKTOR**

Infračervený detektor se chová jako převodník, který převádí záření na elektrické signály, toto je základní podstata infračerveného zobrazovacího systému. Kvalita tohoto provedení ovlivňuje do značné míry výkon obrazového systému. Infračervené detektory lze rozdělit na dvě kategorie:

- kvantové (fotonové) detektory
- tepelné detektory

Kvantový detektor v jedné fázi vykoná změny koncentrace nebo pohyblivosti volných nosičů náboje v detekčním prvku při absorpci fotonů z infračerveného záření. V případě, že dopadající záření vytvoří nerovnovážně nosiče nábojů, elektrický odpor je změněn nebo je vygenerován další aktuální termogram.

Tepelný detektor se pokládá za dvoustupňový snímač. V prvním stupni je dopadající záření pohlceno změnou teploty materiálu a v druhém stupni elektrický výkon tepelného čidla je vyráběn příslušnou změnou v nějaké z fyzických vlastností materiálu. [15], [16]

2.4.3 TERMOGRAM

Infračervené zobrazování budov pomocí termogramu je pravděpodobně nejznámější aplikace termografie. Termogram je snímek pořízený prostřednictvím termokamery. Lze se setkat i s dalšími názvy jako například tepelný obraz nebo termovizní či infračervený snímek. Tepelné záření, které vyzařuje předmět, převádí termokamera na termogram, který zobrazuje intenzitu tepelného vyzařování z povrchu objektu.

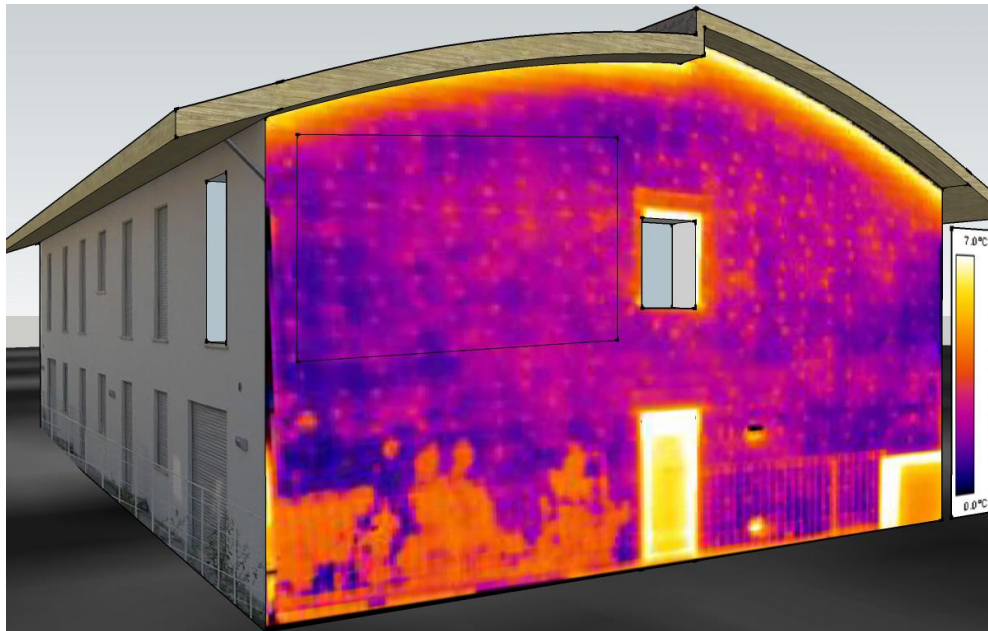
Pro lidský zrak neviditelné infračervené záření se znázorňuje na termogramu prostřednictvím viditelných stupnic barev, kde je ke každé teplotě přiřazen jeden barevný odstín (Obr. 9. a Obr. 10.)

Termogramy se dělí na radiometrické a neradiometrické, které jsou pouze zobrazující. Radiometrické termovizní systémy dokážou určit povrchovou teplotu zkoumaného tělesa, hlavní pro určení povrchové teploty je množství snímaného infračerveného zářivého toku. Plně radiometrický termovizní snímek dokáže měřit teplotu a pozměňovat hodnoty parametrů snímku (např. emisivita měřeného materiálu, vzdálenost od zkoumaného objektu, hodnoty o okolní atmosféře, aj.), které mají vliv na závěrečnou zjištěnou teplotu, i po jeho uložení.

Rozlišení termovizního snímku závisí na rozlišení detektoru infračerveného záření, které je o hodně menší než u klasické kamery, která se používá ve viditelné oblasti záření. Pro využití v průmyslu, ve stavebnictví a v dalších odvětvích se

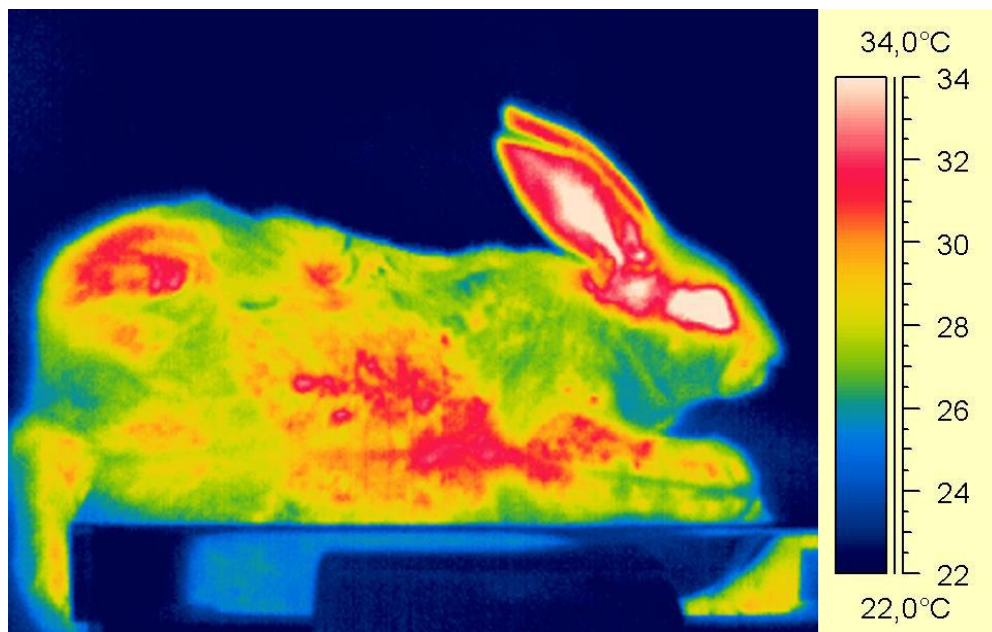
používá rozlišení 160x120, 320x240 nebo 640x480 pixelů. Naopak termokamery, které se využívají v laboratořích, mívají rozlišení i větší než 1200x1200 pixelů. [19], [20]

Obr. 9: Povrchová teplota vnější stěny



Zdroj: [21]

Obr. 10: Tepelný profil zdravého králíka



Zdroj: [21]

2.4.4 VYUŽITÍ INFRAČERVENÉ TERMOGRAFIE

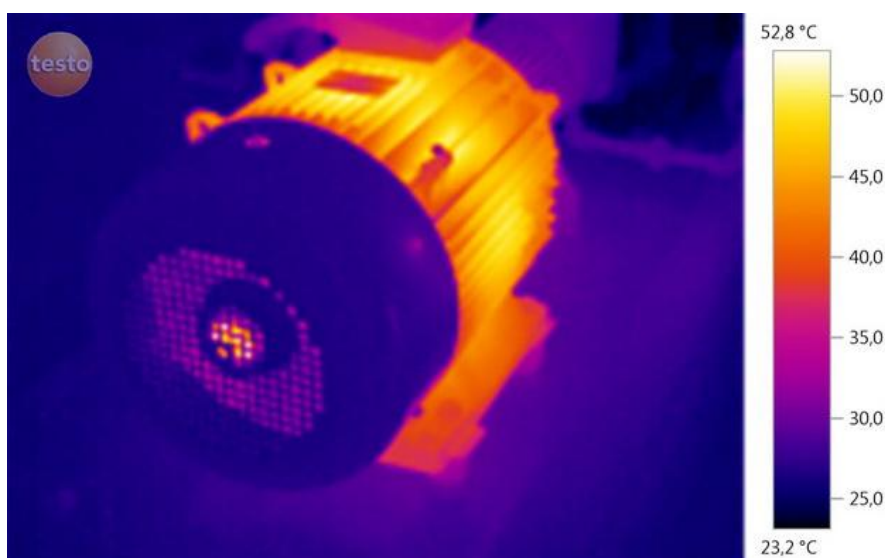
2.4.4.1 PRŮMYSL

V dnešní době se klade velký důraz zvláště na spolehlivost. To platí i na stroje a zařízení v průmyslu, u kterých jsou stále více používány nové a moderní metody kontroly stavu výrobních technologií. Termografická metoda je schopna rozpoznat všechny stavy, které se odlišují od normálu, objeví problémová místa, a tím dokáže ušetřit finanční prostředky vynaložené na případnou nápravu škody, výměnu, přerušování činnosti či dokonce zabránit požáru či havárii. [22], [23]

V průmyslu jsou možnosti využití následující:

- kontrola uložení rotujících součástí, přetížení motorů (viz. Obr. 11) a převodovek, čerpadel, rozložení teplot u lisovacích forem, tepelných izolací, stavu elektrických zařízení, zatížení transformátorů, tepelných vyzdívek, výroby plastových dílců
- zjišťování výšky hladiny u izolovaných nádob, ztrát při výrobě energie, teplotního rozložení, bezpečnosti a kontroly výkonu u solárních panelů
- k testování novinek u izolačních materiálů, jako základ pro výpočet součinitele prostupu tepla u stavebních konstrukcí

Obr. 11: Kontrola přetíženého motoru



Zdroj: [23]

2.4.4.2 ELEKTROTECHNIKA

Základní využití termografie v odvětví elektrotechniky souvisí s určováním a hledáním problémových oblastí při výrobě, přenosu a distribuci elektrické energie. Mnohokrát je termografické měření uplatňováno jako nástroj ke kontrolám, jehož přednost spočívá, že při konání kontroly se provoz nemusí přerušovat.

U elektrických přístrojů a rozvodů se kupříkladu realizuje zjišťování kvality proudových spojů, nedostatečného spojení dvou vodičů i následné vyhodnocení kvality spoje po jeho opravě nebo kontrolování, aby nedocházelo k přehřívání součástí pod napětím. Při provádění měření by měly pracovat elektrická zařízení a spoje minimálně při 50 % zatížení.

Termografické měření se využívá při kontrole a revizi elektrických rozvodů. Výsledné termogramy odkryjí včas místa původu problému, a tím lze odvrátit škody na zařízení a zamezit tak omezení či výpadku elektrické energie. [24]

2.4.4.3 FOTOVOLTAIKA

Při omezení provozu fotovoltaické elektrárny se dosahuje četných ztrát. Snižovat tyto ztráty na minimum lze s použitím termografické metody, která je příhodná ke sledování funkčnosti a kontrole solárních panelů u těchto elektráren. Termografií lze zjišťovat zkratky a trhliny v panelech, špatné kontakty, různé zašpinění, poškození a přehřívání článků aj. Svě místo má také infračervená termografie při uvádění elektrárny do chodu, aby se například v pravou chvíli vypátral panel s výrobními vadami. [22], [25]

2.4.4.4 HUMÁNNÍ MEDICÍNA

Infračervená termografie slouží v medicíně k neinvazivnímu a bezkontaktnímu vyšetřování pacientů na principu změn teplot ve sledované oblasti.

Princip se opírá o to, že ve vyšetřovací místnosti, která má stálou teplotu, se pacient aklimatizuje. Zkoumaná část těla nesmí být zahalena oblečením. Termokamera

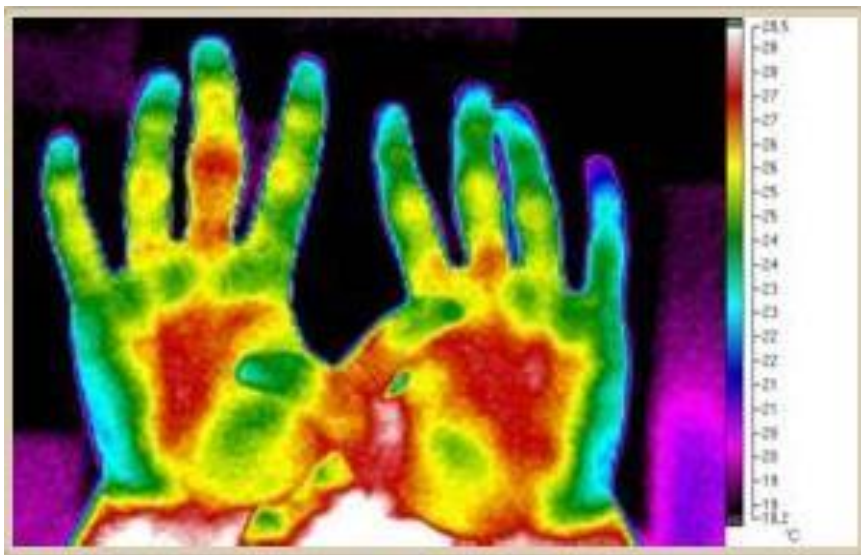
poté vyobrazí teplotní pole, teplotní odlišnosti naznačují problémové místo, které by se mělo začít léčit.

Hlavní oblasti aplikace infračervené termografie ve zdravotním průmyslu:

- traumatologie
- diagnostika zánětů
- experimentální medicína
- onkologie
- plastická chirurgie, atd...

Ukázka lokalizace v podobě zánětu kloubu je zobrazen na Obr. 12. [26]

Obr. 12: Prostředníček pravé ruky – červené ložisko značí otok



Zdroj: [27]

2.4.4.5 VETERINÁLNÍ MEDICÍNA

Také u zvířat lze aplikovat infračervenou termografii k určování onemocnění. Častokrát dochází k poklesu či zvýšení průtoku krve příslušné části těla a to vede k odlišnosti teploty od normálního stavu. Proto širokou řadu onemocnění anebo přeměny v následku poranění lze pozorovat prostřednictvím tepelných nepravidlostí a nesymetrie na povrchu zvířecího těla. Přestože zvíře zatím nevykazuje známky akutní

bolesti, může již docházet k teplotním změnám. Tyto tepelné změny jsou velice obvyklé jako prvotní známka problému. Infračervená termokamera proto slouží k určení těchto odchylek. [15]

2.4.4.6 VÝZKUM CHOVNÉHO PROSTŘEDÍ SKOTU

U hospodářských zvířat je použití infračervené termografie prozatím méně časté. Největší použití je ve veterinární medicíně, především k diagnostickým účelům. V oblasti zkoumání chovné prostředí skotu bylo pomocí IRT realizováno několik sledování.

Kimmmel et al. [28] pozorovali účinky evaporačního ochlazování při tepelné zátěži u izraelsko-holštýnských dojnic v letních měsících a měřili rozdílnosti v teplotních zónách na těle zvířat.

Knížková et al. [29] uskutečnili pokus v klimatizované stáji s cílem posoudit na základě IRT pozorování změny povrchové teploty těla u skotu bezprostředně před a po ochlazení, dále 15, 30 a 45 minut po ochlazení a po celkovém oschnutí těla a vymezit nejteplejší zóny na těle skotu během působení vysokých teplot okolního prostředí. V době pokusu se teplota vzduchu pohybovala od 27 do 31 °C. Voda byla aplikována pomocí speciálních trysek umístěných nad tělem zvířete po dobu 60 sekund. Po vyhodnocení všech snímků vyplynulo, že nejteplejšími oblastmi jsou krajina šíje, plece, krajina žeberní. Po ochlazení klesla povrchová teplota těla v průměru o 1,2°C. Ochlazování po dobu 60 sekund při daných teplotách prostředí stačila ochladit zvířata na dobu 45 až 60 minut. Během dvou hodin byla na tělo zvířat aplikována voda po dobu 30 sekund a poté ochlazována proudem vzduchu o rychlosti 3 m.s⁻¹ po dobu 4,5 minut. Rektální teplota se snížila z 38,2 °C na 36 °C a po dobu 60 minut zůstala ustálená, teplota povrchu těla poklesla o 1,5 °C po ochlazení, jak bylo zjištěno na základě termogramů těla sledovaných dojnic.

Pak také Knížková et al. [30] zkoumali prostřednictvím IRT tepelný komfort dojnic ve stáji s přirozenou ventilací. V případě uzavření stáje plastovými plachtami docházelo k signifikantnímu teplotnímu diskomfortu u ustájených dojnic.

Lendelová et al. [31] použili IRT pro vyhodnocení teplo-technických vlastností podlahovin používaných v boxových ložích pro dojnice. Praktickým měřením zjištěné teplotní rozdíly při vyhřátí loží se slámou se pro všechny uvažované hladiny významnosti při 30-ti minutovém pozorování nacházely v homogenní skupině s výsledky charakterově teplých podlah pokrytých matracemi plněnými pěnogumou a izolačními rohožemi s gumovým krytem. Jejich teplotní rozdíly byly průkazně vyšší než teplotní rozdíly zjištěné na betonové podlaze a cihlové dlažbě.

2.4.4.7 STAVEBNICTVÍ

Infračervená termografie je považována za výborný neinvazivní kontrolní systém pro monitorování a diagnostiku stavu budov na základě měření povrchové teploty pláště budovy z vnitřní nebo venkovní strany. Teploty povrchu zkoumané budovy jsou dány třemi základními faktory - tok tepla, vzduchu a vlhkosti do obvodového pláště objektu. Tyto tři faktory nejen určují stavební životnost a energetickou účinnost, ale také pocit pohodlí, zdraví a bezpečnost pro jejich obyvatele.

Pomocí termografické metody lze například:

- najít ztráty ve vytápění a chlazení
- najít zdroje vlhkosti
- najít strukturální problémy (chybějící izolace, znehodnocení staré izolace, atd.)
- lokalizovat problémy v systémech podlahového vytápění
- zjišťovat energetickou účinnost

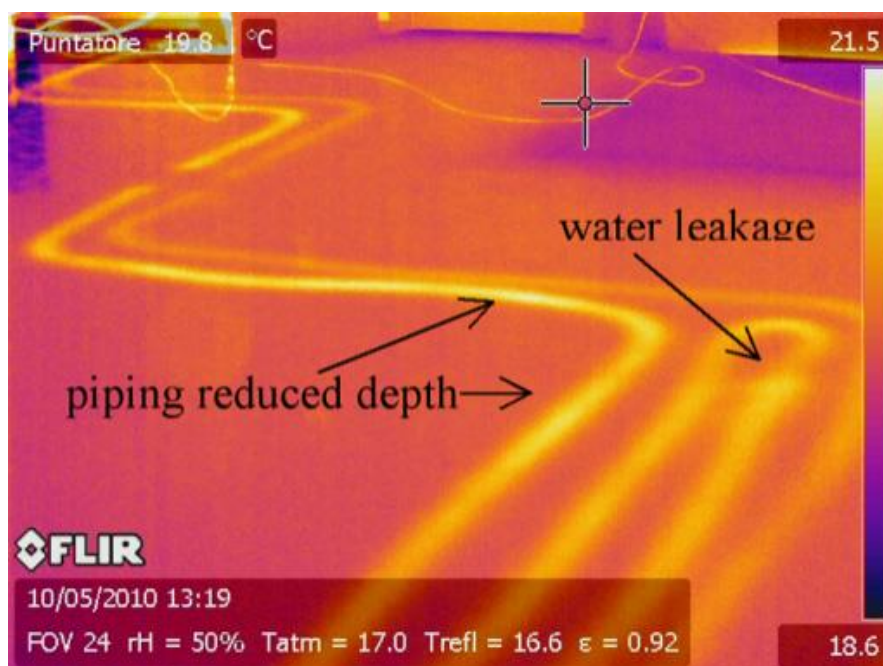
IR kontrola tak může pomoci ušetřit nemálo finančních prostředků na obnovu. S ohledem na energetickou účinnost, může to pomoci šetřit energii potřebnou pro vytápění budovy a snížit tak emise skleníkových plynů. [15]

- **PODLAHOVÉ TOPNÉ SYSTÉMY**

Možnost využití infračervené termografie uvnitř budov se týká podlahového vytápění, které je i přes vyšší počáteční náklady během stavby velmi konkurenční ve srovnání s běžnými otopnými systémy, protože při provozu je využíváno nižších teplot, což vede k nižším fixním provozním nákladům.

Snímání termokamerou se především používá na určení detekce úniku vody z potrubní soustavy, jak ukazuje Obr. 13 a měření toku energie dodávaného do okolí. Termografie může být také použita k analýze příslušenství podlahového vytápění, jako kotle a jeho výfukové potrubí, izolace připojovacích trubek mezi čerpadlem a podlahovým topením. Lze také zjistit dutiny mezi potěrem a dokončovací vrstvou, neboť tyto vady přilnavosti mohou mít významný přínos při snižování účinnosti systému. [15]

Obr. 13: Indikovaný únik vody z potrubí otopného systému

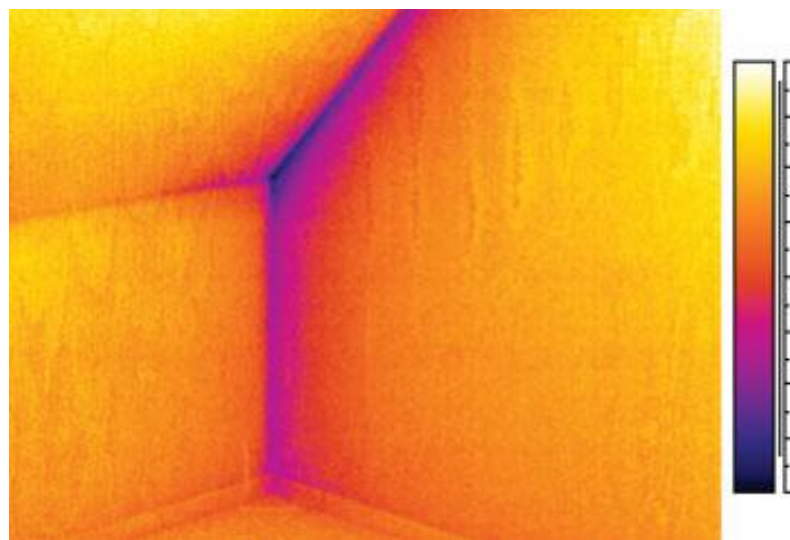


Zdroj: [21]

- **TEPELNÉ MOSTY**

Tepelné mosty se vyskytují v rohu budovy, kde je umožněn zvýšený únik tepla z vnitřních teplejších prostor do chladnějšího exteriéru. Podmínky pro roh budovy pozorovaných z venkovní strany jsou často odlišné kvůli povětrnostním podmínkám, slunečnímu záření, zastínění a dalších. Tyto nepříznivé faktory mohou vést k různým teplotám stěn na obou stranách rohu. Naopak při ideálních klimatických podmínkách, pozdě v noci, při bezvětří a bez vlhkosti v zimních měsících, lze zkoumat tepelné mosty z venkovního prostředí. I když tepelné mosty jsou někdy pozorovatelné z venkovní strany, kvalitněji je účinek lépe známý z interiéru. Obr. 14 uvádí příklad vnitřního rohu místnosti. [15]

Obr. 14: Tepelný most



Zdroj: [15]

3. CÍL PRÁCE

Cílem této diplomové práce bylo provést měření, které zjistí jaký vliv má stavební řešení obvodových stěn ustájovacích objektů pro dojnice na teplotu boxových ložích během zimního období.

4. MATERIÁL A METODIKA

4.1 MÍSTO MĚŘENÍ

Měření se uskutečnilo na mléčné farmě s chovem dojnic holštýnského plemene a plemene českého strakatého. Do sledování byly zařazeny dvě produkční stáje S1 a S2.

Stáj S1 je řešena jako volná stlaná boxová s přirozenou ventilací, obvodové stěny jsou tvořeny ventilačními systémy - na západní, exponovanější straně je vedle protiprůvanové sítě instalována svinovací plachta s plastovým opěrným roštem, na východní straně je namontována roleta z protiprůvanové sítě. Boxová lože jsou umístěna ve dvou řadách, poměr 1: 1, krmný stůl je na východní straně za boxy. Boxová lože umístěna na západní straně odděluje od venkovního prostoru betonová zídka ve výšce 70 cm.

Stáj S2 je řešena obdobně jako stáj S1, avšak stěny stáje jsou plné, vystavěné z dutých cihel s omítkou, větrání je zajištěno okenními otvory, které se na zimu osazují okny. Dále větrání je zajištěno průchodovým otvorem do výběhu, který je opatřen lamelovým závěsem. Boxová lože jsou umístěna ve dvou řadách, poměr 1: 1, krmný stůl je na okraji.

4.2 POUŽITÉ PŘÍSTROJE

Za účelem zjištění vlivu stavebního řešení obvodových stěn ustájovacích objektů pro dojnice na teplotu boxových ložích během zimního období byly použity následující přístroje a software:

- termografická kamera Flir SCC 660

- pyrometr TPT 60+
- kontaktní sonda TPK -04
- digitální teploměr a vlhkoměr Testo 615
- speciální vyhodnocovací program ThermaCamReporter 2000
- software StatisticaKomplet.CZ

4.3 VLASTNÍ MĚŘENÍ

Měření ve stájích S1 a S2 byla uskutečněna v období prosinec – březen 2012/2013 a v období prosinec – únor 2013/2014.

Do měření bylo v každé stáji zahrnuto boxová lože krajní (BLK) a boxová lože ve středu řady boxových loží (BLS), kde se pomocí termografické kamery (Flir SCC 660) zjišťovala teplota povrchové vrstvy boxového lože, a to nejdříve půl hodiny po opuštění lože dojnící. Dále byla termografickou kamerou měřena teplota obvodové zdi v interiéru a exteriéru. Také byla v průběhu měření zjišťována teplota vzduchu a relativní vlhkost vzduchu v interiéru a exteriéru (Testo 615) a reflektovaná teplota (Pyrometr TPT 60+). Současně byla kontaktní sondou TPK -04 (připojena k Pyrometru TPT60+) měřena povrchová teplota stájových konstrukcí a to jak v interiéru, tak v exteriéru.

4.4 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT

Vyhodnocení termogramů (teplotních profilů sledovaných objektů) bylo provedeno ve speciálním počítačovém programu pro vyhodnocování termogramů ThermaCamReporter 2000. Získané hodnoty pak byly statisticky a graficky zpracovány ve statistickém počítačovém programu Statistica komplet CZ (StatSoft, USA). Pro výpočty statistik byla použita procedura ANOVA a následný POST-HOC Scheffeho test.

5. VÝSLEDKY A DISKUZE

5.1 TEPLOTA VZDUCHU A RELATIVNÍ VLHKOST VZDUCHU

Tabulka 5. uvádí průměrnou teplotu vzduchu a relativní vlhkost vzduchu za všechna měření v jednotlivých stájích a v exteriéru.

Tab. 5: Průměrná teplota vzduchu a relativní vlhkosti vzduchu

PARAMETR	EXTERIÉR	INTERIÉR	
		S1	S2
TEPLOTA VZDUCHU [°C]	$-1,2 \pm 1,27$	$0,83 \pm 1,41$	$0,17 \pm 1,28$
RELATIVNÍ VLHKOST VZDUCHU [%]	$57 \pm 13,7$	$55 \pm 12,6$	$60 \pm 12,9$

Zjištěné hodnoty udávají průměrnou venkovní teplotu vzduchu a průměrné teploty vzduchu ve vnitřním prostředí v obou stájích. Největší teplotní rozdíl v teplotě vzduchu byl naměřen mezi exteriérem a stájovým objektem S1 (2,03 °C). Hodnota rozdílu teploty vzduchu mezi stájovým objektem S2 a exteriérem dosahovala 1,37 °C a nejmenší teplotní rozdíl byl zaznamenán mezi stájemi S1 a S2 (0,66 °C). Tabulka obsahuje také hodnoty relativní vlhkosti vzduchu, jak v interiéru stájí, tak v exteriéru. Největší rozdíl relativní vlhkosti vzduchu byl zjištěn mezi stájemi S1 a S2 (5 %). Naopak nejmenší rozdíl dosahoval mezi stájovým objektem S1 a exteriérem (2 %). Rozdíly obou sledovaných parametrů nebyly statisticky významné.

5.2 TEPLOTA STĚNY, SOKLU A PLACHTY

Tabulka 6. uvádí průměrnou teplotu stěny, soklu a plachty v jednotlivých stájích a v exteriéru.

Tab. 6: Průměrná teplota stěny, soklu a plachty [°C]

	EXTERIÉR		INTERIÉR	
	S1	S2	S1	S2
STĚNA ČELNÍ	X	-1,06 ± 0,72	X	-0,8 ± 1,02
STĚNA BOČNÍ	-0,19 ± 0,57	X	0,2 ± 0,96	X
SOKL	-0,9 ± 0,2	X	0,10 ± 0,5	X
PLACHTA	-0,83 ± 0,71	X	0,07 ± 0,81	X

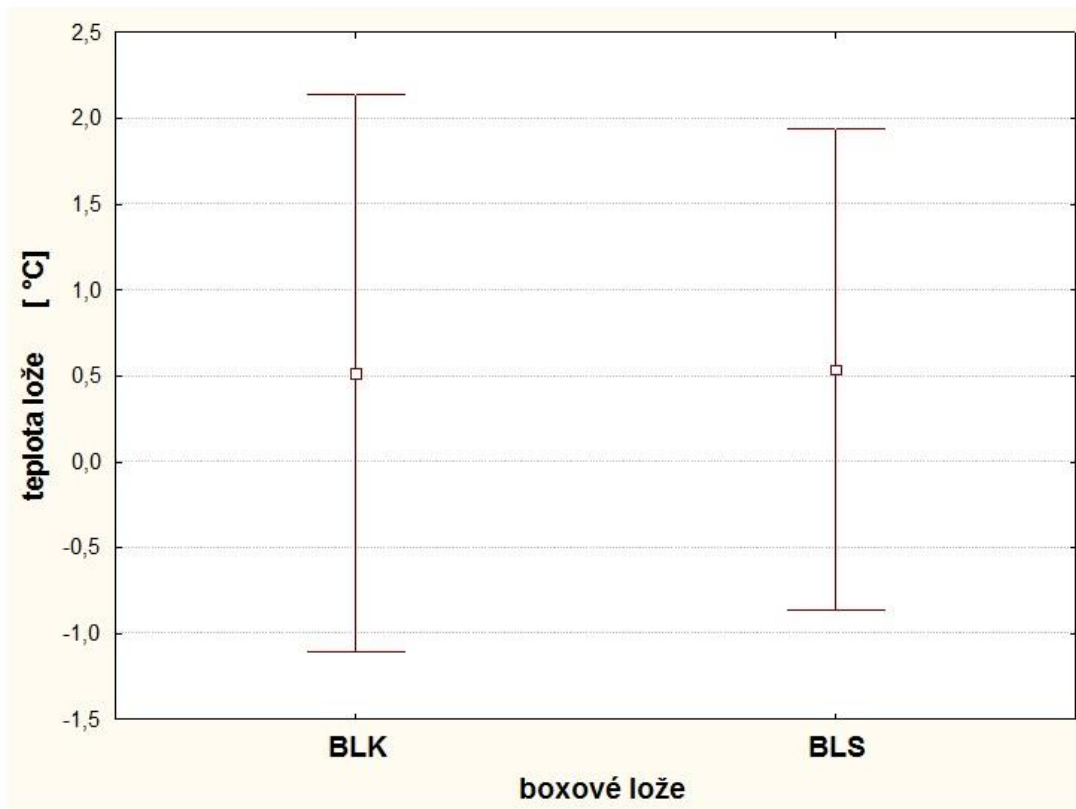
Výsledky ukazují získané hodnoty vybraných stavebních a konstrukčních prvků mezi exteriérem a interiérem obou sledovaných stájí. Největší teplotní rozdíl v teplotách byl zjištěn u soklu (1 °C) a u plachty (0,9 °C). Rozdíly nebyly statisticky průkazné.

5.3 TEPLOTA V BOXOVÝCH LOŽÍCH

- **TEPLOTA BOXOVÝCH LOŽÍ VE STÁJOVÉM OBJEKTU S1**

Graf 1. zobrazuje průměrné teploty v boxovém loži krajním a středovém, které jsou umístěny ve stáji S1. U krajního boxového lože (BLK) byla zaznamenána průměrná teplota $0,52 \pm 1,94$ °C. Ve středovém boxovém loži (BLS) činila průměrná teplota boxu $0,54 \pm 1,68$ °C. Rozdíl mezi krajním a středovým boxem je $0,02$ °C. Rozdíl nebyl zjištěn jako statistický významný.

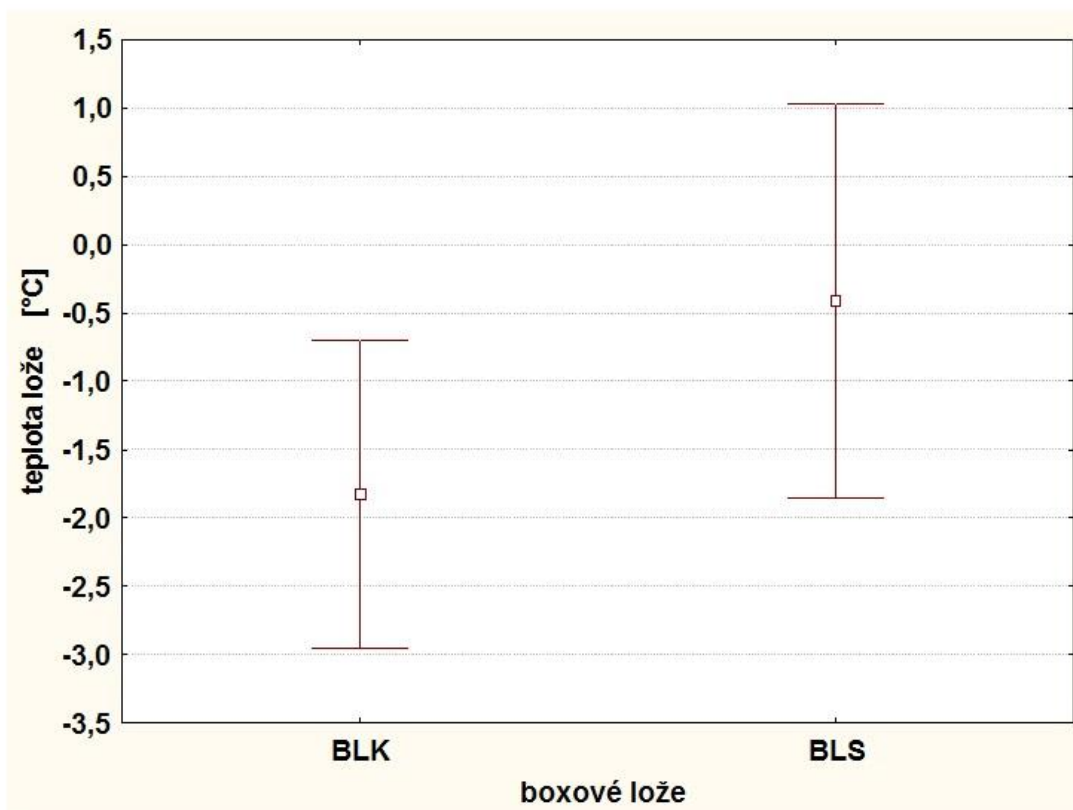
Graf 1: Teplota boxových loží – stáj S1



- **TEPLOTA BOXOVÝCH LOŽÍ VE STÁJOVÉM OBJEKTU S2**

Graf 2. znázorňuje průměrné teploty v krajním a středovém boxovém loži. V krajním boxovém loži (BLK) byla zjištěna průměrná teplota $-1,82 \pm 1,35$ °C. Průměrná teplota boxu ve středovém boxovém loži (BLS) měla hodnotu $-0,41 \pm 1,73$ °C. Mezi oběma boxy není rozdíl o hodnotě 1,41 °C statisticky významný.

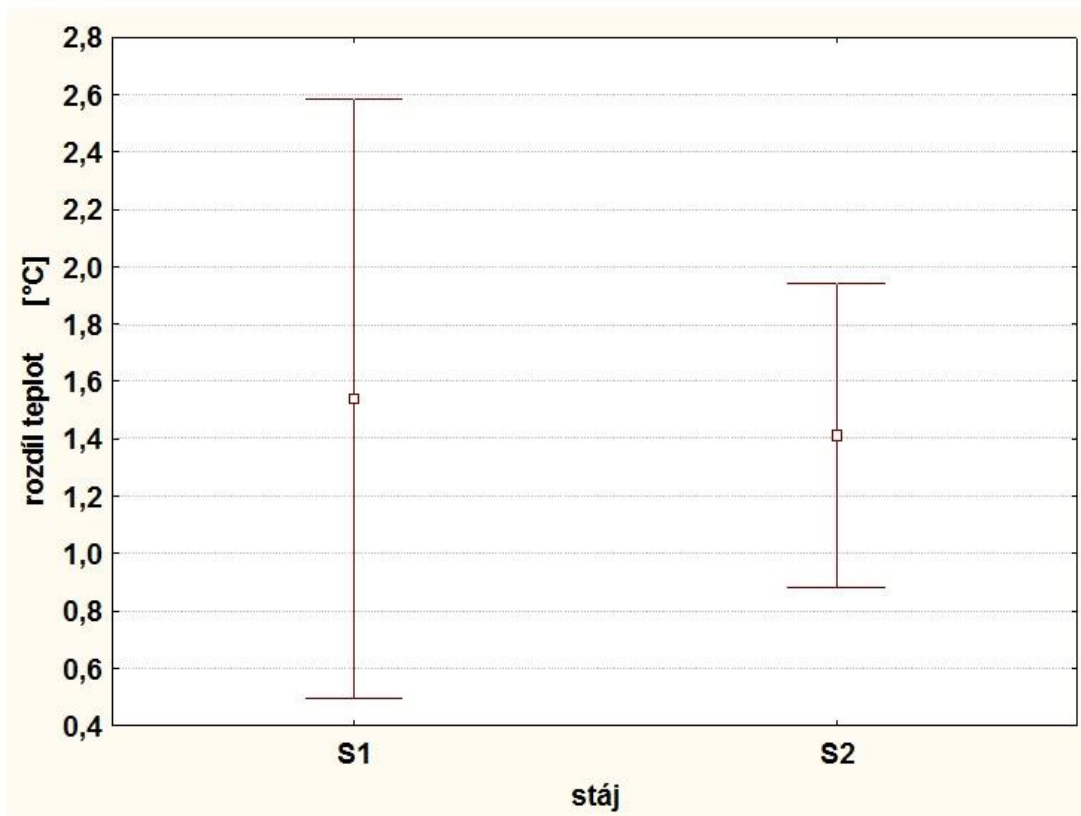
Graf 2: Teplota boxových loží – stáj S2



- **ROZDÍLY MEZI STŘEDOVÝM A KRAJNÍM BOXEM VE STÁJOVÝCH OBJEKTECH S1 A S2**

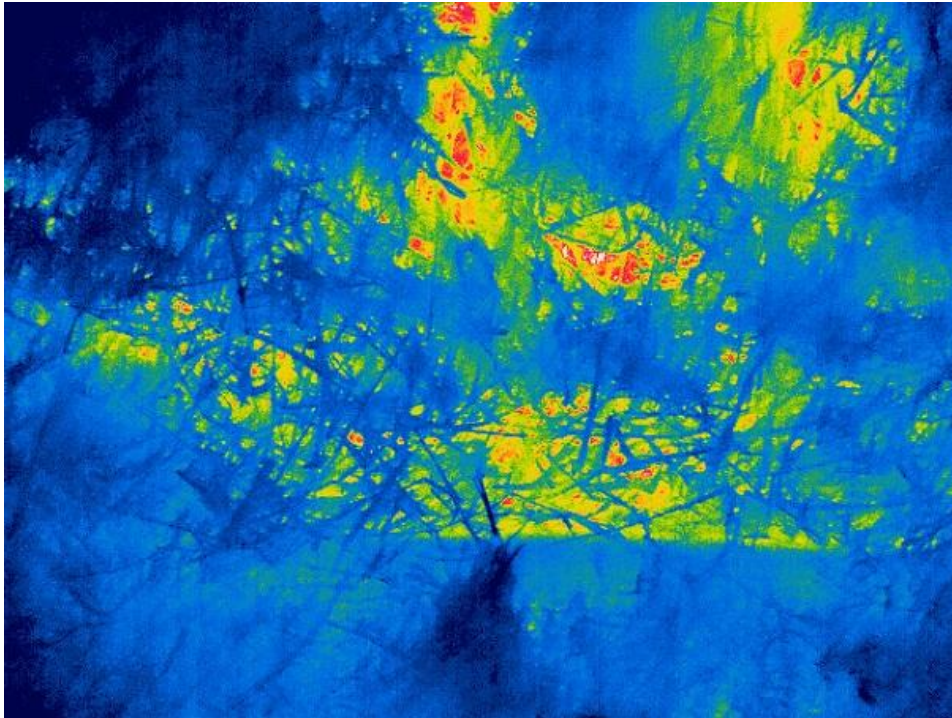
Graf 3. uvádí průměrné hodnoty rozdílů mezi boxovým ložem krajním a boxovým ložem středovým zjištěných v jednotlivých dnech měření. V objektu S1 dosahuje průměrný rozdíl hodnoty $1,54 \pm 1,25$ °C a v objektu S2 byla zaznamenána průměrná hodnota rozdílu $1,41 \pm 0,64$ °C. Rozdíl mezi stájemi S1 a S2 není statistický významný a dosahoval hodnoty $0,13$ °C.

Graf 3: Rozdíly teplot – stáj S1 a S2

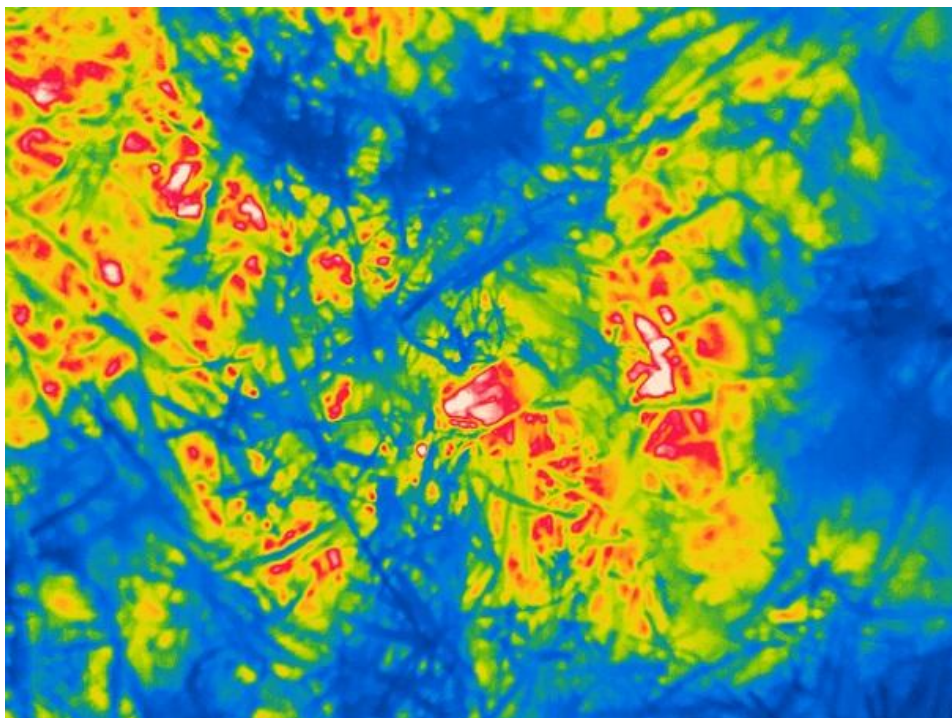


Příklad termogramů (Obr. 15 a Obr. 16) boxového lože pořízené termografickou kamerou Flir SCC 660 – teplotní profily boxového lože při různé teplotě.

Obr. 15: Teplotní profil boxového lože při teplotě vzduchu $-2,3^{\circ}\text{C}$



Obr. 16: Teplotní profil boxového lože při teplotě vzduchu $0,9^{\circ}\text{C}$



V zimním období může při překročení dolní kritické teploty docházet u dojnic k chladovému stresu [2], [5]. K takovému jevu během měření nedošlo, ve sledovaných stájích se průměrná teplota vzduchu pohybovala v intervalu optimálních teplot vzduchu pro dojnice [7] a lze konstatovat, že v daném zimním období byly zabezpečeny vyhovující podmínky vnitřního prostředí.

Při zvýšené relativní vlhkosti vzduchu ve stájovém prostředí dochází ke zvýšenému rozvoji bakterií a plísní, k zhoršení hygieny a kvality podestýlky. V prostředí s nízkou vlhkostí vzduchu dochází u zvířat k vysychání sliznic [5]. Pro dojnice nesmí relativní vlhkost vzduchu překročit 75 % resp. 85 % [8], [9]. U sledovaných stájových objektů se průměrné hodnoty relativní vlhkosti vzduchu vyskytovaly v intervalu, který vymezuje optimální pásmo relativní vlhkosti vzduchu, maximální hodnoty nebyly překročeny.

Vlivem stavebního řešení stáje na teplotu boxových loží se doposud nikdo nezabýval. Pouze práce Lendelové a kol. [13] se detailně zabývá podlahovými konstrukcemi v chovech hovězího dobytka a soustředí se především na teplotnické vlastnosti konstrukcí boxových loží, nicméně vlastní vliv stavebního řešení stáje na tepelné poměry v boxovém loži nezkoumá. Z hlediska teplotnických vlastností autorům jako nejlepší na základě vypočteného tepelného odporu vyšlo prohloubené betonové boxové lože se slamnatou podestýlkou. Autoři také uvádějí, že v zimním období roku se právě slámou jako podestýlkovým izolantem, dají zmírňovat vlivy nízkých teplot vzduchu. To potvrzují i výsledky této práce, že vliv materiálu v boxovém loži má větší vliv než stavební řešení stáje. Navíc i z hlediska tepelné vodivosti [15] se boxové lože se slámou řadí mezi nejvhodnější v zimním období. Avšak při déletrvajících mrazech s teplotami vzduchu pod $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ je nutné počítat s možností promrzání boxových loží [33]. Taková situace však při měření ve stájích S1 a S2 nenastala, teploty vzduchu nebyly pod $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ zaznamenány.

6. ZÁVĚR A DOPORUČENÍ PRO PRAXI

Cílem této práce bylo zjistit vliv stavebního řešení obvodových konstrukcí stáje pro dojnice na teplotu v boxových ložích.

Měření probíhalo v zimních měsících 2012/2013 a 2013/2014. Pro měření byly vybrány dva stájové objekty, ve kterých jsou ustájeny dojnice holštýnského plemene a plemene českého strakatého. Zjišťovány byly hodnoty teploty vzduchu v interiéru obou stájových objektů a v exteriéru, relativní vlhkost vzduchu rovněž v interiéru stáji a exteriéru. Zaznamenávány pomocí termografické kamery byly teploty povrchové vrstvy boxového lože krajního a středového. Termokamerou se také měřila teplota obvodových stěn z vnitřní a venkovní strany stáje.

Výsledné termogramy byly vyhodnoceny prostřednictvím počítačového programu. Získané hodnoty se pomocí statistického programu dále zpracovaly. Následně pro výpočty statistik byly použity statistické funkce.

Z provedeného měření bylo zjištěno:

- Ve stájovém objektu S2 byla zjištěna nejnižší průměrná teplota vzduchu a nejvyšší průměrná relativní vlhkost vzduchu.
- Největší teplotní rozdíl v teplotách mezi interiérem a exteriérem byl zaznamenán u soklu ve stáji S1.
- Ze statistického zpracování naměřených teplot vyplynulo, že mezi krajním a středovým boxovým ložem u stájových objektů S1 a S2 nedošlo ke statisticky významnému rozdílu.
- Naměřené hodnoty teplot vzduchu ve vnitřním prostředí obou stáji se mohou považovat za vyhovující, neboť zjištěné teploty leží v doporučeném intervalu teplot, který zajišťuje tepelnou pohodu ustájených zvířat. Také průměrná relativní vlhkost vzduchu se pohybovala v intervalu, který zabezpečuje optimální podmínky ustájení.

Na základě zjištěných skutečností lze doporučit oba způsoby stavebního řešení stájových objektů, protože nedochází výraznému nepoměru v teplotách boxových ložích a tím k tepelnému diskomfortu při ležení.

7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1]

DOLEŽAL O, PYTLOUN J, MOTYČKA J. Technologie a technika chovu skotu. 1996. 184 s.

[2]

BOUŠKA J, a kol. Chov dojeného skotu. Praha, 2006. 186 s. ISBN 80-86726-16-9.

[3]

Technologie ustájení dojnic. [online]. [cit. 2014-02-20]. Dostupné z: http://www.agropress.cz/ustajeni_dojnic.php

[4]

PŘÍKRYL M, a kol. Technologická zařízení staveb živočišné výroby. Praha, 1997. 276 s. ISBN 80-901052-0-3.

[5]

POGRAN Š, a kol. Kvalita vnútorného prostredia ustajňovacích objektov. Nitra, 2011. 242 s. ISBN 978-80-552-0557-1.

[6]

Teplota vzduchu. [online]. [cit. 2014-02-23]. Dostupné z: <http://cit.vfu.cz/mikroklima/www/3%20Teplota.htm>

[7]

DOLEŽAL O, BÍLEK M, GREGORIADESOVÁ J, KUNC P, ČERNÁ D, KNÍŽKOVÁ I, TOUFAR O, DOLEJŠ J, KUDRNA V, BEČKOVÁ I. Komfortní ustájení vysokoprodukčních dojnic. Praha VÚŽV, 2002. 129 s. ISBN 80-86454-23-1.

[8]

BRESTENSKÝ V. Sprievodca chovateľa hospodárskych zvierat. Nitra VÚŽV, 2002. ISBN 80-88872-18-9.

[9]

KIC P, BROŽ V. Tvorba stájového prostředí. Praha, 1995. 47s. ISBN 80-7105-106-3.

[10]

Zoohygiena [online]. [cit. 2014-03-14]. Dostupné z: http://kvd.agrobiologie.cz/zoohygiena/Zoohygiena%20skripta_Jilek.pdf

[11]

ŠOCH M. Vliv prostředí na vybrané ukazatele pohody skotu. České Budějovice, 2005. 283 s. ISBN 80-7040-742-5.

[12]

DOLEŽAL O, ČERNÁ D. Boxová lože optimalizace parametrů. Metodické listy VÚŽV. Praha, 2003. 8 s. ISBN 80-86454-33-9.

[13]

LENDELOVÁ J, RADOŇ J, POGRAN Š. Podlahové konštrukcie v chove hovädzieho dobytku. Nitra, 2013. 181 s. ISBN 978-80-552-1100-8.

[14]

DRASTICH A. Metodika sběru obrazových dat v infračervené (IR) části spektra. VÚT Brno. 2002

[15]

VOLLMER, M a MÖLLMANN K.-P. WILEY-VCH. Infrared thermal imaging: Fundamentals, research and applications. 2010.

[16]

SVOBODA, Jiří. Termodiagnostika. TMV SS SPOL. S.R.O. Učební text. Praha 2010, 124 s.

[17]

Termokamera [online]. Vystaveno 2005 [cit. 2014-02-12]. Dostupné z: <http://pro-pasiv.cz/termokamera>

[18]

SPEAKMEN J.R, WARD S. Infrared thermography: principle and applications. 1998.

[19]

Termogram [online]. Vystaveno 24. 3. 2011 [cit. 2012-03-4]. Dostupné z: <http://termowiki.termogram.cz/index.php/Termogram>

[20]

Termogram [online]. [cit. 2012-03-4]. Dostupné z: <http://termovize.divoce.cz/termogram/>

[21]

MEOLA C. Infrared thermography recent advances and future trends. Italy, 2012. 241 s. ISBN 978-1-60805-143-4

[22]

Průmyslová termografie [online]. Vystaveno 2008 [cit. 2014-02-16]. Dostupné z: <http://www.termokamera.com/prumyslova-termografie>

[23]

Termovize v průmyslu [online]. Vystaveno 2012 [cit. 2014-02-16]. Dostupné z: <http://www.pro-pasiv.cz/termovize-v-prumyslu/>

[24]

Termovize v elektrotechnice [online]. Vystaveno 2005 [cit. 2014-02-17]. Dostupné z: <http://pro-pasiv.cz/oblasti-pouziti-termovize/termovize-v-elektro>

[25]

Termovize ve fotovoltaice [online]. Vystaveno 2005 [cit. 2014-02-17]. Dostupné z: <http://pro-pasiv.cz/oblasti-pouziti-termovize/termovize-ve-fotovoltaice>

[26]

Infračervená kamera SVIT [online]. Vystaveno 2008 [cit. 2014-02-18]. Dostupné z: <http://www.promedical.cz/infrakamera.htm>

[27]

Termografie – služba ve zdravotnictví [online]. Vystaveno 2008 [cit. 2014-02-18]. Dostupné z: <http://www.lekarprakticky.com/termografie-nove-v-ordinaci/>

[28]

KIMMEL E, ARKIN H, BERMAN A. Evaporative cooling of cattle: transport phenomena and thermovision. 1992. 92-4028: 14.

[29]

KNÍŽKOVÁ I, KUNC P, NOVÝ Z, KNÍŽEK J. Evaluation of evaporative cooling on the changes of cattle surface body temperatures with use of thermovision. *Ziv Vyr*, 1996. 41: 433-439.

[30]

KNÍŽKOVÁ I, KUNC P, KOUBKOVÁ M, FLUSSER J, DOLEŽAL O. Evaluation of naturally ventilated dairy barn management by a thermographic method. 2002. 77: 349-53.

[31]

LENDELOVÁ J, POGRAN S, KNÍŽKOVÁ I, KUNC P. The influence of top-layer structure quality on thermal properties of dairy cubicle floors. In: *Proc. Aktuální otázky bioklimatologie zvířat*. 2005, Brno. 48 – 52.

[32]

Knizkova I, Kunc P, Koubkova M, Flusser J, Doležal O. Evaluation of naturally ventilated dairy barn management by a thermographic method. *Livest Prod Sci* 2002; 77: 349-53.

[33]

Lendelova J. Parametre ovplyvňujúce kvalitu podlahových konštrukcií pre hovädzí dobytok. *Habilitační práce, SPU Nitra*, 2013, 191 s.

8. SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Obr. 1: Boxové lože	- 3 -
Obr. 2: Šikmé boxové lože.....	- 12 -
Obr. 3: Využití boxového lože při vstávání dojnice	- 12 -
Obr. 4: Signál použitý k přenosu informace při infračerveném zobrazení.....	- 18 -
Obr. 5: Spektrální závislosti emisivity	- 19 -
Obr. 6: Schéma složek celkové radiace snímané termografickou kamerou	- 20 -
Obr. 7: Blokové schéma – základní komponenty infračervené termokamery.....	- 22 -
Obr. 8: Rozdělení měřící techniky podle konstrukčního uspořádání	- 24 -
Obr. 9: Povrchová teplota vnější stěny	- 26 -
Obr. 10: Tepelný profil zdravého králíka.....	- 26 -
Obr. 11: Kontrola přetíženého motoru	- 27 -
Obr. 12: Prostředníček pravé ruky – červené ložisko značí otok	- 29 -
Obr. 13: Indikovaný únik vody z potrubí otopného systému.....	- 32 -
Obr. 14: Tepelný most.....	- 33 -
Obr. 15: Teplotní profil boxového lože při teplotě vzduchu -2,3°C	- 41 -
Obr. 16: Teplotní profil boxového lože při teplotě vzduchu 0,9°C.....	- 41 -
Tab. 1: Hlavní rozměry boxového lože	- 4 -
Tab. 2: Rozmezí kritických teplot a teplot pro tepelnou pohodu skotu	- 6 -
Tab. 3: Doporučené hodnoty relativní vlhkosti vzduchu ve vnitřním prostředí stáje skotu.....	- 7 -
Tab. 4: Nejvyšší přípustné koncentrace plyných škodlivin.....	- 9 -
Tab. 5: Průměrná teplota vzduchu a relativní vlhkosti vzduchu	- 36 -
Tab. 6: Průměrná teplota stěny, soklu a plachty [°C].....	- 37 -
Graf 1: Teplota boxových loží – stáj S1	- 38 -
Graf 2: Teplota boxových loží – stáj S2	- 39 -
Graf 3: Rozdíly teplot – stáj S1 a S2.....	- 40 -