

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zemědělská Fakulta

Studijní program: N4106 Zemědělská specializace

Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí

Katedra: Katedra krajinného managementu

Vedoucí katedry: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Zhodnocení stávajícího stavu stavby kravína v Zubčicích
z hlediska mikroklimatických a stavebně technických
podmínek

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jan Závitkovský

Autor práce: Bc. Sandra Studená

České Budějovice, 2016

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně s využitím uvedených pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 10.4.2016

Sandra Studená

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce panu Ing. Janu Závitkovskému za odborné vedení, cenné rady, informace a připomínky k této diplomové práci. Dále bych chtěla poděkovat zemědělskému podniku ZEMOS Zubčice, kde mi byla umožněna instalace měřících přístrojů, odběry vzorků zdiva a poskytnuty podklady a informace potřebné k dokončení této práce. Dále děkuji Vodohospodářské laboratoři Povodí Vltavy v Českých Budějovicích za možnost využití jejich prostor a přístrojů k podrobnému zjišťování vlhkosti z odebraných vzorků a také panu Vratislavu Novákovi, který mi byl nápomocen při zpracovávání naměřených dat z instalovaných přístrojů do formy grafů.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá konkrétní zemědělskou stavbou pro chov a ustájení dojníc ze stavebně technických a mikroklimatických podmínek a posuzuje, zda je daná stavba v souladu s těmito podmínkami. V teoretické části jsou popsány požadavky na mikroklima stájí, obecné a legislativní požadavky na kvalitu vnitřního prostředí, způsoby a přístroje k měření mikroklimatu a materiály a konstrukce stájových objektů pro chov skotu. Druhá (praktická) část této práce se zabývá průzkumem vybrané stavby. V této části je zkoumáno vnitřní mikroklima objektu stáje a stavebně technický stav konstrukcí na základě vlastního měření a šetření. Výsledky jsou pak zpracovány ve formě tabulek a grafů, dále zhodnoceny a jsou navržena opatření pro zajištění co možná nejlepších mikroklimatických podmínek po celý rok, nezávisle na ročním období.

Abstract:

The thesis deals with the specific agricultural buildings for housing and breeding of dairy cows in terms of civil engineering and microclimatic conditions. The theoretical part describes the requirements for microclimate in stables, general and legislative requirements for indoor environmental quality, methods and tools for measuring microclimate, materials and construction of stable objects for cattle breeding. The second (practical) part of the thesis shows the research of selected buildings. This part examines the internal microclimate of the stables and technical condition of the buildings. It is based on the author's own investigation and measurement. The results are then presented in the form of charts and graphs. Finally the thesis evaluates and suggests steps to create the best possible microclimate conditions throughout the year, regardless of the season.

Klíčová slova:

Mikroklima, relativní vlhkost, teplota, legislativa, měření, přístroje, materiály, stavební konstrukce, průzkum.

Key words:

Microclimate, relative humidity, temperature, legislation, measurements, instruments, materials, building construction, survey.

OBSAH

1. ÚVOD A CÍL PRÁCE	10
2. MIKROKLIMA	11
2.1 Abiotické faktory.....	11
2.2 Biotické faktory.....	11
3. VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ STAVEB PRO HOSPODÁŘSKÁ ZVÍŘATA	12
3.1 Požadavky na mikroklima stájí	12
3.1.1 Teplota ovzduší.....	12
3.1.2 Relativní vlhkost vzduchu	13
3.1.3 Teplotně vlhkostní index (THI)	14
3.1.4 Katahodnota.....	15
3.1.5 Rychlost proudění vzduchu	15
3.1.6 Intenzita osvětlení	16
3.1.7 Stájový vzduch.....	16
4. MIKROKLIMATICKÁ MĚŘENÍ.....	17
4.1 Význam mikroklimatických měření	17
4.2 Způsoby měření mikroklimatu	17
4.2.1 Ambulantní způsob měření.....	17
4.2.2 Registrační měření	17
4.3 Volba měřících stanovišť	18
4.3.1 Počet stanovišť	18
4.3.2 Způsob ustájení	18
4.3.3 Rozdílnost stanovišť.....	18
4.3.4 Rozmístění stanovišť	19
5. PŘÍSTROJE K MĚŘENÍ MIKROKLIMATU	19
5.1 Přístroje k měření teploty ve stájích	19
5.1.1 Teploměry.....	19

5.1.2 Termohygrograf.....	19
5.1.3 Dataloggery Comet pro záznam teploty.....	20
5.2 Přístroje k měření vlhkosti.....	20
5.2.1 Vlasový vlhkoměr.....	20
5.2.2 Assmannův aspirační psychrometr.....	20
5.2.3 Dataloggery Comet pro záznam vlhkosti.....	21
5.3. Přístroje k měření rychlosti proudění vzduchu.....	21
5.3.1 Katateploměr.....	21
5.3.2 Termoanemometr.....	22
5.3.3 Ultrazvukový měřič rychlosti větru.....	22
6. LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY.....	22
6.1 Legislativa upravující stavební a stavebně technické požadavky.....	22
6.2 Legislativa upravující požadavky na umístění staveb pro skot.....	23
6.3 Legislativa upravující požární bezpečnost.....	24
6.4 Legislativa upravující hygienu a hygienu pracovního prostředí.....	24
6.5 Legislativa upravující ochranu zvířat.....	25
7. MATERIÁLY A KONSTRUKCE.....	25
7.1. Základní terminologie.....	26
7.2 Konstrukce stájových objektů pro chov skotu.....	26
7.3 Vnitřní části objektu a jeho členění.....	27
7.3.1 Základy.....	28
7.3.2 Obvodová stěna.....	28
7.3.3 Podlahová konstrukce.....	28
7.3.4 Střešní plášť.....	29
7.3.5 Vrata.....	29
7.4 Vnější členění objektu (členění do zón).....	29
7.5 Druh a způsob ustájení.....	30

7.5.1 Pohybové prostory	32
7.5.2 Dispoziční uspořádání boxů	32
7.6 Technologie.....	33
7.6.1 Technologie napájení	33
7.6.2 Technologie krmení	33
7.6.3 Technologie dojení.....	33
7.6.4 Technologie odklizu stájových odpadů.....	34
7.6.5 Stájová kanalizace.....	34
7.7 Stavební tepelná technika	35
7.8 Větrání	35
7.8.1 Přirozené větrání	35
7.8.2 Nucené větrání	36
7.9 Požární bezpečnost	36
7.10 Hygiena pracovního prostředí	38
7.11 Ochrana životního prostředí.....	38
8. VLASTNÍ PRÁCE.....	39
8.1 Popis a průzkum zemědělského objektu Zubčice.....	39
8.2 Klimatické poměry v oblasti a terénní podmínky	40
8.3 Stavebně technický popis stájových konstrukcí.....	41
8.3.1 Základy.....	43
8.3.2 Podlahová konstrukce	43
8.3.3 Zdivo	43
8.3.4 Střešní konstrukce.....	43
8.3.5. Ustájení.....	43
8.3.6 Větrání	44
8.3.7 Vytápění	44
8.3.8 Osvětlení.....	44

8.3.9 Technologie krmení a napájení.....	45
8.3.10 Technologie odklizu hnoje	45
8.3.11 Únikové východy	45
9. METODIKA PRÁCE.....	46
9.1 Hodnocení vlhkostního stavu konstrukcí.....	47
9.1.1 Metodika měření vlhkosti zdiva	47
9.1.2 Přístroje použité k měření vlhkosti zdiva	48
9.2 Hodnocení mikroklimatických parametrů	48
9.2.1 Metodika měření mikroklimatu	49
9.2.2 Přístroje použité k měření mikroklimatu.....	49
9.3 Hodnocení stavebně technických parametrů.....	50
10. VÝSLEDKY.....	51
10.1 Výsledky měření vlhkosti zdiva	51
10.2 Výsledky mikroklimatického měření	52
10.2.1 Hodnocení teplot.....	54
10.2.2 Hodnocení relativních vlhkostí.....	59
10.2.3 Hodnocení teplotně vlhkostního indexu (THI).....	65
11. NÁVRH OPATŘENÍ.....	67
12. ZÁVĚR.....	69
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	70
SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ	72
SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK.....	72
SEZNAM POUŽITÝCH FOTOGRAFIÍ.....	74
SEZNAM PŘÍLOH.....	74
FOTODOKUMENTACE K DIPLOMOVÉ PRÁCI.....	75

1. ÚVOD A CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce je prozkoumání a posouzení stávajícího stavu zemědělské stavby kravína v Zubčicích z hlediska dodržení požadovaných charakteristik vnitřního prostředí a vhodnosti použitých materiálů a konstrukcí. Práce je zaměřena na seznámení se s problematikou mikroklimatu a stavebně technických požadavků na stavby pro účely ustájení hospodářských zvířat, zejména dojnic, protože se tato práce týká právě objektu kravína, který slouží k jejich chovu, produkci mléka a odchovu telat.

Tematicky je má práce rozdělena na dvě části. První, teoretická, část práce se zabývá obecnými požadavky na vnitřní prostředí a stavebními materiály a konstrukcemi staveb pro ustájení hospodářských zvířat. Druhá část práce je zaměřena na praktickou stránku, a to měření mikroklimatických podmínek a stávající vlhkosti v nosných konstrukcích hospodářské stavby kravína v Zubčicích, který jsem si pro účely této diplomové práce vybrala k posuzování. V této části práce jsou hodnoceny především hlavní parametry mikroklimatu, kterými jsou teplota, relativní vlhkost vzduchu, a na základě těchto dvou veličin okrajově i teplotně vlhkostní index, v objektu s následným vyhodnocením a návrhem řešení.

Toto téma jsme spolu s vedoucím mé diplomové práce panem Ing. Janem Závítkovským vybrali proto, že jsem již téma vlhkosti budov zpracovávala v bakalářské práci a tato témata spolu úzce souvisejí. Jednalo se však o analýzu staršího rodinného domu postiženého vlhkostí, kde již byla témata vyčerpána a o moc více by se rozvést ve formě diplomové práce nedala. Proto jsme také téma vlhkosti konstrukcí rozšířili o mikroklimatická měření a zvolili jsme místo posuzování rodinného domu zemědělský objekt.

2. MIKROKLIMA

Mikroklima můžeme definovat buď jako klima malého území uvnitř geografického celku, například břeh nebo okraj lesa, nebo jako klima v uzavřených objektech, například stáje nebo skleníku. Mikroklima je v přímém vztahu s vnějším atmosférickým ovzduším - makroklimatem. Vliv makroklimatu, které je definováno jako klima velkého území nebo geografického celku na mikroklima je pak dán několika faktory, kterými jsou zejména konstrukce a provedení stavby, provoz, způsob větrání, popř. klimatizace, apod. Mikroklima se liší od makroklimatu nejen měřítkem svého rozsahu, ale i chemickým složením atmosférického vzduchu. Zatímco makroklima má chemické složení vzduchu prakticky stejné na celé zeměkouli, mikroklima se liší případ od případu [15].

Mikroklima ve stáji bývá vytvářeno působením mnoha faktorů, které Klabzuba rozdělil do dvou skupin na faktory abiotické a biotické (biologické):

2.1 Abiotické faktory

1) Fyzikální faktory - teplota a vlhkost vzduchu (teplotně - vlhkostní index), proudění a ochlazovací veličina (katahodnota) vzduchu, sluneční záření, přirozené a umělé osvětlení ve stájích, barometrický tlak a hluk.

2) Chemické faktory (znečištění) - chemické složení vzduchu, zejména s ohledem na koncentrace toxických plynů jako je čpavek, oxid uhličitý, sirovodík, dále metan, merkaptany, alkylaminy aj. zápašné plyny.

2.2 Biotické faktory

1) Biologické faktory – těmi jsou prašnost a mikrobiologické znečištění

Z těchto vyjmenovaných biotických i abiotických faktorů má největší význam pro chovaná zvířata tepelně vlhkostní režim charakterizovaný interní teplotou, vlhkostí vzduchu a teplotou vnitřních povrchů spolu s prouděním vzduchu [12].

3. VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ STAVEB PRO HOSPODÁŘSKÁ ZVÍŘATA

Při zjišťování stájového mikroklimatu je důležité určit jednotlivé biologické, fyzikální, technické a chemické charakteristiky jako např. tepelný stav a vlhkost prostředí, osvětlení, čistota stájového vzduchu, a to z hlediska obsahu mechanických, mikrobiologických, plynných nečistot a škodlivin a hlučnosti stájového prostředí [3]. Protože to, v jakém prostředí jsou hospodářská zvířata chována má přímý vliv na jejich zdraví, optimální pohodu (welfare) a vysokou produkci a to až z 20 - 30%. Mikroklima, nebo-li stájové ovzduší, které zvířata bezprostředně obklopuje, považujeme za nejdůležitější, protože ovlivňuje intenzitu metabolismu zvířat a v nevyhovujících podmínkách se navíc zhoršuje životní pohoda zvířat, která může vyústit až ve stres, zhoršený zdravotní stav a z toho pramenící nižší produkce [5].

3.1 Požadavky na mikroklima stájí

Hlavním faktorem, který zpravidla nejvíce ovlivňuje stájové mikroklima je teplota vzduchu, která je základním faktorem tepelného stavu prostředí, jenž je výsledkem tepelné bilance stájového prostoru a rozhoduje o hodnotách ostatních faktorů jako jsou vlhkost a proudění vzduchu. Důležitou roli mají při posuzování mikroklimatických podmínek ve stáji také další klimatické faktory, jako např. teplotně vlhkostní index, stájový vzduch nebo intenzita osvětlení [2].

3.1.1 Teplota ovzduší

Teplota místnosti, kde jsou zvířata ustájena musí splňovat určité podmínky vhodné pro psychickou pohodu a zdraví ustájených zvířat, protože se mohou při vysokých teplotách dostat do tepelného stresu. Hraniční hodnota považovaná za tepelný stres je obvykle uváděna při 20 °C. U skotu může tepelný stres vyvolat ztráty v produkci a v ojedinělých případech může kráva i uhynout, pokud na ni působí ještě nějaký jiný stresor. Mezi hlavní příznaky tepelného stresu patří zvýšený příjem vody a snížený příjem krmiva, zvýšení dechové a tepové frekvence a teploty těla a dilatace krevních cév (krev se ztrácí mimo oběh a tak nedochází k řádnému prokrvování mozku). V případě těžkého tepelného stresu začínají zvířata dýchat s otevřenou hubou a těžce oddechují s jazykem visícím ven a produkují výrazné množství slin. Při vysokých teplotách nastávají i změny v chování. Jde o tzv. etologickou adaptaci,

kdy se zvíře snaží bránit proti vysokým teplotám a snaží se ochladit tak, že vyhledá stín nebo vítr. Zároveň u něj narůstá pohybová aktivita a zkracuje se doba ležení a zvíře je celkově neklidné. Při vysokých teplotách je pro zvíře mnohem obtížnější adaptace a aklimatizace, než je aklimatizace do chladu. Je totiž jednodušší zvýšit produkci tepla, obzvláště pokud je dostatek potravy, než snížit produkci tepla danou metabolickými procesy nezbytnými k udržení života. Vysokým teplotám se lze bránit používáním vhodného steliva do leháren a boxů, dostatečným větráním, ať už přirozeně nebo za použití nuceného větrání, používáním takových materiálů, které skotu usnadní adaptaci na vzniklé teplotní změny a využívat pro jeden podnik systém podobných stájí, aby přechod zvířat mezi stájemi nezpůsobil další stres při adaptaci na jiné stájové prostředí [20].

Kategorie zvířat	Teplota vzduchu v interiéru (°C)	
	Minimum	Optimum
Teletník	8 °C	10 - 14 °C
Mladý skot - volná stáj	2 °C	2 - 10 °C
Mladý skot - vazná stáj	6 °C	10 - 12 °C
Dojnice - vazná stáj	8 °C	10 - 12 °C
Dojnice volná stáj	2 °C	4 - 10 °C
Dojírna	10 °C	14 - 16 °C

Tab. č. 1: Požadovaná optima a přípustná minima teploty ve stájích pro skot [12]

3.1.2 Relativní vlhkost vzduchu

Relativní vlhkost vzduchu ve stáji udává míru nasycení vzduchu vodními parami a je jedním z dalších důležitých faktorů, které by se měly ve stájovém prostředí sledovat. Jejím hlavním zdrojem jsou samotná zvířata a pouze 25% odpařované vodní páry pochází z neživých předmětů, jako jsou mokré plochy a zdroje vody ve stáji, avšak právě tento výpar lze alespoň částečně ovlivnit. Jak vysoký výpar poté vznikne závisí především na teplotě prostředí, nasycení vodními parami a proudění vzduchu. Kombinací vysoké teploty a vysoké relativní vlhkosti je znesnadněno odpařování z povrchu těla, které vede k narušení termoregulačních procesů a snižování užitkovosti. Naopak při nízké teplotě a vysoké relativní vlhkosti se teplo intenzivně přenáší z povrchu těla do okolí, protože vlhký vzduch velmi dobře vede teplo. Pozor je ale potřeba dát při velmi nízkých teplotách, protože by mohlo dojít až k podchlazení zvířete, zejména u mláďat. Při vysokých teplotách a

nízké relativní vlhkosti je zas potřeba zajistit dostatečný příjem tekutin, aby nedocházelo k vysychání sliznic a nesnižovala se protiinfekční schopnost organismu. K tomu dochází při velmi nízké relativní vlhkosti pod 35%. A poslední variantou je kombinace nízké teploty a nízké relativní vlhkosti, která je pro zvířata přijatelná, protože jsou chráněná srstí proti chladu. Tato kombinace je však ojedinělá. Optimálně by se proto měla relativní vlhkost pohybovat v rozmezí 40 – 80%, aby neovlivňovala tepelné ztráty zvířat. K tomu může dojít například pokud je stáj špatně větratelná, a to i za předpokladu, že teplota je relativně nízká [20]. Podle Mikšíka a Žižlavského by ve volné produkční stáji neměla relativní vlhkost překročit hranici 75% a Jílek dodává, že spodní hranice by neměla klesnout pod 50% [13] [10].

Relativní vlhkost 80% by měla být maximální hodnotou dosaženou výjimečně v zimním období, při poklesu venkovních teplot na nejnižší hodnoty. Při relativní vlhkosti 80% je kráva tolerantní na teplotu jen do 23 °C, při minimálních hodnotách relativní vlhkosti 40% je pak kráva tolerantní až na teplotu do 28 °C [9].

	Období	Optimální teplota	Relativní vlhkost
Vazná produkční stáj	zimní	10 - 12 °C, min 6 °C	do 85 %
	letní	14 - 18 °C	
Volná produkční stáj	zimní	4 - 10 °C	do 75 %
	letní	10 - 20 °C	
Dojírna	zimní	14 - 16 °C, min 10 °C	do 60 %
	letní	14 - 18 °C	
Porodna	zimní	12 - 16 °C, min 8 °C	do 85%
	letní	14 - 18 °C	

Tab. č. 2: Optimální hodnoty teploty a relativní vlhkosti dle ročního období [13]

3.1.3 Teplotně vlhkostní index (THI)

Teplotně vlhkostní index je kombinace teploty a relativní vlhkosti a používá se jako indikátor stresových teplotních klimatických podmínek. K výpočtu se používá rovnice, kterou uvádí Brouček a kolektiv:

$$THI = (0,8*tdb) + ((\% RH/100)*(tdb - 14,4))+46,4$$

Kde:

tdb..... teplota ovzduší (°C)

% RH ... relativní vlhkost ovzduší ve stáji (%)

Výsledná hodnota teplotně vlhkostního indexu:

THI < 70 = pohodlná hodnota

THI 72 = limitující hodnota, jejíž překročení může znamenat teplotní stres. Pro představu je hodnota THI = 72 při relativní vlhkosti ovzduší 50% a teplotě 25°C

THI 75 – 78 = stresující hodnota

THI > 78 = neschopnost zvířat udržovat termoregulační mechanismy

3.1.4 Katahodnota

Katahodnota je ochlazovací veličina, která slouží pro komplexní posouzení tepelné pohody zvířat. Vyjadřuje množství tepla, které je vydáváno z jednotky povrchu těla za určitý časový úsek, v jednotkách W/m^2 . Pokud se ochlazovací veličina zvyšuje nad hranici optima, zvyšuje se pocit chladu a naopak, pokud se snižuje, nastává pocit tepla až dusna. Optimální hodnoty pro dospělé skot se pohybují v rozmezí 290 – 420 W/m^2 , popř. v širším rozmezí optima 170 – 500 W/m^2 . Hodnoty nižší než 170 W/m^2 charakterizují prostředí velmi teplé až dusné, hodnoty nad 500 W/m^2 představují pro zvířata pocit chladu až zimy [20].

3.1.5 Rychlost proudění vzduchu

Rychlost proudění vzduchu ve stáji ovlivňuje především konstrukce stáje, systém větrání, výskyt netěsností apod. Vzniká mezi místy s rozdílnou teplotou tak, že vzduch s nižší teplotou proudí do míst s vyšší teplotou, neboli z míst vyššího tlaku do míst s nižším tlakem. Odhadnutí směru proudění vzduchu je poměrně složité, ale zjednodušeně lze říci, že přiváděný chladnější a tím i těžší vzduch klesá k podlaze a po ohřátí následně stoupá ke stropu [10].

Hlavně v letních měsících podporuje proudění vzduchu termoregulaci, díky čemuž je z povrchu těl zvířat odebíráno teplo a vodní pára. Za optimální rychlost proudění větru se považuje rychlost v rozmezí 0,1 – 0,3 m/s, při vysokých teplotách až 0,5 – 1,5 m/s. Takovéto proudění má pozitivní vliv na krevní oběh a látkovou výměnu. Negativní vliv má pak průvan, ke kterému dochází v uzavřených prostorech

při proudění vzduchu jedním směrem, takže ochlazuje pouze určitou část těla a může dojít k podchlazení. Průvan vzniká při příčném otevírání oken a dveří a netěsnostmi objektu, a to při rychlosti proudění vyšší než 0,3 m/s [20].

3.1.6 Intenzita osvětlení

Skot bývá citlivý na intenzitu světla, a proto se doporučuje, aby se hodnota pohybovala v rozmezí 150 – 200 luxů po dobu 16 – 18h denně. Při nižší intenzitě kolem 50 luxů, které je pro člověka považováno za šero, je toto osvětlení skotem považováno za tmou [20]. Osvětlení pro příslušnou cílovou skupinu dělíme na osvětlení fyziologické (světlo nezbytné k vytvoření příznivých podmínek pro správný průběh příslušných biologických pochodů) a pracovní osvětlení (světlo určené k zajištění pracovní pohody a hygieny prostředí člověka), kdy je dostatečné osvětlení prostor stáje důležité také pro bezpečnost práce. Dalším rozdělením je osvětlení denní (přímé sluneční záření, případně difusní záření oblohy) a umělé (žárovky, zářivky, apod.) [5].

3.1.7 Stájový vzduch

Složení stájového vzduchu se odvíjí od počtu ustájených zvířat, jejich koncentrace na určité ploše, celkové hygieně prostředí a intenzitě větrání. Jeho složení bývá proměnlivé a vždy je odlišné od venkovního vzduchu. Stájový vzduch oproti venkovnímu vzduchu obsahuje více vodní páry, CO₂ a mikrobů a může docházet i ke zvýšení obsahu amoniaku a sirovodíku. Tyto látky vznikají především vydechováním (CO₂), vylučováním (amoniak) a hnilobnými procesy (sirovodík). Stájový vzduch obsahuje mimo jiné i vysoké procento prachových částí, které jsou nejčastěji zdrojem suchých krmiv a podestýlky, úlomky srsti ustájených zvířat, vápenným prachem (desinfekční preparát v práškové formě) a při zametání na sucho. Prach se dále provozem, pohybem ustájených zvířat a prouděním vzduchu rozvíří po prostoru stáje a je zvířaty vdechován, což je pro organismus zátěž a navíc je prach nosičem mikroorganismů a bakterií. Pro zamezení zvyšování koncentrace prachových částic se doporučuje nepoužívat sypké suché krmné směsi, silně prašné stelivové materiály, udržovat vyšší relativní vlhkost vzduchu, pravidelně odstraňovat prach a předcházet jeho zviřování a využívat vhodná technologická zařízení k dopravě a dávkování krmiv [5].

4. MIKROKLIMATICKÁ MĚŘENÍ

4.1 Význam mikroklimatických měření

Systematické pozorování mikroklimatických podmínek slouží ke shromažďování dat, která objektivně popisují prostředí a životní podmínky chovaných zvířat. Výsledky měření lze porovnávat s doporučenými hodnotami a chovatel může najít zpětně příčinu problému se zdravotním stavem nebo užitkovostí, nebo může naměřené údaje využít jako prevenci k zamezení těchto problémů. Na základě preventivních měření pak můžeme odstranit nedostatky nebo přijmout opatření, kterými se zamezí nedodržení mikroklimatických podmínek a v důsledku toho i zamezení ztrát v produkci. Z ekonomického hlediska je totiž výhodnější investovat do preventivního měření mikroklimatu, protože ztráty způsobené poklesem produkce jsou mnohonásobně vyšší. Nutno ale konstatovat, že v České republice se s pravidelným preventivním měřením můžeme setkat pouze u specializovaných chovatelů drůbeže či prasat. V chovech ostatních druhů hospodářských zvířat je tomu spíše výjimkou. V těchto chovech probíhá měření mikroklimatu zpravidla tehdy, když v chovu nastanou problémy se zdravotním stavem nebo problémy s užitkovostí hospodářských zvířat. V takovýchto případech se provádí diagnostické měření na požádání chovatele. Tento typ měření však bývá časově a materiálově náročný a ne vždy rozpozná příčinu problému [5].

4.2 Způsoby měření mikroklimatu

4.2.1 Ambulantní způsob měření

Provádí se jednorázově nebo opakovaně za účasti měřiče a trvá kratší dobu v závislosti na počtu stanovišť a měřených veličin. Má především diagnostický účel, to znamená, že zjišťuje momentální závadu a lze jím změřit prakticky veškeré činitele stájového mikroklimatu. Výhodami ambulantního měření je komplexnost, vysoká analytická přesnost, možnost měření na vysokém a libovolném počtu stanovišť a tím i možnost vyjádření prostorové vyrovnanosti naměřených hodnot [5].

4.2.2 Registrační měření

Provádí se zpravidla bez osobní přítomnosti měřiče, čímž vzniká nevýhoda při vzniku nedostatků v měření, které se později dají těžko nebo vůbec vysvětlit. Na

druhou stranu poskytuje registrační měření bohatý číselný materiál k vyhodnocování a probíhá dlouhodobě. Mezi hlavní výhody tohoto měření patří nižší pracnost a vyjádření časového průběhu měřených hodnot. Mezi nevýhody pak patří nižší počet stanovišť, finančně nákladné přístroje a nepřesné vyjádření prostorového rozložení hodnot mikroklimatu [21].

4.3 Volba měřících stanovišť

4.3.1 Počet stanovišť

Jedním z důležitých kritérií volby měřícího stanoviště je počet stanovišť. Čím více je zvolených stanovišť, tím vyšší je počet shromážděných dat a tím přesnější vyjádření prostorového rozložení měřených hodnot. Avšak toto kritérium bývá často v rozporu s finančními a časovými možnostmi měřiče. Častěji se můžeme setkat s variantou jednoho měřícího přístroje umístěného v centrální části monitorovaného prostoru a druhým přístrojem umístěným ve venkovním prostoru pro srovnání hodnot uvnitř a vně stáje [5].

4.3.2 Způsob ustájení

Technologie ustájení hraje také významnou roli ve volbě měřících stanovišť. Volně ustájená zvířata mají totiž možnost se z místa se zhoršeným stavem mikroklimatu přesunout nebo vyhledat výhodnější pozici z hlediska své životní pohody. V tomto případě nejsou nároky na síť stanovišť příliš vysoké. Naopak tomu je u boxových, kotcových nebo klecových systémů ustájení, kdy zvíře nemá možnost nevyhovující prostředí opustit a může být zhoršeným podmínkám vystaveno delší dobu. V takovém případě musí být provedeno podstatně větší množství měření [5].

4.3.3 Rozdílnost stanovišť

Nejvhodnější umístění stanovišť je takové, kdy umístíme měřící přístroje do míst s největšími předpokládanými rozdíly v měřených hodnotách. To znamená do blízkosti dobře odvětrávaných prostor oken, dveří, vrat nebo větracích zařízení a naopak do míst se zhoršeným přístupem větraného vzduchu [5].

4.3.4 Rozmístění stanovišť

Optimálně by měla být stanoviště rozmístěna po osách vzdálených přibližně 5 – 7 m, v závislosti na prostorovém uspořádání stáje [5].

5. PŘÍSTROJE K MĚŘENÍ MIKROKLIMATU

5.1 Přístroje k měření teploty ve stájích

5.1.1 Teploměry

A. Kapalinové – jejich funkce je založena na roztažnosti kapalin a používají se téměř výhradně pro ambulantní měření. Mají poměrně rychlou reakci, jsou cenově dostupné a v současné době nejrozšířenější.

B. Kovové (bimetalové) – jejich funkce je založena na dvojkolovém pásku, který obsahuje dva kovy různé tepelné roztažnosti, kdy se pásek účinkem tepla ohýbá a tento pohyb se přenáší na ručičku teploměru. Avšak tato reakce na změnu teploty je relativně pomalá, ale i přesto jsou kovové teploměry poměrně často využívány.

C. Elektrické a termoelektrické – jejich funkce je založena na termoelektrickém článku tvořeném dvěma různými kovovými vodiči a vzniku termoelektrického napětí při rozdílných teplotách obou spojů vodičů. Jsou to teploměry často využívané v zemědělství díky registračnímu způsobu měření teploty a finanční dostupnosti.

D. Infrateploměry – jsou to velmi přesné, rychlé a bezkontaktní teploměry, které měří tepelné záření, které vysílají objekty do prostředí.

E. Termovize – termovize měří pomocí infračerveného záření povrchové teploty předmětů, které zobrazují a zaznamenávají na termovizní kamery. V podmínkách živočišné výroby se však využívají jen zřídka kvůli své finanční náročnosti [5].

5.1.2 Termohygrograf

Termohygrograf je přístroj sloužící k zápisu časového průběhu změn teploty a relativní vlhkosti vzduchu. K měření využívá dvě čidla, jedno pro zápis teplotních změn, které tvoří bimetalový teploměr a druhé pro zápis změn v relativní vlhkosti, které tvoří vlasový svazek. Tato čidla pak průběžně zapisují naměřené hodnoty obou veličin na registrační papír. Výhodami termohygrografu je jeho jednoduché provedení a přesné měření. Nevýhodami je nemožnost umístit přístroj do blízkosti

zvířat a na stanoviště, kde se předpokládá přímé sluneční záření a pracný způsob vyhodnocování naměřených dat v týdenních intervalech. Nejčastěji se používá v meteorologii, ale je vhodný i pro měření ve stájových podmínkách. [5].

5.1.3 Dataloggery Comet pro záznam teploty

Teploměry – dataloggery jsou určeny k zaznamenávání teplot do elektronické paměti přístroje, odkud lze tyto údaje kdykoli přenést do počítače pro další zpracování. Interval záznamu je nastavitelný v rozsahu 10 sekund až 24 hodin. Tento typ teploměru je napájen lithiovou baterií, jejíž životnost se pohybuje v řádu 5 – 7 let při teplotách -5 až +35°C. Výhodami jsou rychlý přenos dat do PC, možnost stahování dat i během záznamu měření a indikátor upozorňující na zbývající životnosti baterie [5].

5.2 Přístroje k měření vlhkosti

5.2.1 Vlasový vlhkoměr

Jako čidlo vlasového vlhkoměru slouží svazek lidských vlasů s jedním koncem ukotveným k rámu přístroje a druhým ukotveným do převodního mechanismu. Lidské vlasy se totiž s přibývajícím vlhkostí prodlužují a naopak s ubýváním vlhkosti se zkracují. Princip je tudíž založen na změně délky vlhkoměrného tělesa. Tyto údaje jsou téměř nezávislé na teplotě vzduchu, která se u nás běžně vyskytuje. Mezi hlavní výhody vlasového vlhkoměru patří nízké pořizovací náklady a u vylepšených přístrojů možnost nastavení tolerované hodnoty relativní vlhkosti. Nevýhodami jsou ne zcela přesné údaje měření a citlivost přístroje vůči agresivnímu stájovému prostředí [5].

5.2.2 Assmannův aspirační psychrometr

Tento přístroj funguje na principu dvou rtuťových teploměrů umístěných na společném rámu ve vzdálenosti asi 4 cm od sebe. Jeden z teploměrů je opatřen textilním krytem (klasický vlhký teploměr), druhý teploměr není obalen (suchý teploměr). Čidla obou teploměrů jsou chráněna proti radiaci kovovým krytem a proto je tento typ přístroje vhodný do stájového prostředí. Horní část přístroje tvoří ventilátor, kterým je vháněn (aspirován) vzduch do blízkosti čidel teploměrů. To

značně urychluje měření, takže lze změřit v relativně krátkém čase vysoký počet stanovišť. Nevýhodou je vysoká pořizovací cena přístroje a zhoršené odečítání naměřených hodnot [5].

5.2.3 Datalogery Comet pro záznam vlhkosti

Datalogery pro záznam vlhkosti mají multifunkční provedení, protože současně s měřením relativní vlhkosti vzduchu zaznamenávají i údaje o teplotě a hodnotě rosného bodu. Zaznamenávání údajů probíhá do nezávislé elektronické paměti, odkud je možné data kdykoli přenést do počítače stejně, jako je tomu u datalogerů pro záznam teploty [5].

5.3. Přístroje k měření rychlosti proudění vzduchu

Rychlost větru je vzdálenost, kterou urazí pohybující se vzduch za jednotku času, udávaná v m/s. Měření rychlosti proudění vzduchu a určení směru jeho proudění je ve stájovém prostředí obtížnější než vně, protože je k němu zapotřebí použití citlivějších přístrojů kvůli nižším hodnotám rychlosti proudění [12].

5.3.1 Katateploměr

Katateploměr je nejvhodnější přístroj pro měření proudění vzduchu ve stájovém prostředí, díky své vysoké citlivosti. Tvoří ho jednoduchá soustava dvou teploměrů, které jsou od sebe ve vzdálenosti 15 cm. Jeden teploměr je rtuťový a druhý lihový, který pracuje v rozsahu 35 - 38°C. Katateploměr pak na základě tohoto teplotního rozmezí měří množství tepla, které je potřeba odejmout z povrchu 1 cm² měřicího čidla, aby se teplota snížila z 38 °C na 35 °C za určitý časový interval. Výsledná hodnota je tzv. zchlazovací hodnota, neboli katahodnota. Tato metoda měření je u nás velmi častá díky své přesnosti a vysoké citlivosti, kdy je katateploměr schopný změřit i velice nízké hodnoty proudění. Nevýhodami jsou nutná zvýšená opatrnost při manipulaci s katateploměrem a poměrně složitý postup při výpočtu výsledků měření [5].

5.3.2 Termoanemometr

Dalším možným přístrojem pro zjištění rychlosti proudění vzduchu ve stájovém objektu je použití termoanemometru. Jeho princip spočívá v měření intenzity ochlazování tělísek, jako např. rozžhaveného drátku, pomocí vzduchu. Čím nižší je rychlost proudění vzduchu, tím se citlivost termoanemometru zvyšuje [5].

5.3.3 Ultrazvukový měřič rychlosti větru

Tento přístroj funguje na principu ultrazvukových měřičů s oboustranným měřením větru a proto je toto zařízení vysoce přesné. Udává informace o rychlosti větru, době měření a vyhodnocení směru větru [5].

6. LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY

V současné době se musí chov zvířat řídit legislativními požadavky a platnými právními předpisy, které se týkají ochrany a pohody zvířat. Například dobytek v každém svém stadiu života vyžaduje jiné podmínky na ustájení, mění se jeho potřeby na velikost plochy k ustájení, vybavení, výživy i mikroklimatu. Dle legislativních a obecných požadavků by měly být chovné prostory suché a bez průvanu, z hlediska orientace ke světovým stranám je pak za optimální řešení považována orientace objektu směrem k jihu. Objekt by měl být orientován tak, aby byla část, kde jsou zvířata ustájena na závětrné straně a nebyla vystavována průvanu. Průvan totiž spolu s vlhkým prostředím většinou zvířat nespědí a dobytek v tomto případě netvoří výjimku. Měla by být zajištěna také bezpečnost provozu zemědělského areálu, a to jak pro životní prostředí a blízké okolí areálu, tak samotná zvířata a pracovníky [4].

6.1 Legislativa upravující stavební a stavebně technické požadavky

Kvalita vnitřního prostředí závisí na správném návrhu tepelné ochrany budov, větrání, popř. vytápění. Legislativou, která upravuje technická řešení staveb pro hospodářská zvířata je vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby. Tato vyhláška v § 50 říká, že - „technické řešení staveb pro hospodářská zvířata musí umožňovat, aby rychlost proudění, teplota a relativní vlhkost vzduchu, prašnost, koncentrace plynů, osvětlení a hlučnost byly v mezích, které nejsou pro zvířata škodlivé. Pokud nároky na zdraví zvířat vyžadují nucené větrání a úpravu

vzduchu, požaduje se nouzový systém, zajišťující jeho dostatečnou výměnu, úpravu a zabudování zařízení pro signalizaci poruchy systému.“ Dále tento zákon upravuje například použité materiály, které musí být zdravotně nezávadné, potrubní rozvody vody, které musí být v zimě zajištěny proti zamrznutí nebo stavby bez přirozeného větrání a osvětlení, které musí mít zabezpečenou plynulou dodávku elektrické energie [26]. S touto vyhláškou dále souvisejí další zákony a vyhlášky, a to zákon č. 458/2000 Sb. o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon) ve znění pozdějších předpisů, vyhláška č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov, zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu a vyhláška č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby. Podrobné požadavky, výpočtové metody a způsob hodnocení vychází z normativní legislativy, a to především:

- ČSN 73 0540-1 Tepelná ochrana budov, část 1: Terminologie,
- ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov, část 2: Požadavky,
- ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov, část 3: Návrhové hodnoty veličin,
- ČSN 73 0540-4 Tepelná ochrana budov, část 4: výpočtové metody,
- ČSN EN ISO 13 789 Tepelné chování budov – Měrná tepelná ztráta prostupem tepla
- ČSN EN ISO 13 790 Tepelné chování budov – Výpočet potřeby energie na vytápění

Tyto technické normy jsou svými kritérii v souladu s požadavky platnými v EU a platí jako základní požadavky pro navrhování a posuzování energetické náročnosti budov [11]. Také osvětlení zemědělských objektů je ošetřeno legislativou, a to technickou normou ČSN 36 0088 Osvětlování v zemědělských závodech, která obsahuje požadavky na denní a umělé osvětlení [25].

6.2 Legislativa upravující požadavky na umístění staveb pro skot

V současné době je pro zemědělské stavby platná norma ČSN 73 4501, která stanovuje požadavky na umístění staveb pro skot především z pohledu ochrany životního prostředí, urbanistických požadavků a územně technických požadavků, požadavky na umístění staveb pro hospodářská zvířata spolu s bezpečností staveb a hygienou provozu. Tato norma se zabývá také požadavkem na vypracování zásad v případě havárie. Zohledňuje situace, jakými jsou např. možnost vypuknutí požáru,

poruchy dodávek elektrického proudu nebo poruchy technologických linek (větrání, krmení, dojení, uchovávání mléka, apod.). Při umístování zemědělských staveb musí být dodržovány také veřejné zájmy, které stanovuje stavební zákon 183/2006 Sb. a vyhláška ministerstva pro místní rozvoj 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby. Podle této legislativy by měla být k výstavbě nových stájí preferována nezemědělská půda, a to kvůli ochraně půdního fondu ČR. V případě, že je výstavba plánovaná na zemědělské půdě, je k tomu nutný souhlas pověřeného orgánu [11].

6.3 Legislativa upravující požární bezpečnost

Pro požární bezpečnost jsou stanoveny zásady, které upravuje požárně bezpečnostní řešení stavby (PBŘS), které je normativně řešeno v řadě norem a vyhlášek. Zemědělské stavby jsou speciálně řešeny v ČSN 73 0842 Požární bezpečnost staveb – Objekty pro zemědělskou výrobu. Tato norma navazuje na ostatní požární normy, a to především na ČSN 73 0804. ČSN 73 0842 řeší požární bezpečnosti objektů zemědělských staveb jako např. objekty pro pěstování rostlin i hub, stáje, sklady a sila nebo linky posklizňové úpravy plodin a výroby krmných směsí. Dalšími legislativními předpisy upravující požární bezpečnost zemědělských staveb je vyhláška č. 23/2008 Sb. o technických podmínkách požární ochrany staveb, vyhláška č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru a ČSN 73 0804 - Požární bezpečnost staveb – Výrobní objekty [11].

6.4 Legislativa upravující hygienu a hygienu pracovního prostředí

Aby mohly být zemědělské objekty vůbec provozovány, je nutné zajistit hygienu pracovního prostředí pracoviště. Legislativně je tato problematika řešena především zákonem č. 309/2006 Sb. v platném znění o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, zákonem č. 262/2006 Sb. v platném znění zákoník práce, zákonem č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů ve znění pozdějších předpisů, nařízením vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů, nařízením vlády č. 101/2005 Sb., o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí a nařízením vlády č. 178/2001 Sb., o požadavcích na ochranu zdraví zaměstnanců, ve znění pozdějších předpisů. Dále stavebním

zákonem č. 183/2006 Sb. a vyhláškou č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby [11]. Jsou stanoveny také hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a rozsah a četnost kontroly pitné vody ve vyhlášce č. 187/2005 Sb. [26].

6.5 Legislativa upravující ochranu zvířat

Minimální standardy pro ochranu hospodářských zvířat jsou stanoveny ve vyhlášce 463/2009 Sb. o minimálních standardech pro ochranu hospodářských zvířat, v zákonu č. 246/1992 Sb. na ochranu zvířat proti týrání. Tento zákon zohledňuje v první části zákona životní pohodu hospodářských zvířat. V části čtvrté se pak již zabývá celkovou ochranou hospodářských zvířat a to i po stránce ustájení: „Ustájení musí umožnit hospodářským zvířatům bez obtíží uléhat, odpočívat, vstávat, pečovat o povrch svého těla a vidět na ostatní zvířata. Prostor pro ležení musí být pohodlný, čistý a s řádným odtokem tekutých odpadů a nesmí působit nepříznivě na hospodářská zvířata“ [29]. Dalším legislativním předpisem pro ochranu zvířat je vyhláška č. 464/2009 Sb. o minimálních standardech pro ochranu hospodářských zvířat. Tato vyhláška obsahuje obdobné informace jako předchozí zákon, obsahuje však navíc rozdělení minimálních standardů pro jednotlivé kategorie chovaných druhů zvířat. Nalezneme zde minimální standardy pro ochranu skotu, dále prasat, ovcí a koz, koní a poslední kategorii kachen, hus a krůt. Každá tato kategorie vyhlášky podrobněji určuje účel vyhlášky, minimální ustájovací plochu, velikost kotce, požadavky na podlahy, hladinu nepřetržitého hluku, intenzitu osvětlení v prostředí, kde jsou zvířata chována, kritéria pro ustájení, intenzitu krmení a přístup ke krmivu a čerstvé vodě a podmínky pro ochranu březích samic a mláďat [27].

7. MATERIÁLY A KONSTRUKCE

Pro účely této práce se zaměřím pouze na materiály a konstrukce staveb pro ustájení dojnic, ošetřování mléka a manipulaci s krmením a výkaly, protože tímto směrem se má práce bude později ubírat.

V každém technologickém systému chovu hospodářských zvířat musí být zohledněné požadavky zvířat na pohodlí při odpočinku, přístup k čerstvé vodě a krmivu, dostatečnou volnost pohybu, společnost zvířat stejné věkové nebo produkční kategorie, možnost normálního chování, dostatek přirozeného světla ve dne a optimální osvětlení v ranních a večerních hodinách. Musí být vytvořeny předpoklady pro zabránění

abnormálního chování, poranění, chorob, zamoření parazity a nesmí chybět únikové cesty a bezpečnostní zařízení pro případ požáru a přírodních katastrof [4].

7.1. Základní terminologie

Boxové lože - Zábrany vymezený prostor k ležení a odpočinku jednoho zvířete.

Hnojná chodba - Pohybová chodba mezi řadami boxů nebo řadou boxů a stěnou, s denním odklizením mrvy.

Krmiště - Pohybová chodba mezi řadou boxů.

Krmný stůl - Manipulační chodba ve stáji se zvýšenou úrovní podlahy, umožňující průjezd krmného vozu, s jednostranným nebo oboustranným žlabovým prostorem pro zakládání krmiva [7].

7.2 Konstrukce stájových objektů pro chov skotu

V zemědělské výstavbě se pro chov skotu využívají nejčastěji jednopodlažní halové konstrukční systémy. Využívají se především konstrukce dřevěné, zděné, železobetonové a ocelové, popř. jejich kombinace. Nejčastěji využívanou nosnou konstrukcí je díky své odolnosti vůči agresivním vlivům, ohni a mechanickému poškození železobetonová konstrukce. Na tento typ konstrukce jsou kladeny malé nároky na údržbu a je u nich možnost montážní výstavby. Avšak nevýhodami železobetonové konstrukce je vysoká hmotnost, nízká variabilita, nesnadná demontáž a následná recyklace. Další často využívanou nosnou konstrukcí je konstrukce z ocele. Ve srovnání se železobetonovou nosnou konstrukcí je ocelová konstrukce lehčí, umožňuje snadnou montáž i demontáž s následnou recyklací a je také mnohem variabilnější než konstrukce ze železobetonu. Ale i ocelová konstrukce má své nevýhody. Těmi jsou nutnost časté údržby a možnost koroze kvůli agresivnímu stájovému prostředí. Své využití mají také dřevěné konstrukce, a to především díky odolnosti proti agresivnímu prostředí, snadné montáži a vysoké variabilitě. Ve většině případů se dřevěné konstrukce zhotovují jako plnostěnné lepené nebo sbíjené. Avšak takové konstrukce musí být od stájových objektů parotěsně odděleny. Výhod jednotlivých materiálových variant pak lze využít použitím kombinované konstrukce. Často se kombinují např. ocelové nebo betonové sloupy s variantou dřevěných lepených vazníků. Co se týká velikosti, kapacitně se navrhují stájové objekty především v závislosti na možnostech zásobování krmivem, dodržení hygienických

podmínek a limitů a možnostech likvidace odpadů, zejména kejdy. Dále musí mít konstrukce stavby dostatečné prostory pro ustájení, manipulaci se zvířaty a prostory pro manipulaci a zakládání krmiva. Stájové objekty často disponují také hygienickým zázemím, manipulačními chodbami a prostory pro veterinární ošetření, které mohou být v přímé návaznosti na stáj [17].

Co se týká konstrukčního systému zemědělských staveb určených k chovu a ustájení zvířat, využívá se nejčastěji sloupový konstrukční systém, který umožňuje i přes menší půdorysné rozměry volnou dispozici jak v podélném, tak příčném směru a konstruuje se jako jednopodlažní. Dispozice je v tomto případě závislá na rozmístění sloupů a na druhu ustájení, který je základem technologického systému stavby a který dále určuje volbu ostatních částí tohoto systému. Parametry ustájení musí respektovat určité požadavky, jedná se především o prostorové požadavky zvířat, jejich přirozené potřeby a nároky na lidskou činnost a požadavky, které zajistí, aby mohla být zvířata udržována v čistotě. Důraz je kladen také na použité materiály. Veškeré materiály a nátěry, se kterými mohou přijít zvířata, obsluha nebo krmivo do styku se musí řešit jako zdravotně nezávadné [4].

Konstrukce staveb musí svou skladbou odpovídat technickým požadavkům na pevnost, nosnost, odolnost vůči agresivitě prostředí apod. a musí také splňovat hygienické požadavky, tj. dobré tepelně-izolační vlastnosti. Aby nedocházelo ke kondenzaci vody na površích, neměla by teplota vnitřního prostředí a povrch obvodových konstrukcí překročit teplotní rozdíl 2 až 3 °C [14].

7.3 Vnitřní částí objektu a jeho členění

Po seznámení s nosnými konstrukcemi a konstrukčními soustavami je nutné prozkoumat obvodové části konstrukce, kterými jsou obvodové stěny, podlahové konstrukce a střešní plášť, a správnou volbu jejich materiálu. Obvodový plášť má totiž důležitý vliv na výsledné mikroklima, které výrazně ovlivňuje. Musí chránit vnitřní prostor před nepříznivými atmosférickými vlivy a zároveň nesmí umožňovat, aby do stájového prostoru pronikalo extrémní teplo [17].

Brouček ve své práci dále uvádí členění stavby pro ustájení dojnic:

Porodna - prostor o ploše 9m²/ kus provozně oddělený, určený pro krávy při porodu

Rozdojovna – část stáje, kam se po porodu krávy umisťují

Produkční stáj – stáj, ve které jsou krávy ustájeny až do konce laktačního období

Teletník – samostatný prostor pro odchov telat do věku 6 měsíců

Odchovna jalovic – ustájení jalovic přecházejících z teletníku až do jejich dospělosti

Výkrmna býků – ustájení zvířat určených k jatečným účelům

Salaš – zvláštní stáj pro pobyt skotu na pastvinách

7.3.1 Základy

Základy musí být nadimenzované tak, aby vydržely rovnoměrný tlak stěn a zároveň musí stěny chránit před vzlínající vlhkostí, pronikáním dešťové vody a před jinými povrchovými vodami. K tomu se využívá soklu, což je vyvýšení základů nad povrch země [14].

7.3.2 Obvodová stěna

Obvodová stěna by měla odolávat povětrnostním vlivům, mít tepelně - izolační vlastnosti a zároveň být prodyšná. Ve stájích pro skot je obvodový plášť často tvořen vícevrstevnými konstrukcemi. První vrstvu tvoří omítka, nejčastěji vápenná nebo cementová, na ni navazuje vrstva nosná, kterou může být například keramické zdivo, prefabrikovaný betonový stěnový panel, škvárobetonové nebo pěnosiilikátové tvárnice a poslední vrstvou je vnější vrstva tvořená omítkou nebo fasádním nátěrem. U některých typů staveb může být tato vrstva tvořená zateplením, avšak nepoužívá se zde tradiční zateplení jako u staveb pro bydlení. U zemědělských staveb je často zateplení tvořeno dřevěným panelem s vnitřním izolačním jádrem z kukuřičných plev nebo jiných izolačních materiálů. Ale i přes to, že stavba disponuje zateplením, považují se takovéto zemědělské konstrukce za nezateplené, protože u nich nedochází k vytápění [17]. Minimální světlá výška obvodových stěn stáje by měla být 3500 mm s minimálním sklonem střechy 20° [11].

7.3.3 Podlahová konstrukce

Konstrukce podlah podstatně ovlivňuje bezpečnost a hygienu provozu. Podlahy ve stájích musí splňovat několik základních požadavků, kterými jsou neklouzavost podlahy, její trvanlivost, kompaktnost, odolnost vůči zvířecím exkrementům a dezinfekčním prostředkům, dobrá čistitelnost a dezinfikovatelnost. U manipulačních ploch je důležitá jejich pevnost, u lože zas tepelně izolační vlastnosti a spád alespoň

2 – 3% pro zajištění odtoku tekutin (moče, vody, dezinfekčních prostředků). Podlahová konstrukce by měla být složena z podkladní vrstvy tvořené šterkem, škvárou nebo cihlovou drtí, nosnou vrstvou z betonu výšky 8 až 10 cm, izolací proti spodní vlhkosti a povrchovou nášlapnou vrstvou [14]. Nášlapná vrstva podlahy stání, pohybové (přeháněcí) chodby a čekárny musí mít vždy protiskluzovou úpravu rýhováním nebo protiskluzový nátěr [11]. Nejčastěji se ve stájových objektech setkáváme s plošnými jednovrstvými, vícevrstvými nebo roštovými konstrukcemi podlah [16].

7.3.4 Střešní plášť

Další důležitou konstrukcí chránící objekt před nepříznivými atmosférickými vlivy je střešní konstrukce, pod kterou se hromadí nejteplejší a nejvlhčí vzduch s různými znečišťujícími a chemicky agresivními látkami. V našich podmínkách bývá střecha nejčastěji navrhována z vláknitocementových tvarovek, keramické krytiny a vlnitého plechu. Za předpokladu velké výšky stáje se navrhuje tvarované ocelové profily nebo samonosné trapézové plechy, musí být ale zajištěno dokonalé provětrání stáje. Pokud by tato podmínka nebyla splněna, mohlo by v letních měsících docházet k přehřívání a kondenzaci vodních par [17]. Dalším důležitým kritériem je sklon střechy, který by měl být menší než 20° pro zabezpečení vyhovujícího vnitřního proudění ve stáji [14].

7.3.5 Vrata

Použitá konstrukce, materiál a počet vrat nesmí zbytečně ovlivňovat tepelný režim stáje a měla by platit zásada, že vrata se nevětrá. Vrata by měla být řešena jako uzavíratelná, popř. opatřená závětrím a měla by se otvírat vždy směrem ven. Jejich počet a velikost jsou pak závislé na zabezpečení rychlého vystájení při mimořádných situacích [8]. Pro vyhrnování chlévské mrvy se navrhuje otvory (vrata) o minimální šířce 2400 mm a minimální výšce 2700 mm [18].

7.4 Vnější členění objektu (členění do zón)

Zemědělská střediska bývají členěna do pěti základních zón, a to na zónu stájí, neboli hlavní výrobu, zónu skladování krmiv, zónu faremního odpadového hospodářství, zónu pomocných provozů a zónu vstupní. Nejdůležitější zónou je

stájová zóna tvořená jednotlivými stáji, protože vytváří podmínky pro realizaci hlavní výroby. Stájová zóna se umísťuje v návaznosti na zónu skladování krmiv a zónu faremního odpadového hospodářství. Zóna skladování krmiv plní funkci dlouhodobých skladů pro uchovávání krmení. Na okraj zemědělského areálu se nejčastěji situuje zóna faremního odpadového hospodářství. Tvoří ji objekty hnojišť a jímek pro skladování hnoje, kejdy, močůvky apod. spolu s objekty manipulačních ploch pro dopravní prostředky odvozu odpadů, zařízení pro separaci tekuté a tuhé složky výkalů, revizní a ochranné objekty, kterými jsou kanály, šachty a záchytné jímky nebo čerpací stanice kejdy. Do zóny pomocných provozů řadíme objekty servisní a provozní činnosti jako např. dílny údržby a oprav, garáže pro dopravní prostředky, energetické objekty a sklady technických materiálů. Do této kategorie lze zařadit také zdroje vody, úpravny vod, čerpací stanice, vodojemy a čistírny odpadních vod, apod., které mohou být umístěny i mimo areál. Ve vstupní zóně bývají nakonec umístěny objekty pro administrativu a hygienu, vrátnice, laboratoře, váhovny a parkoviště [11].

7.5 Druh a způsob ustájení

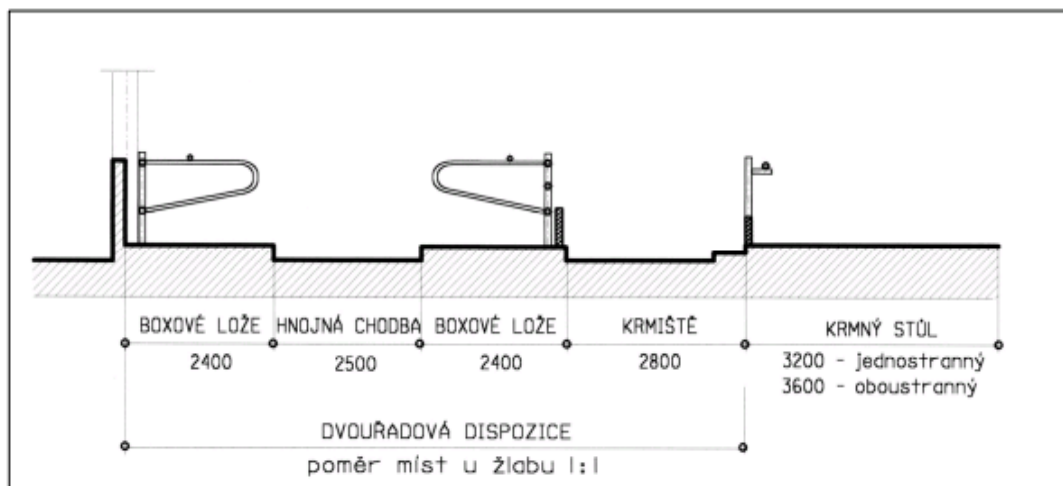
Dnes již zastaralou technologií ustájení je vazné ustájení, které je v dnešní době využíváno ve starých typech kravínů nebo malých chovech s několika kusy zvířat. Zvířata jsou jednotlivě fixována na určité ploše stáje, nejčastěji řetězem kolem krku na stání. U hlav se nachází krmný žlab, který musí být zvířatům dobře dostupný. Dojení v tomto typu ustájení probíhá na stání do konví nebo do potrubí, na které je připojeno dojící zařízení. Nadojené mléko odvádí potrubí přímo do tanku, v některých případech se dojí v dojírně. Druhým, modernějším typem ustájení je volné boxové ustájení, kde nejsou zvířata jednotlivě fixována na určité ploše. Volné boxové stáje se volí buď jako stelivové nebo bezstelivové. U stlaného typu ustájení se nejčastěji volí jako podestýlka sláma, separát získaný z kejdy, piliny nebo písek. Podestýlka může být volena také jako hluboká nebo vysoká. V případě hluboké podestýlky volíme zvýšené zpevněné krmiště, v případě vysoké podestýlky volíme snížené krmiště s podlahou o sklonu 7 – 10%. Výhodnější je ale bezstelivový typ ustájení, kdy zcela odpadá transport slámy, a tím pádem odpadají i časově náročné operace spojené s odklizem, snižují se ztráty uhlíku jako humusotvorného zdroje a snižuje se kvalita stájového vzduchu díky podstatnému snížení prachových částic [8].

Avšak krávy upřednostňují měkkou, neklouzavou podlahu s dobrými izolačními vlastnostmi, což splňuje právě podestýlka. Ta by měla být hluboká ideálně 150 mm, aby se při ležení formovala a měla dobré izolační vlastnosti. A protože dojnice leží v boxu přibližně 10 – 13 hodin, měly by mít dostatečné pohodlí. Pohodlí zvířat souvisí také s dostatkem místa při uléhání, vstávání a celkovému prostoru určenému k běžnému pohybu. Optimální parametry znázorňuje tabulka č. 3 [4].

šířka boxových loží (mm)	1200
délka boxových loží (u stěny) (mm)	2500
délka boxových loží (protilehlých) (mm)	2300
šířka krmného žlabu (mm)	700 - 800
šířka krmného stolu (mm)	3600
šířky pohybových (hnojných) chodeb mezi boxy (mm)	2500
minimální stájová kubatura (m³/100 kg)	6m ³ na 100kg

Tab. č. 3: Základní parametry pro výstavbu stájí pro dojnice [8]

Při nedodržení minimální měrné kubatury dochází k předimenzování počtu ustájených zvířat, takže narůstá teplota, stájová vlhkost a koncentrace škodlivin vznikajících z dýchání a výkalů [7], Jungy uvádí plochu chovného prostoru pro jednu dojnici v rozmezí 5 - 9 m² [11].



Obr. č. 1: Doporučené minimální stavební rozměry boxové stáje pro dojnice [7]

Jako další parametry pro výstavbu stájí pro dojnice jsou flexibilní boxové zábrany, již zmíněný optimální počet zvířat vzhledem ke kubatuře i ploše stáje a osvětlení stájového interiéru celoročně po dobu 16 hodin na 200 Lx [11].

7.5.1 Pohybové prostory

Stájový prostor je tvořen řadami boxů mezi kterými se nachází krmná chodba (krmiště), která slouží k volnému pohybu, krmení a každodennímu odklizu mrvy. Při odklizu se využívá také pohybová, neboli přeháněcí chodba, která slouží k přehánění zvířat z krmné chodby a umožnění odklizu mrvy. Plocha přeháněcí chodby by měla být odkanalizována, kdy se kontaminovaná voda odvede do malé jímky o objemu minimálně čtyřměsíčního zdržení. Pro pohyb zaměstnanců pak slouží spojovací uličky [9].

Vždy musí být zajištěn přístup ke krmnému žlabu a napájecímu systému. U krmného žlabu musí být dostatek místa pro zvířata, která se krmí a stejně tak pro zvířata, která se zde pohybují z jiného důvodu. Napájecí žlaby se pak umísťují na střed spojovacích uliček tak, aby k nim byl co nejlepší přístup a mohl se napít co největší počet zvířat. V ustájovacím prostoru by proto měl být také co největší počet spojovacích uliček a nemělo by mezi nimi být více jak 20 boxů. Spojovací uličky se čistí ručně a měly by být ve spádu 2% směrem ze středu na kraje. U dvojřadových, popř. trojřadových stájí propojují spojovací uličky krmiště a hnojnou chodbu. Hnojná chodba by měla při boxovém ustájení umožnit zvířatům pohodlně vcházet a zároveň vycházet z boxů. Její šířka by měla být minimálně 2200 mm, aby bylo možné vyhnout hnůj traktorem s radlicí [4].

7.5.2 Dispoziční uspořádání boxů

Dispozičně stáj rozdělujeme na jednořadovou a dvouřadovou. Jednořadové řešení má nevýhodu v tom, že zvířata mají pouze jeden pohybový prostor, kterým je krmiště. Složitý je i proces vyhrnování hnoje a podestýlání, protože se musí dělat v době, kdy jsou krávy mimo ustájovací prostor, tzn. v dojárně nebo ve výběhu. Napájecí žlaby jsou v tomto systému umísťovány tak, aby k nim měly krávy přístup z obou stran. Dvouřadové uspořádání tvoří oproti jednořadovému dva pohybové prostory, kterými jsou krmiště a chodba, do kterých se mohou dojnice nahánět podle potřeby [4].

7.6 Technologie

7.6.1 Technologie napájení

Hlavními zásadami napájecího systému je, že voda musí být přístupná každému zvířeti, musí mít odpovídající hloubku k ponoření a sání vody, dostatečný přítok vody, a to v rozmezí 12 – 18 litrů za minutu s možností vypouštění, snadné obsluhy a čištění [3]. Maximální vzdálenost zvířete k napajedlu by měla být 20 m, šířka volného prostoru u napajedla minimálně 2700 mm a minimální objem napajedla 150 litrů. Teplota napájecí vody by se měla pohybovat v rozmezí 8 – 15 °C se spotřebou v rozmezí 45 – 250 litrů za den pro dospělý skot na kus [21] a napajedlo by mělo být v zimním období opatřeno vyhříváním [11].

7.6.2 Technologie krmení

Pro krmení se využívá mobilní krmné linky. Nejčastěji používané mechanizační prostředky mobilních krmných linek jsou krmné vozy, které zakládají krmivo na krmný stůl, kterým rozumíme manipulační plochu, která se konstruuje nad úrovní podlahy a umožňuje průjezd krmného vozu. Mobilní krmné linky dnes již téměř zcela nahradily stacionární krmné linky, které se řešily jako neoddelitelná součást stáje. Mezi přednosti mobilních krmných linek patří vysoká provozní spolehlivost s možností okamžitého použití náhradního způsobu krmení, investičně nižší náročnost a snadná výměna při opotřebení. K nevýhodám patří vysoká spotřeba zastavěného prostoru, rušení zvířat v době krmení a možnost narušení stájového mikroklimatu, zejména zvýšeným prouděním vzduchu, prašností a hlukem [15]. Krmné žlaby a krmné linky se nejčastěji využívají jako betonové nebo železobetonové s ocelovými prvky, žlaby jsou navíc opatřeny keramickou vložkou [11]. Dále by měl být žlabový prostor v úrovni podlahy krmného prostoru průjezdné části chodby. Žlabový prostor vymezuje přední požlabnice, která má zamezit vyhrnování krmiva ze žlabu do krmné chodby a zamezit vstupu zvířat do krmiva a měla by být ve výšce alespoň 500 – 600 mm nad úroveň stání předních končetin [9].

7.6.3 Technologie dojení

V současné době převažuje dojení v dojárnách v návaznosti na technologie volného ustájení. Dojírny jsou od stáje prostorově oddělené a musí vykazovat vysoký

stupeň hygieny. Podlaha dojírny musí mít protiskluzovou úpravu a stěny musí být opatřeny sanitárním, omyvatelným obkladem do minimální výšky 2400 mm. Dojírna musí být také dobře osvětlena, musí disponovat účinnou ventilací a tepelnou stabilitou a musí být opatřena napajedly [11].

7.6.4 Technologie odklizu stájových odpadů

K odklizu tuhých odpadů (chlévké mrvy) a tekutých odpadů (kejdy) slouží mobilní nebo stacionární linky. Pro mobilní linky je ve stáji zřízena komunikace o minimální šířce 2500 mm, aby byl umožněn pohyb mechanizace. Jako materiál komunikace se nejčastěji používá beton, železobeton a ocelové vodící prvky pro radlici. Konstrukce podlahy musí být opatřena odolnou hydroizolací, roznášecí vrstvou konstrukce komunikace tvoří štěrkopísek o minimální tloušťce 150 mm, podkladní železobetonová deska musí mít minimální tloušťku 100 mm a nosná svrchní vrstva musí mít minimální tloušťku 150 mm. Pro stacionární linky je ve stáji nainstalováno strojní technologické zařízení pro mechanický odkliz odpadů, kterým mohou být různé typy shrnovačů nebo lopat [11].

Při volném stelivovém ustájení se chlévká mrva z hnojiště a hnojných chodeb vyhrnuje traktorem nebo malotraktorem s radlicí, k vrstvení nebo zakládání podestýlky se využívají čelní nakladače, či jiná vhodná technika [18].

7.6.5 Stájová kanalizace

Vnitřní kanalizace jsou podle ČSN 75 6760 veškeré kanalizace, které jsou v majetku vlastníka nemovitosti a odvádí odpadní vody z budov a přilehlých ploch. Vnitřní kanalizace se člení na jednotlivé části, kterými jsou zařizovací předměty (umyvadla, výlevky, záchodové mísy), odtoková potrubí vedená od zařizovacích předmětů do vpusti, připojovací potrubí, která jsou vedena od zařizovacích předmětů k odpadnímu nebo svodnému kanalizačnímu potrubí, svodná potrubí vedená pod úrovní podlahy a ostatní příslušenství jako podlahové vpusti, dvorní vpusti, střešní vtoky, kanalizační armatury, šachty apod. Pro vnitřní kanalizační potrubí se volí materiály z plastu, a to z PVC nebo PP, kameniny nebo litiny s minimálním sklonem potrubí 2 – 3% [11].

V bezstelivových systémech slouží stájová kanalizace pro odkliz kejdy a funguje nejčastěji na principu stájových roštů. V dnešní době se vyrábí především ze železobetonu jako prefabrikované nebo montované. Pod rošty se nachází sběrný kanál a tekuté odpady jsou svedeny do tzv. kalové koncovky, kde dochází k dalšímu zpracování těchto odpadů (přečerpání do skladovacích nádrží, separace kejdy nebo dávkování do bioplynových stanic). Nevýhodou tohoto systému je potřeba většího objemu obestavěného prostoru a vyšší investiční a provozní náročnost [11].

7.7 Stavební tepelná technika

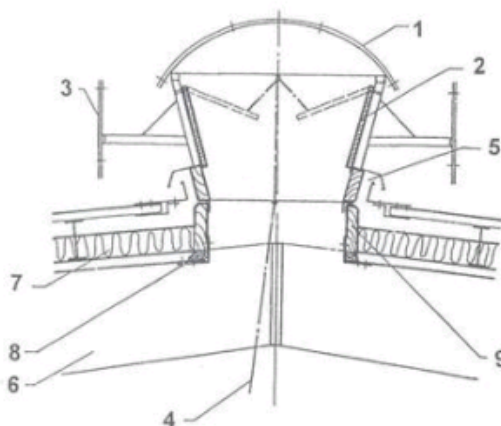
Kvalita vnitřního prostředí a energetická náročnost stavby závisí na správném návrhu větrání a popř. vytápění. Měla by zamezit negativním jevům, jako jsou přehřívání nebo podchlazování konstrukcí a vnitřního prostředí, nadměrná nebo naopak nízká vlhkost vzduchu a kondenzace vodních par na konstrukcích. Jaký tepelný stav vnitřního prostředí vznikne, záleží na vlastnostech stavebních konstrukcí, především obvodových stěn, střešního pláště a podlahové konstrukce, produkci tepla a vlhkosti uvnitř stavby a působením vnějšího prostředí [11]. Zajištění vstupu chladného a suchého vzduchu by pak měly zajišťovat přívodní otvory v obvodových stěnách [7].

7.8 Větrání

7.8.1 Přirozené větrání

K přirozenému větrání se využívá účinků větru a tlakových rozdílů mezi vnitřním a venkovním vzduchem, které se liší svou teplotou a hustotou vzduchu. Čím větší bude rozdíl teplot vnějšího a vnitřního vzduchu, tím větší bude působení těchto teplot na přirozené větrání. Vliv mají také velikosti otvorů, které vzduch přivádí a odvádí a jejich situování v prostoru. Na návětrné straně stáje naráží vítr do stěn a vzniká přetlak. Na opačné, závětrné, straně se proud vzduchu odtrhává a dochází ke zrychlenému proudění kolem střechy a vzniká podtlak. Nevýhodou oproti nucenému větrání je závislost větrání na klimatických a povětrnostních podmínkách a ne podle momentálních potřeb zvířat. Může se proto zvolit kombinace přirozeného a nuceného větrání, aby bylo dosaženo požadovaných parametrů stájového vzduchu, a to zpravidla tam, kde by těchto parametrů nebylo dosaženo pouze přirozeným větráním. Větrání lze také zajistit otevřenou střešní štěrbinou, která funguje na principu

výměny teplého a vlhkého vzduchu, a to včetně plynů, automatickou svinovací střešní plachtou, která je řízena teplotními a vlhkostními čidly umístěnými ve stáji nebo izolovanou střechou, která v létě omezuje prostup tepla do objektu a v zimě naopak úniku tepla zabraňuje [19].



Obr. č. 2: Hřebenová střešní štěrbina [11]

1 – stříška, 2 – ventilační klapka, 3 – ochranná clona proti větru, 4 – ovládací mechanismus, 5 – odvětrání tepelně izolovaného střešního pláště, 6 – nosný střešní rám, 7 – tepelná izolace na podhledovém plechu, 8 – pěnové těsnění mezer, 9 – krycí fošna

Na obrázku je vyobrazen princip hřebenové střešní štěrbiny opatřené ventilační klapkou a ovládacím mechanismem.

7.8.2 Nucené větrání

Nucené větrání je zajištěno ventilačními zařízeními, popř. klimatizací. Jejich úkolem je výměna znehodnoceného vzduchu, případně jeho další úprava. Větrací zařízení zajišťují zpravidla pouze výměnu vzduchu, případně základní úpravu vzduchu, kterou může být ohřev nebo filtrace vzduchu. Klimatizační zařízení zajišťují komplexní úpravu vzduchu (tj. filtrace, ohřev, chlazení nebo zvlhčování) spolu s výměnou vzduchu [19].

7.9 Požární bezpečnost

Požární bezpečnost je schopnost stavebních objektů maximálně omezit riziko vzniku požáru a v případě, že k požáru dojde zabránit jeho šíření. Musí být

umožněna bezpečná evakuace zvířat, osob a popř. věcí, schopnost zabránit šíření požáru mezi jednotlivými požárními úseky, šíření na sousední objekty a umožnění účinného zásahu jednotek při hašení a záchranných pracích. Požární úseky jsou ohraničené od ostatních objektů požárně dělicími konstrukcemi nebo bezpečnostním zařízením. Samostatné požární úseky musí tvořit např. chráněné únikové cesty, evakuační a požární výtahy, výtahové, instalační a kabelové šachty, kanály, strojovny výtahů a vzduchotechniky apod. Samostatně stojící objekty zemědělských staveb nemusí splňovat většinu stanovených podmínek, avšak je důležité, aby měly zajištěny únikové a evakuační cesty pro zvířata. Požární odolnost konstrukcí jako taková udává informaci o době (udává se v minutách), po kterou je konstrukce schopná požáru odolávat [11].

Druh stavební konstrukce	Požární odolnost (min)	Nejmenší rozměry konstrukce [mm]
ŽB nosný sloup vystavený účinkům požáru z více stran	30	ø200
Nosná ŽB stěna vystavená účinkům požáru ze dvou stran	30	tl. 120
Prostě podepřené desky z ŽB nebo předpjatého betonu	30	tl. 60
Stropní a střešní konstrukce z ocelových profilovaných trapézových plechů s nadbetonovanou deskou	30	tl. 60
Dřevěný nosník z rostlého dřeva jehličnatých dřevin a buku, vystavený požáru ze tří stran	30	tl. 100, v. 160
Dřevěné nosníky z lepeného lamelového dřeva jehličnatých dřevin, vystavené požáru ze tří stran	30	tl. 120, v. 140
Zdivo z cihelných, pálených prvků	180	tl. 365

Tab. č. 4: Příklady požární odolnosti vybraných stavebních konstrukcí [11]

7.10 Hygiena pracovního prostředí

Podmínkou pro provozování zemědělských staveb je zajištění hygienických podmínek na pracovišti. Mezi hlavní podmínky patří zajištění sociálního zázemí pro pracovníky (právní předpisy a normy stanovující technické podmínky pro prostory hygienických zařízení a šaten), zajištění ochrany před nepříznivými povětrnostními vlivy a vhodných teplotních podmínek, umístování objektů faremního odpadového hospodářství a jiných pracovišť se zdroji škodlivin na závětrnou stranu areálu a zajištění intenzivního větrání a osvětlení těchto objektů, oddělení provozů s vysokou hladinou hluku a zařízení produkující škodliviny od ostatních provozů, zajištění dostatečného osvětlení a větrání a splnění mikroklimatických parametrů a koncentrací chemických látek a prachu v ovzduší [11].

7.11 Ochrana životního prostředí

Provoz zemědělského podniku může mít negativní dopady na hygienu životního prostředí a okolí areálu. Z toho důvodu se provádí posouzení účinků zemědělských provozů a zřizují se ochranná pásma okolo jednotlivých podniků nebo celých souborů staveb. Do ochranných pásem se nesmí umísťovat obytné, rekreační, školské, zdravotnické ani stravovací stavby. Omezení nebo zákaz jakékoli zemědělské výstavby nebo výroby se váže i na ochranná pásma vodních zdrojů (OPVZ), které jsou rozděleny do dvou kategorií na OPVZ I. a OPVZ II. V OPVZ I. platí zákaz jakékoliv výstavby objektů zemědělské prvovýroby a zemědělské výrobní činnosti, v OPVZ II. je u stávající zemědělské výstavby provoz časově omezen a výstavba nových zemědělských staveb zakázána. Povolen je pouze stelivový chov skotu, ovcí a koní. Sklady průmyslových hnojiv, hnojiště a objekty pro mechanizaci musí být v tomto pásmu v minimální vzdálenosti 2000 m od zdroje podzemní pitné vody, silážní objekty musí být v minimální vzdálenosti 100 m od nevodárenských toků. Ani v chráněné oblasti přirozené akumulace vod (CHOPAV) se nesmí umísťovat stavby pro skladování kejdy s kapacitou 1000 m³ a v neposlední řadě se vyhláší ochranné pásmo OPVZ I. u obecných studen nebo studen pro zásobování zemědělských areálů o průmětu 10 m od jímacího zařízení. V tomto pásmu je rovněž zakázána zemědělská činnost [11].

8. VLASTNÍ PRÁCE

Ve vlastní práci se zabývám zjišťováním mikroklimatických parametrů, především teploty, relativní vlhkosti a v návaznosti s těmito údaji i teplotně vlhkostní index v areálu zemědělského podniku firmy Zemos Zubčice s.r.o., a to v místech sloužících k ustájení a chovu dojnic.

Vlastní práce obsahuje informace, které mi byly poskytnuty přímo zemědělským družstvem formou výkresů a dokumentace stavby, vlastního průzkumu objektu, odběrem vzorků zdiva v různých částech stavby pro zjištění přítomnosti vlhkosti v nosné konstrukci po letních a zimních měsících, následnou instalaci tří dataloggerů Comet zaznamenávajících teplotu a relativní vlhkost s jejich následným vyhodnocením. Vlastní práce je dále opatřena výpočtem teplotně vlhkostního indexu pro jednotlivé měsíce, výkresem s vyznačením míst instalace vlhkoměrných přístrojů a míst odběrů vzorků zdiva s příloženou fotodokumentací a hodnocením naměřených výsledků formou tabulek, grafů a slovního vyhodnocení.

Z důvodu terénního osazení posuzovaného objektu a optického rozdělení haly na dvě části a mimo jiné i místního slangu rozdělují řešený objekt na tzv. horní a dolní stáj, kde horní stáj slouží jako produkční stáj, tzn. je obsazena pouze kravami k produkci.

8.1 Popis a průzkum zemědělského objektu Zubčice

Ve vlastní práci se zabývám velkokapacitním kravínem nacházejícího se v obci Zubčice, v Jihočeském kraji, okrese Český Krumlov. Zemědělský areál disponuje zázemím pro techniku, prostory dílen, dvěma silážními jamami, školkou pro telata do věku půl roku a volnou boxovou stájí pro ustájení dojnic s dojírnou, mléčnicí a hygienickým zařízením. Areál je kompletně oplocený a je orientovaný na severovýchod. Z jihovýchodu je před účinky větru chráněn řadou vysázených stromků, od jihozápadu zas stavebními objekty. Areál se nachází přímo vedle silnice II/157 a navazuje na rodinnou zástavbu obce.



Obr. č. 3: Půdorysné zobrazení zemědělského areálu Zubčice [30]

205/1 a 206/1 – silážní jámy, 184/1 a 185/1 – stáje pro ustájení dojnic, 131/1 – školka pro telata, 137/1 – přístřešek pro traktory a uskladnění vápna pro vápnění podestýlky dojnicím, 120/1 – starý kravín, parkování traktorů a šatna pro dílny, 147/1 – dílna a sklad náhradních dílů, minerálek a sušeného mléka, 139 – dílna, 160 – sklad dílen, 135/1 - suška, 135/5 - starý kravín, 135/6 - starý kravín

8.2 Klimatické poměry v oblasti a terénní podmínky

Reliéf obce Zubčice je velmi rozmanitý, nachází se v severovýchodním svahu hřebene odkud se dále táhne zarovnanější terén lehce nakloněný k západu. Přibližná nadmořská výška celé obce je 620 m. n. m., což ji zařazuje mezi podhorská sídla. Areál kravína leží v nadmořské výšce 600 m. n. m. v mírně kopcovitém terénu. Objekt stáje je orientován severovýchodně ze svahu dolů a převýšení mezi horní a dolní stáji jsou 2 m. Celý areál je pak v převýšení 9 m.

Zubčice se nachází v klimatickém regionu MCH, což značí mírně chladnou a vlhkou oblast. Podle klasifikace podnebí spadá do mírně teplé, mírně vlhké až vlhké klimatické oblasti s nižšími srážkami než na Šumavě. Charakteristické je pro tuto oblast krátké, mírné, suché a mírně suché léto. Mírné je zde také jaro a podzim, které jsou navíc krátké. Zima se zde vyskytuje normálně dlouhá, mírná až mírně teplá a suchá s normálním trváním sněhové pokrývky, jedná se tedy o vrchovinné klima. Zubčice však spadají do teplejší zóny Netřebicka, kde jsou v létě i v zimě vyšší

teploty a nižší srážkové úhrny. Průměrné teploty a průměrné roční úhrny srážek vyobrazují následující tabulky č. 5 a 6, které zaznamenala srážkoměrná stanice v Netřebicích a klimatologická stanice v Českém Krumlově, což jsou nejbližší stanice.

Klimatické poměry	
průměrná roční teplota vzduchu (°C)	je 6 až 7
průměrný roční úhrn srážek (mm)	600 – 650
průměrné sezónní úhrny srážek (mm):	
jaro	150 – 200
léto	250 – 300
podzim	125 – 150
zima	do 100

Tab. č. 5: Klimatické poměry ze srážkoměrné stanice v Netřebicích
(„Tab.: Sandra Studená“)

Sezónní teploty vzduchu (°C)	
jaro	6 až 7
léto	12 až 13
podzim	6 až 7
zima	2 až -3

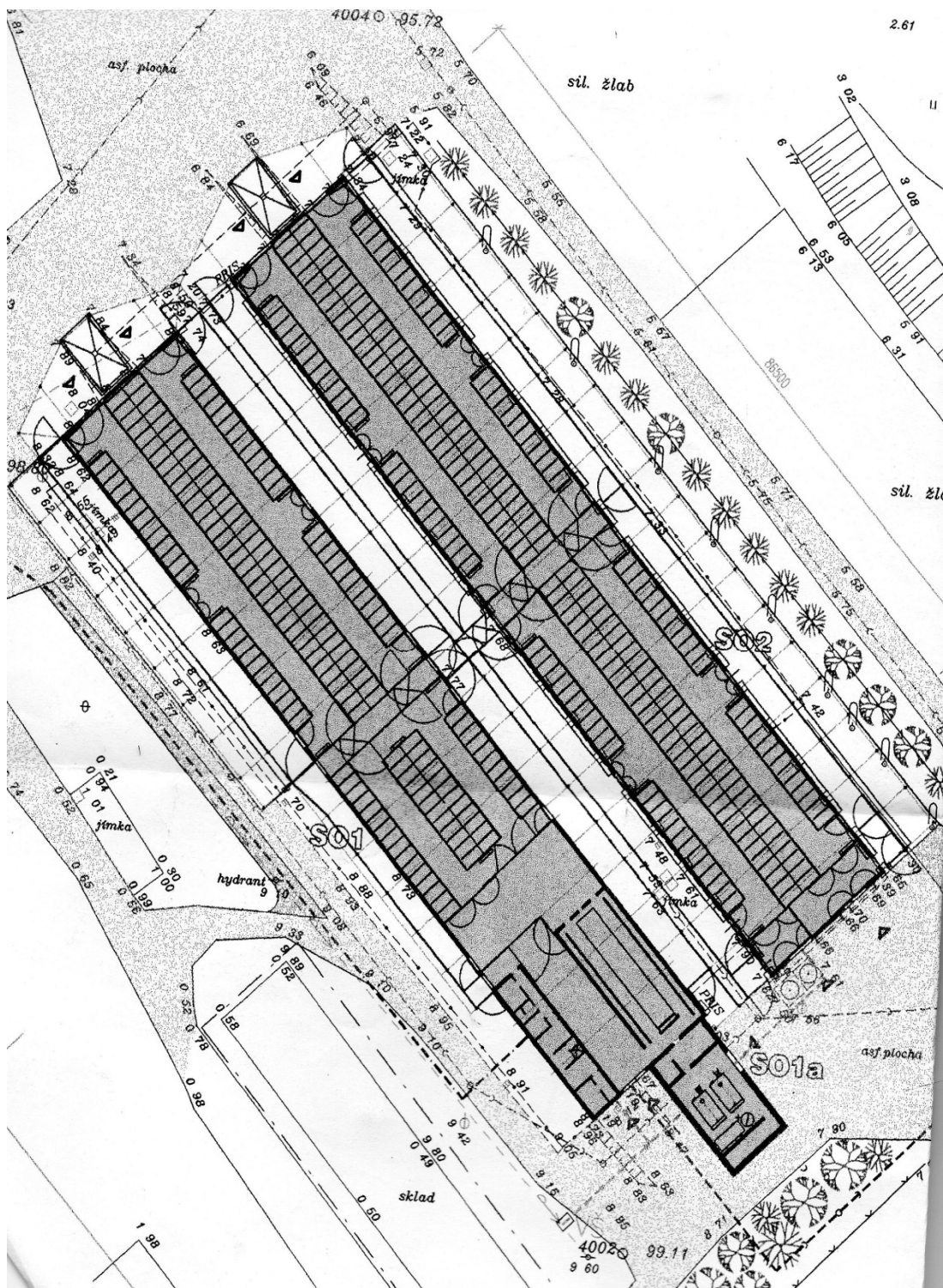
Tab. č. 6: Sezónní teploty z klimatologické stanice v Českém Krumlově
(„Tab.: Sandra Studená“)

8.3 Stavebně technický popis stájových konstrukcí

Jedná se o jednopodlažní halovou konstrukci o délce 86,5 m a celkové šířce 37,9 m se zděným nosným systémem na betonových základech, doplněnou o sloupový systém. Horní stáj je o délce 86,5 m a šířce 15,3 m, dolní stáj disponuje délkou 60,15 m a šířkou 15,2 m, mezi stájemi se nachází pohybová chodba, která od sebe stáje odděluje, její délka je 86,5 m a šířka 7,4 m. Dále se zde nachází dojírna s mléčnicí o délce 24,15 m a šířce 13 m a hygienickým zařízením délky 13,3 m a šířky 7,3 m. Na tyto prostory dále navazuje kancelář délky 15,5 m a šířky 2,3 m. Celková zastavěná plocha celého objektu činí 3325 m².

Stáje jsou dimenzované na kapacitu 400 krav a v současné době disponují 336 kusy dojníc, z toho je 153 kusů je ustájených v horní části stáje, zbylých 183 kusů v dolní části stáje. Stáje jsou oddělné pohybovou chodbou, takže se jedná o dvě

samostatné budovy. Dojrná je konštruovaná ako rybinová pre 2 x 10 ks a je v nadväznosti na mléčnici.



Obr. č. 4: Půdorys objektu stáje („Obr.: Sandra Studená“)

SO1a – dojrná s mléčnicí a hygienickým zařízením, SO1 – horní, volná boxová stáj pro 153 ks dojnic, SO2 – dolní, volná boxová stáj pro 183 ks dojnic

8.3.1 Základy

Základové patky sloupů a krmných průjezdů jsou provedeny z betonu B20 a jejich podloží tvoří štěrkopískový podsyp o tloušťce 150 mm. Horní líc patky je osazen ocelovou deskou pro přivaření sloupů.

8.3.2 Podlahová konstrukce

Podlahy stájového prostoru jsou betonové dřevem hlazené a díky stelivovému způsobu ustájení neklouzavé. V sociálním zařízení, dojárně, mléčnici a umývárně je provedena keramická dlažba a podlaha je v těchto místnostech opatřena izolací proti zemní vlhkosti.

8.3.3 Zdivo

Zdivo je tvořeno cihelnými tvárnici a je opatřeno pálenou cementovou omítkou do výšky 2000 mm se zakončením železobetonovým věncem. Těsně před instalací dataloggerů Comet v měsíci červnu bylo v prostorách stájí vápněno a bíleno. V dojárně, čekárnách, mléčnici a sociálních zařízeních jsou použity keramické obklady stěn a vápenné štukové omítky. Nadzákladové zdivo dojírny a mléčnice je izolováno proti zemní vlhkosti natavením oxidovaného asfaltového pásu se skleněnou rohoží Bitagit S.

8.3.4 Střešní konstrukce

Střešní konstrukci tvoří ocelové trámy a střešní krytina z hliníkového tvarovaného plechu. Střeška je provedena jako sedlová se sklonem do 20°. Horní stáj má provedenou izolaci střechy, dolní stáj je bez střešní izolace. Stropy sociálních zařízení, dojírny a mléčnice jsou zatepleny rohožemi z minerální plsti, která je kladena na parotěsnou zábranu z PE folie a podhled je navržen z cementotřískových desek CETRIS opatřených impregnačním penetračním nátěrem.

8.3.5. Ustájení

Dojnice jsou ustájeny volně ve dvou řadách kotců tvořených boxy stlanými hlubokou podestýlkou ze slámy. Tabulka č. 7 udává jednotlivé rozměry ploch určených k pohybu a odpočinku ustájených dojnic. V porovnání s tabulkou č. 3, která

obsahuje optimální rozměry je patrné, že jsou tyto parametry v normě a dojnice mají dostatečný prostor pro pohyb i odpočinek.

šířka boxových loží (mm)	1100
délka boxových loží (u stěny) (mm)	2300
délka boxových loží (protilehlých) (mm)	2300
šířka krmného žlabu (mm)	700
šířka krmného stolu (mm)	3600
šířky pohybových (hnojných) chodeb mezi boxy (mm)	3000

Tab. č. 7: Parametry ustájení dojnic („Tab.: Sandra Studená“)

8.3.6 Větrání

Větrání horní stáje je řešeno jako přirozené, v dolní stáji byly nově v roce 2015 instalovány ventilátory s čidlem nastaveným na teplotu 23 °C. Větrání je taktéž zajištěno podélnými hřebenovými štěrbinami v obou stájích o šířce 0,56 m a délce 51,3 m opatřenými klapkami. Takováto velikost štěrbin byla dimenzována výpočtem pro obsazenost stáje 171 kusy dojnic na základě bývalé ON 73 4502, která je však dodnes obecně uznávaná. Do štěrbin jsou dále zaústěny také čtyři větrací šachty pro větrání dojírny, které jsou opatřeny okapničkou pro zabránění skapávání kondenzátu ze šachty a škrtecí klapkou pro možnost uzavření šachty. Zajištění větrání je důležité především v letních měsících, kdy je potřeba výměny vzduchu nejvyšší, v zimních měsících je možné snížit intenzitu větrání přivřením klapky ve střešní štěrbině.

8.3.7 Vytápění

Stájové prostory nejsou zatepleny ani vytápěny, vytápěny jsou pouze prostory dojírny a mléčnice. Dojírna je vytápěna za pomoci ručně ovládaných infrazářičů a prostor mléčnice je opatřen prostorovým termostatem ovládaným automaticky. Do budoucna se dále počítá s nahrazením infrazářičů za tepelné panely.

8.3.8 Osvětlení

Osvětlení je zde kombinované přirozené s umělým. Přirozené osvětlení je zajištěno okny a vraty, umělé osvětlení zajišťují zářivky umístěné nad jednotlivými

řadami boxů. Osvětlení pro účely této práce není měřeno, ale pohledově se jeví jako vyhovující.

8.3.9 Technologie krmení a napájení

Krmení probíhá dvakrát denně a provádí se samozakládacím krmným vozem značky Frasto, který je tažený traktorem. Každá stáj má z venkovní strany krmný stůl o šířce cca 70 cm a krmný žlab o šířce cca 55 cm nacházející se mezi jednotlivými stájemi. Krmné stoly i žlaby jsou plně zastřešeny. Napájení je řešeno napájecími žlaby, které jsou umístěné při výstupu ke krmišti. Napájecí žlaby jsou temperované.

8.3.10 Technologie odklizu hnoje

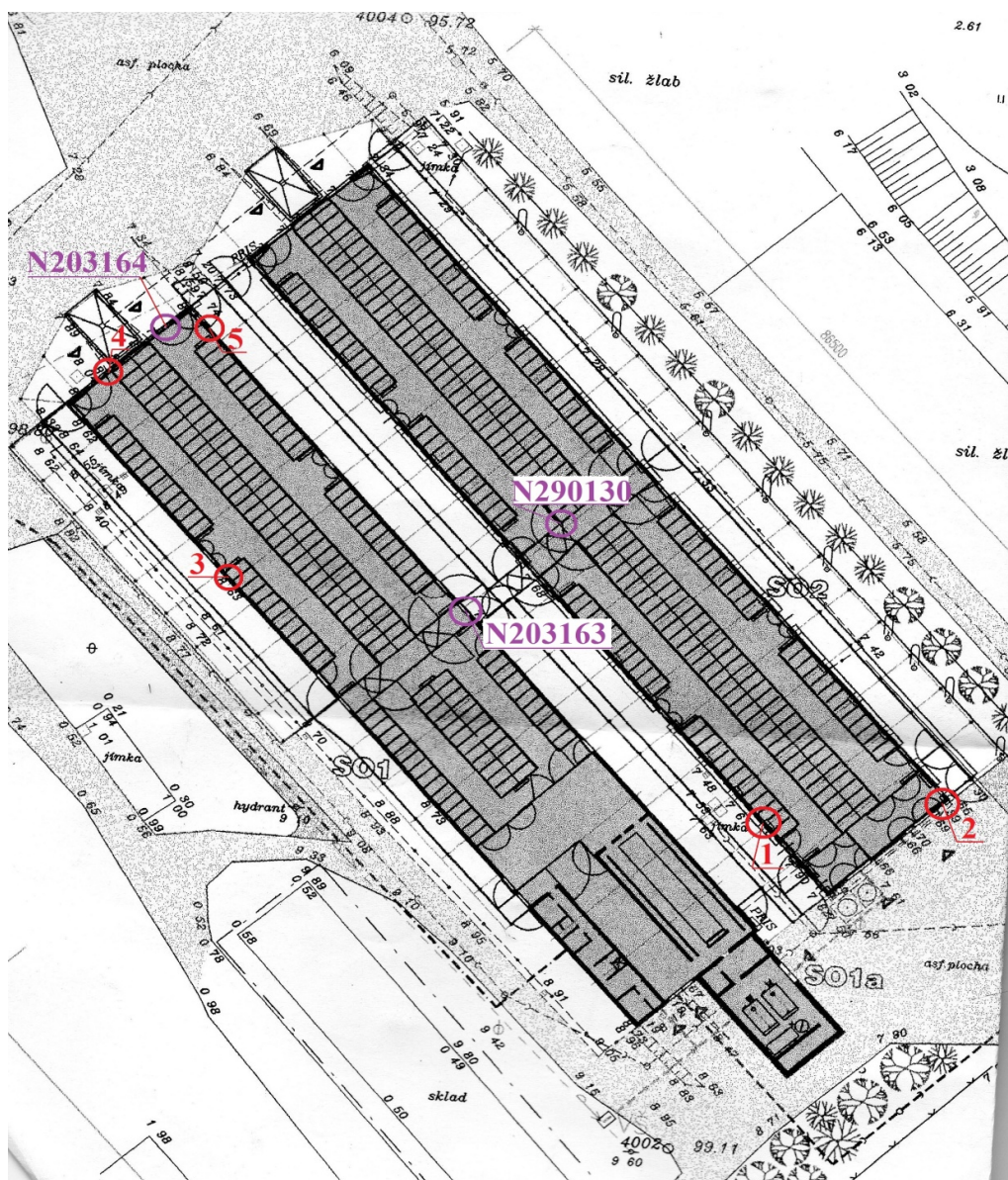
Odkliz slamatého hnoje probíhá jednou denně za použití čelního nakladače, v čekárně je provedeno odkanalizování a odkanalizování odpadních vod s močůvkou je řešeno napojením do venkovní kanalizační šachty, která je napojena do skladovací jímky. Odkanalizování odpadních vod s močůvkou je řešeno napojením do venkovní kanalizační typové šachty stájové kanalizace která je napojena do skladovací zemní jímky.

8.3.11 Únikové východy

Každá stavba by z hlediska požární bezpečnosti měla být zabezpečena požárními únikovými východy. V tomto případě mohou jako únikové východy pro ustájená zvířata sloužit východy hnojných chodeb a pohybové chodby, kterých je celkem 5 a východ je umožněn z obou stran. Avšak tyto chodby musí být v případě vzniku požáru manuálně otevřeny. Další únikový východ vede z šaten pro zaměstnance a je řádně označen. V těsné blízkosti nad horní stájí se dále nachází také hlavní hydrant. U dojírny se nacházejí dva hasicí přístroje a u elektrorozvodny v hlavní budově jsou umístěny dva práškové hasicí přístroje.

9. METODIKA PRÁCE

Ve vlastním měření byl sledován vztah vybraných stavebně technických a mikroklimatických parametrů uvnitř a vně stáje v zemědělském podniku Zubčice za období od 25. 6. 2015 do 8. 2. 2016. Jako mikroklimatické faktory zde byly monitorovány teplota (°C) a relativní vlhkost (%), které byly po celých 7 měsících měřeny v 60. minutových intervalech, díky třem dataloggerům Comet zapůjčeným z Výchovného ústavu živočišné výroby Uhřetěves. Na základě těchto hodnot byl poté výpočtem stanoven teplotně vlhkosní index (THI). Stavebně technické parametry byly posuzovány podle vlhkosního stavu nosné konstrukce a vizuálně.



Obr. č. 5: Půdorysné schéma umístění dataloggerů Comet a číselné označení míst odběrů vzorků zdiva („Obr.: Sandra Studená“)

N203163 – horní stáj, N290130 – dolní stáj, N203164 – venkovní umístění dataloggeru

9.1 Hodnocení vlhkostního stavu konstrukcí

Vlhkostní stav konstrukcí byl posuzován na základě dvou odběrů vzorků zdiva, kde první odběr reprezentuje vlhkostní stav konstrukcí po letních měsících, které byly teplotně nadprůměrné, tudíž se předpokládá, že konstrukce bude dostatečně vysušena, druhý po zimních měsících, kdy se naopak předpokládá, že bude mít konstrukce největší tendence k pohlcování okolní vlhkosti.

9.1.1 Metodika měření vlhkosti zdiva

K účelům této práce byla použita gravimetrická metoda, která je založena na odběru vzorků, které jsou ve vlhkém stavu zváženy, poté vysušeny a znovu zváženy. Gravimetrickou metodou se tedy zjišťuje podíl vody ve vzorku k hmotnosti sušiny. Celkem bylo odebráno 5 vzorků zdiva z různých částí stáje, kde bylo zdivo narušeno a vykazovalo známky možné přítomnosti zvýšené vlhkosti. Odebrané vzorky byly následně očíslovány a ihned dopraveny do laboratoře, kde byly následně zváženy. Veškeré vážení a sušení probíhalo v laboratoři Povodí Vltavy v Českých Budějovicích. Nejprve byly očíslovány a zváženy misky, kterým se přiřadila čísla vzorků a do takto očíslovaných misek se vsypaly jednotlivé vzorky ve stavu, ve kterém byly odebrány, tzn. s příslušnou vlhkostí. Poté byly v laboratoři vysušeny při teplotě 105 °C. Celý proces sušení trval přibližně 24 hodin. Druhý den, tzn. po vysušení, byly vzorky vloženy do exsikátoru, aby nevstřebaly okolní vzdušnou vlhkost a ještě ten den byly zváženy v suchém stavu. Z rozdílů hmotností před sušením (m_v) a po sušení (m_s) byla vypočítána procentuelní vlhkost dle následujícího vzorečku, který uvádí Anton a kolektiv:

$$w = \frac{m_v - m_s}{m_s} \cdot 100,$$

Kde:

m_v = hmotnost vlhkého vzorku,

m_s = vlhkost vysušeného vzorku

Poté byl na základě vypočítané procentuelní vlhkosti zjištěn stupeň vlhkosti jednotlivých vzorků zdiva dle následující tabulky č. 8, která je platná podle ČSN P 73 0610 a slouží ke klasifikaci vlhkosti zděných konstrukcí.

stupeň vlhkosti	vlhkost zdiva w v % hmotnosti
velmi nízká	$w < 3$
nízká	$\leq 3 w < 5$
zvýšená	$5 \leq w < 7,5$
vysoká	$7,5 \leq w \leq 10$
velmi vysoká	$w > 10$

Tab. č. 8: Klasifikace vlhkosti zdiva [20]

9.1.2 Přístroje použité k měření vlhkosti zdiva

Vážení a sušení vzorků probíhalo na kalibrovaných přístrojích zapůjčených laboratoří Povodí Vltavy. Vážení probíhalo na laboratorní váze Sartorius AKL 2368 s přesností na tisícinu gramu. K vysušení vzorků byla použita laboratorní sušárna Binder.



Foto č. 1: Laboratorní váha Sartorius
(„Foto: Sandra Studená“)



Foto č. 2: Laboratorní sušárna Binder
(„Foto: Sandra Studená“)

9.2 Hodnocení mikroklimatických parametrů

Pro měření mikroklimatických podmínek byly použity tři zapůjčené datalogery Comet, které zaznamenávaly údaje o teplotě a relativní vlhkosti po dobu 7 měsíců v 60. minutových intervalech. Pro co největší přehlednost a celkovou představu o naměřených hodnotách jsou grafy sestaveny: za celé sledované období se zobrazím po týdnech, dále po měsících a v poslední řadě po dnech. Veškerá naměřená data sledovaného období znázorňují přílohy č. 1 – 6, kde jsou znázorněny průměrné, maximální a minimální hodnoty teplot a relativních vlhkostí z každého dataloggeru. Dále jsou veškerá data zprůměrována pro každý měsíc zvlášť a jsou vybrány dva reprezentativní měsíce, kde první měsíc zastupuje nejvyšší naměřené

denní a noční hodnoty teplot spolu s nejteplejším dnem tohoto měsíce a druhý měsíc zastupující naopak nejnižší naměřené denní a noční teploty spolu s nejchladnějším dnem tohoto měsíce. U hodnocení naměřených teplot jsou navíc ještě posuzovány záporné teploty pod 0 °C pro posouzení možného vlivu na nosnou konstrukci stavby. U relativních vlhkostí je postup znázornění a hodnocení stanoven obdobně jako u hodnocení teplotních poměrů.

9.2.1 Metodika měření mikroklimatu

Přístroje byly nejprve očíslovány, zapnuty pomocí startovacího magnetu a nainstalovány na příslušná místa, kde po celou dobu zaznamenávaly údaje o teplotě a relativní vlhkosti. Jejich umístění je zobrazeno na půdorysném schématu obrázku č. 5 a popsáno v tabulce níže.

Číslo dataloggeru	umístění	charakteristika umístění
N203163	horní stáj	Ve 2,5 m výšky nad průchodem do dolní stáje (Foto č. 11)
N290130	dolní stáj	Ve 2 m výšky na sloupku boxového lože (Foto č. 10)
N203164	venkovní	ve 3 m výšky na severozápadním průčelí stáje (Foto č. 12)

Tab. č. 9: Přehled umístění dataloggerů Comet („Tab.: Sandra Studená“)

Po ukončení měření byly přístroje odinstalovány a naměřená data byla přenesena do osobního počítače pomocí USB adaptéru, odkud byla dále zanesena a zpracovávána v programu Excel do formy tabulek a grafů, ze kterých se vyhodnocovaly údaje o průběhu teplot a relativních vlhkostí během celého sledovaného období.

9.2.2 Přístroje použité k měření mikroklimatu

K měření byl použit datalogger R3120 značky Comet, který je určen pro záznam teploty a relativní vlhkosti. Záznam je prováděn do energeticky nezávislé elektronické paměti a údaje lze kdykoli přenést do osobního počítače přes rozhraní USB, RS232, Ethernet nebo GSM modem pro další zpracování.



Obr. č. 6: Datový záznamník Comet pro záznam teploty a relativní vlhkosti [31]

1 – startovací magnet, 2 – USB adaptér, 3 – datalogger Comet R3120

9.3 Hodnocení stavebně technických parametrů

Stavebně technické parametry jako velikosti boxových loží, šířky pohybových chodeb, krmných stolů a žlabů odpovídají současným předpisům a hodnotím je proto jako vyhovující. Stejně tak podlahovou konstrukci, která je díky stelivovému způsobu ustájení neklouzavá. Obkladové materiály použité v sociálním zařízení, dojírně, mléčnici a umývárně jsou voleny jako keramické, tudíž dobře omyvatelné a dezinfikovatelné, což je v souladu s hygienickými předpisy. Střešní konstrukce horní stáje je zaizolovaná, což opět hodnotím kladně, naopak střešní konstrukce dolní stáje zaizolovaná není, což je pravděpodobně důvod, proč i přesto, že jsou v dolní stáji nově nainstalované ventilátory vychází naměřené hodnoty o něco hůře než v horní stáji. Větrání je v obou stájích dostatečné, to potvrzují i výsledky naměřených relativních vlhkostí. Větrání zajišťují v dolní stáji již zmiňované ventilátory, v obou stájích pak především střešní hřebenové štěrbiny, okna a vrata. Ty slouží také jako přirozené osvětlení stáje, které se pohledově jeví jako vyhovující. Přirozené osvětlení je pak dále doplněno o umělé osvětlení umístěné nad jednotlivými řadami boxů. Před nepříznivými účinky větru nebo v chladných dnech je možné zavřít vrata stáji, které mohou mimo jiné sloužit i jako únikové východy pro ustájená zvířata při vzniku požáru nebo jiné katastrofy.

10. VÝSLEDKY

Výsledky naměřených hodnot odběrů vzorků zdiva a stájového mikroklima jsou uvedeny v přílohách této práce a následujících tabulkách a grafech a pro přehlednost jsou rozděleny na výsledky měření vlhkosti zdiva a výsledky mikroklimatického měření, které jsem dále rozdělila na výsledky zobrazující průběh naměřených teplot a relativních vlhkostí.

10.1 Výsledky měření vlhkosti zdiva

Výsledky měření zaznamenané v následujících tabulkách č. 10 a 11 byly porovnány s tabulkou č. 8 a podle této tabulky a výsledků měření byl stanoven stupeň vlhkosti jednotlivých částí konstrukce kravína v Zubčicích.

1. odběr (5.10. 2015)			
číslo vzorku	místo odběru	naměřená vlhkost v %	stupeň vlhkosti
1	Přeháněcí chodba(jihovýchod)	0,567	velmi nízká
2	Dolní stáj - severovýchodní průčelí	3,0688	nízká
3	Horní stáj - jihozápadní strana	4,3211	nízká
4	Horní stáj - severozápadní průčelí	0,4399	velmi nízká
5	Krmiště (severozápad)	0,5153	velmi nízká

Tab. č. 10: Procentuelní vlhkost jednotlivých částí stáje „po letním období“

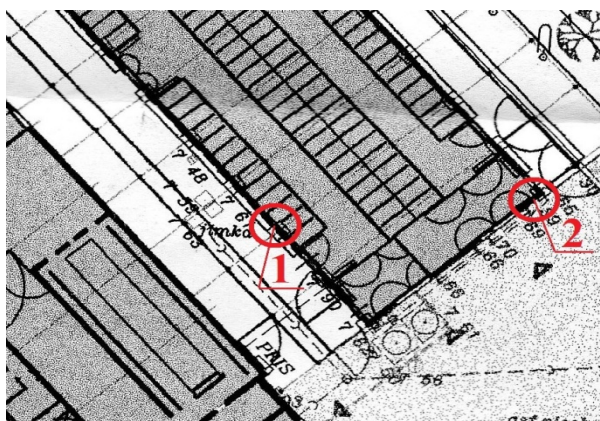
(„Tab.: Sandra Studená“)

2. odběr (10.2. 2016)			
číslo vzorku	místo odběru	naměřená vlhkost v %	stupeň vlhkosti
1	Přeháněcí chodba (jihovýchod)	5,33	zvýšená
2	Dolní stáj - severovýchodní průčelí	3,11	nízká
3	Horní stáj - jihozápadní strana	2,12	velmi nízká
4	Horní stáj - severozápadní průčelí	0,39	velmi nízká
5	Krmiště (severozápad)	2,42	velmi nízká

Tab. č. 11.: Procentuelní vlhkost jednotlivých částí stáje „po zimním období“ („Tab.: Sandra

Studená“)

Z tabulek vyplývá, že zdivo není vlhkostí výrazně postiženo, až na jeden případ, a to vzorek č. 1 odebraný po zimním období v pohybové chodbě mezi horní a dolní stájí, kam jsou dojnice přeháněny v době odklizu mrvy z krmné chodby.



Obr. č. 7: Místo odběru vzorku č. 1 se zvýšenou vlhkostí zdiva („Obr.: Sandra Studená“)

Vzhledem k tomu, že je zvýšená vlhkost zdiva pouze lokálně, lze předpokládat, že zdroj vlhkosti je také pouze lokální. To může být zapříčiněno přítomností kejdrového kanálu a dešťového svodu, viz foto č. 5. V tomto případě bych jako opatření zabraňující vlhnutí zdiva v těchto místech zvolila osekání staré poškozené omítky a použití sanační omítky, která má vysokou propustnost pro vzduch a zajistila správné napojení dešťového svodu na dešťovou kanalizaci, která se zdá poškozená.

10.2 Výsledky mikroklimatického měření

Výsledky mikroklimatického měření jsou uvedeny v přílohách práce a v tabulkách a grafech uvedených níže. Tabulky uvádí průměrné hodnoty teplot a relativních vlhkostí naměřené jednotlivými datalogery umístěnými uvnitř a vně stáj za jednotlivé měsíce s vyznačením překročených hodnot.

Horní stáj (N203163)		
Měsíc	Ø Teplota (°C)	Ø Relativní vlhkost (%)
červen	19,5	60,5
červenec	23,3	53,3
srpen	23,5	55,4
září	16,1	63,7
říjen	11,2	72,8
listopad	9,3	68,7
prosinec	8,1	70,5
leden	3,4	70,7
únor	8,1	65,3

Tab. č. 12: Průměrné teploty a relativní vlhkosti za jednotlivé měsíce v horní stáji („Tab.: Sandra Studená“)

Dolní stáj (N290130)		
Měsíc	Ø Teplota (°C)	Ø Relativní vlhkost (%)
červen	20	60
červenec	23,5	55,4
srpen	23,4	57,7
září	16,3	65,6
říjen	11,3	73,5
listopad	9,3	70,8
prosinec	8	73,1
leden	3,2	72,3
únor	8,2	67,1

Tab. č. 13: Průměrné teploty a relativní vlhkosti za jednotlivé měsíce v dolní stáji („Tab.: Sandra Studená“)

Venkovní měření (N203164)		
Měsíc	Ø Teplota (°C)	Ø Relativní vlhkost (%)
červen	18,3	66,8
červenec	22,7	56
srpen	22,7	59,8
září	14,5	76,4
říjen	9,3	91,9
listopad	7,6	86,4
prosinec	6,2	88,8
leden	1,6	88,8
únor	6,6	78,8

Tab. č. 14: Průměrné teploty a relativní vlhkosti za jednotlivé měsíce vně stáje („Tab.: Sandra Studená“)

	překročení optimální hodnoty pro tepelný stres 20 °C
	překročení relativní vlhkosti 80%

Z tabulek vyplývá, že nejvyšších teplot bylo dosahováno v měsíci červenci a srpnu, kdy průměrné teploty přesahovaly hraniční teplotu pro tepelný stres 20°C jak uvnitř, tak vně stáji, kde dokonce vnitřní teploty dosahovaly vyšších hodnot než teploty venkovní. Relativní vlhkost se v prostorách stáji pohybovala v optimálním rozmezí, tzn., že neklesla pod 40% a nepřekročila 80%. Hraniční hodnoty byly překročeny pouze vně stáje a jak již uvádím v teoretické části práce, relativní vlhkost 80% by měla být maximální hodnotou dosaženou výjimečně v zimním období, při poklesu venkovních teplot na nejnižší hodnoty a v takovém případě je kráva

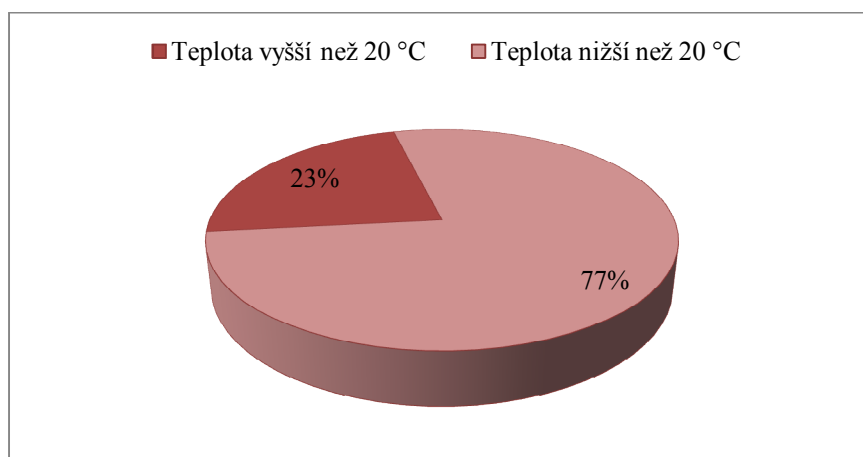
tolerantní na teplotu do 23 °C. Vzhledem k tomu, že byla relativní vlhkost překročena téměř jen v zimních měsících, a to v říjnu, listopadu, prosinci, lednu a únoru, kde průměrná teplota nepřekročila 23 °C, byly by dojnice tolerantní na tuto překročenou relativní vlhkost i ve vnějším prostředí.

V dalších grafech se zabývám pouze hodnotami naměřenými za dvě reprezentativní období, a to nejchladnější měsíc leden a celkově nejchladnější den v lednu a nejteplejší měsíc červenec a nejteplejší den v červenci. Tyto grafy znázorňují průměrný měsíční a denní vývoj vnitřních a venkovních teplot a relativních vlhkostí za daný reprezentativní měsíc a příslušný den.

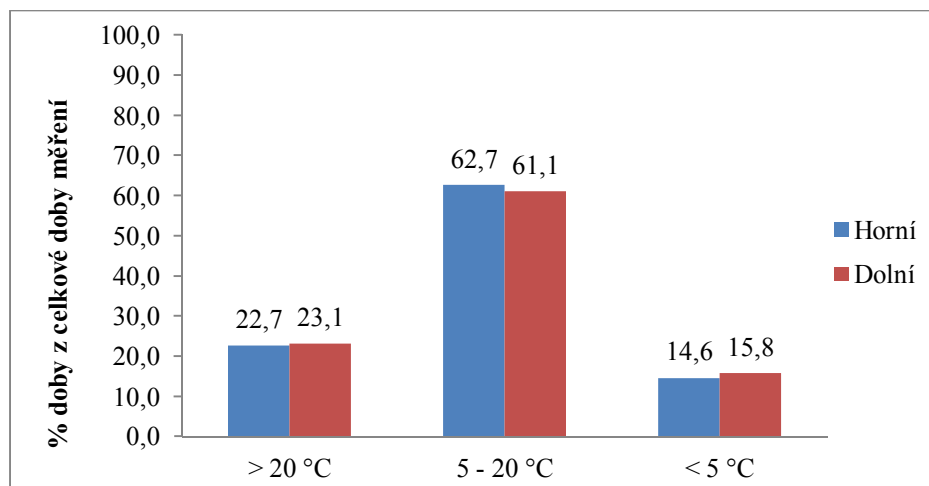
10.2.1 Hodnocení teplot

Teplota prostředí v zemědělských objektech sloužících k chovu a ustájení dojnic je důležitá především pro tepelnou pohodu ustájených zvířat a s tím související užitkovost dojnic. Optimální teploty vnitřního prostředí uvádí mnoho autorů, například Klabzuba, který uvádí, že by se optimální teplota měla pohybovat v rozmezí 4 až 10 °C, podle Zejdové je optimální rozmezí mezi 5 až 20 °C, kde teplotu dosahující 20 °C uvádí jako teplotu hraničící s tepelným stresem. Brouček pak dokládá, že při dosažení teploty 21,3 °C nastává zvýšená frekvence dechu.

Z výsledků měření, které zobrazuje graf č. 1 vyplývá, že ve sledovaném období byly teploty vyšší jak 20 °C ve 23% sledovaného období, což je pro organismus dojnic poměrně vysoké zatížení, nevyhovující jejich fyziologickým funkcím. Podle grafu č. 2 se ve stájích pohybovaly teploty nad 20 °C z 23%, v optimu více jak ze 60% a pod 5 °C kolem 15% případů v obou stájích.



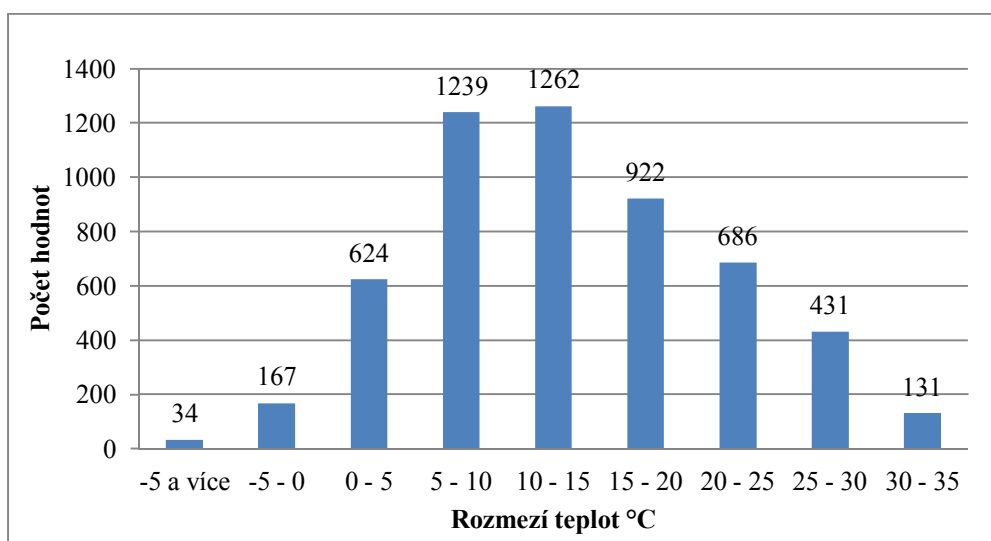
Graf č. 1: Rozložení celoročních teplot ve stáji („Graf: Sandra Studená“)



Graf č. 2: Procentuální podíl doby působení teplot v období měření („Graf: Sandra Studená“)

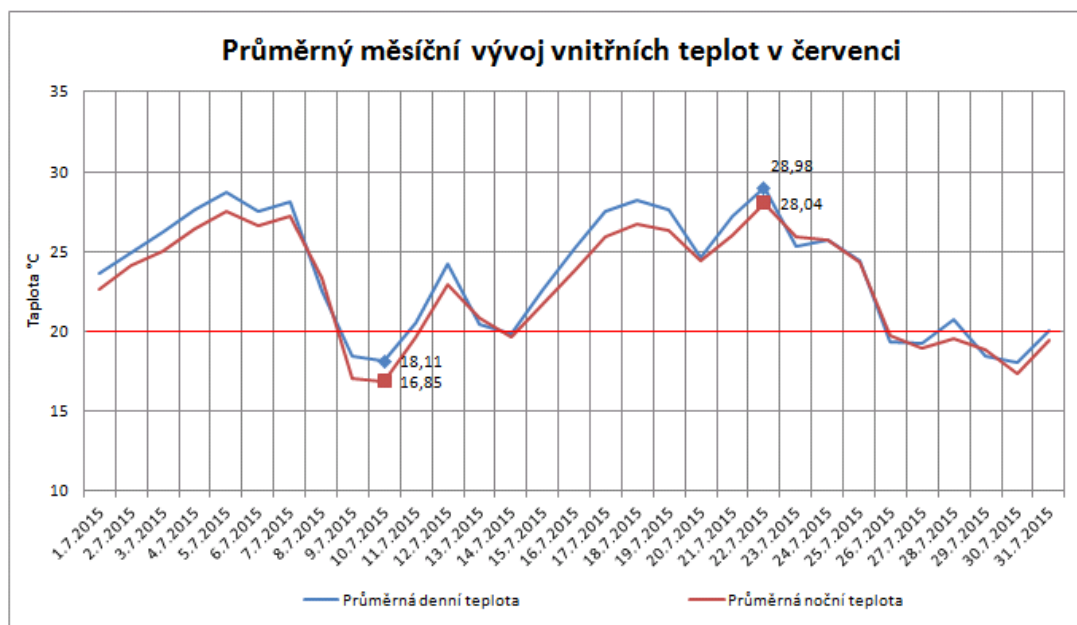
Během celého sledovaného období se teploty v horní stáji pohybovaly v rozmezí od $-7,1$ °C do $33,2$ °C, v dolní stáji vykazovaly teploty o něco horší výsledky, a to v rozmezí od $-8,4$ °C do $36,1$ °C a venkovní teploty od $-11,9$ °C do $36,6$ °C. Rozdíly teplot horní a dolní stáje jsou dány výškovým převýšením, které mezi stájemi činí 2 m, orientací ke světovým stranám a počtem ustájených zvířat, a to i přes to, že byly před započítáním mikroklimatického měření nově instalovány do dolní stáje ventilátory s čidlem nastaveným na 23 °C.

Teplota uvnitř stáje se za celé sledované období pohybovala nejčastěji v rozmezí 10 až 15 °C. Teploty přesahující 40 °C nebyly naměřeny vůbec a teploty pod -5 °C byly naměřeny ve 34 případech, kdy byla většina záporných teplot naměřena v lednu. Průměrná teplota sledovaného období byla $13,6$ °C.

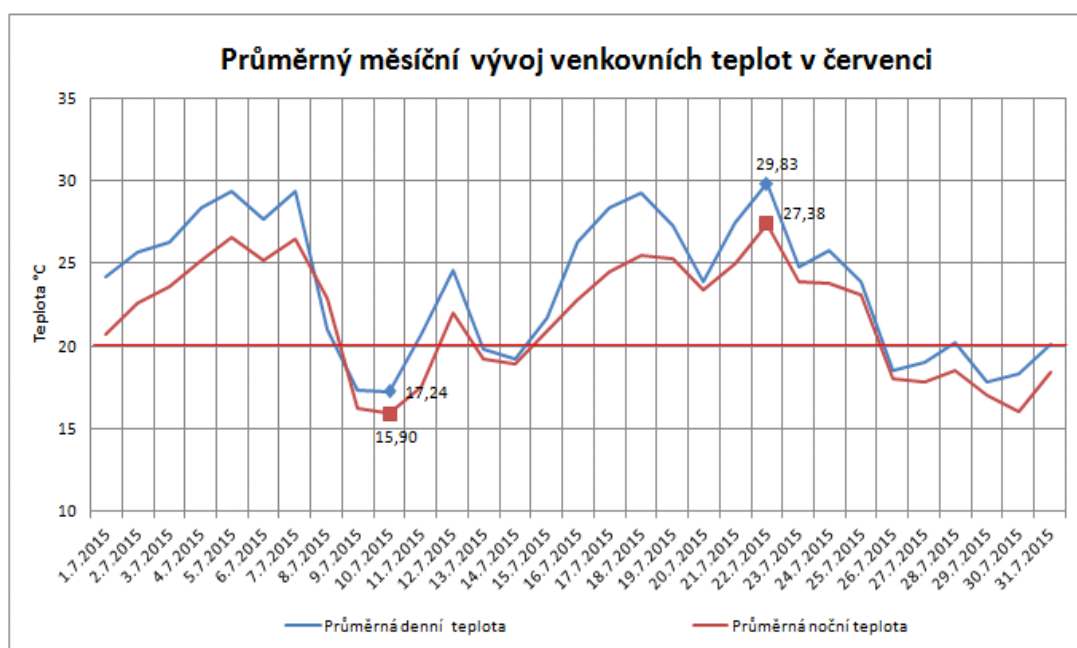


Graf č. 3: Histogram teplot za celé sledované období uvnitř stáje („Graf: Sandra Studená“)

Celkový průběh teplot v červenci znázorňují grafy č. 4 a 5. V červenci docházelo k častému překračování teploty hraničící s tepelným stresem, která je stanovena na 20 °C a v grafu znázorněna červenou čarou. Rozdíly mezi venkovními a vnitřními teplotami jsou minimální, stejně tak i rozdíly denních a nočních teplot, které jsou znatelnější až vně stáje, uvnitř stáje se téměř kopírují.

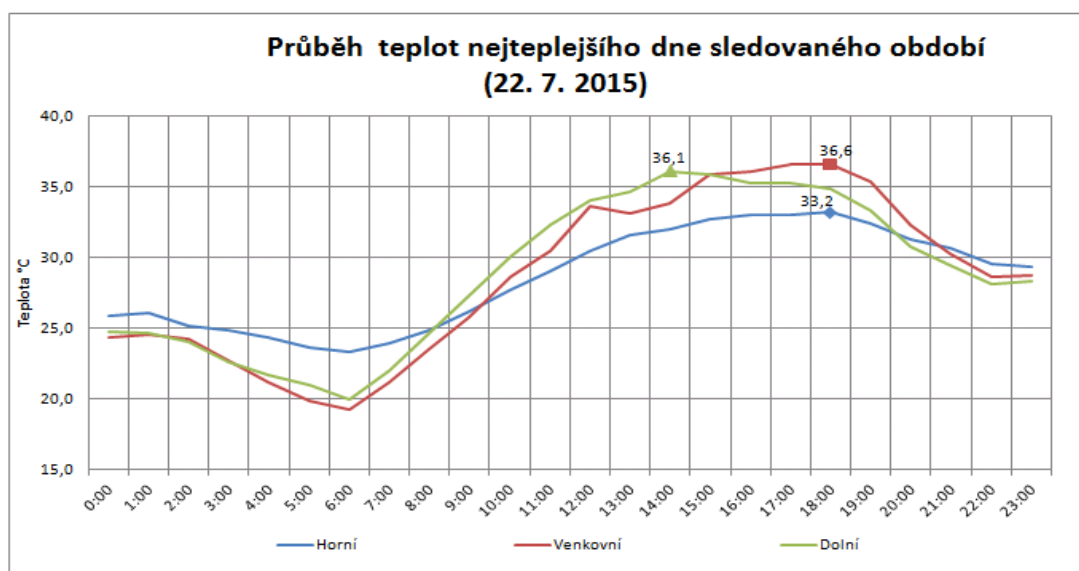


Graf č. 4: Průměrné měsíční denní a noční vývoje vnitřních teplot v nejteplejším měsíci sledovaného období („Graf: Sandra Studená“)



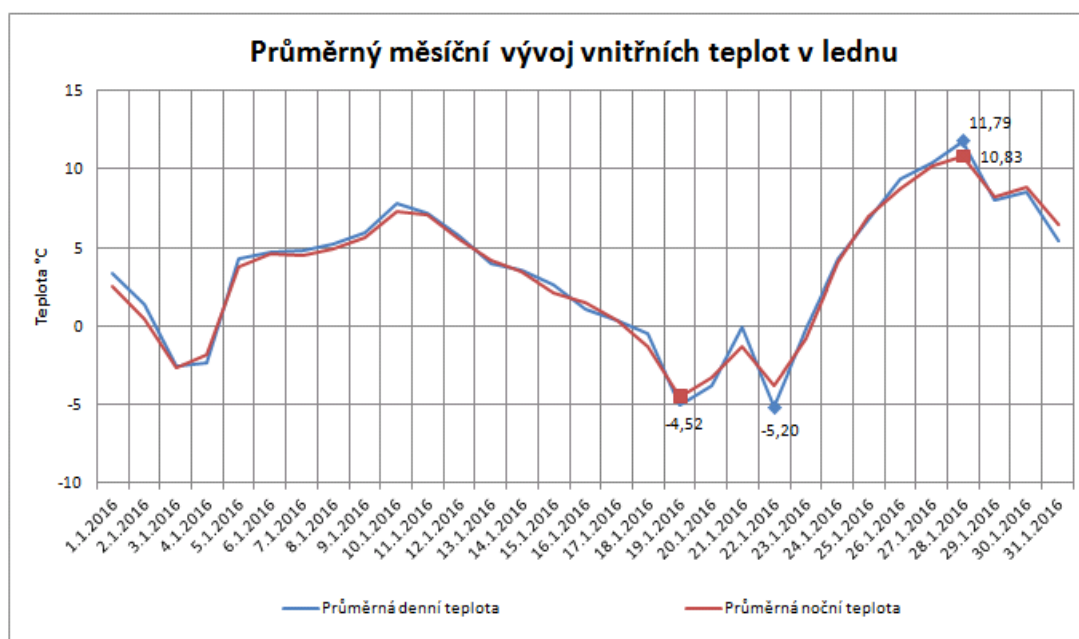
Graf č. 5: Průměrné měsíční denní a noční vývoje venkovních teplot v nejteplejším měsíci sledovaného období („Graf: Sandra Studená“)

Kritických teplot bylo dosaženo v červenci. Nejvyšší teplota byla naměřena 22. července, kdy se teplota v dolní stáji pohybovala kolem 20 °C již po 5 hod. ranní a setrvala ve vysokých hodnotách až do nočních hodin. Maximální vnitřní teplota 36,1 °C byla naměřena 22. července v horní stáji ve 14 hod.

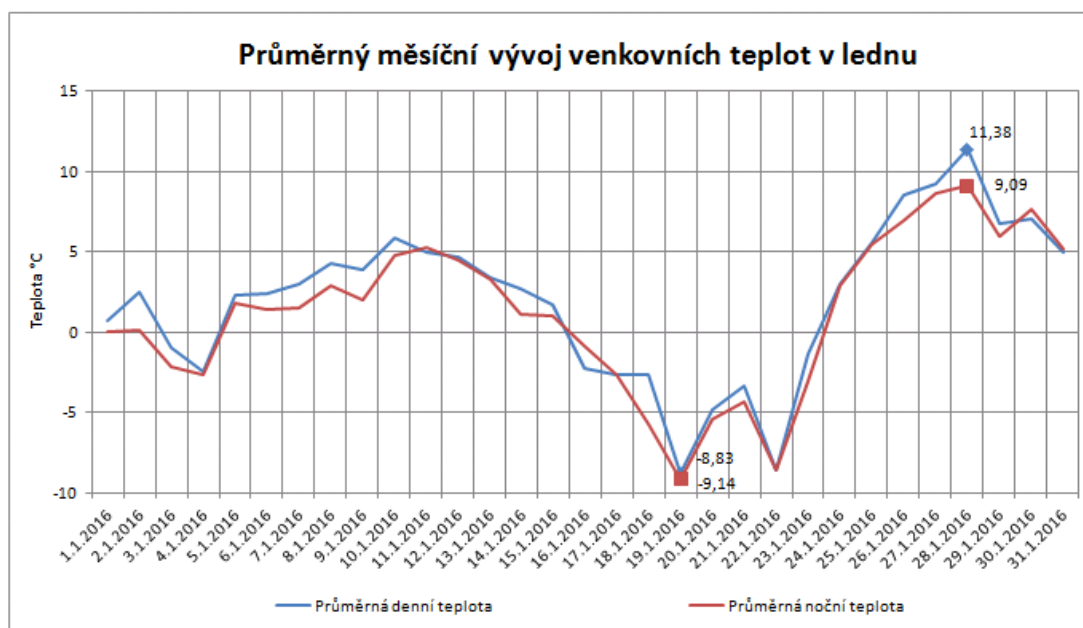


Graf č. 6: Průběh teplot nejteplejšího dne sledovaného období („Graf: Sandra Studená“)

V lednu se zas teploty uvnitř stáje pohybovaly extrémně nízko, jejich celkový průběh znázorňují následující grafy č. 7 a 8. Teploty vzduchu naměřené uvnitř obou stájí se do značné míry kopírují a značně se kopírují i s venkovními teplotami.

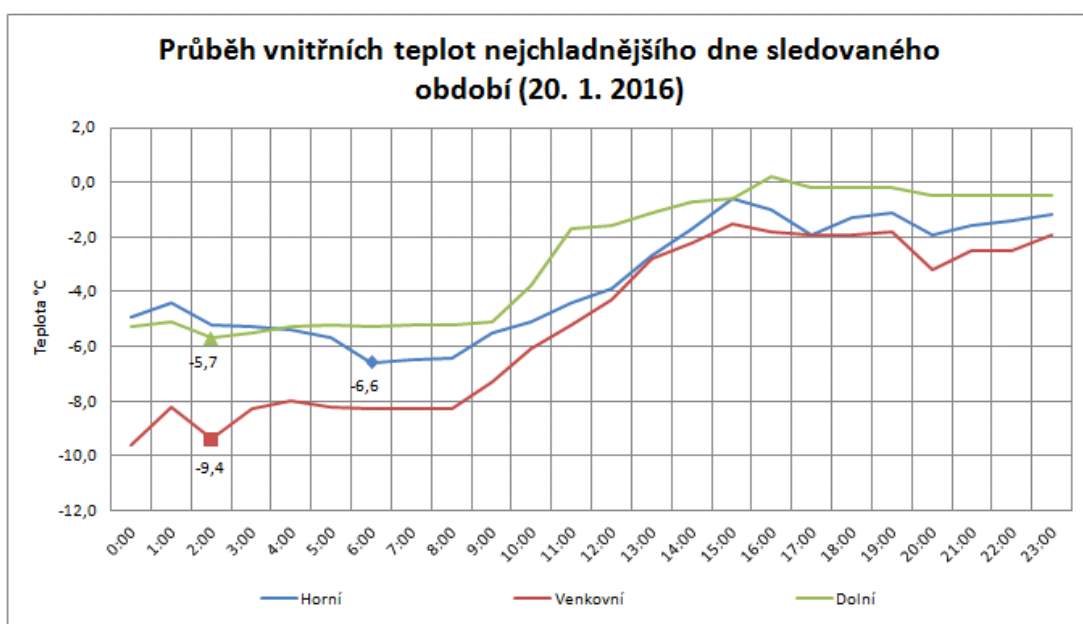


Graf č. 7: Průměrné měsíční denní a noční vývoje vnitřních teplot v nejchladnějším měsíci sledovaného období („Graf: Sandra Studená“)



Graf č. 8: Průměrné měsíční denní a noční vývoje vnějších teplot v nejchladnějším měsíci sledovaného období („Graf: Sandra Studená“)

Nejchladnějším dnem byl 20. leden 2016, kdy se teploty vnitř stáje držely po celý den pod 0 °C. Nejvyšší teploty bylo v tento den dosaženo v 16 hod., kdy přístroj naměřil 0,2 °C a minimální teploty ve stáji bylo dosaženo ve 2:00 hod. ráno, kdy přístroj v horní stáji naměřil až -6,6 °C. Venkovní teploty se držely výrazněji níže než vnitřní teploty, ale i přesto byly v tomto měsíci ve stájích nevyhovující podmínky, protože minimální teplota ve stájích pro dojnice by měla být 2 °C.



Graf č. 9: Průběh vnitřních teplot nejchladnějšího dne sledovaného období („Graf: Sandra Studená“)

Ze statického hlediska se jako negativní jeví záporné teploty pod 0 °C. Vlhkost obsažená ve stavební konstrukci totiž mění vlivem záporných teplot svůj objem a stává se z ní led, který konstrukci mechanicky poškozují a může docházet ke vzniku trhlin. Podle grafu č. 10 byly záporné teploty překročeny v následujících dnech sledovaného období. Jedná se pouze o konec prosince a leden, který je z hlediska teplot nevyhovující jak pro tepelnou pohodu zvířat, tak pro stavební konstrukci, která je působením objemových změn více zatížená.



Graf č. 10: Hodnocení záporných teplot uvnitř stáje („Graf: Sandra Studená“)

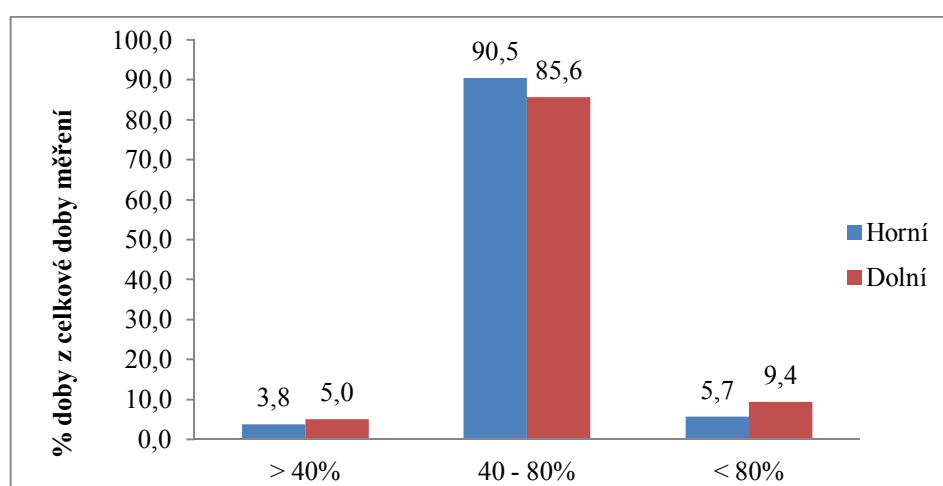
V České republice však neexistuje žádný legislativně upravený předpis pro minimální a maximální hodnoty teploty vzduchu ve stájích. Existují pouze doporučené hodnoty optimálních teplot, které by měli být do jisté míry vodítkem pro chovatele skotu.

10.2.2 Hodnocení relativních vlhkostí

Rozmezí relativních vlhkostí vzduchu uvnitř stáje se řídí druhem a kategorií (stářím) ustájených zvířat a teplotou prostředí. Podle dostupné literatury se pohybuje u dospělých zvířat optimálně od 50% eventuálně 40 – 45% při vyšších teplotách do 80 – 85%, a to za předpokladu, že teplota je optimální (při vyšších teplotách nižší relativní vlhkost a naopak). A protože vlhký vzduch velmi dobře vede teplo, způsobuje vysoká relativní vlhkost vzduchu spolu s vysokou teplotou prostředí zhoršený výdej tepla z povrchu těla a z dýchacích cest. Stejně tak je ne zcela vhodná kombinace vysoké relativní vlhkosti v kombinaci s nízkou teplotou vzduchu a vysokou rychlostí proudění vzduchu, která způsobuje naopak neúměrné zvýšení

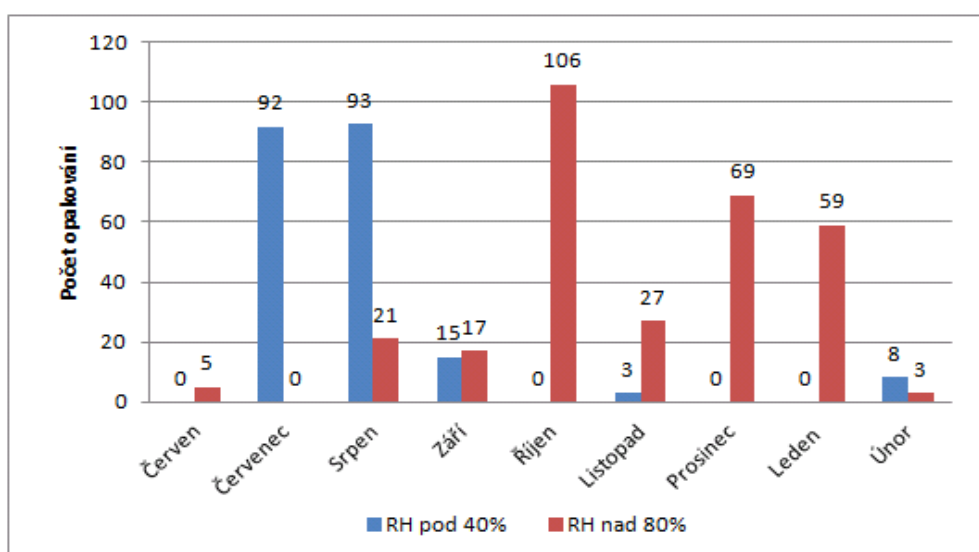
teplotních ztrát zvířat a může nastat podchlazení organismu, oslabení jeho rezistence a tím i zvýšená náchylnost k chorobám.

V horní stáji byla po dobu sledovaného období průměrná relativní vlhkost 64,9% a v dolní stáji 66,8%. Minimální vlhkost byla naměřena 24,4% v dolní stáji 11. srpna při teplotě 32,9 °C. V horní stáji byla nejnižší naměřená relativní vlhkost 24,6 % 22. července při teplotě 31,3 °C. Naopak nejvyšší relativní vlhkost byla naměřena 94,4 % v horní stáji 15. října při teplotě 11,5 °C. V dolní stáji byla nejvyšší relativní vlhkost 91% 21. prosince při teplotě 6,5 °C. Avšak většina naměřených hodnot relativní vlhkosti uvnitř stáje se pohybuje v optimálním rozmezí 40 – 80 %.



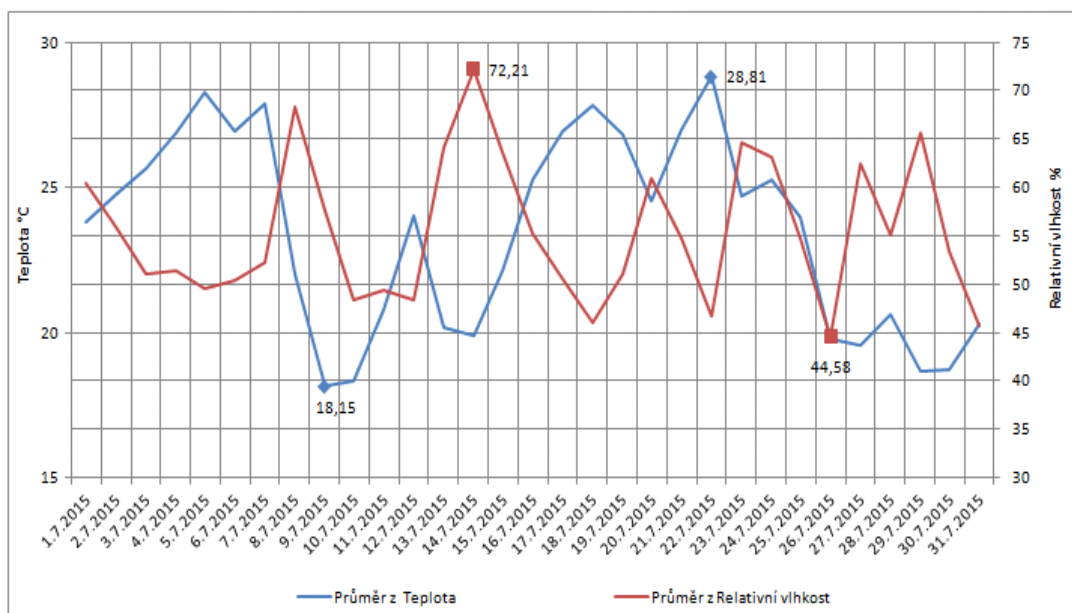
Graf č. 11: Procentuální doba působení RH v období měření („Graf: Sandra Studená“)

Hodnoty pod 40% byly naměřeny z největší částí v červenci a srpnu, nad 80% pak z největší části v říjnu, což dokládá následující graf č. 12.

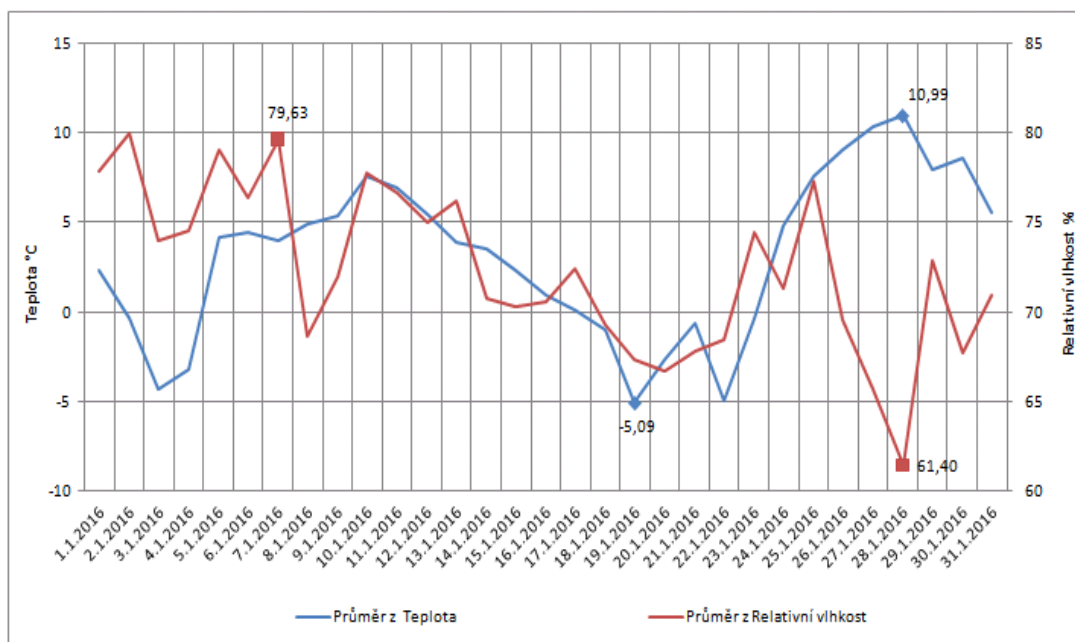


Graf č. 12: Histogram četností relativních vlhkostí pod 40% a nad 80% („Graf: Sandra Studená“)

Závislost relativní vlhkosti na teplotě je zřejmá v letních měsících, kdy byly nejnižší hodnoty naměřeny při extrémně vysokých teplotách, nejvyšší naměřené relativní vlhkosti však tak zřejmou souvislost nemají. To dokládají také grafy č. 13 a 14, kde je znázorněno kolísání teploty a relativní vlhkosti během nejteplejšího a nejchladnějšího měsíce.



Graf č. 13: Průměrný vývoj teploty a relativní vlhkosti během nejteplejšího měsíce sledovaného období („Graf: Sandra Studená“)



Graf č. 14: Průměrný vývoj teploty a relativní vlhkosti během nejchladnějšího měsíce sledovaného období („Graf: Sandra Studená“)

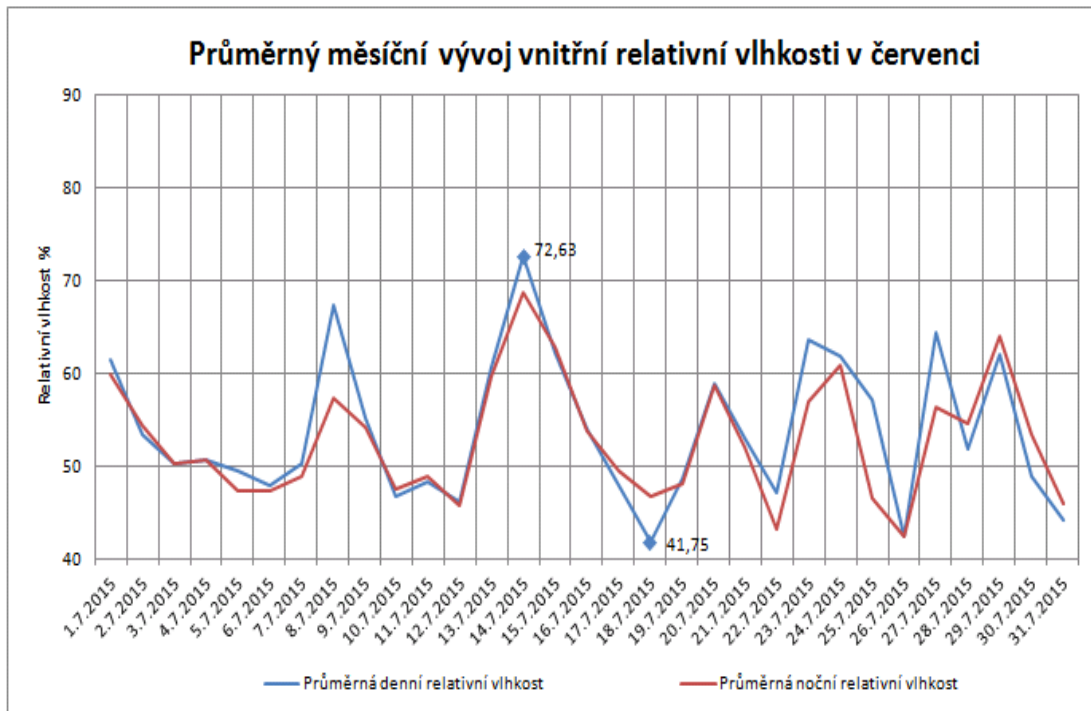
A právě s ohledem na teplotu by se měla relativní vlhkost hodnotit, protože ani vysoká relativní vlhkost nemá při optimální teplotě negativní vliv na zvířata. Při relativní vlhkosti 80% je kráva tolerantní na teplotu do 23 °C a při minimálních hodnotách relativní vlhkosti 40% je pak kráva tolerantní na teplotu do 28 °C. Právě z tohoto poznatku vychází tabulka č. 15. Zbylé naměřené hodnoty jsou v optimu.

Kombinace	Počet opakování	Roční období
Vysoká relativní vlhkost + vysoká teplota	0 x	/
Vysoká relativní vlhkost + nízká teplota	64 x	listopad - únor
Nízká relativní vlhkost + vysoká teplota	188 x	červenec - září
Nízká relativní vlhkost + nízká teplota	0 x	/

Tab. č. 15: Kombinace relativních vlhkostí a teplot („Tab.: Sandra Studená“)

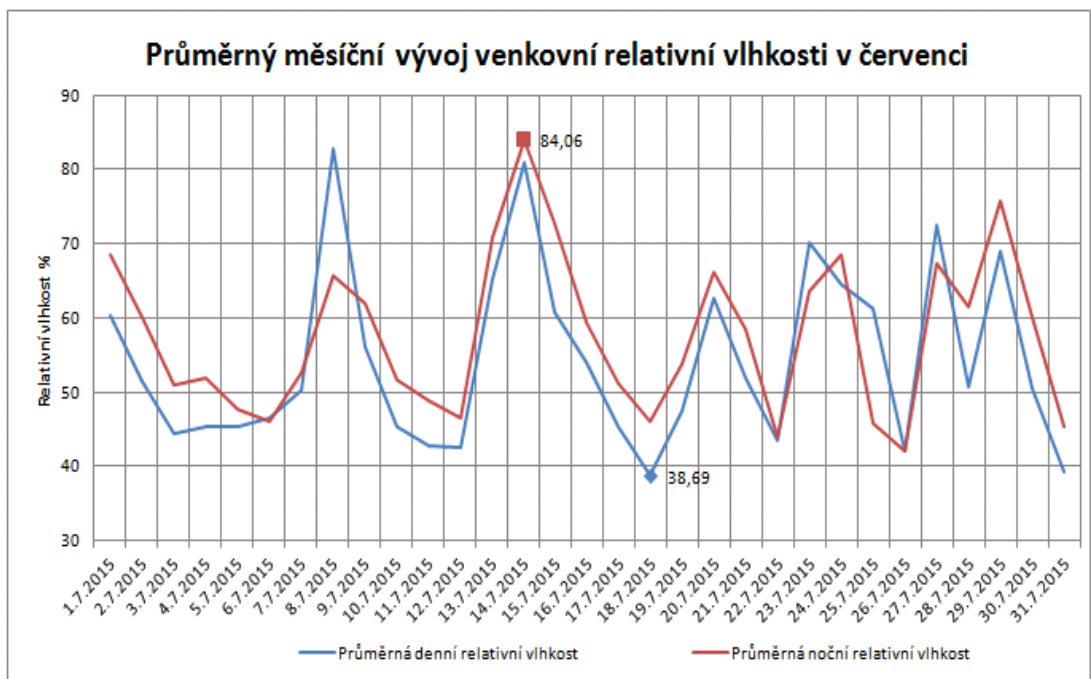
Nejčastější byla kombinace nízké relativní vlhkosti pod 40% a vysoké teploty nad 28 °C v období od července do září. Tato kombinace je považována za nevhodnou, protože může dojít k dehydrataci a snížení protiinfekční schopnosti organismu. V tomto období je proto nutné zajistit dostatečný příjem tekutin. Jako druhá byla zjištěna kombinace vysoké relativní vlhkosti nad 80% a nízkých teplot pod 4 °C za období od listopadu do února. V tomto případě je potřeba zajistit, aby se zvířata nepodchladila, protože vysoká vlhkost vede velmi dobře teplo z povrchu těla, což může oslabit imunitní systém a zvíře je více náchylné k chorobám. Ke kombinaci vysoké relativní vlhkosti a vysoké teploty a nízké relativní vlhkosti a nízké teploty dosaženo nebylo vůbec. Celkově můžeme říci, že se kombinace relativní vlhkosti a teplot pohybují v optimálním rozmezí, a to z téměř 95% ze sledovaného období. Zbýlých 5% tvoří právě dny v nejextrémnějších letních a zimních dnech.

V letním období se relativní vlhkost vzduchu uvnitř stáje pohybovala v rozmezí 41,75 – 72,63%. Nejnižší hodnota 41,75% je těsně nad hranicí optima a někteří autoři dokonce uvádějí hraniční hodnotu relativní vlhkosti 50%, která je v tomto měsíci častokrát překračována. Z toho důvodu bych zvolila do stáje opatření, které by relativní vlhkost v těchto extrémnějších dnech zvýšilo. Jak už totiž bylo řečeno, kombinace nízké relativní vlhkosti spolu s vysokou teplotou je pro organismus ustájených zvířat nevhodná. Nízká relativní vlhkost navíc podporuje rozvoj mikroorganismů a prašnost v ovzduší. Prachové částice pak setrvávají ve vzduchu významně déle, což je nepříznivé např. při krmení suchým krmivem.



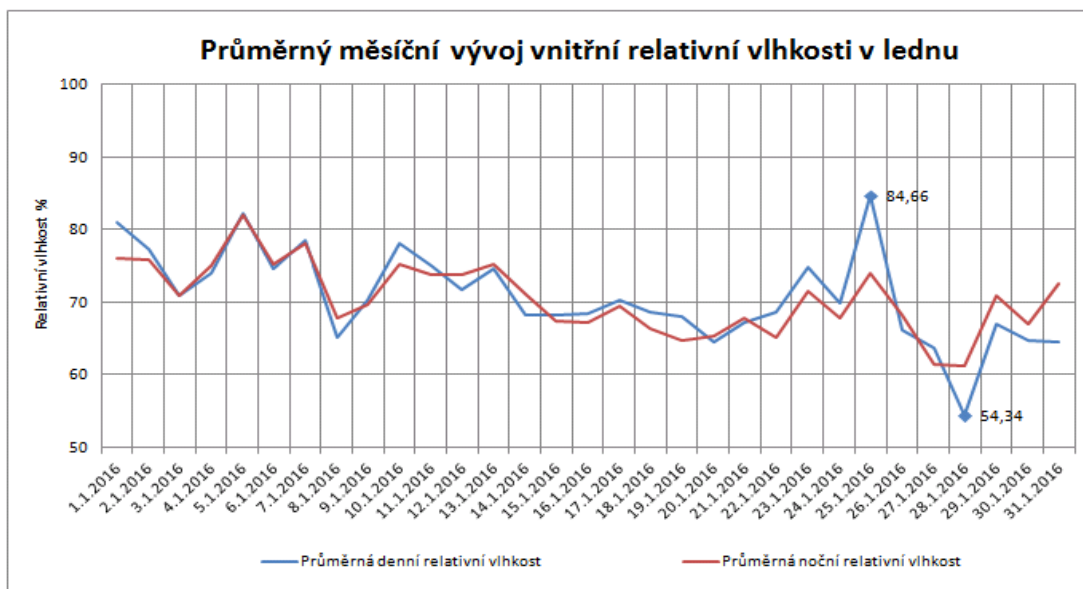
Graf č. 15: Průměrné měsíční denní a noční vývoje vnitřních relativních vlhkostí v nejteplejším měsíci sledovaného období („Graf: Sandra Studená“)

Stejně jako u teplot je i u relativní vlhkosti na první pohled zřejmá přímá úměra mezi venkovními a vnitřními hodnotami. Ve vnějším prostředí jsou však hodnoty relativní vlhkosti ještě více nevyhovující, než je tomu uvnitř stáje.

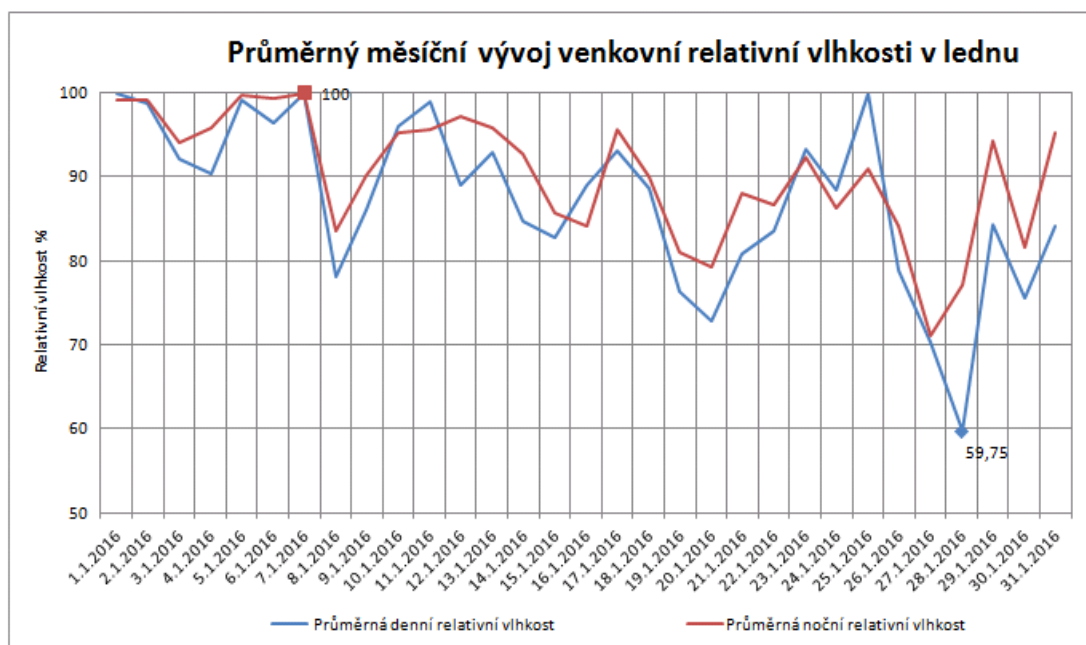


Graf č. 16: Průměrné měsíční denní a noční vývoje venkovních RH v nejteplejším měsíci sledovaného období („Graf: Sandra Studená“)

Celkový průběh relativních vlhkostí v nejchladnějším měsíci lednu znázorňují následující grafy č. 17 a 18. Relativní vlhkosti naměřené uvnitř a vně stáje se zde značně liší. Uvnitř stáje se v tomto období relativní vlhkosti pohybovaly na nižších hodnotách než vně stáje, kde hodnoty často dosahovaly až 100% nasycení vodními parami. V zimním období jsou hodnoty relativní vlhkosti uvnitř stáje až na výjimky v optimálním rozmezí.



Graf č. 17: Průměrné měsíční denní a noční vývoje vnitřních relativních vlhkostí v nejchladnějším měsíci sledovaného období („Graf: Sandra Studená“)



Graf č. 18: Průměrné měsíční denní a noční vývoje venkovních relativních vlhkostí v nejchladnějším měsíci sledovaného období („Graf: Sandra Studená“)

V zimním období se relativní vlhkost uvnitř stáje pohybovala v rozmezí mezi 54,34 – 84,66%. Tyto hodnoty odpovídají požadavkům bývalé ON 73 4502, která je dodnes uznávaná a která udává optimální hodnoty relativní vlhkosti vzduchu pro dojnice v rozmezí 50 – 75% a maximální hodnotu 85%. Při vyšších relativních vlhkostech nad 85% se prašnost i mikrobiální kontaminace vzduchu snižuje. Dochází totiž k rychlejší sedimentaci prachových částic, které vlhkost pohlcují, čímž se ovzduší vyčistí do doby, než opět vyschnou a zvíří se.

Vysoká vlhkost je pro zvířata nepříznivá jak při nízkých, tak i při vysokých teplotách. Vysoké relativní vlhkosti lze nejlépe předcházet větráním s výjimkou dusných letních dnů nebo teplého a velmi vlhkého zimního počasí.

V České republice však neexistuje žádný legislativně upravený předpis ani pro minimální a maximální hodnoty relativní vlhkosti vzduchu ve stájích. Existují opět pouze doporučené hodnoty optimálních relativní vlhkosti vzduchu, které by měly být do jisté míry vodítkem pro chovatele skotu.

10.2.3 Hodnocení teplotně vlhkostního indexu (THI)

THI posuzuje vzájemný vztah teploty a vlhkosti vzduchu a slouží jako ukazatel teplotního stresu. Limitující hodnota je zde 72, za stresující je považována hodnota 75 až 78 a vyšší než 78 je neschopnost zvířat udržovat termoregulační mechanismy. Je dán výpočtem:

$$THI = (0,8*tdb) + ((\% RH/100)*(tdb - 14,4))+46,4$$

Kde:

tdb..... teplota ovzduší (°C)

RH ... relativní vlhkost ovzduší ve stáji (%)

	Teplota °C	Relativní vlhkost (%)	THI	Počet
červenec	28,25	49,49	75,85	3x
	27,89	52,15	75,74	
	28,81	46,66	76,17	
srpen	28,05	45,29	75,02	3x
	27,50	50,74	75,04	
	27,36	54,03	75,29	

Tab. č. 16: Naměřené hodnoty THI 75 - 78 považované za stresující hodnotu („Tab.:

Sandra Studená“)

	Teplota °C	Relativní vlhkost (%)	THI	Počet
červenec	25,67	51,02	72,69	11x
	26,86	51,40	74,29	
	26,95	50,30	74,27	
	25,28	55,17	72,63	
	26,90	50,57	74,25	
	27,84	46,00	74,85	
	26,80	51,06	74,18	
	24,54	60,87	72,21	
	26,99	54,68	74,87	
	24,71	64,60	72,83	
	25,27	63,05	73,47	
srpen	25,50	54,09	72,80	13x
	25,25	53,62	72,42	
	27,01	48,58	74,14	
	27,13	53,59	74,92	
	26,26	60,29	74,56	
	26,59	50,39	73,82	
	26,97	40,40	73,06	
	26,88	45,77	73,62	
	27,86	46,20	74,91	
	25,34	55,43	72,74	
	25,47	52,88	72,62	
	26,00	59,91	74,14	
	26,40	59,90	74,71	
září	27,16	45,82	73,98	1x

Tab. č. 17: Naměřené hodnoty přesahující limitující hodnotu THI > 72 („Tab.: Sandra Studená“)

Výsledky THI přesahovaly hranici pohodlné hodnoty nad 72 od července do začátku září. Nejhorší výsledky vykazoval srpen, kdy došlo k překročení pohodlné hodnoty ve 13. dnech a 3x došlo k překročení hodnoty nad 75, což je stresující hodnota. Podobně tomu bylo i v červenci, kdy byla hranice pohodlné hodnoty překročena za celý měsíc 11x a stresující hodnoty bylo dosaženo 3x. Září pak bylo z hlediska teplotně vlhkostního stavu vyhovující až na jeden jediný den. A protože nedocházelo k výrazným extrémům až na 6 dní, kdy se rozmezí pohybovalo ve stresujících hodnotách a 25 dní mimo pohodlnou hodnotu z celkových 7 měsíců, hodnotím tyto výsledky jako pozitivní s předpokladem, že po zavedení navržených opatření budou výsledky v optimu.

11. NÁVRH OPATŘENÍ

Za kritické jsou považovány letní měsíce, především červenec, který dosahoval nejvyšších naměřených teplot uvnitř obou stájí a nejchladnější měsíc leden. Z hlediska vysoké relativní vlhkosti pak také říjen a prosinec.

Ke zlepšení mikroklimatických podmínek uvnitř stájí při vysokých teplotách v letních měsících se momentálně využívá ventilátorů umístěných v dolní stáji se spínačem nastaveným na 23 °C, ale i tak jsou v letních měsících v této stáji nevyhovující podmínky. Proto bych doporučila, aby spínání ventilátorů bylo přednastaveno na teplotu 20 °C a aby byl v nejextrémnějších letních dnech využíván plošný systém evaporačního ochlazování, který rovnoměrně rozmístěnými tryskami rozstříkuje kapičky o velikosti 100 mikrometrů do prostoru stáje. Jeho výhodou je poměrně rychlý výpar, čímž dochází ke spotřebě tepla a tím pádem ke snížení teploty okolního vzduchu. Navíc se spolu se snížením teploty zvýší relativní vlhkost vzduchu ve stáji, která bývá v letních měsících na spodní hranici optima. Zvýšením relativní vlhkosti se sníží také prašnost, předejde se riziku vysušení sliznic a snížení protiinfekční schopnosti organismu ustájených zvířat. Naopak s vysokou relativní vlhkostí uvnitř stájového prostoru se potýkají dojnice opravdu jen zřídka. To je s vysokou pravděpodobností dáno otevřenou konstrukcí stáje s dostatečným větráním. Zde bych tedy jen doporučila dodržovat zásady technologie provozu jako pravidelné podestýlání a odklíz hnoje a zajištění fungujícího kanalizačního zařízení.

V horní stáji navrhuji stejně jako v dolní stáji instalaci ventilátorů přednastavených na 20 °C a systém plošného evaporačního ochlazování. Proti vysokým teplotám v horkých letních dnech, při nejvyšších teplotách, bych se dále bránila kropením asfaltové plochy vodou, protože se zpevněná asfaltová plocha nachází kolem celého objektu a bývá v letních měsících rozpálená a sálá další teplo. Jako vhodné doplňující opatření bych dále doporučila vysazení další zeleně poblíž celého areálu. Zeleň má totiž schopnost absorpce škodlivých plynů a aerosolů, které se zde mohou hromadit díky návaznosti celého areálu na přilehlou silnici II/157. Zeleň zároveň obohacuje vzduch o kyslík, tlumí teplotní extrémy v létě i v zimě (stíněním, transpirací a cirkulací), zvyšuje relativní vlhkost, reguluje světelné podmínky a vzdušné proudění a má pozitivní vliv na vytváření vhodných mikroklimatických podmínek.

V průběhu sledovaného období došlo v několika případech k dosažení záporných teplot pod 0 °C, které by ve větší míře a při častém opakování mohly mít negativní vliv na statiku stavby, je proto třeba zamezit tomu, aby se teploty v zimním období dostávaly pod bod mrazu. V tomto případě bych jako opatření proti nízkým teplotám zvolila doplnit zaizolování střešní konstrukce také v dolní stáji a zaizolování celého obvodového pláště, který by udržoval v letním i zimním období uvnitř stáje optimální podmínky. A protože hlavním zdrojem tepla je teplo vydávané samotnými zvířaty, které je závislé na množství přijímané potravy, měla by mít ustájená zvířata dostatečný přísun potravy. Dalším významným zdrojem tepla v zimních měsících může být také správně zvolená podestýlka, zejména hluboká, která příznivě ovlivňuje ztráty tepla z ležících zvířat. Do chladnějších a větrných dnů bych dále doporučila objekt opatřit protiprůvanovými sítěmi nebo bočními shrnovacími plachtami, které jsou řízeny pomocí čidel, která reagují na měnící se klimatické podmínky v průběhu dne i noci. Tímto opatřením se zajistí požadované klima bez nutné manuální asistence obsluhy.

Co se týká odběrů vzorků zdiva, zdá se být konstrukce do větší míry vlhkostí nepostížená. V letních měsících jsou výsledky vyhovující a v zimním období byl problém pouze u vzorku č. 1, který se nachází v pohybové chodbě v blízkosti kejdové jímky a dešťového svodu (viz obr. č. 5). V těchto místech je potřeba zajistit správné napojení dešťového svodu, který se zdá být poškozený nebo nesprávně napojený na dešťovou kanalizaci, popř. osekání staré poškozené omítky a použití sanační omítky, která má vysokou propustnost pro vzduch.

12. ZÁVĚR

Cílem mé diplomové práce bylo posoudit stav zemědělského objektu v Zubčicích z hlediska jeho vnitřního prostředí, a to zejména vztahu vnitřní a vnější teploty a vlhkosti a stavebně technického stavu této stavby. V první řadě jsem se snažila do diplomové práce zahrnout všechny potřebné informace, které byly následně využity ve vlastní (praktické) části práce, aby na sebe tyto dvě části navazovaly.

Poznatky z teoretické části práce byly využity pro vlastní práci, a to pozorování stavebně technických a mikroklimatických podmínek ve sledované stáji, kde se uskutečnil odběr pěti vzorků zdiva ve dvou ročních obdobích pro stanovení vlhkosti stavební konstrukce. Následné zjišťování vlhkosti probíhalo v laboratoři Povodí Vltavy se zapůjčenými speciálními pomůckami pro dosažení co největší přesnosti měření. Změřená data byla poté za pomoci příslušného vzorce vypočítána. Další částí praktické práce bylo zjistit, zda mikroklimatické podmínky odpovídají požadavkům na ustájení dojnic. K tomuto měření byly zapůjčeny tři datalogery (vlhkoměrné přístroje se záznamem teploty a relativní vlhkosti), které po dobu 7 měsíců v pravidelných intervalech zaznamenávaly příslušnou teplotu a relativní vlhkost uvnitř obou stájí a vně stáje. Tato zaznamenaná data byla následně zpracována do formy tabulek a grafů, ze kterých se dále vyhodnocovala. Na základě všech těchto údajů bylo vyhodnoceno, zda zemědělská stavba odpovídá mikroklimatickým a stavebně technickým požadavkům a bylo navrženo řešení pro její optimalizaci.

Pro co nejlepší orientaci a představu o celkovém stavu zemědělského objektu jsem diplomovou práci rozšířila o fotodokumentaci s příložením grafů znázorňujících celkový průběh průměrných, maximálních a minimálních teplot a relativních vlhkostí za celé měřené období znázorněných po týdnech a grafy jednotlivých stanic s vyznačenou průměrnou teplotou a relativní vlhkostí opět za celé sledované období.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Odborná literatura

- [1] Anton, O., Blažková, V., Hobst, L.: *Měření v praxi soudního inženýra - Příspěvek XIV. konference znalců*, Soudní inženýrství, 2005, 176-178.
- [2] Bílek, M.: *Welfare ve stájích pro skot*. Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2002.
- [3] Bouška, J., Doležal, O., Jílek, F., Kudrna, V. Kvapilík, J. Příbyl, J. Tyrolová, Y.: *Chov dojeného skotu*. Praha: Profi Press, 2006.
- [4] Brouček, J.: *Odporúčania k chovu a ustajneniu hovädzieho dobytku, oviec, koní a ošípaných*. Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra, 2014, 1 – 28.
- [5] Chloupek, J., Suchý, P.: *Mikroklimatická měření ve stájích pro hospodářská zvířata*. Fakulta veterinární hygieny a ekologie, 2008.
- [6] Dolejš, J., Toufal, O., Musil, J., Knížek, J.: *Vliv nízké teploty prostředí na masnou užitkovost a životní projevy býků na žír*. živočiš. výr, 1991.
- [7] Doležal, O., Černá, D.: *Chyby a omyly při rekonstrukcích vazných kravínů na volné stáje pro dojnice*, Metodická příručka, 2001.
- [8] Doležal, O., Bílek, M., Dolejš, J.: *Zásady welfare a nové standardy EU v chovu skotu*, Praha VÚŽV Uhřetěves, 2004.
- [9] Doležal, O., Dolejší, J., Knížková, I., Kunc, P., Bílek, M., Černá, D.: *Komfortní ustájení vysokoprodukčních dojnic*. Praha VÚŽV Uhřetěves, 2002.
- [10] Jílek, F., Kursa, J., Vítovec, J., Rajmon, R.: *Hygiena stájového prostředí*. Zoohygiena a prevence chorob hospodářských zvířat. JU České Budějovice, 1998.
- [11] Junga, P.: *Zemědělské stavby II.*, Mendelova univerzita v Brně, 2014.
- [12] Klabzuba, J.: *Aplikovaná meteorologie a klimatologie*. XI. Díl, Mikroklima stájí. 1. vyd. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2002.
- [13] Mikšík, J., Žižlavský, J.: *Chov skotu – přednášky*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2006.
- [14] Para, L.: *Zoohygiena*, 1. vydání. Košice: Magnus, 1992.
- [15] Peterka, A., Šístková, M.: *Krmení objemnými krmivy a mobilní krmicí zařízení*. Farmář, 2008.
- [16] Šoch, M. aj.: *Dynamika výskytu lehkých aeroiontů ve vzduchu v teletniku a vzduchu venkovním a jejich vliv na sledované fyziologické hodnoty u telat*. In Sborník ZF JU v Českých Budějovicích řada zootechnická, číslo 2, 1998.

- [17] Topič, J., Gebauer, G.: *Přirozené větrání jako faktor tvorby mikroklimatu budov*. VÚT Brno, 2012.
- [18] Vaněk, D., Štolc, L.: *Chov skotu a ovcí*. 1. vydání, Praha: ČZU, ISV nakladatelství, 2002.
- [19] Vegricht, J., Machálek, A., Doležal, O., Černá, D.: *Katalog technických systémů vhodných pro nové a rekonstruované farmy skotu se základními technickými a provozními parametry*. Praha: VÚZT, 2005.
- [20] Zejdová, P., Chládek, G., Falta, D.: *Vliv stájového prostředí na chování a mléčnou užitkovost dojnic*. Mendelova univerzita, 2014.
- [21] Zeman, J.: *Zoohygiena*. VFU Brno, 1994.
- [22] Zeman, L., Doležal, P., Kopřiva, A., Mrkvicová, E., Procházková, J., Ryant, P., Zelenka, J.: *Výživa a krmení hospodářských zvířat*. Profi Press s. r. o., Praha, 2006.

Normy a zákony

- [23] ČSN 73 0610: *Hydroizolace staveb - Sanace vlhkého zdiva – Základní ustanovení*, Praha: Český normalizační institut, 2000.
- [24] ČSN 73 4501 *Stavby pro hospodářská zvířata – Základní požadavky*, 2004.
- [25] ČSN 38 0088 *Osvětlování v zemědělských závodech*, 1974.
- [26] Vyhláška č. 268/2009 Sb., *o technických požadavcích na stavby*. In: Sbíрка zákonů. 12. 8. 2009.
- [27] Vyhláška č. 464/2009 Sb. *o minimálních standardech pro ochranu hospodářských zvířat*. In: Sbíрка zákonů. 16. 12. 2009.
- [28] Vyhláška č. 187/2005 Sb., *kteřou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody*. In: Sbíрка zákonů. 30. 4. 2014.
- [29] Zákon č. 246/1992 Sb. *na ochranu zvířat proti týrání*, In: Sbíрка zákonů. 15. 4. 1992.

Elektronické zdroje

- [30] ČUZK: Katastrální mapa ČR [online], Státní správa zeměměřictví a katastru, [Cit. 26. 3. 2016], dostupné z: <http://nahlizenidokn.cuzk.cz/>.
- [31] Datalogger R3120 [online]. [cit. 27. 3. 2016]. Dostupné z: <http://www.cometsystem.cz/podpora/faq-datalogery-a-commetery>.

SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obr. č. 1: Doporučené minimální stavební rozměry boxové stáje pro dojnice [7].....	31
Obr. č. 2: Hřebenová střešní štěrbina [11]	36
Obr. č. 3: Půdorysné zobrazení zemědělského areálu Zubčice [30].....	40
Obr. č. 4: Půdorys objektu stáje („Obr.: Sandra Studená“).....	42
Obr. č. 5: Půdorysné schéma umístění dataloggerů Comet a číselné označení míst odběrů vzorků zdiva („Obr.: Sandra Studená“).....	46
Obr. č. 6: Datový záznamník Comet pro záznam teploty a relativní vlhkosti [31]....	50
Obr. č. 7: Místo odběru vzorku č. 1 se zvýšenou vlhkostí zdiva („Obr.: Sandra Studená“).....	52

SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tab. č. 1: Požadovaná optima a přípustná minima teploty ve stájích pro skot [12]...13	
Tab. č. 2: Optimální hodnoty teploty a relativní vlhkosti dle ročního období [13]....14	
Tab. č. 3: Základní parametry pro výstavbu stájí pro dojnice [8]	31
Tab. č. 4: Příklady požární odolnosti vybraných stavebních konstrukcí [11].....	37
Tab. č. 5: Klimatické poměry ze srážkoměrné stanice v Netřebicích.....	41
Tab. č. 6: Sezónní teploty z klimatologické stanice v Českém Krumlově.....	41
Tab. č. 7: Parametry ustájení dojníc („Tab.: Sandra Studená“).....	44
Tab. č. 8: Klasifikace vlhkosti zdiva [20]	48
Tab. č. 9: Přehled umístění dataloggerů Comet („Tab.: Sandra Studená“).....	49
Tab. č. 10: Procentuelní vlhkost jednotlivých částí stáje „po letním období“	51
Tab. č. 11.: Procentuelní vlhkost jednotlivých částí stáje „po zimním období“ („Tab.: Sandra Studená“)	51
Tab. č. 12: Průměrné teploty a relativní vlhkosti za jednotlivé měsíce v horní stáji („Tab.: Sandra Studená“)	52
Tab. č. 13: Průměrné teploty a relativní vlhkosti za jednotlivé měsíce v dolní stáji („Tab.: Sandra Studená“)	53
Tab. č. 14: Průměrné teploty a relativní vlhkosti za jednotlivé měsíce vně stáje („Tab.: Sandra Studená“)	53
Tab. č. 15: Kombinace relativních vlhkostí a teplot („Tab.: Sandra Studená“).....	62
Tab. č. 16: Naměřené hodnoty THI 75 - 78 považované za stresující hodnotu („Tab.: Sandra Studená“)	65

Tab. č. 17: Naměřené hodnoty přesahující limitující hodnotu $THI > 72$ („Tab.: Sandra Studená“)	66
---	----

SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ

Graf č. 1: Rozložení celoročních teplot ve stáji („Graf: Sandra Studená“)	54
Graf č. 2: Procentuální podíl doby působení teplot v období měření („Graf: Sandra Studená“)	55
Graf č. 3: Histogram teplot za celé sledované období uvnitř stáje („Graf: Sandra Studená“)	55
Graf č. 4: Průměrné měsíční denní a noční vývoje vnitřních teplot v nejteplejším měsíci sledovaného období („Graf: Sandra Studená“)	56
Graf č. 5: Průměrné měsíční denní a noční vývoje venkovních teplot v nejteplejším měsíci sledovaného období („Graf: Sandra Studená“)	56
Graf č. 6: Průběh teplot nejteplejšího dne sledovaného období („Graf: Sandra Studená“)	57
Graf č. 7: Průměrné měsíční denní a noční vývoje vnitřních teplot v nejchladnějším měsíci sledovaného období („Graf: Sandra Studená“)	57
Graf č. 8: Průměrné měsíční denní a noční vývoje vnějších teplot v nejchladnějším měsíci sledovaného období („Graf: Sandra Studená“)	58
Graf č. 9: Průběh vnitřních teplot nejchladnějšího dne sledovaného období	58
Graf č. 10: Hodnocení záporných teplot uvnitř stáje („Graf: Sandra Studená“)	59
Graf č. 11: Procentuální doba působení RH v období měření („Graf: Sandra Studená“)	60
Graf č. 12: Histogram četností relativních vlhkostí pod 40% a nad 80% („Graf: Sandra Studená“)	60
Graf č. 13: Průměrný vývoj teploty a relativní vlhkosti během nejteplejšího měsíce sledovaného období („Graf: Sandra Studená“)	61
Graf č. 14: Průměrný vývoj teploty a relativní vlhkosti během nejchladnějšího měsíce sledovaného období („Graf: Sandra Studená“)	61
Graf č. 15: Průměrné měsíční denní a noční vývoje vnitřních relativních vlhkostí v nejteplejším měsíci sledovaného období („Graf: Sandra Studená“)	63
Graf č. 16: Průměrné měsíční denní a noční vývoje venkovních RH v nejteplejším měsíci sledovaného období („Graf: Sandra Studená“)	63

Graf č. 17: Průměrné měsíční denní a noční vývoje vnitřních relativních vlhkostí v nejchladnějším měsíci sledovaného období („Graf: Sandra Studená“)	64
Graf č. 18: Průměrné měsíční denní a noční vývoje venkovních relativních vlhkostí v nejchladnějším měsíci sledovaného období („Graf: Sandra Studená“)	64

SEZNAM POUŽITÝCH FOTOGRAFIÍ

Foto č. 1: Laboratorní váha Sartorius („Foto: Sandra Studená“)	48
Foto č. 2: Laboratorní sušička Binder („Foto: Sandra Studená“)	48
Foto č. 3: Čelní pohled na dolní stáj („Foto: Sandra Studená“)	75
Foto č. 4: Východní pohled („Foto: Sandra Studená“)	75
Foto č. 5: Pohybová (přeháněcí) chodba pro dolní stáj s vyznačení místa odběru vzorku č. 1 („Foto: Sandra Studená“)	76
Foto č. 6: Dojírna („Foto: Sandra Studená“)	76
Foto č. 7: Krmná chodba s krmným žlabem - dolní stáj („Foto: Sandra Studená“)	76
Foto č. 8: Napájení při výstupu ke krmišti („Foto: Sandra Studená“)	77
Foto č. 9: Konstrukce střechy se střešní hřebenovou štěrbinou a nově instalovanými větráky v dolní stáji („Foto: Sandra Studená“)	77
Foto č. 10: Umístění dataloggeru Comet N209130 v dolní stáji („Foto: Sandra Studená“)	78
Foto č. 11: Umístění dataloggeru Comet N203163 v Horní stáji („Foto: Sandra Studená“)	78
Foto č. 12: umístění dataloggeru Comet N203164 na průčelí stáje („Foto: Sandra Studená“)	78

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Průměrné teploty za celé sledované období („Příloha: Sandra Studená“)	
Příloha č. 2: Maximální teploty za celé sledované období („Příloha: Sandra Studená“)	
Příloha č. 3: Minimální teploty za celé sledované období („Příloha: Sandra Studená“)	
Příloha č. 4: Průměrná relativní vlhkost za celé sledované období („Příloha: Sandra Studená“)	
Příloha č. 5: Maximální relativní vlhkost za celé sledované období („Příloha: Sandra Studená“)	
Příloha č. 6: Minimální relativní vlhkost za celé sledované období („Příloha: Sandra Studená“)	

FOTODOKUMENTACE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Fotodokumentace stavby kravína v Zubčicích



Foto č. 3: Čelní pohled na dolní stáj („Foto: Sandra Studená“)



Foto č. 4: Východní pohled („Foto: Sandra Studená“)



Foto č. 5: Pohybová (přeháněcí) chodba pro dolní stáj s vyznačením místa odběru vzorku č. 1
(„Foto: Sandra Studená“)



Foto č. 7: Krmná chodba s krmným žlabem - dolní stáj („Foto: Sandra Studená“)



Foto č. 6: Dojírna („Foto: Sandra Studená“)



Foto č. 8: Napájení při výstupu ke krmišti („Foto: Sandra Studená“)



Foto č. 9: Konstrukce střechy se střešní hřebenovou štěrbinou a nově instalovanými větráky v dolní stáji („Foto: Sandra Studená“)

Fotodokumentace umístění dataloggerů Comet



Foto č. 11: Umístění dataloggeru Comet N203163 v Horní stáji („Foto: Sandra Studená“)



Foto č. 10: Umístění dataloggeru Comet N209130 v dolní stáji („Foto: Sandra Studená“)



Foto č. 12: umístění dataloggeru Comet N203164 na průčelí stáje („Foto: Sandra Studená“)