

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

DISERTAČNÍ PRÁCE

BRNO 2016

Ing. Jiří Ševčík



Robotizované dojení a jeho působení na dojnice
Disertační práce

Vedoucí práce:
doc. Ing. Jiří Fryč, CSc.

Vypracoval:
Ing. Jiří Ševčík

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: **Robotizované dojení a jeho působení na dojnice** vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....
podpis

Poděkování

Touto cestou bych chtěl poděkovat především svému školiteli doc. Ing. Jiřímu Fryčovi CSc., za odborné vedení a věcné připomínky a rady, které mi poskytl, a které mi pomohli k vypracování této disertační práce.

Poděkování patří i Ing. Danielovi Faltovi, Ph.D. za poskytnutí studijních materiálů, které přispěli k zpracování této dizertační práce, Ing. Janu Brotanovi za poskytnutí meteorologických údajů a doc. Ing. Kristině Somerlíkové, Ph.D. za provedení statistické analýzy.

Dále chci poděkovat pracovníkům Školního zemědělského podniku Žabčice, a také pracovníkům Zemědělského družstva Zemax, a.s. Šitbořice, kteří mi umožnili provádět sledování a poskytli řadu důležitých informací.

Děkuji své rodině, přátelům a všem blízkým za všestrannou pomoc, trpělivost a podporu v době mého studia.

Abstrakt

Ševčík, J. Robotizované dojení a jeho působení na dojnice. Doktorská disertační práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2016.

Cílem předkládané doktorské disertační práce bylo vyhodnotit účinky dvou různých typů dojicích systému (CMS - konvenční systém dojení vs. AMS - automatický systém dojení) na produkci mléka, na vliv mikroklimatických podmínek na dojení, na frekvenci návštěvnosti robotů, na dobu rozdojování a dojení a na míru traumatizace struků během procesu strojního dojení u holštýnského skotu. Pokusy byly provedeny ve dvou lokalitách: v školním zemědělském podniku Mendelovy univerzity v Brně v Žabčicích a na farmě ZEMAX, a.s. v Šitbořicích. Sledování probíhalo od 1. ledna 2014 do 15. prosince 2015. Vyšší celkový nádoj na dojení za den a nižší nádoj na 1 dojení na farmě s AMS byl způsoben vyšší četností dojení. Na farmě s CMS jsou dojnice dojeny pokaždé 2krát denně a na farmě s AMS mohou dojnice přistupovat na dojící stání dle potřeby. V roce 2014 byl průměrný počet frekvencí 2,64 a v roce 2015 navštívili dojnice roboty průměrně 2,88krát. Tepelný stres měl vliv na sníženou produkci mléka v letním období. Vliv tepelného stresu byl výraznější v roce 2015, neboť hodnota THI větší než 80 trvala mnohem déle. Délka doby rozdojování jednotlivých čtvrtí byla v AMS zjištěna v roce 2014 od 0:13 min. do 0:16 min., v roce 2015 od 0:14 min. do 0:19 min. Na farmě s CMS doba rozdojování nebyla evidována. Délka doby dojení v CMS v obou sledovaných letech byla 5:02 min. V AMS byla v roce 2014 od 3:03 min do 3:53 min., v roce 2015 od 3:05 min. do 4:45 min. Traumatizace struků při procesu strojního dojení byli menší při použití AMS.

Klíčová slova

Strojní dojení, AMS, CMS, mikroklimatické podmínky, termovize

Abstract

Ševčík J. Robotic milking and its effect on dairy cattle. Doctoral dissertation thesis. Brno: Mendel University, 2016.

The objective of the dissertation thesis was to evaluate the effects of two different types of milking systems (CMS - conventional milking system vs. AMS - an automatic milking system) on average daily milk yield, on frequency of attending robots, on pre-milking teat preparation procedures and stimulation and milking time, on the teats traumatization of Holstein cows. The experiments were performed in two locations: Žabčice School Farm of Mendel University in Brno and ZEMAX, a. s. in Šitbořice. Data was collected for a period 1st January 2014 to 15th December 2015. Higher average milk yield per day and lower milk yield per milking on the other hand on the farm with AMS were caused by a higher frequency of milking. Cows on farm with CMS were milked twice a day. On the farm with AMS dairy cows were milked in accordance with their own needs. Milking frequency in the AMS was in 2014 2.47, in 2015 2.88 per day. Heat stress has negative impacts on milk production. Effect of heat stress showed more markedly in 2015, which is probably related to the fact that the value of THI greater than 80 lasted longer. The length of pre-milking teat preparation procedures and stimulation various neighborhoods was found in AMS in 2014 from 0:13 min. to 0:16 min., in 2015 from 0:14 min. to 0:19 min. On farm with CMS time not be registered. The length of milking time with CMS in both years was 5:02 min. In AMS was in 2014 from 3:03 minutes to 3:53 min., in 2015 from 3:05 min. to 4:45 minutes. In process of milking machine teat traumatization were smaller when using AMS.

Keywords

Milking machine for cows, AMS, CMS, climatic conditions, thermography

Obsah

Seznam zkratk	10
Seznam obrázků	11
Seznam grafů	12
Seznam tabulek	13
1 ÚVOD	14
2 CÍLE PRÁCE	15
3 LITERÁRNÍ PŘEHLED	16
3.1 Anatomie a fyziologie mléčné žlázy, tvorba a ejekce mléka	16
3.1.1 Anatomická stavba mléčné žlázy	16
3.1.2 Spouštění mléka	18
3.2 Získávání mléka	24
3.2.1 Sání telete	25
3.2.2 Ruční dojení	26
3.2.3 Strojní dojení	28
3.2.3.1 <i>Dojící stroj</i>	28
3.2.3.2 <i>Kriteria pro optimalizaci dojíren</i>	33
3.2.3.3 <i>Typy dojíren</i>	35
3.2.3.4 <i>Automatizovaný dojící systém</i>	42
3.3 Technika a technologie ustájení a chovu dojnic	46
3.4 Vliv mikroklimatických podmínek na mléčnou užitkovost skotu	53
3.4.1 Teplota	53
3.4.1.1 <i>Infračervená termografie</i>	54

3.4.1.2	<i>Ochlazování</i>	55
3.4.2	Vlhkost ovzduší	56
3.4.3	Teplotně-vlhkostní index	57
3.4.4	Proudění vzduchu	58
4	MATERIÁL A METODIKA	60
4.1	Charakteristika zemědělského podniku	60
4.1.1	Školní zemědělský podnik Žabčice	60
4.1.2	Zemax, a.s. Šitbořice	61
4.2	Charakteristika dojírny a dojícího robota	61
4.2.1	Dojírna ALFA LAVAL 2x14 (side by side)	61
4.2.2	Dojící robot Lely Astronaut	62
4.2.2.1	<i>Vložení dat před spouštěním robota</i>	65
4.2.2.2	<i>Postup dojení s Lely Astronaut</i>	66
4.3	Metodický postup měření	67
4.3.1	Produkce mléka	67
4.3.2	Mikroklimatické podmínky	67
4.3.3	Frekvence návštěvnosti robota	68
4.3.4	Průměrná doba rozdojování a dojení	68
4.3.5	Traumatizace struků	69
4.4	Statistické vyhodnocení	69
4.4.1	Analýza rozptylu	69
4.4.2	T-test (Studentův t-test)	70
4.4.3	Korelace	71
5.	VÝSLEDKY A DISKUZE	72

5.1	Produkce mléka	72
5.2	Vliv mikroklimatických podmínek na dojení	78
5.3	Frekvence návštěvnosti robota	89
5.4	Průměrná doba rozdojování a dojení	92
5.5	Traumatizace struků	101
5.5.1	Rozdíl průměrných teplot povrchu struků mezi farmou Žabčice a Šitbořice v závislosti na teplotě exteriéru a interiéru	104
5.5.2	Změny průměrných teplot povrchu struků v průběhu dojení na farmách Žabčice a Šitbořice v závislosti na teplotě exteriéru a interiéru	106
	ZÁVĚR	115
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	118
	Přílohy	133

Seznam zkratek

AMS (ang. Automatic milking system) automatizovaný dojící systém

CMS (ang. Conventional milking system) konvenční dojící systém

LP levá přední čtvrt' vemene

LZ levá zadní čtvrt' vemene

M4Use (ang. Milk for use) mléko k dalšímu použití

PP pravá přední čtvrt' vemene

PZ pravá zadní čtvrt' vemene

SCC (ang. Somatic Cell Count) množství somatických buněk

T4C (ang. Time for cows) program pro správu farmy

TAS (ang. Teat Attachment System) systém pro nasazení strukových násadců na struky

TDS (ang. Teat Detection System) systém snímání struků

THI (ang. Temperature Humidity Index) teplotně-vlhkostní index

Seznam obrázků

Obr. 1 Podélný průřez kravského vemene	17
Obr. 2 Spouštění mléka.....	19
Obr. 3 Oxytocin	20
Obr. 4 Schéma stavby alveoly	21
Obr. 5 Postup dojení vytlačáním.....	26
Obr. 6 Postup dojení vytahováním	27
Obr. 7 Strukový násadec	29
Obr. 8 Rybinová dojírna	36
Obr. 9 Tandemová dojírna	37
Obr. 10 Paralelní dojírna (side by side)	37
Obr. 11 Rototandem.....	40
Obr. 12 Rotorybina	40
Obr. 13 Rotoradiál	40
Obr. 14 Nasazování dojícího stroje z boku.....	41
Obr. 15 Nasazování dojícího stroje zezadu	41
Obr. 16 Vyhodnoc. povrch. teploty struků pomocí eliptické plochy nebo úsečky.....	102
Obr. 17 Vyhodnoc. povrch. teploty struků u dojnice s atypickým postavením struků.	102

Seznam grafů

Graf 1 Celkový nádoj na 1 dojnici a den v jednotlivých měsících roku 2014	76
Graf 2 Celkový nádoj na 1 dojnici a den v jednotlivých měsících roku 2015	76
Graf 3 Nádoj na 1 dojení v jednotlivých měsících roku 2014	77
Graf 4 Nádoj na 1 dojení v jednotlivých měsících roku 2015	77
Graf 5 Průběh teplot v interiéru a exteriéru na farmách Žabčice a Šitbořice	78
Graf 6 Rozdíl teplot mezi interiérem a exteriérem v závislosti na teplotě exteriéru	79
Graf 7 Průběh rel. vlhkosti vzduchu v interiéru a exteriéru na farmách Žabčice a Šitbořice.....	80
Graf 8 Rozdíl rel. vlhkosti vzduchu mezi interiérem a exteriérem v závislosti na teplotě exteriéru.....	81
Graf 9 Průměrná produkce mléka v roce 2014 z konvenčních a automatických systémů dojení	85
Graf 10 Průměrná produkce mléka v roce 2015 z konvenčních a automatických systémů dojení	85
Graf 11 Rozdíl průměrné denní dojivosti na dojnici mezi první a druhou polovinou roku	86
Graf 12 Korelace mezi THI a celkovým nádojem na 1 dojnici a den v CMS v roce 2014	87
Graf 13 Korelace mezi THI a celkovým nádojem na 1 dojnici a den v AMS v roce 2014.....	87
Graf 14 Korelace mezi THI a celkovým nádojem na 1 dojnici a den v CMS v roce 2015	88
Graf 15 Korelace mezi THI a celkovým nádojem na 1 dojnici a den v AMS v roce 2015.....	88
Graf 16 Průměrná doba dojení v CMS v jednotlivých měsících roku 2014 a 2015.....	97
Graf 17 Průměrná doba rozdojování v jednotlivých měsících roku 2014.....	98
Graf 18 Průměrná doba rozdojování v jednotlivých měsících roku 2015.....	98
Graf 19 Průměrná doba dojení v jednotlivých měsících roku 2014.....	99
Graf 20 Průměrná doba dojení v jednotlivých měsících roku 2015.....	99
Graf 21 Rozdíl prům. tepl. povrchu struků mezi farmou Žabčice a Šitbořice v záv. na teplotě exteriéru	105
Graf 22 Rozdíl prům. tepl. povrchu struků mezi farmou Žabčice a Šitbořice v záv. na teplotě interiéru	105
Graf 23 Změny povrch. tepl. struků při prům. teplotě exteriéru -1 °C a prům. teploty interiéru 4,9 °C	108
Graf 24 Změny povrch. tepl. struků při prům. teplotě exteriéru 12 °C a prům. teploty interiéru 15,7 °C.	109
Graf 25 Změny povrch. tepl. struků při prům. teplotě exteriéru 16,9 °C a prům. teploty interiéru 18,5 °C	110
Graf 26 Změny povrch. tepl. struků při prům. teplotě exteriéru 21,8 °C a prům. teploty interiéru 23,0 °C	110
Graf 27 Změny povrch. tepl. struků při prům. teplotě exteriéru 30,9 °C a prům. teploty interiéru 32,2 °C	111
Graf 28 Souhrnný graf změn povrchových teplot struků při dojení v dojárně pro různé teploty exteriéru na farmě Žabčice	112
Graf 29 Souhrnný graf změn povrchových teplot struků při robotizovaném dojení pro různé teploty exteriéru na farmě Šitbořice.....	112

Seznam tabulek

Tab. 1 Tlakový spád při různých způsobech získávání mléka	24
Tab. 2 Produkce mléka v CMS a AMS v jednotlivých měsících roku 2014.....	74
Tab. 3 Produkce mléka v CMS a AMS v jednotlivých měsících roku 2015.....	75
Tab. 4 Průměrné hodnoty meteorologických dat v roce 2014 a 2015 s ohledem na jednotlivé měsíce	84
Tab. 5 Průměrná návštěvnost a počet dojení v CMS a AMS v jednotlivých měsících roku 2014 a 2015.....	91
Tab. 6 Průměrná doba dojení v CMS v jednotlivých měsících roku 2014 a 2015	94
Tab. 7 Průměrná doba rozdoj. v AMS v jednotlivých měsících roku 2014 a 2015.....	95
Tab. 8 Průměrná doba dojení v AMS v jednotlivých měsících roku 2014 a 2015	96
Tab. 9 Korelace mezi rozdoj. a dojení jednotlivých struků v AMS v roce 2014	100
Tab. 10 Korelace mezi rozdoj. a dojením jednotlivých struků v AMS v roce 2015	100

1 ÚVOD

Proces dojení, kvalita mléka a zdravotní stav vemene jsou ovlivňovány především zvolenou technologií dojení, pracovním postupem dojiče a reakcí dojnice na vnější prostředí.

V posledních letech došlo k velmi výraznému rozvoji techniky. Pracovní postupy se s nástupem moderních dojících robotu zdokonalili. Významně se zlepšily pracovní podmínky obsluhy, čímž se postupně měnil i pracovní postup při dojení.

Dojící roboty v současnosti nejen dojí, ale také krmí a sledují zdravotní stav dojnic. Dojící roboty také kontrolují množství a kvalitu nadojeného mléka a je-li to nutné, oddělují kontaminované mléko k dosažení požadovaných parametrů kvality.

Navzdory tomu se při pohledu na dosahovanou kvalitu mléka neustále diskutuje o faktorech, činitelích a postupech, které ji negativně ovlivňují a které dosud z různých důvodů v prvovýrobě přetrvávají.

2 CÍLE PRÁCE

Cílem předkládané doktorské disertační práce bylo srovnání a vyhodnocení účinků dvou různých typů dojicích systému (CMS - konvenční systém dojení vs. AMS - automatický systém dojení) v letech 2014-2015

- na produkci mléka,
- na vliv mikroklimatických podmínek na dojení,
- na frekvenci návštěvnosti robota (AMS),
- na průměrnou dobu trvání rozdojování a dojení,
- na míru traumatizace struku během procesu strojního dojení.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Anatomie a fyziologie mléčné žlázy, tvorba a ejekce mléka

Mléčná žláza se u savců zakládá v raném embryonálním vývoji u obou pohlaví. Po narození dochází u jedince k minimálnímu růstu a vývoji mléčné žlázy, s výjimkou tukové tkáně (Reece, 2011). V období gravidity a těsně před porodem je na žláze možno pozorovat nejvýraznější změny (Bouška a kol., 2006). Vývin mléčné žlázy se po otelení nezastavuje, ale pokračuje ještě určitou dobu. Období po otelení je zvláště významné pro růst a vývin mléčné žlázy u prvotetek (Tančín a Tančinová, 2008).

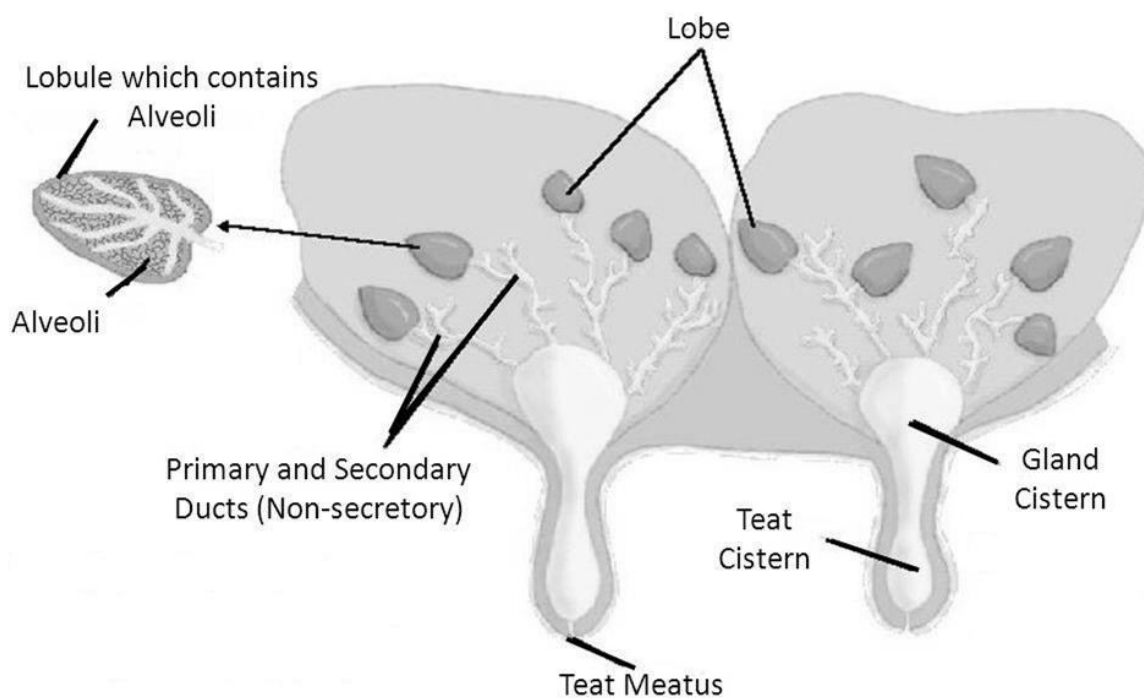
3.1.1 Anatomická stavba mléčné žlázy

Mléčná žláza (Obr. 1) v organismu představuje největší žlázu s vnější sekrecí. Funkčně patří k sekundárním pohlavním orgánům a má úzký vztah k pohlavnímu cyklu, v jehož fázích přichází k výrazným změnám v její struktuře. Sekret mléčné žlázy - mléko slouží k výživě novorozených mláďat. Svou funkcí mléčná žláza zabezpečuje poslední fázi reprodukce. Původní funkce mléčné žlázy tzn. produkce mleziva a mléka, se vlivem zlepšení podmínek chovu, výživy, chovatelské péče a uplatňované selekce změnila tak, že samice hospodářských zvířat jsou schopny produkovat více mléka, a proto většina produkce mléka slouží k výživě lidí (Tančín, Tančinová, 2008).

Na povrchu je vemeno pokryté jemnou a tenkou kůží, která je řídko zarostlá jemnými chlupy a obsahuje spoustu mazových a potních žláz (Hampl, 1978; Najbrt a kol., 1982).

Najbrt a kol. (1982) uvádí, že podkoží je na vemeni slabé, ale volné. Pod kůží jsou uloženy dvě vazivové blány (fascie) a to povrchová a hluboká fascie, které na vemeno přecházejí z břišní stěny. Povrchová fascie je pokračováním povrchové fascie trupu. Probíhá těsně pod kůží na laterální straně vemene, je tenká, postupně se zeslabuje a v úrovni báze struků se zcela vytrácí (Hampl, 1978; Kresan, 1979). Hluboká fascie vemene pochází ze žluté břišní fascie, která je součástí hluboké fascie trupu (Hampl, 1978). Je tlustší a je rozdělena na dva listy (Hampl, 1978; Kresan, 1979). Vnější list hluboké fascie vystupuje ze žluté břišní fascie ventrolaterálně na okraji břišní stěny (Najbrt a kol., 1982), pokrývá laterální plochy vemene, postupně se ztenčuje a přechází do střední vrstvy stěny vemene (Hampl, 1978). Vnitřní list hluboké fascie probíhá po dorzální ploše vemene, od

laterálního okraje až do mediální roviny, kde se oboustranně vnitřní listy k sobě přikládají a v podobě zdvojeného středového listu zahýbají ventrální mezi obě poloviny vemene, čímž vytvářejí mezi nimi hrubou příhrádku (Najbrt a kol., 1982; Hampl, 1978; Suchánek a Klíčnick, 1973). Obě fascie tvoří obalové pouzdro žláznatého parenchymu vemene a slouží jako závěsný aparát vemene, který upevňuje vemeno k ventrální stěně trupu (Najbrt a kol., 1982; Kresan, 1979; Hampl, 1978). Žláznatý parenchym je také obalen tukovým tělesem vemene, které je nejmohutnější v dorsální části vemene. Se svojí mírně rozšířenou základní na ventrální plochu vemene nasedá struk (Najbrt a kol., 1982).



Obr. 1 Podélný průřez kravského vemene

Zdroj: převzato z Bearden a kol. (2003)

Legenda z ang. překladu: gland cistern: mlékojem; teat cistern: struková část mlékojemu; teat meatus: strukový kanálek; primary and secondary ducts (non-secretory): primární a sekundární kanálek (nesekreční); lobe: lalok; alveoli: alveoly; lobule which contains alveoli: lalůček, který obsahuje alveoly

Hlavní a největší hmotu vemene představuje žláznatý parenchym, který nasedá jako žláznaté těleso nepravidelného vejčitého tvaru na základnu struku (Hampl, 1978). Od vnějšího a vnitřního listu hluboké fascie vemene (Hampl, 1978) i ze žluté břišní fascie (Najbrt a kol., 1982) se odštěpuje hodně sekundárních závěsných listů, které různě hluboko zasahují do žláznatého parenchymu mléčných žláz. Laloky jsou postaveny téměř svisle a

svým hlubokým a tenčím koncem směřují k základně struku, hrubším koncem dosahují povrch žlázy (Kresan, 1979; Hampl, 1978).

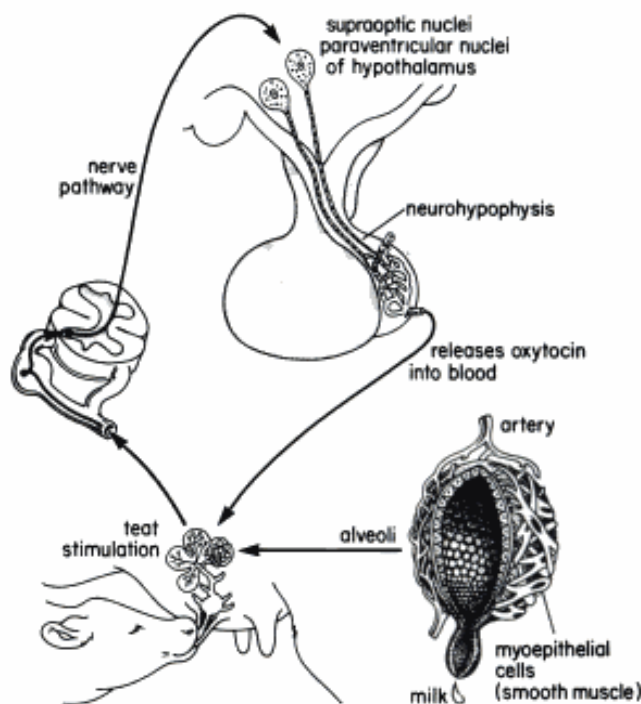
Vývodné cesty mléčné žlázy sestávají ze vzájemně anastomozujících mléčných kanálků tzv. mlékovodů (Kresan, 1979). Všechny vývodné cesty jedné čtvrtky se spojují do 8 - 12-ti hlavních lalokovitých mlékovodů. Podle Kresana (1979) a Hampla (1978) do 8 - 15-ti, které ústí do mléčné cisterny. Ta tvoří společnou rozšířenou část všech mlékovodů a skládá se ze žláznaté a strukové části (Najbrt a kol., 1982; Suchánek a Klíčnick, 1973).

Zadní čtvrtě vemene jsou obvykle větší než přední čtvrtě vemene. To znamená, že zadní čtvrtiny mají vyšší výtěžek mléka, delší dobu dojení a vyšší maximální průtok (Tancin a kol, 2006). Ve studii Berglund A kol. (2007) nezjistili žádný rozdíl v produkci mléka nebo mléčných složek tuků, bílkovin a laktózy v závislosti na čtvrti vemene.

3.1.2 Spouštění mléka

Spouštění mléka je vrozený reflex, který se vyskytuje v reakci na taktilní stimulaci mléčné žlázy přes neuroendokrinní reflexní oblouk (Crowley a Armstrong, 1992). Stimulace struků nebo vemene má za následek reflexní sekreci oxytocinu z neurohypofýzy, který po dosažení myoepitelových buněk (Obr. 2) vyvolá jejich smrštění (Reece, 2011). Přítomnost telete nebo další stimuly mohou zapříčinit uvolňování oxytocinu.

Laktace je tvorba a sekrece mléka (Doležal a kol., 2000). Laktací se rovněž nazývá období, během kterého zvířata produkují mléko, tj. období od porodu do zaprahnutí. Mléko se tvoří v průběhu laktačního období kontinuálně v mléčných žláznatých tělesech vemene. Požadovaná roční periodicitata telení krav vymezuje optimální délku laktace u dojených krav, která je 305 dní. Takovou laktaci požadujeme za laktaci normovanou (Tančín, Tančinová, 2008). Reece (2011) laktaci považuje za významnou součást reprodukčního procesu, neboť výživa mláďat je předpokladem jejich přežití. Udržení laktace je závislé od sekrece hormonů (prolaktin, růstový hormon, inzulin, parathormon, adrenokortikotropní hormon a tyreotropin hormon), které jsou pro udržení této funkce nezbytné (Urban a kol., 1997).



Obr. 2 Spouštění mléka

Zdroj: převzato z Hafez a Hafez (2000)

Legenda z ang. překladu: teat stimulation: stimulace struku; nerve pathway: nervová dráha; supraoptic nuclei paraventricular nuclei of hypothalamus: supraoptická jádra paraventriculárních jader hypotalamu; neurohypophysis: neurohypofýza; releases oxytocin into blood: uvolnění oxytocinu do krve; artery: arterie; myoepithelial cells (smooth muscle): myoepiteliální hladkosvalové buňky; alveoli: sekreční alveolus; milk: mléko

Vyprazdňování vemena – dojení, sání souvisí s neurohormonální regulací udržování laktace. Kontakt s teletem, člověkem nebo dojícím strojem s vemenem aktivuje centrální nervový systém (Tančin a Tančinová, 2008). Urban a kol. (1997) uvádí, že vystrašená a stresovaná zvířata mléko nespustí.

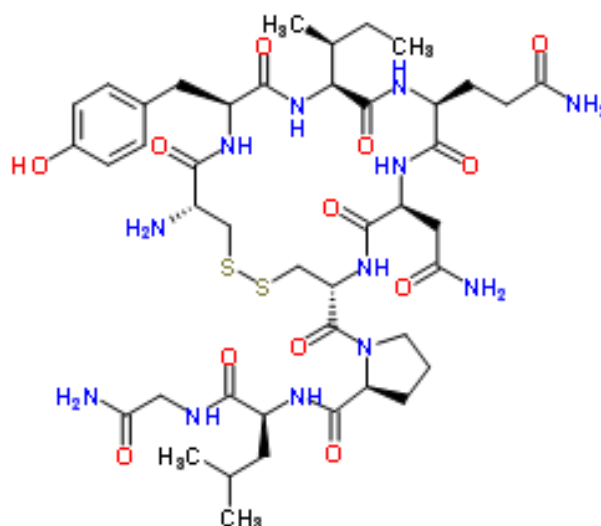
Aktivace centrálního nervového systému dle Tančin a Tančinová (2008) se na udržování laktace podílí dvěma způsoby:

- a) reflex ejekce mléka,
- b) další uvolnění laktogenních (stimulujících tvorbu mléka) hormonů do krve.

Vznik reflexu ejakce mléka je nevyhnutelným pro udržení laktace. Uvolňování laktogenních hormonů ovlivňuje celkový metabolismus organismu v prospěch mléčné žlázy, ale stimuluje rovněž procesy v sekrečních buňkách potřebných pro tvorbu mléka.

Vyvolání ejakce mléka je základní podmínkou pro rychlé a úplné vydojení a dosažení maximální produkce dojnice. Na vytvoření 1 litru mléka musí protéct vemem 400 - 500 l krve (Tančín a Tančinová, 2008). Louda a kol. (1994) uvádí množství až 540 l krve. Průtok krve vemene se přechodně zvyšuje i během dojení či sání. Důležitou roli hraje účinnost přechodu komponentů z krve do vemene a jejich následné zpracování. Asi 2 až 3 dny před otelením dochází ke 2 až 6 násobnému zvýšení průtoku krve. Snižování produkce mléka v průběhu laktace již není způsobeno snižováním intenzity průtoku krve vemeno (Huba a kol., 2013).

Hormon oxytocin (Obr. 3) je nenahraditelný k vyvolání ejakce mléka. Je tvořen 9-aminokyselinami, je výborným příkladem informační molekuly s rozmanitými fyziologickými účinky, jakož i způsoby dopravy k její cílovým buňkám. Oxytocin, po uvolnění z neurosekrečních terminálů v neurohypofýze do krve, zprostředkovává účinky jako hormon. Je přenášen v tělovém oběhu ke vzdáleným cílovým orgánům, kde mezi nejdůležitější patří mléčná žláza a děloha. Sekrece oxytocinu je řízena reflexně prostřednictvím frekvence, počtu a charakteru přicházejících nervových impulsů z vemene resp. dělohy (Tančín a Tančinová, 2008). Saní telete a strojní dojení mají srovnatelný účinek na jeho uvolňování (Tančín a kol., 1995).



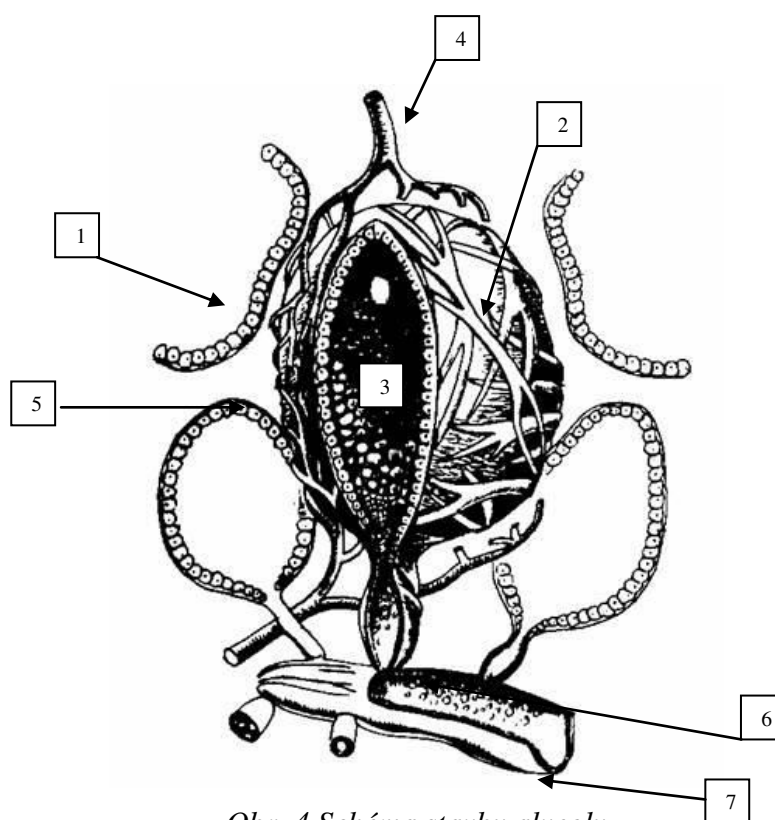
Obr. 3 Oxytocin

Zdroj: převzato z <http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.388434.html>

Příprava vemene před dojením z hlediska fyziologických potřeb pro kompletní a rychlé dojení je ovlivněna druhem hospodářských zvířat. Na správnou přípravu vemene před dojením dojnic je třeba klást obzvláště důležitou pozornost v praktikované organizaci práce, kde by příprava vemene k dojení měla trvat dostatečně dlouho (20-30 s stimulace) plus cca 30-60 s čekání, aby se vyvolal reflex spouštění mléka ještě před nasazením dojicí soupravy. Ruční stimulace struku po dobu 15, 30 nebo 45 s následovným čekáním 30 nebo 45 s způsobuje podobné a nezměněné uvolňování oxytocinu po celou dobu dojení (Kaskous a Bruckmaier, 2011).

Je-li dojicí souprava nasazena na nepřipravené vemeno (se struky ochablými a malými), může podtlak vsát struk hluboko do strukového násadce (Kunc a kol., 2004). Dojde tak k zúžení přechodu mezi žláznatou částí vemene a strukem a tím k prodloužení doby dojení a větším nedodatkům eventuálně i fyziologickým změnám na strucích.

Význam ejekce mléka je při zajišťování maximální užitkovosti důležitý z důvodu přerozdělení mléka ve vemene. Podstatná část mléka se nachází v tzv. alveolách (Obr. 4), odkud mléko není dostupné pro mechanické dojení. Oxytocin vytláčuje mléko z alveol do cisterny a zpřístupňuje ho pro dojení (Tančín a Tančinová, 2008).



Obr. 4 Schéma stavby alveoly

Zdroj: převzato z Kresan a kol. (1979) in Tančín a Tančinová (2008)

Legenda: 1: sekreční epitel; 2: myoepitelové (svalové) buňky; 3: dutina alveoly; 4: tepna; 5: krevní kapiláry; 6: vývod alveoly; 7: vnitro-lalůčkový vývod

Na laktaci se však podílí celý organismus. Průběh ejakce může být nepříznivě ovlivněn různými stresovými faktory. Stresory aktivují adrenosympatický systém a uvolňuje se značné množství adrenalinu a noradrenalinu. Adrenalin se uplatňuje jednak jako antagonist oxytocinu bezprostředně na vypuzování mléka tím, že vyvolává relaxaci buněk mléčných alveol a jednak blokuje vypuzování mléka, tím že omezuje přítok oxytocinu k buňkám mléčné žlázy (Jelínek a kol., 2003).

Ke konci laktace dochází k prodlužování času potřebného na vyvolání reflexu ejakce mléka jako i obavy z příliš dlouhého času dojení na dojnice souvisí následujícím jevem (Tančin a Tančinová, 2008):

a) Sekrece oxytocinu se během laktace nemění.

Zdánlivě oslabený reflex ejakce mléka pozorovaný ke konci laktace souvisí s nižším množstvím mléka nacházejícího se v alveolách a cisterně. Menší objem mléka v cisterně a především v alveolách potřebuje více času na odtok do cisterny. Podobný stav je při dojení 3x denně. Tuto skutečnost je potřebné zohlednit při organizaci práce v dojárně, kdy dojnice na vyšším stupni laktace anebo při dojení 3x denně potřebují více času pro stimulaci.

b) Sekrece oxytocinu se v průběhu dojení výrazně nemění.

V důsledku rychlého rozpadu oxytocinu v krvi je potřebné co nejrychleji podojit dojnici a to v rozmezí 4-5 minut. Zvyšováním užítkovosti dojnic se prodlužuje čas dojení i napříč tomu, že selekci na užítkovost se zlepšila i dojitelnost. Proto mnoho dojnic se dojí víc než 4-5 minut bez toho, aby se u nich pozorovalo nedostatečné vydojení. Vysvětlením je, že oxytocin se uvolňuje nejen v průběhu stimulace vemena před dojením, ale i nepřetržitě v průběhu celého dojení.

Vlivem vnějších podmínek chovu a dojení a manipulace se zvířaty, obzvláště před samotným dojením, může dojít k vzniku poruch spouštění mléka, tj. dojnici není možné kompletně vydojit.

Nevydojené mléko z vemena zvyšuje riziko snižování jeho další produkce (předčasné zasoušení) a také riziko vzniku onemocnění vemene - mastitidy. Prodlužování

času dojení zvyšuje riziko poškození struků, omezuje pohodu dojnic a snižuje efektivitu resp. výkonnost dojírnny.

Vznik a průběh reflexe ejekce mléka může být narušený dvěma rozdílnými fyziologickými způsoby. Prvý se projevuje na úrovni CNS tzv. centrální poruchy a druhý ve vemene tzv. periferní poruchy (Tančín a Tančinová, 2008).

Mechanismus vzniku poruch ejekce mléka souvisí s původem stresu.

- a) Centrální poruchy ejekce mléka jsou vyvolané zastavením uvolňování oxytocinu do krve a tím znemožnění vytlačení mléka z alveol do cisterny. Jenom mléko z cisterny je možné získat dojícím zařízením.
- b) Periferní poruchy vznikají na úrovni vemena, kdy i napříč dostatečnému množství oxytocinu v krvi nedochází k přesunu mléka z alveol do cisterny. Při periferních poruchách jde o fyzikální, chemické a biologické stresory.

Je potřebné zdůraznit, že v podmínkách praxe jednou z nejčastějších příčin snížení až zastavení toku mléka jsou právě centrální poruchy. Protože tyto poruchy jsou vyvolané emocionálními stresormy, jsou v minimální pozornosti obsluhy. Chovatel musí tyto stresory odstraňovat nebo zmirňovat jejich negativní vliv na proces dojení a péče.

Nejčastěji se centrální poruchy získávání mléka pozorují:

- a) v průběhu prvních několika dojení po otelení (obzvlášť problémové jsou prvotelky),
- b) při dojení v přítomnosti vlastních telat resp. při kombinování sání a dojení,
- c) po odstavu telat, hlavně po společném pobytu matky a mláděte,
- d) v průběhu sání cizím teletem při odchovu telat pod dojícími kravami,
- e) po přesunu dojnic do nových podmínek dojení, např. rekonstrukce systému stání a dojení, přesun krav z porodnice do produkční stáje, apod.,
- f) změna ošetřovatelů, přítomnost agresivního ošetřovatele, časté změny organizace práce při dojení.

Negativní zásah ze strany člověka před a v průběhu dojení může vyvolat periferní poruchy. Například, nevhodné zacházení se zvířaty před dojením (bití při nahánění v dojírně apod.), napětí v dojírně, nevhodně nastavené parametry dojícího stroje apod. Jde o faktory, které vyvolávají uvolnění adrenalinu do krve.

3.2 Získávání mléka

Prioritou každého chovatele by mělo být získávání mléka způsobem, který neohrožuje spokojenost dojnice, zdraví vemene a tím v konečném důsledku kvalitu mléka a jeho potravinovou bezpečnost.

Základním požadavkem pro dodržování legislativy na kvalitu mléka je správná příprava vemene zvířat na dojení. Obecně by měla správná příprava vemene zvířat na dojení splňovat tři funkce: hygienickou, fyziologickou a preventivní (Huba a kol., 2013). Snižování rizik získávání nekvalitního mléka by mělo vycházet nejen ze základních znalostí o anatomii mléčné žlázy, procesu uvolňování mléka, mastitidě ale také z nejnovějších poznatků vědy a zkušeností získaných z aplikovaného výzkumu z praxe.

Velké změny v dojení krav je vidět v posledních několika staletích, kde se od ručního dojení přešlo k vysoce automatizovanému systému dojení (Engel a Hyde, 2003).

Tele působí na struk peristaltickou vlnou jazyka, působící na struk proti tvrdému patru. Tím cyklicky vzrůstá tlak v cisterně struku. Současně se pohybem jazyka při uzavřené štěrbině ústní vytváří v dutině ústní podtlak, jehož amplitudy svými vrcholy splynou s vrcholy amplitud tlaku, navozovanými v cisterně struku.

Ručním dojením se navozuje tlakový spád přes strukový kanálek peristaltickou vlnou ruky dojiče. Tím se zvyšuje tlak uvnitř struku proti atmosférickému tlaku působícímu na vnější ústí strukového kanálku.

Strukový násadec dojícího soupravy navozuje tlakový spád podtlakem, působícím na struk z podstrukové komory (Ryšánek, 2007). Tlakový spád mezi zevním a vnitřním ústím strukového kanálku v kvantitativních hodnotách je znázorněn v Tab. 1.

Tab. 1 Tlakový spád při různých způsobech získávání mléka

Zdroj: převzato z Ryšánek (2007)

Způsob získávání mléka	Tlak při vnitřním ústí [kPa]	Tlak při vnějším ústí [kPa]	Tlakový spád [kPa]
Tele	36,6	-34,6	71,2
Ruční dojení	41,2	0,0	41,2
Dojící stroj	5,3	-41,5	46,8

3.2.1 Sání telete

Tele získává mléko od matky střídáním sání a tlaku. Frekvence sacích pohybů za 1 min je od 120 do 150. Poměr sacích a polykacích pohybů je 3 : 1 (Porzig a Sambraus, 1991). Po olízání struku ho bere tele do tlamy, fixuje mezi horní, konkávní plochu jazyka a podnebí ústní dutiny, zároveň ho průběžně stlačí. Saje tím způsobem, že oběma pysky obejme struk a k jeho hrotu uloží jazyk, který vytvoří podélný žlábek od struku k hltanu. Následným vtáhnutím tvářového svalstva, snížením dolní čelisti a pohybem jazyka aborálně vytváří v dutině ústní podtlak. Tyto úkony jsou fyziologickým podnětem, vyvolávajícím u kojící matky reflex spuštění mléka, které se dostává do ústní dutiny mláděte a žlábkem jazyka je vedeno do hltanu a dále do jícnu. Intenzita sacích pohybů se mění s dechem (ke konci vdechu a během výdechu bývá nižší) a s délkou doby sání (ke konci bývá nižší). Je závislá též na uvolňování mléka (Brouček a kol., 2001). U krávy se mléko uvolňuje v radě po sebe jdoucích intervalu. Účinnost sacích pohybu je tím nižší, čím je spuštění mléka snadnější (Holub, 1969).

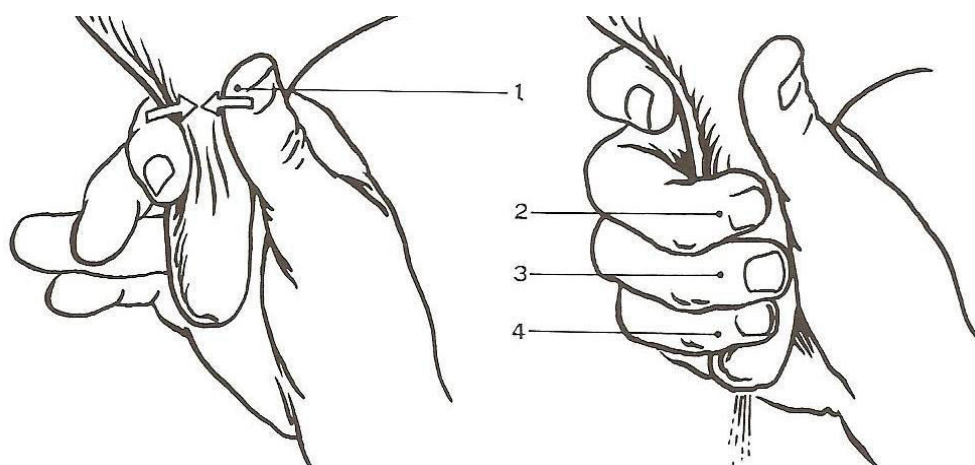
Maximální tlak ve strukové cisterně nastane 0,2 sekundy po vrcholu maxima podtlaku v ústní dutině. Podtlak v tlamě se mění při každém pohybu úst od -10 do -61 kPa a tlak ve strukové cisterně se mění z vyšších hodnot než 55 kPa až do hodnot záporných. Po vtečení mléka do tlamy dolní čelist a jazyk poklesnou, aby se umožnilo opětovné naplnění strukové cisterny. Čelist se nachází v nejnižším bodě při maximálním měřeném podtlaku, který pomáhá naplnit cisternu struku z cisterny vemene. Jazyk se potom stlačí proti základně struku a uzavře přechod mezi cisternou čtvrti a strukem. Tele použije podtlak v tlamě na nové naplnění struku ze čtvrté cisterny, a až potom začíná téci proud mléka kanálkem. Přejít do čtvrté cisterny musí být blokován před tlakem a přechod do žaludku telete musí být uzavřený. Tak se může v ústní dutině telete vytvořit podtlak. Ke spolknutí pravděpodobně dojde, když se oba tlaky (ve strukové cisterně a podtlak v ústech telete) blíží k 0. Podtlak ve strukové cisterně je normálně pod -15 kPa a příležitostně až pod -20 kPa. Usměrněný podtlak v tlamě telete během jednotlivých period sání se pohybuje od -10 do -25 kPa (Rasmussen a Mayntz, 1998). V pokusech s napájením telat z automatu se na gumovém struku naměřil tlak 29,3 kPa, podtlak 40,2 kPa a počet polykacích pohybů byl 2,2 za sekundu (Ahmed, 1987). Pro porovnání, ruční dojení využívá vyšší tlak až do 100 kPa, s frekvencí okolo 1,5 Hz. Strojové dojení probíhá optimálně za podtlaku 50 kPa, 50 pulzů za minutu a poměru taktů 2:1 (Mihina a Kovalčík, 1987).

3.2.2 Ruční dojení

Ruční dojení patří mezi nejnamáhavější práce při ošetřování krav. Tímto způsobem se dojí krávy po otelení, krávy před zaprahnutím a nemocné krávy, zvláště se zánětem vemene. Správná technika ručního dojení se skládá z přípravy vemene na dojení, vlastního dojení a dodojení. Preferovanou metodou je použití vlhkých jednorázových utěrek s desinfekčním roztokem, které zabrání, aby se mikroorganismy z povrchu vemene (z povrchu struků) dostaly dojení přes strukový kanálek dovnitř vemene (Šefrová a Zink, 2016).

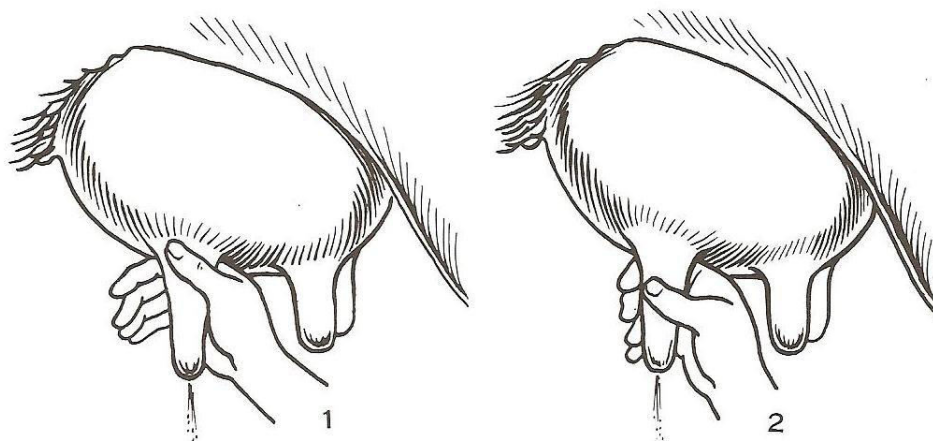
Vlastní dojení můžeme dělat vytlačováním (Obr. 5), palcem, nebo nejnevhodnějším způsobem vytahováním (Obr. 6). Nejméně namáhavý a pro dojnice nepřijatelnější je způsob vytlačováním.

Mléko se vydává pouze stiskem dlaně, ne tažením za struky. Dojič dojí současně oběma rukama dvě čtvrtky, nejprve přední a pak zadní. Na vydojení jednoho litru mléka je třeba provést 80-120 stisků jednou rukou. Dobrý dojič ručním dojením vydojí 1 l mléka za minutu (Učebné texty. Chov hospodářských zvířat pro třetí ročník, s.a.).



Obr. 5 Postup dojení vytlačováním

Zdroj: převzato z Učebné texty. Chov hospodářských zvířat pro třetí ročník (s.a.)



Obr. 6 Postup dojení vytahováním

Zdroj: převzato z Učebné texty. Chov hospodářských zvířat pro třetí ročník (s.a.)

Ruční příprava vemene zahrnuje:

1. klidný přístup k dojnici
2. oddojení prvních stříků mléka (posouzení zdravotního stavu vemene ve speciální nádobě s dvojitým dnem, v dojírnách oddojení možné i na zem, odstranění kontaminovaného mléka z cisterny struku). Při oddojení na zem je třeba po nasazení soupravy důkladně opláchnout stání pod dojnící,
3. očista a masáž vemene minimálně 20-30 s (čisté utěrky resp. utěrky jednorázové),
4. intenzivněji mýt by se měly pouze velmi znečištěná vemena, po umytí velmi pečlivě vemeno otřením osušit (tzv. efekt dojení na mokro),
5. klást důraz především na hygienu struků a jejich hrotů (na hrotech struků by neměly zůstat zbytky oschlých výkalů),
6. při utírání důkladně masírovat struky a kontrolovat případné poranění a vzniklé změny (otoky, záněty) na povrchu struků a vemene.

Po skončení proudění mléka ze struků zadních čtvrtí se dodojují. Důkladné vydojení krávy je důležité proto, že poslední mléko má vždy nejvyšší obsah tuku a důkladné odstranění mléka podporuje další sekreci.

Dodojení se dělí na tři základní hmaty. První hmat je opakováním normálního dojení. Při druhém hmatu se šroubovými pohyby ruky stahuje mléko současně vždy ze dvou čtvrtí vemene. Při třetím hmatu se stěhuje mléko oběma rukama zvlášť vždy z jedné čtvrtky vemene. Dodojení má trvat asi jednu minutu, celé dojení má trvat 6-8 minut.

Důležité je dostatečné dodojení, které zabraňuje rozvíjení zánětů. Po dojení opět

struky dezinfikujeme, nejlépe ponořením celých struků do desinfekčního prostředku (Šefrová a Zink, 2016).

3.2.3 Strojní dojení

Strojní dojení je technologický proces, který probíhá v otevřeném obvodu na principu využívání dojení přerušovaným pod tlakem (Příkryl, 1997). Nevhodné dojící soupravy podporují výskyt mastitidních onemocnění u dojnic.

3.2.3.1 Dojící stroj

Dojící stroj je základem technologie dojení.

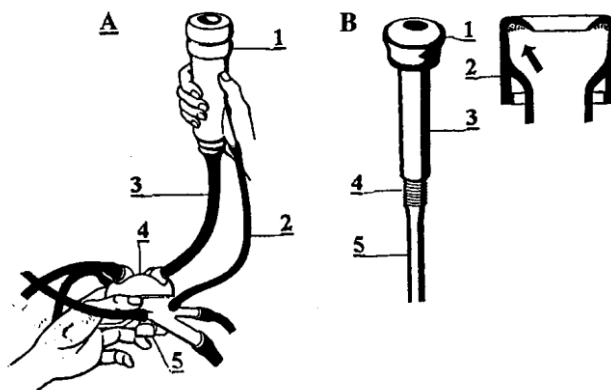
Technické vybavení dojíren různých výrobců se příliš neliší z hlediska kvality dojení. Rozdíly existují v technických parametrech a designu, provozních parametrech a použitém materiálu (Vegricht a kol., 2005).

Kvalita dojícího procesu je podmíněna bezchybnou činností dojící soupravy a spolehlivou funkcí pulsátoru. Důležitou součástí dojících souprav je struková guma (návlečka), která zabezpečuje vazbu mezi zvířetem a dojící soupravou. Dotýká se struku dojnice a tím ovlivňuje nejen pravidelné a efektivní využití dojícího zařízení, ale i produktivitu zvířat a částečně i zdravotní stav mléčné žlázy. Na strukovou návlečku jsou kladeny vysoké veterinární a technické požadavky (Příkryl, 1997).

Příkryl (1997) rozděluje dojící zařízení podle počtu taktů v pracovním cyklu na:

- dvoutaktní
 - synchronní - ve všech čtyřech strukových násadcích probíhají najednou stejné takty,
 - asynchronní - ve dvou a dvou násadcích se střídají stejné takty,
- třítaktní (po nesplnění předpokládaných očekávání bylo od něho upuštěno).

K bezprostřednímu spojení dojícího zařízení s mléčnou žlázou slouží strukový násadec (Obr. 7), který se skládá z pouzdra a strukové návlečky. Tyto dvě části společně se strukem vytvářejí dvě komory, které umožňují vlastní proces dojení. Mezi pouzdrem a strukovou návlečkou je prostor, který se nazývá mezistěnná komora. Po nasazení strukového násadce se pod strukem v prostoru strukové gumy vytvoří podstruková komora.



Obr. 7 Strukový násadec

Zdroj: převzato z Příkryl (1997)

Legenda: A – Napojení strukového násadce na rozdělovač: 1: strukový násadec; 2: vzduchová hadice; 3: krátká mléčná hadička; 4: rozdělovač; 5: zářezka ventilu

B – Struková návlečka: 1: hlavice; 2: antitraumatizační hlavice; 3: pracovní část; 4: vrubová část; 5: krátká mléčná hadička

Při práci dvoutaktního dojícího zařízení je v prvním taktu, v taktu sání, v mezistěnné komoře i v podstrukové komoře podtlak. Mléko se z mléčné žlázy odsává do mlékovodné části sběrače a odtud se odvádí mléčnou hadičkou do konve nebo do potrubí. Ve druhém taktu, v taktu stisku, vpustí pulsátor do mezistěnné komory atmosférický vzduch. V podstrukové komoře zůstane podtlak. Struková guma se deformuje, stlačuje struk a současně přerušuje odsávání mléka. Tím dochází k masáži struku, čímž se upravuje krevní oběh. Oba takty se pravidelně střídají a jejich vzájemný poměr je nejčastěji 50:50 nebo 60:40 ve prospěch sání. Pracovním taktem je takt sání. Oba takty tvoří společně jeden pulz.

Válcové pouzdro strukového násadce má vzduchový nátrubek k přívodu pulzujícího tlaku, umístěný bočně. Pouzdra jsou kovová nebo z plastů. Násadce se sestaví vložením strukové návlečky do pouzdra a jejím zachycením, např. vruby, v dolním zúženém otvoru pouzdra. Komora pod strukem (podstruková) je spojena přes sběrač s konví nebo mléčným potrubím mléčnou hadičkou a hadicí. Komora mezi strukovou návlečkou a pouzdem (mezistěnná), je spojena přes rozdělovač s pulsátorem (vzduchová hadička a hadice). Pulsátor v pravidelných intervalech vzduch z komory střídavě odsává a zase zpět do ní vpouští atmosférický tlak. To způsobuje střídavý vznik tlakového spádu mezi podstrukovou a mezistěnnou komorou, jehož důsledkem je deformace strukové návlečky. Tím dochází k sevření struku (takt stisku) a také k oddělení komory od rozvodu podtlaku (Příkryl, 1997).

Struková návlečka je nejnamáhavější součástí, opotřebením se mění její mechanické vlastnosti. Tím se zhoršuje působení dojícího stroje na mléčnou žlázu. Struková návlečka má dobře obepínat struk, nesmí jej bolestivě svírat a zaškrcovat. Skládá se z hlavice a z pracovní (válcové) vrubové části a krátké mléčné hadičky. Vrubová část slouží pro napínání strukové návlečky v pouzdru. Její pružnost má při taktu stisku umožňovat dolehnutí stěn návlečky v části pod strukem těsně na sebe a tím alespoň krátkodobě odlehčit strukovému kanálku a tkáni mléčné žlázy od působení podtlaku (Přikryl, 1997).

Bezprostředně po nasazení strukového násadce má vlivem tlakových poměrů tendenci rychle se nasouvat na struk. Současně dochází k natažení struku o 35-50 %. K tomu je třeba dimenzovat délku strukové návlečky tak, aby její tělo bylo o 25 mm delší, než je struk. Pouze tehdy je zaručeno, že může dojít k úplnému stlačení strukové návlečky pod hrotem struku. Nevyrovnanost délky struků ve stádě tento požadavek stěžuje (Tančin a Tančinová, 2008).

Struková návlečka je vystavena extrémním podmínkám. Pulzuje jednou za sekundu, 200 000 krát měsíčně a za tuto dobu se prodlouží cca o 20% více než je původní délka. Struková návlečka se opotřebává, ztrácí svoji pružnost a snižuje se efektivnost dojení (Přikryl, 1997).

Sběrač mléka je tvořen komorou, o objemu až 500 ml se čtyřmi nátrubky pro připojení hadicového zakončení strukových návleček s nátrubkem pro odtok mléka. Zvětšený vnitřní objem sběrače zabraňuje zpětnému toku mléka, který může být důsledkem čerpacího účinku pohybu strukové návlečky při pulzaci. Současně je sledováno hledisko pozitivně ovlivnit stabilitu podtlaku v podstrukových komorách. Doprava mléka ze sběrače je realizována za podpory atmosférického vzduchu záměrně přisávaného do komory sběrače tryskami. Ve spodní části sběrače je umístěn ventil, působící jako samočinný uzávěr, který automaticky zastavuje únik podtlaku z podstrukových komor při větším průniku atmosférického tlaku např. při sklouznutí strukového násadce ze struku.

Rozdělovač pulzujícího tlaku zajišťuje rozvod pulzujícího tlaku do mezistěnných komor strukových násadců.

Rozdělovač synchronního stroje je tvořen společnou komorou s 5 nátrubky pro přívod pulzujícího tlaku a jeho rozvod ke strukovým násadcům.

Rozdělovač asynchronního stroje je dvoukomorový s dvojitým hadicovým vedením od pulsátoru do každé komory. Každá z dvojice komor je spojena vždy se dvěma strukovými násadci (Přikryl, 1997).

Pulsátor patří k základním částem dojícího stroje. Jeho činnost má bezprostřední vliv na kvalitu dojení. Má za úkol vytvářet pulzující tlak, který je přiváděn do mezistěnných komor strukových násadců.

Rozlišujeme pulsátory synchronní a asynchronní. Chod pulsátorů může být zprostředkován pneumaticky nebo elektromagneticky ve spojení s elektronickým generátorem pulzů.

Generátor pulzů pro řízení chodu elektromagnetických pulsátorů je konstruován z mikroelektronických prvků, které pracují v jednoduchých spínacích funkcích.

Vibrační stimulace struků při sníženém podtlaku je podle údajů výrobců výhodná pro urychlení spouštění mléka a plynulé dojení. U některých systémů je po nasazení dojící soupravy spuštěna automatická stimulace s větším počtem pulzů popř. změnou poměru taktů. Jemná masáž se zvýšeným počtem pulzů stimuluje struky pro následující dojení. Mléko se začíná částečně vylučovat již během stimulace. Automatická stimulace je doporučována zejména u obtížně dojitelných dojnic a u dojnic ke konci laktačního období.

Pulzační poměr se běžně nastavuje od 60:40 do 70:30. Při zvyšování taktu sání ze 40:60 až na 70:30 po 10 % se zlepšovaly charakteristiky dojení jako např. snižování času dosažení maximálního toku mléka o 15-20 s, zvyšování hodnot maximálního a průměrného toku mléka, snižování času dojení o 20-30 s. Změny v užitkovosti nebyly pozorovány, ale při poměru 70:30 se zvýšil objem strojového dodojku. Některá dojící zařízení používají rozdílný poměr pro přední (50:50) a pro zadní čtvrtky (60:40). Tímto nastavením se snižují rozdíly v době dojení, kdy se předpokládá, že u předních čtvrtek se čas dojení prodlouží. Snižuje se tak riziko dojení na prázdno předních čtvrtí (Tančin a Tančinová, 2008).

Mléčným potrubím se dopravuje mléko z místa dojení (ze stáje nebo z dojírny) do mléčnice k chladičímu zařízení.

Rozvod mléčného potrubí se skládá ze skleněného nebo ocelového antikorozičního potrubí o světlosti 40 mm a více, rozvedeném ve tvaru smyčky, kterým se přivádí podtlak do dojící soupravy a zároveň slouží k odvádění mléka do sběrné nádoby čerpadla. U zahraničních dojících zařízení se používá převážně potrubí z nerezavějící oceli.

Podtlakové potrubí zabezpečuje rozvod vzduchu od vývěvy k jednotlivým částem dojícího stroje. Potrubí bývá z pozinkovaných nebo plastových trubek, kterým je podtlak veden do stáje.

K základním úkolům správně fungujícího dojícího stroje patří, mimo jiné, odvod vydojovaného mléka z evakuované soustavy (z podtlaku) do normálního prostředí o atmosférickém tlaku. Musí se tak dít bez porušení těsnosti celé podtlakové soustavy, tedy bez ohrožení stability podtlaku. Pro tento účel byly využívány dnes již překonané přerušovače podtlaku, které jsou již bez výjimky nahrazovány sběrnou podtlakovou nádobou s mléčným čerpadlem.

Sběrné podtlakové nádoby jsou konstruovány jako skleněné nebo nerezové nádoby válcového tvaru s víkem a několika vtoky s vnitřním objemem od cca 20 do 100 l. Uvnitř je obvykle plovákový systém pro řízení vyprazdňování mléčným čerpadlem, které bývá umístěno pod dnem nádoby. Velikost sběrných nádob a jim odpovídající výkonnost čerpadla se přizpůsobuje potřebám různě velikých stád, které mají být dojeny. Objemové průtoky se u těchto čerpadel pohybují v rozmezí cca 50-400 l.min⁻¹. Toto zařízení umožňuje dopravu mléka z prostředí podtlaku do prostředí atmosférického tlaku potrubím o délce cca 50 m s převýšením cca 3,5 m (Přikryl, 1997).

Filtr mléka slouží k tlakové filtraci mléka u dojících zařízení, u kterých je doprava mléka zjištěna pomocí čerpadla. Zařízení umožňuje získat mléko bez mechanických nečistot. Filtr se skládá z nerezové trubky se závitovým hrdlem, spojovací matice z plastu, z nerezového mezikusu a vložky filtru, na kterou se nasazuje vlastní filtrační sáček (Přikryl, 1997).

Vývěva zajišťuje podtlak pro dojení, pro dopravu mléka a pro činnost dalších zařízení (snímání dojící soupravy, ovládání pohyblivých zábran u dojících stání v dojírně apod.). Vývěva s elektromotorem tvoří soustrojí, k jehož příslušenství patří vzdušník, regulační ventil, vakuometr a výfukové potrubí (Přikryl, 1997).

Podle konstrukce lze vývěvy pro účel strojního dojení rozdělit na:

- vývěvy s rotujícími písty (Rootsovo dmýchadlo),
- vodokružné vývěvy,
- rotační lopatkové vývěvy,
- turbínové vývěvy.

3.2.3.2 Kriteria pro optimalizaci dojení

Živočišná výroba v zemích s intenzivním zemědělstvím prochází velké a rychlé změny. Kapacita farem se rozšiřuje a zvyšuje se průměrní roční produkce mléka na krávu. Tyto faktory vedou k modernizaci dojicích zařízení (Gaworski a Leola, 2014). Funkce dojírny je jedním z faktorů, které mají vliv na efektivitu produkce mléka na farmě. Existuje mnoho problémů, které mají vliv na výběr a správné použití dojírny. Některé z nich by měly být řešeny v předstihu při přípravě a návrhu mléčné farmy (Kic, 2015).

Prvním kritériem, které je důležité pro praktické fungování podniku je doba dojení. Rychlé dojení všech krav umožňuje mít dostatek volného času, v němž krávy mají možnost jíst a odpočívat nebo jít na pastvu. Dobu trvání jednoho reálného dojení krav T_{vd} lze vypočítat podle rovnice 1 (Kic, 2015):

$$T_{vd} = \frac{N}{Q_{LS}} + T_{pr} \quad [\text{min.}] \quad (1)$$

kde: T_{vd} - doba trvání jednoho reálného dojení [min.];

N - počet dojnic na farmě;

Q_{LS} - skutečná kapacita dojírny [min.^{-1}];

T_{pr} - doba pracovní přestávky [min.].

Pokud jde o lidský pracovní proces a pracovních činností, celková doba trvání jednoho dojení, včetně přípravných operací a dokončovacích prací po dojení T_{cd} , je vypočtená podle rovnice 2 (Kic, 2015):

$$T_{cd} = T_{vd} + T_p + T_c \quad [\text{min.}] \quad (2)$$

kde: T_{cd} - celková doba trvání jednoho dojení včetně přípravných operací a dokončovacích prací po nadojení [min.];

T_p - čas přípravných prací před dojením [min.];

T_c - čas dokončovacích a úklidových prací po nadojení [min.].

Pokud je celková doba trvání jednoho dojení T_{cd} dostatečně krátká, pak je dostatek času pro pracovníky provádět jiné činnosti (příprava krmiv, čištění, kontrolu zvířat). Z tohoto důvodu by měl být čas hlavním kritériem pro optimalizaci a výběr vhodné dojírny na farmě.

Druhým rozhodujícím kritériem pro výběr vhodné dojírny by měli být ekonomická kritéria. Je třeba porovnat konečné specifické přímé náklady na dojírňe na krávu a rok ${}^u C_{MP}$, které se vypočítají podle rovnice 3 (Kic, 2015):

$${}^u C_{MP} = {}^u C_W + {}^u C_P + {}^u C_S \quad [\text{EUR.ks}^{-1}.\text{rok}^{-1}] \quad (3)$$

kde: ${}^u C_{MP}$ - konečné specifické přímé náklady na dojírňe $[\text{EUR.ks}^{-1}.\text{rok}^{-1}]$;

${}^u C_W$ - konkrétní mzdové náklady na krávu a rok $[\text{EUR. ks}^{-1}.\text{rok}^{-1}]$;

${}^u C_P$ - specifické náklady na dojicí zařízení $[\text{EUR. ks}^{-1}.\text{rok}^{-1}]$;

${}^u C_S$ - specifické náklady na spotřebované zásoby $[\text{EUR.ks}^{-1}.\text{rok}^{-1}]$.

Konkrétní náklady na pracovní sílu ${}^u C_W$ jsou vypočteny na základě požadavků na pracovní sílu na dojírni za rok pomocí rovnice 4 (Kic, 2015):

$$T_r = \frac{365.T_d}{60} \quad [\text{h.ks}^{-1}.\text{rok}^{-1}] \quad (4)$$

kde: T_r - požadavek práce pro dojení na krávu a rok $[\text{h.ks}^{-1}.\text{rok}^{-1}]$;

T_d - požadavek práce při dojení na krávu a den $[\text{min.ks}^{-1}.\text{den}^{-1}]$.

Požadavek práce T_d může být vypočten za použití rovnice 5 (Kic, 2015):

$$T_d = i \left(\frac{N(t_{rc} + t_p + t_c) + T_{pr} \cdot n_{ds}}{N} \right) [\text{min.ks}^{-1}.\text{den}^{-1}] \quad (5)$$

kde: i - počet dojení za den $[\text{den}^{-1}]$;

t_{rc} - průměrný čistý požadavek práce pro dojení na krávu $[\text{min.}]$;

t_p - čas přípravných prací před dojením v přepočtu na jednu krávu $[\text{min.}]$;

t_c - doba dokončení a úklidové práce po dojení v přepočtu na jednu krávu $[\text{min.}]$;

n_{ds} - skutečný počet dojičů.

Skutečný počet dojičů n_{ds} je důležitým kritériem pro zajištění úspěšného fungování dojírny v reálných hospodářských podmínkách, zaobluje se nahoru. Teoretický požadovaný počet dojičů n_d je založen na výpočtu z rovnice 6 (Kic, 2015):

$$n_d = \frac{Q_{PL}}{W_d} \quad [\text{os.}] \quad (6)$$

kde: n_d - teoretický požadovaný počet dojičů na jednu dojírnu $[\text{os.}]$;

Q_{PL} - požadovaná výkonnost dojírny $[\text{min.}^{-1}]$;

W_d - pracovní výkonnost jednoho dojiče [min.^{-1}].

Důležitý technický parametr je teoretický počet stání v dojárně m_T vypočten pomocí rovnice 7 a průměrná doba klidového stavu dojící soupravy t_v vypočtena pomocí rovnice 8 (Kic, 2015):

$$m_T = Q_{PL}(t_d + t_v) \quad [-] \quad (7)$$

kde: m_T - teoretický počet dojících stání v dojárně [-];

t_d - průměrná doba dojení podle dojícího stroje na jednu krávu [min.];

t_v - průměrná doba klidového stavu dojící soupravy [min.].

$$t_v = t_n + t_s + t_m \quad [\text{min.}] \quad (8)$$

kde: t_n - průměrná doba pro připevnění dojící soupravy [min.];

t_s - průměrná doba odstranění dojící soupravy [min.];

t_m - průměrná doba pro manipulaci s dojící soupravou [min.].

3.2.3.3 Typy dojíren

- **Rybinové dojírny**

Při odpovídajícím využívání předností rybinových dojíren (Obr. 8) a zlepšení v technice dojení dochází k efektům úspor pracovního času teprve při využití dojíren 2 x 4-5 oproti dojení do potrubí ve vazných stájích.

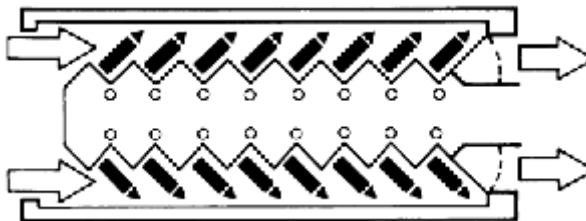
Čas na dojení skupiny nemá být delší než 60 minut (při dojení 2x denně) resp. 45 minut při dojení 3x denně. Šikmým stáním krav jsou vemena jednotlivých krav od sebe nepatrně vzdálena. Tím se výrazně zkracují cesty dojiče za kravami. Ty stojí oboustranně kolem pracovní chodby v úhlu 37-40°, což podstatně zlepšuje přehled o zvířatech, ale i dobrý přístup k vemeni. Šířka každé strany dojícího stání činí 140-150 cm.

Prvotelky si na dojení v dojárnách poměrně dobře navykají, pokud se již jako vysokobřezí jalovice seznamují s provozem při příhonu, manipulaci s vememem, odchodem, ale i hlukem apod. Vlastní dojení pak probíhá ve větším klidu a pohodě.

V rybinové dojárně je poslední skupina většinou plně neobsazena. Proto se krávy na posledním místě fixují výsuvnou tyčí. V těchto dojárnách se snižují ztrátové časy při

výměně skupin a významně se zlepšuje přehled dojiče o průběhu dojení. V ČR se tento systém dojíren uplatnil jen sporadicky.

V některých případech se dojící stání uspořádávají šikmo vedle sebe po obvodu trojúhelníka – trigonové dojírny (Bouška a kol., 2006).



Obr. 8 Rybinová dojírna

Zdroj: převzato z Akam a kol. (1989)

• Tandemové dojírny

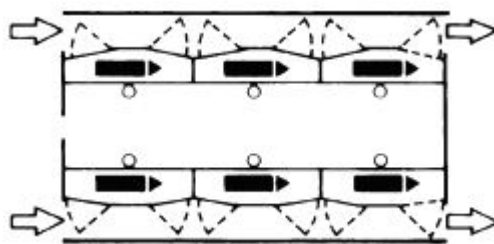
U tandemových dojíren (Obr. 9) vstupují krávy na dojící místa jednotlivě, a sice vždy teprve potom, když jiná vydojená kráva toto dojící místo opustí. Kráva tedy od vstupu na dojící místo až do doby jeho opuštění, není ostatními zvířaty vyrušována či omezována. Každá kráva má svůj vlastní čas pobytu na dojícím místě. Dojič má každou krávu v celé její délce v plném dohledu.

V nejjednodušší formě tandemových dojících stání ovlivňuje dojič výměnu zvířat, protože manuálně obsluhuje otvírání branek. To jsou však jen nepodstatné pracovní zátěže. V poloautomatické verzi může dojič ovládacím knoflíkem řídit vstupní a výstupní dveře přes vakuový válec. Tím se sice zvyšuje pracovní komfort, ale pracovní výkonnost je stále limitována. V plně automatické verzi je ovládán vstup a výstup zvířat. Běžné je zde automatické snímání dojícího stroje.

Podle zkušeností jsou ekonomické tandemové dojírny s 2x3 stání do stavu okolo 40 krav a s 2x4 stání okolo 100 krav. Přitom výkonnost tandemové dojírny 2x3 odpovídá rybinové dojírně 2x5, resp. autotandemová dojírna 2x4 rybinové dojírně 2x6.

Technicky je možné tandemovou dojírnu „přestrojiti“ na autotandemovou. V těchto dojírnách se podstatně zvyšuje výkonnost. V důsledku automatizace se nemusí ručně dodojovat, důsledné využívání automatického snímání a ovládání vstupních a výstupních branek výrazně snižuje fyzickou i psychickou zátěž dojiče. Tyto dojírny mají i své nevýhody. Je to nedořešení dezinfekce struku po sejmutí dojící aparatury. U této typicky evropské dojírny dochází v současnosti k postupnému útlumu jejich rozšiřování. Problémy související s dezinfekcí struku po dojení jsou řešitelné jen za relativně vysoké dodatkové

investice nebo za cenu snížení hodinové průchodnosti. V důsledku vyššího zastoupení automatiky, ale i nutného luxusnějšího obestavěného prostoru, jsou investiční náklady, oproti rybinovým dojírnám o stejné průchodnosti, o něco vyšší (Bouška a kol., 2006).



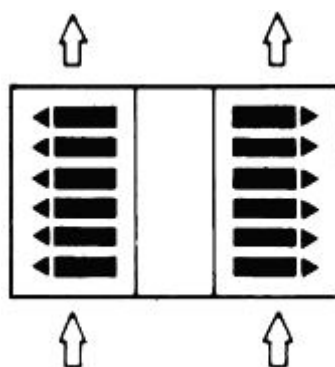
Obr. 9 Tandemová dojírna

Zdroj: převzato z Akam a kol. (1989)

- **Paralelní dojírna**

Také označována jako dojírna side by side (Obr. 10). Je typ dojírny, který je při malé kapacitě velmi výhodný pro minimální potřebu obestavěné plochy. Na druhé straně je tento typ dojírny ve variantě rychlého výstupu maximálně vhodný pro vysoké koncentrace dojníc. Princip spočívá v tom, že se krávy v této dojírně řadí do 90 ° uhlu k ose pracovní chodby dojiče. Strukové násadce jsou nasazovány mezi zadní nohy krav.

Výhodami jsou mimo jiné výrazně kratší potrubí, kratší přechody dojiče, menší obestavěná plocha, větší bezpečnost práce (eliminace úrazů kopáním krav). Pro svou kompaktnost je tento typ dojíren velmi vhodný pro montáž v dosavadních objektech. Tendence v chovatelsky vyspělých státech směřují k tomuto typu dojíren, avšak při minimální konfiguraci 2x12, lépe 2x16 stání. V USA nejsou výjimkou dojírny i 2x20, ba dokonce 2x48 dojících míst (Bouška a kol., 2006).



Obr. 10 Paralelní dojírna (side by side)

Zdroj: převzato z Akam a kol. (1989)

- **Dojírny s rychlým výstupem**

U dlouhých dojíren rybinových i paralelních při tradičním řešení dochází k nárůstu času pro nástup a výstup dojnic. Řešením jsou stacionární dojírny s rychlým odchodem. Vývoj těchto dojíren byl vyvolán snahou snížit ztrátové časy při výměně skupin dojnic ve velkých stacionárních dojírnách. Jejich technické řešení je založeno na řízeném nástupu dojnic na dojící stání (především u paralelních dojíren), kdy první dojnice musí postoupit na poslední, nejbližší stání a přitom svou hrudí uvolní zábranu vedlejšího stání. Další dojnice potom nastupují vždy vedle předchozí dojnice. Na rozdíl od tradičních dojíren je čelní zábrana pohyblivá a po vydojení poslední dojnice se zvedá. Dojnice odchází čelně do přeháněcí chodby, která se stává součástí dojírny. Ta je široká minimálně 250 cm. Bezprostředně na to může přicházet nová skupina na prázdná dojící stání. Tím je sice dosaženo zkrácení času nutného na opuštění dojícího stání a tedy i snížení neproduktivního času dojírny, ale tato časová úspora je do počtu stání 2x10 (rybina), resp. 2x12 (paralel) zanedbatelná. Bohužel je zaplácena vyšší cenou konstrukce dojícího stání a větší zastavěnou plochu dojírny v porovnání s tradičně řešenými dojírnami obdobného typu a stejné kapacity.

Výsledný efekt zkrácení dojení v dojírnách s rychlým výstupem činí asi 5-7 % u dojíren 2x14. To znamená, že u 250 hlavého stáda dojde ke zkrácení celkové doby dojení zhruba o 17 minut. Avšak cenový rozdíl mezi standardní dojírnou a dojírnou s rychlým výstupem činí více než 500 tis. Kč. Proto každý chovatel musí zvážit účelnost tohoto efektu. Chovatel musí volit dodavatelskou firmu i podle toho, jak mu solidně poradí, co všechno nemusí pořizovat, co je při dané úrovni chovu nadbytečné, nevyužitelné, a tím i drahé (Bouška a kol., 2006).

- **Rotační dojírna**

Až dosud tento typ dojíren nebyl překonán co do výkonnosti a snadnosti obsluhy. Zařízení je snadno ovladatelné, zajišťuje perfektní přehled o dojnicích. Údržba je jednoduchá.

Na trhu objevují následující typy:

- Rototandem (Obr. 11) – dojnice zaujímají vyhrazená místa za sebou, po obvodě kruhu. Je to náročné řešení co do plochy na dojený kus. Na druhé straně skýtá dobrý přehled o zvířatech. Vyskytují se v kapacitách od šesti do 16 dojnic.

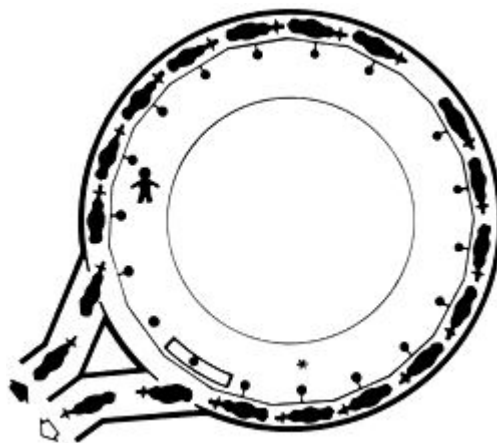
- Rotorybina (Obr. 12) – dojnice zaujímají kontinuálně místa v poloze šikmo vedle sebe. Je to úspornější dojírna, s velkou výkonností. K dispozici jsou dojírny o kapacitách od 18 do 60 dojnic.
- Rotoradiál (Obr. 13) – dojnice zaujímají místa kolmo na směr pohybu mobilní plošiny. Struky se nasazují ze zadu, obdobně jako u dojíren paralelních. Dokonale se využívá disponibilního prostoru a plochy. K dispozici jsou dojírny i pro více než 60 dojnic.

V současné době jsou úspěšné rotační dojírny s plošinou pohybující se na vodním polštáři (Izrael, NSR, N. Zéland, Kalifornie). Snížil se počet poruch pohybového ústrojí, včetně příkonu energie. Rovněž klid ve stáji nesrovnatelný oproti mechanickému řešení.

Nejdůležitějším vybavením dojírny je dojící zařízení. Všeobecně se ustoupilo od používání odměrných nádob, které byly nahrazeny průtokoměry (pokud je potřeba zjišťovat nádoj). Mléčná potrubí se téměř výhradně umísťuje pod úroveň dojícího stání, se spádem ke sběrné nádobě čerpadla. Na výstupním hrdle čerpadla mléka byl montován filtr mléka s výměnnými vložkami.

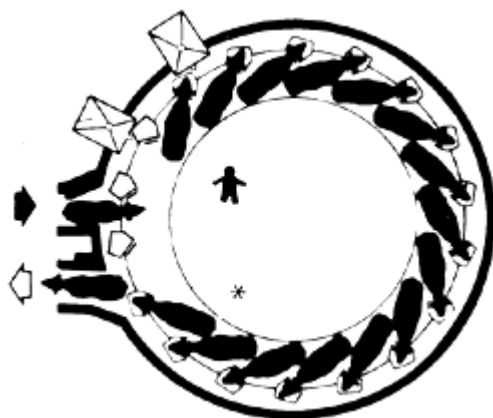
S rozvojem mikroelektroniky se stává dojírna důležitým centrem pro řízení chovu. S využitím automatické identifikace lze v dojírně zjišťovat důležité údaje (nádoj, teplota měrná vodivost mléka, pohybová aktivita atd.), které po zpracování v centrálním počítači spolu s dalšími údaji (hmotnost, matriční údaje, krmná dávka, reprodukční údaje apod.) slouží pro využití programového vybavení pro řízení výživy, reprodukce, péče o zdraví zvířat, ekonomiku a analytickou činnost.

Proces dojení je často řízen automaticky podle průtoku mléka, včetně sejmutí dojící soupravy. Lze však používat i jednoduché systémy (vždy však s elektromagnetickým pulsátorem) bez automatizačních prvků (Bouška a kol., 2006).



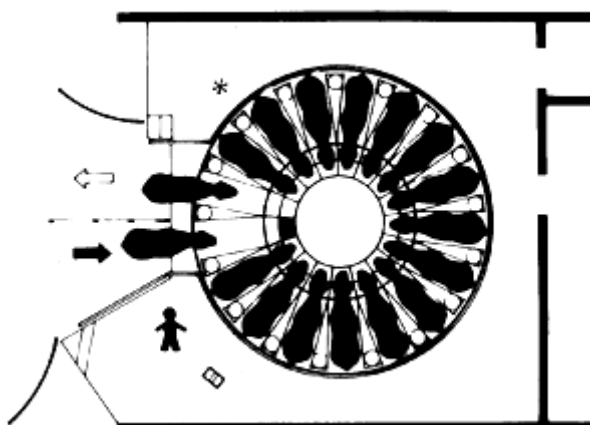
Obr. 11 Rototandem

Zdroj: převzato z Akam a kol. (1989)



Obr. 12 Rotorybina

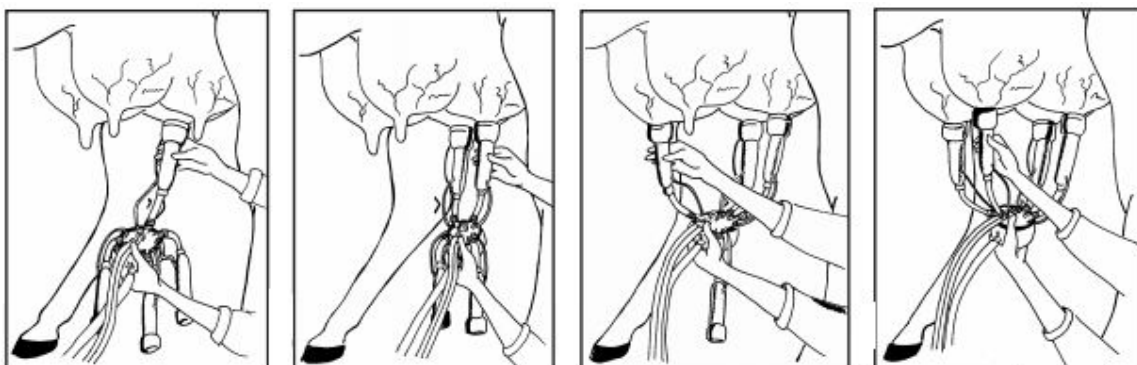
Zdroj: převzato z Akam a kol. (1989)



Obr. 13 Rotoradiál

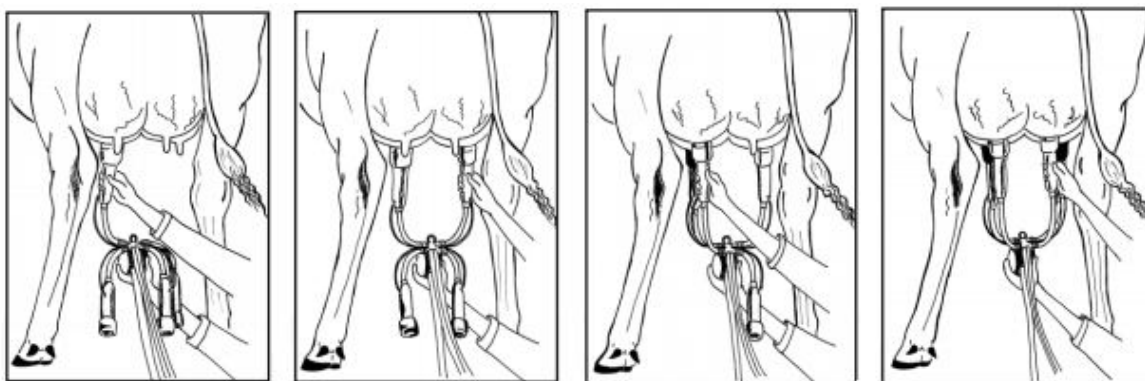
Zdroj: převzato z Akam a kol. (1989)

Na zdraví dojnice má vliv nasazování dojícího stroje. Kunc a kol. (2006) se v experimentální studii zabývali zátěží struku dojením z boku (Obr. 14) a zezadu (Obr. 15). Zjistili rozdíl v zátěži struků dojením zezadu a z boku, a to jak u předních tak u zadních struků. Struky během dojení v dojárnách side by side jsou průkazně více namáhány nežli při dojení z boku v dojárnách tandemových. Bezprostředně po dojení vykázaly přední struky u nasazování z boku vzrůst teploty průměrně o $1,24 \pm 1,29$ K a u nasazování zezadu o $1,92 \pm 2,82$ K, rozdíl 0,68 K byl statisticky významný ($P < 0,05$). Obdobná reakce byla zaznamenána i u struků zadních, po dojení byla u nasazování z boku zjištěna průměrná hodnota vzrůstu teploty o $1,68 \pm 1,42$ K, zatímco u nasazování zezadu činil tento vzrůst průměrně $1,99 \pm 3,13$ K. Rozdíl v hodnotě 0,31 K byl shledán rovněž jako statisticky významný ($P < 0,05$). Rozdíly mezi předními a zadními struky v rámci jednotlivých typů dojíren nebyly zjištěny jako statisticky průkazné. Na základě těchto výsledků autoři konstatovali, že způsob nasazování a dojení má vliv má zátěž struků. Z hlediska zátěže se tak jako příznivější ukazuje pro dojnici resp. vemeno dojení z boku.



Obr. 14 Nasazování dojícího stroje z boku

Zdroj: převzato z Kunc a kol. (2004)



Obr. 15 Nasazování dojícího stroje zezadu

Zdroj: převzato z Kunc a kol. (2004)

- **Čekárny u dojíren**

Čekací prostory jsou nezbytnou součástí všech typů dojíren, protože umožňují plynulý nástup dojníc do dojírny a tím i využití pracovního času.

V čekárnách se počítá s plochou 1,4 až 1,5 m² na krávu. Podlahy jsou buď celoroštové, osazené štěrbinovými panely s potřebnou skladovací kapacitou podroštových jámek nebo kanálů, anebo ploché a betonovým či živičným povrchem se sklony 3 % do kanalizační vpustí s možností splachování recirkulovanou technologickou vodou. Stěny čekáren mají mít omyvatelnou úpravu do výšky alespoň 1,8 m. V posledním období se čekárny před dojením převážně budují se sklonem podlahy od dojírny až 8 %. Zvířata se řadí směrem k dojírně, dochází k četnějšímu kálení před vlastním dojením a šetří se technologická voda na smyv až o 50 %.

S ohledem na efektivnost pracovního procesu je velmi nutná podrobná specifikace organizace práce při přesunech zvířat. Zcela neekonomické je takové řešení, při kterém dojič (operátor) musí vycházet z dojírny a zvířata si nahánět. Proto se v dojírnách s jednomužnou obsluhou osvědčují čekárny před dojírnou s intervalovým mechanickým naháněčem, který je obsluhován z prostoru dojírny. Ideálním řešením jsou čekárny s kruhovou chodbou, protože se hrazení pohybuje radiálně v závislosti na ubývajícímu počtu zvířat v čekárně. Obdobně lze řešit naháněcí zábranu v čekárnách jiného tvaru.

Čekárna se může využívat v letním období k eliminaci tepelného stresu zabudováním skrápěčů a velkopřůměrových pomaloběžných ventilátorů (Bouška a kol., 2006).

3.2.3.4 Automatizovaný dojící systém

První pokusy úplné automatizace procesu dojení (robotizace) se vyvíjeli v 70. a 80. letech minulého století v zemích, kde vzrostla cena práce dojičů a kde vysilující práce na farmách začala omezovat kvalitu života farmářů (Lind a kol., 2000).

Automatizované dojící systémy (dále AMS) jsou systémy, kde jsou krávy podojeny robotickými jednotky bez přímého lidského vstupu během procesu dojení (De Koning a kol., 2002; Příkryl a Čížek, 2000), a které se vyvinuly přes mnoho etap. Začalo to s jediným dojícím strojem a pokračovalo s dojírnami opatřenými automatickým sundáním strukových násadců. Posledním krokem k automatizaci procesu dojení bylo automatické uchycení strukového násadce a automatické čištění struků. Všechny tyto vývojové kroky,

spolu s novou technologií dojení, vedli ke snížení ručního zadávání práce během dojení, což mělo za následek vyšší výkonnost na osobu a hodinu (Rossing a Hogewerf, 1997).

Nejrychlejší byl tento vývoj v Nizozemsku. První průmyslově vyráběný AMS byl uveden do provozu v roce 1992 a na vývoji se podílelo několik vyspělých průmyslových firem a výzkumných pracovišť. Od tohoto roku velice rychle roste počet farem s AMS. V roce 2003 již byly dojící roboty na více než 2200 farmách (De Konig, 2005) a v roce 2006 je již v provozu přes 5500 dojících robotů (Havlík, 2007) a v roce 2010 již přes 10 000 dojících robotů (De Konig, 2010).

Neustálý tlak konzumentů a náklady spojené se snižováním výkupní ceny mléka a výše uvedené faktory patří k hlavním důvodům, které předurčují dnešní rychle rostoucí míru akceptace na trhu (Příkryl, 2003).

První dojící robot (Lely Astronaut A2) byl v ČR uveden do provozu na podzim roku 2003 na farmě v Pacově (Selekta Pacov, a. s.). V následujícím roce je osazena farma v Polici nad Metují (ZD Ostaš) (Machálek, 2009). Největší nárůst počtu instalací byl zaznamenán v letech 2006 a 2007, kdy bylo nově instalováno shodně po 28 robotizovaných dojících stání. Od roku 2008 se již začínají u nás montovat roboty VMS (firmy DeLaval) a Galaxy (firmy Insentec).

Tento výrazný nárůst byl vyvolán stabilní výkupní cenou mléka, posilováním koruny, příznivou zemědělskou a dotační politikou státu a nedostatkem kvalifikovaných dojičů.

Průzkumy v Evropě prokázaly, že v ekonomice výroby mléka není úroveň mzdy rozhodujícím faktorem. Rozhoduje především produktivita práce vyjádřená v kg mléka/hodinu spotřebované práce (Příkryl, 2003).

AMS zahrnuje konstrukci dojícího stání, organizaci nástupu a výstupu dojnic, selekci dojnic, kontrolu zdravotního stavu dojnice a kvalitu mléka. Všechny dosavadní aplikace pro automatické dojení vycházejí z toho, že dojnice dobrovolně vyhledá místo k dojení průměrně čtyřikrát denně (Příkryl a Čížek, 2000).

Z technického hlediska představují dojící roboti nesporně velký pokrok, protože řízení procesu dojení probíhá samostatně pro každý struk podle průtoku mléka dané čtvrti včetně měření konduktivity a barevného spektra mléka s možností automatické separace abnormálního mléka, což je u konvenčních dojíren technicky stěží dosažitelné (Machálek a kol., 2011). AMS s 1 dojícím boxem a ramenem může podojit 55-65 krav více než 2krát denně, box se 4 až 6 dojícími rameny jsou schopny získat mléko z 80-150 krav až 3krát za den (Rotz a kol., 2003).

V ČR se střetáváme s roboty od následujících výrobců: Lely, DeLaval, Insentec, Fullwood a Westfalia. Dominantní postavení na českém trhu mají dojící roboty holandské firmy Lely.

Dobrý dojící robot zajišťuje dle Bouška a kol. (2006) následující pracovní operace a úkony:

- identifikace zvířat,
- čištění vemene (struku),
- příprava na dojení,
- oddojení prvních stříků,
- zkouška kvality mléka a kontrola vemene vyšetření na mastitidu, měření pohybové aktivity s prognózou říje,
- nasazení strukových násadců,
- vlastní dojení a dodojení,
- sejmutí strukových násadců,
- sběr dat o množství nadojeného mléka a dalších ukazatelích.

Hlavním motivem pro krávu k návštěvě dojícího robota je dodávka krmiva v dojícím boxu během procesu dojení (Prescott a kol., 1998). Každá kráva má obojek, který je součástí sofistikovaného identifikačního systému krávy. Obojky mají zajistit, aby robot přijímal dojnice, kterých mléko je považováno za přijatelné pro proces dojení a toto mléko je dále transportováno do chladicí nádrže. Tím se zabrání aby mléko obsahující např. antibiotika vstupovalo do nádrže. Jakmile průtok mléka dosáhne předem naprogramované úrovně toku mléka, jsou strukové násadce odděleny, aby se zabránilo nadměrnému dojení, což může vést k edému v struku a může mít negativní dopad na zdraví vemene (Hillerton a kol., 2002).

AMS je vybaven senzory, které detekují abnormality v mléce, aby splňovaly legislativu a hygienické normy stanovené v mlékárenském průmyslu. Dále AMS je vybaven systémem čištění struků, který zahrnuje i čištění strukových násadců.

AMS senzory sledují a kontrolují proces dojení, rovněž ukládají data do databáze. Farmář má přístup k této databázi prostřednictvím programu pro správu. Pokud je potřeba nějaký druh zásahu, farmář je rychle informován prostřednictvím vzdáleného systému oznamování (De Koning, 2010).

Na farmách s konvenčním dojením je pevně stanovena doba dojení a velmi se dbá na to, aby intervaly mezi dojením byly rovnoměrné a pokud možno stejné, ve stájích s robotizovaným dojením si dobu dojení určuje dojnice sama. V praxi byl zaznamenán velký rozptyl v délce intervalu mezi dojením v průběhu dne u jednotlivých dojnic (Machálek a Šimon, 2012; De Konig, 2010). Cílem je, aby všechny dojnice chodily do robota samovolně, pravidelně a dostatečně často (Hulsen a Rodenburg, 2008). Pokud jsou krávy nahnány dohromady do malého prostoru, dochází k častým stresům. Krávy na nižším stupni hierarchie nejsou omezovány kravami na vyšším stupni (Příkryl, 2003).

Hlavními přímými stimuly k návštěvě dojnic (dle Machálka a Šimona, 2012) jsou:

- potřeba zbavit se rostoucího tlaku uvnitř vemene,
- zvýšeného tahu naplněného vemene,
- překážejícího velkého vemene při chůzi a touha po působení hormonu oxytocinu,
- po příjemném dráždění receptorů struků,
- po příjemném pocitu z vydojení mléčné žlázy.

Bylo prokázáno, že zvýšená frekvence dojení v AMS má mnoho výhod, například ke zvýšení dojivosti a nižší hladině somatických buněk (SCC) v mléce, což vede k lepší kvalitě mléka a zdraví vemene (Smith a kol., 2002; Kelly a kol., 1998). Některé studie (Österman a Bertilsson, 2003; Pettersson a kol., 2011) prokázali pozitivní vliv zvýšené frekvence dojení na přetrvávání laktační křivky, což může vést k prodloužení délky dojení a v dlouhodobém horizontu zvýšit dojivost o 10-15 % (Blowey a Edmonson, 2010). Pozitivní reakce týkající se vlivu zvýšené frekvence dojení na hladinu SCC buněk v mléce byly zaznamenány v pokusech některých autorů (Dahl a kol., 2004 a Klei a kol., 1997), zatímco jiní (Shields a kol., 2010) takový účinek nezaznamenali. Nižší koncentrace SCC buněk kvůli zvýšené frekvenci dojení může být důsledkem častého odstranění mléka. Nicméně, častější dojení také znamená častější otevření strukového kanálku, což zvyšuje riziko vstupu bakterií do vemene a způsobuje mastitidy (Rasmussen a kol., 2001).

3.3 Technika a technologie ustájení a chovu dojnic

Chovatel dojnic se snaží o uzavření výše uvedeného komplexu: plemeno - krmení - prostředí - člověk, který je určující pro úspěch chovu a ekonomický efekt. Volba optimální ustájovací technologie může být rozhodujícím článkem pro naplnění tohoto komplexu. Při rozhodování o systému ustájení krav se musí dle Bouška a kol. (2006) přihlížet k následujícím požadavkům:

- Pro chov dojných plemen (mléčná + kombinovaná) se kravín obvykle člení na produkční stáj nebo produkční oddělení a reprodukční stáj (oddělení) pro krávy stojící na sucho a období porodu.
- Produkční stáj nebo produkční oddělení kravínu slouží pro ustájení dojnic zpravidla od doby 5-10 dní po otelení od doby maximálně 60 dní před porodem.
- Reprodukční stáje (oddělené) se zřizují jako volné boxové nebo kotcové s porodními kotei a slouží pro ustájení krav od doby 60 dní před porodem do 5-10 dní po porodu. Je vhodné vyčlenit skupinu tzv. krav tranzitních, tj. 20 až 0 dní před otelením se specifickou výživou a ošetřováním. Pro předpokládané těžké porody a pro léčení porodních komplikací se zřizují jeden až dva speciálně upravené porodní kotce. Porodní kotce mohou být nejlépe individuální nebo, a to v horší variantě, maloskupinové s minimální plochou 9 m² na kus. Musí být pravidelně dezinfikovány, podle veterinárních pokynů.
- Při vazném stelivovém ustájení jsou dojnice uvázány u žlabu většinou na podestýlaném stlaném stání. Krmivo se zakládá do žlabu stacionárním nebo mobilním zařízením. Dojí se zpravidla na stání. Dojení v dojárně se využívá jen při vhodném typu vázání, které umožňuje skupinové odvásování a skupinovou nebo individuální fixaci dojnic.
- Ostatní systémy volného stelivového ustájení se stávají v intenzivních chovech okrajovou technologií.

Dojnice jsou chovány volně ve skupinách, a to v produkční stáji:

- se stlanými kombinovanými boxy a sníženou pohybovou chodbou (okrajové technologie),
- se stlanými boxy se sníženým krmištěm a pohybovými chodbami,
- s plochými kotei se stlanou lehárnou a sníženým krmištěm (okrajové technologie),

- s kotci s lehárnou upevněnou pro hlubokou podestýlku a se zvýšeným krmištěm,
- s kotci s podlahou o sklonu do 7,5 % s vysokou podestýlkou a sníženým krmištěm.

Krmivo se zakládá stacionárně nebo mobilní krmnou linkou. Chlévská mrva se odklízí mobilní nebo stacionárním zařízením. Hnůj z hluboké podestýlky se odklízí mobilním zařízením. Dojí se zásadně v dojárně.

Dojnice nesmí být ustájeny v kotcích na plně zaroštované nebo perforované podlaze. Při volném ustájení dojnic se doporučuje zřídit průchozí dezinfekční vanu nebo rohož o rozměrech alespoň 4 x 1 x 0,1 m na roztoky k ošetření paznehtů zpravidla v chodbě přehánění dojírně nebo z dojírně.

Volné skupinové ustájení dojnic vyžaduje předchozí adaptaci již při odchovu telat a jalovic a vytváření ucelených skupin zvířat (Bouška a kol., 2006).

• Vazné stáje

Vazné stání se ve stájích pro dojnice vyvíjelo z dlouhého podestýlaného stání (230-270 cm), přes střední stání se žlabovou zábranou a vysokou podžlabnicí (190-210 cm) až ke krátkému stání s nízkou (do 25 cm podžlabnicí, s podestýlkou nebo pryžovou matrací (145-170 cm). Tento vývoj probíhal v minulých desetiletích především v závislosti na ekonomických podmínkách, ale i zohledňování požadavků na ochranu zvířat, respektive tvorby podmínek welfare.

Při hodnocení podmínek ustájení je třeba vycházet ze skutečnosti, že čím omezenější je životní prostor zvířete, tím lépe musí odpovídat funkcím, potřebám a požadavkům, zvířat. Při aplikaci této zásady je nutné u vazného ustájení zohlednit následující prvky:

- a) prostor krmného žlabu a jeho tvar,
- b) vázací zařízení,
- c) parametry stání (délka, šířka, povrch, sklon).

Vázání: délka stání musí být zvolena tak, aby bylo kravám umožněno přirozené a pohodlné stání a ležení. Optimální délka krátkého stání musí zajistit kálení krav mimo plochu stání, vesměs na kaliště. Z měření vyplývá, že délka krátkého stání pro plemena chovaná v České republice činí 150-175 cm, nejlépe dle vztahu: 97 % horizontální délky trupu +20 cm

bezpečnostní odstup. K eliminaci nevýhod variability krav se využívá tzv. šikmé stání s délkou stání postupně přecházející od 150-175 cm. Podlaha stání musí zajišťovat přirozený pohyb a postoj. Musí být rovná se sklonem od 2,5 do 3,0 %, pevná, neklouzavá, pro ležení krav dostatečně měkká, s tepelnou izolací dostatečně měkká, s tepelnou izolací, suchá, snadno čistitelná, kyselinovzdorná.

Sebelepší technické zdokonalování stájových detailů, technických prvků a linek nepřináší potřebný a výrazný efekt ve snížení pracnosti a zvýšení chovného komfortu. v České republice je proto tento typ stájí v útlumu (Bouška a kol., 2006).

- **Volné ustájení**

Kombinované boxy ustájení patří k použitelným volným systémům ustájení, avšak pouze při splnění specifických požadavků. Princip tohoto ustájení spočívá v tom, že v tzv. kombi boxech je stání a lože s krmným žlabem, případně s napáječkou. Využívá se krátkého stání 150-170 cm dlouhého, 115-120 cm širokého, s nízkou požlabnicí, stranovými a žlabovými zábranami, které umožňují položení hlavy na požlabnici.

Hodnocení kombinovaných boxů vyplývá z možnosti uplatnění. Při nedostatku investičních prostředků lze takto snadno a rychle modernizovat vazné stáje při účelném dořešení dojírny, čekárny a naháněcích chodeb. Zvláště opatrní musí být chovatel při koncipování vnitřního uspořádání s ohledem na kapacitu objektu. Toto řešení totiž svádí k předimenzování počtu zvířat na jednotku plochy, resp. prostoru, což má výrazně negativní vliv na chování zvířete (cucavost, agresivita ap.), organizaci práce, stájové mikroklima a chovné prostředí. Oproti volným boxovým stájím je i čistota zvířat na horší úrovni v důsledku krátkého stání. Proto se také výstavba kombi boxových stájí posledních letech zcela oprávněně utlumila (Bouška a kol., 2006).

Volné skupinové ustájení a technika chovu s použitím volného boxového ustájení, kdy zvířata odpočívají v boxových stlaních či bezstelivových ložích, je systémem vyhovujícím potřebám a pohodě zvířat v celém životním a produkčním cyklu. Rozměrové, funkční a dispoziční řešení boxových loží má zásadní vliv na úspěšnost tohoto systému. Dobře řešený box zajišťuje:

- snadnou orientaci zvířat při vstupu a důvěru ve vyhrazené místo k odpočinku,
- pohodlí při uléhání, vstávání a prostor pro volný pohyb těla (hlavy),

- dostatek místa pro boky a břišní krajinu při současném vyloučení příčného zaléhávání v boxech,
- pevnost a trvanlivost podlahy a bočního hrazení.

Dojnice leží v boxu deset až 13 hodin denně, vstává a uléhá až 10krát denně. Důležitá je proto příprava zvířat na způsob ustájení již od mládí, kdy je v odchovu nejlepší připravovat telata, Janovice a Starší věkové kategorie na ustájení v boxových ložích.

Boxové stlané a bezstelivové lože je vymezeno bočními zábranami. Tvar, umístění a výška jednotlivých částí a konstrukce bočních zábran, které vyhovují požadavkům zvířat, jsou uvedeny na nákresu. Boční zábrany jsou v horní části doplněny posunovatelnou příčnou vymezovací šíjovou zábranou k omezení vstupu do čela boxu a zamezení jeho znečištění. Ve stájích s omezeným rozponem lze použít uspořádání boxu se zešíkmením osy boxu do 30° nebo tzv. přesazených boxů, které mají šířku alespoň 1,2 m pro krávy s hmotností nad 620 kg.

Při vstávání vykonává zvíře rychlý pohyb hlavy směrem vpřed, a potom musí mít zabezpečen dostatečný prostor před hlavou. Pokud je v řadě boxových loží situovaných u stěny minimalizována délka, zvířata musí vykonávat tento pohyb hlavy do strany, což je méně vhodné.

U protilehlých boxů se délka lože redukuje asi o 10 %, protože lze pro pohyb hlavy využít prostor protilehlého boxu. Vymezovací zábrana musí být nastavena tak, aby i nejmenší zvířata byly, nucena vystoupit po vstávání zadními končetinami do prostoru hnojné chodby.

Podlaha boxu je nepropustná s izolací proti zemní vlhkosti a je alternativně řešena jako, zvýšená proti podlaze hnojné chodby nebo krmíště, se stláním na povrchu lože, nebo snížená, resp. Hluboká pro založení a udržení slámy, pilin, písku či separovaného pevného podílu kejdy s prahem v zadní části boxu (se šikmou hranou dovnitř lože) oproti vyhrnování podestýlky a nastýlané vrstvy do prostoru chodby. Zvýšená zadní hrana boxu o 200 až 250 mm zamezuje:

- znečišťování boxových loží při vyhrnování mrvy,
- couvání zvířat do boxu a jejich opačné ležení.

Dobře řešená volná boxová stáj at' stelivová, nebo bezstelivová představuje to nejlepší pro vysoko užitkové dojnice, protože stupeň chovatelského komfortu je zde na vysoké úrovni.

Jsou vhodná pro stáda s vysokou roční užitkovostí i nad 10 000 kg mléka. Dosahují se zde vynikající ukazatele plodnosti, minimální poškození struku, vemen, končetin, bezproblémová čistota, a to bezkonkurenčně vyšší oproti vaznému a kombinovanému ustájení.

Produktivita práce jsou příznivější než u ostatních způsobu ustájení. Při dobrém vybavení stáje se dosahuje hodnot 25-30 pracovních hodin na krávu a rok při nižší namáhavosti. Tato technologie umožňuje úměrně zvyšovat koncentraci zvířat, takže má i velký význam pro budoucnost.

Technologie umožňuje využití stelivového, tak i bezstelivového provozu se všemi výhodami a nevýhodami. Proto výstavba nových boxových stájí, většinou vzdušných a přístřeškových s kapacitou nad 300 dojnic, je v současnosti běžná a nejvýše praktická. Poměr počtu zvířat k počtu boxových loží 1:1 je ideální, avšak bezproblémový je i poměr počtu zvířat k počtu míst u žlabu 1,5:1, a to při vhodné technice krmení. Boxové ustájení je vhodné použít i při rekonstrukcích typových stájí K-96 a K-174, ale i mimo boxových stájí o rozponu větším než 30 m. Je ekonomicky příznivé a většinou vyhovuje i z chovatelských aspektů (Bouška a kol., 2006).

Volné ustájení s plochými kotci se stlanou lehárnou a sníženým krmištěm je technologie, která se uplatňovala ve druhé polovině 70 let převážně na jižní Moravě. Snaha o tzv. úsporné řešení stájí však vedla vesměs k neudržitelným podmínkám pro ustájené dojnice. Princip spočíval ve zpevněném a sníženém krmišti, které bylo možné uzavřít, a dále v kotcích s bezesparou podlahou. Ta se měla každopádně nastýlat v dávce 2-3 kg slámy na kus a den. Každodenně se vyhrnováním vyklízela mrva. Postupně však došlo v tehdejších podmínkách k degradaci pracovního režimu tak, že se nastýlalo a vyklízelo obden nebo každý třetí den. Obecným jevem bylo, že první den po nastýlání byl stav lože velmi dobrý a druhý (třetí) den dojnice leželi na vlhké slamnaté madraci.

Převažují nevýhody spočívající ve větším znečištění zvířat, vysoké spotřebě práce, vyšší četnosti poranění a vesměs i nižší užitkovost v důsledku častého a dlouhého vyrušování zvířat (Bouška a kol., 2006).

Volné ustájení s lehárnou na hluboké podestýlce a se zvýšeným zpevněným krmištěm stále patří v podvědomí chovatelů mezi technologie s vysokou funkční jistotou, s vysokým standardem pohody zvířat. Toto tvrzení je platné pouze z části. Vysoká funkční jistota je dána kvalitou podestýlky. Nedostatek podestýlky vede naopak ke katastrofálním situacím.

Pohoda zvířat je dána hustotou obsazení, množstvím podestýlky a kvalitou mikroklimatu. V uzavřených objektech by měla být hluboká podestýlka zcela vyloučena, protože je to „reaktor“ na produkci CO₂, Vodní páry, NH₃, a zápašných látek. Účinné odvětrání těchto zplodin je možné jenom v otevřených přístřeškových stájích.

Pro užití v praxi je možné doporučit víceprostorové řešení tj. oddělení lehárny a krmiště. Nastýlat se musí v množství min 7 kg čisté slámy na dobytčí jednotku a den. Ideální vyklízeční cyklus je delší než tři měsíce. Návaznost na dojírnu musí být řešena tak, aby nedocházelo vyrušování zvířat v ostatních skupinách.

Pro vysoko užitková stáda je tato technologie ve specifických výrobních podmínkách vhodná. Relativně výhodná je pro kategorii krav stojících na sucho či v období před otelením a po otelení pokud se dodrží i rozměrové parametry, tj. plocha lehárny musí být minimálně 5 m² na dobytčí jednotku a šířka krmiště musí činit alespoň 2800 mm.

Pro vysoko užitkové dojnice v laktaci však existují lepší varianty. Funkční nejistota této technologie vyplývá především z nestabilního množství disponibilní podestýlkové slámy (Bouška a kol., 2006).

Volné ustájení s vysokou podestýlkou, sníženým krmištěm a lehárnou s podlahou o sklonu 7-10 % je technologie, která se využívá teprve několik let. Relativně dobré zkušenosti jsou například z Bavorska při ustálení jalovic a vykrmovaného skotu, ale i ustájením masných krav s telaty. Vesměs se však nedoporučuje pro vysoko užitkové dojnice, zvláště u vyšších kapacit. Nevýhody pro ně spočívají v obtížném pohybu na podlaze se sklonem 8 % ve větším znečištění, ale i vyšší četnosti úrazů krav.

Funkční jistota tohoto způsobu ustájení je limitována počtem zvířat v kotci, množstvím, kvalitou a délkou podestýlky, krmivem, délkou kotce, způsobem zakládání podestýlky, spádování a povrchem podlahy kotce atd. (Bouška a kol., 2006).

Pro chov vysoko užitkových dojnic s velkým tělesným rámcem by nejlepší varianta ustájení (boxové) měla dle Bouška a kol., (2006) splňovat následující požadavky:

- šířka boxových loží min 120 cm,
- délka boxových loží (u stěny) 250 cm,
- délka boxových loží (protilehlých) 230 cm,
- použití flexibilních (přestavitelných) boxových zábran,

- maximální stájová kubatura – 6m^3 na 100kg živé hmotnosti (při roční užitkovosti 7000 kg mléka),
- maximální plocha vstupu čerstvého vzduchu do životní zóny zvířat (otevírané boční stěny),
- optimální počet zvířat vzhledem ke kubatuře i ploše stáje,
- větší šířky pohybových chodeb (mezi boxy min 250, krmiště min 330 cm, lépe však o 0,5-1 m více),
- osvětlení stájového interiéru celoročně po dobu 16 hodin na 200 lx.

Jakékoli nenaplnění výše uvedených požadavků vede k častějším střetům zvířat a výskytu neadekvátního chování, které výrazně ovlivňuje užitkovost i zdravotní stav dojnic. Rovněž zhoršený přehled o skupině či stádu nepřispívá k úspěšnému chovu.

3.4 Vliv mikroklimatických podmínek na mléčnou užitkovost skotu

Mnoho problémů v živočišné výrobě zahrnuje interakce s faktory životního prostředí - teplotou, vlhkostí a větrem. Souhra mezi těmito prvky může být rozhodující k udržení produkce a zdraví. Vliv životního prostředí není zanedbatelný, protože může způsobit stres, a tím negativně ovlivní stav organismu (Šoch a kol., 2000, 2005; Fraser a Broom, 1990).

Moderní přístrojové vybavení nabízí možnosti ve výzkumu pro získání těchto údajů a další zpracování životního prostředí zvířete.

3.4.1 Teplota

Teplotu vzduchu považujeme za nadřazený faktor stájového mikroklimatu, neboť rozhoduje o hodnotách některých ostatních faktorů (vlhkost, proudění vzduchu), případně zásadně ovlivňuje hodnocení působení těchto faktorů na živý organismus (Chloupek a Suchý, 2008).

Tělesná teplota je důležitým parametrem při studii stresu hospodářských zvířat. Vysoká teplota má hluboký dopad na produkci, zdraví, ziskovost a dobré životní podmínky mléčného skotu (Shock a kol., 2016). Extrémně nízké a vysoké teploty mají negativní vliv na dojnice. Tepelný stres snáší nejhůře dojnice v první třetině laktace, které produkují nejvíce mléka. Při dlouhodobém vystavení zvířat neutrálním a nízkým teplotám dojde k rozšíření termoneutrální zóny a posunu směrem k nižším teplotám prostředí a naopak (Louda, 1999). Pro skot jsou uváděny hodnoty termoneutrální zóny obvykle od -10 až do +24°C, často od 4 do 16°C (Hauptman, 1972). Nad touto hranicí se snižuje příjem krmiva, mléčná produkce a reprodukční schopnosti (Armstrong, 1994).

Snížení dojivosti během letních extrémů má ekonomický dopad (Spain a kol., 1997). Vyšší teploty mají rovněž vliv na snížení procenta tuku, pevných látek, laktózy a bílkovin v mléce (St-Pierre a kol., 2003; West, 2003; Kadzere a kol., 2002). Pokud se jedná o produkci mléka, vůči tepelnému stresu jsou odolnější krávy plemene jersey než holštýnské (Sharma a kol., 1983). Při vyšších okolních teplotách kráva může vykazovat zvýšenou rychlost dýchání a snižuje dobrovolný příjem krmiva. S klesajícím příjmem krmiva může produkce mléka poklesnout až na 5 litrů za den (Coufalík, 2013). Fryč (2002) udává, že se produkce snižuje až o 10 až 35 %.

Reakce dojnice na stres probíhá několika způsoby: snížením příjmu krmiva a zvýšením příjmu vody, změnou metabolismu, zvyšujícím se odpařováním vody, zvýšenou rychlostí dýchání, změnou koncentrace hormonů v krvi a zvýšením tělesné teploty (Knížková a Kunc, 2002). Tepelný stres také snižuje plodnost dobytka snížením míry reprodukce, proto v reprodukci vybíráme plemena skotu, které se lépe hodí k vysokým teplotám.

Vysoká teplota má vliv i na chování krav. Během letních horkých extrémů dojnice preferují pobyt venku a vyhledávají místa v chládku nebo ve stínu. West (2003) doporučuje aby dojnice na pastvě, ale i ve výběhu měli k dispozici stín, protože při teplotách nad 27 °C v kombinaci se silným působením slunečního záření klesá doživost až o 43 %.

Existují různé fyzikální a chemické mechanismy, které zajišťují výdej tepla z organismu. U skotu se odhaduje výdej tepla přibližně v poměru: evaporace 20 %, radiace 10 % a konvekce 70 % (Chloupek a Suchý, 2008).

3.4.1.1 *Infračervená termografie*

V současné době existuje mnoho způsobů měření teploty povrchu zvířat. Jednou z možností je měření pomocí termografické kamery.

Infračervená termografie je obor, který se zabývá analýzou rozložení teplotního pole na povrchu tělesa a to bezkontaktním způsobem. Úkolem termografie je analýza infračervené energie vyzařované tělesem. Termografickým měřicím systémem lze zobrazit teplotní pole měřeného objektu pouze na jeho povrchu. Termodiagnostika využívá pro určení technického stavu strojních zařízení sledování teploty, případně rozborů teplotních obrazců tzv. termovizních snímků. Moderní infračervená termografie využívá elektrooptických zařízení k detekci a měření radiace a jejího převodu na teplotu povrchu budov a měřených objektů.

Výhody použití infračervené termografie jsou dle Kastberger a Stachl (2003) následující:

- rychlost v rozsahu milisekund, což usnadňuje měření pohyblivých cílů,
- bezkontaktní postupy, což umožňuje měření nebezpečných nebo fyzikálně nepřístupných objektů,
- žádné rušení,
- žádné riziko kontaminace,
- žádné mechanické působení na povrchu předmětu.

Všechny formy hmoty vyzařují při teplotách vyšších než je absolutní nula tepelné záření ve viditelném i neviditelném pásmu spektra. Část tohoto tepelného záření je vyzařeno jako infračervené záření. Intenzita tohoto záření odpovídá právě teplotě hmoty. Toto záření je způsobeno vnitřním mechanickým pohybem molekul a jeho intenzita závisí právě na teplotě objektu.

Infračervené záření je neviditelná část elektromagnetického spektra s tepelnými účinky. Jedná se o záření s vlnovou délkou v intervalu přibližně 0,75 μm až 1 mm, tedy nad oblastí viditelného záření. Viditelné záření, které odpovídá spektrální citlivosti lidského oka, leží v rozsahu vlnových délek cca. 0,38 až 0,75 μm .

Emisivita je mírou schopnosti daného předmětu vyzařovat energii z povrchu k energii vyzařované černým tělesem o stejné teplotě a stejné vlnové délce energie. Emisivita může nabývat hodnot od 0 do 1,0.

Vliv dopadající energie je vyjadřován jako tzv. odražená zdánlivá teplota. Vliv odražené zdánlivé teploty stoupá se snižující se emisivitou. Čím nižší emisivita bude, tím bude měřené těleso více odrážet infračervené záření dopadající z okolí, vyjádřené jako odražená zdánlivá teplota a tím více bude výsledná změřená teplota závislá na správném zadání emisivity i odražené zdánlivé teploty (Blata a Juraszek, 2003).

3.4.1.2 Ochlazování

Teplota vzduchu může být snižována ochlazováním pomocí větrání, ale praktičtější je ochlazování krav vodou (Brouk a kol., 2003). Nejúčinnější je při nízké relativní vlhkosti vzduchu (Šoch a kol., 1999). Rozeznáváme dva základní systémy tohoto ochlazování lišící se výškou tlaku, pod jakým tryská voda:

- vysokotlakové,
- nízkotlakové.

Pro ochlazování vzduchu pomocí vysokotlakového systému se používají dvě metody:

- zamlžování lehkou mlhou s velikostí kapiček do 0,02 mm,
- těžkou mlhou s velikostí od 0,02 do 0,05 mm.

U obou metod ale musí být voda vháněná do trysek pod vysokým tlakem a systém je citlivý na dokonalou čistotu vody. V poslední době byla vyvinuta zařízení s rozprašováním vody pod maximálním tlakem 0,6 MPa. Systém se skládá z ventilátoru a rotačního

rozprašovače. Rychlost vzniklého proudění vzduchu je od 0,8 do 2,0 m. s⁻¹ a je účinné na vzdálenost až 20 m (Brouk a kol., 2005). Metoda vysokotlakového zamlžování je ale v poslední době v oblastech s mírnějšími teplotami anebo v prostředích s vyšší relativní vlhkostí zpochybňovaná pro vytváření aerosolů, které mohou nepříznivě ovlivňovat zdravotní stav dýchacího orgánu (Brouk a kol., 2004; Lin a kol, 1998).

Při nízkotlakém systému (postřikováním) se voda aplikuje na tělo zvířete. Voda by měla dokonale promočit srst, aby působila přímo na kůži. Jejím odpařením se vlastně dojnice ochlazuje. Doporučená doba aplikace jedné dávky je 20 s. Interval se stanoví podle teploty vzduchu (20 až 60 minut). Zařízení by mělo být aktivováno automaticky při teplotě prostředí nad 25 °C (Brouk a kol., 2004). Postřikování dojnic je vhodné zvláště při vcházení do dojírny.

3.4.2 Vlhkost ovzduší

Druhým hlavním ukazatelem kvality stájového mikroklimatu je vlhkost vzduchu. Ovlivňuje tepelné ztráty zvířat (Šoch a kol., 2003).

Vlhký vzduch je směs suchého vzduchu, tvořeného 78% dusíku, 21% kyslíku, 0,03% oxidu uhličitého, 0,93% argonu a 0,01% jiných inertních vzácných plynů a vodní páry (Jokl, 2000). Vlhkost vzduchu je dána obsahem vodních par, které jsou ve vzduchu sice vždy, ale v poměrně proměnlivém množství. Chloupek a Suchý (2008) ji vyjadřují následujícími bioklimatologickými (hygrometrickými) hodnotami:

- měrná (absolutní) vlhkost vzduchu,
- maximální vlhkost vzduchu,
- relativní vlhkost vzduchu,
- relativní vlhkost vzduchu ekvivalentní,
- rosný bod,
- sytostní doplněk.

Vodní páry jsou ve stájovém vzduchu obsaženy vždy a zpravidla ve větším množství (absolutním) než ve vzduchu venkovním (chladnějším). Větráním se proto většinou vlhkost vzduchu ve stáji sníží – kromě dusného letního, případně teplého a velmi vlhkého zimního počasí, kdy je ve stáji zjišťována i při dobrém větrání vlhkost vysoká (Zeman, 1994).

Množství výparu záleží hlavně na teplotě, na stupni nasycení vodními parami a na proudění vzduchu. Vlhkost vzduchu se vyjadřuje v absolutních nebo v relativních hodnotách. Nejčastěji se vyjadřují vlhkostní poměry mikroklimatu relativní vlhkostí (Šoch a kol., 2003). Dolejš a kol. (1994) uvádějí optimální hodnoty pro všechny typy ustájení a kategorie skotu relativní vlhkost 50-70 %, maximální pak u telat a jalovic 75 %, u dojnic ve volném ustájení a výkrmu a u vazného ustájení 85 %.

Hlavním zdrojem vlhkosti ve stájových objektech jsou především ustájená zvířata. Dojnice o hmotnosti 600 kg má biologickou produkci přibližně 0,5 kg vodních par za hodinu při teplotě okolo 10 °C. S rostoucí teplotou stoupá objem par na více než dvojnásobek této hodnoty. Biologický tepelný výkon takové dojnice je přibližně 1,5 kW a s rostoucí teplotou klesá (Fryč, 2002). Dále voda k čištění podlah a zařízení, vlhké a teplé krmivo a sekundárně pak kondenzace na površích. Na množství vodních par ve vzduchu se podílí i teplota prostředí, protože vyšší teplota zvyšuje intenzitu odparu a také schopnost vzduchu přijímat vodní páry (Zeman, 1994).

3.4.3 Teplotně-vlhkostní index

Pro hodnocení kvality prostředí ve vztahu k tepelnému stresu se hledají komplexní ukazatele. Jeden z nich je teplotně-vlhkostní index (dále THI). Ten právě zohledňuje i teplotu prostředí, i relativní vlhkost vzduchu (Kadzere a kol., 2002). U dojnic například pro hodnoty $THI \geq 72$ (rovnajícím se prostředí s teplotou 25 °C a relativní vlhkostí 50%) představuje kritickou hodnotu, při jejímž překročení následuje pokles dojivosti (Ravagnolo a Misztal, 2000; Igono a kol., 1992). Jednotlivé druhy zvířat se vyznačují různou mírou citlivosti k teplotě prostředí a tlaku vodních par. Proto hodnocení THI ve stájích může být velmi často nejvýznamnějším a dostatečným ukazatelem hygienického stavu stájového prostředí (Zeman, 1994). Tento index se běžně používá jako praktický ukazatel stupně namáhání dojnic způsobených povětrnostními podmínkami (Brouček a kol., 2009).

Pro výpočet THI bylo stanovených množství forem v závislosti na druhu a kategorie zvířat, ale i použitých veličin a jednotek.

Kadzere a kol. (2002) použili pro výpočet THI vyjádření 9:

$$THI = 0,72 (T_{wb} + T_{db}) + 40,6 \quad [-] \quad (9)$$

kde: T_{wb} - teplota vzduchu měřena vlhkým teploměrem [°C];

T_{db} - teplota vzduchu měřena suchým teploměrem [°C].

Castaneda a kol. (2004) pro dojnice upravil vztah 10 následovně:

$$THI = 1,8 \cdot T - (0,55 - 0,0055 \cdot RH) \cdot (1,8 \cdot T) - 26 \quad [-] \quad (10)$$

kde: T - teplota vzduchu [°C];

RH - relativní vlhkost vzduchu [%].

Brouček a kol. (2006) použili pro výpočet THI následovní formulaci 11:

$$THI = 0,8 \cdot T_{max} + \frac{RH}{100} \cdot (T_{max} - 14,4) + 46,4 \quad [-] \quad (11)$$

kde: T_{max} - maximální teplota vzduchu [°C];

RH - relativní vlhkost vzduchu [%].

Vysoká relativní vlhkost spolu s vysokou teplotou prostředí snižují výdej tepla z povrchu těla a z dýchacích cest. Vysoká relativní vlhkost v kombinaci s nízkou teplotou vzduchu a vysokou rychlostí proudění vzduchu způsobuje naopak neúměrné zvýšení tepelných ztrát zvířat. Nastává podchlazení organismu, oslabení jeho rezistence a tím i zvýšená náchylnost k chorobám (Louda, 1999).

Hodnoty THI indexu pod 70 jsou považovány za komfortní, při hodnotách 72 a více začíná tepelný stres a hodnoty vyšší než 78 jsou velmi stresující a způsobují sníženou produkci mléka a extrémní trápení, při hodnotách vyšších než 82 je vážně narušena produkce mléka, stres může končit i smrti zvířete (Brouček a kol., 2006, Armstrong, 1994).

3.4.4 Proudění vzduchu

Vítr je základní meteorologický prvek popisující pohyb vzduchu v určitém místě atmosféry v daném časovém okamžiku vzhledem k zemskému povrchu.

Za vítr se považuje jen horizontální složka vektoru rychlosti větru. Jde o pohyb vzduchu způsobený rozdíly atmosférického tlaku, které jsou samy důsledkem různých teplot a jim odpovídajících různých hustot vzduchu (Chloupek a Suchý, 2008). Význam proudění vzduchu spočívá v ochlazování kůže zvířat a v ovlivňování vydávání tepla z organismu zvířat. Jeho účinek se zvyšuje u zvířat nedostatečně osrstěných s malou vrstvou

podkožního tuku, resp. na těch částech těla, které jsou nedokonale osrstěné, jako je mléčná žláza.

Vzduch se má v dosahu zvířat při optimálních teplotách pohybovat maximálně do rychlosti $0,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, při vysokých teplotách může být rychlost vyšší, u dospělých zvířat může překračovat $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Proudění vzduchu v těchto rozmezích má příznivý účinek na krevní oběh a látkovou výměnu. Při vyšších rychlostech a při nízké teplotě prostředí však nastává nadměrné ochlazení. Za průvan se považuje stav, kdy rychlost proudění vzduchu převyšuje $0,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Ve stájích vzniká průvan při větrání, při příčném otevírání oken a dveří anebo při netěsnostech. (Kursa, 1998).

4 MATERIÁL A METODIKA

Ke zpracování práce byly vybrána dvě stáda holštýnského plemene skotu, která jsou ustájená ve stájích vybavených technologiemi dojení odlišných typů (CMS vs. AMS). Obě stáje se nacházejí v Jihomoravském kraji vzdálené pouhých 12 km. Shromažďování vstupných dat proběhlo v letech 2014-2015.

4.1 Charakteristika zemědělského podniku

4.1.1 Školní zemědělský podnik Žabčice

Zájmové území Žabčic se širokým okolím leží v úvalu Dyjsko-svrateckém, který je tvořen převážně sedimenty neogenními. Geologický útvar, na kterém se pozemky statku nacházejí, je reprezentován čtvrtohorními štěrky a částečně aluviálními naplaveninami. Půdy v katastru pracoviště jsou neutrální až slabě kyselé s nedostatkem humusu. Půdy jsou různého složení, a to od půd písčitých, kterých je převaha, až po půdy jílovité. Na území pracoviště Žabčice se nejčastěji vyskytují genetické půdní typy černozemě, mírně podzolované drnové půdy a nivní půdy glejové. Pozemky jsou většinou rovinnatého charakteru s průměrnou nadmořskou výškou 185 m.

Klima v oblasti pracoviště Žabčice není pro zemědělskou výrobu zvláště příznivé. Statek leží v jihomoravské suché oblasti s typickým vnitrozemským klimatem s průměrnými ročními srážkami 380-550 mm a průměrnou roční teplotou 10,07 °C. Suchost klimatu zvyšují větry, které způsobují velký výpar půdní vláh. Do oblasti pracoviště zasahuje též dešťový stín. Vodní srážky ve vegetačním období jsou rozloženy velmi nerovnoměrně.

Živočišná výroba je zaměřena na chov dojnic s uzavřeným obratem stáda. V současnosti ŠZP Žabčice má stádo černého strakatého Holštýnského mléčného skotu. Krmivo je dávkováno pomocí krmných vozů FAREZIN TMR 1400. Významným opatřením je vybudování nových ustájovacích objektů pro chov dojnic (Příloha 1, 2) a mladého skotu současně s dojírnou ALFA LAVAL 2x14 (SZP MENDELU, 2015).

4.1.2 Zemax, a.s. Šitbořice

Území Šitbořic se nachází na okraji Dyjsko-svrateckého úvalu, toto území je tvořeno zejména paleogenními usazeninami. Údolní nivy se skládají ze dvou souvrství sedimentů. Spodní tvoří štěrkopisky pleistocenního stáří a svrchní zase povodňové sedimenty, které vznikaly v několika obdobích pleistocénu tvořené druhohorními a třetihorními sedimenty – jíly, jílovci, slíny, slínovci, písky a pískovci s výskyty slepenců. Půdy v katastru obce jsou černozemě, černice a hnědozemě. Celá oblast spadá do toku řeky Dyje. Průměrná nadmořská výška sledovaného území je 242 m.n.m.

Z hlediska vegetačního krytu se zde jedná v převážné většině o dubový vegetační stupeň. Vyznačuje se dlouhou vegetační dobou a vysokou průměrnou roční teplotou nad 9 ° C.

Akciová společnost Zemax Šitbořice, a.s. vznikla v roce 1997 jako dceřiná společnost Zemědělského družstva Šitbořice. Společnost se zabývá rostlinnou a živočišnou výrobou, které provozuje na katastrech obcí Šitbořice, Nikolčice a Diváky.

Zemědělská výroba sestává z chovu holštýnského skotu produkujícího kvalitní mléko. Dojení probíhá moderními dojíci roboty ve středisku Šitbořice, zde byla provedena přestavba stáje (Příloha 3, 4) na volné boxové ustájení s bezstelivovým provozem s celkovou kapacitou 280 kusů dojníc. Součástí přestavby byla instalace nové hřebenové štěrbiny a světlíku o šířce 3,5 m, dále bočních rolovacích plachet s automatickým ovládním Arntjen. Uspořádání stáje je tvořeno středovým krmným stolem a 2krát 3řadým uspořádáním vysokých lehacích boxů s pohodlnými matracemi s prodyšným profilem. Krmiště (automatický přihrnovač krmiva Lely Juno 100) a chodby jsou odklizeny shrnovací lopatou s automatickým programovatelným režimem. Dále jsou nainstalovány výklopné napájecí žlaby. V roce 2004 nainstalovali a zprovoznili dva dojící roboty Lely Atronaut A2. V roce 2015 přibyly nové roboty Lely Astronaut A4. V rámci instalace robotů A4 byla zároveň byla navýšena kapacita chladících tanků na dvakrát 5000 litrů (tank Lely Nautilus a Paco Pacov) (<http://agropartner.cz/?i=510/>, 2015).

4.2 Charakteristika dojírny a dojícího robota

4.2.1 Dojírna ALFA LAVAL 2x14 (side by side)

Dojírna je v samostatném objektu umístěném v areálu statku ŠPZ Žabčice, přímo napojena na produkční stáje krytou chodbou. Dojnice jsou sestoupeny v čekárně a jsou po skupinách

vpuštěny do dojírny. Jedná se o typ dojírny ALFA LAVAL 2x14 (side by side). Průměrná hodnota podtlaku strukových návleček byla 43,1 kPa, frekvence pulzace 60 min⁻¹, poměr sání 65:35.

Provoz dojícího zařízení je spuštěn o 4.00 hod ráno, kdy nastupuje první směna. Druhý dojící proces začíná od 15. 00 hod. Během experimentu bylo na farmě v Žabčicích dojeno v průměru 550 krav 2krát denně. Responder na každém zvířeti dovoluje systému každou krávu identifikovat při vstupu do dojírny a řídicí systém ukládá měřené hodnoty do paměti řídicího počítače. Dojírna během dne značí a zálohuje všeobecná data (Příloha 5), jakými jsou číslo dojnice a číslo skupiny, stav reprodukce, datum narození, stáří a dny v laktaci. Vede 2 denní záznam (dnes a včera) o produkci mléka, času dojení, trvání dojení, o průměrném a maximálním toku mléka, také informaci o 7 denním nádoji mléka a historii laktace.

4.2.2 Dojící robot Lely Astronaut

Dojící robot Astronaut je součástí automatického dojícího systému, který dojí, krmí a sleduje zdraví krav. Dojící systém také kontroluje množství a kvalitu nadojeného mléka a je-li to nutné, odděluje nebo neodděluje kontaminované mléko k dosažení správného standardu. Responder na každém zvířeti dovoluje systému každou krávu identifikovat pomocí jednoznačného čísla nebo jména a řídicí systém vede o každé krávě konkrétní záznamy. Dojící systém tyto záznamy používá k řízení dojení a krmení krávy, která vstoupí do robotu. Během experimentu bylo na farmě v Šitbořicích dojeno v průměru 270 krav. Průměrná úroveň provozního podtlaku byla na pravé straně robotu 43,3 a na levé 43,5 kPa, frekvence pulzace a poměr sání nebyli měřeny.

Robot během dne značí a zálohuje data (Příloha 6). Všeobecní obsahují číslo dojnice a skupinu, datum otelení, číslo laktace, laktační dny a reprodukční stav. Dále čas návštěvy robota, dojivost, očekávaná dojivost na 1 návštěvu, rychlost dojení, maximální rychlost dojení, interval mezi jednotlivými dojení, dobu strávenou v boxu, ošetřováním vemena, rozdojováním a dojení a teplotu, data jsou dostupné 30 dní zpětně.

Dojící systém má čtyři hlavní části:

- dojící robot,
- mléčnice,

- řídicí PC,
- kompresor.

Dojící robot (Příloha 7) identifikuje, váží, dojí a krmí jádrem krávy, které ho navštíví. Je instalován ve stáji a to takovým způsobem, že podlaha robotu je téměř ve stejné výšce jako podlaha stáje. To umožňuje kravám bezpečný a snadný přístup do dojícího robotu a z robotu ven. Dojící robot se vyrábí v pravostranné a levostranné verzi.

Dojící robot je napojen do mléčnice a do kanceláře s PC pomocí kabelového žlabu, který obsahuje mléčné potrubí a elektrické a datové kabely. Externí vzduchový kompresor dodává stlačený vzduch k provozu pneumatických systémů robotu.

Dojící robot má čtyři hlavní části:

- skříň (box),
- strojovnu,
- sestavu ramene robotu,
- ovládací panel X-link.

Box je místo v dojícím robotu, ve kterém kráva stojí v průběhu dojení. Je to kovový rám, který obsahuje vstupní a výstupní branku, vážicí podlahu a zásobník na jádro.

Rameno robotu (Příloha 8) je na pravé straně nebo na levé straně boxu. Vstupní a výstupní branky jsou umístěny na levé nebo pravé straně boxu.

Podlahu boxu tvoří vážná lávka, která detekuje vstup krávy do dojícího robotu. Vážná lávka také snímá polohu krávy pro dojící systém a krávu váží, pokud je ve správné poloze (stojí-li celá na podlaze robotu).

Zásobník jádra je umístěn vpředu skříň (boxu), a obsahuje také anténu, která identifikuje krávu pro dojící systém.

Strojovna je umístěna zezadu skříň (boxu) a obsahuje většinu částí dojícího, čistícího a ovládacího systému. Systém mléko k dalšímu použití (M4Use) je nainstalován na stěně strojovny ze strany ramene robotu. Přístup k jednotlivým částím je umožněn dvěma dveřmi, přístrojovými deskami a kryty.

V prostoru strojovny jsou též všechny přípojky do mléčnice a do kanceláře s počítačem.

Rameno robotu nastaví strukové násadce do správné polohy pro nasazení na struky krávy. Rameno robotu je umístěno na skříni robotu (boxu) vpravo nebo vlevo. Pojezdová část spojuje pojezdovými koly rameno s boxem a pneumatický píst umožňuje horizontální pohyb ramene. Současně je zde umístěn řídicí systém polohy ramene.

- rameno robotu se skládá ze tří hlavních částí:
 - horní rameno,
 - zasouvací rameno,
 - dolní rameno.

Pomocí kloubového závěsu a tří pneumatických pístů je rameno robotu připevněno k pojezdové části. Tři pneumatické písty umožňují souvislý pohyb celého ramene.

System pro nasazení strukových násadců na struky (TAS), pulzační systém a kartáčky čistící struky jsou umístěny na dolním ramenu.

Základna je umístěna na konci dolního ramene. Základna obsahuje systém snímání struků (TDS) a strukové násadce. TDS u krávy vyhledá polohu struků a sdělí TAS správnou polohu pro strukové násadce (Příloha 9).

Ovládací panel X-link je uživatelským rozhraním k dojícímu robotu. Zobrazuje všechny povely a informace nutné k provozu a k údržbě robotu.

Ovládací panel X-link tvoří dotyková obrazovka, která je připevněna na pohyblivém ramenu na pravé nebo levé straně boxu.

V mléčnici je umístěn systém, který zajišťuje, aby bylo mléko správně uskladněno.

Mléčnice se skládá ze dvou hlavních částí:

- uskladňovací tank,
- čistící systém CRS+ a alarmní systém.

Mléčnice také může obsahovat další volitelné části. Je to například dvojitý filtr, buffer tank a předchladič.

Osobní počítač (PC), který kontroluje a řídí dojící systém, je připojen k dojícímu robotu a k CRS+ umístěnému v mléčnici k vytvoření plně integrované sítě. Může být současně připojen prostřednictvím modemu k internetu. Program pro správu farmy (T4C), který je

na PC nainstalován uchovává záznamy o každé krávě a posílá údaje o dojení, krmení a čištění do dojícího robotu (X-link) a CRS+ v mléčnici.

Kompresor dodává stlačený, čistý a suchý vzduch do dojícího systému. Obsahuje kompresorovou jednotku a jímací nádobu. Kompresor je umístěn v místnosti, kde nemrzne a kde je čistý vzduch.

4.2.2.1 Vložení dat před spouštěním robota

Pro správné dojení v Lely Astronautu A2 a A4 je nutno zadat do robota následující informace:

- čísla zvířat,
- čísla responderů,
- číslo laktace (pro možnost různého nastavení pro krávy a jalovice),
- datum otelení (separace kolostra, správné zobrazování grafů a dalších informací),
- datum inseminace (pro správné upozornění na zasušení),
- datum potvrzení březosti (následné zařazení zvířat do seznamu pro zasušení),
- datum zasušení (robot nepodojí zasušené krávy).

Prvotní informace, které musí být zadány do robota před spuštěním:

- separace mléka (mléko obsahující antibiotika musí být odděleno od ostatního mléka),
- krávy s méně než 4 dojenými struky (struky, které nebudou dojeny),
- nastavení krmení (pro motivaci krav navštěvovat robota),
- nastavení dojení (pro stanovení optimálního intervalu dojení krav).

Každá kráva má obojek se známkou, která má jedinečné identifikační číslo. Dojící systém krávu rozpozná podle tohoto identifikačního čísla. Je-li kráva v boxu, robot zajistí, aby mohla být podojena. Systém například zkontroluje čas mezi dvěma dojeními. Je-li tato doba příliš krátká, výstupní branka z robotu se otevře a kráva opustí box. Když je kráva v boxu, je mnoho podrobností o krávě (pozice struků, nádoj, vodivost, barva mléka, časy dojení) uloženo v dojícím robotu a také odesláno do PC.

Než kráva poprvé vstoupí do dojícího boxu, musí být spodní část jejího vemena oholena. Pokud není vemeno oholeno, může se proces nasazování strukových násadců

zpomalit nebo znemožnit. V důsledku toho se může stát, že struky které nesmí být podojeny, mohou být také nasazeny.

4.2.2.2 *Postup dojení s Lely Astronaut*

- **Příprava a čištění kartáčky**

Příprava začíná ihned po vstupu dojnice do boxu. Není potřeba skenování, protože robot zná prostorové souřadnice struků dojnice. Toto zaručuje nejrychlejší a nejefektivnější přípravu před dojením i celý proces dojení (Příloha 10).

- **Detekce**

Po očištění kartáčky a provedení přípravy a stimulace provede detekční systém (TDS) skenování celé spodní část vemena k určení pozice každého jednotlivého struku (Příloha 11).

- **Nasazení**

Po provedení kompletního skenování je provedeno vyklopení zadních strukových násadců, jsou tím připraveny k nasazení. Dále je opakovaně určena pozice jednotlivých struků precizním skenerem s 3paprskovým laserem a jsou postupně nasazeny strukové násadce.

Nejprve dojde k nasazení zadního strukového násadce, následně druhého zadního a obou předních. Nasazování je rychlé a individuální - ve stejném pořadí.

- **Dojení**

Ihned po nasazení strukového násadce začíná proces dojení. Nejdříve je provedeno oddojení prvních stříků z každé čtvrti do kalibrované nádoby a jejich centrální oddělení mimo mléčné potrubí. Pak následuje dojení, jakmile je čtvrt' podojena, následuje velmi jemné sejmutí strukového násadce.

- **Sprejování**

Po dojení je na každou čtvrt' aplikován desinfekční sprej. Tím je zakončen proces dojení a zaručeno optimální zdraví vemena.

4.3 Metodický postup měření

4.3.1 Produkce mléka

Celková produkce mléka byla zaznamenávána denně na obou farmách. Data byla získána přes záznamy z PC. Z dat byl vypočítán průměrný celkový nádoj na 1 dojnici a den N_C (12) a průměrný nádoj na 1 dojení N_D (13).

$$N_C = \frac{CMVM}{CPDD} \quad [l.den^{-1}] \quad (12)$$

kde: $CMVM$ - celkové množství vyprodukovaného mléka [$l.den^{-1}$];
 $CPDD$ - celkový počet dojených dojnic [-].

$$N_D = \frac{N_C}{f} \quad [l] \quad (13)$$

kde: N_C - průměrný celkový nádoj na 1 dojnici a den [$l.den^{-1}$];
 f - frekvence dojení [den^{-1}].

4.3.2 Mikroklimatické podmínky

V průběhu experimentů byla měřena venkovní i vnitřní teplota a relativní vlhkost vzduchu a rychlost proudění vzduchu uvnitř stáje. Hodnoty rychlosti proudění vzduchu byly měřeny v intervalu 30 minut a z nich byla vypočtena průměrná hodnota.

Teplota prostředí v dojárně a v stáji a relativní vlhkost byla měřena digitálním záznamovým teploměrem a vlhkoměrem COMMETER D 3121. Rychlost proudění vzduchu byla měřena ručním anemometrem Testo 417.

Pro zdokumentování působení prostředí na dojnice byl vypočítán teplotně – vlhkostní index (THI) z měření prováděných pracovníky Ústavu agrosystémů a bioklimatologie Mendelovy univerzity v Brně.

Agrometeorologická automatická stanice Žabčice je umístěna v centru pokusné lokality Žabčice - Obora. Pozemky jsou rovinného charakteru s nadmořskou výškou 179 m.n.m.

Teplota vzduchu byla měřena v meteorologické budce umístěné ve výšce 2 m čidlem firmy Vaisala HMP 35 a 45. Čidla byly připojeny na vyhodnocovací dataloggery od

firmy Campbell typ CR 10. Datalogger byla napájena ze stejnosměrného zdroje napojeného na energetickou síť 220 V.

Jako vstupní data pro výpočty minimálních a maximálních teplot vzduchu byly použity teploty zprůměrované z vteřinových měření ze stanice Campbell umístěné na pozemku v Žabčicích.

Pro výpočet průměrné denní teploty v tzv. "Mannheimských hodinách", čímž se rozumí pozorovací termíny 7, 14, a 21 hodin středního místního času, byl použit vzorec 14:

$$T_d = \frac{T_7 + T_{14} + 2T_{21}}{4} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (14)$$

kde: T_7 - teplota 7.00 hod. [$^{\circ}\text{C}$];

T_{14} - teplota 14.00 hod. [$^{\circ}\text{C}$];

T_{21} - teplota 21.00 hod. [$^{\circ}\text{C}$].

Průměrná denní relativní vlhkost vzduchu byla získána jako průměr 10 s měření přístrojem Vaisala Humicap 35 C.

Index THI byl vypočten z maximálních teplot a průměrné denní relativní vlhkosti podle rovnice 11 odvozené Brouček a kol. (2006):

$$THI = 0,8 \cdot T_{max} + \frac{RH}{100} \cdot (T_{max} - 14,4) + 46,4 \quad [-] \quad (11)$$

kde: T_{max} - maximální teplota vzduchu [$^{\circ}\text{C}$];

RH - relativní vlhkost vzduchu [%].

4.3.3 Frekvence návštěvnosti robota

Každá dojnice na farmě v Šitbořicích byla označena čipem v obojku na krku, tento čip snímá senzor v dojícím zařízení, podle něj dojnici identifikoval, zapsal danou dojnici a rozhodnul o její odbavení na základě minimální doby mezi dojením dojením.

4.3.4 Průměrná doba rozdojování a dojení

Dobu dojení na farmě v Žabčicích zaznamenával počítačový software, dobu rozdojování a dojení na farmě v Šitbořicích též zaznamenával software, který rozpoznával délku rozdojování a dojení jednotlivých struků dojnice.

4.3.5 Traumatizace struků

Traumatizace struků byla posuzována na základě změny povrchů teploty. K měření byla použita termografická metoda.

Podtlak, frekvence pulzace a poměr sání byly měřeny přístrojem Pulsatortester PT IV (DE DRIED ELECTRONIC B.V., Holandsko).

K pořízení termovizních snímků byla použita kamera FLIR ThermaCAM EX320. Pro vyhodnocení termovizních snímků byl použit software FlirTools verze 5.6 dodaný výrobcem kamery.

Pro stanovení průměrné teploty na zvolené ploše byl zvolen jako nejvhodnější tvar elipsa, která pokryla téměř celou plochu povrchu struku.

4.4 Statistické vyhodnocení

Dosáhnuté výsledky ve všech sledovaných cílech byli zpracované a vyhodnocené ve formě tabulek a grafů za použití programu Microsoft Excel. Pro závěrečné matematicko-statistické vyhodnocení sledovaných ukazovatelů byl použit software Statistika v. 12 (StatSoft). Vypočítány byly základní statistické parametry, byla aplikovaná analýza rozptylu a použit párový t-test. Pro vyjádření vztahu mezi sledovanými prvky byly využity korelace.

4.4.1 Analýza rozptylu

Analýza rozptylu (ANOVA) je metodou matematické statistiky, která umožňuje ověřit, zda na hodnotu náhodné veličiny pro určitého jedince má statisticky významný vliv hodnota některého znaku, který se u jedince dá pozorovat. Tento znak musí nabývat jen konečného počtu možných hodnot (nejméně dvou) a slouží k rozdělení jedinců do vzájemně porovnávaných skupin. Kvantitativní hodnota znaku přitom nemá povahu míry. Je-li třeba vzít v úvahu i konkrétní kvantitativní hodnotu jako míru určitého znaku, použije se místo analýzy rozptylu lineární model.

Předpoklady a princip analýzy rozptylu:

- všechny pozorované náhodné veličiny jsou nezávislé s normálním rozdělením a stejným neznámým rozptylem σ^2 ,

- náhodné veličiny uvnitř jedné skupiny (pro stejné hodnoty všech sledovaných znaků) mají stejné střední hodnoty, mezi různými skupinami mohou (ale nemusejí) mít různé střední hodnoty.

Analýza rozptylu je založena na porovnávání dvojic modelů. Jeden model je složitější a předpokládá, že statisticky významný vliv má víc znaků, druhý model je jednodušší a předpokládá, že statisticky významný vliv má méně znaků nebo žádný. Pro každý model se rozdělí jedinci do skupin podle významných znaků, v každé skupině se odhadne střední hodnota a potom se sečtou druhé mocniny odchylek náhodných veličin od střední hodnoty. Čím méně parametrů, tím méně skupin a tím větší odchylky od středních hodnot. Pomocí speciální varianty F testu se pak zjistí, zda se součty odchylek pro různé modely od sebe liší natolik, že není možné oba modely prohlásit za rovnocenné. V takovém případě by se zamítl model s větším součtem odchylek. Pokud se součty odchylek významně neliší, je možné přijmout jednodušší model, tedy lze přijmout předpoklad, že na určitém znaku nezáleží.

4.4.2 T-test (Studentův t-test)

T-test (Studentův t-test) je metodou matematické statistiky, která umožňuje ověřit některou z následujících hypotéz:

- zda normální rozdělení, z něhož pochází určitý náhodný výběr, má určitou konkrétní střední hodnotu, přičemž rozptyl je neznámý,
- zda dvě normální rozdělení mající stejný (byť neznámý) rozptyl, z nichž pocházejí dva nezávislé náhodné výběry, mají stejné střední hodnoty (resp. rozdíl těchto středních hodnot je roven určitému danému číslu).

V prvním případě může být náhodný výběr tvořen buď jednotlivými hodnotami (pak se jedná o jednovýběrový t-test), anebo dvojicemi hodnot, u nichž se zkoumají jejich rozdíly (pak se jedná o párový t-test). Ve druhém případě jde o dvouvýběrový t-test.

T-test se často používá k porovnání, zda se výsledky měření na jedné skupině významně liší od výsledků měření na druhé skupině.

Princip t-testu:

- pokud náhodný výběr pochází z normálního rozdělení, pak výběrový průměr má také normální rozdělení se stejnou střední hodnotou. Rozdíl výběrového průměru a střední hodnoty normovaný pomocí skutečného rozptylu by pak měl normální rozdělení s nulovou střední hodnotou a jednotkovým rozptylem. Skutečný rozptyl však neznáme. Pokud jej nahradíme odhadem pomocí výběrového rozptylu, dostaneme T rozdělení, které je podobné normálnímu rozdělení.

4.4.3 Korelace

Korelace znamená vzájemný vztah mezi dvěma procesy nebo veličinami. Pokud se jedna z nich mění, mění se korelativně i druhá a naopak. Pokud se mezi dvěma procesy ukáže korelace, je pravděpodobné, že na sobě závisejí, nelze z toho však ještě usoudit, že by jeden z nich musel být příčinou a druhý následkem.

Pojem korelace se užívá ve statistice, kde znamená vzájemný lineární vztah mezi znaky či veličinami x a y . Míru korelace pak vyjadřuje korelační koeficient, který může nabývat hodnot od -1 až po $+1$.

Vztah mezi znaky či veličinami x a y může být kladný, pokud (přibližně) platí $y = kx$, nebo záporný ($y = -kx$). Hodnota korelačního koeficientu -1 značí zcela nepřímou závislost (antikorelaci), tedy čím více se zvětší hodnoty v první skupině znaků, tím více se zmenší hodnoty v druhé skupině znaků, např. vztah mezi uplynulým a zbývajícím časem. Hodnota korelačního koeficientu $+1$ značí zcela přímou závislost, např. vztah mezi rychlostí bicyklu a frekvencí otáček kola bicyklu. Pokud je korelační koeficient roven 0 (nekorelovanost), pak mezi znaky není žádná statisticky zjiřitelná lineární závislost. Je dobré si uvědomit, že i při nulovém korelačním koeficientu na sobě veličiny mohou záviset, pouze tento vztah nelze vyjádřit lineární funkcí, a to ani přibližně.

Korelační diagram nebo též bodový graf je matematický graf, který zobrazuje v kartézských souřadnicích hodnoty dvou proměnných. Data jsou znázorněna jako množina bodů, jejichž umístění na vodorovné ose udává hodnota první proměnné a umístění na svislé ose hodnota druhé proměnné. Pomocí korelačního diagramu je možné jednoduše zjistit vzájemný vztah mezi oběma proměnnými (a to i nelineární), případně tuto závislost interpolovat (přímkou, křivkou, nebo jiným typem závislosti) (Anděl, 1985).

5. VÝSLEDKY A DISKUZE

5.1 Produkce mléka

Kontrola produkce mléka v chovech dojnic je jedním ze základních biotechnologických opatření, které slouží chovatelům pro selekci zvířat nebo práci se stádem (Hering a kol., 2005).

Produkce mléka byla sledována denně na obou farmách v termínu od 1. 1. 2014 do 15. 12. 2015. Z celkové produkce mléka byl vypočítán celkový nádoj na 1 dojnici a den a nádoj na 1 dojení. Průměrný denní celkový nádoj na 1 dojnici v roce 2014 (Tab. 2, Graf 1) byl na farmě v Žabčicích 24,59 l a pohyboval se v rozmezí od 22,8 do 26,46 l. Na farmě v Šitbořicích byl průměrný celkový denní nádoj na 1 dojnici 25,92 l a pohyboval se od 23,78 do 28,48 l. S výjimkou měsíců dubna, května a června 2014 byl zaznamenán statický rozdíl. Statisticky průkazný rozdíl byl rovněž zjištěn v ročním průměru celkového nádoje na 1 dojnici mezi metodami dojení CMS a AMS. Průměrný denní celkový nádoj na 1 dojnici v roce 2015 (Tab. 3, Graf 2) byl na farmě v Žabčicích 24,79 l a pohyboval se v rozmezí od 20,70 do 27,17 l. Na farmě v Šitbořicích byl průměrný roční celkový nádoj na 1 dojnici 28,48 l a pohyboval se od 25,43 do 31,30 l. Dojivost v roce 2015 byla pozorována podstatně vyšší na AMS farmě, pozorovaný rozdíl byl také statisticky průkazný. Podle studie Davis a Reinemann (2000) dojení v AMS mělo za následek o 2,4 % vyšší produkce mléka ve srovnání s dojením v konvenčních dojárnách.

Průměrný nádoj na 1 dojení v roce 2014 (Tab. 2, Graf 3) na farmě v Žabčicích vykazoval hodnotu 12,29 l, celkově byl v rozsahu od 11,23 do 13,23 l. Na farmě v Šitbořicích byl průměrný nádoj na 1 dojení 9,85 l, v celkovém rozsahu od 8,96 do 10,95.

Průměrný nádoj na 1 dojení v roce 2015 (Tab. 3, Graf 4) byl na farmě v Žabčicích 12,39 l a pohyboval se v rozmezí od 11,18 do 13,58 l. Na farmě v Šitbořicích byl průměrný nádoj na 1 dojení 10,68 l a pohyboval se od 10,07 do 11,46 l.

Nižší nádoje na 1 dojení, které byly zaznamenány u dojnic dojených v AMS, souvisí s vyšší frekvencí návštěvnosti robotů (více v kapitole 5.3). Po statistickém porovnání nádojů na 1 dojení vyplynulo, že byly shledány rozdíly mezi dojením v CMS a v AMS v každém měsíci obou let.

Komerční zemědělství od zavedení AMS očekávalo zvýšení produkce mléka v důsledku zvýšené četnosti dojení. Předpokládalo se s navýšením o 10 až 15 % mléka na krávu. Na základě prognóz bylo vykonáno mnoho srovnávacích studií. S aspekty zavedení systému

robotnického dojení se v Německu zabýval Wirtz a kol. (2003). Autoři uvádějí, že z deseti podniků sedm vykázalo zvýšení dojivosti o cca 900 kg mléka, dva pokles dojivosti o cca 340 kg na krávu a rok a v jednom podniku se užitkovost nezměnila. Produkce dojnic je podmíněna především jejich genetickým potenciálem, výživou a zdravotním stavem. Z pozice chovatele je z těchto faktorů nejvýznamnější výživa, neboť nejen že má výrazný vliv na užitkovost, ale je přímo řízena chovatelem (Bouška a kol. 2006). Kvapilík (2005) shrnuje, že výsledky hodnocení vlivu robotů na produkci, složení a jakost mléka nejsou jednoznačné. Z většiny uvedených údajů však vyplývá, že po zavedení robotů se ve srovnání s dojírnami zvyšuje dojivost krav o cca 5 až 15 % a hlavní znaky jakosti mléka se výrazněji nemění. Spolders (2002) hodnotí budoucnost automatizovaných systémů dojení, navzdory zvyšování produkce mléka kriticky, jelikož náklady na pořízení robotů jsou vysoké nebo výrazné snížení potřeby práce.

Z výsledků celkového denního nádoje jsou kalkulovány výsledky produkce mléka a kontroly dědičnosti pro účely šlechtitelské práce (Wirtz a kol., 2007) a kontroly zdravotního stavu krav. Odhady celkových výsledků mléčné užitkovosti a přepočty z různorodých variant vzorkování při dojení se zabývala celá řada autorů (Klopčič a kol., 2003; Liu a kol., 2000; Jahnke a kol., 1999).

Podle šetření Českého statistického úřadu v roce 2014 bylo v České republice vyprodukováno 2 856 334 l mléka s průměrnou denní dojivostí 21,11 l, v Jihomoravském kraji dosáhla průměrná denní dojivost hodnoty 21,58 l. Za rok 2015 dosáhla výroba mléka 2 946 332 l, ve srovnání s rokem 2014 se zvýšila o 3,2 %. Průměrná denní dojivost byla 21,92 l a vzrostla o 3,8 %, v Jihomoravském kraji byla průměrná denní dojivost 22,55 l a vzrostla o 4,5 % (ČSÚ, 2016). Z výsledků naší práce vyplývá, že produkce mléka na obou farmách převyšovala průměrné denní hodnoty dojivosti mléka v Jihomoravském kraji. V roce 2014 na farmě s CMS o 13,9 % a na farmě s AMS o 20,1 %, v 2015 na farmě s CMS o 9,9 % a na farmě s AMS o 26,3 %.

Někteří autoři poukazují na možné negativní dopady zvyšování dojivosti. Podle Fleischer a kol. (2001) se s růstem produkce mléka zvýšilo riziko onemocnění mastitidou z 18,0 na 38,5 %, poruch končetin z 16,5 na 32,0 % a výskytu cyst z 8,5 na 27,0 %. Tento trend potvrzují údaje Rosenberger a kol. (2004). V letech 1980 až 2003 se zde u krav plemen fleckvieh zvýšila dojivost o 36 %, současně se však zvýšil podíl krav vyřazených z důvodu mastitid z 5,4 na 13,1 %, a z důvodu poruchy končetin z 5,5 na 9,2 %, S vysokou úrovní užitkovosti dojených krav souvisí i produkční dlouhověkost.

Tab. 2 Produkce mléka v CMS a AMS v jednotlivých měsících roku 2014

Měsíc	CMS		AMS	
	Celkový nádoj na 1 dojnici a den [l]	Nádoj na 1 dojení [l]	Celkový nádoj na 1 dojnici a den [l]	Nádoj na 1 dojení [l]
Leden	26,13 ± 0,44 ^a	13,07±0,22 ^b	27,33±0,76 ^b	9,66±0,27 ^a
Únor	26,30 ± 0,58 ^a	13,15±0,29 ^b	27,06±1,75 ^b	8,96±0,58 ^a
Březen	26,46 ± 0,30 ^a	13,23±0,15 ^b	27,19±0,80 ^b	9,75± 0,29 ^a
Duben	24,72 ± 0,80 ^a	12,36±0,40 ^b	25,16±1,46 ^a	9,57± 0,56 ^a
Květen	25,08 ± 0,37 ^a	12,54±0,18 ^b	25,41±0,94 ^a	9,74±0,36 ^a
Červen	24,91 ± 0,56 ^a	12,45±0,28 ^b	24,20±2,31 ^a	9,46±0,90 ^a
Červenec	24,42 ± 0,35 ^a	12,21±0,18 ^b	26,51±1,66 ^b	10,95±0,69 ^a
Srpen	23,83 ± 0,55 ^a	11,92±0,27 ^b	24,32±0,74 ^b	10,22±0,31 ^a
Září	22,88 ± 0,37 ^a	11,44±0,18 ^b	23,78±1,29 ^b	10,30±0,56 ^a
Říjen	23,13 ± 0,47 ^a	11,23±0,24 ^b	25,18±0,97 ^b	9,61±0,37 ^a
Listopad	23,45 ± 0,58 ^a	11,73±0,29 ^b	26,40±1,21 ^b	10,00±0,46 ^a
Prosinec	24,50 ± 0,56 ^a	12,25±0,28 ^b	28,48±0,94 ^b	9,89±0,33 ^a
Roční průměr	24,59 ± 1,34^A	12,29±0,67^B	25,92±1,91^B	9,85±0,69^A

± Směrodajná odchylka

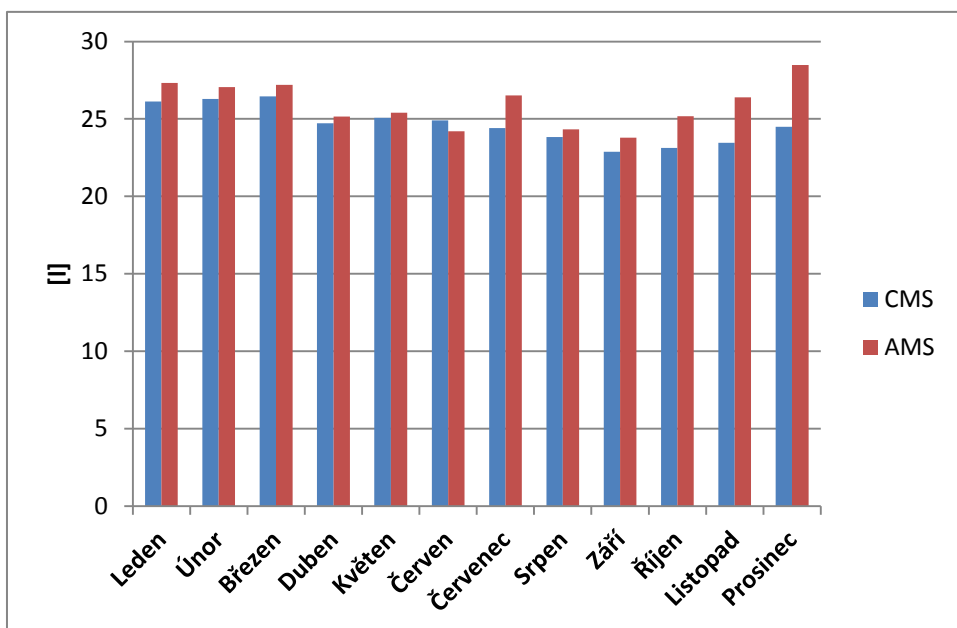
Průměry (CMS x AMS) následované stejným písmenem v horním indexu nejsou statisticky průkazně rozdílné ($\alpha=0,05$)

Tab. 3 Produkce mléka v CMS a AMS v jednotlivých měsících roku 2015

Měsíc	CMS		AMS	
	Celkový nádoj na 1 dojnici a den [l]	Nádoj na 1 dojení [l]	Celkový nádoj na 1 dojnici a den [l]	Nádoj na 1 dojení [l]
Leden	25,73±0,52 ^a	12,86±0,26 ^b	29,49±1,09 ^b	10,14±0,37 ^a
Únor	25,96±0,34 ^a	12,98±0,17 ^b	29,10±1,07 ^b	10,07±0,37 ^a
Březen	25,98±0,35 ^a	12,99±0,18 ^b	30,69±1,66 ^b	10,48±0,57 ^a
Duben	26,51±1,01 ^a	13,26±0,51 ^b	31,30±1,81 ^b	10,61±0,61 ^a
Květen	27,17±0,31 ^a	13,58±0,16 ^b	30,30±1,05 ^b	10,56±0,36 ^a
Červen	26,61±0,39 ^a	13,31±0,20 ^b	27,43±0,85 ^b	10,84±0,34 ^a
Červenec	24,88±1,16 ^a	12,44±0,58 ^b	26,83±1,28 ^b	10,86±0,52 ^a
Srpen	23,23±1,06 ^a	11,61±0,53 ^b	25,43±1,43 ^b	10,55±0,59 ^a
Září	23,43±0,53 ^a	11,72±0,26 ^b	26,50±1,38 ^b	10,82±0,56 ^a
Říjen	22,37±0,43 ^a	11,18±0,21 ^a	28,24±1,86 ^b	11,08±0,73 ^a
Listopad	21,58±0,70 ^a	10,80±0,35 ^a	28,10±0,94 ^b	11,11±0,37 ^b
Prosinec	20,70±0,38 ^a	11,31±0,19 ^a	25,84±0,18 ^b	11,46±0,07 ^b
Roční průměr	24,79±1,94^A	12,39±0,97^B	28,48±2,20^B	10,68±0,60^A

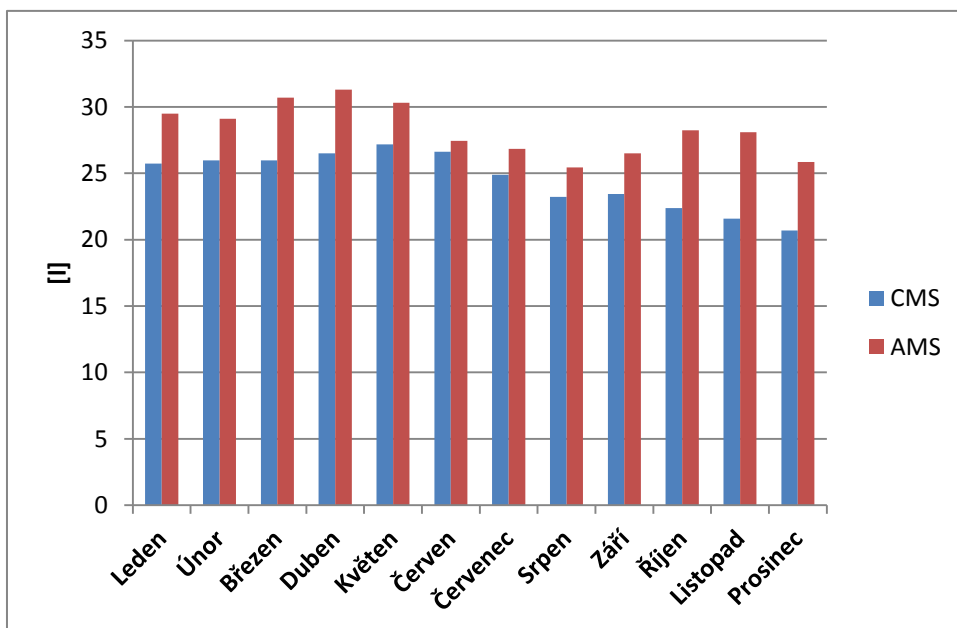
± Směrodajná odchylka

Průměry (CMS x AMS) následované stejným písmenem v horním indexu nejsou statisticky průkazně rozdílné ($\alpha=0,05$)



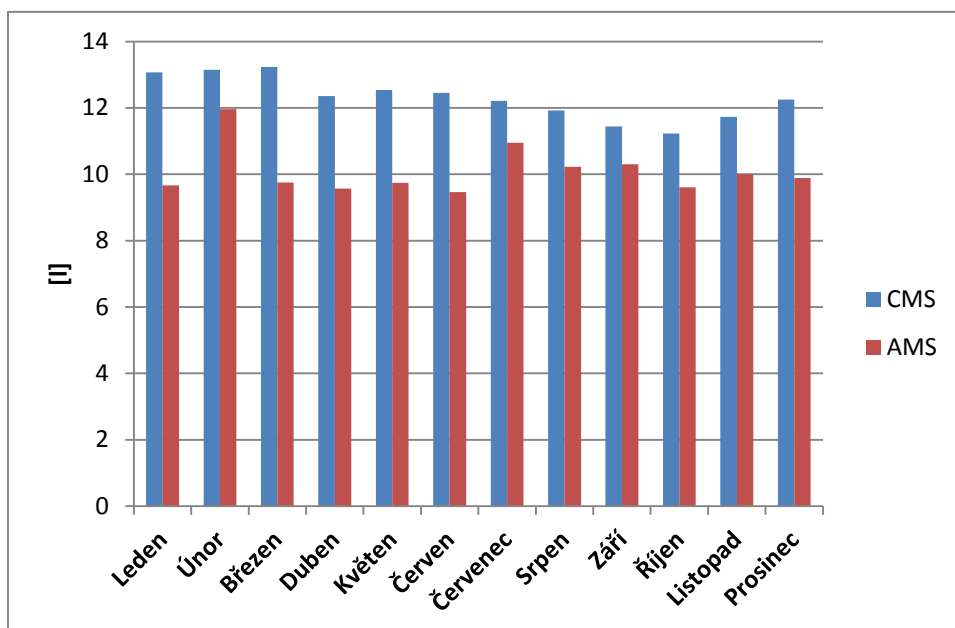
Graf 1

Celkový nádoj na 1 dojnici a den v jednotlivých měsících roku 2014



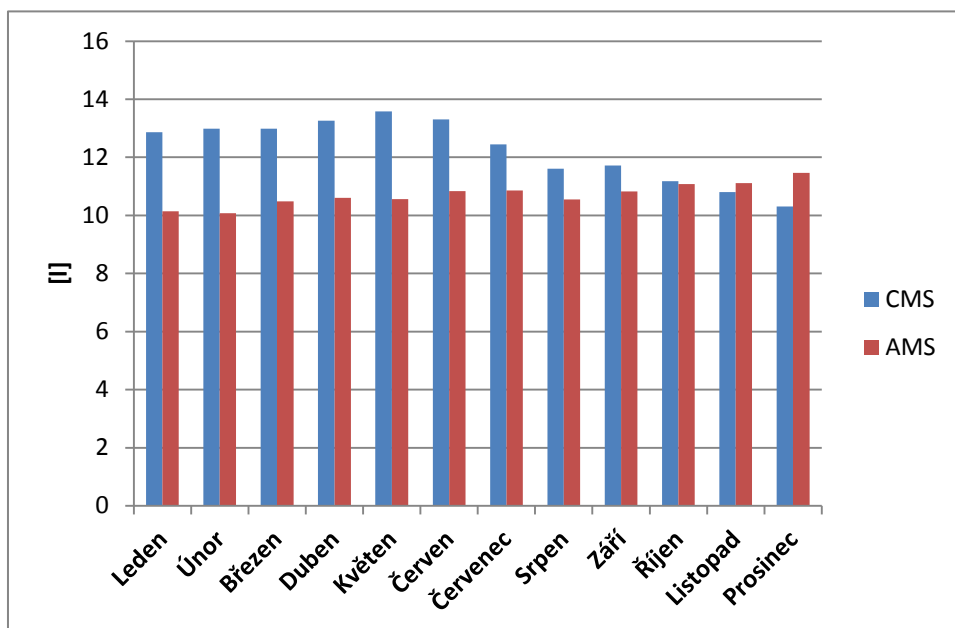
Graf 2

Celkový nádoj na 1 dojnici a den v jednotlivých měsících roku 2015



Graf 3

Nádoj na 1 dojení v jednotlivých měsících roku 2014



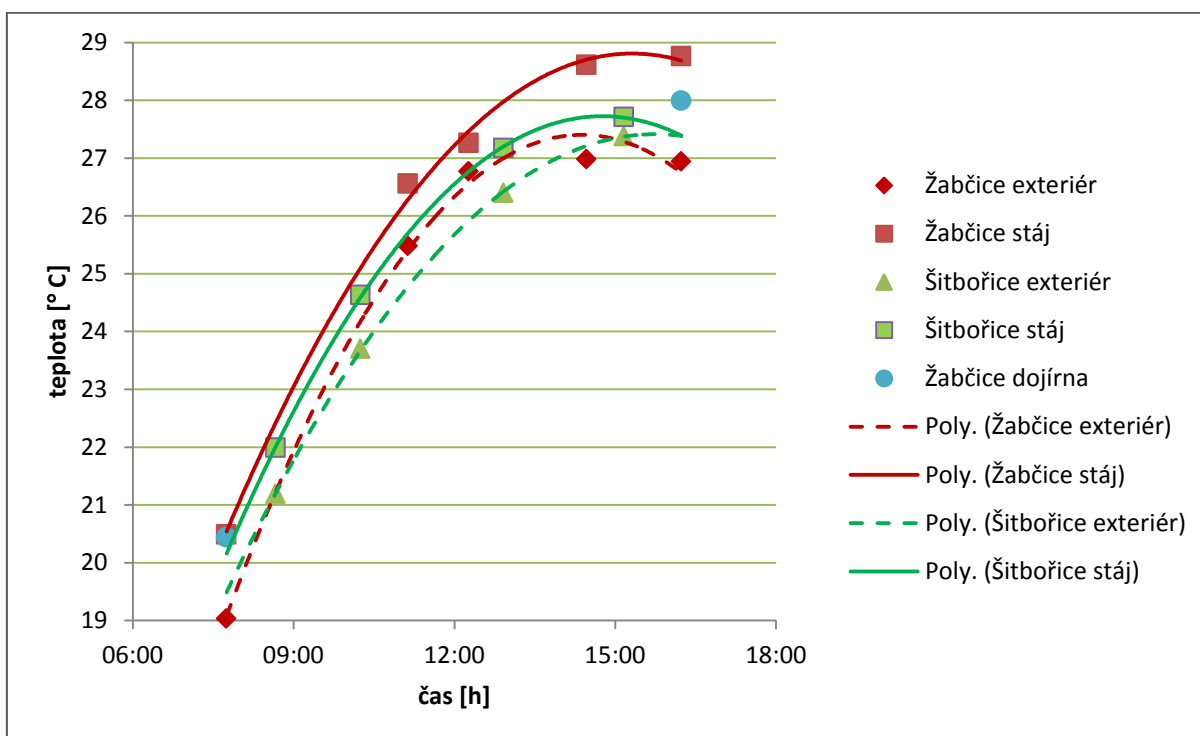
Graf 4

Nádoj na 1 dojení v jednotlivých měsících roku 2015

5.2 Vliv mikroklimatických podmínek na dojení

Pro ověření předpokladu, že klimatické podmínky a podmínky vně i uvnitř stájí jsou srovnatelné, bylo provedeno několik kontrolních srovnávacích měření (Příloha 12). Ta probíhala tak, že nejprve se změřila venkovní teplota a vlhkost vzduchu. Následovala dvě měření teploty a vlhkosti vzduchu ve stáji. Obě se uskutečnila na krmné chodbě. Jedno měření bylo uprostřed stáje a druhé v jedné čtvrtině délky stáje. Na závěr bylo provedeno ještě jedno měření vně stáje. Pokud na farmě v Žabčicích probíhalo dojení, byla ještě provedena tři měření v dojárně v prostoru pro dojiče. Měření byla prováděna pomocí datalogeru a na každém měřicím místě bylo provedeno 10 měření v intervalu po 10 s a z těchto hodnot byla vypočtena průměrná hodnota. Současně byla měřena i rychlost proudění vzduchu. Po provedení měření na jedné farmě následoval přesun na druhou farmu, kde proběhlo stejné měření. Po té následovala asi hodinová přestávka, provedlo se další měření na téže farmě a opět následoval přesun. Příklad, který vzniknul z měření je uveden v grafu 5.

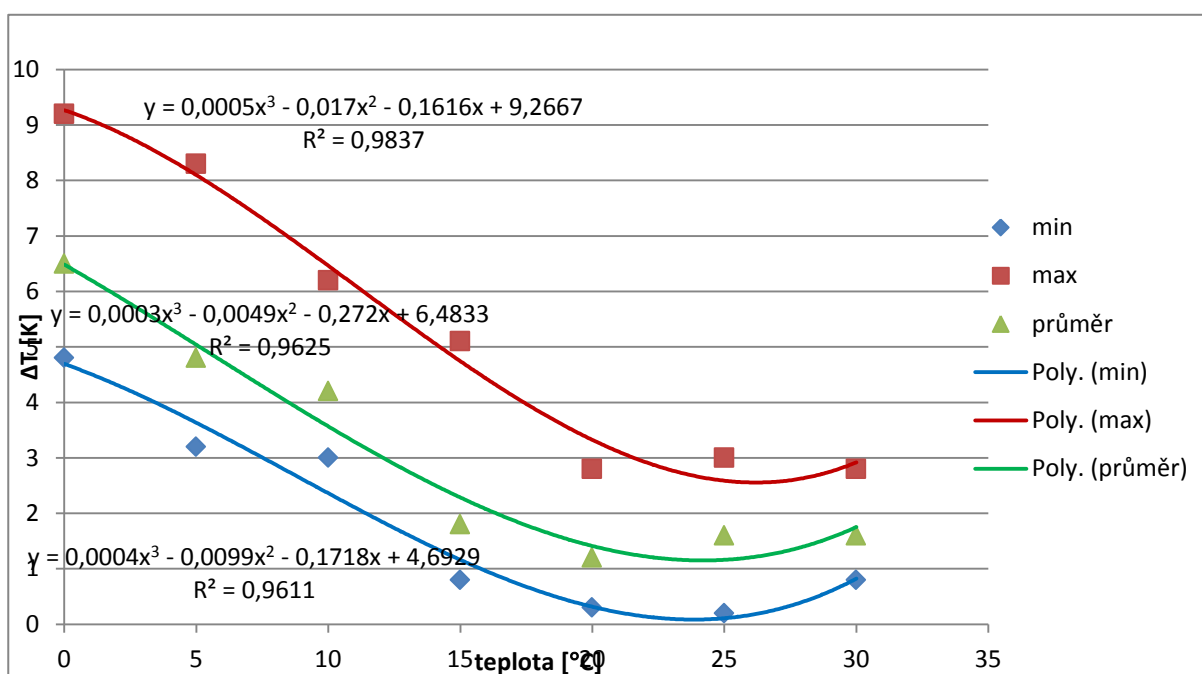
Rozdíl teplot exteriéru mezi farmami nepřekročil hodnotu 1 K. Rozdíl teplot mezi stájemi je menší než 2 K pro venkovní teploty nad 15 °C. Pro nižší teploty exteriérů se může pohybovat, až okolo 3 K. Tyto rozdíly vznikají různou intenzitou větrání na jednotlivých farmách v chladnějších obdobích.



Graf 5

Průběh teplot v interiéru a exteriéru na farmách Žabčice a Šitbořice

Ze závislostí zobrazených na grafu 5 byly odečteny hodnoty rozdílu mezi vnitřní a venkovní teplotou pro venkovní teploty 0 °C, 5 °C, 10 °C, 15 °C, 20 °C, 25 °C a 30 °C a z nich byl sestaven následující graf 6. Na něm je znázorněn rozdíl mezi vnitřní a venkovní teplotou v závislosti na venkovní teplotě. Je zde uvedena jak průměrná hodnota, tak maxima a minima. Obě stáje mají z hlediska větrání stejnou konstrukci. Boční stěny jsou tvořeny svinovací plachtou a ve hřebeni střechy je umístěna větrací štěrbin. V chladném období se boční stěny uzavírají a tím je dosaženo většího teplotního rozdílu mezi interiérem a exteriérem. Při teplotách nad 15 °C bývají boční plachty částečně nebo úplně svinuté. Zároveň jsou většinou celý den otevřena všechna vrata a tím se z uzavřené stáje stává téměř otevřený přístřešek, kde se teplota může blížit teplotě okolí. Závisí to zejména na rychlosti proudění vzduchu. Obecně by mělo platit, že čím rychleji vzduch proudí, tím se bude více blížit stájová teplota teplotě venkovní. I když byla měřena rychlost proudění vzduchu jak ve stáji, tak i ve vnějším prostředí, nebyla nalezena jednoznačná závislost, protože záleží i na směru větru s ohledem na ostatní stavby v okolí, které mohou tlumit intenzitu proudění vzduchu. Do grafu jsou započteny hodnoty jak z farmy Žabčice tak i Šitbořice. Z grafu je zjevné, že při teplotách exteriéru nad 15 °C je průměrná hodnota teploty uvnitř stáje vyšší o méně než 2 K ve srovnání s teplotou okolí.

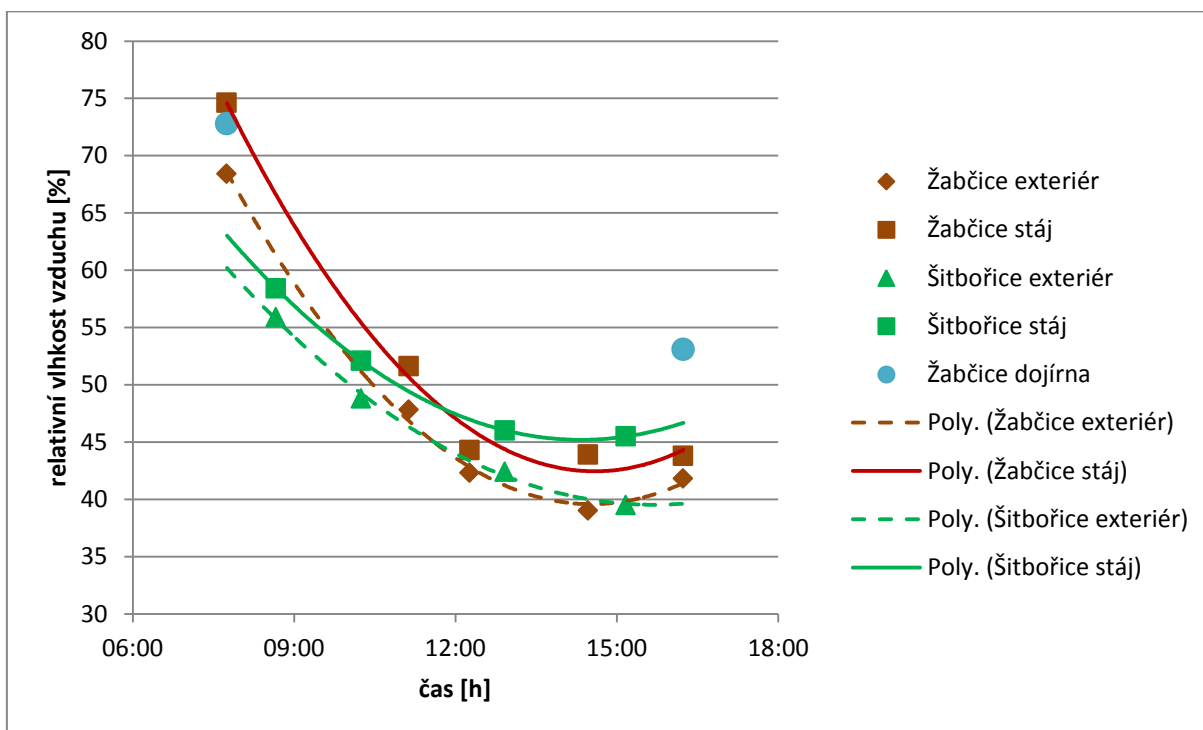


Graf 6

Rozdíl teplot mezi interiérem a exteriérem v závislosti na teplotě exteriéru

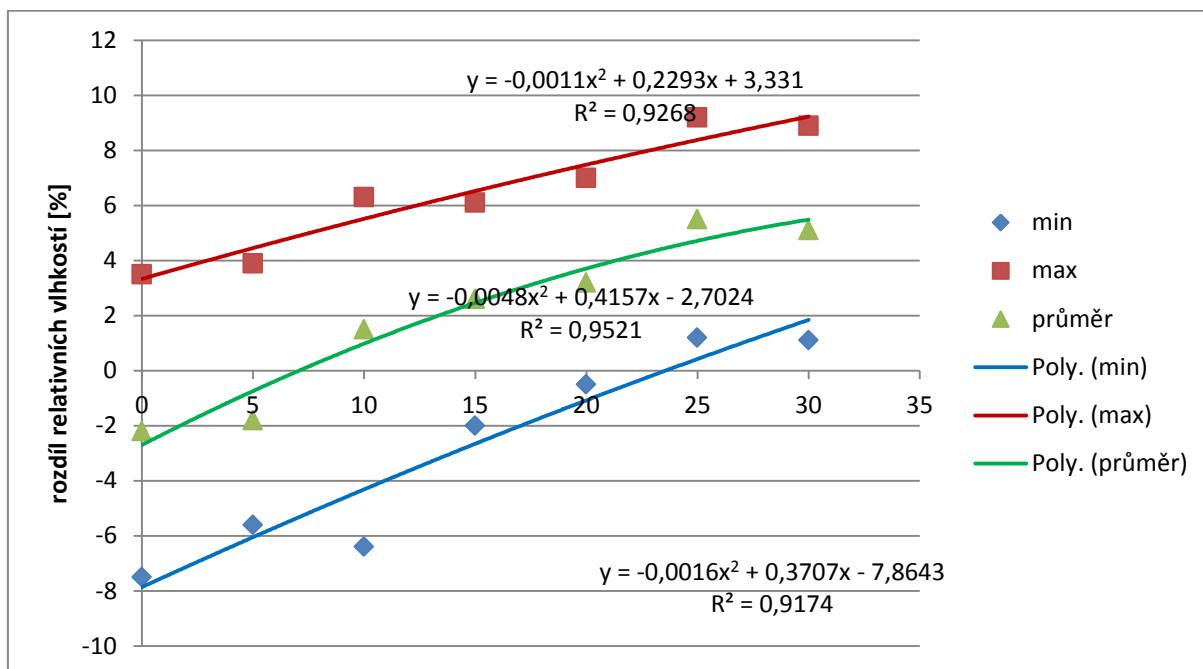
Společně s teplotou byla měřena i relativní vlhkost vzduchu. Příklad naměřených hodnot je na grafu 7. Rozdíly relativních vlhkostí exteriéru mezi oběma farmami vykazují v průběhu dne minimální hodnoty. Největší odchylky byly zjištěny v ranních hodinách, kdy se relativní vlhkost mění velmi rychle, ale i v těchto případech se rozdíly většinou pohybují do 5 %. Podobné závislosti platí i pro rozdíly relativních vlhkostí v interiéru, kde maximální rozdíly nepřekračují 8 %. Z naměřených hodnot byl dále sestaven graf rozdílů mezi relativní vlhkostí interiéru a exteriéru v závislosti na teplotě exteriéru grafu 8. Z něj vyplývá, že při teplotách exteriéru od 0 °C do 10 °C se relativní vlhkost interiéru minimálně liší od relativní vlhkosti exteriéru. Je to dáno omezeným větráním v chladnějším období a tím dochází k ohřevu vzduchu v interiéru stáje, proto se relativní vlhkost téměř nemění, i když měrná vlhkost stoupá. Při teplotách exteriéru 15 °C až 30 °C je průměrná hodnota relativní vlhkosti vzduchu v interiéru o 2 % až 5 % vyšší než v exteriéru.

Provedenými měřeními bylo prokázáno, že vzhledem k malé vzdálenosti stáji (12 km) jsou klimatické podmínky v exteriéru stáji velmi podobné. Tím, že stáje jsou postaveny podobným způsobem a mají konstrukčně shodný způsob větrání, jsou velmi podobné mikroklimatické podmínky i v interiéru stáji.



Graf 7

Průběh relativní vlhkosti vzduchu v interiéru a exteriéru na farmách Žabčice a Šitbořice



Graf 8

Rozdíl relativní vlhkosti vzduchu mezi interiérem a exteriérem v závislosti na teplotě exteriéru

Průměrná teplota, relativní vlhkost vzduchu získané z pozorování Ústavu agrosystémů a bioklimatologie Mendelovy univerzity v Brně během experimentálního období a na základě těchto hodnot vypočten index THI jsou uvedeny v Tab. 4.

Průměrné měsíční teploty vzduchu v roce 2014 byli v rozmezí od 1,08 do 21,48 ° C, s minimem -12,24 a maximální denní teplotou 36,79 ° C. Relativní vlhkost byla od 66,16 do 92,63 %. V roce 2014 byla kritická hodnota THI zaznamenána za měsíce červen (75,27), červenec (80,71) a srpen (74,32).

V roce 2015 průměrné teploty vzduchu byli v rozmezí od 1,64 do 23,58 ° C, s minimem -6,21 a maximální denní teplotou 39,11 ° C. Relativní vlhkost byla od 66,07 do 96,02 %. Přítomnost tepelného stresu v roce 2015 znázorněná hodnotami THI byla v měsících červnu (75,85), červenci (82,20) a srpnu (81,81). To znamená, že podmínky životního prostředí v ostatních měsících nebyly považovány za teplotně stresující. Je zřejmé, že v srpnu 2015 THI byla signifikantně vyšší (81,81) než v roce 2014 (74,35).

Mezi těmito dvěma roky můžeme pozorovat vliv tepelného stresu, který měl za následek sníženou produkci mléka (Graf 9, 10). To je v souladu se zjištěními autorů Kic a kol. (1995) a Bekenyi a kol. (2009). Vliv tepelného stresu byl výraznější v roce 2015, neboť hodnota THI větší než 80 trvala mnohem déle. V tomtéž roce byly zaznamenány významné

rozdíly na obou farmách. Zjistili jsme, že snížená hodnota THI pod mezní hodnotu nevedla k okamžitému návratu do střední hodnoty dojivosti, ale měla zbytkový účinek.

Při vysokých teplotách prostředí nastává u dojnic tepelný stres a nastupuje druhá chemická termoregulace, která se projeví poklesem intenzity metabolismu, dochází ke snížení produkce mléka a k omezení všech aktivit včetně pohybu (Šoch, 2005).

Bylo zjištěno, že účinek tepelného stresu trvá delší dobu v CMS, o čem svědčí statisticky významně vyšší nádoje mléka z AMS za měsíce říjen, listopad a prosinec v obou letech. Tepelný stres způsobuje nerovnoměrnost produkce mléka v průběhu roku, jak uvádí Kadzere a kol., (2002) a Bryant a kol. (2007). Tuto nerovnoměrnost jsme dokumentovali porovnáním hodnot dojivosti za první a druhé poletí (Graf 7). I tato veličina vykazuje výrazně vyšší nerovnoměrnost u CMS.

Nejvyšší dojivost byla zaznamenána v průběhu jarních a zimních měsíců. Tyto zjištění jsou shodná s výsledky Kadzere a kol. (2002) o záporném vlivu vysokých okolních teplot na produkci mléka. Produkce mléka má sezonní trend v závislosti na dostupnosti krmiv a klimatických podmínkách.

V roce 2014 byly zaznamenány slabě negativní korelace (Graf 11, 12) mezi THI a celkovým nádojem v CMS ($r=-0,2819$) a v AMS ($r=-0,4865$). V roce 2015 (Graf 13, 14) se při dojení v CMS neprojevila výraznější závislost ($r=0,04620$), jinak tomu bylo při dojení v AMS ($r=-0,4251$). THI mělo výraznější vliv na celkový nádoj v AMS než v CMS. Výsledky práce Zejdová a kol. (2010) jsou srovnatelné s našimi.

Dojnice jsou daleko lépe přizpůsobené chladným teplotám než letním vedrům. Toto obecní tvrzení bylo také potvrzeno v našem experimentu. Navíc plemena vyšlechtěná na vysokou produkci mají intenzivní metabolismus, větší spotřebu krmiva a tím i více tepla vytvářejí (Davídek, 1999). U skotu není problém teplo vyrobit, ale zbavit se přebytečného tepla (Knížková a Knížek, 1995). Podle Knížková a Kunc (2000) organismus skotu se působení vysokých teplot brání, což se následně projeví na užitkovosti, reprodukci, zdravotním stavu a odolnosti zvířat. Například Dolejš a kol. (2005) uvádí, že v rozsahu teplot prostředí 18-32 °C se projevil vzestup teploty na nádoji mléka negativně. Toufar a Dolejš (1996) uvádějí, že reakce dojnic na vysoké teploty (28-30 °C) ve stájovém prostoru jsou negativní. Loučka (1995) uvádí, že zvýšení teploty prostředí z 21,4 °C na 30,8 °C (tedy o 9,4 °C) způsobilo u dojnic denní ztrátu v množství nadojeného mléka o 3,8 l na kus (16,5 %).

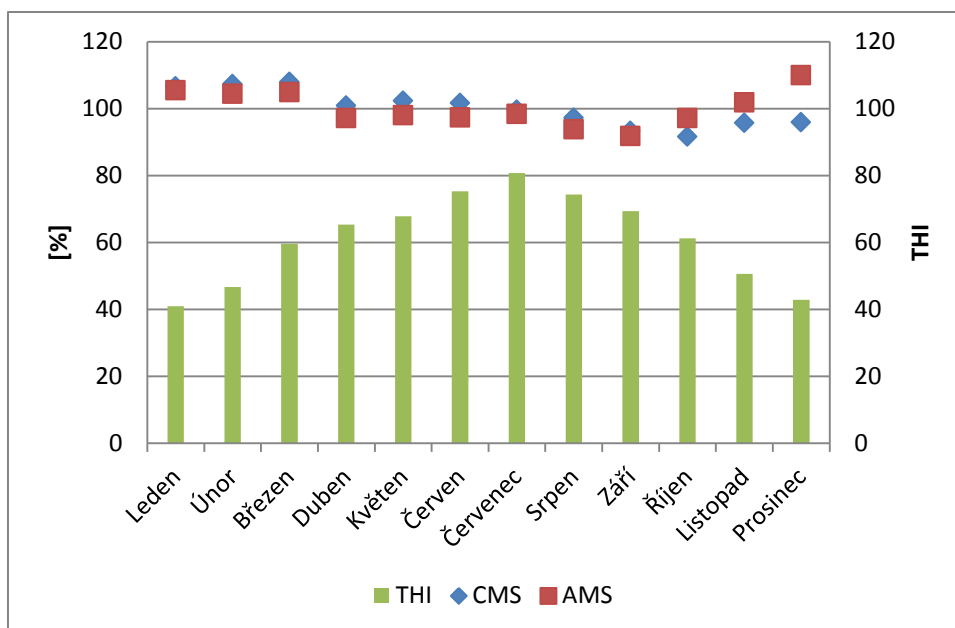
Udržování optimálních mikroklimatických podmínek prostředí je kromě výživy a ošetřování jedním z rozhodujících faktorů ovlivňujících užitkovost a zdravotní stav zvířat (Šoch, 2005). Výrazné zhoršení welfare způsobuje odezvu v podobě snížení užitkovosti,

zhoršení kvality produktů a následně i zhoršení zdraví chovaných zvířat, případně i konzumentů takto získaných potravin (Novák a kol., 2001). Vliv prostředí je nezanedbatelný, neboť může způsobovat stres a tím negativně ovlivňovat kondici organismu (Šoch a kol., 2000, 2005; Fraser a Broom 1990). Proto je nutné zavádět pouze takové technologické systémy, které budou akceptovat požadavky zvířat a tím budou dány předpoklady pro dosažení vysoké užitkovosti. Důležité je také vycházet z fyziologických poznatků o tvorbě mléka.

Tab. 4 Průměrné hodnoty meteorologických dat v roce 2014 a 2015 s ohledem na jednotlivé měsíce

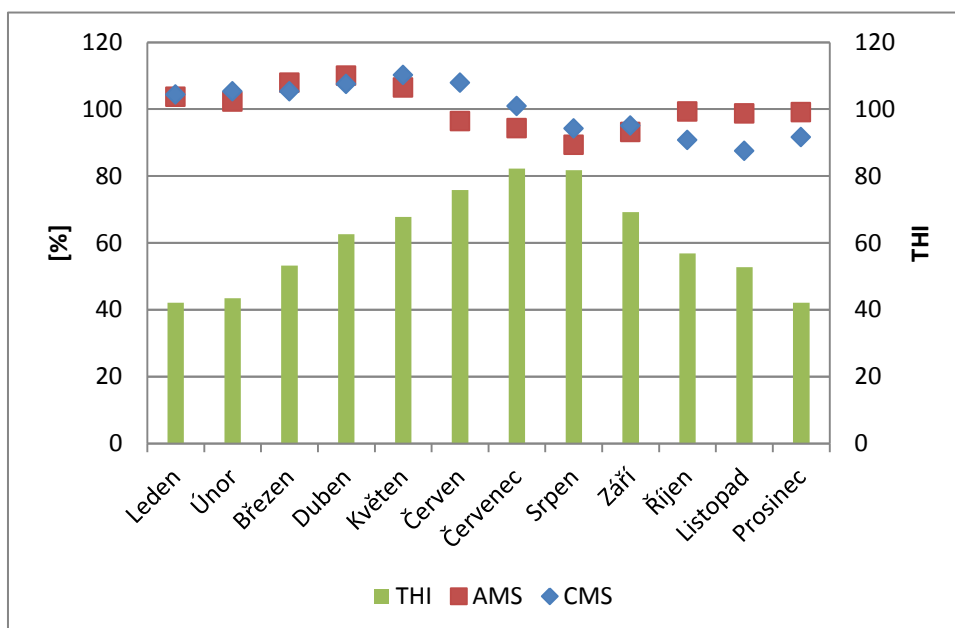
Rok	2014					2015				
	Prům. T [°C]	T min. [°C]	T max. [°C]	RV [%]	THI	Prům. T [°C]	T min. [°C]	T max. [°C]	RV [%]	THI
Leden	1.08	-12.22	13.09	91.92	40.93	1.82	-5.93	16.50	88.57	42.12
Únor	2.74	-6.16	12.60	88.81	46.64	1.64	-6.02	11.30	85.71	43.52
Březen	8.51	-5.74	21.80	69.90	59.61	5.46	-5.27	17.86	76.28	53.21
Duben	11.79	-3.37	25.24	74.60	65.31	10.11	-5.59	26.79	66.67	62.58
Květen	14.54	-0.94	30.12	76.69	67.82	14.66	2.54	25.89	75.55	67.75
Červen	18.84	5.62	36.79	66.16	75.27	19.06	4.92	32.21	71.69	75.85
Červenec	21.48	7.96	34.33	75.30	80.71	22.93	5.38	37.68	66.07	82.20
Srpen	17.90	4.57	30.70	84.86	74.32	23.58	8.41	39.11	67.79	81.81
Září	15.63	0.85	28.18	88.48	69.32	15.92	2.40	33.10	74.99	69.18
Říjen	11.45	-1.73	24.04	91.34	61.23	9.57	-3.85	22.09	87.10	56.85
Listopad	7.50	-2.50	18.65	92.63	50.60	6.21	-5.93	20.95	88.17	52.81
Prosinec	2.37	-12.24	15.06	89.09	42.90	2.87	-6.21	12.23	96.02	42.18

*Prům. T: průměrná teplota; T min.: teplota minimální; T max.:teplota maximální; RV: relativní vlhkost; THI: teplotně-vlhkostní index



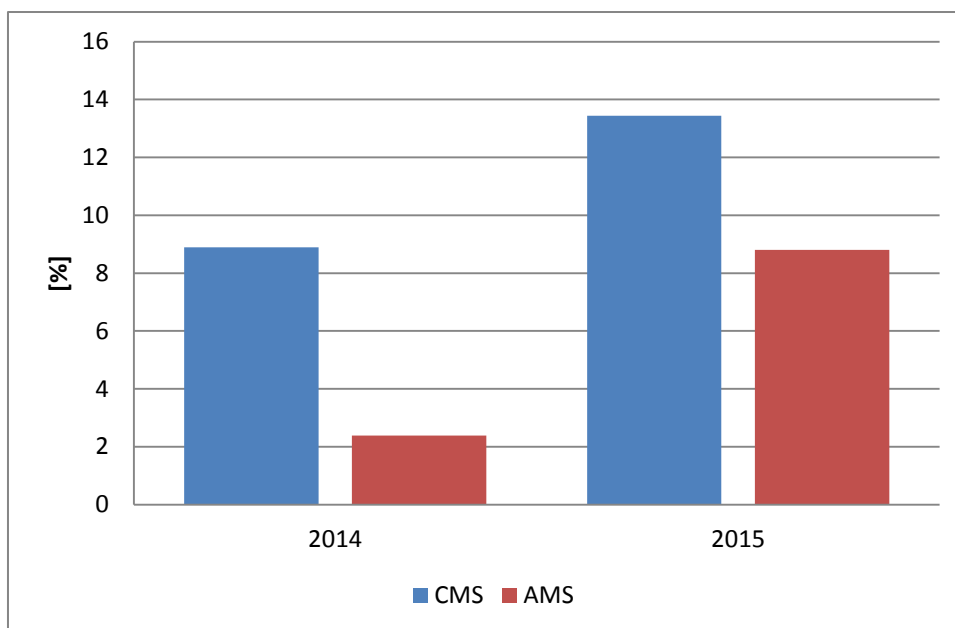
Graf 9

Průměrná produkce mléka v roce 2014 z konvenčních a automatických systémů dojení



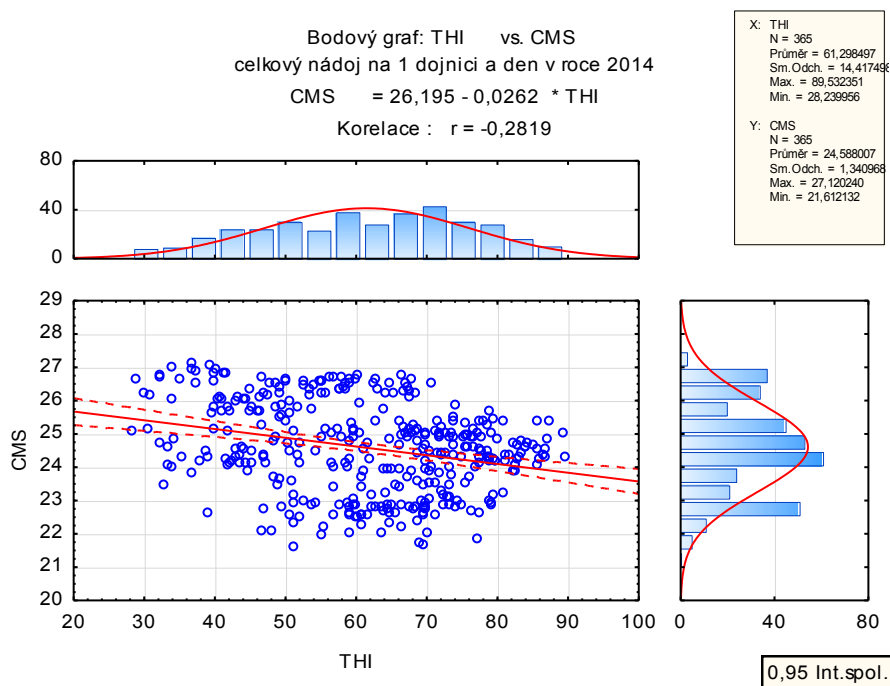
Graf 10

Průměrná produkce mléka v roce 2015 z konvenčních a automatických systémů dojení



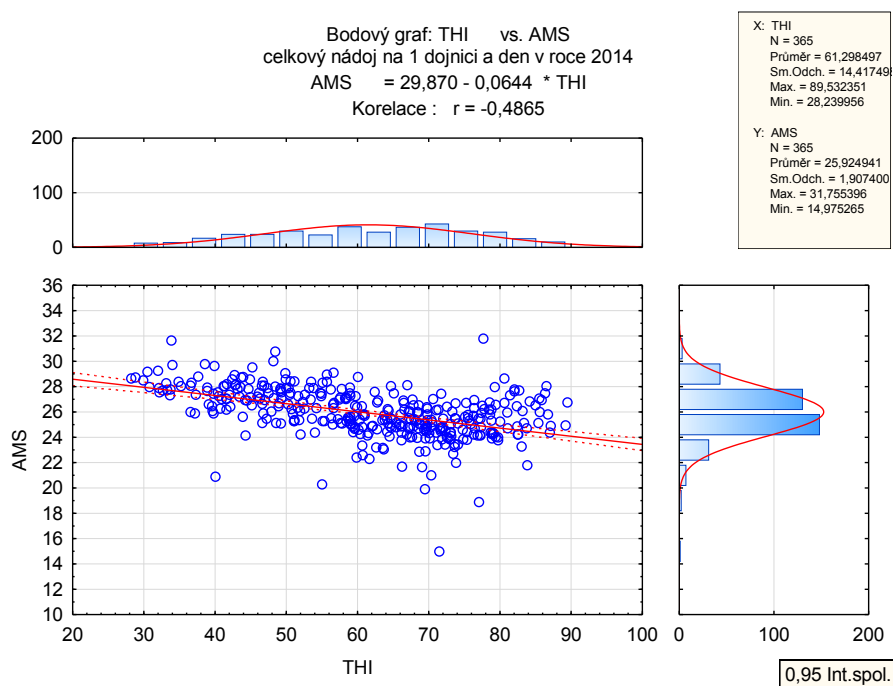
Graf 11

Rozdíl průměrné denní dojivosti na dojnici mezi první a druhou polovinou roku



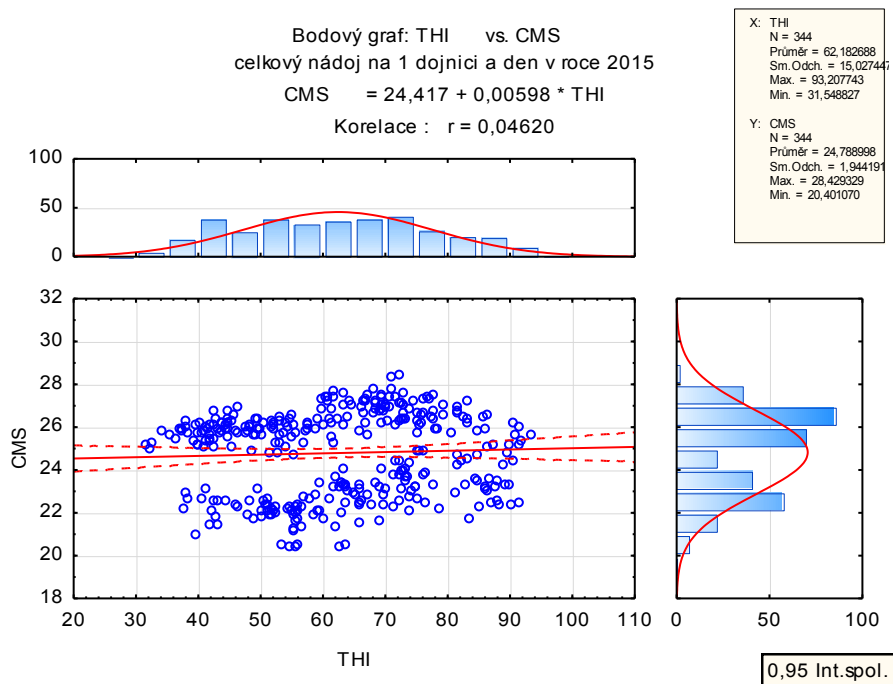
Graf 12

Korelace mezi THI a celkovým nádojem na 1 dojnici a den v CMS v roce 2014



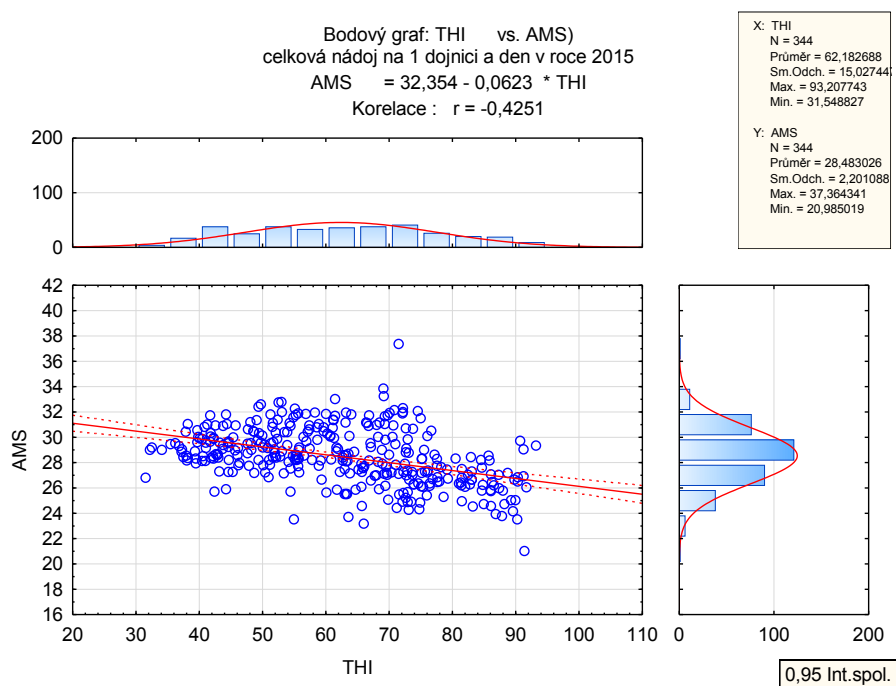
Graf 13

Korelace mezi THI a celkovým nádojem na 1 dojnici a den v AMS v roce 2014



Graf 14

Korelace mezi THI a celkovým nádojem na 1 dojnici a den v CMS v roce 2015



Graf 15

Korelace mezi THI a celkovým nádojem na 1 dojnici a den v AMS v roce 2015

5.3 Frekvence návštěvnosti robota

V Tab. 5 je uveden souhrn zaznamenávání frekvence návštěvnosti robotů. Zatímco na farmě v Žabčicích jsou dojnice dojeny pokaždé 2krát denně, na farmě v Šitbořicích mohou dojnice přistupovat na dojící stání dle potřeby. V roce 2014 byl průměrný počet frekvencí 2,64, s minimální návštěvností v měsíci září (2,31) a maximální v prosinci (2,88). Rok 2015 se vyznačoval následujícími hodnotami. Průměrně dojnice navštívili roboty 2,88 krát, s minimem v měsíci srpen (2,41) a maximem v dubnu (2,95). Byly zaznamenány statistické rozdíly mezi dojením v CMS a v AMS.

Ze sledování vyplývá, že v extrémních podmínkách klesá návštěvnost robota. Tím také dochází ke snížení užitkovosti a ekonomickým ztrátám. Vyšší četnost dojení totiž vede k vyšší užitkovosti. Návštěvnost byla nejvyšší v zimním období, s příchodem jara pozvolně klesá, na minimální hodnoty v létě a na podzim opětovně stoupá. Nižší letní frekvence souvisí s vlivem vysokých teplot a nízké relativní vlhkosti, dochází k tepelnému stresu dojnic a snížení jejich pohybové aktivity. Nižší četnost dojení měl za následek, jak je zřejmé z Tab. 2 a 3 snížení celkové produkce mléka a nádojů na 1 dojení v jednotlivých měsících. Průměrná frekvence návštěvnosti robotů v letech 2014 a 2015 byla značně podobná, celkový nádoj na 1 dojnici a den byl vyšší v roce 2015 o 9,9 %.

Zvýšenou produkci mléka v AMS vzhledem k vyšší frekvenci dojení zaznamenala řada autorů (Speroni a kol., 2006; Wagner-Storch a Palmer, 2003; Kruip a kol., 20002). Ravagnalo a Misztal (2000) jsou názoru, že frekvence dojení přímo ovlivňuje produkci mléka.

Dojení v AMS umožňuje zvýšení počtu denních dojení, které podle Hogeveen a kol. (2001) mohou zvýšit průměrnou dojivost od 5 do 26 % a také mají pozitivní vliv na perzistenci laktace. Nicméně vyšší dojení než 4krát za den nezvyšuje výrazně výtěžek mléka, ale může mít za následek snížení účinnosti robota (Laurs a kol., 2008).

Vícečetné denní dojení může organizačně zahrnovat pravidelné a nepravidelné intervaly, které jsou často podstatnou součástí postupu u zcela automatizovaných systémů dojení (Bouloc a kol., 2003, Bünger a kol., 2003; Lazenby a kol., 2003; Galesloot a Peters, 2000). Délka intervalů mezi dojením, jejich pravidelnost nebo nepravidelnost, je významným faktorem pro posuzování výsledků složení mléka z jednotlivých nádojů (Weiss a kol., 2002).

Rabold a kol. (2002) uvedli, že mléčná užitkovost a kvalita mléka stoupá se zvyšováním frekvence dojení. Rovněž i podle Spolderse (2002) může být produkce mléka pozitivně ovlivněna počtem frekvencí dojení o 3 až 20 %.

Jako uvádí Klungel a kol., (2000) vyšší frekvence dojení může mít pozitivní i negativní dopady na zdraví vemene. Optimální frekvence dojení, za účelem zvýšení produkce mléka a udržení zdraví vemene je 2,5-3krát za den (Hogeveen a kol., 2001; Klungel, 2000). Neijenhuis a kol., (2001) uvedli, že obnova poranění struků po dojení může trvat až 8 hodin. Podle toho je optimální frekvence dojení 3krát denně. Jak uvádí ve své další studii (Neijenhuis a kol., 2008) průměrná frekvence dojení na holandských farmách byla 2,3krát za den. V naší studii byla průměrná frekvence dojení vyšší, co může mít vliv na produkci mléka a zdraví vemene. Dahl a kol. (2004) prokázali snížení SCC buněk v počáteční fázi laktace při zvýšeném počtu dojení. V jiné studii (Hogeveen a kol., 2001) přispělo rovněž zvýšené dojení z 2 na 3krát denně ke snížení počtu SCC buněk a k menšímu počtu nových infekcí. Köhn a kol. (2007) zaznamenali slabou negativní korelaci mezi frekvencí dojení a SCC buňkami.

Neúplné dodojení tvoří dle Kelton a kol. (2001) až do 15 % dojení. Tyto problémy vznikají častěji kvůli nedokonalosti systému dojícího robota, než li chováním dojnice během dojení (Gygax a kol., 2007). Neúplné vyprázdnění vemene může vést k neefektivnímu využití robota (Kelton a kol., 2001), k poklesu dojivosti v důsledku úniku mléka ze stimulovaných struků (Gyrax a kol., 2007), nebo ke zvýšenému riziku mastitidy (Bach a kol., 2004). Jak uvádí Rasmussen a kol., (2007), podíl neúplných dojení se zvýšil z 5 až na 30 %.

Návštěva dojícího robota není během dne pravidelná. Výzkum (Laurs a kol., 2009) ukazuje, že zvýšení návštěvy v AMS bylo v dopoledních hodinách od 8.00 do 11.00 a odpoledne od 18.00 do 20.00 hodin. V tomto časovém období byla návštěvnost dokonce o 10 % vyšší, než je průměr.

Většina dojících intervalů leží v rozmezí 7-9 h. Byly zaznamenány značné rozdíly v dojících intervalech na různých farmách. Ve studii Gyrax a kol. (2007) bylo 11,5 % dojení kratších než 6 h, zatím co 21 % byla delší než 12 h. Dále ve studii Hogeveen a kol. (2001) průměrný interval dojení byl 9,2 h, 27 % dojnic mělo interval dojení v rozmezí 6 až 12 h a 17,6 % vykazovalo periodu delší 12 h. Nepravidelné dojení může vést ke snížení dojivosti. I když je víc než pravděpodobné, že snížená frekvence je přirozeným důsledkem fáze laktace (Jacobs a Siegford, 2012). Toto tvrzení potvrzuje také Pettersson a kol. (2011).

Tab. 5 Průměrná návštěvnost a počet dojení v CMS a AMS v jednotlivých měsících roku 2014 a 2015

Metoda	CMS		AMS	
	2014	2015	2014	2015
Měsíc	Počet dojení na 1 dojnici	Počet dojení na 1 dojnici	Počet dojení na 1 dojnici	Počet dojení na 1 dojnici
Leden	2±0,00 ^a	2±0,00 ^a	2,83±0,02 ^b	2,91±0,01 ^b
Únor	2±0,00 ^a	2±0,00 ^a	3,02±0,02 ^b	2,89±0,04 ^b
Březen	2±0,00 ^a	2±0,00 ^a	2,79±0,04 ^b	2,93±0,01 ^b
Duben	2±0,00 ^a	2±0,00 ^a	2,63±0,01 ^b	2,95±0,06 ^b
Květen	2±0,00 ^a	2±0,00 ^a	2,61±0,02 ^b	2,87±0,05 ^b
Červen	2±0,00 ^a	2±0,00 ^a	2,56±0,03 ^b	2,53±0,02 ^b
Červenec	2±0,00 ^a	2±0,00 ^a	2,42±0,04 ^b	2,47±0,06 ^b
Srpen	2±0,00 ^a	2±0,00 ^a	2,38±0,02 ^b	2,41±0,02 ^b
Září	2±0,00 ^a	2±0,00 ^a	2,31±0,02 ^b	2,45±0,02 ^b
Říjen	2±0,00 ^a	2±0,00 ^a	2,62±0,02 ^b	2,55±0,02 ^b
Listopad	2±0,00 ^a	2±0,00 ^a	2,64±0,02 ^b	2,53±0,04 ^b
Prosinec	2±0,00 ^a	2±0,00 ^a	2,88±0,03 ^b	2,46±0,02 ^b
Roční průměr	2±0,00^A	2±0,00^A	2,64±0,21^B	2,66±0,22^B

Průměry (CMS x AMS) následované stejným písmenem v horním indexu nejsou statisticky průkazně rozdílné ($\alpha=0,05$)

5.4 Průměrná doba rozdojování a dojení

Příprava struků neboli jejich stimulace podporuje připravenost dojnice na vlastní dojení resp. spouštění mléka. Jestliže struky nejsou po počátečních odstřicích a očistě pružné, není mléko ještě uvolněno a ve stimulaci vemene je třeba pokračovat masáží hrotů struků. Všechny tyto aktivity by měli být dokončené tak rychle, jak je to možné (Devir a kol., 1999). Je-li dojící souprava nasazena na nepřipravené vemeno, může podtlak vsát struk hluboko do strukového násadce.

Upozornění systému T4C v AMS jsou také zaměřena na dojící charakteristiky samotné technologie a končící životnost důležitých spotřebních dílů (strukové návlečky, dezinfekční kartáčky pro čištění a masáž vemene před dojením, membrána pumpy na mléko). Chovatel tak okamžitě rozpozná prodloužený čas rozdojení indikující poškozené nebo přicpané hadice strukových násadců či jiné abnormality pulzačního systému.

Zdraví vemene je v chovu dojnic velmi důležitý aspekt a jeho kontrola vyžaduje pravidelné a spolehlivé měření s překladem dat na jasné informace, stejně tak je důležité těmto informacím porozumět a dovést je k podchycení začínající mastitidy.

Průměrná délka doby rozdojování (Tab. 7, Graf 17) jednotlivých čtvrtí byla v AMS zjištěna v roce 2014 u levé přední čtvrti vemene (LP) 0:13 min., u pravé přední čtvrti vemene (PP) 0:14 min., u levé zadní čtvrti vemene (LZ) 0:16 min., u pravé zadní čtvrti vemene (PZ) 0:15 min., v roce 2015 (Tab. 7, Graf 18) u LP 0:14 min., PP 0:14 min., LZ 0:16 min., PZ 0:19 min. Byly zaznamenány statistické rozdíly mezi délkou rozdojování jednotlivých čtvrtí mezi oběma roky s výjimkou LZ. Na farmě v Žabčicích doba rozdojování nebyla evidována.

Doba trvání dojení je závislá na množství a průtoku mléka, a zda je kráva během dojení klidná. Průměrná doba dojení v CMS (Tab. 6, Graf 16) byla v roce 2014 a 2015 totožná, a to 5:02 min., rozdíl tudíž nebyl zaznamenán. Statistický rozdíl byl zaznamenán v měsících květen, červen a září, kde byly shledány rozdílné intervaly v délce dojení o 0:22 min. (4,33 %), 0:25 min. (14,25 %) a 0:21 min. (11,68 %).

V AMS byla průměrná délka dojení (Tab. 8, Graf 19, 20) v roce 2014 u LP 3:05 min., PP 3:03 min., LZ 3:53 min., PZ 3:47 min., v roce 2015 u LP 3:05 min., PP 3:28 min., LZ 4:45 min., PZ 4:29 min. Statistické rozdíly byly zaznamenány u všech čtvrtí s výjimkou LP. Naše výsledky práce jsou porovnatelné s prací Fiala (2013), naproti tomu Priekulis a Laurs (2012) zjistili, že průměrná doba dojení v AMS byla až 7:05 min.

Při porovnávání délky rozdojování a dojení jednotlivých čtvrtí v AMS byl vyhodnocen delší časový interval k rozdojení a dojení zadních čtvrtí, což je dáno anatomickou stavbou

vemene. Korelační analýza (Tab. 9, 10) odhalila závislosti mezi délkou rozdojování a dojením ve všech čtvrtích, s výjimkou LP (0,004002) v roce 2014. Nejvýrazněji se tato závislost přetavila v roce 2015 při rozdojování a dojení PP (0,458893). U ostávajících čtvrtí byly korelace pozorovány, avšak měli nízké hodnoty (rok 2014: PP: -0,151578, LZ: -0,093905, PZ: 0,111032, v roce 2015: LP: 0,144401, LZ: 0,084240, PZ: 0,355248). Všeobecně můžeme tvrdit, že jistá predispozice závislosti délky dojení závislé od délky rozdojení tady je, avšak, na tento interval mají vliv i další ukazovatele.

Časový interval, který strávili dojnice v CMS a v AMS (v úvahu se brala nejdelší doba dojení jednotlivého struku) dojením se výrazně lišil, v roce 2014 o 29,68 % a v roce 2015 o 11,35 %. Na tento rozdíl měla nejspíš největší vliv stimulace vemena, masáž hrotu struků a doba nasazení dojícího stroje pro projevení účinku oxytocinu. Dodržení optimální doby nasazení dojícího stroje (60 až 90 s.) je jednou s podmínek pro maximální využití produkčního potenciálu dojnic.

V robotickém rameni AMS Lely Astronaut A4 je umístěno zařízení pro hodnocení kvality mléka. Kromě toho, že dokáže měřit časy rozdojení, dojení a rychlost průtoku každé čtvrtě, zjišťuje během dojení elektrickou vodivost a barevné spektrum mléka, doplňkově pak indikuje úroveň tuku a bílkoviny v mléce, každou čtvrt' zvlášť. Právě na základě některých těchto parametrů a jejich vzájemného vztahu byl vytvořen algoritmus pro odhalování mastitid a nestandardních typů mléka. Systém je tak schopen odhalit kolostrum, krev v mléce, vodnaté mléko, barevně abnormální typy mléka a zánět vemene a to jak klinický, tak subklinický.

Tab. 6 Průměrná doba dojení v CMS v jednotlivých měsících roku 2014 a 2015

Měsíc	2014	2015
	Doba trvání dojení [min.]	Doba trvání dojení [min.]
Leden	5:03±1:22 ^a	5:00±0:58 ^a
Únor	5:10±0:59 ^a	5:03±1:11 ^a
Březen	5:10±1:25 ^a	5:06±1:15 ^a
Duben	5:33±1:41 ^a	5:15±1:22 ^a
Květen	5:03±1:20 ^a	5:25±1:49 ^b
Červen	4:56±1:17 ^a	5:21±1:30 ^b
Červenec	4:50±1:11 ^a	4:55±1:05 ^a
Srpen	4:50±1:12 ^a	4:46±1:01 ^a
Září	5:05±1:31 ^b	4:46±1:01 ^a
Říjen	4:50±1:26 ^a	4:59±1:25 ^a
Listopad	5:03±1:20 ^a	4:59±1:34 ^a
Prosinec	4:51±1:21 ^a	4:50±1:26 ^a
Roční průměr	5:02±1:21^A	5:02±1:20^A

± Směrodajná odchylka

Průměry (2014 x 2015) následované stejným písmenem v horním indexu nejsou statisticky průkazně rozdílné ($\alpha=0,05$)

Tab. 7 Průměrná doba rozdojování v AMS v jednotlivých měsících roku 2014 a 2015

Měsíc	2014				2015			
	LP	PP	LZ	PZ	LP	PP	LZ	PZ
Leden	0:14±0:00 ^b	0:13±0:01 ^b	0:18±0:03 ^b	0:14±0:01 ^a	0:11±0:01 ^a	0:11±0:01 ^a	0:12±0:02 ^a	0:16±0:05 ^a
Únor	0:14±0:00 ^b	0:14±0:01 ^b	0:21±0:02 ^b	0:15±0:01 ^a	0:10±0:01 ^a	0:10±0:00 ^a	0:12±0:02 ^a	0:15±0:04 ^a
Březen	0:14±0:00 ^a	0:14±0:01 ^a	0:18±0:01 ^a	0:14±0:00 ^a	0:15±0:04 ^b	0:16±0:03 ^b	0:18±0:06 ^a	0:22±0:10 ^b
Duben	0:14±0:01 ^b	0:14±0:01 ^a	0:17±0:01 ^b	0:15±0:00 ^a	0:13±0:03 ^a	0:17±0:03 ^b	0:16±0:03 ^a	0:25±0:03 ^b
Květen	0:15±0:01 ^b	0:15±0:01 ^a	0:16±0:02 ^b	0:15±0:01 ^a	0:11±0:01 ^a	0:18±0:02 ^b	0:13±0:01 ^a	0:15±0:03 ^a
Červen	0:13±0:00 ^a	0:14±0:01 ^a	0:15±0:02 ^a	0:14±0:00 ^b	0:17±0:03 ^b	0:16±0:02 ^b	0:20±0:07 ^b	0:13±0:02 ^a
Červenec	0:13±0:01 ^a	0:14±0:01 ^b	0:16±0:01 ^a	0:15±0:01 ^a	0:13±0:03 ^a	0:13±0:02 ^a	0:22±0:07 ^b	0:32±0:08 ^b
Srpen	0:13±0:01 ^b	0:14±0:00 ^b	0:15±0:00 ^b	0:16±0:02 ^a	0:12±0:01 ^a	0:13±0:02 ^a	0:13±0:03 ^a	0:18±0:04 ^b
Září	0:13±0:00 ^a	0:13±0:00 ^a	0:15±0:00 ^a	0:14±0:00 ^a	0:14±0:02 ^a	0:14±0:02 ^b	0:18±0:04 ^b	0:19±0:07 ^b
Říjen	0:13±0:01 ^a	0:14±0:00 ^a	0:14±0:00 ^a	0:14±0:01 ^a	0:13±0:03 ^a	0:16±0:02 ^b	0:15±0:03 ^a	0:19±0:04 ^b
Listopad	0:13±0:01 ^a	0:13±0:00 ^a	0:14±0:00 ^a	0:14±0:01 ^a	0:24±0:11 ^b	0:13±0:04 ^a	0:21±0:05 ^b	0:18±0:04 ^b
Prosinec	0:13±0:01 ^b	0:14±0:00 ^b	0:15±0:00 ^b	0:15±0:00 ^b	0:12±0:01 ^a	0:12±0:00 ^a	0:14±0:00 ^a	0:13±0:00 ^a
Roční průměr	0:13±0:01^A	0:14±0:01^A	0:16±0:02^A	0:15±0:01^A	0:14±0:05^B	0:14±0:03^B	0:16±0:05^A	0:19±0:08^B

± Směrodatná odchylka

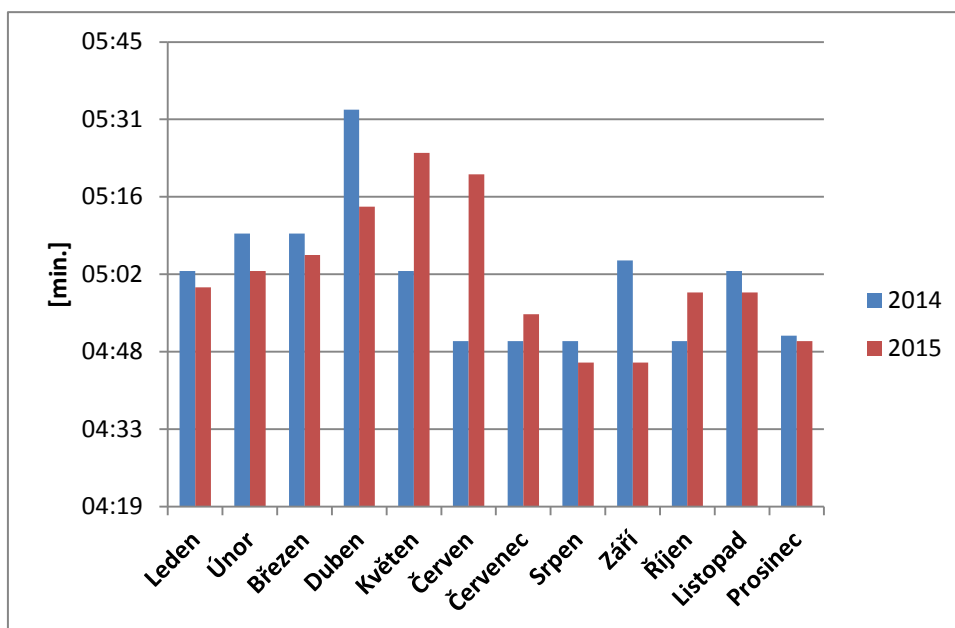
Průměry (LP x LP, PP x PP, LZ x LZ, PZ x PZ) následované stejným písmenem v horním indexu nejsou statisticky průkazně rozdílné ($\alpha=0,05$)

Tab. 8 Průměrná doba dojení v AMS v jednotlivých měsících roku 2014 a 2015

Měsíc	2014				2015			
	LP	PP	LZ	PZ	LP	PP	LZ	PZ
Leden	3:21±0:29 ^b	3:16±0:26 ^b	4:22±0:40 ^a	3:59±0:35 ^a	2:32±0:34 ^a	2:47±0:36 ^a	4:28±1:14 ^a	4:11±0:58 ^a
Únor	2:50±0:20 ^b	2:50±0:15 ^b	3:43±0:36 ^a	3:26±0:32 ^a	2:03±0:23 ^a	2:24±0:31 ^a	4:54±1:03 ^b	4:28±0:52 ^b
Březen	2:55±0:22 ^a	2:52±0:15 ^a	3:40±0:38 ^a	3:30±0:34 ^a	4:11±1:45 ^b	3:50±1:36 ^b	4:54±2:14 ^b	4:47±2:13 ^b
Duben	2:58±0:20 ^a	2:53±0:13 ^a	3:36±0:26 ^a	3:33±0:30 ^a	3:52±1:03 ^b	4:26±1:40 ^b	5:22±1:48 ^b	5:18±1:51 ^b
Květen	2:56±0:19 ^a	2:54±0:14 ^a	3:45±0:21 ^a	3:39±0:25 ^a	3:27±0:38 ^b	4:58±0:55 ^b	5:30±1:06 ^b	4:50±0:56 ^b
Červen	2:56±0:25 ^a	2:53±0:19 ^a	3:43±0:30 ^a	3:38±0:36 ^b	3:07±0:42 ^a	3:32±0:51 ^b	4:44±1:30 ^b	3:18±0:41 ^a
Červenec	2:50±0:14 ^a	2:49±0:12 ^a	3:37±0:16 ^b	3:34±0:19 ^a	3:00±0:57 ^a	3:45±1:14 ^b	2:14±0:40 ^a	4:29±1:41 ^b
Srpen	2:54±0:10 ^b	2:54±0:09 ^a	3:44±0:09 ^a	3:43±0:16 ^a	2:36±0:48 ^a	3:19±0:43 ^b	4:39±1:27 ^b	4:24±1:09 ^b
Září	2:54±0:21 ^a	3:00±0:24 ^a	3:47±0:26 ^a	3:46±0:30 ^a	2:44±1:03 ^a	3:17±0:42 ^b	5:33±1:09 ^b	4:38±0:57 ^b
Říjen	3:12±0:20 ^a	3:12±0:16 ^a	4:02±0:18 ^a	3:59±0:25 ^a	3:38±1:02 ^b	3:29±1:01 ^b	4:21±1:41 ^a	4:11±1:13 ^a
Listopad	3:28±0:20 ^a	3:23±0:17 ^a	4:12±0:19 ^a	4:13±0:28 ^a	3:41±1:28 ^a	3:47±0:56 ^b	5:47±1:32 ^b	5:39±1:39 ^b
Prosinec	3:43±0:11 ^b	3:40±0:12 ^a	4:28±0:14 ^a	4:27±0:19 ^b	1:54±0:16 ^a	1:45±0:22 ^b	4:31±0:52 ^a	3:32±0:38 ^a
Roční průměr	3:05±0:25^A	3:03±0:22^A	3:53±0:30^A	3:47±0:33^A	3:05±1:12^A	3:28±1:18^B	4:45±1:40^B	4:29±1:28^B

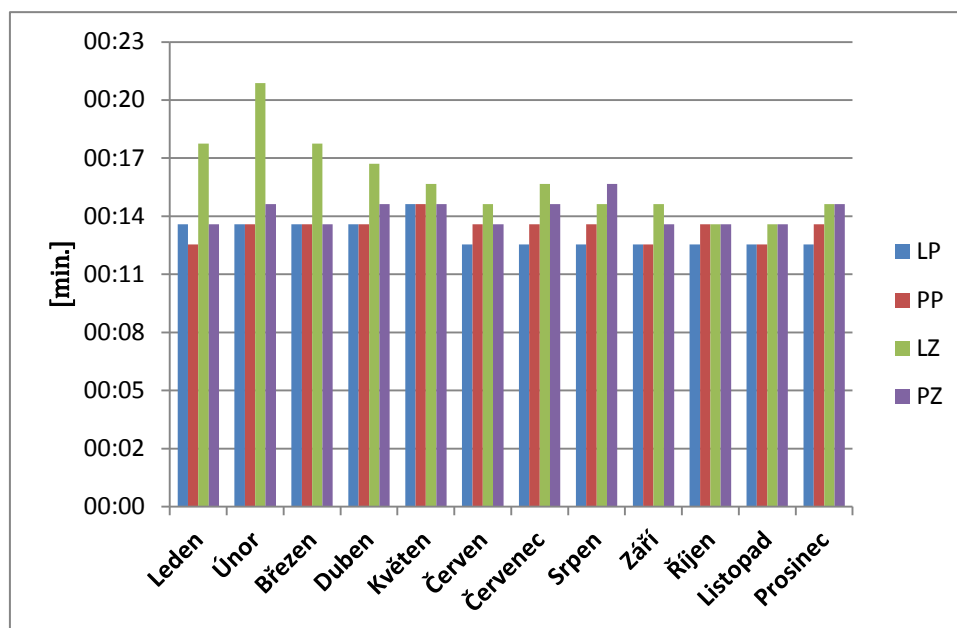
± Směrodajná odchylka

Průměry (LP x LP, PP x PP, LZ x LZ, PZ x PZ) následované stejným písmenem v horním indexu nejsou statisticky průkazně rozdílné ($\alpha=0,05$)



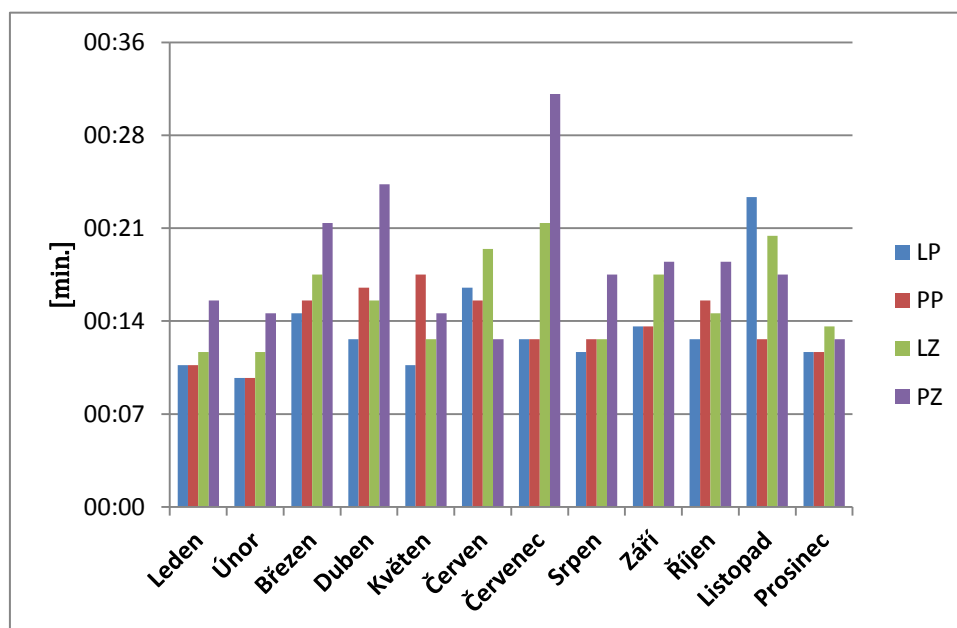
Graf 16

Průměrná doba dojení v CMS v jednotlivých měsících roku 2014 a 2015



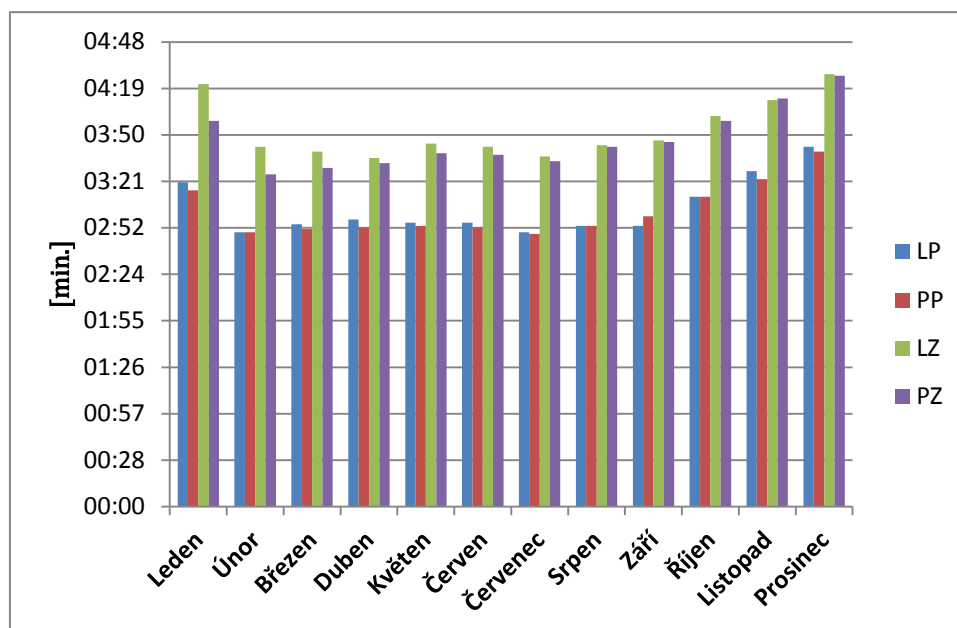
Graf 17

Průměrná doba rozdojování v AMS v jednotlivých měsících roku 2014



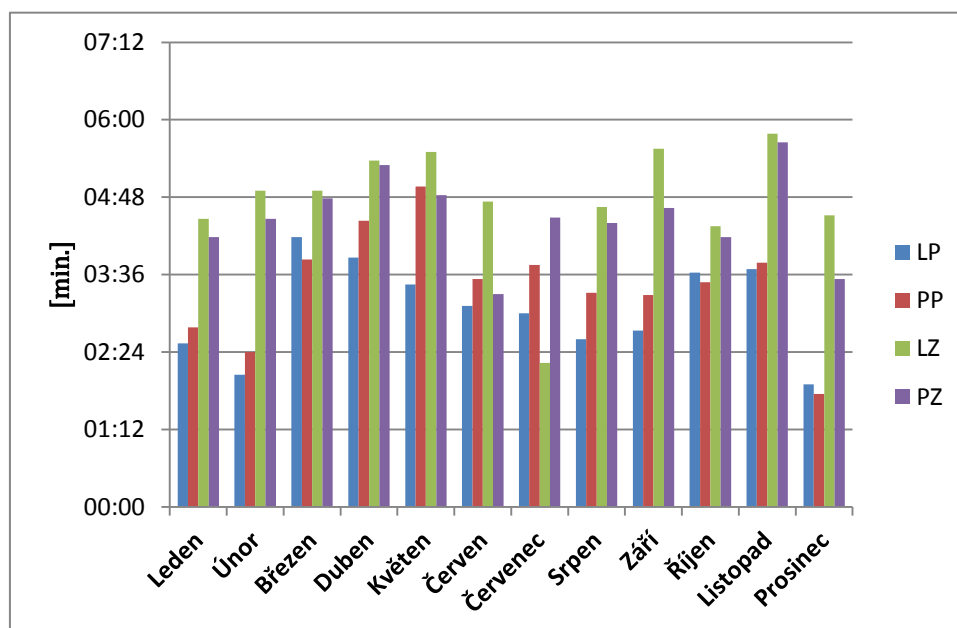
Graf 18

Průměrná doba rozdojování v AMS v jednotlivých měsících roku 2015



Graf 19

Průměrná doba dojení v AMS v jednotlivých měsících roku 2014



Graf 20

Průměrná doba dojení v AMS v jednotlivých měsících roku 2015

Tab. 9

Korelace mezi rozdojováním a dojením jednotlivých struků v AMS v roce 2014

Proměnná	Korelace (Šitbořice 2014 rozdojování a dojení) Označ. korelace jsou významné na hlad. $p < 0,05000$ $N=712$ (Celé případy vynechány u ChD)			
	Dojení LP	Dojení PP	Dojení LZ	Dojení PZ
Rozdojení LP	0,004002	-0,046601	-0,091218	0,041719
Rozdojení PP	-0,134550	-0,151578	-0,121721	-0,114978
Rozdojení LZ	-0,197958	-0,242404	-0,093905	-0,222915
Rozdojení PZ	-0,001334	-0,011244	-0,021146	0,111032

Tab. 10

Korelace mezi rozdojováním a dojením jednotlivých struků v AMS v roce 2015

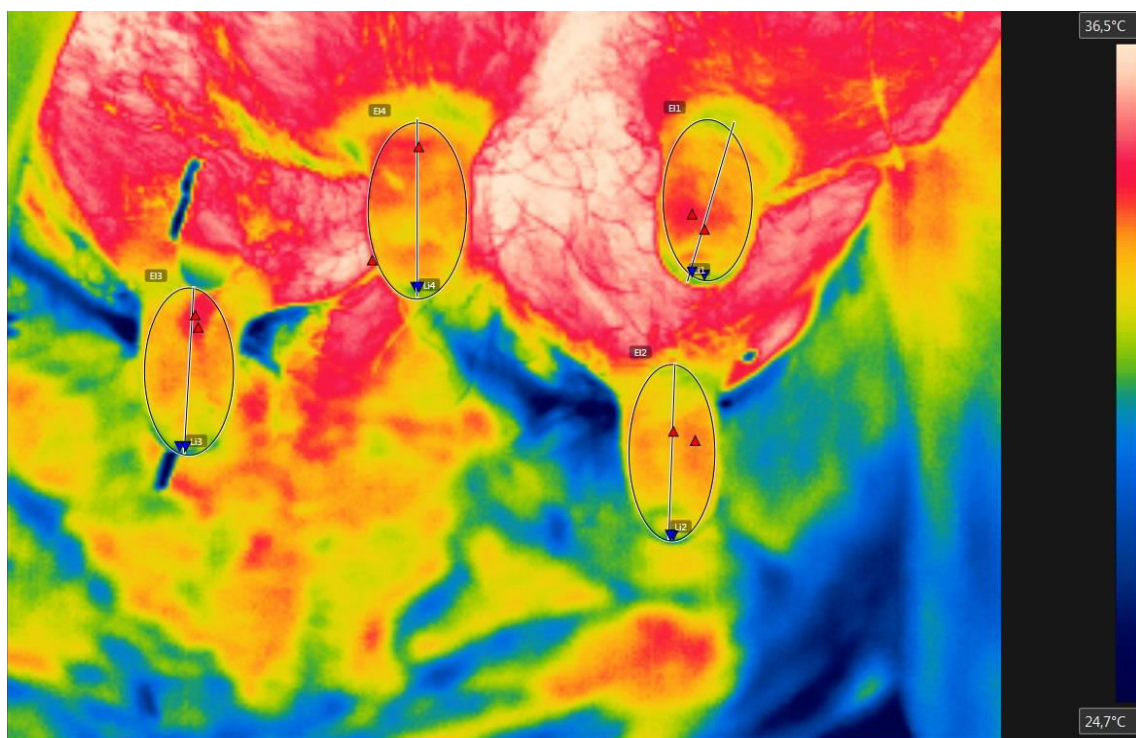
Proměnná	Korelace (Šitbořice 2015 rozdojování a dojení) Označ. korelace jsou významné na hlad. $p < 0,05000$ $N=712$ (Celé případy vynechány u ChD)			
	Dojení LP	Dojení PP	Dojení LZ	Dojení PZ
Rozdojení LP	0,144401	0,047544	0,042791	0,076485
Rozdojení PP	0,363028	0,458893	0,174906	0,126855
Rozdojení LZ	0,231582	0,156208	0,084240	0,134839
Rozdojení PZ	0,285180	0,301599	-0,0824	0,355248

5.5 Traumatizace struků

Při různých venkovních teplotách byla prováděna termovizní měření povrchových teplot struků dojníc na farmě Žabčice, kde probíhá dojení v dojárně ALFA LAVAL 2x14 side by side a na farmě Šitbořice, kde probíhá dojení pomocí čtyř dojících robotů Lely (2 ks Lely Astronaut A2 a 2 ks Lely Astronaut A4). Měření byla prováděna po příchodu dojnice na dojící stání, po provedení očištění struků a po sejmutí strukových násadců. U dojících robotů, kde se snímají strukové násadce jednotlivě, byly prováděny snímky po každém jednotlivém sejmutí.

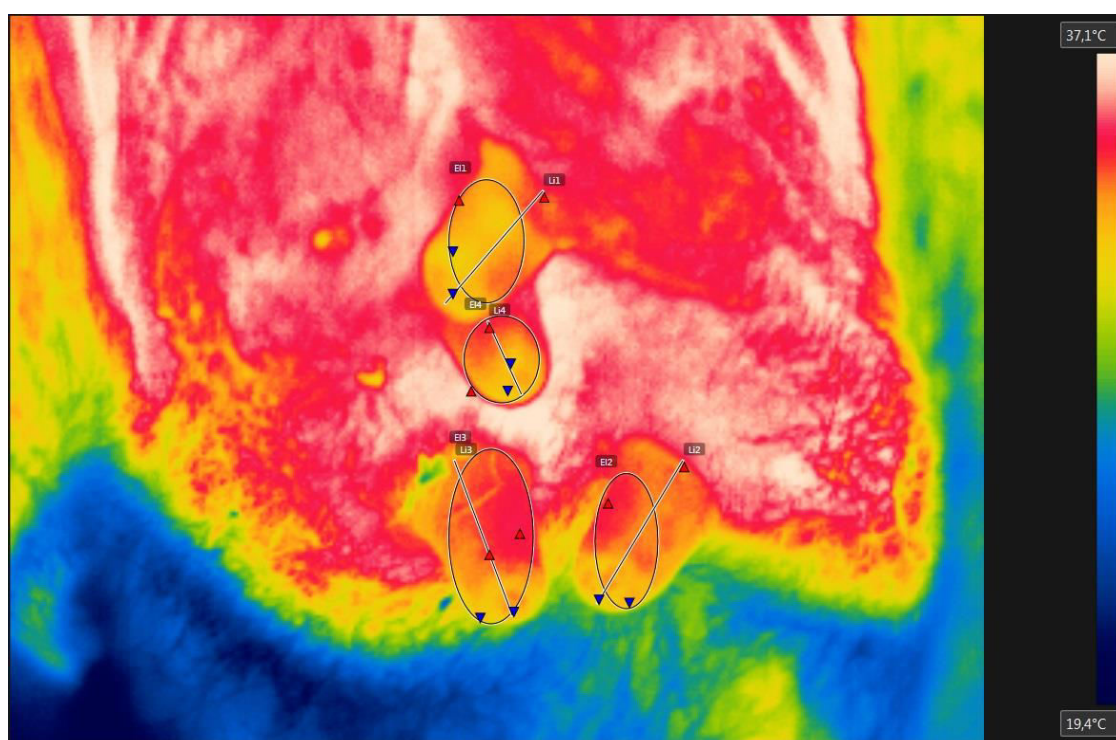
Vyhodnocení teplot na termovizním snímku je možno provést bodově nebo je možno určit průměrnou teplotu na zvolené úsečce či ploše. Úsečka může být libovolně dlouhá (je omezena jen velikostí snímku) a může být orientována v libovolném směru. Pokud se jedná o stanovení průměrné teploty na zvolené ploše, pak je možno použít dvě varianty. První možností je plocha ve tvaru čtverce nebo obdélníka a druhou variantou je plocha ve tvaru kruhu či elipsy ovšem s omezením, že hlavní osa může být na snímku orientována vodorovně nebo svisle. Nejvhodnějším tvarem je elipsa, u které je možno zvolit velikosti hlavní a vedlejší osy a tím dojde prakticky k pokrytí celé plochy povrchu struku na snímku (Obr. 16).

To ovšem platí pouze za předpokladu, že struk je na snímku přibližně ve svislém směru. Je-li struk na snímku šikmo, pak tímto způsobem nelze vybrat celou plochu struku (Obr. 17). Poloha a tvar elipsy nejsou jednoznačně dány. Elipsu je možno umístit blíže nebo dále od konce struku a je možno v určitém rozsahu měnit i velikost vedlejší osy. Každopádně je plochou elipsy pokryta výrazně menší část struku. Ve snaze vyhodnotit i snímky, kde jsou struky v jiné než svislé poloze a provést všechna měření stejným způsobem a se stejnou přesností, byly experimentálně ověřeny a vzájemně porovnány dva způsoby vyhodnocení termografických snímků. Byl to způsob měření průměrné teploty na ploše elipsy, která pokrývala struk a měření průměrné teploty na úsečce vedené po celé délce struku v jeho ose. Srovnání obou způsobů vyhodnocení přineslo překvapivě téměř stejné výsledky jen s malými odchylkami. Hodnoty jsou uvedeny v příloze 13 až 17.



Obr. 16 Vyhodnocení povrchové teploty struků pomocí eliptické plochy nebo úsečky

Zdroj: autor práce



Obr. 17 Vyhodnocení povrchové teploty struků u dojnice s atypickým postavením struků

Zdroj: autor práce

Vyhodnoceny byly tři soubory měření. Po příchodu na dojící stání po omytí struků a po dojení. Ve všech případech byl stanoven rozdíl průměrů jednotlivých způsobů vyhodnocení a proveden t-test, který měl prokázat, zda se jedná o statisticky odlišné soubory či nikoliv. Při porovnávání způsobů vyhodnocení termosnímků pořízených po příchodu na dojící stání bylo vyhodnoceno 42 dvojic naměřených hodnot. Průměrná teplota povrchu struku vypočtená z eliptických ploch byla 26,911 °C. Průměrná teplota zjištěná pomocí úseček byla 26,904 °C. Rozdíl průměru tedy činí pouze 0,007 °C a rozdíl není statisticky průkazný.

Při porovnávání způsobů vyhodnocení termosnímků pořízených po omytí struků bylo vyhodnoceno 33 dvojic naměřených hodnot. Průměrná teplota povrchu struku měřená pomocí eliptických ploch byla 27,901 °C. Průměrná teplota zjištěná pomocí úseček byla 27,837 °C. Rozdíl průměru tedy činí 0,064 °C a rozdíl není statisticky průkazný.

Při porovnávání způsobů vyhodnocení termosnímků pořízených bezprostředně po sejmutí strukových násadců bylo vyhodnoceno 43 dvojic naměřených hodnot. Průměrná teplota povrchu struku měřená pomocí eliptických ploch byla 33,449 °C. Průměrná teplota zjištěná pomocí úseček byla 33,374 °C. Rozdíl průměru tedy činí 0,075 °C a rozdíl není statisticky průkazný.

Vyhodnoceno bylo jedno ucelené měření s jedenácti dojnícemi a mělo být vyhodnoceno 44 struků. Různý počet vyhodnocených párů vyplývá ze skutečnosti, že ne všechny snímky jsou použitelné ať už z důvodu špatného nasměrování kamery nebo postavení dojnice, které neumožňuje zachytit požadovanou část vemene.

Ve všech případech byl zjištěn rozdíl průměrů menší než 0,1 °C a rozdíly nejsou statisticky průkazné. Na základě těchto zjištění by bylo možno termografické snímky vyhodnocovat pomocí průměrné teploty na úsečce vedené v ose struku. Pro použití této metody je však třeba provést další srovnávací měření, která by potvrdila správnost tohoto způsobu vyhodnocení. V této práci jsou použité výsledky na základě určení průměrné teploty na ploše ve tvaru elipsy. Z vyhodnocení proto byly vyřazeny snímky, na kterých jsou struky v poloze jiné než svislé, protože v tomto případě není možno vykryt převážnou část plochy struku elipsou.

5.5.1 Rozdíl průměrných teplot povrchu struků mezi farmou Žabčice a Šitbořice v závislosti na teplotě exteriéru a interiéru

Vyhodnoceny byly rozdíly povrchových teplot struků ΔT mezi farmou Žabčice a Šitbořice po příchodu na dojíací stání, po umytí struků a po skončení dojení při různých teplotách exteriéru a interiéru. Hodnoty jsou uvedeny v příloze 13 až 17 a výsledky jsou vyjádřeny v grafech 21 a 22.

Hodnoty byly získány dle vztahu 15:

$$\Delta T = T_{\check{z}} - T_{\check{s}} \quad [\text{K}] \quad (15)$$

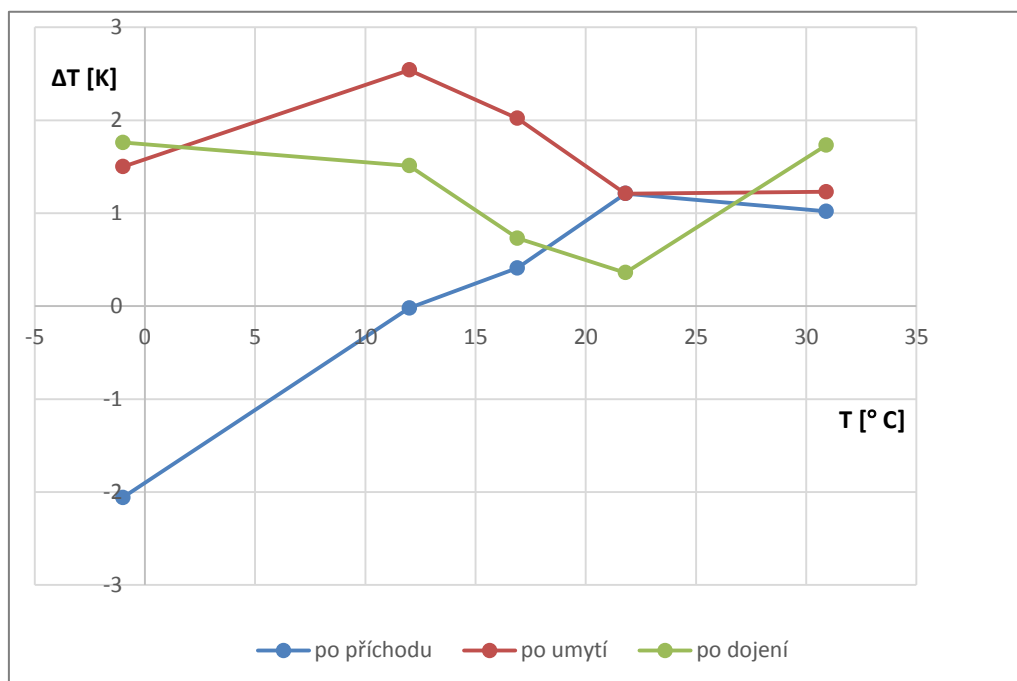
kde : $T_{\check{z}}$ - průměrná hodnota povrchových teplot struků na farmě Žabčice [$^{\circ}\text{C}$];

$T_{\check{s}}$ - průměrná hodnota povrchových teplot struků na farmě Šitbořice [$^{\circ}\text{C}$].

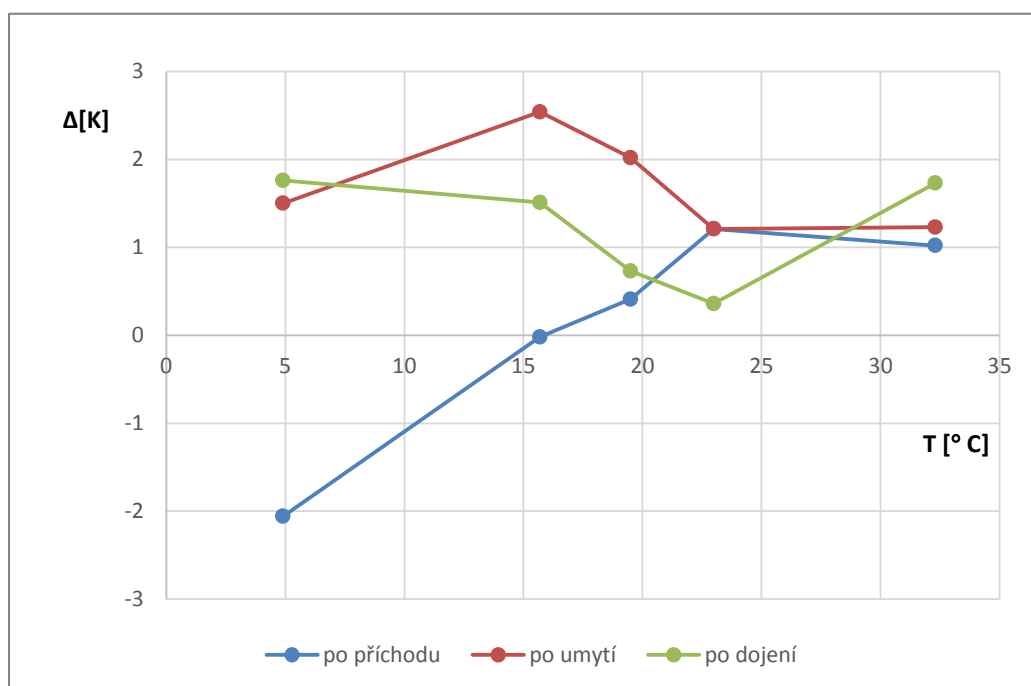
Z rovnice 15 vyplývá, že kladné hodnoty ΔT znamenají, že průměrná hodnota povrchových teplot struků na farmě Žabčice je vyšší než na farmě Šitbořice a naopak.

Rozdíl průměrných povrchových teplot struků po příchodu na dojíací stání pro průměrnou venkovní teplotu $-1,0^{\circ}\text{C}$ (Žabčice venkovní teplota $-1,3^{\circ}\text{C}$, vnitřní teplota $+4,5^{\circ}\text{C}$ a Šitbořice venkovní teplota $-0,8^{\circ}\text{C}$, vnitřní teplota $+5,8^{\circ}\text{C}$) má hodnotu zápornou, což znamená, že hodnota průměrné povrchové teploty struků byla v Šitbořicích vyšší než v Žabčicích. Rozdíl činí $-2,06\text{ K}$ a je pravděpodobně způsoben přeháněním krav do dojíárny otevřenými koridory, kde jsou zvířata vystavena venkovní teplotě. I když je rozdíl velký, není statisticky průkazný. Pro průměrnou venkovní teplotu $12,0^{\circ}\text{C}$ (Žabčice venkovní teplota $13,0^{\circ}\text{C}$, vnitřní teplota $15,1^{\circ}\text{C}$ a Šitbořice venkovní teplota $11,1^{\circ}\text{C}$, vnitřní teplota $16,3^{\circ}\text{C}$) má hodnotu přibližně rovnou nule, což znamená, že hodnoty z Žabčic a Šitbořic jsou si přibližně rovny. Pro další vyšší teploty exteriéru ($16,9^{\circ}\text{C}$, $21,8^{\circ}\text{C}$ a $30,9^{\circ}\text{C}$) nabývá hodnot kladných. Pro průměrnou venkovní teplotu $16,9^{\circ}\text{C}$ (Žabčice venkovní teplota $16,2^{\circ}\text{C}$, vnitřní teplota $18,9^{\circ}\text{C}$ a Šitbořice venkovní teplota $17,5^{\circ}\text{C}$, vnitřní teplota $20,1^{\circ}\text{C}$) činí rozdíl $0,41\text{ K}$ a je stejně jako hodnota pro $12,0^{\circ}\text{C}$ statisticky neprůkazný. Při průměrné hodnotě teploty exteriéru $21,8^{\circ}\text{C}$ (Žabčice venkovní teplota $22,1^{\circ}\text{C}$, vnitřní teplota $23,6^{\circ}\text{C}$ a Šitbořice venkovní teplota $21,5^{\circ}\text{C}$, vnitřní teplota $22,5^{\circ}\text{C}$) je rozdíl $1,21\text{ K}$ a je statisticky průkazný. Při průměrné hodnotě teploty exteriéru $30,9^{\circ}\text{C}$ (Žabčice

venkovní teplota 30,5 °C, vnitřní teplota 32,6 °C a Šitbořice venkovní teplota 31,2 °C, vnitřní teplota 31,7 °C) činí rozdíl 1,02 K a je rovněž statisticky průkazný.



Graf 21 Rozdíl průměrných teplot povrchu struků mezi farmou Žabčice a Šitbořice v závislosti na teplotě exteriéru



Graf 22 Rozdíl průměrných teplot povrchu struků mezi farmou Žabčice a Šitbořice v závislosti na teplotě interiéru

Rozdíl průměrných povrchových teplot struků po omytí nabývá pouze kladných hodnot a to v rozmezí 1,21 K až 2,54 K bez ohledu na rozdíl teplot po příchodu na dojící stání. To znamená, že hodnota průměrné povrchové teploty struků byla v Šitbořicích nižší než v Žabčicích. To může mít souvislost s odlišným způsobem mytí struků před dojením. Dojící robot využívá zvlhčených rotačních kartáčů, jejichž teplota je přibližně rovna teplotě prostředí. Vzhledem k tomu, že povrch je vlhký a dochází k odpařování vody z jejich povrchu, může v závislosti na rychlosti proudění vzduchu docházet k jejich ochlazování. Kdežto v dojárně v Žabčicích se provádí očištění struků ručně pomocí jednorázových zvlhčených papírových utěrek. Zde naopak může mít vliv teplota rukou dojiče, která může způsobit ohřívání povrchu struků a to zejména v zimním období, kdy je povrchová teplota struků dojnic po příchodu ze stáje nízká. Pouze hodnota pro venkovní teplotu -1 °C je statisticky neprůkazná a všechny ostatní jsou statisticky průkazné.

Asi nejdůležitější je vyhodnocení rozdílů teplot struků po dojení. Rovněž zde rozdíl průměrných povrchových teplot struků nabývá pouze kladných hodnot a to v rozmezí 0,36 K až 1,76 K. Konkrétně rozdíl průměrných povrchových teplot struků po dojení pro průměrnou venkovní teplotu -1,0 °C činí 1,76 K a je statisticky průkazný. Pro průměrnou venkovní teplotu 12,0 °C činí 1,51 K a je statisticky průkazný. Pro průměrnou venkovní teplotu 16,9 °C činí rozdíl 0,73 K a je statisticky průkazný. Nejmenší hodnota rozdílu teplot byla naměřena při průměrné venkovní teplotě 21,8 °C a činí 0,36 K. V tomto případě není rozdíl statisticky průkazný. Pro průměrnou venkovní teplotu 30,9 °C činí rozdíl 1,73 K a je statisticky průkazný. Vyšší hodnoty byly tedy naměřeny na dojárně v Žabčicích. Tuto skutečnost můžeme dát do souvislosti s větší traumatizací struků dojnic.

5.5.2 Změny průměrných teplot povrchu struků v průběhu dojení na farmách Žabčice a Šitbořice v závislosti na teplotě exteriéru a interiéru

Na rozdíl od předchozího vyhodnocení zde jsou porovnávány pouze velikosti změny povrchových teplot struků v důsledku procesu dojení bez ohledu na hodnoty teplot struků.

Hodnoty změny teploty struků v důsledku omytí ΔT_{OM} byly získány dle vztahu 16:

$$\Delta T_{OM} = T_2 - T_1 \quad [\text{K}] \quad (16)$$

kde: T_2 - průměrná hodnota povrchových teplot struků po omytí. [°C];

T_1 - průměrná hodnota povrchových teplot struků před omytím (po příchodu na dojíací stání) [$^{\circ}\text{C}$].

Z rovnice 16 vyplývá, že kladné hodnoty ΔT_{OM} znamenají, že průměrná hodnota povrchových teplot struků se omytím zvýšila a naopak.

Hodnoty změny teploty struků v důsledku dojení ΔT_{DO} byly získány dle vztahu 17:

$$\Delta T_{DO} = T_3 - T_2 \quad [\text{K}] \quad (17)$$

kde: T_3 - průměrná hodnota povrchových teplot struků po dojení [$^{\circ}\text{C}$];

T_2 - průměrná hodnota povrchových teplot struků před dojením = po omytí [$^{\circ}\text{C}$].

Z rovnice 17 vyplývá, že kladné hodnoty ΔT_{DO} znamenají, že průměrná hodnota povrchových teplot struků se dojením zvýšila a naopak.

Hodnoty celkové změny teploty struků od příchodu na dojíací stání po ukončení dojení ΔT_{CE} byly získány dle vztahu 18:

$$\Delta T_{CE} = T_3 - T_1 \quad [\text{K}] \quad (18)$$

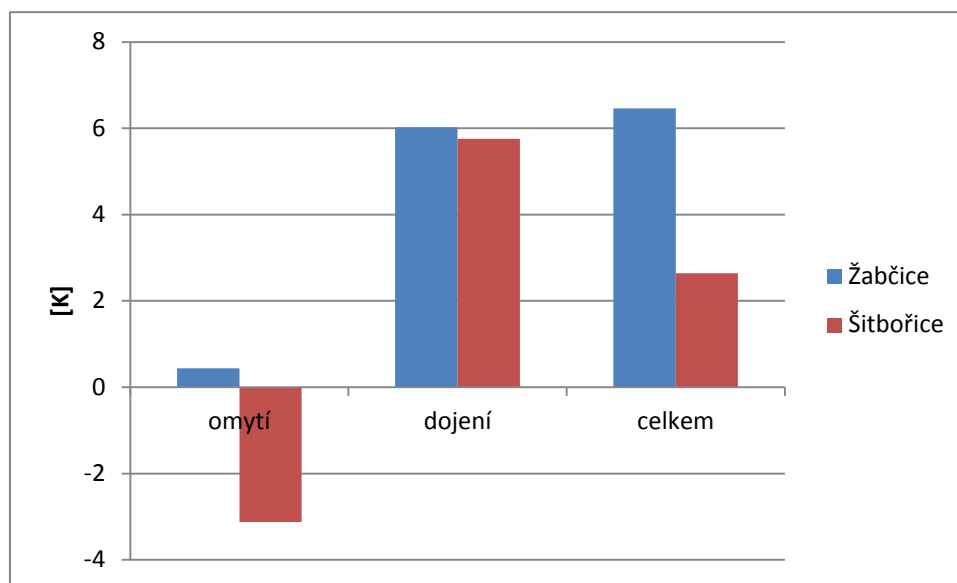
kde: T_3 - průměrná hodnota povrchových teplot struků po dojení [$^{\circ}\text{C}$];

T_1 - průměrná hodnota povrchových teplot struků před omytím (po příchodu na dojíací stání) [$^{\circ}\text{C}$].

Z rovnice 18 vyplývá, že kladné hodnoty ΔT_{CE} znamenají, že průměrná hodnota povrchových teplot struků se od příchodu na dojíací po ukončení dojení zvýšila a naopak.

Výsledky měření za různých podmínek okolního prostředí jsou znázorněny v následujících grafech.

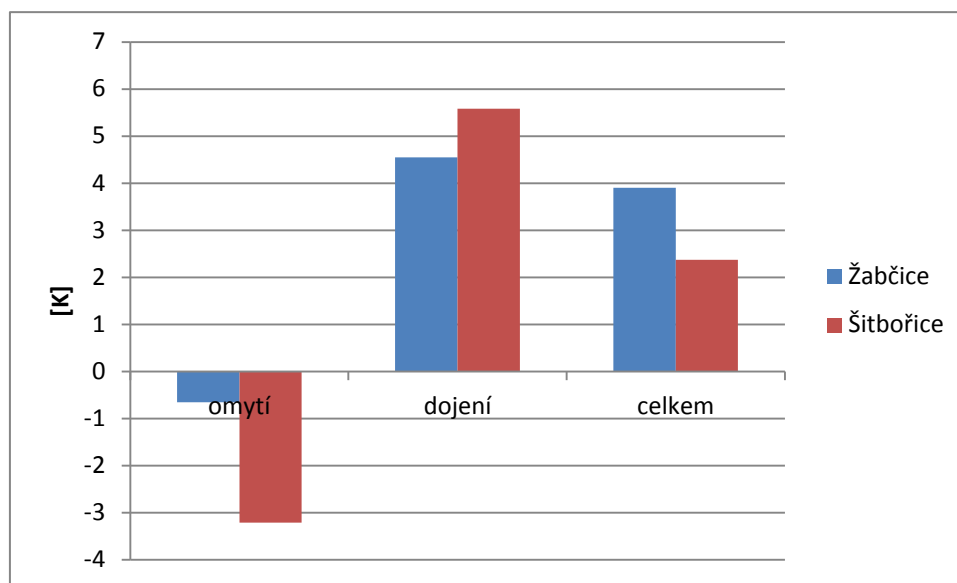
Při průměrné teplotě exteriéru -1°C (Graf 23) dochází omytím struků na farmě v Žabčicích k nárůstu povrchové teploty o 0,44 K. Na tento jev má pravděpodobně vliv teplota v dojírně, která je v zimním období výrazně vyšší než teplota ve stáji (12°C), kdežto na farmě v Šitbořicích je robot umístěn v prostoru stáje a teplota prostředí se nemění. Další souvislost lze spatřovat i v jiném způsobu omytí struků jak je popsáno v kapitole 5.5.1.



Graf 23 Změny povrchové teploty struků při průměrné teplotě exteriéru -1°C a průměrné teploty interiéru $4,9^{\circ}\text{C}$

Pokles teploty omytím struků na farmě v Šitbořicích činil 3,12 K a celkový rozdíl změny teploty mezi farmami tedy činí 3,56 K a tento rozdíl je statisticky průkazný. V průběhu dojení došlo k nárůstu teploty na obou farmách přibližně stejně. V Žabčicích činí 6,02 K a v Šitbořicích činí 5,76 K. Rozdíl mezi farmami je 0,26 K a není statisticky průkazný. Celková změna teploty od příchodu dojnice na dojící stání až po ukončení dojení v Žabčicích činí 6,46 K a v Šitbořicích činí 2,64 K. Rozdíl mezi farmami je 3,82 K a je statisticky průkazný.

Při průměrné teplotě exteriéru 12°C (Graf 24) došlo omytím struků na farmě v Žabčicích k poklesu povrchové teploty o 0,65 K. Pokles teploty omytím struků na farmě v Šitbořicích činil 3,21 K a celkový rozdíl změny teploty mezi farmami tedy činí 2,56 K a tento rozdíl je statisticky průkazný. Jen velmi nízký pokles teploty na farmě v Žabčicích lze zdůvodnit stejným způsobem jako v předchozím případě. V průběhu dojení došlo k nárůstu teploty v Žabčicích o 4,55 K a v Šitbořicích o 5,58 K. Rozdíl mezi farmami je 1,03 K a je statisticky průkazný. Celková změna teploty od příchodu dojnice na dojící stání až po ukončení dojení v Žabčicích činí 3,90 K a v Šitbořicích činí 2,37 K. Rozdíl mezi farmami je 1,53 K a je statisticky průkazný.

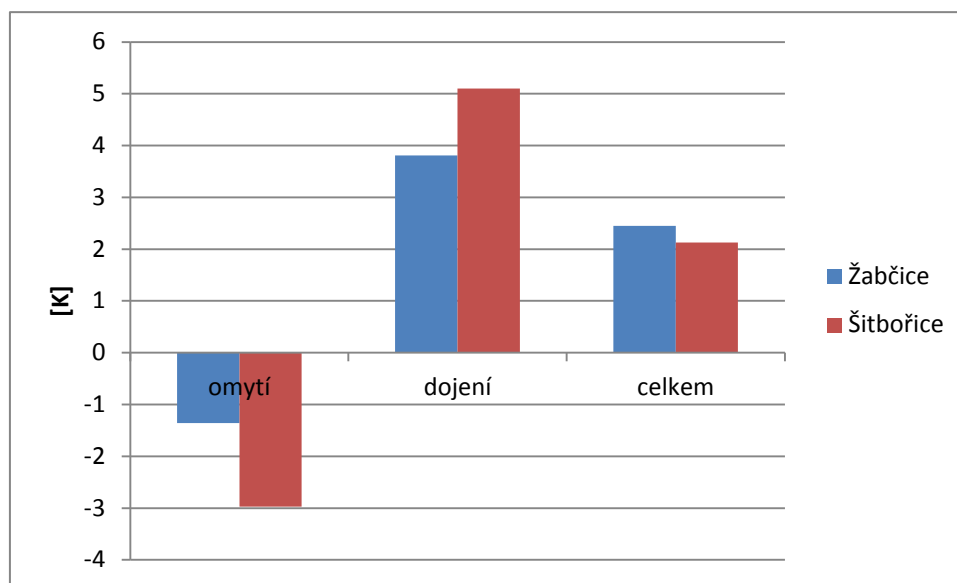


Graf 24 Změny povrchové teploty struků při průměrné teplotě exteriéru 12 °C a průměrné teploty interiéru 15,7 °C

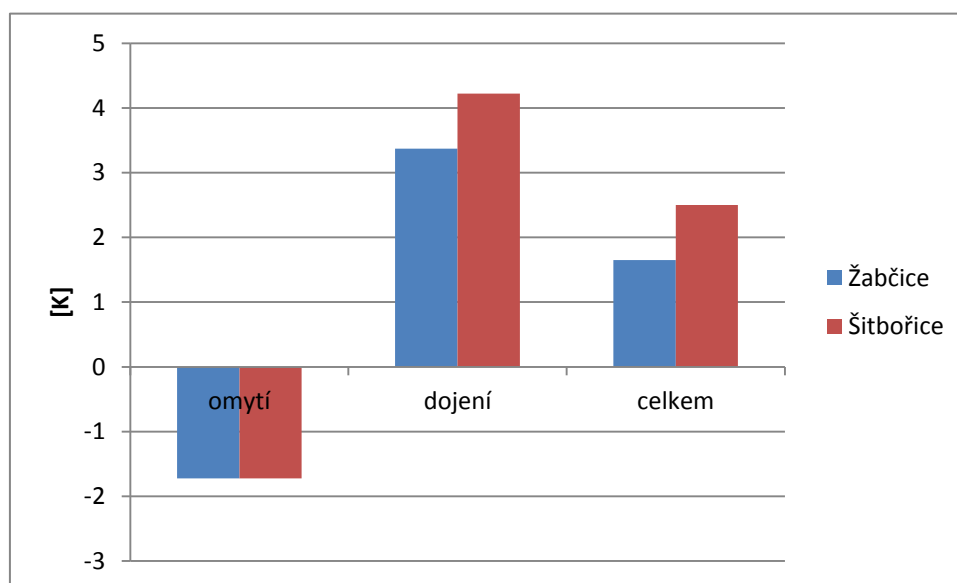
Při průměrné teplotě exteriéru 16,9 °C (Graf 25) došlo omytím struků na farmě v Žabčicích k poklesu povrchové teploty o 1,36 K a na farmě v Šitbořicích k poklesu povrchové teploty o 2,97 K a celkový rozdíl změny teploty mezi farmami tedy činí 1,61 K a tento rozdíl je statisticky průkazný. Nízký pokles teploty na farmě v Žabčicích lze zdůvodnit stejným způsobem jako v předchozích dvou případech. V průběhu dojení došlo k nárůstu teploty v Žabčicích o 3,81 K a v Šitbořicích o 5,10 K. Rozdíl mezi farmami je 1,29 K a je statisticky průkazný. Celková změna teploty od příchodu dojnice na dojíací stání až po ukončení dojení v Žabčicích činí 2,45 K a v Šitbořicích činí 2,13 K. Rozdíl mezi farmami je 0,32 K a není statisticky průkazný.

Při průměrné teplotě exteriéru 21,8 °C (Graf 26) došlo omytím struků na farmě v Žabčicích i v Šitbořicích ke stejnému poklesu povrchové teploty o 1,72 K. Při této teplotě prostředí došlo k vyrovnání teplotního účinku omytí struku na obou farmách.

V průběhu dojení došlo k nárůstu teploty v Žabčicích o 3,37 K a v Šitbořicích o 4,22 K. Rozdíl mezi farmami je 0,85 K a je statisticky průkazný. Celková změna teploty od příchodu dojnice na dojíací stání až po ukončení dojení v Žabčicích činí 1,65 K a v Šitbořicích činí 2,50 K. Rozdíl mezi farmami je 0,85 K a je statisticky průkazný. Jedná se o jediný statisticky průkazný případ, kdy celková změna teploty je na farmě v Šitbořicích vyšší než na farmě v Žabčicích.



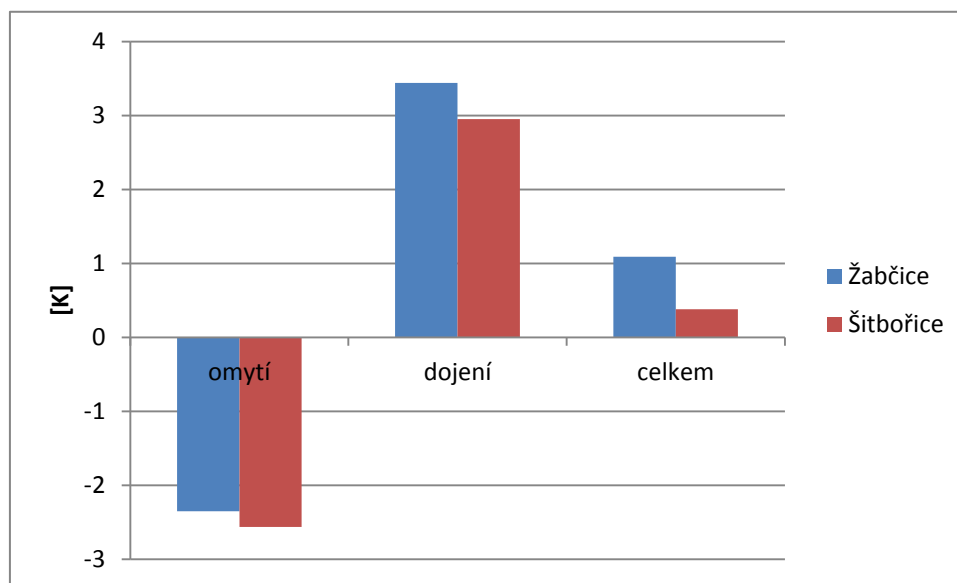
Graf 25 Změny povrchové teploty struků při průměrné teplotě exteriéru $16,9^{\circ}\text{C}$ a průměrné teploty interiéru $18,5^{\circ}\text{C}$



Graf 26 Změny povrchové teploty struků při průměrné teplotě exteriéru $21,8^{\circ}\text{C}$ a průměrné teploty interiéru $23,0^{\circ}\text{C}$

Při průměrné teplotě exteriéru $30,9^{\circ}\text{C}$ (Graf 27) došlo omytím struků na farmě v Žabčicích k poklesu povrchové teploty o 2,35 K a na farmě v Šitbořicích k poklesu povrchové teploty o 2,56 K a celkový rozdíl změny teploty mezi farmami tedy činí 0,21 K a tento rozdíl není statisticky průkazný. V průběhu dojení došlo k nárůstu teploty v Žabčicích o 3,44 K a v Šitbořicích o 2,95 K. Rozdíl mezi farmami je 0,49 K a není statisticky průkazný. Celková změna teploty od příchodu dojnice na dojicí stání až po ukončení dojení v Žabčicích činí

1,09 K a v Šitbořicích činí 0,38 K. Rozdíl mezi farmami je 0,71 K a je statisticky průkazný.

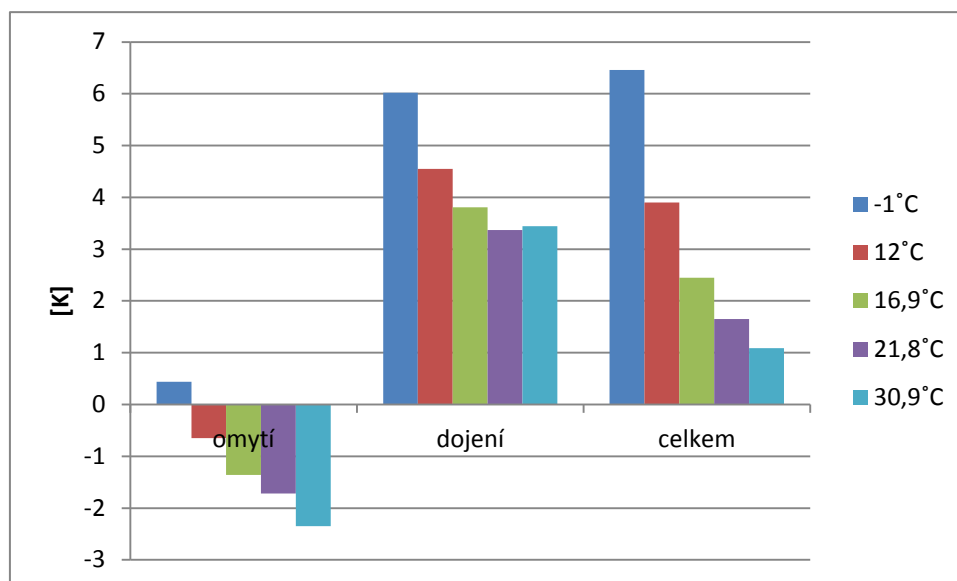


Graf 27 Změny povrchové teploty struků při průměrné teplotě exteriéru 30,9°C a průměrné teploty interiéru 32,2°C

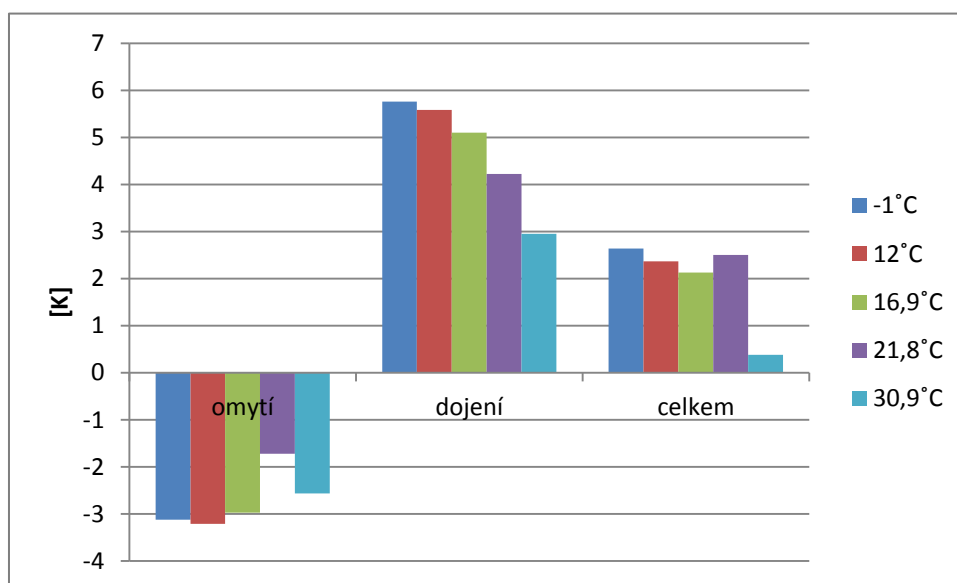
Celkový přehled změn povrchových teplot struků při robotizovaném a konvenčním dojení pro různé teploty exteriéru je znázorněn v grafech na grafech 28 a 29. Na základě těchto hodnot lze říci, že účinek omytí struků vykazuje u robotizovaného dojení stabilní hodnotu změny teploty, což je dáno vždy stejným postupem činnosti. U dojírny se účinek mění v závislosti na teplotě okolí a s rostoucí teplotou ochlazení struků roste.

Změna teploty při dojení má v obou případech sestupný charakter s rostoucí teplotou okolí, přičemž ve třech případech je průkazně vyšší změna teploty u robotizovaného dojení. Tento jev souvisí s tím, že struky byly při omytí výrazněji ochlazeny, tak že lze následně očekávat, že se dojením teplota výrazněji zvýší.

Asi největší vypovídací hodnotu má celková změna teploty. Konvenční způsob dojení v dojárně vykazuje výraznou závislost na teplotě okolí a ve většině případů nabývá hodnot průkazně vyšších než robotizované dojení. Pouze jedno měření vykázalo vyšší celkovou změnu teploty a to pouze o 0,85 K. Robotizované dojení vykazuje kromě jednoho měření stabilní hodnoty celkové změny teploty.



Graf 28 Souhrnný graf změn povrchových teplot struků při dojení v dojárně pro různé teploty exteriéru na farmě Žabčice



Graf 29 Souhrnný graf změn povrchových teplot struků při robotizovaném dojení pro různé teploty exteriéru na farmě Šitbořice

Zdravotní stav vemene a traumatizace struků dojníc byly zkoumány v studiích zahrnujících velké množství mléčných farem, které mají obě CMS a AMS, respektive, srovnání byly provedené mezi různými farmami před a po zavedení AMS.

Termoviznímu měření povrchových teplot vemene v průběhu strojního dojení se věnuje v České republice řada autorů už mnoha let.

Kejík a Mašková (1989) uvádějí výsledky měření povrchové teploty vemene za použití termovize. Povrchové teploty byly vyhodnoceny v závislosti na kvalitě různých typů strukových gum. Výsledky byly porovnány s teplotami vemene při sání telete. Autoři dospěli k závěru, že při použití strukových návleček je stuk namáhán a traumatizován pod tlakem, pryží, ze které je struková návlečka vyrobena a tvarem strukové návlečky. Průběh změn teploty na vemeni a struku při sání telete byl odlišný od průběhu teplot při strojním dojení. Celý struk byl rovnoměrně zahřátý a po skončení sání rovnoměrně chladl.

Vegricht a kol. (2007) sledovali vliv pěti různých dojicích zařízení, z toho 2 AMS, na teplotu struku, která byla snímána a vyhodnocována na hrotu, středu a bázi struku současně s povrchovou teplotou vemene vždy bezprostředně před nasazením dojicí soupravy a po jejím sejmutí. Zjistili, že průměrná teplota hrotu struku se po dojení zvyšuje prakticky u všech sledovaných dojicích zařízení ve srovnání s teplotou před dojením. Přitom průměrná teplota hrotu struku se vlivem dojicích zařízení v dojírnách zvýšila o 1,7 °C - 2,7 °C proti teplotě před dojením. Při dojení v AMS bylo zvýšení teploty hrotu struku menší a činilo jen 0,9 °C - 1,7 °C. Současně se přiměřeně zvýšila teplota ostatních částí mléčné žlázy. Bylo také zjištěno, že mezi jednotlivými dojicími zařízeními jsou rozdíly z hlediska jejich vlivu na teplotní změny mléčné žlázy. Závěry jsou porovnatelná se zahraničníma studii (Linčinskaja a kol. 2010; Paulrud a kol., 2005; Berry a kol., 2003) Schmidt a kol. (2004) dodávají tvrzení, že kravy s vyšší produkcí mléka mají také vyšší teplotu mléčné žlázy před a po dojení s porovnáním s nízko produkčními krávami.

Knížková a kol. (2011) sledovali změny teploty struku v závislosti na použitém dojicím systému. Rozdíly teplot struků před a po dojení činil v AMS staršího typu 2,36 °C, v AMS novějšího typu 1,62 °C a v tandemové dojírně 1,80 °C. Významný rozdíl byl zjištěn mezi starším a novějším typem AMS, ostatní rozdíly byly nesignifikantní. Autoři konstatovat, že novější typ AMS namáhal struky významně méně nežli starší typ a byl i nevýznamně lepší v porovnání s klasickou tandemovou dojírnou. Také dospěli k závěru, že dochází k významným rozdílům v teplotě struků v závislosti na sledované fázi laktace. U dojnic ve vrcholné fázi laktace způsobovalo dojení v robotu nižší traumatizaci struků v porovnání se struky dojnic v konečné fázi laktace. Celková doba vlastního dojení byla sice u dojnic ve vrcholné fázi delší (309 sekund vs. 265 sekund), avšak doba rozdojování byla významně vyšší u dojnic v konečné fázi laktace. V tom lze spatřovat příčinu vyšší zátěže struků u dojnic v této skupině. Rozdíl v teplotním stavu struků před a po dojení 1,47 °C u skupiny ve vrcholné fázi laktace a 2,17 °C u skupiny v konečné fázi laktace.

Z výsledků Gil a kol. (2013) vyplynulo, že kůže ustájených krav vystavených zvýšenému kolísání teploty vzduchu je více ohrožena podchlazením. To se projevilo především u veméně (rozdíl dosahoval 1,1 °C; $P < 0,01$) Teplota vemene se zvyšuje během dojení (Janeczek, a kol., 1995; Paulrud, a kol., 2005) a po dojení se stává kůže vemene velmi citlivá k podchlazení (Janeczek, a kol., 1995). Tato citlivost bývá větší především u dojnic v počáteční fázi laktace. Vemena vystavena podchlazení bezprostředně po dojení jsou navíc více náchylná k zánětům. Rozdíly v teplotě jednotlivých částí těla zaznamenali také jiní autoři. Vyšší teplotu na povrchu vemene zaznamenal např. také Kwaśnicki a kol. (2007). Tyto poznatky mohou pomoci chovatelům se zavedením preventivních opatření na zvýšení pohody chovaných zvířat a k dosažení lepších produkčních a zdravotních ukazatelů chovu.

ZÁVĚR

Cílem této disertační práce bylo ověření hypotézy, že způsob dojení má vliv na dojnice. Sledování zahrnovalo zjištění o produkci mléka, vlivu mikroklimatických podmínek na dojení, frekvenci návštěvnosti robota, na průměrnou dobu rozdojování a dojení a na míru traumatizace struků během procesu strojního dojení.

Byly pozorovány dvě velké skupiny krav ve stejné oblasti za přibližně stejných podmínek s odlišnými typy dojících systémů. Na farmě ŠZP Mendelovy univerzity v Brně v Žabčicích je instalován konvenční systém dojení (CMS) s dojírnou ALFA LAVAL 2x14 side by side. Podnik ZEMAX a. s. Šitbořice byl v pořadí druhým českým zemědělským podnikem, který v roce 2004 nainstaloval a zprovoznil 2 dojící roboty Lely Astronaut A2. V roce 2015 byla stáj doplněna o další dva dojící roboty Lely Astronaut A4.

Na základě provedených měření a výsledků lze konstatovat, že hypotéza byly potvrzená následujícími výsledky a sledování:

Z hodnocení produkce mléka mezi technologiemi CMS a AMS je zřejmé, že vyšší četnost návštěv AMS znamená vyšší celkový denní nádoj na 1 dojnici. Na farmě s CMS byl zjištěn vyšší nádoj na 1 dojení, ovšem denní nádoj byl nižší.

Průměrný nádoj na 1 dojnici a den byl v roce 2014 na farmě v Žabčicích 24,59 l a na farmě v Šitbořicích 25,92 l, v roce 2015 na farmě v Žabčicích 24,79 l a na farmě v Šitbořicích 28,48 l. Průměrný nádoj na 1 dojení byl v roce 2014 v Žabčicích 12,29 l a v Šitbořicích 9,85 l, v roce 2015 v Žabčicích 12,39 l a v Šitbořicích 10,68 l. Pomocí párového t-testu byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl mezi CMS a AMS na produkci mléka.

Se změnou klimatických podmínek se mnění množství dní, během kterých jsou krávy vystaveny tepelnému namáhání. Tepelný stres měl vliv na sníženou produkci mléka v letním období. Vliv tepelného stresu byl výraznější v roce 2015, neboť hodnota THI větší než 80 trvala mnohem déle. V tomtéž roce byly zaznamenány významné rozdíly na obou farmách. Bylo zjištěno, že snížená hodnota THI pod mezní hodnotu nevedla k okamžitému návratu do střední hodnoty dojivosti, ale měla zbytkový účinek

Dospěli jsme k závěru, že účinky tepelného stresu jsou menší při použití AMS, protože produkce mléka se po skončení tepelného stresu rychleji vrátila k průměrným hodnotám a produkce mléka v průběhu roku byla rovnoměrnější než u CMS.

Na farmě v Žabčicích jsou dojnice dojeny pokaždé 2krát denně, na farmě v Šitbořicích mohou dojnice přistupovat na dojící stání dle potřeby. V roce 2014 byl průměrný počet frekvencí 2,64 a v roce 2015 navštívili dojnice roboty průměrně 2,88krát. Byly zaznamenány statistické rozdíly mezi dojením v CMS a v AMS.

Ze sledování vyplývá, že v extrémních podmínkách klesá návštěvnost robota. Tím také dochází ke snížení užítkovosti a ekonomickým ztrátám. Vyšší četnost dojení totiž vede k vyšší užítkovosti. Návštěvnost byla nejvyšší v zimním období, s příchodem jara pozvolně klesá, na minimální hodnoty v létě a na podzim opětovně stoupá. Nižší letní frekvence souvisí s vlivem vysokých teplot a nízké relativní vlhkosti, dochází k tepelnému stresu dojnic a snížení jejich pohybové aktivity.

Délka doby rozdojování jednotlivých čtvrtí byla v AMS zjištěna v roce 2014 u LP 0:13 min., PP 0:14 min., LZ 0:16 min., PZ 0:15 min., v roce 2015 u LP 0:14 min., PP 0:14 min., LZ 0:16 min., PZ: 0:19 min. Byly zaznamenány statistické rozdíly mezi délkou rozdojování jednotlivých čtvrtí mezi oběma roky s výjimkou LZ. Na farmě v Žabčicích doba rozdojování nebyla evidována.

Délka doby dojení byla v CMS v obou sledovaných letech stejná, a to 5:02 min. Statistický rozdíl zde nebyl zaznamenán. V AMS byla v roce 2014 u LP 3:05 min., PP 3:03 min., LZ 3:53 min., PZ 3:47 min., v roce 2015 u LP 3:05 min., PP 3:28 min., LZ 4:45 min., PZ 4:29 min. Statistické rozdíly byly zaznamenány s výjimkou LP.

Při porovnávání délky rozdojování a dojení jednotlivých čtvrtí byl vyhodnocen delší časový interval k rozdojení a dojení zadních čtvrtí, což je dáno anatomickou stavbou vemene. Korelační analýza odhalila závislosti mezi délkou rozdojování a dojením ve všech čtvrtích, okrem LP v roce 2014. Také časový interval, který strávili dojnice v CMS a v AMS dojením se výrazně lišil, v roce 2014 o 29,68 % a v roce 2015 o 11,35 %.

Rozdíl průměrných povrchových teplot struků po příchodu na dojící stání pro průměrnou venkovní teplotu $-1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ měl hodnotu zápornou, což znamená, že hodnota průměrné povrchové teploty struků byla v Šitbořicích vyšší než v Žabčicích. Rozdíl činí $-2,06\text{ K}$ a byl pravděpodobně způsoben přeháněním krav do dojírny. Rozdíl nebyl statisticky průkazný. Pro průměrnou venkovní teplotu $12,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ má hodnotu přibližně rovnou nule, což znamená, že hodnoty z Žabčic a Šitbořic byly přibližně rovny. Pro další vyšší teploty exteriéru ($16,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, $21,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $30,9\text{ }^{\circ}\text{C}$) nabývá hodnot kladných.

Rozdíl průměrných povrchových teplot struků po omytí nabýval pouze kladných hodnot a to v rozmezí $1,21\text{ K}$ až $2,54\text{ K}$ bez ohledu na rozdíl teplot po příchodu na dojící stání. To znamená, že hodnota průměrné povrchové teploty struků byla v Šitbořicích nižší

než v Žabčicích. To může mít souvislost s odlišným způsobem mytí struků před dojením. Pouze hodnota pro venkovní teplotu $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ byla statisticky neprůkazná a všechny ostatní byly statisticky průkazné.

Rozdíl průměrných teplot struků po dojení nabýval pouze kladných hodnot a to v rozmezí 0,36 K až 1,76 K. Vyšší hodnoty byly tedy naměřeny na dojárně v Žabčicích. Tuto skutečnost můžeme dát do souvislosti s větší traumatizací struků dojnic.

Celková změna povrchové teploty struků v průběhu dojení u konvenčního způsobu dojení v dojárně vykazuje výraznou závislost na teplotě okolí a ve většině případů nabývá hodnot průkazně vyšších než robotizované dojení. Pouze jedno měření vykazalo vyšší celkovou změnu teploty u AMS a to pouze o 0,85 K. Robotizované dojení vykazuje kromě jednoho měření stabilní hodnoty celkové změny teploty. Tyto výsledky rovněž potvrzují menší traumatizaci struků dojnic použitím AMS.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- 1) AHMED, A.K. 1987. *Zum Verhalten von Saugkälbern an Kühen und am Tränkeautomaten*: disertační práce. Hohenheim: Universität Hohenheim, 78 s.
- 2) AKAM, D.N. - DODD, F.H. - QUICK, A.J. 1989. *Milking, milk production hygiene and udder health*. sv. 78. Rome: FAO, 1989. 119 s. ISBN 92-5-102661-0.
- 3) ANDĚL, J. 1985. *Matematická statistika*. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1985. 352 s.
- 4) ARMASTRONG, D.V. 1994. Heat stress interaction with shade and cooling. In *Journal of Dairy Science*, roč. 77, 1994, s. 2044-2050.
- 5) BACH, A. - BUSTO, I. - CARRE, X. 2004. *Udder stimulation without milking decreases milk production at the following milking but has no further consequences on milk production*. In Automatic Milking. A. Meijering, H. Hogeveen, C.J.A.M. de Koning. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2004, s. 476-479. ISBN 978-90-76998-38-1.
- 6) BEARDEN, H.J. - FUQUAY, J.W. - WILLARD, S.T. 2003. *Applied Animal Reproduction*. 6. vyd. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2003. 427 s. ISBN 978-0131128316.
- 7) BEKÉNYI, V. - GÁLIK, R. - KARAS, I. 2009. Effect thermic stress at milker on quantity and value assistance. In *Technika v technológiách agrošktořa 2009: zborník vedeckých prác zmedzinárodnej vedeckej konferencie konanej v roku 40. výročia Technickej fakulty pod záštitou dekana TF SPU v Nitre prof. Ing. Vladmířa Kročka, CS.c.*, s. 11-16.
- 8) BERRY R. J. - KENNEDY A.D. - SCOTT S.L. - KYLE B.L. - SCHAEFER A.L. 2003. Daily variation in the udder surface temperature of dairy cows measured by infrared thermography: Potential for mastitis detection. In *Canad. J. of Animal Science*, roč. 83, 2003, č. 4, s. 687-693.
- 9) BLATA, J. – JURASZEK, J. 2003. *Metody technické diagnostiky, teorie a praxe*. 1. vyd. Ostrava: Technická univerzita Ostrava, 2003. 133 s. ISBN 978-80-248-2997-5.
- 10) BLOWEY, R. - EDMONDSON, P. 2010. *Mastitis control in dairy herds*. 2. vyd. Wallingford: CABI publishing, 2010. 266 s. ISBN 978-1-84593-550-4.
- 11) BOULOC, N. - DERVISHI, V. - DELACROIX, J. 2003. Milking recording and automatic milking systems: simplification by reducing the daily time test from 24

- to 12 hours. In *Proceedings of 33rd ICAR session, Interlaken, Switzerland, 2003*, s. 1-8. ISBN 978-90-76998-16-9.
- 12) BOUŠKA, J. - DOLEŽAL, O. - JÍLEK, F. - KUDRNA V. - KVAPILÍK, J. - PŘIBYL, J. - RAJMON, R. - SEDMÍKOVÁ, M. - SKŘIVANOVÁ, M. - ŠLOSÁRKOVÁ, S. - TYROLOVÁ, Y. - VACEK, M. - ŽIŽLAVSKÝ, J. 2006. *Chov dojeného skotu*. 1. vyd. Praha: Profi Press, s.r.o., 2006. 186 s. ISBN 80-86726-16-9.
- 13) BROUČEK, J. - BOTTO, E. - ŠOCH, M. 2008. *Ochrana skotu, prasat a drůbeže proti vysokým teplotám*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 50 s., ISBN 978-80-7394-095-9.
- 14) BROUČEK, J. - MIHINA, Š. - RYBA, Š. - TONGEL, P. - KIŠAC, UHRINČAŤ, M. - HANUS, A. 2006. Effects of high air temperatures on milk efficiency in dairy cows. In: *Czech J. Anim. Sci.*, roč. 51, 2006, s. 93-101.
- 15) BROUČEK, J. - NOVÁK, P. - VOKŘÁLOVÁ, J. - ŠOCH, M. - KIŠAC, P. - UHRINČAŤ, M. 2009. Effect on high temperature on milk production of cows from free-stall housing with natural ventilation. In *Slovak J. Anim. Sci.*, roč. 42, 2009, s. 167-173.
- 16) BROUČEK, J. - UHRINČAŤ, M. - HANUS, A. - MIHINA, Š. 2001. Systémy odchovu teliat v období mliečnej výživy. In *Roľnícke noviny*, č. 158 z 16. 8. 2001, príloha Agrárne ozveny, s. 1-5.
- 17) BROUK, M.J. - SMITH, J. - ARMSTRONG, D. - VANBAALE, M. - BRAY, D. - HARNER, J. 2005. Combining air cooling and feedline soaking for heat abatement of lactating dairy cattle housed in north central Florida. In *J. Anim. Sci.*, roč. 88, 2005, č. 1, s. 504.
- 18) BROUK, M.J. - SMITH, J.F. - HARNER, J.P. 2003. Effect of utilizing evaporative cooling in tiestall dairy barns equipped with tunnel ventilation on respiration rates and body temperature of lactating dairy cattle. In *Fifth International Dairy Housing Proceedings of the 29-31 January 2003 Conference*. St. Joseph: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2003, s. 312-319.
- 19) BROUK, M.J., HARNER, J.P. - SMITH, J.F. - MILLER, W.F. - CVETKOVIC, B. 2004. Response of heat stressed dairy cattle to low-pressure soaking or high-pressure misting heat abatement systems. In *J. Dairy Sci.*, roč. 87, 2004, č. 1, s. 300.

- 20) BRYANT, J. R. - LÓPEZ-VILLALOBOS, N. - PRYCE, J.E. - HOLMES, C.W. - JOHNSON, D.L. 2007. Quantifying the effect of thermal environment on production traits in three breeds of dairy cattle in New Zealand. In *N. Z. J. Agric. Res.*, roč. 50, 2007, s. 327-338.
- 21) BÜNGER, A. - PASMAN, T. - BOHLSSEN, E. - REINHARDT, F. 2003. Transformation of AMS records to 24 hour equivalents. In *Proceedings of 33rd ICAR session, Interlaken, Switzerland*, 2003, s. 87-93. ISBN 978-90-76998-16-9.
- 22) CASTANEDA, C. A. - GAUGHAN, J.B. - SAKAGUCHI, Y. 2004. Relationships between climatic conditions and the behaviour of feedlot cattle. In *Anim. Production in Australia*, roč. 25, 2004, s. 33-36.
- 23) COUFALÍK, V. 2013. *Současné problémy v reprodukci skotu*. 1. vyd. Olomouc: Agriprint, 2013. s. 181, ISBN 978-80-87091-46-3.
- 24) CROWLEY, W. R. – ARMSTRONG, W. E. 1992. Neurochemical regulation of oxytocin secretion in lactation. In: *Endocrine reviews* [online], 1992, roč. 13, č. 1 [cit. 2016-16-05], s. 33-65.
Dostupní na: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1348224>>.
- 25) ČSÚ. 2016. Výsledky chovu skotu – 2. poletí 2015. [online]. Praha: ČSÚ, 2016 [cit. 2016-08-10]. 40 s. Dostupní na: <<http://www.czso.cz>, 8. 2. 2016>.
- 26) DAHL, G.E. - WALLACE, R.L. - SHANKS, R.D. - LUEKING, D. 2004. Hot Topic: Effects of Frequent Milking in Early Lactation on Milk Yield and Udder Health. In *Journal of Dairy Science*, 2004, roč. 87, č. 4, s. 882–885.
- 27) DAVÍDEK, J. 1999. Tepelný stres. In *Náš chov*, roč. 8, 1999, s. 41-42.
- 28) DAVIS, M. A. - REINEMANN, D.J. 2000. Milking Performance and Udder Health of Cows Milked Robotically and Conventionally. In *ASA Meeting Presentation*, Chicago, Illinois, USA.
- 29) DE KONIG, K. - VAN DER VORST, Y. - MEIJERING, A. 2002. Automatic milking experience and development in Europe. In *Proceedings of the first North American Conference on Robotic Milking*. Toronto, 2002, s. 1 – 11.
- 30) DE KONING, K. 2005. Automatic milking: lessons form an EU project. In TANČIN, V. - MIHINA, Š. - UHRINČAŤ, M. Physiological and technical aspects of machine milking : Proceedings of the international conference held in Nitra, Slovak Republic. Rome: ICAR, 2005. s. 83-93. ISBN 92-95014-07-3. ISSN 1563-2504.

- 31) DE KONING, K. 2010. Automatic milking: Management and milk quality. In *The future of the quarter individual milking : International workshop*. Postdam-Bornim: Leibniz-Institut für Agrartechnik, 2010. s. 81-98. ISSN 0947-7314.
- 32) DEVIR, S. - KETELAAR-DE LAUWERE, C.C. - NORDHUIZEN, J.P.T.M. 1999. The milking robot dairy farm management: operational performance characteristics and consequences. In *American Society of Agricultural Engineers*, roč. 42, 1999, s. 201-213.
- 33) DOLEJŠ, J. - TOUFAR, O. - KNÍŽEK, J. 1994. Vliv mikroklimatických podmínek v uzavřených stájích na užitkovost skotu. MZe ČR, Informační list, 01.01.16, 10/1994, 10 s.
- 34) DOLEJŠ, J. – TOUFAR, O. – KNÍŽEK, J. 2005. Limity možností pro omezení tepelného stresu u dojnic. In *Náš chov*, roč. 65, 2005, č. 7, s. P8–P12.
- 35) ENGEL, P.D. - HYDE, J. 2003. A Real Options Analysis of Automatic Milking Systems. In *Agricultural and Economics Review*, roč. 32, 2003, s. 282-295.
- 36) FIALA, O. 2013. Posouzení vlivu dojení dojícím automatem na vybrané parametry welfare dojnic: diplomová práce. 2013. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2013, 104 s.
- 37) FLEISCHER, P. - METZNER, M. - BEYERBACH, M. 2001. The relationship between milk yield and the incidence of some diseases in dairy cows. In *J. Dairy Sci.*, roč. 84, 2001, s. 2025-2035.
- 38) FRASER, A.F. - BROOM, D.M. 1990. *Farm animal behaviour and welfare*. 3. vyd. CAB International, Wallingford, Oxon, UK; New York, NY, USA, 1990. S. 256-265. ISBN 0851991602.
- 39) FRYČ, J. 2002. Větrání v objektech pro dojnice. In *Farmář*, roč. 3, 2002, s. 76-77.
- 40) GALESLOOT, P.J.B. – PEETERS, R. 2000. Estimation of 24-hour yields for milk, fat and protein based on data collected with an automatic milking system. In *Proceedings of 32nd ICAR session, Bled, Slovenia*, 2000, s. 147-153.
- 41) GAWORSKI, M. - LEOLA, A. 2014. Effect of technical and biological potential on dairy production development. In *Agronomy Research*, roč. 12, č. 1, s. 215-222.
- 42) GIL, Z. - ADAMCZYK, K. - ZAPLETAL, P. - FRELICH, J. - ŠLACHTA, M. - ANDREASIK, A. 2013. Impact of the location of the dairy cows in the barn on their body surface temperature. In *Journal of Central European Agriculture*, roč. 14, 2013, č. 3, s. 228-237.

- 43) GYGAX, L., NEUFFER I., KAUFMANN C., HAUSER R., WECHSLER B. 2007. Comparison of functional aspects in two automatic milking systems and auto-tandem milking parlors. In *J. Dairy Sci.*, roč. 90, 2007, s. 4265–4274.
- 44) HAFEZ, E.S.E. – HAFEZ, B. 2000. *Reproduction in Farm Animals*. 7. vyd. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2011, 509 s. ISBN 0-683-30577-8.
- 45) HAMPL, A. 1978. Mléčná žláza. In: ČOLLÁK, D. - HAMPL, A. - KLEIN, Z. - KLESNEROVÁ, R. *Morfologie hospodářských zvířat. Část II. Splachnologie, nauka o kůži a smyslové ústrojí*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. 1978, s. 106-124. KRESAN, J. 1979. Mliečna žlaza. In: KRESAN, J. - ČOLLÁK, D. - HAMPL, A. - MARVAN, F. - VERMEROVÁ, E. 1979. *Morfológia hospodárskych zvierat*. Bratislava: Príroda, 1979. s. 509-520.
- 46) HAUPTMAN, J. 1972. *Etologie hospodářských zvířat*. 1. vyd. Praha: SZN, 1972. s. 294.
- 47) HAVLÍK, V. 2007. Dojící roboty Lely Astronaut ve světě a v České republice. *Náš chov*, 2007, č. 1, s. 31-32.
- 48) HERING, P. - BUCEK, P. - HŘEBEN, F. - PYTLOUN, P. - PYTLOUN, J. - MATOUŠ, E. 2005. 100 let kontroly mléčné užitkovosti skotu v Čechách, na Moravě a ve Slezsku. 1. vyd. Praha: Českomoravská společnost chovatelů, 2005. 107 s. ISBN 80-239-5481-4.
- 49) HILLERTON, J.E. - PANKEY, J.W. - PANKEY, P. 2002. Effect of over-milking on teat condition. In *Journal of Dairy Research*, roč. 69, č. 1, s. 81-84.
- 50) HOGEVEEN H. - OUWELTJES W. - KONING C.J.A.M. - STELWAGEN K. 2001. Milking interval, milk-production and flow-rate in an automatic milking system. In *Livestock Production Science*, roč. 72, 2001, č. 1-2, s. 157-167.
- 51) HOLUB, A. 1969. *Fyziologie hospodářských zvířat*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1969. s. 673.
- 52) HUBA, J. – BRESTENSKÝ, V. – TANČIN, V. – POLÁK, P. – TOMKA, J. 2013. Chov hovädzieho dobytká. In: Tančín a kol.: *Chov hospodárskych zvierat v marginálnych oblastiach*. Nitra: Centrum výskumu živočíšnej výroby, 2013, s. 5-44. ISBN 978-80-89418-26-8.
- 53) HULSEN, J. - RODENBURG, J. 2008. *Robotic Milking*. Waterstraat: Roodbont Publishers, 2008, 52 s. ISBN 978-90-8740-043-9.

- 54) CHLOUPEK J. – SUCHÝ, P. 2008. *Mikroklimatická měření ve stájích pro hospodářská zvířata*. 1. vyd. Brno: Veterinární a farmaceutická fakulta Brno, 2008. 229 s.
- 55) IGONO, M.O. – BJOTVEDT, G. – SANFORDCRANE, H.T. 1992. Environmental profile and critical-temperature effects on milk- production of Holstein cows in desert climate. In *International Journal of Biometeorology*, roč. 36, 1992, s. 77-87.
- 56) JACOBS, J.A. - SIEGFORD, J.M. 2012. Invited review: The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behaviour, health and welfare. In *Journal of Dairy Science*, roč. 95, 2012, s. 2227-2247.
- 57) JACOBS, J.A. – SIEGFORD, J.M. 2012. The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behavior, health, and welfare. In *Journal of Dairy Science*, roč. 95, č. 5, s. 2227-2247.
- 58) JAHNKE, B. - WOLF, J. - WANGLER, A.: Trojí dojení v systému kontroly užitkovosti Mecklenburg-Vorpommern, 1999 (překlad J. Kvapilík).
- 59) JANEČZEK, W. - CHUDOBA-DROZDOWSKA, B. - SAMBORSKI, Z. - KUSZ, A. 1995. Skin temperature changes of the cow mammary gland and the heat flux from its surface before and after milking. In *Archivum Veterinarium Polonicum*, roč. 35, 1995, s. 35-44.
- 60) JELÍNEK, P. - KOUDELA, K. - DOSKOČIL, J. - ILLEK, J. - KOTRBÁČEK, V. - KOVÁŘŮ, F. - VALENT, M. 2003. *Fyziologie hospodářských zvířat*. 1. vyd. Brno: MZLU, 409 s. ISBN 80-7157-644-1.
- 61) JOKL, M. 2000. *Vlhkost vzduchu v interiéru budov: doporučený standard technický*. 1. vyd. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2000, s. 6
- 62) KADZERE, C.T - MURPHY, M.R. - SILANIKOVE, N. - MALTZ, E. 2002. Heat Stress in Lactating Dairy Cows: A Review. In *Livestock Production Science*, roč. 77, 2002, s. 59-91.
- 63) KASKOUS, S. - BRUCKMAIER, R.M. 2011. Best combination of prestimulation and latency period duration before cluster attachment for efficient oxytocin release and milk ejection in cows with low to high udder-filling levels. In *Journal of Dairy Research*, 2011, roč. 78, č. 1, s. 97-104.
- 64) KASTBERGER G. – STACHL, R. 2003. Infrared imaging technology and biological applications. In *Behav Res Methods Instrum Comput*. Roč. 35, 2003, s. 429-439.

- 65) KEJÍK, C. – MAŠKOVÁ, A. 1989. Termovizní měření povrchových teplot vemene v průběhu strojního dojení. In *Zemědělská technika*, roč. 35, 1989 č. 4, s. 225-230.
- 66) KELLY, A.L. - REID, S. - JOYCE, P. - MEANEY, W.J. - FOLEY, J. 1998. Effect of decreased milking frequency of cows in late lactation on milk somatic cell count, polymorphonuclear leucocyte numbers, composition and proteolytic activity. In *Journal of Dairy Research*, roč. 65, 1998, č. 3, s. 365-373.
- 67) KELTON, D.F. – RODENBURG, J. – HAND, K. 2001. Udder health and milk quality on Ontario dairy farms utilizing voluntary milking systems. In *Proc. 2nd Inter. Symp. on Mastitis and Milk Quality, Vancouver*, s. 410-414.
- 68) KIC, P. - BROŽ, V. 1995. *Tvorba stájového prostředí*. 1. vyd. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství České republiky, 1995. s. 47, ISBN 80-7105-106-3.
- 69) KIC, P. 2015. Criteria for optimization of milking parlour on dairy farm. In *14th International Scientific Conference on Engineering for Rural Development 2015 20.05.2015, Jelgava, Latvia*. Jelgava: Latvia University of Agriculture, 2015. s. 106-111.
- 70) KLEI, L.R. - LYNCH, J.M. - BARBANO, D.M. - OLTENACU, P.A. - LEDNOR, A.J. - BANDLER, D.K. 1997. Influence of Milking Three Times a Day on Milk Quality. In *Journal of Dairy Science*, roč. 80, 1997, č. 3, s. 427-436.
- 71) KLOPČIČ, M. - MALOVRH, Š. - GORJANC, G. – KOVAČ, M. - OSTERC, J. 2003. Prediction of daily milk fat and protein content using alternating (AT) recording scheme. In *Czech J. Anim. Sci.*, roč. 48, 2003, č. 11, s. 449-458.
- 72) KLUNGEL, G.H. – SLAGHUIS, B. – HOGEVEEN, H. 2000. The effect of the introduction of automatic milking systems on milk quality. In *J. Dairy Sci.*, roč. 83, 2000, s. 1998-2003.
- 73) KNIŽKOVÁ I. - KUNC P. - KOUBKOVA M. - FLUSSER J. - DOLEZAL O. 2002. Evaluation of naturally ventilated dairy barn management by a thermographic method. In *Livestock Production Science*, roč. 77, 2002, s. 349-353.
- 74) KNIŽKOVÁ, I. - KNIŽEK, J. 1995. Termoregulace a adaptační schopnosti skotu. In *Náš chov*, roč. 6, 1995, s. 28.
- 75) KNIŽKOVÁ, I. – KUNC, P. 2000. Letní hrozba pro skot–stres z horka. In *Farmář*, č. 7-8, 2000, s. 72-73.

- 76) KNÍŽKOVÁ, I. - KUNC, P. - PŘIKRYL, M. - MALOUN, J. - JIROUTOVÁ, P. - STANĚK, S. - MALAŤÁK, J. *Automatické dojící systémy. Vybrané faktory ovlivňující proces robotizovaného dojení: certifikovaná metodika*. Praha Uhřetěves: VÚŽV v.v.i., 2011. 22 s. ISBN 978-80-7403-085-7.
- 77) KÖHN, F. – KÖNIG, S. – GAULY, M. 2007. Influence of milk production traits and genetic effects on milking frequency in automatic milking system. In *Züchtungskunde*, roč. 79, 2007, č. 4, s. 287–297.
- 78) KRUIP, T.A.M. - MORICE, H. - ROBERT, M., - OUWELTJES, W. 2002. Robotic milking and its effect on fertility and cell counts. In *J. Dairy Sci.*, roč. 85, 2002, s. 2576-2581.
- 79) KUNC, P. - KNÍŽKOVÁ, I. - DOLEŽAL, O. - KNÍŽEK, J. - NĚMEČKOVÁ, J. 2004. Metodické listy. Správná rutina dojení v dojárnách. Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby, 2004, 8 s. ISBN 80-86454-54-1.
- 80) KUNC, P. - KNÍŽKOVÁ, I. - PŘIKRYL, M. - MALOUN, I. 2007. Infrared thermography as a tool to study the milking process: a review. In *Agricultura Tropica et Subtropica*, roč. 40, 2007, č. 1, s. 29-32.
- 81) KUNC, P. - KNÍŽKOVÁ, I. - MALOUN, J. - PŘIKRYL, M. 2006. Zátěž struků dojením zezadu a z boku. In *Den mléka 2006*. Praha: ČZU, 2006, s. 72-73.
- 82) KURSA, J. 1998. *Zoohygiena a prevence chorob hospodářských zvířat*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 1998. 200 s.
- 83) KVAPILÍK, J. 2005. *Automatizované dojení krav (dojící roboty). Dosavadní poznatky a názory*. Praha: VÚŽV Praha-Uhřetěves, ČMSCHa.s. Praha, 2005, 59 s., ISBN 80-86454-58-4.
- 84) KWAŚNICKI, R. - DOBICKI, A. - ZACHWIEJA, A. - NOWAKOWSKI, P. 2007. Interrelationship between thermal imaging data and dairy traits in Red-and-White cows. In *Biotechnology in Animal Husbandry*, roč. 23, 2007, s. 277-282.
- 85) LAURS A. - PRIEKULIS J. - PURIŅŠ M. 2009. Studies of Operating Parameters in Milking Robots. In *Proceedings of the 8th International Scientific Conference "Engineering for Rural Development"*, Jelgava: LLU, s. 38-42.
- 86) LAURS, A. - PRIEKULIS, J. - ZUJS, V. - SALIŅŠ, A. 2008. Milking frequency in milking robots with feed first cow traffic. In *Engineering for Rural Development*, roč. 29, 2008, s. 275-278.
- 87) LAZENBY, D. - BOHLSSEN, E. - HAND, K.J. - KELTON, D.F. - MIGLIOR, F. - LISSEMORE, K.D. 2003. Methods to estimate 24-hour yields for milk, fat and

- protein in robotic milking herds. In *Proceedings of 33rd ICAR session, Interlaken, Switzerland*, 2003. s. 65-71. ISBN 978-90-76998-16-9.
- 88) LIN, J.C. - MOSS, B.R. - KOON, J.L. - FLOOD, C.A. - SMITH, R.C. - CUMMINS, K.A. - COLEMAN, D.A. 1998. Comparison of various fan, sprinkler, and mister systems in reducing heat stress in dairy cows. In *Applied Engineering in Agriculture*, roč. 14, 1998, s. 177-182.
- 89) LINČINSKAJA, A.K. - BARKOVA, A.S. - KOLČINA, A.F. 2010. Перспективы применения инфракрасной термографии в исследовании молочной железы коров. In: *Аграрный вестник Урала*, roč. 75, 2010, č. 9-10, s. 32-34.
- 90) LIND, O. - IPEMA, A.H. - DE KONIG, C. - MOTTRAM, T.T. - HERMANN, H.J. 2000. Automatic Milking. In *Automatic Milking, Bulletin of the IDF 348*, 2000, s. 3-14.
- 91) LIU, Z. - REENTS, R. - REINHARDT, F.T. - KUWAN, K. 2000. Approaches to estimating daily yield from single milk testing schemes and use of a.m.-p.m.records in test-day model genetic evaluation in dairy cattle. In *J. Dairy Sci.*, roč. 83, 2000, s. 2672-2682.
- 92) LOUČKA, R. 1995. Výživa dojnic při vysokých teplotách. In *Náš chov*, roč. 8, 1995, s. 17.
- 93) LOUDA, F. - KRATOCHVÍL, L. - MOTYČKA, J. - PYTLOUN, J. 1994. Základy chovu mléčných plemen skotu. Praha: Institut výchovy a vzdělání ministerstva zemědělství v ČR, 1994. 35 s. ISBN 80-7105-070-9.
- 94) LOUDA, F. 1999. Chov skotu (přednášky). 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze a ISV Praha, 1999. 186 s. ISBN 978-8021305427.
- 95) MACHÁLEK, A. - ŠIMON, J. 2012. Audiostimulace dojnic k návštěvě robota. In *AgritechScience*, 2012, roč. 6, č. 2, s. 1-6 [cit. 2016-07-06]. Dostupní na: <<http://www.agritech.cz/clanky/2012-2-5.pdf>>.
- 96) MACHÁLEK, A. - ŠIMON, J. - FABIANOVÁ, M. - VEJCHAR, D. - VEGRICHT, J. - ŠOCH, M. - VOŘÍŠKOVÁ, J. - MARŠÁLEK, M. - HAVLÍK, V. 2011. *Analýza a metodika hodnocení interakcí systému člověk - zvíře - robot na farmách dojnic: certifikovaná metodika*. 1. vyd. Praha: VÚZT, 2011. 49 s. ISBN 978-80-86884-63-9.
- 97) MACHÁLEK, A. 2009. Roboty na Českých farmách. *Náš chov*, 2009, č. 12, s. 13-14.

- 98) MIHINA, Š., KOVALČIK, K. 1987. Reakcia dojníc na zmenu podtlaku dojacieho stroja. In *Agriculture*, 1987. roč. 33, č. 8, s. 785-792.
- 99) NAJBRT, R. – BEDNÁŘ, K. – ČERVENÝ, Č. – KAMAN, J. – MIKYSKA, E. – ŠTARHA, O. 1982. *Veterinární anatomie*. 1. vyd. Praha: SZN, 1982. s. 596. ISBN 07-006-82.
- 100) NEIJENHUIS, F. – HEINEN, J.W.G. – HOGEVEEN, H. 2008. Research protocol on risk factors for udder health on automatic milking farms. In Lam, T.J.G.M. *Mastitis Control – From Science to Practice*. Wageningen:Wageningen Academic Publishers, 2008, s. 369. ISBN 978-90-8686-085-2.
- 101) NEIJENHUIS, F., KLUNGEL, HOGEVEEN H. 2001. Recovery of cow teats after milking as determined by ultrasonographic scanning. In *Journal of Dairy Science*, roč. 84, 2001, s. 2599-2606.
- 102) NOVÁK, P. - ODEHNAL, J. - ZABLOUDIL, F. - ŠOCH, M. 2001. Vliv klimatických extrémů na produkci hospodářských zvířat. In *Bioklimatologické pracovní dny 2001 "Extrémy prostredia (počasia) - limitujúce faktory bioklimatických procesov"*. Medzinárodná vedecká konferencia. Račková dolina, [CD-ROM]. Nitra: SPU, 2001, s. 4. ISBN 80-7137-910-7.
- 103) ÖSTERMAN, S. - BERTILSSON, J. 2003. Extended calving interval in combination with milking two or three times per day: effects on milk production and milk composition. In *Livestock Production Science*, 2003, roč. 82, č. 2–3, s. 139–149.
- 104) *Oxytocin* [s.a.] [online] [cit.2015-09-12]. Dostupní na: <<http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.388434.html>>.
- 105) PAULRUD, C.O. – CLAUSEN, S. - ANDERSEN P.E. – RASMUSSEN, M. 2005. Infrared Thermography and Ultrasonography to Indirectly Monitor the Influence of Liner Type and Overmilking on Teat Tissue Recovery. In *Acta vet. Scand.*, roč. 46, 2005, č. 3, s. 137-147.
- 106) PETTERSSON, G. - SVENNERSTEN-SJAUNJA, K. - KNIGHT, C.H. 2011. Relationships between milking frequency, lactation persistency and milk yield in Swedish Red heifers and cows milked in a voluntary attendance automatic milking system. In *Journal of Dairy Research*, roč. 78, 2011, č. 3, s. 379-384.
- 107) PORZIG, E. - SAMBRAUS, H.H. 1991. *Nahrungsaufnahmeverhalten landwirtschaftlicher Nutztiere*. Berlin: German Landwirtschaftsverlag, 1991. 404 s. ISBN 978-3331005272.

- 108) PRESCOTT, N.B. - MOTTRAM, T.T. - WEBSTER, A.J.F. 1998. Relative motivations of dairy cows to be milked or fed in a Y-maze and an automatic milking system. *Appl. In Animal Behaviour Science*, roč. 57, č. 1-2, s. 23-33.
- 109) PRIEKULIS, J. - LAURS, A. 2012. Research in automatic milking system capacity. In *11th International Scientific Conference ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT*. Jelgava: Latvia University of Agriculture, 2012, s. 47-51.
- 110) PŘIKRYL, M. - ČÍŽEK, M. 2000. Robotizace procesu dojení. [online] [cit. 2016-06-29]. Dostupní na: <http://www.agris.cz/venkov/robotizace-procesu-dojeni?id_a=109566>.
- 111) PŘIKRYL, M. 1997. Technologická zařízení staveb živočišné výroby. 1. vyd. Praha: Tempo Press, 1997. 276 s. ISBN 80-901052-0-3.
- 112) PŘIKRYL, M. 2003. Automatický systém dojení Lely Astronaut - nový způsob managementu farem pro chov dojnic. In *Agro magazín*, 2003, č. 8, s. 88-91.
- 113) RABOLD, K. – ACHSEN, T. – HASCHKA, J. 2002. Melken 2002. Sicherung der Milchqualität. Lehrbuch für Landwirte. DeLaval, Hamburg, 130 s..
- 114) RASMUSSEN, M.D. - BENNEDSGAARD, T.W. - PEDERSEN, L.H. 2007. Changes in quarter yield and milking frequency during clinical mastitis. In *Proceedings NMC 46th Annual Meeting*. s. 214-215.
- 115) RASMUSSEN, M.D. - BLOM, J.Y. - NIELSEN, L.A.H. - JUSTESEN, P. 2001. Udder health of cows milked automatically. In *Livestock Production Science*, roč. 72, 2001, č. 1-2, s. 147-156.
- 116) RASMUSSEN, M.D. - MAYNTZ, M. 1998. Pressure in the teat cistern and mouth of the calf during suckling. In *Journal of Dairy Research*, roč. 65, č. 4, s. 685-692.
- 117) RAVAGNOLO, O. - MISZTAL, I. 2000. Genetic component of heat stress in dairy cattle, parameter estimation. In *J. Dairy Sci.*, roč. 83, 2000, s. 2126–2130.
- 118) REECE, W. O. *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat*. 2011. 2. rozš. vyd. Přeložil Jiří CIBULKA. Praha: Grada, 2011, 473 s. ISBN 978-80-247-3282-4.
- 119) ROSENBERGER, E. - GÖTZ, K. U. - DODENHOFF, J. 2004. Überprüfung der Zuchtstrategie beim Fleckvieh. LfL, 71 S. Grub 2004.
- 120) ROSSING, W. - HOGEWERF, P.H. 1997. State of the art of automatic milking systems. *Computers anti Electronics in Agriculture*, roč. 17, 1997, č. 1, s. 1-17.

- 121) ROTZ, C.A. - COINER, C.U. - SODER, K.J. 2003. Automatic milking systems, farm size, and milk production. In *Journal of Dairy Science*, roč. 86, 2003, č. 12, s. 4167–4177.
- 122) SHARMA, A.K. - RODRIGUEZ, L.A. - MEKONNEN, G. - WILCOX, C.J. - BACHMAN, K.C. - COLLIER, R.J. 1983. Climatological and genetic effects on milk composition and yield. In *Journal of Dairy Science*, roč. 66, 1983, s. 119-126.
- 123) SHIELDS, S.L. - REZAMAND, P. - SEVIER, D.L. - SEO, S.K. - PRICE, W. - MCGUIRER, M.A. 2010. Effects of increased milking frequency for the first 21 days postpartum on selected measures of mammary gland health, milk yield and milk composition. In *Journal of Dairy Research*, roč. 78, 2010, č. 3, s. 301–307.
- 124) SHOCK, D.A. - LEBLANC, S.J. - LESLIE, K.E - HAND, K. - GODKIN, M.A. - COE, J.B. - KELTON, D.F. 2016. Studying the relationship between on-farm environmental conditions and local meteorological station data during the summer. In: *Journal of Dairy Science*, roč. 99, 2016, s. 2169-2179.
- 125) SCHMIDT, S. - BOWERS, S. - DICKERSON, T. - GRAVES, K. - WILLARD, S. 2004. Assessments of udder temperature gradients pre- and post-milking relative to milk production in Holstein cows as determined by digital infrared thermography. In *J. Anim. Sci.*, roč. 82, 2004, č. 1, s. 460.
- 126) SMITH, J.W. - ELY, L.O. - GRAVES, W.M. - GILSON, W.D. (2002). Effect of milking frequency on DHI performance measures. In *Journal of Dairy Science*, roč. 85, 2002, č. 12, s. 3526–3533.
- 127) SPAIN, J.N. - SPIERS, D.E. 1998. Effects of fan cooling on thermoregulatory responses of lactating dairy cattle. In *4th Intern. Dairy Housing Conf.* St. Louis: Am. Soc. Agric. Eng., 1998, s. 232 – 238.
- 128) SPAIN, J.N. - ZULOVICH, J. - HARDIN, D.K. 1997. Heat stress on a commercial dairy farm: an economic evaluation of cooling. In *Livestock environment*, roč. 2, 1997, s. 1997: 936-941
- 129) SPERONI, M. - PIRLO, G. - LOLLI, S. 2006. Effect of automatic milking systems on milk yield in a hot environment. In *J. Dairy Sci.*, roč. 89, 2006, s. 4687-4693.
- 130) SPOLDERS, M. 2002. Effekte eines automatischen Systems des Milchenzugs („Melkrobo-ter“) auf Futteraufnahme, -rhythmik, Kau- und Wiederkauaktivität sowie stoffwechsel- und leistungsbiologische Zusammenhänge

- bei Hochleistungskühen im Vergleich zum herkömmlichen Melksystem. Diss., Tierärztliche Hochschule Hannover, 170 s.
- 131) ST-PIERRE, N.R., COBANOV, B., SCHNITKEY, G. 2003. Economic Loss from Heat Stress by US Livestock Industries. In *Journal of Dairy Science*, roč. 86, 2003, s. E52-E77.
- 132) SUCHÁNEK, B. - KLÍČNÍK, V. 1973. Mléčná žláza, tvorba a složení mléka. In: SUCHÁNEK, B. :*Zvyšování produkce mléka*. Praha: SZN, 1973, s. 20-67.
- 133) ŠEFROVÁ, J. - ZINK, V. 2016. Správná technika dojení využitelná i v podmínkách malochovu. In *Agropress*, 2016. [cit. 2016-03-04]. Dostupní na: <<http://agropress.cz/spravna-technika-dojeni-vyuzitelna-i-v-podminkach-malochovu/>>.
- 134) *Školní zemědělský podnik Žabčice* [SZP MENDELU] [online] [cit.2015-09-12]. Dostupní na: <<http://szp.mendelu.cz/26435-pracoviste-zabcice>>.
- 135) ŠOCH, M. - BASÍK, M. - NOVÁK, P. - VRÁBLÍKOVÁ, J. 2003. Vliv relativní vlhkosti vzduchu a ochlazovací hodnoty prostředí na mléčnou produkci krav. In Šiška, B. – Bukovčanová, I. *Functions of energy and water balances in bioclimatological systems*. Bratislava, 46 s. ISBN 80-8069-244-0.
- 136) ŠOCH, M. - NOVÁK, P. - KRATOCHVÍL, P. - TRÁVNÍČEK, J. 1999. Výdej vody výparem z organismu telat ve vztahu k vybraným parametrům stájového prostředí. In *Acta horticulturae et regiotecturae*, 1999, s. 179-181.
- 137) ŠOCH, M. - NOVÁK, P. - ŘEHOUT, V. - VRÁBLÍKOVÁ, J. - TRÁVNÍČEK, J. - MATOUŠKOVÁ, E. 2000. Welfare hospodářských zvířat. In *Ochrana zvířat a welfare 2000*, s. 99-102, ISSN – 1212-558X.
- 138) ŠOCH, M. 2005. *Vliv prostředí na vybrané ukazatele pohody skotu*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2005. s. 287, ISBN 80-7040-742-5.
- 139) TANČIN, V. - HARCEK, L. - BROUČEK, J. - UHRINČAŤ, M. - MIHINA, Š. 1995. Effect of suckling during early lactation and changeover to machine milking on plasma oxytocin and cortisol levels and milking characteristics in Holstein cows. In *Journal of Dairy Research*, 1995, roč. 62, č. 2, s. 249-256.
- 140) TANČIN, V. - TANČINOVÁ, D. 2008. *Strojové dojenie kráv a kvalita mlieka*. 1. vyd. Nitra: Slovenské centrum pol'nohospodárskeho výskumu, 2008. 105 s. ISBN 978-80-88872-80-1.

- 141) TOUFAR, O. - DOLEJŠ, J. 1996. Odras vlivu extrémních stájových teplot na užitkovosti dojnic chovaných v uzavřené stáji. In *Aktuální otázky bioklimatologie zvířat*. Brno: NOEL 2000, s. 60–62.
- 142) *Učebné texty. Chov hospodářských zvířat pro třetí ročník* [s.a.] [online] [cit.2015-10-12]. Dostupní na: < <http://www.polytechnika.sk/admin/files/891.pdf> >.
- 143) URBAN, F. - BOUŠKA, J. - ČERMÁK, V. - DOLEŽAL, O. - FULKA, J. - FULKA, J. - FUTEROVÁ, J. - HOMOLKA, P. - JÍLEK, F. - KUDRNA, V. - LOUČKA, R. - MACHAČOVÁ, E. - MAROUNEK, M. - MIKŠÍK, J. - MUDŘÍK, Z. - PETR, J. - PODĚBRADSKÝ, Z. - ŠEREDA, L. - SKŘIVANOVÁ, V. - VÁCHAL, J. - VETÝŠKA, J. - ŽIŽLAVSKÝ, J. 1997. Chov dojeného skotu: [reprodukce, odchov, management, technologie, výživa]. 1. vyd. Hradec Králové: Apros, 298 s. ISBN: 80-901100-7-X.
- 144) VEGRICH, J. - MACHÁLEK, A. - DOLEŽAL, O. - ČERNÁ, D. 2005. Katalog technických systémů vhodných pro nové a rekonstruované farmy skotu se základními technickými a provozními parametry. 1. vyd. Praha: VÚZT, 2005, 58 s., ISBN 80-86884-09-0.
- 145) VEGRICHT, J. - MACHÁLEK, A. - AMBROŽ, P. - BREHME, U. - ROSE, S. 2007. Milking-related changes of teat temperature caused by various milking machina. In *Res. Agr. Eng.*, roč. 53, 2007, s. 121-125.
- 146) WAGNER-STORCH, A.M. - PALMER, R.W. 2003. Feeding behavior, milking behavior, and milk yields of cows milked in a parlor versus an automatic milking system. In *J. Dairy Sci.*, roč. 86, 2003, s. 1494-1502.
- 147) WEISS, D. - HILGER, M. - MEYER, H.H.D. - BRUCKMAIER, R.M. 2002. Variable milking interval and milk composition. In *Milchwissenschaft*, roč. 57, 2002, č. 5, s. 246-249.
- 148) WEST, J.W. 2003. Effects of Heat-Stress on Production in Dairy Cattle. In *Journal of Dairy Science*, roč. 86, 2003, s 2131-2144.
- 149) WIRTZ, N. - OECHTERING, K. – PFEFFER, E. 2003. Untersuchungen zum Einsatz des Automatischen Melkverfahrens (AMV). Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn, 75 s.
- 150) WIRTZ, N.- BÜNGER, A. - KUWAN, K. - REINHARDT, F. - REENTS, R. 2007. Calculation of the lactation performance from daily milk recording data. In: EAAP publication No. 121, Proceedings of the 35th Biennial Session of ICAR,

Kuopio, Finland, June 2006, Breeding, production recording, health and the evaluation of farm animals.

- 151) ZEJDOVÁ P. – WALTEROVÁ L – FALTA D. – CHLÁDEK G. 2010. Letní teploty stájového ovzduší a jejich vliv na mléčnou užitkovost dojnic. In *Mendel Net 2010*. 170 s., ISBN 978-80-7375-453-2.
- 152) ZEMAN, J. 1994. *Zoohygiena*. 1. vyd. Brno: Veterinární a farmaceutická fakulta Brno, 1994. 205 s.
- 153) ZEMAX Šitbořice [s.a.] [online] [cit.2015-09-12]. Dostupní na: <<http://agropartner.cz/?i=510/>>