

Česká zemědělská univerzita v Praze
Technická fakulta

**Vliv vybraných faktorů ovlivňujících proces
strojního dojení skotu**
diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Petr Vaculík, PhD.**

Autor práce: **Bc. David Soldát**

PRAHA 2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. David Soldát

Technologická zařízení staveb

Název práce

Vliv vybraných faktorů ovlivňujících proces strojního dojení skotu

Název anglicky

The influence of selected factors affecting of the process of cattle milking

Cíle práce

Cílem diplomové práce je zjistit vliv vybraných faktorů ovlivňujících proces strojního dojení skotu. Seznámit se s problematikou chovu a dojení skotu a na základě rozboru současného stavu technologie a dlouhodobého sledování mikroklimatických parametrů ve stájích s automatickými dojicími systémy, zejména zjistit a stanovit vzájemné působení teploty vzduchu a relativní vlhkosti vzduchu na vybrané parametry. Na základě poznatků z literatury, vlastní analýzy a měření, provést rozbor vlivu jednotlivých parametrů a navrhnout a doporučit vhodná opatření a řešení pro praktickou aplikaci, která budou posouzena z hlediska technického, zootechnického a ekonomického.

Metodika

1. Úvod
2. Cíl práce
3. Metodika práce
4. Současný stav sledované problematiky
5. Vlastní řešení
6. Výsledky a diskuse
7. Závěr a doporučení
8. Seznam použitých zdrojů
9. Přílohy

Doporučený rozsah práce

45 až 55 stran

Klíčová slova

Strojní dojení, automatizace dojení, robotizace dojení, welfare, skot, mléko

Doporučené zdroje informací

BOUŠKA, J. et al.: Chov dojeného skotu. Praha, Profi Press, 2006, 186 s., ISBN 80-86726-16-9

DOLEŽAL, O. – STANĚK, S. – BEČKOVÁ, I. – ČERNÁ, D. – DOLEJŠ, J.: Chov dojeného skotu. 1. vydání. Profi Press, s.r.o., Praha 2015, 243 s. ISBN 978-80-86726-70-0

Náš chov = Chov hospodářských zvířat: odborný časopis pro chovatele hospodářských zvířat a veterinární lékaře. Praha, Profi Press, ISSN 0027-8068

PŘÍKRYL, M. et al.: Technologická zařízení staveb živočišné výroby. Praha, Tempo Press II, 1997, 276 s., ISBN 80-901052-0-3

Příslušné zákony, nařízení vlády, vyhlášky, ČSN, oborové předpisy a odborné časopisy

Zákon České národní rady č. 246/1992 Sb., na ochranu zvířat proti týrání, ve znění pozdějších předpisů

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – TF

Vedoucí práce

doc. Ing. Petr Vaculík, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra technologických zařízení staveb

Elektronicky schváleno dne 7. 1. 2019

doc. Ing. Jan Malaták, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 18. 3. 2019

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 20. 03. 2019

Čestné prohlášení

„Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Vliv vybraných faktorů ovlivňujících proces strojního dojení skotu vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Jsem si vědom, že moje diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí.

Jsem si vědom, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.“

V Praze dne

David Soldát

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval doc. Ing. Petru Vaculíkovi, PhD. za odborné vedení při zpracování této práce. Dále bych rád poděkoval všem, kteří mi poskytli cenné informace a užitečné rady. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své rodině za trpělivost a podporu při studiu na univerzitě.

Abstrakt:

Cílem této diplomové práce bylo zjistit vzájemné působení teploty vzduchu a vlhkosti vzduchu na vybrané parametry strojního dojení skotu. V kapitole „Přehled o současném stavu problematiky dojení skotu“ je stručně charakterizován vývoj dojících zařízení až po současnost. Dále jsou v této kapitole uvedeny nejvýznamnější faktory ovlivňující užítkovost dojnic. V úvodu praktické části práce jsou charakterizovány výchozí podmínky hodnocených farem. Poté je zde detailně popsán konkrétní automatický dojící systém *Lely Astronaut* využívaný na hodnocených farmách včetně popisu celého procesu robotizovaného dojení. V kapitole „Výsledky a diskuze“ je shrnuta analýza vybraných mikroklimatických ukazatelů a parametrů strojního dojení. Hodnocení plynulo z tříletého měření, které bylo blíže soustředěno na letní období. Z výsledků plyne snížení mléčné užítkovosti a návštevnosti dojícího robota vlivem tepelného namáhání dojnic. V této kapitole jsou rovněž výsledky diskutovány s ostatními autory zabývající se problematikou tepelného stresu u skotu. V závěru práce je uveden modelový příklad finanční ztráty plynoucí ze snížení užítkovosti v letním období a návrhy na aplikaci technických zařízení pro snížení tepelného namáhání dojnic.

Klíčová slova: AMS, dojící robot, dojnice, tepelný stres

Abstract:

The main goal of this thesis was to find out connection between air temperature and air humidity and selected parameters of milking machine. In chapter „summary of actual problematics of cattle milking“ was briefly described the development of the milking machines until present days. As well there were the most significant factors affecting dairy cows efficiency described. The second part of the thesis introduces the initial conditions of selected evaluated farms. Then automatic milking robot called *Lely Astronaut* was described in detail as well as the whole process of robotic milking. *Lely Astronaut* is type of Automatic milking system which was used on chosen farms. The „results and discussion“ chapter deals with analyses of selected microclimatic indicators and milking machine parameters. The evaluation was based on three-years measurement that was more closely focused on the summer period. The results show the reduction of dairy efficiency as well as the reduction of attendance of the milking robot in cause of heat stress of dairy cows. In this chapter were results compared also to other opinions of different authors who also deal with problematic related to heat stress of dairy cows. In the conclusion chapter of the thesis was described one example of the financial loss caused by decrease of milk performance in summer period. Also there are proposals of technical equipment which offers possibilities that can reduce heat stress of dairy cows.

Keywords: AMS, milking robot, dairy cow, heat stress

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce	2
3	Metodika zpracování diplomové práce	3
4	Přehled o současném stavu problematiky dojení skotu	4
4.1	Tradiční způsoby dojení skotu	4
4.1.1	Princip činnosti dojícího zařízení	4
4.1.2	Dojení na stání.....	9
4.1.3	Dojení v dojárnách	11
4.2	Automatizované způsoby dojení skotu	15
4.2.1	Robotizované dojírny	15
4.2.2	Dojící roboty.....	16
4.3	Hlavní faktory ovlivňující užitkovost dojnic	19
4.3.1	Teplota.....	20
4.3.2	Vlhkost	20
4.3.3	Proudění vzduchu	22
4.3.4	Ostatní faktory	23
5	Metodika měření	24
5.1	Výchozí podmínky hodnocených farem	24
5.1.1	Farma A	24
5.1.2	Farma B	25
5.1.3	Farma C	25
5.1.4	Farma D.....	26
5.2	Technický popis sledovaných zařízení.....	27
5.2.1	Lely astronaut A4	27
6	Výsledky a diskuze	40
6.1	Teplota a relativní vlhkost vzduchu	40
6.2	Teplotně vlhkostní index THI	41
6.3	Korelace mezi parametry prostředí a faktory užitkovosti	43
6.4	Vyhodnocení podle časových úseků	44
6.5	Ekonomické hodnocení	50
6.6	Doporučení a návrhy na zlepšení prostředí stáje.....	51
7	Závěr	52
8	Citovaná literatura	53
9	Přílohy	59

1 Úvod

Mléko je z hlediska výživy člověka přirozeným potravinovým zdrojem. Z historického i spotřebního hlediska je jednou z nesislnějších komodit téměř po celém světě. V celosvětovém měřítku je EU největším producentem i spotřebitelem mléka, které je převážně získáváno dojením mléčného skotu.

Zájem o udržitelnosti mléka jako potravinového produktu je značný, což se odráží i ve vývoji dojicích systémů. První dojicí robot na světě, vynalezen roku 1992, byl uznán za nejvýznamnější vynález 20. století pro chovatele mléka. Automatické dojicí systémy jsou revolučním zvratem v řízení chovu, které jsou v mnoha ohledech lepší variantou oproti tradičnímu dojení. Mezi chovateli skotu jsou dojicí roboty svou spolehlivostí, šetrností vůči dojnicím, úspoře času a lidské práce, zvýšenou užitkovostí ad. velice oblíbené.

Zachování optimálních mikroklimatických podmínek prostředí stáje je jedním z klíčových faktorů ovlivňující zdravotní stav zvířat i jejich užitkovost. Se zvýšenou produkcí dnešních vysokoužitkových dojnic se snižuje jejich schopnost termoregulace. Dojnice vystavena vyšším teplotám podléhá tepelnému stresu, což se promítne i do mléčné produkce. Podle střízlivých prognóz bude v souvislosti s globálním oteplováním teplých dnů přibývat a pro soudobé chovatele představují potenciální hrozbu.

2 Cíl práce

Cílem diplomové práce bylo zjistit vliv vybraných faktorů ovlivňujících proces strojního dojení skotu.

Na základě rozboru současného stavu technologie a dlouhodobého sledování mikroklimatických parametrů ve stájích s automatickými dojicími systémy, zejména zjistit a stanovit vzájemné působení teploty vzduchu a relativní vlhkosti vzduchu na vybrané parametry, provést rozbor vlivu jednotlivých parametrů a navrhnout a doporučit vhodná opatření a řešení pro praktickou aplikaci, která budou posouzena z hlediska technického, zootechnického a ekonomického.

3 Metodika zpracování diplomové práce

Zvolené metody zpracování této diplomové práce, v souvislosti se zadaným cílem práce uvedeném v předchozí kapitole jsou následující:

- charakteristika vybraných farem využívající automatizovaný způsob strojního dojení skotu,
- charakteristika parametrů prostředí – teplota a vlhkost vzduchu,
- specifikace konkrétního automatického systému dojení – dojícího robota,
- analýza dat získaných z databáze dojících robotů na vybraných farmách,
- zhodnocení interakcí mezi ukazateli procesu dojení a parametrů prostředí,
- ekonomické hledisko z dosažených výsledků,
- diskuse a závěr.

4 Přehled o současném stavu problematiky dojení skotu

V průběhu několika posledních desetiletích se z primitivních dojicích zařízení vyvinuly sofistikované dojicí systémy. Moderní dojicí systémy jako robotizované dojírny či dojicí roboty souhrnně označované zkratkou AMS (Automatic milking system) mají celou řadu výhod, např.: odpadá potřeba lidské práce – dojiče, shromažďuje informace celého stáda, hodnotí kvalitu mléka při procesu dojení aj. Přestože vývoj dojicích systémů jde dopředu, princip činnosti dojení a základní technické prvky dojicího zařízení zůstávají téměř stejné.

4.1 Tradiční způsoby dojení skotu

Předpokladem u většího stáda dojnic je, že přibližně polovinu času pokrývá dojení z celkové doby vynaložené práce. Tuto potřebu lze využitím moderní dojicí techniky snížit a dosáhnout kladného efektu. Zlepšení se týká i zdraví dojnic, vyšší užitkovosti a prosperity chovu. Využitím mechanizace se především sníží provozní náklady (Bouška, 2006).

Podle způsobu získávání nadojeného mléka a dopravy do mléčnice dělíme následující typy dojicích zařízení (Kudělka, 2012):

- Dojicí zařízení s konvemi,
- dojicí zařízení s mléčným potrubím,
 - dojení ve stáji
 - dojení v dojárně
- Dojicí automaty – AMS.

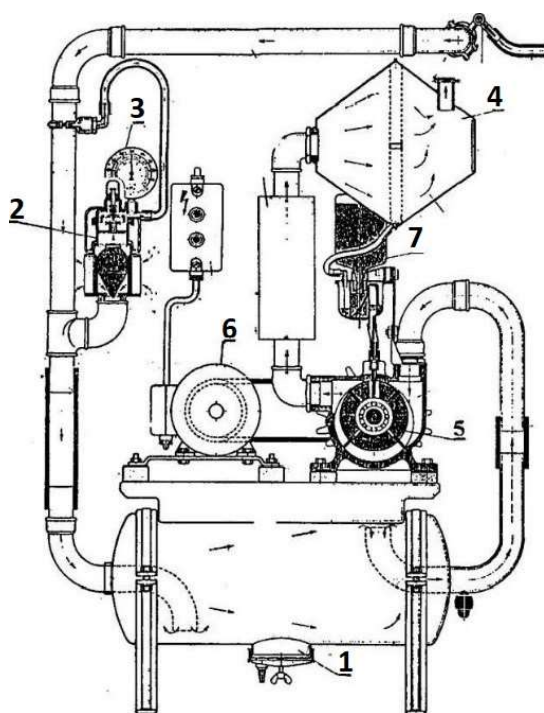
4.1.1 Princip činnosti dojicího zařízení

Správný dojicí stroj musí respektovat fyziologii a anatomii mléčné žlázy, aby nedošlo ke zranění vemene či poškození jemného organismu mléčné žlázy. Konstrukce a princip činnosti stroje by se měl maximálně blížit přirozenému způsobu dojení (Andrt, 2011).

Soustrojí vývěvy

Vývěva patří k základním strojním prvkům všech dojicích zařízení. Vytváří podtlak, který zajišťuje samotný proces dojení, tj. dopravu mléka a činnost ostatních zařízení ovládané nebo napájené podtlakem. Vývěvu pohání většinou elektromotor a celé soustrojí je složené z několika funkčních prvků (viz obr. 1 Obrázek 1). Tento celek zůstává v oddělené místnosti zvané strojovna, aby některé vlivy (vibrace, hluk, aj.) nepůsobily ve stáji negativně (Přikryl, 1997).

Obrázek 1 Soustrojí vývěvy



1. Vzdušník,
2. regulační ventil,
3. vakuometr,
4. odlučovač,
5. rotační lopatková vývěva
6. elektromotor
7. mazací přístroj

Zdroj: (Přikryl, 1997)

Rotační lopatková vývěva (5) patří v současnosti k nejrozšířenějším typům vakuových vývěv. V rotoru jsou uloženy lopatky s vůlí, které umožňují pohyb v ose lopatky. Rotací rotoru se hrany lopatek dostanou odstředivou silou na vnitřní stěnu statoru a vytváří tak oddělené komory. Rotor je vůči statoru uložen excentricky a komory při rotaci mění svůj objem. Vzduch je nasáván ze vzdušníku (1) a vytlačován skrz odlučovač oleje do vnějšího prostoru. Další typy vývěv mohou být například vývěva s rotujícími písty nebo vodokružná vývěva (Kudělka, 2012).

Regulační ventil udržuje hodnotu podtlaku, kterou si lze nastavit. V závislosti na zvýšení podtlaku v potrubí se ventil otevírá a vpouští atmosférický tlak do potrubí. Tím se hodnota podtlaku udržuje na konstantní hodnotě.

Vzdušník je nádoba vyrovnávající impulzy podtlaku od rotující vývěvy. Sekundární funkcí je separace nežádoucích tekutin a nečistot, které by vedly k poškození funkčních částí vývěvy (Andrt, 2011).

Potrubní rozvody

V dojíací technice se rozlišují dva základní typy potrubí – podtlakové a mléčné. Podtlakové potrubí zajišťuje rozvod podtlaku od vývěvy k místu dojení. Zhotovuje se z pozinkovaných trubek. Trubky se účelně spádují ke vzdušníku, aby došlo k samovolnému stékání zkondenzované vody, mléka či sanitačního roztoku.

Mléčné potrubí zajišťuje dopravu mléka z místa dojení do sběrače nebo mléčnice. Je obvykle vyrobené z nerezové oceli nebo skla o vnitřním průměru 40mm. Na větve mléčného potrubí je připojena vyrovnávací nádoba, která vyrovnává hladinu podtlaku (Bouška, 2006).

Sběrná podtlaková nádoba

Nadojené mléko se dopravuje mléčným potrubím do sběrné podtlakové nádoby, která tvoří přechod mezi podtlakem a atmosférickým tlakem. Nádobu tvoří skleněný či nerezový válec o objemu 20 až 100 litrů. Ke spodní části nádoby je připojeno čerpadlo o dostatečném výkonu, které čerpá mléko přes filtr pevných částic do nádrže (Kudělka, 2012)

Chladicí zařízení

Vydojené „teplé“ mléko je nutné zchladit, abychom zamezily pohlcování pachů, působení mikroorganismů a enzymů. Získané mléko o přibližné teplotě 35°C od okamžiku vydojení se musí zchladit na teplotu 5°C nejdéle za 150 minut. Mléko nelze mísit, jeli rozdíl teplot vyšší než 10 K. Z tohoto důvodu se využívá průtokových chladičů a následného čerpání již zchlazeného mléka do chladicích tanků či nádrží, kde se požadovaná teplota udržuje. Zásobníky mléka musí být intenzivně promíchávány (Andrt, 2011).

Strukový násadec

Strukový násadec je složen z pouzdra a strukové gumy, resp. návlečky. Slouží k připojení dojící soupravy na struky zvířete. Souprava pro dojení skotu má celkem čtyři strukové násadce. Pouzdro je obvykle vyrobené z kovového nebo plastového materiálu a tvoří nosnou část násadce. Do pouzdra je vložena struková guma z poddajného materiálu např. pryže. Vložením strukové gumy do pouzdra vzniknou dvě oddělené komory. Do podstrukové komory, ve které se nachází struk, je přiváděn trvalý podtlak. Podtlakem je odváděno nadojené mléko a zároveň zajišťuje soudržnost spojení struku a násadce. Prostor mezi strukovou gumou a pouzdrém tvoří mezistěnou komoru, ve které dochází ke střídání atmosférického tlaku s podtlakem (Přikryl, 1997).

Rozdělovač se sběračem

Rozdělovač a sběrač jsou většinou vyráběny jako jedna součást, která se skládá ze dvou oddělených a samostatně pracujících prvků. Spodní černá část na obrázku 2 je rozdělovač, který rozvádí podtlakové impulzy od pulzátoru do mezistěnných komor strukových násadců. Svrchní průhledná část je sběrač, jenž slučuje toky mléka od strukových násadců a vytvoří jeden tok odtékající ústím ve spodku rozdělovače napojeným na mléčné potrubí (Andrt, 2011).

Obrázek 2 Rozdělovač se sběračem



Zdroj: (DRIML, 2015)

Pulzátor

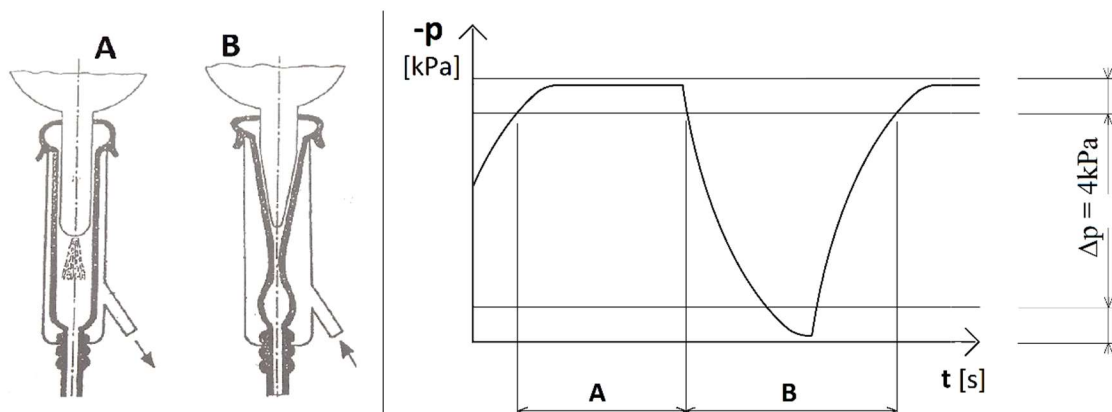
Pulzátor je základním prvkem celé dojíací soupravy. Podstatou pulzátoru je střídání atmosférického tlaku s podtlakem, jedná se tzv. dvoutaktní způsob dojení střídáním taktu sání (podtlak) a taktu stisku (atmosférický tlak).

Rozlišovány jsou pulzátory asynchronní a synchronní. Synchronní pulzátory vytváří impulzy pro všechny cesty dojíací soupravy současně. Asynchronní pulzátory rozdělují impulzy tlaků do dvou oddělených cest. Takty obou polovin se vzájemně střídají.

Podle řízení změny podtlaku a atmosférického tlaku dále existují pulzátory pneumatické nebo elektromagnetické. Pneumatické pulzátory jsou napájeny z centrálního rozvodu podtlaku od vakuové vývěvy. Délku intervalu impulzů ovlivňuje průchodnost kanálku seřiditelná regulačním šroubem. Elektromagnetické pulzátory vyžadují ke své činnosti elektrický zdroj napětí a generátor pulzů. Generátor pulzů je konstruován z mikroelektronických součástí jako klopný obvod střídající stavy s proudem a bez proudu. V závislosti na přívodu proudu se ventil otevírá a zavírá.

Pulzující tlak je přiváděn do mezistěnných komor strukových násadců, který způsobuje jejich deformaci (viz obr. 3 vlevo). V závislosti na okamžiku času může být v mezistěnné komoře podtlak – takt sání (A), resp. atmosférický tlak – taktu stisku (B) (viz obr. 3 vpravo) (Přikryl, 1997; Kudělka, 2012).

Obrázek 3 Strukové násadce (vlevo), diagram střídání taktu sání a taktu stisku (vpravo)



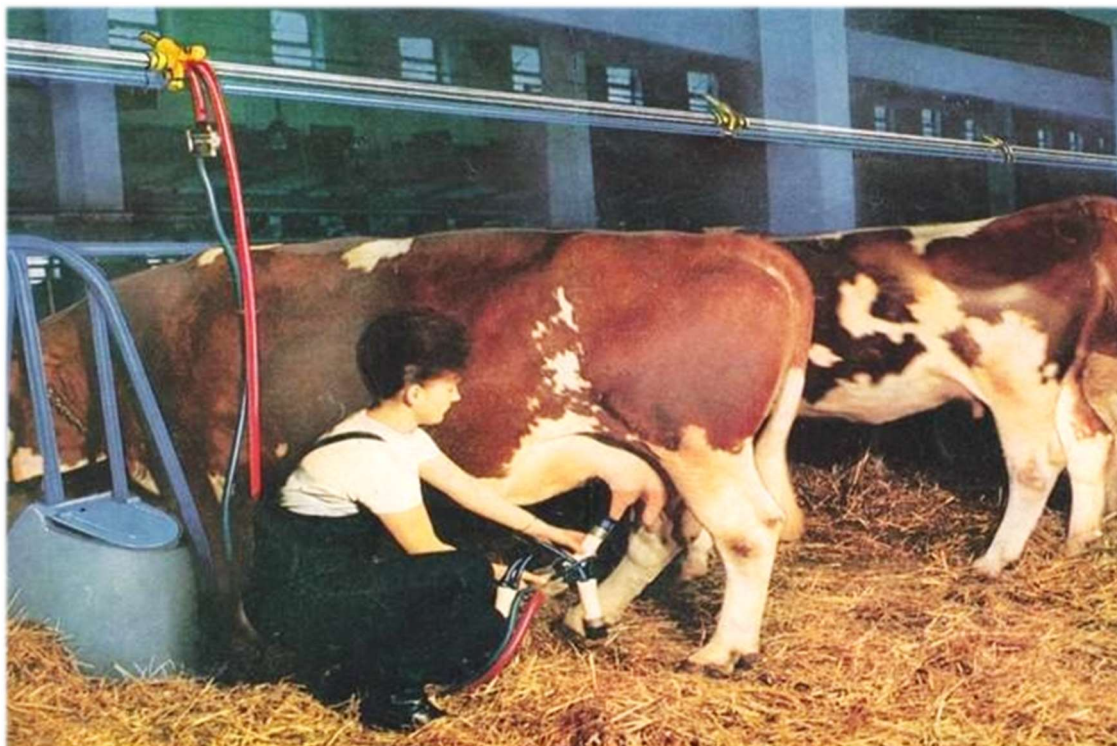
Zdroj: (Přikryl, 1997) upraveno autorem

4.1.2 Dojení na stání

Dříve užívané způsoby dojení (viz obr. 4) byly spjaté se skutečností, že dojnice byly fixovány ke svému loži, neboli byl využíván způsob vazného ustájení. Zmíněný způsob ustájení i při sebelepším zdokonalení stájových prvků nesnižuje potřebu práce ani pracnost. Navíc u vysokoužitkových dojnic je pohyb nezbytnou potřebou a představuje důležitý faktor z hlediska welfare skotu. Přesto budou vždy případy, ve kterých je tento způsob nejvhodnější, např.: u zvířat se zvýšenou péčí, ve velmi malých chovech apod. (Doležal, 2000).

V případě, že je k dispozici zařízení s automatickým snímáním strukových násadců, efektivně lze obsluhovat pět dojnicích zařízení najednou s obslužností 40 a více krav za hodinu při dvouřadém ustájení a méně než 35 krav při jednořadém ustájení (Veepra diary management, 2012). S technikou dojení na stání se můžeme setkat jak ve většině malokapacitních chovů, tak ve velkochovech stagnujících v technologickém pokroku. Tento systém však není výhodný z hlediska provozních nákladů a obslužnosti (Agropress, 2017).

Obrázek 4 Dojení na stání okolo roku 1970



Zdroj: (Sedláčková, 2015)

Dojící zařízení s konvemi

Dojící konev slouží jako forma přepravy mléka do mléčnice. Soupravy dojících zařízení jsou buď stacionární nebo mobilní (viz obr. 5).

1. Centrální podtlakové potrubí,

2. podtlaková hadice (PH),

3. rozvodka,

4. víko konve,

5. těsnění konve,

6. konev,

7. pneumatický pulzátor,

8. mléčná hadice,

9. PH k mezistěnné komoře,

10. rozdělovač podtlaku,

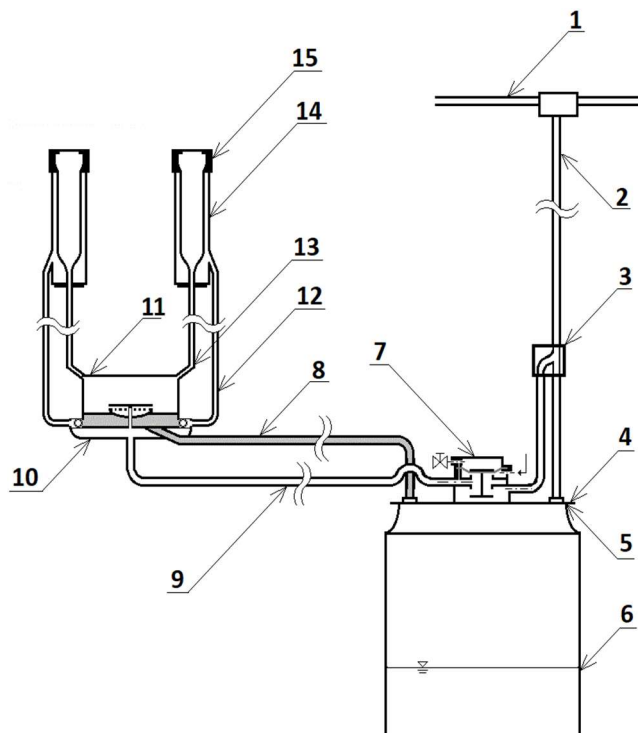
11. sběrač mléka,

12. PH k mezistěnné komoře,

13. mléčná hadice ke sběrači,

14. strukový násadec – pouzdro,

15. struková návlečka.



Obrázek 5 Schéma techniky dojení do konví

Zdroj: (Soldát, 2019) archiv autora

Konev se připojí na podtlakové potrubí pomocí podtlakové hadice s rozvodkou. Konev utěsněná víkem opatřeného gumovým těsněním udržuje nádobu vzduchotěsnou. K víku je přidělaný pneumatický pulzátor, který je napájen z potrubí podtlaku. Vytváří střídavé pulzy v mezistěnných komorách strukových násadců vedené hadicí pulzujícího tlaku. Mléčnou hadicí a hadicí pulzujícího tlaku je spojena konev s rozdělovačem a sběračem. Strukové násadce jsou ve styku se struky vemene, a proto jsou na ně kladeny přísné technické i zooveterinární požadavky (Andrt, 2011).

Potrubní dojicí zařízení

Systém dojení do potrubí u dojení na stání nebo dojení v dojírnách je principiálně stejný. Při dojení na stání jsou rozvody podtlaku ve stáji v blízkosti jednotlivých stání. Paralelně k tomu je vedeno mléčné potrubí dopravující mléko do mléčnice. V dojírnách je rozvod podtlaku přiveden k jednotlivým dojicím stáním, zatímco mléčné potrubí se může nacházet pod úrovní podlahy stání (Andrt, 2011).

Hlavním rozdílem mezi dojením do konví nebo do potrubí je tok mléka, který má zásadní vliv na jeho čistotu a kvalitu. Zároveň zde platí vyšší produktivita práce při nižší potřebě pracovních sil (Vegricht, 2008).

4.1.3 Dojení v dojírnách

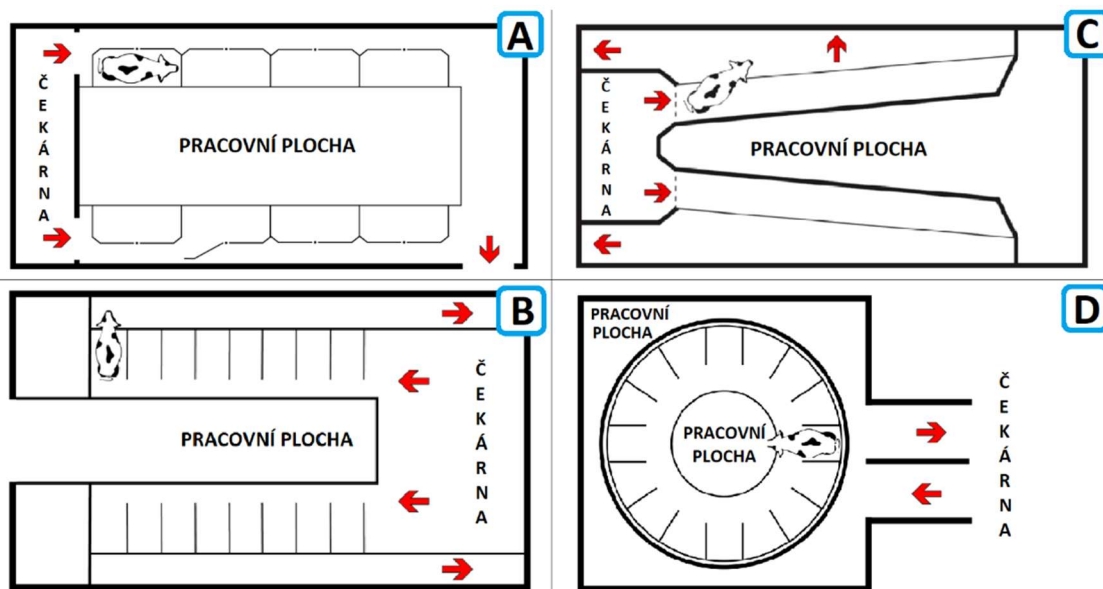
Zařízení pro dojení na stání a dojení v dojírnách obsahují převážnou většinu stejných funkčních prvků, jelikož pracují na stejném principu. Dojírny jsou spjaté s volným ustájením dojnic a slouží ke skupinovému dojení stáda. Je předpokladem, že dojením v dojírnách lze získat vyšší kvalitu mléka než u dojení na stání (Příkryl, 1997), (Kudělka, 2012). Nezbytnou součástí dojíren jsou i prostory navazující na proces dojení (strojovna, mléčnice) a pohyb stáda (manipulační prostory, čekárna). Předpoklad odpovídajícího dojení a vysoké produktivity práce v dojírnách jsou (Doležal, 2000):

- klidný vstup a výstup krav z dojírny,
- příprava dojnice před dojením,
- kontrola zdravotního stavu vemene,
- klidné zacházení se zvířaty,
- šetrné a nepřerušované dojení,
- optimální dojicí technika,
- ošetření dojnice po skončení procesu dojení,
- adekvátní ustajovací (chovné) podmínky.

Doležal (2010) publikoval v časopisu *Náš chov* 32 otázek pro farmáře a zejména dojiče, který by měl odpovědět v souladu se zásadami správného dojení, čistoty mléka a pohody zvířat. Sám autor potvrdil ojedinělost farem, které by odpovídaly převážně kladně. Z čestných návštěv a auditů stájí se požadavky naplňují z 60 – 70 %. Zbývající procenta tvoří velké rezervy z hlediska užitkovosti, zdraví zvířat a produkčních nákladů farmy (Doležal, 2010).

Odlišujeme dojírny podle způsobu dojení na skupinové a individuální a podle možnosti manipulace při dojení na pohyblivá a nepohyblivá stání. Zpravidla se dělí dojírny dle dispozičního řešení jednotlivých stání podle obrázku 6 (Andrt, 2011).

Obrázek 6 Typy dojíren: A – tandemová, B – paralelní, C – rybinová, D – rotační (kruhová)



Zdroj: (Agropress, 2017), upraveno autorem

Tandemová dojírna

U tandemových dojíren přistupují krávy k dojení a odcházejí jednotlivě. Není tedy časově omezena ani vyrušována ostatními kravami. Dojič nasazuje strukové násadce z boku vůči dojnici v boxu. V prostých tandemových dojírnách musí dojič ručně otevírat vstupní a výstupní branku a provést sejmutí dojičícího stroje. Má však vyšší nároky na zastavěnou plochu a z ekonomického hlediska jsou tyto systémy využitelné do sta kusů krav při osmi dojičích stáních (Doležal, 2000).

Zavedením automatického otevírání branek a sejmutí dojícího stroje mluvíme o tzv. autotandemové dojárně. Tímto krokem se podstatně zvýší výkonnost a plynulost dojícího procesu. Nevýhodou je nedořešená dezinfekce struků po skončení dojícího procesu (Bouška, 2006).

Paralelní dojírna

Dojnice jsou vyrovnané bok po boku zadní částí k pracovní ploše dojiče. Díky tomu je práce dojiče vlivem kratších přechodů efektivnější a dojírna zaujímá menší zastavěnou plochu. Z postavení dojnice je zřejmý snadný výstup z dojícího stání, což se využívá u chovů s vysokou koncentrací krav (Urban, 1997). Vyspělé státy spojené s velkochovem se orientují na tento typ dojíren o minimálně 2 x 12 dojících stáních. Například v USA nejsou dojírny až o 2 x 48 stání výjimkou (Doležal, 1996).

Řešení dojíren o vyšším počtu dojících stání se řeší skupinovým vypouštěním krav. Tento systém, oproti individuálnímu opouštění stání, nepřináší značnou úsporu času. Proto je účelné ho zavést pouze do velkých chovů s vysokými časovými nároky (Bouška, 2006).

Rybinová dojírna

Patří mezi typ průchozích dojíren se skupinovým příchodem zvířat s nepohyblivým stáním. Krávy stojí šikmo vedle sebe, přibližně pod úhlem 35°. Pro zavedení skupinového opouštění dojnic je předpokladem dojit vyrovnaná stáda, respektive skupiny. Výhodou je rychlá manipulace zvířat, tudíž zde dochází k dobrým časovým úsporám. Dále pak nabízí lepší přehled o dojnicích a lepší přístup k vemeni (Bouška, 2006).

V závislosti na pozici čekárny a chodby zpět do stáje, se nabízí různá dispoziční řešení dojíren všech výše uvedených typů. Podle půdorysného pohledu místnosti s dispozičním řešením stání pak máme různá označení např.: polygonová (kosočtverec), trigonová (trojúhelník) apod (Vegricht, 2008).

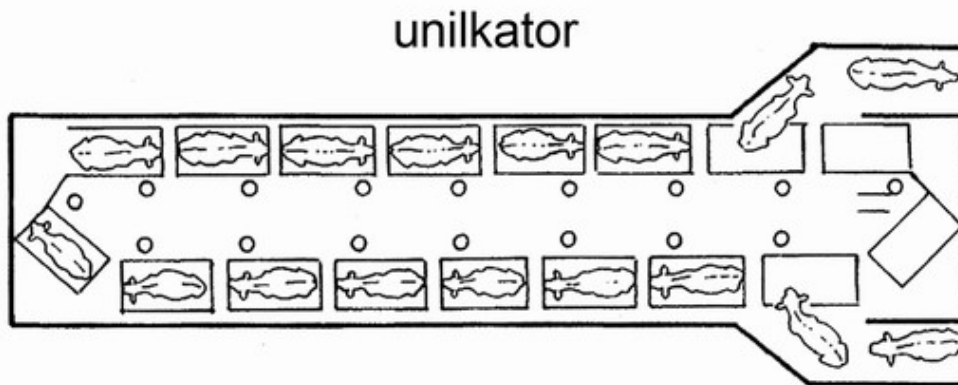
Rotační dojírna

Hlavním specifikem pro rotační (kruhové) dojírny jsou pohyblivá stání uspořádaná do kruhu. Podle vzájemné orientace jednotlivých stání máme následující druhy rotačních dojíren (Agropress, 2017):

- Rototandem – s tandemovým uspořádáním,
- Rotorybina – s rybinovým uspořádáním,
- Rotoradiála – s paralelním uspořádáním.

Rotační dojírny dominují svou vysokou průchodností stáda a snadnou obslužností. Existují i dojírny jejichž stání se pohybují na vodním polštáři, což přináší úsporu energie při rotaci dojírny a eliminuje hluk v místnosti (Bouška, 2006). Existuje dojírna s nekruhovým uspořádáním dojicích stání tzv. UNILAKTOR od švédské firmy Alfa-laval. Dojicí stání jsou uspořádána jako v tandemové dojárně (viz obr. Obrázek 7 7) (Andrt, 2011).

Obrázek 7 Dojírna typu UNILACTOR



Zdroj: (Hivatal, 2012)

Výstavbu největší dojírny na světě o dvou protiběžných rotačních dojárnách se zasloužila izraelská společnost Afimilk Projects na velkou farmu v americkém Texasu. Systém měl spolehlivě zvládnout 30 tisíc dojení denně. Celý projekt stál v přepočtu přes jednu miliardu korun (Abramson, 2012). Nyní se na farmě nachází celkem 5 stejných rotačních dojíren a velikost stáda vzrostla na 40 tisíc krav (Afimilk, 2018).

4.2 Automatizované způsoby dojení skotu

Automatický dojicí systém – AMS (Automatic Milking System) je označení pro systém, který je schopen automatizovat všechny kroky v procesu dojení. Na rozdíl od tradičního dojení skotu je AMS navržen tak, aby měly dojnice možnost se jít samy podojit několikrát denně bez přímé asistence dojiče (De Koning, 2002). Ze zmíněného vyplývá snížení pracovního nasazení personálu farmy a možnost vícečetného dojení bez vícenákladů na práci (Kunc, 2017).

Snahou výrobců dojicí techniky je vhodnou technologií přesně diagnostikovat aktuální stav dojnice. Měřením důležitých parametrů v průběhu procesu dojení se získají data, která jsou pomocí vhodného softwaru uživateli (chovateli) prezentována. V závislosti na přesnosti a objemu získaných informací je možné provádět preciznější management stáda (Havlik, 2012).

4.2.1 Robotizované dojírny

Nadnárodní společnost GEA uvedla již před několika lety do provozu robotizovanou kruhovou dojírnu s názvem DairyProQ (viz obr. 8). Koncepce dojírny je srovnatelná s dojírnou rototandem. Každé dojicí stání má individuální obslužný systém, ve kterém je celý proces dojení plně automatizován. Obsluhu celé dojírny zajišťuje jedna osoba. Vzhledem k vysoké průchodnosti tohoto systému je systém schopen při 80 dojicích stání obsloužit až 400 dojnic za hodinu (Prýmas, 2017).

Obrázek 8 Robotizovaná dojírna DairyProQ

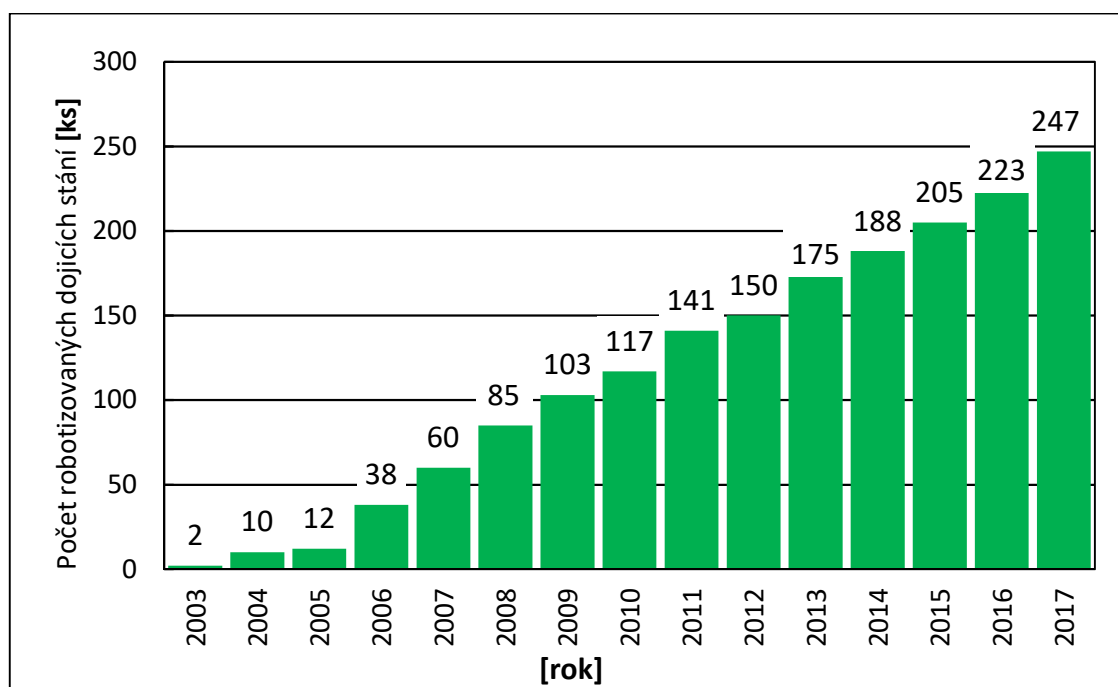


Zdroj: (GEA, 2016)

4.2.2 Dojící roboty

Robot představuje velmi složitý technický systém vycházející z několika technických disciplín. Jeho fyzická a softwarová struktura je vždy podmíněna oblastí, ve které robot operuje. Výhody představuje zejména nepřetržitá provozní doba a schopnost komplexního zpracování a aplikace informací (Skařupa, 2007).

Graf 1 Vývoj počtu robotizovaných dojících stání na území ČR



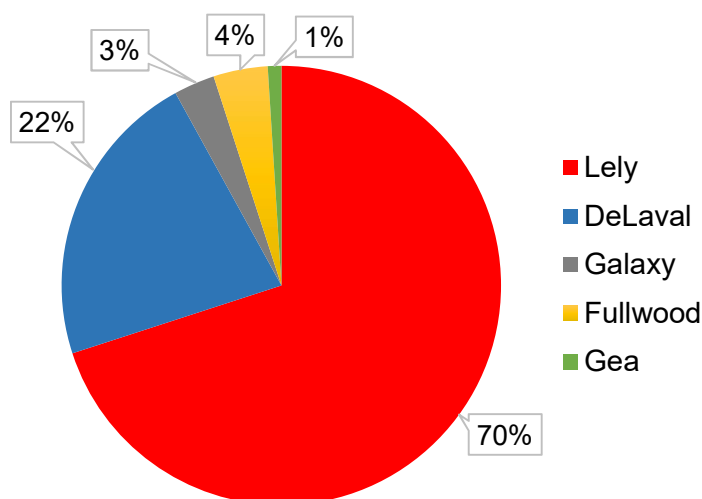
Zdroj: (VUZT, 2016) upraveno autorem

Koncem roku 2003 byl na českou farmu u Pelhřimova instalován první dojící robot od holandské firmy Lely. Od té doby počet robotizovaných dojících stání stále roste (viz Graf 1) a je více než pravděpodobné, že v roce 2018 byla překročena hranice 250 robotizovaných dojících stání (VUZT, 2016).

Dojícího robota lze pokládat za specifický typ průmyslového robota, který se využívá pro potřebu automatizovaného dojení skotu. Existuje několik výrobců dojící i stájové techniky, kteří se rovněž soustředí na vývoj robotizovaných dojících stání. V této kapitole budou popsány roboty výrobců, které patří mezi nejvyužívanější na českých farmách.

Z celkového počtu robotizovaných dojcích stání umístěných na území ČR má převahu společnost Lely (viz Graf 2).

Graf 2 Podíl počtu robotizovaných dojcích stání jednotlivých výrobců dojcích robotů na území ČR



Zdroj: (Machálek, 2017) upraveno autorem

Lely

Společnost Lely vyvinula v průběhu posledních 25 let celkem 5 generací robotických dojcích stání. Poslední generace robotů Astronaut A5 je zaměřená na zlepšení úspory energie, která přímo souvisí s bližší návratností investice (Lely.com, 2018) V rámci území ČR představuje nejzastoupenější systém robotizovaného dojení, jehož podíl na českých farmách činí 70% (Machálek, 2017).

Lely Astronaut je robot určený pro obsluhu jedné dojnice. Výrobce udává výkonnost jedné dojící jednotky až 2 500 kg mléka na den a optimální obslužností 60 dojnic. Minimální lhůta nasazování strukových násadců počínaje od vstupu dojnice do boxu je udávána od 90 sekund. Identifikace dojnice je prováděna pomocí transpondéru na krčním obojku dojnice. Čištění a stimulace se provádí pomocí dvou protiběžných kartáčků se dvěma druhy štetin. Systém je schopen analyzovat konduktivitu a celospektrální barevnou analýzu mléka, počet somatických buněk v rozdojovací fázi a objevit příznaky mastitidy (Katalog dojící techniky, 2017).

DeLaval

Dceřiná firma DeLaval švédské společnosti Alfa Laval působí na českém trhu přes 25 let. Řadí se mezi přední dodavatele dojící techniky na více než 250 českých farem. Mimo technologie pro tradiční dojení nabízí také automatizovanou rotační dojírnu, jejíž obsluhu provádí několik průmyslových robotických ramen. (Kupka, 2017).

Robot VMS V300 (voluntary milking systém) je jednomístný dojící box s výkoností až 3 500 kg mléka na den při průměrné užitkovosti 30 až 40 kg na dojnici. Optimální počet zvířat je 65 dojnic na jeden dojící box. Nasazování strukových násadců od vstupu dojnice do boxu činní minimálně 100 sekund. Informace o dojnicích jsou zapisovány na krční transpondéry nebo ISO čipy. Čištění a stimulace struků je prováděna oplachem teplou vodou v kombinaci se vzduchem nebo pomocí speciálního typu mycího násadce. Systém analyzuje a hodnotí konduktivitu, barvu mléka a počet somatických buněk (Katalog dojící techniky, 2017).

Fullwood

Dojící robot Merlin patří do kategorie jednomístných dojících robotů. Nová verze disponuje přesnějším vedením ramena, integrovanou vstupní a výstupní brankou a celkově rychlejším a tišším provozem (TECHAGRO, 2016).

Celá konstrukce dojícího robotu je tvořena z nerez. Výkonnost dojící jednotky je udávána na 2000 až 2300 kg mléka v závislosti na užitkovosti dojnic. Dojící robot je schopen spolehlivě obsluhovat 60 dojnic. Identifikace zvířat je prováděna pomocí pedometrů. Čištění a stimulaci struků zajišťují rotující kartáčky, které jsou ostříkovány vodou s desinfekčním prostředkem. Systém je schopen vyhodnotit základní nutriční složení mléka (obsah vody, tuků, bílkovin) a přítomnost krve v mléce (Katalog dojící techniky, 2017).

Farmtec

Dojící robot Astrea premium je úspěšným nástupcem předchozího modelu Starline. Robot je dostupný v jednostranné verzi s obslužností 70 dojnic a v oboustranné verzi až 130 dojnic. Myšlenka výrobce je zlepšit časové využití ramena robotu při

procesu dojení. Výkonnost jedné jednotky však činí 2000 kg mléka na den. Nasazování strukových násadců se udává průměrně 120 sekund. Identifikace dojnic je možná pomocí čipu nebo pedometru. Čištění a stimulace struků je prováděna pátým strukovým násadcem. Během dojení je sledován výskyt vloček v mléce, barva a vodivost mléka (Katalog dojící techniky, 2017)

GEA

Švýcarská společnost GEA je jedním z největších dodavatelů technologií pro prvovýrobu a zpracování potravin ve světě. Existují jednomístné dojící boxy (Monobox) rozšiřitelné o další boxy (Mlone). Optimální obslužnost na jeden dojící box činí 60 až 65 dojnic s výkonností 2500 kg mléka na den. Vyhledávání struků a nasazování strukových násadců je prováděno pomocí 3D kamery. Nasazování strukových násadců je rychlý a od vstupu do boxu činí minimálně 40 sekund. Systém podporuje identifikaci dojnic z obojků, čipů i pedometrů. Čištění, stimulace, vlastní dojení a ošetření struků po dojení se provádí pomocí strukových násadců, což značně urychluje celý proces dojení. Systém hodnotí konduktivitu a barvu mléka (Katalog dojící techniky, 2017).

4.3 Hlavní faktory ovlivňující užitkovost dojnic

Užitkovost dojnic je ovlivněna řadou faktorů, které lze zpravidla rozdělit na vlivy vnitřní (plemenné příslušnost, činnost žláz, krevní oběh, dýchání apod.) a vnější (výživa, mikroklima, nadmořská výška, roční období, pohyb atd.). Obě skupiny spolu bezprostředně souvisí a navzájem se ovlivňují, přičemž vnější faktory ovlivňují užitkovost dojnic přibližně ze 70% (Botto, 1988).

U dojnic držených ve stáji je vhodné vytvořit podmínky zaručující co největší produkci a kvalitu nadojeného mléka. Vedle výživy a kvalitního ošetřování je udržování stájového mikroklimatu jedním z rozhodujících faktorů, které mají vliv na užitkovost a zdravotní stav dojnic (Šoch, 2005). Kvalita stájového prostředí ovlivňuje pohodu, produkci a tím i rentabilitu celého chovu. Charakteristické parametry ovlivňující stájové prostředí patří teplota a vlhkost vzduchu, rychlost proudění vzduchu a obsah příměsí ve vzduchu (Večeřa, 2016).

4.3.1 Teplota

Teplota je nejvlivnějším faktorem stájového mikroklimatu. Má také rozhodující vliv na relativní vlhkost, absorpci vodních par a rychlost proudění vzduchu. Mezní hodnoty teploty vzduchu v prostředí stáje jsou zakotveny v ČSN 73 0543-2 Vnitřní prostředí stájových objektů, část druhá: větrání a vytápění (Knížková, 2011).

Krávy disponují dobrým termoregulačním vlastnostem zejména v chladném prostředí. Termoregulační schopnosti krav jsou dány nadměrným objemem, kvalitní izolační schopností kůže a produkcí tepla činností předžaludků. Při zvýšených teplotách v daném prostředí nejsou schopny odvádět dostatečné množství tepla, což zapříčiní vznik tepelného stresu. Tepelný stres je doprovázen zrychlováním a prohlubováním dechu zvyšující spotřebu energie zvířete až o 25 % a zvýšení příjmu vody až o jednu třetinu (Davídek, 1999).

Teplota prostředí ovlivňuje mléčnou užitkovost skotu i složení mléka. Plemeno Holštýnského skotu a ostatní rozměrná plemena dokáží snášet nižší teploty prostředí, zatímco objemově menší plemena, zejména Jersey, snáší lépe i teploty vyšší (Doležal, 2000).

4.3.2 Vlhkost

Vlhkost vzduchu je druhým významným faktorem mikroklimatu ve stáji. Nasycenost vzduchu vodními parami má zásadní vliv na odvod vodních par z povrchu těla a tím i schopnost odvádět teplo z organismu zvířat. Nízká relativní vlhkost způsobuje u zvířat pocit sucha a vede ke zvýšení příjmu vody. Naopak vysoká relativní vlhkost podporuje rozkladné procesy organických látek, rozvoj mikroorganismů na sliznici i v horních dýchacích cestách, což celkově zhoršuje kvalitu přijímaného vzduchu zvířetem. Proto nadměrně vlhký vzduch negativně ovlivňuje obranyschopnost zvířete vůči nemocem a také vzniká nebezpečí tvorby a šíření plísňových onemocnění (Knížková, 2011).

Nasycenost vzduchu vodními parami, resp. relativní vlhkost vzduchu je závislá na teplotě vzduchu. Zejména v zimních měsících, kdy teplota vzduchu klesá, se schopnost nasycení vzduchu vodními parami snižuje. V důsledku toho pak dochází

ke kondenzaci vodních par na konstrukčních prvcích stáje. Vzniklý kondenzát se drží ve stáji a může se dostat do styku s ustájenými zvířaty (Doležal, 2004).

Základní ukazatel pro klasifikaci tepelného stresu dojníc ve vztahu k teplotě vzduchu a relativní vlhkosti vzduchu je teplotně vlhkostní index (THI) (viz Tabulka 1). Za krajní hodnotu indexu THI je považována hodnota 72. Překročením této hodnoty může mít za následek projevy tepelného stresu u dojníc. Například při relativní vlhkosti vzduchu 50% a teplotě vzduchu 25°C jsou dojnice vystaveny mírnému tepelnému stresu, zatímco pro člověka jsou tyto hodnoty v normálu (Hahn, 1999).

Tabulka 1 Hodnoty teplotně vlhkostního indexu (THI) pro vysokoprodukční dojnice

TEPLOTA		RELATIVNÍ VLHKOST [%]																							
°C	°F	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90		95	100		
15,6	60	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	Zóna pohody		
16,7	62	60	60	60	60	60	60	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	62	62	62	62	62		Zóna pohody	
17,8	64	61	61	61	61	61	62	62	62	62	62	62	63	63	63	63	63	63	64	64	64	64			Zóna pohody
18,9	66	62	62	62	62	62	63	63	63	63	64	64	64	64	64	65	65	65	65	66	66	66			
20	68	63	63	63	63	64	64	64	64	65	65	65	66	66	66	66	67	67	67	67	68	68	Prahová zóna mírného stresu		
21,1	70	63	64	64	64	65	65	65	66	66	66	67	67	67	68	68	68	69	69	69	70	70		Prahová zóna mírného stresu	
22,2	72	64	65	65	65	66	66	67	67	67	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71	72	72			Prahová zóna mírného stresu
23,3	74	65	66	66	67	67	67	68	68	69	69	70	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74			
24,4	76	66	67	67	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76	76	Zóna mírného stresu		
25,6	78	67	68	68	69	69	70	70	71	71	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77	77	78		Zóna mírného stresu	
26,7	80	68	69	69	70	70	71	72	72	73	73	74	75	75	76	76	77	78	78	79	79	80			Zóna mírného stresu
27,8	82	69	69	70	71	71	72	73	73	74	75	75	76	77	77	78	79	79	80	81	81	82			
28,9	84	70	70	71	72	73	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	80	81	82	83	83	84	Zóna silného stresu		
30	86	71	71	72	73	74	74	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	86		Zóna silného stresu	
31,1	88	72	72	73	74	75	76	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	86	87	88			Zóna silného stresu
32,2	90	72	73	74	75	76	77	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	90			
33,3	92	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	85	86	87	88	89	90	91	92	Zóna velmi silného stresu		
34,4	94	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94		Zóna velmi silného stresu	
35,6	96	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95			Zóna velmi silného stresu
36,7	98	76	77	78	79	80	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	93	94	95	96	97	98			
37,8	100	77	78	79	80	82	83	84	85	86	87	88	90	91	92	93	94	95	97	98	99	100	Zóna velmi silného stresu		
38,9	102	78	79	80	81	83	84	85	86	87	89	90	91	92	94	95	96	97	98	100	101	102		Zóna velmi silného stresu	
40	104	79	80	81	82	84	85	86	88	89	90	91	93	94	95	96	98	99	100	101	103	104			Zóna velmi silného stresu
41,1	106	80	81	82	84	85	86	88	89	90	91	93	94	95	97	98	99	101	102	103	105	106			
42,2	108	81	82	83	85	86	87	89	90	92	93	94	96	97	98	100	101	103	104	105	107	108	Zóna velmi silného stresu		
43,3	110	81	83	84	86	87	89	90	91	93	94	96	97	99	100	101	103	104	106	107	109	110		Zóna velmi silného stresu	

Zdroj: zpracováno dle Bilbyho (2014)

Existuje několik vzorců pro výpočet hodnoty THI. Odlišnost je dána tím, že různá plemena skotu vykazují odlišné chování na konkrétní mikroklimatické podmínky. Společná je pak klasifikace jednotlivých stresových zón. K výpočtu hodnot THI pro zpracování tabulky Tabulka 1 a vlastní výzkum byl použit následující vzorec podle Bilbyho (2014):

$$THI = t_{st} - \left[0,55 - \left(0,55 \times \frac{RH}{100} \right) \right] \times (t_{st} - 58) \quad /1/$$

<i>THI</i>	–	<i>teplotně vlhkostní index</i>	<i>[-]</i>
<i>t_{st}</i>	–	<i>teplota suchého teploměru vzduchu</i>	<i>[°F]</i>
<i>RH</i>	–	<i>relativní vlhkost vzduchu</i>	<i>[%]</i>

Vysokoprodukční dojnice Holštýnského plemene jsou mnohem náchylnější k projevům tepelného stresu kvůli zvýšenému příjmu krmiv a produkci mléka. Z výzkumu roku 2013 provedeném na univerzitě v Arizoně (USA) byly znovu přehodnoceny prahové hodnoty mírného tepelného stresu ve vztahu k Holštýnským dojnícím. Studie ukazují projevy tepelného stresu již od hodnoty THI = 68 (Habeeb, 2018; Bilby, 2014).

4.3.3 Proudění vzduchu

Proudění vzduchu v prostředí stáje zajišťuje jednak přísun čerstvého vzduchu potřebný pro životní procesy zvířat a výměnu vydýchaných vodních par a další vznikající plyny (zejména CO₂) ve vnitřním prostředí stáje. Systémy proudění vzduchu jsou buď přirozené nebo nucené. Nucené systémy ventilace lze dále rozdělit podle způsobu výměny vzduchu z vnitřního do vnějšího prostředí na podtlakovou ventilaci – vzduch je odsáván, nebo přetlakovou ventilaci – vzduch je vháněn do stáje (Doležal, 2004).

Moderní stáje využívají systém přirozeného větrání založený na tzv. komínovém efektu. Optimální rychlost proudu vzduchu v prostředí stáje bývá obvykle doporučováno do 2 m·s⁻¹. Výjimkou je letní období, kdy rychlost proudění vzduchu může tuto hranici mírně překročit (Vegricht, 2008).

4.3.4 Ostatní faktory

Praktická část této práce se zabývá výhradně působením teploty a relativní vlhkosti vzduchu. Příklady níže zmíněných faktorů mají také zásadní vliv na užitkovost dojnic. Pro objektivní posouzení vlivu stájového prostředí na chování skotu je žádoucí s těmito hledisky počítat.

Úroveň podtlaku

Úroveň podtlaku značně ovlivňuje proces dojení i traumatizaci mléčné žlázy. Velmi nízká průměrná hodnota podtlaku ve sběrači mléka způsobuje postupný pokles užitkovosti, prodlužování doby dojení, pomalejší dojení, nedokonalé vydojování, traumatizaci struků, prokluzování strukových násadců či dokonce jejich spadávání. Naopak velmi vysoká průměrná úroveň podtlaku ve sběrači mléka způsobuje otok tkáně struků, poranění struků, přílišné vtahování struků do strukové návlečky zpomalující proces dojení a prodlužuje dobu dodojování (Knížková, 2011).

Krmení a napájení

Krmivo má jednoznačně zásadní vliv na mléčnou užitkovost dojnic, a to nejen z hlediska nutričního složení krmné dávky. Někteří zahraniční autoři uvádějí, že užitkovost hospodářských zvířat ovlivňuje zejména složení krmiva z více než 50 %. Důležité je také respektovat přirozené způsoby příjmu krmiv a vody (Doležal, 2004) (Matějka, 1995).

Osvětlení

Technologické osvětlení pro skot by nemělo klesnout pod hodnotu 60 lux. V produkční stáji je zapotřebí svítit po dobu minimálně 16 hodin denně s hodnotou osvětlení 200 Lux. Prosvětlovací plocha přirozeného denního osvětlení by měla činit min. 10 % z celkové plochy ustájovacího prostoru. Při návrhu prosvětlení stavby je nutné respektovat orientaci objektu vůči světovým stranám kvůli zamezení nežádoucímu přehřívání stáji (Junga, 2014).

Hluk

Působení hluku má negativní vliv na sluchové a nervové orgány, a také na celý organismus. Hlučnost v prostředí stáje by neměla překročit hodnotu 80 dB krátkodobě například při zakládání krmiv nebo hluk doprovázený opravou technických prvků apod (Doležal, 2004).

5 Metodika měření

V této kapitole jsou nejdříve popsány výchozí podmínky hodnocených farem vybavených automatizovaným systémem dojení. V dalších částech je popsána technologie AMS od konkrétního výrobce, od kterého jsou touto technologií osazeny dojící roboty na vybraných farmách.

5.1 Výchozí podmínky hodnocených farem

V této části práce byly hodnoceny celkem čtyři farmy na území ČR. Měření probíhalo v období od srpna 2014 do srpna 2017 tj. 36 po sobě jdoucích měsíců. Každá hodnocená farma ve zmíněném období využívala AMS od stejného výrobce. Poskytnutá data ze všech farem byla získána ve spolupráci s VÚŽV v. v. i. Vybrané parametry klimatických podmínek (teplota a vlhkost vzduchu) v oblasti farem byla shromážděna za pomoci veřejného serveru ČHMÚ. Každé farmě byly přiřazeny údaje teploty vzduchu a relativní vlhkosti vzduchu nejbližší měřicí stanice.

Společnými znaky sledovaných farem je především podhorská oblast, ve které se stáje nacházejí. To dává předpoklad k dobrým podmínkám chovu skotu. Stáje níže uvedených farem jsou otevřené a lze tedy předpokládat, že venkovní podmínky se budou minimálně odchylovat od skutečné teploty a vlhkosti uvnitř stáje. Dále jsou stáda tvořena převážně kravami holštýnského plemene vyjma farmy D, kde je chován český strakatý skot.

V následujících podkapitolách budou uvedeny základní specifikace farem, na kterých probíhalo měření. Farmy jsou seřazeny podle velikosti stáda a počtu dojících robotů.

5.1.1 Farma A

První farma sídlí v západním okraji Českomoravské vysočiny. Nachází se v pahorkatinné oblasti ve výšce přibližně 600 m. n. m. Farma se zabývá rostlinou výrobou hospodařící na 872 ha půdy. Klíčovou výrobou je však pro společnost získávání mléka, které se na celkových tržbách podílí z více než 40 %. Na farmě jsou v provozu celkem 4 dojící roboty Lely Astronaut řady A2 a jeden robot novější

generace Astronaut A4 nainstalovaný v roce 2012. Zavedený AMS obsluhuje okolo 330 dojnic holštýnského plemene s vysokou mléčnou užitkovostí. Dojnice jsou rozděleny do dvou stájí. Stáje jsou koncipované pro volné boxové ustájení bez podestýlky. Větrání stáje je řešeno odkrytými stěnami stáje se štěrbinou ve hřebeni vyvolávající komínový efekt proudění vzduchu. Ve velmi teplých dnech se proudění vzduchu podporuje ventilátory.

5.1.2 Farma B

Další hodnocenou farmou je zemědělské družstvo, které se nachází v Jihočeském kraji v podhorské oblasti přibližně 580 m. n. m. Družstvo hospodář na přibližně 1700 ha půdy. Zemědělské družstvo se v sekci rostlinné produkce zabývá výrobou kvalitních krmiv pro živočišnou výrobu a také pěstováním brambor, řepky a obilovin. V živočišné produkci převládá chov prasat, který je doplněn o chov masného i mléčného skotu. V roce 2007 byly na farmu instalovány a spuštěny celkem 4 dojící roboty Lely astronaut A3. S touto technologií je denně dojeno v průměru 280 dojnic holštýnského plemene. Stáj je konstruována jako vzdušná, otevřená dřevostavba se svinovacími plachtami po bocích. Dojnice jsou volně ustájeny v boxech s matrací s využitím automatického sklizení chlěvské mrvy a zakládání krmiv. Vnitřní uspořádání stáje je rozdělené do 4 sekcí, k nimž náleží vždy jeden robot situovaný uprostřed stáje vedle krmného stolu. Sekce přiléhají k průjezdnému krmnému stolu a ustajovací boxy jsou v každé sekci uspořádány ve 3 řadách.

5.1.3 Farma C

Farma se nachází v pahorkatinné oblasti v přibližné výšce 530 m. n. m. v kraji Vysočina. Společnost se zabývá rostlinnou výrobou s obhospodařující plochou přes 2000 ha, na které pěstuje převážně pšenici, ječmen, řepku a na loukách jetel pro zpracování objemných krmiv. V živočišné výrobě je hlavní složkou chov dojeného skotu ve stáji, dále výkrm býků a vedlejší činností je také chov skotu na pastvě. Produkci mléka zajišťuje stádo holštýnského skotu ve stáji s kapacitou 200 dojnic. Dojení obstarávají celkem 3 dojící roboty Lely astronaut A3 umístěné v prostorách

stáje. Stáj je koncipovaná pro volné boxové ustájení bez podestýlky. Zrekonstruovaná stáj je otevřená s možností zatažení bočních stěn svinovacími plachtami.

5.1.4 Farma D

Poslední hodnocená farma je součástí zemědělského družstva, která se nachází v okrese České Budějovice v Jihočeském kraji. Farma se nachází v podhůří ve výšce 450 m. n. m. ZD hospodaří na přibližně 560 ha zemědělské půdy, z čehož zhruba 130 ha tvoří travní porosty určené pro zpracování objemných krmiv. Na zbylé půdě je pěstována převážně řepka, ječmen a kukuřice určená pro výrobu siláže. Živočišná výroba je orientována převážně na chov skotu s velikostí stáda přibližně 150 krav. Na farmu byly v roce 2011 instalovány a spuštěny dva dojící roboty značky Lely astronaut A3 next. Stádo je tvořeno z krav českého strakatého plemene. Dojnice jsou ustájeny ve stáji s volným boxovým ustájením. Boxy jsou vybavené matracemi, které se přistýlají řezankou ze slámy ošetřenou vápencem. Podlaha hnojné chodby a krmíště je tvořena gumovými rohožemi se shrnovacími lopatami pro vyklízení chlěvské mrvy.

Tabulka 2 Souhrn základních údajů o hodnocených farmách

farma	region	nadmořská výška	průměrný počet dojnic v produkční stáji	plemeno skotu	počet dojících robotů	Průměrný počet dojnic na robota
A	Vysočina	600 m. n. m.	330	Holštýnské	5	66
B	Jihočeský	580 m. n. m.	280	Holštýnské	4	70
C	Vysočina	530 m. n. m.	210	Holštýnské	3	70
D	Jihočeský	450 m. n. m.	150	České strakaté	2	75

Zdroj: (Soldát, 2019) vlastní zpracování

5.2 Technický popis sledovaných zařízení

5.2.1 Lely astronaut A4

Všechny hodnocené stáje farem jsou orientovány na provoz AMS od firmy Lely. Přestože na farmách početně převažují roboti řady A3, byl vybrán popis další generace robota A4 (viz obr. Obrázek 9), který se svou konstrukcí a sběrem informací podobá i předchozím generacím. V závěru této kapitoly bude porovnání ostatních generací robotů po technické stránce. Obrázky ostatních generací robotů Lely astronaut jsou uvedeny v příloze.

Obrázek 9 Automatický dojící systém (AMS) Lely astronaut A4



Zdroj: (Szondy, 2013)

Jedním z dlouhodobých cílů tohoto výrobce je vyvinout plně automatizovaný provoz farmy s živočišnou produkcí a související rostlinou produkcí vedoucí k vytvoření tzv. chytrého zemědělství. Kromě AMS totiž nabízí i další produkty, kterými jsou některé automatizované pochody, například krmení, přihrnování krmiva, odklizení výkalů, napájení apod. Zároveň tyto produkty mohou být navzájem propojeny prostřednictvím informačních technologií a vytváří tak komplexně řízený a monitorující systém produkce určité farmy.

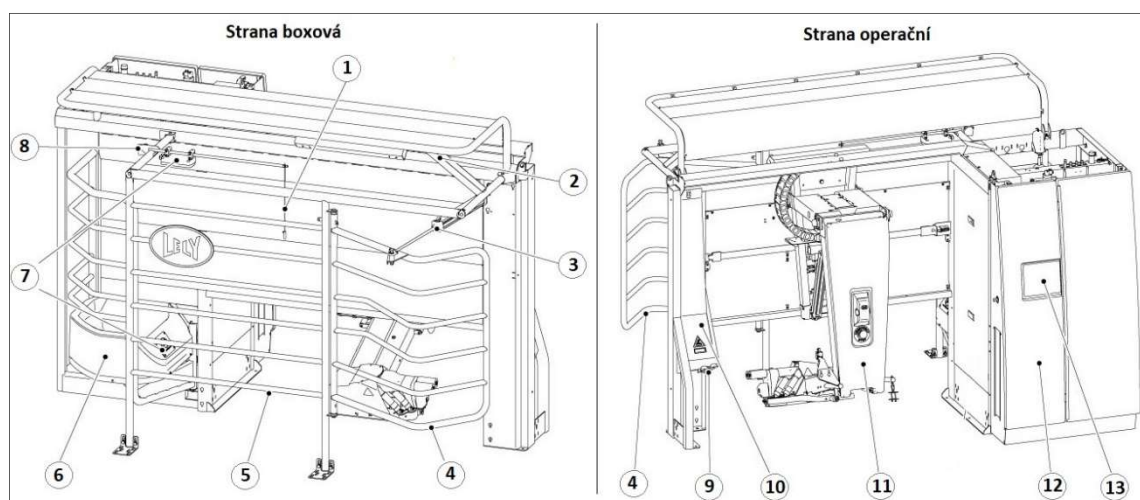
Strojní zařízení tvořící AMS

Kompletní dojící systém sestává z následujících zařízení:

- dojící robot,
- centrální řídicí jednotka,
- kompresor,
- mléčný tank (mléčnice),
- čistící a ohlašovací systém.

Pro instalaci AMS v produkční stáji je zapotřebí zajistit zdroje napájení zejména dostatečný zdroj el. energie a vody. Dojícího robota je možné umístit prakticky kamkoli do prostoru stáje. Podmínkou pro správné umístění je přístup dojnice pouze z boxové strany a možnost přístupu obsluhy ze strany operační (viz obr. 10). Řešením je například umístění dojícího stání v úrovni obvodové zdi stáje, přičemž pro operační stran musí být vystavěna zvláštní technická místnost odpovídající hygienickým požadavkům v konvenčních dojárnách. Přehled prvků dojící jednotky, resp. dojícího robota je na obrázku Obrázek 10. Popis činnosti některých součástí robota jsou popsány v podkapitole Dojící cyklus v AMS.

Obrázek 10 Schéma dojící jednotky



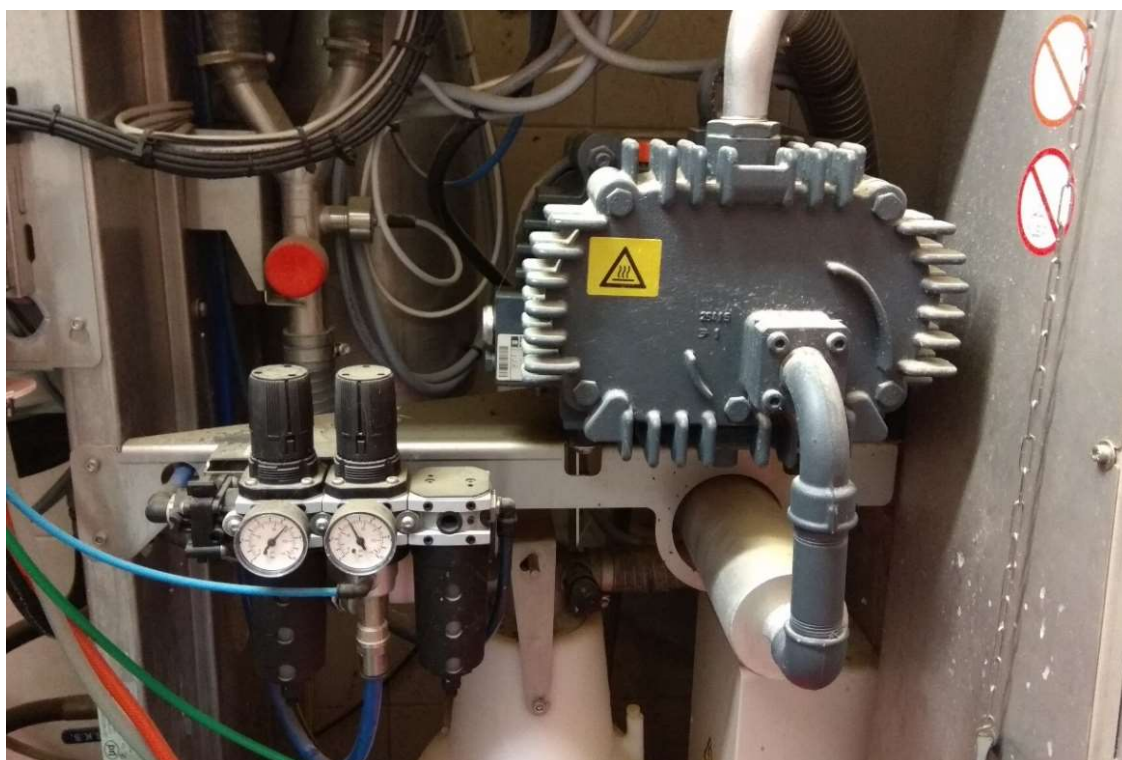
Zdroj: (LELY, 2014)

Legenda: 1 elektrický bičik, 2 kamera (3D), 3 posuvný píst vstupní branky, 4 vstupní branka, 5 boční zábrana, 6 krmný žlab ve výstupní brance, 7 IR snímače 8 posuvný píst výstupní branky, 9 parní trysky, 10 parní jednotka čištění násadců, 11 hlavní rameno robota, 12 řídicí jednotka robota, 13 informační panel

Řízení činnosti robotu je zprostředkováno zařízením „E-link“ integrované v robotické jednotce. Hlavní součástí zařízení je programovatelný logický automat „PLC“, který činní celý systém plně automatickým. Vykonává všechny naprogramované úkony v rámci dojícího stání v daném pořadí, které jsou podmíněny řadou podmínek dohromady tvořící univerzální program. Ve skutečnosti je řízení celého AMS daleko komplexnější a složitější, jelikož musí ostatní automatické systémy v rámci AMS vzájemně kooperovat.

Řídicí jednotka je přídatným zařízením samotné robotické jednotky. Zajišťuje rozvod elektrické energie, datový a informační přenos, rozvod tlakového vzduchu, vytvoření podtlaku, rozvod teplé i studené vody a rozvod sanitačních prostředků a roztoků pro ošetření struků. Uvnitř řídicí jednotky je úpravna stlačeného vzduchu a vývěvy (viz obr. 11). Hlavním účelem úpravny je regulace a čištění tlakového vzduchu přivedený od kompresoru. Upravený vzduch na výstupu z řídicí jednotky musí splňovat předepsaný nekolísavý tlak a čistotu odpovídající provozuschopnosti dojící jednotky.

Obrázek 11 Úpravna stlačeného vzduchu a čerpadlo sanitačních prostředků



Zdroj: (Soldát, 2019) archiv autora

S příchodem generace Lely astronaut A4 došlo k oddělení centrální řídicí jednotky robota. Tato inovace zmenšuje rozměry dojícího robota a umožňuje tak větší variabilitu dispozičních řešení při umísťování robota ve stáji. Zároveň umožňuje řízení dvou robotických dojících jednotek současně, což přináší úsporu investičních i provozních nákladů při pořízení sudého počtu dojících jednotek.

Kompresor vytváří tlakový vzduch potřebný pro napájení posuvných částí dojícího robota. Výstup tlakového vzduchu z kompresoru je veden do centrální jednotky, kde je upravován. Kompresor musí zajišťovat stlačený neolejnatý vzduch, který odpovídá normě ISO 8573 – 1: 2001, a jmenovitý provozní tlak 7 barů. Kompresor je vhodné umístit do prostorné místnosti pro dostatečný odvod tepla a zajistit dostatečnou výměnu čistého vzduchu. Počet dojících jednotek je přímo úměrný jmenovitému průtoku, který je nutné kompresorem zajistit pro provoz. S tím souvisí i velikost zásobníku stlačeného vzduchu. Společnost Lely preferuje kompresory Atlas Copco klasifikované dle jmenovitého příkonu motoru. Například kompresor o jmenovitém výkonu 3,7 kW (viz obr. 12) je určen k pohonu až 5 dojících jednotek.

Obrázek 12 Kompresor Atlas Copco o výkonu 3,7 kW



Zdroj: (Soldát, 2019) archiv autora

Mléčný tank (viz obr.13) se nachází v oddělené místnosti, často i mimo prostor stáje. Do tanku je přečerpáváno mléko ze sběrné nádoby dojicího robota, resp. více dojicích robotů. Systém chlazení je navržen s ohledem na postupný přívod jednotlivých nádojů od dojicích robotů. Mléčný tank je jednoplášťový a uvnitř tanku je několik chladicích sekcí (výparníků), které jsou umístěny ve vodorovných rovinách po obvodu pláště. V závislosti na objemu mléka obsaženém v tanku se jednotlivé sekce zapínají a tím udržují teplotu mléka na konstantní hodnotě. Vyplívající výhodou je jednoznačná úspora energie při chlazení mléka a možnosti chladit mléko od malého množství. Další úsporu představuje systém pro využití odpadního tepla pro ohřev technologické vody. Mléčný tank je dále vybaven dvěma vertikálními míchadly pro promíchávání mléka v tanku a sprejovací hlavou pro čištění.

Obrázek 13 Mléčný tank Lely Nautilus o objemu 10 000 litrů



Zdroj: (Soldát, 2019) archiv autora

Po naplnění a vychlazení mléčného tanku je zapotřebí mléko odčerpat a následně tank vyčistit pro další várku mléka. V průběhu čistícího cyklu je nadojené mléko přečerpáváno do vyrovnávací nádoby. Po vyčištění se mléko přečerpá zpět a systém CRS+ spustí čištění vyrovnávací nádoby. Cyklus čištění v závislosti na druhu nádrže může trvat až 45 minut.

„Time for Cows – management systém“ (dále jen „T4C“) je software, který v rámci AMS podává aktuální informace (včetně jejich ukládání) o stavu všech zařízení. Dojící jednotky lze s tímto softwarem propojit pro účely sběru a sdružování informací o robotech na farmě. Příkladem je sekce sledování užitkovosti krav na jednotlivých robotech sumarizované na denní hodnoty (viz obr. 14). Prostřednictvím tohoto softwaru byly získány záznamy o užitkovosti dojníc na vybraných farmách. Software T4C také umožňuje sdružovat informace a řídit ostatní automatická a robotická zařízení značky Lely v rámci stáje (např.: Cosmix P – krmný box, Vector – krmný robot, ad.) a vytvořit komplexní přehled managementu stáda.

Obrázek 14 Výpis vybraných faktorů z manažerského SW T4C

Adre.. robo..	Datum	Podo.. krav	Mléka celkem	Separo.. mléko	Mléko..	Čas doje..	% času doje..	Volný čas	% volně.. času	Dojen..	Rych.. doje..	Max rych.. doje..	Počet dojen..	Počet neúsp..	Počet odmít..
			1705,1	38,3		16:19	69,00	6:22	27,62				130	5	53
			861065,7	19326,9									65945	2706	27239
1401	30-03-2015	28	930,6	43,6	33,2	10:31	43,90	12:19	51,40	2,6	2,7	3,5	74	10	63
1301	30-03-2015	58	1665,0	0,0	28,7	17:33	73,20	05:57	24,80	2,7	2,5	3,1	156	3	59
1201	30-03-2015	55	2126,4	15,3	38,7	18:59	79,10	04:01	16,80	2,9	2,9	3,8	160	1	72

Zdroj: (Soldát, 2019) archiv autora

CRS+ je zařízení, které řídí všechny hlavní čistící procesy v rámci AMS. Toto zařízení je zpravidla umístěné v blízkosti mléčného tanku a funguje jako programovatelný automatický systém. Lze v něm naplánovat hlavní čištění všech připojených dojících jednotek, které je prováděno zpravidla dvakrát až třikrát denně. Dále umožňuje vyprázdnění mléčného tanku, řízení předchladiče mléka a řízení dvojité filtrace. Zařízení CRS+ je kompatibilní se systémem T4C, což umožňuje efektivně udržovat celý systém AMS co možná nejvíce aseptický a pohotový v případě nutnosti zásahu. Pokud například dojící robot zaznamená nádoj nestandardního mléka, aktivuje zařízení CRS+ proplach dojící jednotky horkou vodou bezprostředně před následujícím cyklem dojení. V případě mimořádných situací nebo jakékoli poruchy systému AMS je zařízení schopné okamžitě upozornit pracovníky na farmě prostřednictvím akustického signálu (alarmu) nebo pomocí GSM modulu na konkrétní mobilní zařízení.

Dojicí cyklus v AMS

Otevřená vstupní branka boxu signalizuje, že je robot připravený k zahájení dojícího cyklu. Dojnice vstupuje ze zadní strany přímo do boxu. Úroveň podlahy v boxu je srovnána s podlahou stáje pro bezproblémový vstup. Podlaha má protiskluzový povrch s odtokovým kanálkem v úrovni vemene. Lze pořídit podlahu vybavenou tenzometrickými snímači pro měření tělesné hmotnosti dojnice. IR snímač nad krmným žlabem (viz obr. 15) detekuje přítomnost dojnice v prostoru boxu. Za pomoci 3D kamery je potom permanentně sledována poloha dojnice pro přesné navádění ramena robotu.

Obrázek 15 3D kamera (vlevo) a IR snímač (vpravo)



Zdroj: (Soldát, 2019) archiv autora

Následuje identifikace dojnice s pomocí RFID obojku na jejím krku a zavření vstupní branky pneumotorem. Software robota vyhodnotí na základě poslední návštěvy konkrétní dojnice, zda má dojnice nárok na dojení a přidělení krmné dávky. Pokud ne, robot odmítne dojnici obsloužit a otevře výstupní branku. Pokud ano, robot začíná dávkovat krmnou dávku a pokračuje dalším krokem dojícího cyklu.

Kromě přirozené potřeby dojnice se jít podojit je krmivo, podávané v dojícím robotu, účinným stimulem pro návštěvu dojícího boxu. V jednom dojícím robotu je možné připravit krmnou dávku ze čtyř druhů krmiv, které lze přesně dávkovat (jadrné krmivo, granule, šrot, voda apod.). Krmiva jsou do robotu dodávána z externích zásobníků podle pokynů řídicí jednotky robotu. Jelikož si robot prostřednictvím identifikace vede databázi měřených hodnot celého stáda, dokáže stanovit individuální

krmnou dávku každé dojnici. Krmná dávka je pak sestavena v závislosti na docházce, dojivosti nebo fázi laktace. Postupným podáváním krmné dávky udrží dojnici klidnou bez prudkých pohybů, které by zbytečně prodlužovali celý cyklus dojení, zejména při nasazování strukových násadců.

Dojicí robot je do jisté míry adaptivní. Pro rychlý a přesný nájezd ramena do pracovní polohy využívá robot mimo 3D kamery údaje o poloze z předchozích úspěšných cyklů dojení. V první fázi jsou vyklopeny protiběžné kartáčky pro činnost čištění struků a stimulace (viz obr. 16).

Obrázek 16 Protiběžné kartáčky (vlevo), čištění a stimulace struku (uprostřed), detekce struků TDS (vpravo)



Zdroj: (Soldát, 2019) archiv autora

Cyklus dojení v dojícím robotu se v mnoha ohledech podobá konvenčnímu dojení. Zvratným rozdílem je však princip dojicího stroje, jelikož AMS je konstruován pro dojení každé čtvrti vemene zcela nezávisle na ostatních. Tento fakt se týká i všech následujících úkonů po sesazení strukového násadce.

Po přípravě k vlastnímu dojení systém naskenuje aktuální pozice struků laserovým snímačem polohy TDS (viz obr. Obrázek 17 vlevo), který snímá pozice i při nasazování strukových násadců. Napětím lanka ve spodní části násadce dojde k zaujetí svislé polohy fixací v tvarové misce pro nasazení. Touto aktivací je do podstrukové komory násadce přiváděn podtlak a rameno plynule navádí násadec ke struku. Správným vedením ramene a dostatečným přiblížením dojde k úspěšnému přísátí násadce na struk. V případě spadnutí násadce se lankem opět přitáhne násadec

do aktivní svislé polohy a nasazení se opakuje. Takto jsou postupně osazeny všechny ostatní struky (viz obr. 17 vpravo). V průběhu dojení je pohyb dojnice v boxu neustále monitorován 3D kamerou a optickým snímačem v rameni pro zachování pozice ramena robotu v blízkosti vemene.

Obrázek 17 Činnost laserového skeneru TDS a nasazení strukových násadců



Zdroj: (Soldát, 2019) archiv autora

V okamžiku nasazení násadce je spuštěn dojití program pro konkrétní čtvrt'. Dojení začíná krátkodobým rozdojením čtvrti frekventovanou pulsací, kde první odstříky z vemene jsou separovány do kalibrovaných nádobek a následně použity pro analýzu kvality dojeného mléka, kde se stanoví počet somatických buněk, přítomnost krve a dalších reziduí. AMS pak na základě předvolených kritérií kvality vyhodnotí, zda je mléko standardní kvality určené do mléčného tanku, nebo nestandardní mléko, které je přečerpáno do oddělených nádob (viz obr. 18) pro výživu mláďat (kolostra). Mléko lze separovat do 4 připravených nádob. Mléko nevyhovující kritériím kvality pro výše uvedené potřeby je likvidováno (vpuštěno).

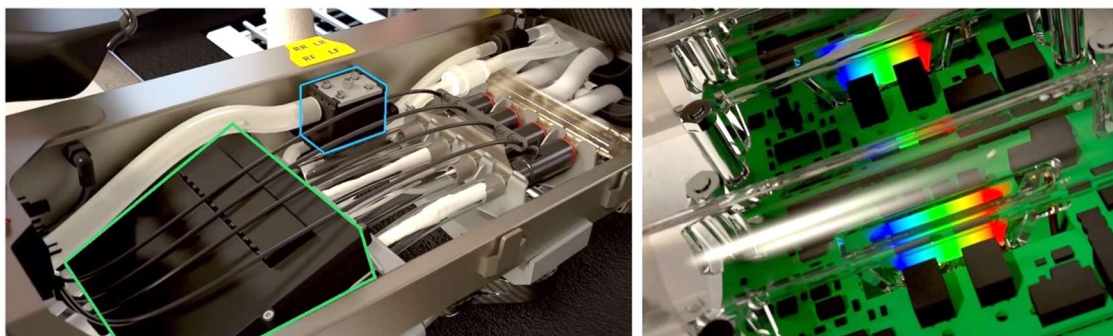
Obrázek 18 Nádobky pro separované mléko



Zdroj: (Soldát, 2019) archiv autora

Po úspěšném rozdojení všech čtvrtí dojde k očištění masážních kartáčků. Dojení všech čtvrtí, jak bylo uvedeno výše, probíhá odděleně tzn. individuální pulzační průběh vytvářený pulzátozem „4effect 2“ (modrý rámeček na obr. 19 vlevo), jehož činnost je podmíněna jednotkou „MQC 2“ (zelený rámeček na obr. 19 vlevo). Obě tato zařízení včetně mléčných cest a filtrace jsou součástí robotického ramena. Jednotka MQC 2 pracuje na principu prosvětlování toku mléka a zachycení světla optickými senzory (viz obr. 19 vpravo). Jednotka pak na základě analýzy barevného spektra mléka zjistí rychlost toku, konduktivitu, vodivost a teplotu mléka. Měření probíhá po celou dobu dojení a pro každou čtvrt' zvlášť. Zaznamená-li jednotka nepřijatelnou změnu kvality, okamžitě se danou čtvrtí průtok odvrátí a je vypouštěno do jímky.

Obrázek 19 Ústrojí ramena robotu (vlevo), hodnocení barevného spektra MQC (vpravo)



zdroj: (LELY, 2018) upraveno autorem

Tok mléka je veden od struků do čtyř mléčných hadic přes uzavírací ventily a jednotku MQC 2 do sběrné nádoby umístěné v prostoru řídicí jednotky robotu. Nádoba je vyrobená z tvrzeného skla o objemu 40 litrů vybavená tenzometrickým snímačem pro stanovení skutečné aktuální hmotnosti nadojeného mléka. Kromě mléčných hadic je ve svazku hadice určená pro likvidaci nestandardního mléka a hadice pro přívod podtlaku do pulzátoru.

Vzájemná kooperace pulzátoru „4effect 2“ a jednotky „MQC 2“ vytváří příznivé podmínky pro maximální šetrnost a výtěžnost mléka při dojení. Úroveň podtlaku a frekvence pulzů je úměrně regulována průtokem mléka, který se v průběhu dojení postupně snižuje. Při dosažení určité hodnoty průtoku mléka dojde k uzavření průtoku mléka spojené s přerušáním podtlaku. V momentě přerušování podtlaku dojde

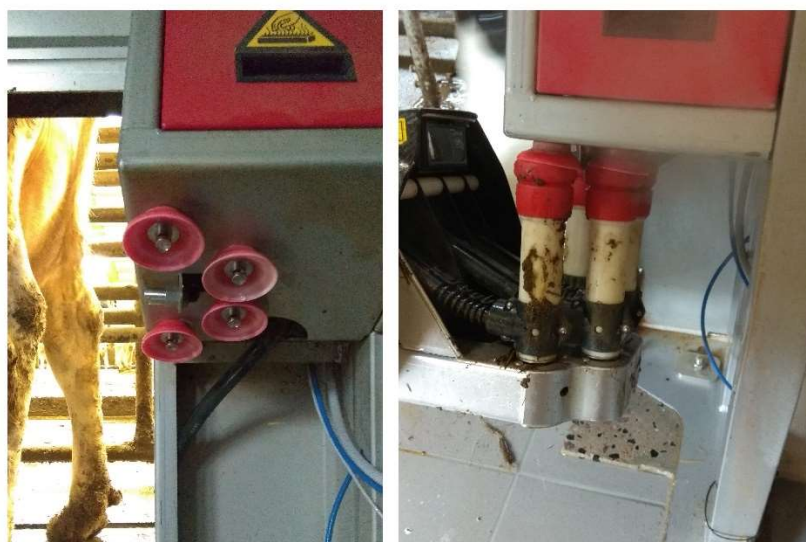
k samovolnému sklouznutí násadce ze struku a k jeho okamžitému přitažení k tvarové misce pomocí lanka a následném uložení do přílehlé polohy k rameni.

Bezprostředně po sesazení posledního strukového násadce a fixaci k rameni následuje ošetření jednotlivých struků. Ošetření je prováděno nástřikem pomocí rozprašovacího ventilu umístěného na konci aktivní části ramene robotu.

Ukončení dojitího procesu je provedeno odjetím ramena robotu z prostoru boxu a následným otevřením výstupní branky. V rámci nabídky je možnost AMS doplnit například o selekční branky na výstupu z boxu řízené systémem. Dojnice, u kterých byl zjištěn v cyklu dojení nějaký zdravotní problém, je separována ve vyhrazeném prostoru pro ošetření. Elektrický bičik v boxu nad dojnicí je pro případ, že dojnice odmítá opustit box po ukončení procesu dojení.

V průběhu výstupu podojené dojnice probíhá v jednotce příprava na další dojití cyklus. Rameno najíždí se ztopořenými strukovými násadci do parní stanice „Pura 2“ (viz obr. 20). Stanice zajišťuje ošetření strukových návleček horkou párou a oplachem vodou po každém dojitím cyklu. Při nadojení nestandardního mléka systém CRS+ vyčistí všechny mléčné cesty jednotky robota.

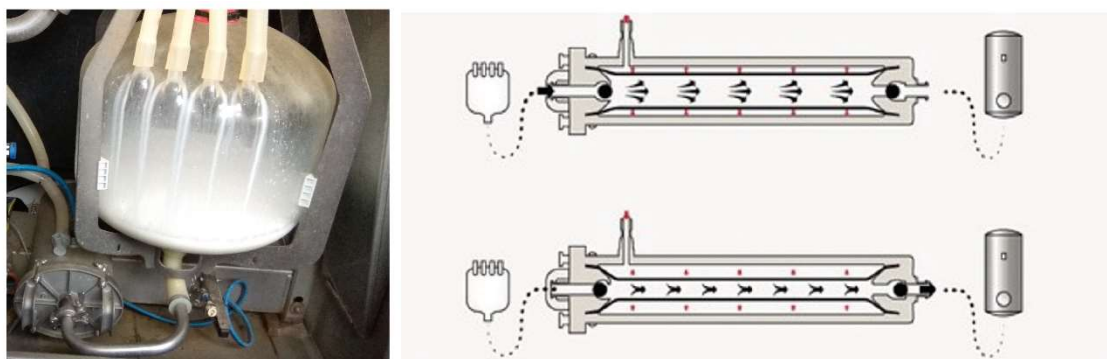
Obrázek 20 parní stanice – pohled do misek (vlevo) při činnosti sterilace (vpravo)



Zdroj: (Soldát, 2019) archiv autora

Mléko ze sběrné nádoby (viz obr. 21 vlevo) je přečerpáno zvláštním typem čerpadla do mléčného tanku. Čerpadlo pracuje na principu proměnlivého pracovního prostoru účinkem smrštění a rozpínání vnitřní membrány (viz obr. 21 vpravo). Výrobce tak deklaruje šetrnou přepravu bez následku okysličení nebo znehodnocení nutriční hodnoty mléka.

Obrázek 21 Membránové čerpadlo se sběrnou nádobou (vlevo), princip činnosti membránového čerpadla (vpravo)



Zdroj: (Soldát, 2019) archiv autora; (Szondy, 2013)

Technologický vývoj robotů AMS

Konstrukce boxu byla do modelů A3 situována do prostoru dojící jednotky. Dojnice pro vstup do boxu přichází šikmo vůči robotu a stejným způsobem odchází z boxu. Od modelu A4 je konstrukce boxu situována vně na podélné straně robotu. Následkem toho se celkově zmenšují rozměry samotné dojící jednotky. Box se zároveň stává průchozí v jednom směru, což je pro dojnice snadnější a přívětivější.

Konstrukce ramena prošla zásadní změnou vývojem řady A3. Od této generace je rameno zavěšené na šasi robotu a zaujímá tak větší pracovní prostor pro související operace. Vývojem řady A4 jsou některé pohyby ramene řízeny elektromotory namísto tlaku vyvíjeného kompresorem. Od řady A5 je pohyb zajištěn pouze elektromotory, tudíž odpadá potřeba kompresoru.

Jednotka kontroly kvality „MQC“ je od řady A4 integrována v rameni robotu odkud jsou dále vyvedeny pouze mléčné cesty s hadicí podtlaku. Pohon čistících kartáčků je zajištěn nově elektromotorem.

Astronaut A2 byl vybaven pouze dvěma segmentovými displeji pro zobrazení základních parametrů dojící jednotky umístěné na dvířkách dojící jednotky. Od řady A3 je již k dispozici dotyková LCD obrazovka, která nabízí mnohem více informací o průběhu dojení. V následujících řadách je postupně upravováno softwarové rozhraní a vylepšení grafického zobrazení přívětivější uživateli.

Pozici dojnice model A2 detekuje ultrazvukovými čidly, které snímá pohyb dojnice v boxu pouze v podélném směru. U modelu A3 je pozice snímána skrz čtyři tenzometrická čidla v rozích roštu, která vyhodnocují pozici ve vztahu k těžišti dojnice. Od modelů A4 se pozice dojnice v boxu snímá 3D kamerou umístěnou nad dojnici. Toto poslední řešení má prozatím nejkratší reakční dobu celé dojící jednotky.

Jak již bylo výše uvedeno, od modelů A4 je oddělena řídicí jednotka od robotické, která byla dříve její součástí. Tato jednotka může obsluhovat dvě robotické jednotky zároveň a sníží tak investiční náklady.

S každým příchodem nové generace byly provedeny výrazné konstrukční změny, avšak vývoj směřoval i ke zlepšení menších součástí robotu. Například pulzátor od řady A4 je vybaven přídatným filtrem nečistot, jednotka měření kvality vykonává rychlejší a přesnější diagnostiku v reálném čase, systém čištění strukových násadců je úspornější, jelikož využívá podtlaku k vývinu páry a další.

6 Výsledky a diskuze

Výsledky práce shrnují tříleté měření čtyř sledovaných farem. Pro reprezentaci výsledků byly využity programy MS Excel a Statistica.

6.1 Teplota a relativní vlhkost vzduchu

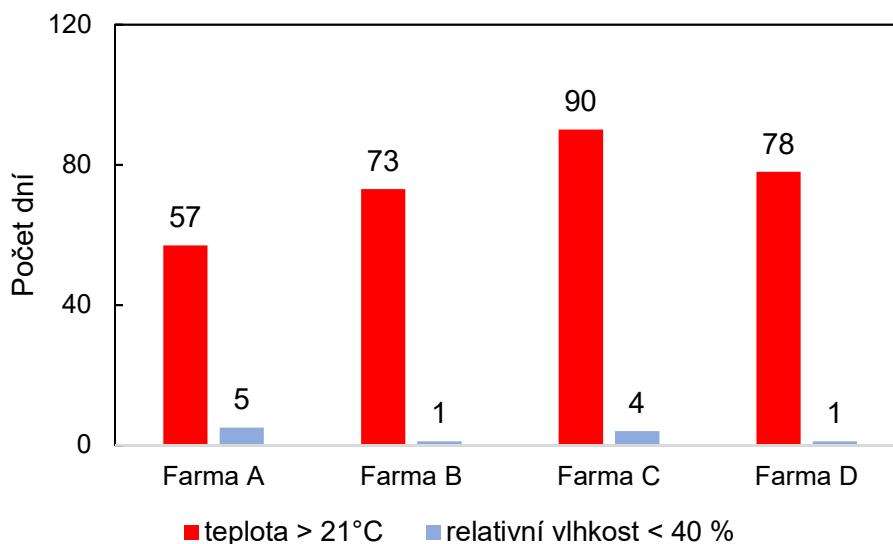
Existuje jistá závislost teploty vzduchu na užitkovosti dojeného skotu. Skot disponuje schopností termoregulace v relativně širokém rozpětí teploty. Zejdová et al. (2014) uvádějí ideální rozmezí teplot od 5 do 20 °C, avšak pro proces dojení je spodní hranicí teplota 10°C. Výrazný pokles užitkovosti (až o 50%) způsobují teploty nad 27°C. Optimální teplotní rozsah pro mléčnou produkci je teplota od 10 do 16°C (Botto, 1988). Někteří autoři poukazují na skutečnost, že zásadní vliv na termoregulaci u skotu má genetika (Zukiewicz, 2012). Moderní vysokoprodukční dojnice z důvodu vyššího příjmu krmiv a tím související vyšší užitkovosti jsou dojnice vystavovány tepelnému stresu již od teploty 21°C. Zcela zásadní je riziko vystavení dojnice přímému slunečnímu záření (Brouček, 2009). Projevem tepelného stresu je například ukazatel frekvence dechu zvířete. Klidná frekvence dechu u skotu 10 až 30 dechů za minutu. Při zvýšené frekvenci nad 40 dechů za minutu značí, že je dojnice vystavena mírnému tepelnému stresu (Knížková, 2010), (Svoboda, 2018).

Relativní vlhkost vzduchu je druhým hlavním činitelem specifikující dané prostředí. (Kic, 1995) uvádí horní přijatelnou hranici relativní vlhkosti vzduchu 80%. (Botto, 1988) tvrdí, že k výraznému snížení produkce dochází při dosažení relativní vlhkosti vzduchu 90%, avšak reakce dojnic na vlhkost vzduchu je spíše individuální. Zejdová et al. (2014) a uvádějí, že hodnoty relativní vlhkosti vzduchu nad 85 % zhoršuje termoregulační schopnosti dojnic. Naopak hodnoty pod 35 % mají za následek vysušování horních cest dýchacích a sliznice. S tímto souhlasí i autoři (Dolejš, 1994). Podle zjištění Dolejše et al. (1991) a Šocha et al. (2004) nemá vysoká relativní vlhkost, v případě zachování optimální teploty vzduchu, negativní vliv na organismus zvířat.

Vysoké teploty byly na farmách zaznamenány převážně v létě. Hodnoty průměrné relativní vlhkosti byly převážně v normálu s ojedinělým výskytem „suchých“ dnů. Následující graf sumarizuje počet dní v celém tříletém období, kdy byla průměrná

teplota vzduchu vyšší než 21°C a relativní vlhkost vzduchu nižší než 40%. Tyto extrémny byly naměřeny v letním období, které se tak stalo námětem pozorování.

Graf 3 Počet naměřených dnů se zvýšenou teplotou a relativní vlhkostí vzduchu



Zdroj: (Soldát, 2019) vlastní zpracování

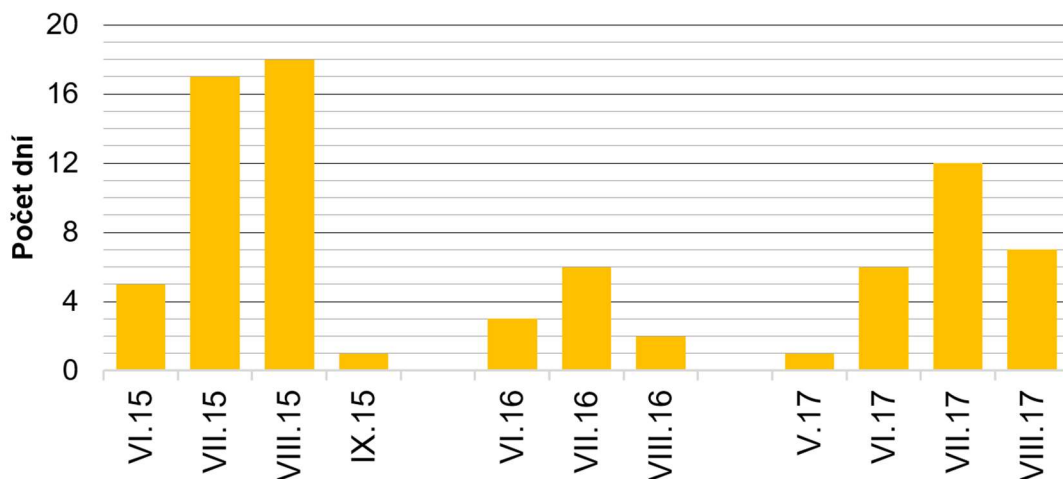
6.2 Teplotně vlhkostní index THI

Teplota a vlhkost vzduchu jako samostatné veličiny nejsou dostatečným ukazatelem pro specifikaci mikroklimatu daného prostředí. Teplotně vlhkostní index slouží k vyjádření teploty a relativní vlhkosti vzduchu jako jedné hodnoty. Tepelný stres se projevuje již od hodnoty THI = 72 (Armstrong, 1994) (Brouček, 2006). Toto tvrzení potvrzují například i autoři Kohlí et al. (2014). Podle některých autorů je však hranice začátku projevů tepelného stresu již při nižších hodnotách. Například podle Zimbelmana et al. (2006) se hranice tepelného stresu nachází už od hodnoty THI ≥ 68 . Projevy tepelného stresu nastupují od nižších hodnot především u vysokoprodukčních dojnic. Při hodnotě THI = 68 dochází u dojnic k zvýšení dechové frekvence a snížení mléčné užitkovosti (Knížková, 2010).

Po většinu času v celém tříletém období (93,3 %) byla hodnota THI ≤ 67 (viz Graf 5). Hodnoty THI zasahující do prahové zóny mírného stresu (5 %) a zóny mírného stresu (1,7 %) se u všech farem vyskytovaly v letním období, zejména pak v červenci a srpnu (viz Graf 4). Za celé sledované období nebyly dojnice na sledovaných farmách

vystaveny střednímu či silnému stresu. Počet dní, kdy byly dojnice vystaveny stresu, koreluje s průměrnou teplotou vzduchu v dané oblasti. Z výsledků v tabulce 3 se jeví jako nejvíce postiženou farma C, kde bylo naměřeno celkem 89 dní pro $THI \leq 68$.

Graf 4 Histogram měsíčních četností hodnot $THI \leq 68$ všech farem (průměr)



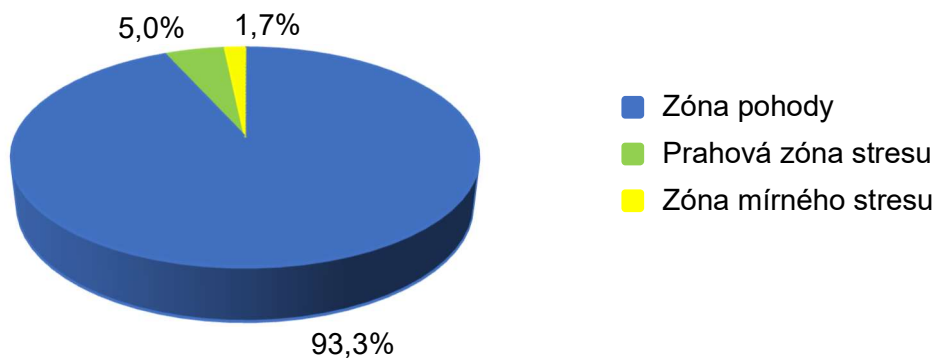
Zdroj: (Soldát, 2019) vlastní zpracování

Tabulka 3 Suma dní kategorizována dle THI pro jednotlivé farmy

THI	Farma A	Farma B	Farma C	Farma D
$67 \geq$	1040	1029	1007	1015
68 - 71	43	56	63	58
72 - 79	13	11	26	23

Zdroj: (Soldát, 2019) vlastní zpracování

Graf 5 Rozložení komfortních zón z hlediska času farem dohromady



Zdroj: (Soldát, 2019) vlastní zpracování

6.3 Korelace mezi parametry prostředí a faktory užítkovosti

Korelace je statistický nástroj pro porovnání dvou souborů hodnot s proloženou lineární funkcí získanou metodou nejmenších čtverců. Ukazatel (koeficient korelace), nabývá hodnot od -1 do +1 a je často vyjádřen v procentech. Koeficient rovnající se hodnotě 0 značí absolutní nezávislost. Naopak koeficient, který je roven +1 značí přímou závislost, resp. hodnota -1 značí nepřímou závislost. Za spolehlivou závislost lze pokládat hodnotu korelace vyšší než 0,8 resp. menší než -0,8.

Tabulka 4 Souhrn korelací mezi vybranými veličinami v letním období

N = 6426	Farmy dohromady							
	Podojeno krav	Mléka celkem	Mléko/ Kráva	Mléko/ Dojení	Doba dojení	Doba v boxu	Počet dojení	Počet odmítnutí
denní teplota	0,05764	0,04806	-0,01225	-0,00574	-0,03616	-0,09201	0,08314	0,05041
denní vlhkost	-0,02423	-0,05316	-0,03206	-0,00726	-0,01498	0,05790	-0,07858	-0,09748
THI	0,05644	0,05880	0,00195	-0,00029	-0,02105	-0,08904	0,09386	0,07124

N = 2219	Farma A							
	Podojeno krav	Mléka celkem	Mléko/ Kráva	Mléko/ Dojení	Doba dojení	Doba v boxu	Počet dojení	Počet odmítnutí
denní teplota	0,07259	0,09386	0,04287	0,13627	0,04002	0,00034	0,01841	-0,10271
denní vlhkost	-0,03502	-0,13221	-0,17251	-0,18062	-0,12710	-0,06707	-0,02572	0,06246
THI	0,07127	0,11884	0,08838	0,16770	0,07548	0,02432	0,02359	-0,10203

N = 1836	Farma B							
	Podojeno krav	Mléka celkem	Mléko/ Kráva	Mléko/ Dojení	Doba dojení	Doba v boxu	Počet dojení	Počet odmítnutí
denní teplota	-0,09450	-0,03373	0,01947	0,00162	-0,09963	-0,19313	-0,05503	-0,07607
denní vlhkost	0,09608	0,04606	-0,01280	-0,05429	-0,01000	0,10108	0,12971	0,04082
THI	-0,10143	-0,03638	0,02148	0,01837	-0,07742	-0,18607	-0,07745	-0,07061

N = 1377	Farma C							
	Podojeno krav	Mléka celkem	Mléko/ Kráva	Mléko/ Dojení	Doba dojení	Doba v boxu	Počet dojení	Počet odmítnutí
denní teplota	0,00636	0,05028	0,04241	-0,00132	-0,05346	-0,06853	0,07645	-0,02487
denní vlhkost	0,05977	0,01770	-0,01376	0,12329	0,07125	0,11732	-0,15219	-0,10549
THI	-0,01396	0,04405	0,04802	-0,03125	-0,05989	-0,08647	0,11004	0,01324

N = 918	Farma D							
	Podojeno krav	Mléka celkem	Mléko/ Kráva	Mléko/ Dojení	Doba dojení	Doba v boxu	Počet dojení	Počet odmítnutí
denní teplota	-0,08160	0,19364	0,29147	0,12229	-0,26169	-0,28869	0,07424	0,08514
denní vlhkost	0,04574	-0,20420	-0,27853	-0,02803	0,17903	0,27626	-0,17447	-0,13342
THI	-0,06982	0,22693	0,32245	0,10980	-0,25660	-0,31009	0,11889	0,10487

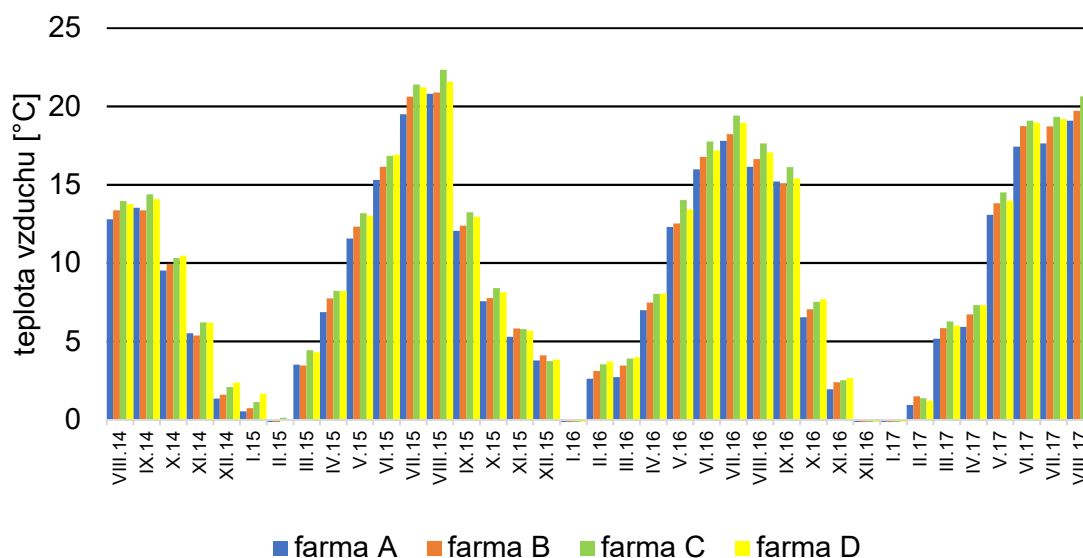
Zdroj: (Soldát, 2019) vlastní zpracování

Výsledky korelace (viz Tabulka 4) mezi parametry mikroklimatu a sledovaných faktorů užitkovosti dojníc nevykazovaly významnou závislost. Patrná závislost (+0,32245) byla zaznamenána pro THI ve vztahu k průměrnému nádoji na krávu a den u farmy D. Soubor měřených hodnot je příliš rozmanitý, což poukazuje na skutečnost, že užitkovost ovlivňují společně s teplotou a relativní vlhkostí vzduchu i další činitele (rychlost proudění vzduchu, složení krmné dávky, množství krmiva, hluk, lidský faktor atd.). Jak uvedli Zejdová et al. (2014), mléčná užitkovost je nejvíce ovlivněna příjmem krmiva (50 – 60 %), dále prostředím (20 – 30 %) a genetickým zdrojem (20 %). S tímto tvrzením souhlasí například i Doležal et al. (2010).

6.4 Vyhodnocení podle časových úseků

Vzájemným porovnáním získaných výsledků nebyl nalezen přímý vztah mezi parametry teploty a vlhkosti vzduchu s vybranými parametry užitkovosti dojníc. Z výsledků uvedených v kapitole 6.1 bylo další hodnocení zaměřeno čistě na zkoumání vlivu teploty vzduchu na vybrané parametry strojního dojení skotu. Graf 6 zachycuje průměrné měsíční teploty vzduchu u sledovaných farem pro celé sledované období.

Graf 6 Průměrné měsíční teploty vzduchu jednotlivých farem



Zdroj: (Soldát, 2019) vlastní zpracování

Negativní dopad na užitkovost se nejvíce projevil v letním období. Pro tento účel byly sledovány měsíce od května do září v letech 2014 až 2017. V grafu 6 je zobrazen průběh teploty vzduchu v celém sledovaném období u všech farem. V tabulce 5 jsou reprezentovány průměrné měsíční hodnoty teploty vzduchu v oblasti vybraných farem. Z tabulky vyplývá, že průměrná teplota vzduchu byla nejvyšší v červenci. Oproti tomu maximální teploty působily převážně v srpnu. V tabulce jsou rovněž zahrnuty teplotní maxima a minima pro zachycení teplotního rozpětí v dané oblasti.

Tabulka 5 Průměrné měsíční teploty v letním období [°C]

Farma	Květen			Červen			Červenec			Srpen			Září		
	ȳ	Min	Max	ȳ	Min	Max	ȳ	Min	Max	ȳ	Min	Max	ȳ	Min	Max
A	12,3	1,4	21,9	16,2	8,4	24,5	18,3	11,0	26,9	17,5	9,1	27,6	13,6	6,8	23,4
B	12,9	4,0	23,9	17,2	10,4	24,9	19,2	11,1	26,9	17,9	10,5	27,6	13,6	6,6	24,1
C	13,9	3,8	23,5	17,9	10,3	26,4	20,0	12,6	28,5	19,0	10,9	28,6	14,6	8,5	24,2
D	13,5	4,4	21,7	17,7	10,1	25,3	19,8	12,4	27,7	18,4	11,0	28,6	14,1	7,4	24,7

Zdroj: (Soldát, 2019) vlastní zpracování

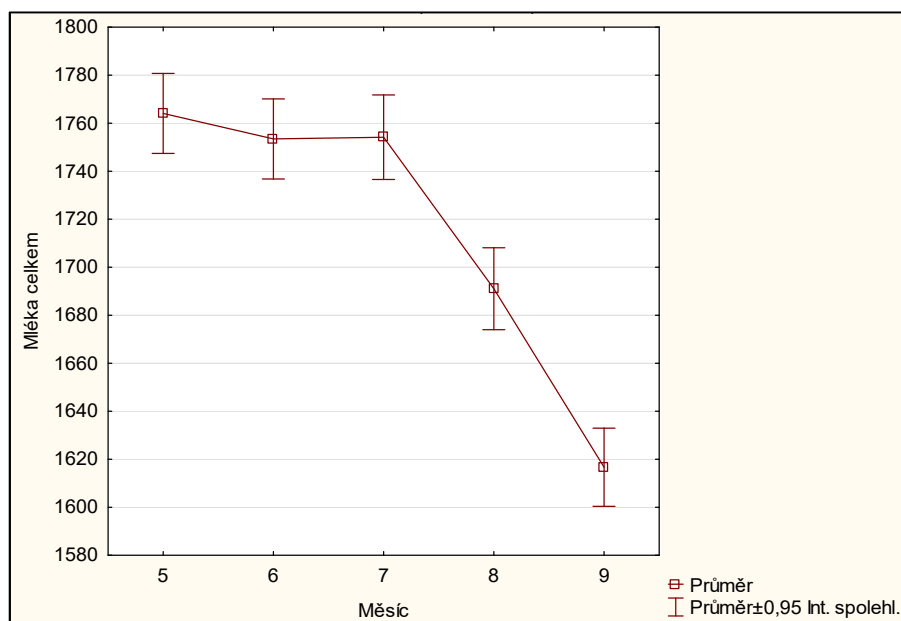
Pro vyhodnocení užitkovosti dojnic a návštěvnosti dojícího robotu byly sledovány tyto ukazatele:

- mléka celkem $[\text{kg} \times \text{robot}^{-1} \times \text{den}^{-1}]$,
- mléko / kráva $[\text{kg} \times \text{dojnice}^{-1} \times \text{den}^{-1}]$,
- mléko / dojení $[\text{kg} \times \text{dojnice}^{-1} \times \text{dojení}^{-1}]$,
- doba dojení [min],
- doba v boxu [min],
- počet dojení $[1 \times \text{robot}^{-1}]$,
- počet odmítnutí $[1 \times \text{robot}^{-1}]$.

Následující grafické výsledky jsou udávány v jednotkách zobrazené výše. Grafické výsledky v této kapitole vychází ze zprůměrovaných hodnot všech sledovaných farem. V grafu je vždy vyznačená průměrná hodnota a oboustranné přičtení směrodatné odchylky s intervalem spolehlivosti > 95 %. Stejným způsobem jsou výsledky zobrazeny i pro farmy jednotlivě obsažené v příloze této práce. Rovněž je v příloze obsažen souhrnný přehled hodnot níže prezentovaných ukazatelů farem.

Hodnocení viditelných rozdílů jednotlivých ukazatelů bylo provedeno metodou mnohonásobného porovnání pomocí Tukey-ova testu pro vyrovnaný soubor. Hodnoty zvýrazněné červenou barvou poukazují na statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) nebo statisticky vysoce významný rozdíl ($p < 0,01$).

Graf 7 Průměrné hodnoty “mléka celkem” v závislosti na měsících



Zdroj: (Soldát, 2019) vlastní zpracování

Tabulka 6 Vyhodnocení statisticky významných rozdílů – mléka celkem

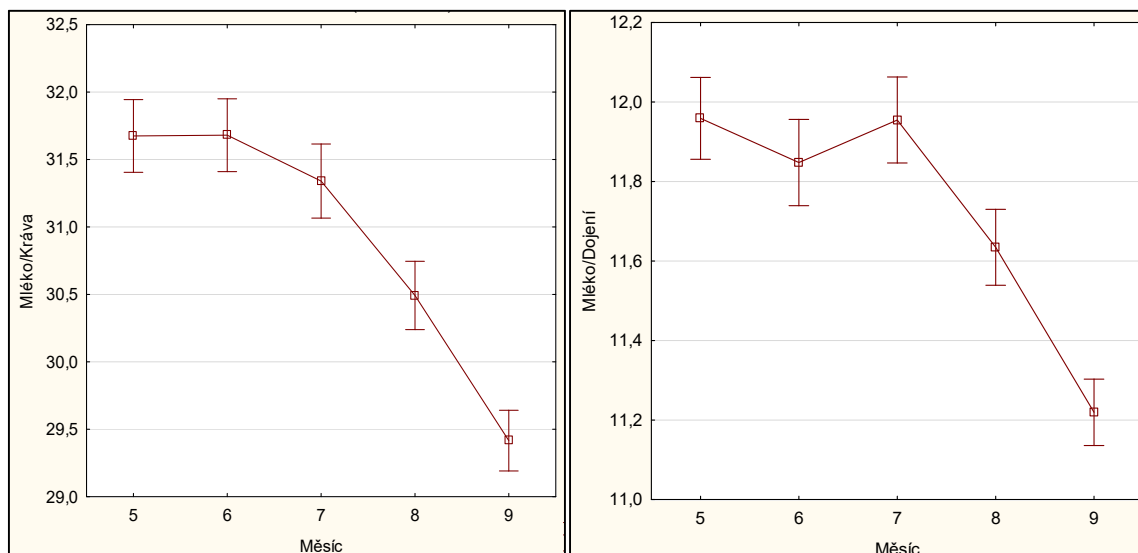
mléka celkem	5	6	7	8	9
5		0,907373	0,924515	0,000017	0,000017
6	0,907373		0,999997	0,000020	0,000017
7	0,924515	0,999997		0,000019	0,000017
8	0,000017	0,000020	0,000019		0,000017
9	0,000017	0,000017	0,000017	0,000017	

Zdroj: (Soldát, 2019) vlastní zpracování

Z grafu Graf 7 je viditelný významný pokles celkové hmotnosti nadojeného mléka v měsících srpen a září. Tuto skutečnost potvrdil i níže uvedený výsledek testu (viz tabulka 6). Průměrná hodnota nadojeného mléka na robota a den klesla během dvou měsíců přibližně o 130 kg.

Podobné jsou i výsledky hodnot pro celkový objem nadojeného mléka jedné dojnice na den (mléko/kráva) nebo na jedno dojení (mléko/dojení) zobrazené v grafu 8.

Graf 8 Průměrné hodnoty "mléko/ kráva" (vlevo) a "mléko/ dojení" (vpravo) v závislosti na měsících



Zdroj: (Soldát, 2019) vlastní zpracování

Tabulka 7 Vyhodnocení statisticky významných rozdílů – mléko/ kráva (nahore), mléko/ dojení (dole)

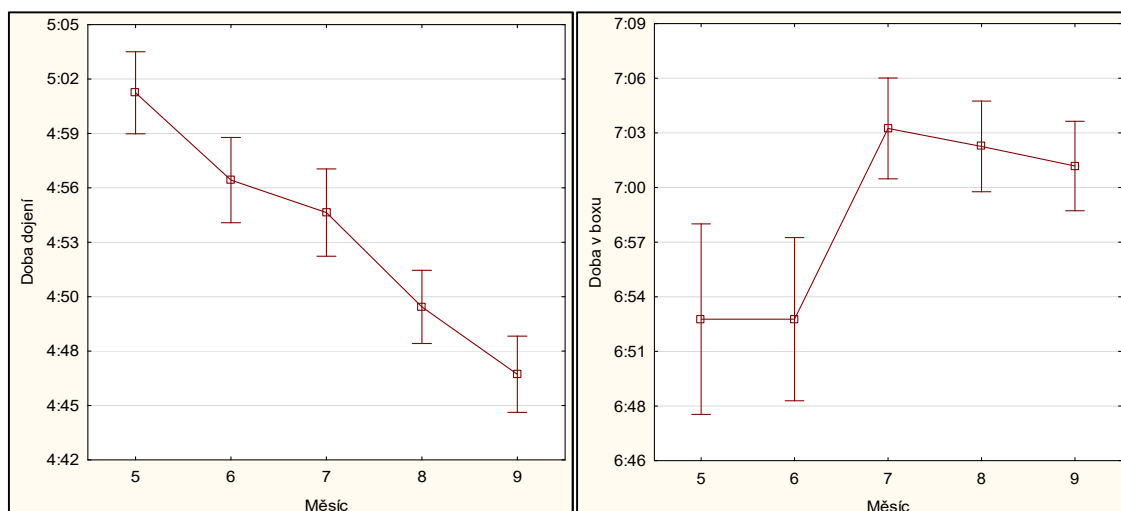
mléko / kráva	5	6	7	8	9
5		1,000000	0,373220	0,000017	0,000017
6	1,000000		0,364722	0,000017	0,000017
7	0,373220	0,364722		0,000064	0,000017
8	0,000017	0,000017	0,000064		0,000017
9	0,000017	0,000017	0,000017	0,000017	

mléko / dojení	5	6	7	8	9
5		0,540473	0,999998	0,000076	0,000017
6	0,540473		0,576550	0,026743	0,000017
7	0,999998	0,576550		0,000094	0,000017
8	0,000076	0,026743	0,000094		0,000017
9	0,000017	0,000017	0,000017	0,000017	

Zdroj: (Soldát, 2019) vlastní zpracování

Průměrná hodnota nadojeného mléka jedné dojnice vztažené na den poklesla z 31,68 kg (květen) na hodnotu 29,42 kg (září). Rozdíl těchto hodnot činní pokles 2,26 kg mléka na jednu dojnici a den. Obdobně je zaznamenán pokles nadojeného mléka od dojnice na jedno dojení rozdílem 0,74 kg.

Graf 9 Průměrné hodnoty “doba dojení“ (vlevo) a “doba v boxu“ (vpravo) v závislosti na měsících



Zdroj: (Soldát, 2019) vlastní zpracování

Tabulka 8 Vyhodnocení statisticky významných rozdílů – doba dojení (nahore), doba v boxu (dole)

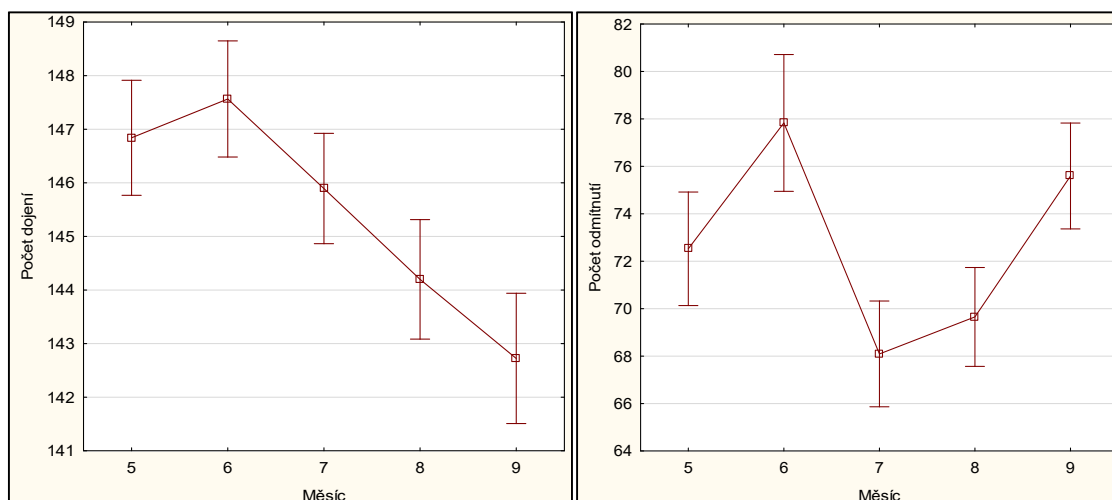
doba dojení	5	6	7	8	9
5		0,023610	0,000359	0,000017	0,000017
6	0,023610		0,800785	0,000154	0,000017
7	0,000359	0,800785		0,010095	0,000017
8	0,000017	0,000154	0,010095		0,143438
9	0,000017	0,000017	0,000017	0,143438	

doba v boxu	5	6	7	8	9
5		1,000000	0,000659	0,002877	0,013127
6	1,000000		0,000752	0,003208	0,014264
7	0,000659	0,000752		0,995771	0,937032
8	0,002877	0,003208	0,995771		0,994335
9	0,013127	0,014264	0,937032	0,994335	

Zdroj: (Soldát, 2019) vlastní zpracování

Doba dojení měří časový úsek od začátku do konce dojení, tj. po nasazení čtvrtého násadce po sejmutí posledního násadce. Z grafu pro dobu dojení je viditelné zkracování celkového času v průběhu všech měsíců. Statisticky významné rozdíly byly prokázány mezi všemi měsíci, výjimkou jsou měsíce červen s červencem a srpen se zářím. Protichůdně k době dojení se zvýšila doba v boxu, která vyjadřuje celkovou dobu strávenou dojnící v boxu od uzavření vstupní branky po otevření výstupní branky. Statisticky nejvýznamnější je zde rozdíl měsíců červen a červenec, kdy došlo k nárůstu v průměru o 10 sekund na jednu návštěvu.

Graf 10 Průměrné hodnoty “počet dojení” (vlevo) a “počet odmítnutí” (vpravo) v závislosti na měsících



Zdroj: (Soldát, 2019) vlastní zpracování

Tabulka 9 Vyhodnocení statisticky významných rozdílů – počet dojení (nahore), počet odmítnutí (dole)

počet dojení	5	6	7	8	9
5		0,893849	0,752696	0,007446	0,000019
6	0,893849		0,221581	0,000246	0,000017
7	0,752696	0,221581		0,201505	0,000677
8	0,007446	0,000246	0,201505		0,344544
9	0,000019	0,000017	0,000677	0,344544	
počet odmítnutí	5	6	7	8	9
5		0,018175	0,070020	0,442436	0,381177
6	0,018175		0,000017	0,000033	0,693861
7	0,070020	0,000017		0,887677	0,000116
8	0,442436	0,000033	0,887677		0,004388
9	0,381177	0,693861	0,000116	0,004388	

Zdroj: (Soldát, 2019) vlastní zpracování

Z levého grafu je vidět plynulý pokles počtu úspěšných cyklů dojení od června do září. Mezi těmito měsíci byl prokázán statisticky vysoce významný rozdíl ($p = 0,000017$), kdy počet dojení je nižší o 4,8 dojicích cyklů ve stádě. Významný pokles byl zaznamenán z června na červenec, kdy průměr klesl téměř o 10 neúspěšných pokusů.

Prokazatelně u všech hodnocených farem, zvláště i dohromady, byl v období od července do září zaznamenán významný pokles užitkovosti. Pokles lze považovat

za následek tepelného stresu, jelikož byly dojnice v letním období vystaveny vysokým teplotám. Pokles užitkovosti se pak projevil až v období, kdy se klimatické podmínky vrátili na optimální hodnotu. Tento následek popisují ve své práci i Knížková a Kunc (2010), kteří hovoří o tzv. postresovém období. Snížená užitkovost se výsledku projeví i na ekonomických ztrátách (Doležal, 2009). Organismus dojnic poznamenán tepelným stresem se projevuje i snížením pohybové aktivity (Knížková, 2011). S touto skutečností může souviset návštevnost robotu (viz Graf 10 vlevo), která je v letním období klesající. Rovněž klesající trend doby dojení může poukazovat na snížení užitkovosti. Opačný efekt vykazovaly průměrné hodnoty celkové doby dojnice v dojícím boxu a počet odmítnutí dojnice robotem. Závislost doby v boxu a počtu odmítnutí však byla u dílčích farem odlišná. Na negativní důsledky tepelného stresu poukazují například i Armstrong (1994), Brouček et al. (2009), Davídek (1999), Habeeb et al. (2018), Zejdová et al. (2014), a další.

6.5 Ekonomické hodnocení

Na základě statistických, experimentálně zjištěných hodnot byl zpracován modelový příklad (viz Tabulka 10) pro vyjádření možné ekonomické ztráty.

Tabulka 10 Ekonomické hodnocení poklesu užitkovosti

Název hodnoty		Jednotka	Farma A	Farma B	Farma C	Farma D
průměr mléko / kráva	červenec	[kg × dojnice ⁻¹]	35,069	28,316	30,981	28,605
	září	[kg × dojnice ⁻¹]	32,636	27,031	28,989	26,779
Pokles užitkovosti na dojnici	absolutní	[kg × dojnice ⁻¹]	-2,434	-1,286	-1,992	-1,826
	relativní	[%]	-6,9%	-4,5%	-6,4%	-6,4%
velikost stáda		[ks]	330	280	210	150
hustota mléka*		[kg × dm ⁻³]	1,033			
pokles užitkovosti ve stádě	hmotnostní	[kg]	-803,2	-360,0	-418,3	-274,0
	objemový	[litr]	-829,7	-371,8	-432,1	-283,0
cena mléka**		[kč × litr ⁻¹]	8,605			
finančně vyjádřená ztráta užitkovosti na farmách		[Kč × dojnice ⁻¹]	-649	-343	-531	-487
		[Kč × stádo ⁻¹]	-214 186	-95 990	-111 539	-73 060

Zdroj: (Soldát, 2019) vlastní zpracování

* pro teplotu 5°C a obsah tuku 4% (Snášelová, 2009)

** průměrná výkupní cena mléka za rok 2017 (MZe, 2019)

Z tabulky 10 je zřejmé, že i relativně malý pokles průměrné denní užitkovosti na jednu dojnici může představovat značné ztráty pro celou farmu. Největší pokles průměrné užitkovosti byl zaznamenán na farmě A s hodnotou 649 Kč na dojnici a den. Za předpokladu, že by skutečné hodnoty denního nádoje jedné dojnice odpovídaly tendenci měsíčních průměrů (viz přílohy 6, 7, 8 a 9; graf „mléko/kráva“), činila by ztráta farmy A v úhrnu dvou měsíců celkem 214 186 Kč. Tento záporný efekt byl zaznamenán u všech hodnocených farem. Uvedené výsledky, podložené naměřenými hodnotami, jsou spíše orientačního charakteru, jelikož se vycházelo z průměrných hodnot.

6.6 Doporučení a návrhy na zlepšení prostředí stáje

Na základě zjištěných výsledků, vlastních úvah a poznatků od citovaných autorů lze doporučit následující opatření. Především sledovat mikroklimatické parametry v prostředí stáje a s předstihem zareagovat na situace vedoucí k tepelnému stresu dojnic, tj. před dosažením teploty vzduchu 21°C. V těchto případech pak využít metod přímého i nepřímého ochlazování dojnic a zamezit situacím, aby byla dojnice vystavena přímému slunečnímu záření. Zajistit dostatek studené vody pro pití, kterou je možné získat čerpáním podzemních vod nebo využitím chladicího okruhu, kde vzniklé odpadní teplo lze využít pro předehřev technologické vody pro účely AMS. Zajistit dostatečnou výměnu čerstvého vzduchu využitím ventilátorů nebo navíc vzduch ochlazovat pomocí ventilátorů s rozprašovači. Využít klimatizační zařízení v prostoru dojnicího boxu, které může působit jako stimulant ke zvýšení návštěvnosti dojnicího robota. Využít metodu evaporačního ochlazování s řídicími jednotkami (Knížková, 2010) v místech s nejvyšší frekvencí pohybu či pobytu dojnic.

Výše uvedené příklady opatření s sebou nesou nutnost vynaložení finančních prostředků na pořízení i provoz. Pro začátek lze hledat v rezervách, které představují vypočtené ztráty z ekonomického hodnocení poklesu užitkovosti.

7 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo zjistit vzájemné působení teploty vzduchu a vlhkosti vzduchu na vybrané parametry strojního dojení skotu.

Nejprve bylo zapotřebí charakterizovat výchozí stav hodnocených farem (velikost stáda, počet dojicích robotů), zajistit data s vybranými parametry z dojicích robotů a získat údaje mikroklimatických podmínek ve stáji. Měření probíhalo v období od srpna 2014 do srpna 2017. V tomto období byly nashromážděny údaje z dojicích robotů na čtyřech farmách spolu se záznamy průměrné denní teploty a vlhkosti vzduchu adekvátní farmy. Dílčím cílem bylo i popsat proces strojního dojení skotu pomocí AMS. Všechny hodnocené farmy využívaly dojicí systém od výrobce Lely, a proto byl proces dojení charakterizován na konkrétním typu AMS – Lely Astronaut A4.

Hodnocení bylo zaměřeno na širší letní období, tj. od května do září. Nejprve byly údaje z dojicích robotů vyjádřeny v závislosti na teplotě a vlhkosti vzduchu, ovšem bez valných výsledků, jelikož korelace mezi hodnotami byla příliš nízká. Poté byly údaje vztaženy na průměrné měsíční hodnoty. Vzhledem k podobnému charakteru změn některých parametrů byly farmy vyhodnoceny jako celek. Z vlastní analýzy jsem došel k následujícím výsledkům:

- průměrný nádoj v jednom robotu klesl o 130 [kg] mléka během 2 měsíců,
- průměrný nádoj na jednu dojnici klesl o 2,26 [kg] mléka během 3 měsíců,
- průměrný nádoj na jedno dojení klesl o 0,74 [kg] mléka během 2 měsíců,
- doba dojení postupně klesá od května do září,
- počet dojení postupně klesá od června do září.

Na závěr lze konstatovat, že teplota vzduchu má zásadní vliv na mléčnou užitkovost dojnic i návštěvnost dojicího robotu. Všechny hodnocené stáje se nachází v podhorské oblasti, kde se nevyskytují tropické teploty, jako je tomu v nížinách. Výsledky však ukazují, že i krátkodobé zasažení dojnice mírným tepelným stresem může mít za následek snížení užitkovosti. Vhodná opatření a doporučení jsou uvedena v závěru práce.

8 Citovaná literatura

- ABRAMSON, Samuel, 2012. *Největší dojírna na světě*. (2), 46-47. ISSN 0027-8068.
- AFIMILK, , 2018. *Success stories* [online]. [cit. 2018]. Dostupné z: <http://www.afimilkprojects.com/>
- AGROPRESS, , 2017. *Skot - druhy dojení* [online]. [cit. 2018]. Dostupné z: <http://www.agropress.cz/dojeni-na-stani-a-v-dojirne/>
- ANDRT, Miroslav, 2011. *Technika a technologie pro chov zvířat*. Praha: Reprografické studio PEF ČZU, s. 50-57.
- ARMSTRONG, David, 1994. *Heat stress interaction with shade and cooling*. (77), 2044-2050. ISSN 0022-0302.
- BILBY, Todd, 2014. How do I calculate Temperature-Humidity Index (THI)?. *Progressive Dairyman* [online]. [cit. 2019]. Dostupné z: <https://www.progressivedairy.com/topics/herd-health/how-do-i-determine-how-do-i-calculate-temperature-humidity-index-thi>
- BOTTO, Vladimír a a DALŠÍ, 1988. *Chov hovädzieho dobytku*. Bratislava: Príroda.
- BOUŠKA, Josef, Oldřich DOLEŽAL, František JÍLEK, Václav KUDRNA a a DALŠÍ, 2006. *Chov dojeného skotu*. Praha: Proff Press.
- BROUČEK, J., 2009. *V chove dojnic treba redukovat' tepelný stres*. **14**(7), 16-18. ISSN 1336-9121.
- BROUČEK, J., Š. MIHINA, P. RYBA, P. TONGEL, P. KIŠAC, A. UHRINČAŤ a A HANUS, 2006. *Effects of high air temperatures on milk efficiency*. Nitra, (51), 93-101. ISSN 1805-9309.
- DAVÍDEK, Jiří, 1999. *Tepelný stres*. (8), 41-42. ISSN 0027-8068.
- DE KONING, K. a A. MEIJERING, 2002. Automatic milking experience and development in Europe. *In the first North American conference on robotic milking*. 9. Netherlands, (0022-0302), s. 1-11.
- DOLEJŠ, J., O. TOUFAR a J KNÍŽEK, 1994. *Vliv mikroklimatických podmínek v uzavřených stájích na užitkovost skotu*. Praha: MZE ČR.
- DOLEJŠ, J, O TOUFAR, J MUSIL a J KNÍŽEK, 1991. *Vliv nízké teploty prostředí na masnou užitkovost a životní projevy býků na žír*. (2), 16-172. ISSN 0044-4847.
- DOLEŽAL, Oldřich, 2009. *Příčiny tepelného stresu u dojnic*. Praha, (7), 17-19. ISSN 0027-8068.
- DOLEŽAL, Oldřich, 2010. *Jak správně postupovat při dojení?*. *Náš chov*. Praha, (2), 52. ISSN 0027-8068.
- DOLEŽAL, Oldřich, Miloslav BÍLEK a Jan DOLEJŠ, 2004. *Zásady welfare a nové standardy EU v chovu skotu*. Praha. Dostupné také z: http://www.mskis.cz/documents_art/307.pdf
- DOLEŽAL, Oldřich a DALŠÍ, 2000. *Mléko, dojení, dojírny*. Praha: Agrospoj.

DOLEŽAL, Oldřich, Jaroslav PYTLOUN a Jiří MOTYČKA, 1996. *Technologie a technika chovu skotu*. Praha: Svaz chovatelů českého strakatého skotu, s. 184.

DOLEŽAL, Oldřich a a SPOLUPRACOVNÍCI, 2010. *Metody eliminace tepelného stresu - významná chovatelská rezerva* [online]. Praha [cit. 2019]. Dostupné z: https://www.cestr.cz/files/nezarazene_dokumenty/publikace_tepel._stres3.pdf

DRIML, , 2015. Sběrač mléka, náhradní díly. *Driml-napajacky.cz* [online]. [cit. 2019]. Dostupné z: <https://www.driml-napajacky.cz/cz/mlekarstvi/sberace-mleka-skot/sberac-plastovy-195-ml-synchronni-vysoky-komplet-2013463.html#desc>

GEA, , 2016. DairyProQ. *Gea* [online]. [cit. 2019]. Dostupné z: <https://www.gea.com/en/products/DairyProQ.jsp>

HABEEB, Alsaied, Ahmed GAD a Mostafa ATTA, 2018. *Temperature-humidity indices as indicators to heat stress of climatic conditions with relation to production and reproduction of farm animals*. (1), 35-50. ISSN 2639-4529. DOI: 10.18689/ijbr-1000107.

HAHN, George, 1999. *Dynamic responses of cattle to thermal heat loads*. (77), 10-20. ISSN 1525-3163.

HAVLIK, Vlastimil, 2012. *Lely Astronaut - přirozené dojení a komplexní informatika*. (2), 44-45, ISSN 0027-8068.

HIVATAL, Ktatási, 2012. *Technologie a krmení dojníc. SuliNET* [online]. [cit. 2019]. Dostupné z: <https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepes/mezogazdasag/allattenyesztes/a-fejohazak/unilaktor>

JUNGA, Petr, 2014. *Zemědělské stavby II*. Brno: Mendelova univerzita.

KATALOG DOJICÍ TECHNIKY, , 2017. *Parametry automatizovaných dojicích systémů*. (10), 31-42. ISSN 0027-8068.

KIC, Pavel a Václav BROŽ, 1995. *Tvorba stájového prostředí*. Praha: Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR.

KNÍŽKOVÁ, Ivana a Petr KUNC, 2010. *Využití technologie evaporačního ochlazování s řídicími jednotkami k eliminaci tepelného stresu u skotu*. Praha Uhřetěves: VÚZV v. v. i. .

KNÍŽKOVÁ, Ivana, Petr KUNC a DALŠÍ, 2011. *Automatické dojicí systémy - vybrané faktory ovlivňující proces robotizovaného dojení*. Praha - Uhřetěves: Výzkumný ústav živočišné výroby.

KOHLI, Shweta, U. ATHEYA a A. THAPLIYAL, 2014. *Assessment of optimum thermal humidity index for crossbred dairy cows in Dehradun district, Uttarakhand, India*. (2), 916-921. ISSN 2231-0916.

KUDĚLKA, Jiří, Jiří FRYČ a Jiří ŠEVČÍK, 2012. *Technologie dojeného chovu skotu* [online]. Brno [cit. 2018]. Dostupné z: http://user.mendelu.cz/los/Technologie_chovu_skotu.pdf

KUNC, Petr, a Jana HANUSOVÁ, 2017. *Provozní podtlak a traumatizace struků dojníc v AMS*. (10), 50. ISSN 0027-8068.

KUPKA, Pavel, 2017. *DeLaval s. r. o.* (10), 5. ISSN 0027-8068.

- LELY, , 2014. Lely Astronaut A4 (uživatelská příručka). *Lelynet* [online]. [cit. 2019]. Dostupné z: http://www.lelynet.com/LelyConnect/TechnicalDocuments/Uncompressed/D-H101CZ_-/#36283
- LELY, , 2018. Lely Astronaut A5 - The art of milking (English). *YOUTUBE* [online]. [cit. 2019]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=5cWiEp10ruA&t=164s>
- LELY.COM, , 2018. *Lely.com* [online]. [cit. 2019]. Dostupné z: <https://www.lely.com/solutions/milking/astronaut-a5/>
- MACHÁLEK, Antonín, 2017. Dojení - stále nejsofistikovanější technologie v chovu dojníc. *Náš chov*. (10), 3-4. ISSN 0027-8068.
- MATĚJKA, Jan, 1995. *Teplotní a vlhkostní poměry stáji pro skot v zimě*. (12), 22-23. ISBN 0027-8068.
- MZE, , 2019. *EAGRI* [online]. [cit. 2019]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/ministerstvo-zemedelstvi/statistika/zemedelstvi/mleko/primy-nakup-mleka-od-producentu-v-cr-18.html>
- PRÝMAS, Lukáš, 2017. *Nová generace kruhových dojíren - čtvrtá průmyslová revoluce i v dojení*. (2), 56-59. ISSN 0027-8068.
- PŘIKRYL, Miroslav, Oldřich DOLEŽAL, Jan HÁJEK, Květoslav KOSAŘ, Josef MALEŘ a Josef MALOUN, 1997. *Technologická zařízení staveb živočišné výroby*. Praha: TEMPO PRESS.
- SAMBRAUS, Hans, 2006. *Atlas plemen hospodářských zvířat*. Praha: Brázda.
- SEDLÁČKOVÁ, Karolína, 2015. Mléčná užitkovost skotu. *SlidePlayer* [online]. [cit. 2019]. Dostupné z: <https://slideplayer.cz/slide/2770882/>
- SKAŘUPA, Jiří, 2007. *Průmyslové roboty a manipulátory*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita.
- SNÁŠELOVÁ, Jana, Markéta MOTYČKOVÁ a Vladimír ZIKÁN, 2009. *Hustota mléka a smetany v závislosti na teplotě a obsahu tuku*. (113114), 18-21. ISSN 1212 - 950X. Dostupné také z: http://www.mlekarskelisty.cz/upload/soubory/pdf/2009/113;114_s._18-21.pdf
- SVOBODA, Václav, 2018. *Zvládnete tepelný stress u skotu bez zbytečných ztrát?*. (6), 60-61. ISSN 0027-8068.
- SZONDY, David, 2013. Lely Astronaut A4 milking robot lets cows themselves. *NEW ATLAS* [online]. [cit. 2019]. Dostupné z: <https://newatlas.com/lely-astronaut-a4/28901/>
- ŠOCH, M., P. MILÁČEK, P. NOVÁK a J.: TRÁVNÍČEK, 2004. *Stabilita vybraných mikroklimatických parametrů v zateplené zděné stáji pro dojnice během ročního sledování*. Nitra: Slovenská spoločnosť pre techniku prostredia.
- ŠOCH, Miroslav, 2005. *Vliv prostředí na vybrané ukazatele pohody skotu*. České Budějovice: Jihočeská univerzita.

TECHAGRO, , 2016. *Dojící robot Merlin M2* [online]. [cit. 2019]. Dostupné z: <https://www.bvv.cz/en/techagro/techagro-2016/grand-prix-techagro-2016/registered-exhibits/04-dojici-robot-merlin-m2/>

URBAN, František, Josef BOUŠKA, Václav ČERMÁK, Oldřich DOLEŽAL a a DALŠÍ, 1997. *Chov dojeného skotu*. Praha: APROS.

VEČEŘA, Milan, Daniel FALTA a Gustav CHLÁDEK, 2016. *Vliv nízkých a vysokých teplot ve stájích na dojnice*. Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, (9), 67-69. ISSN 0027-8068.

VEEPRO DIARY MANAGEMENT, 78, 2012. *Dojírny nebo roboty?*. Praha: Profi press, (2), 43-44, ISSN 0027-8068.

VEGRICHT, Jiří, Antonín MACHÁLEK, Mária FABIÁNOVÁ, Petr MILÁČEK a Pavel AMBROŽ, 2008. *Inovace technických a technologických systémů pro chov dojníc*. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky.

VUZT, , 2016. *Výzkum a hodnocení interakcí systému člověk - zvíře - robot v chovu dojníc se zaměřením na zlepšení efektivity systému a welfare dojníc* [online]. [cit. 2019]. Dostupné z: <http://www.dojeni-roboty.cz/>

ZEJDOVÁ, Petra, Gustav CHLÁDEK a Daniel FALTA, 2014. *Vliv stájového prostředí na chování a mléčnou užitkovost dojníc*. Brno: Mendelova Univerzita.

ZIMBELMAN, R., R. RHOADS, M. RHOADS, G. DUFF, L. BAUMGARD a R. COLLIER, 2006. *A Re-Evaluation of the Impact of Temperature Humidity Index (THI) and Black Globe Humidity Index (BGHI) on Milk Production in High Producing Dairy Cows*. The University of Arizona, s. 158-169.

ZUKIEWICZ, A, W GRZESIAK, I SZATKOWSKA, P BLASZCZYK a A DYBUS, 2012. *Genetic Factor of Milk Yield ind Dairy Cattle*. (67), 82-91. ISSN 0334-9152.

Seznamy obrázků, grafů a tabulek

OBRÁZEK 1 SOUSTROJÍ VÝVĚVY	5
OBRÁZEK 2 ROZDĚLOVAČ SE SBĚRAČEM	7
OBRÁZEK 3 STRUKOVÉ NÁSADCE (VLEVO), DIAGRAM STŘÍDÁNÍ TAKTU SÁNÍ A TAKTU STISKU (VPRAVO).....	8
OBRÁZEK 4 DOJENÍ NA STÁNÍ OKOLO ROKU 1970	9
OBRÁZEK 5 SCHÉMA TECHNIKY DOJENÍ DO KONVÍ	10
OBRÁZEK 6 TYPY DOJÍREN: A – TANDEMOVÁ, B – PARALELNÍ, C – RYBINOVÁ, D – ROTAČNÍ (KRUHOVÁ).....	12
OBRÁZEK 7 DOJÍRNA TYPU UNILACTOR	14
OBRÁZEK 8 ROBOTIZOVANÁ DOJÍRNA DAIRYPROQ.....	15
OBRÁZEK 9 AUTOMATICKÝ DOJICÍ SYSTÉM (AMS) LELY ASTRONAUT A4	27
OBRÁZEK 10 SCHÉMA DOJICÍ JEDNOTKY	28
OBRÁZEK 11 ÚPRAVNA STLAČENÉHO VZDUCHU A ČERPADLO SANITAČNÍCH PROSTŘEDKŮ	29
OBRÁZEK 12 KOMPRESOR ATLAS COPCO O VÝKONU 3,7 kW.....	30
OBRÁZEK 13 MLÉČNÝ TANK LELY NAUTILUS O OBJEMU 10 000 LITRŮ	31
OBRÁZEK 14 VÝPIS VYBRANÝCH FAKTORŮ Z MANAŽERSKÉHO SW T4C	32
OBRÁZEK 15 3D KAMERA (VLEVO) A IR SNÍMAČ (VPRAVO)	33
OBRÁZEK 16 PROTIBĚŽNÉ KARTÁČKY (VLEVO), ČIŠTĚNÍ A STIMULACE STRUKU (UPROSTŘED), DETEKCE STRUKŮ TDS (VPRAVO).....	34
OBRÁZEK 17 ČINNOST LASEROVÉHO SKENERU TDS A NASAZENÍ STRUKOVÝCH NÁSADCŮ.....	35
OBRÁZEK 18 NÁDOBY PRO SEPAROVANÉ MLÉKO.....	35
OBRÁZEK 19 ÚTROBY RAMENA (VLEVO), HODNOCENÍ BAREVNÉHO SPEKTRA MQC (VPRAVO)	36
OBRÁZEK 20 PARNÍ STANICE – POHLED DO MISEK (VLEVO) PŘI ČINNOSTI STERILACE (VPRAVO)	37
OBRÁZEK 22 MEMBRÁNOVÉ ČERPADLO SE SBĚRNOU NÁDOBOU (VLEVO), PRINCIP ČINNOSTI MEMBRÁNOVÉHO ČERPADLA (VPRAVO).....	38
<hr/>	
GRAF 1 VÝVOJ POČTU ROBOTIZOVANÝCH DOJICÍCH STÁNÍ NA ÚZEMÍ ČR.....	16
GRAF 2 PODÍL POČTU ROBOTIZOVANÝCH DOJICÍCH STÁNÍ JEDNOTLIVÝCH VÝROBCŮ DOJICÍCH ROBOTŮ NA ÚZEMÍ ČR.....	17
GRAF 3 POČET NAMĚŘENÝCH DNŮ SE ZVÝŠENOU TEPLOTOU A RELATIVNÍ VLHKOSTÍ VZDUCHU	41
GRAF 4 HISTOGRAM MĚSÍČNÍCH ČETNOSTÍ HODNOT $THI \leq 68$ FAREM DOHROMADY (PRŮMĚR)	42

GRAF 5 ROZLOŽENÍ KOMFORTNÍCH ZÓN Z HLEDISKA ČASU FAREM DOHROMADY.....	42
GRAF 6 PRŮMĚRNÉ MĚSÍČNÍ TEPLoty VZDUCHU VE SLEDOVANÉM OBDOBÍ.....	44
GRAF 7 PRŮMĚRNÉ HODNOTY “MLÉKA CELKEM“ V ZÁVISLOSTI NA MĚSÍČÍCH.....	46
GRAF 8 PRŮMĚRNÉ HODNOTY "MLÉKO/ KRÁVA" (VLEVO) A "MLÉKO/ DOJENÍ" (VPRAVO) V ZÁVISLOSTI NA MĚSÍČÍCH.....	47
GRAF 9 PRŮMĚRNÉ HODNOTY “DOBA DOJENÍ“ (VLEVO) A “DOBA V BOXU“ (VPRAVO) V ZÁVISLOSTI NA MĚSÍČÍCH.....	48
GRAF 10 PRŮMĚRNÉ HODNOTY “POČET DOJENÍ“ (VLEVO) A “POČET ODMÍTNUTÍ“ (VPRAVO) V ZÁVISLOSTI NA MĚSÍČÍCH.....	49

TABULKA 1 HODNOTY TEPLOTNĚ VLHKOSTNÍHO INDEXU (THI) PRO VYSOKOPRODUKČNÍ DOJNICE	21
TABULKA 2 SOUHRN ZÁKLADNÍCH ÚDAJŮ O HODNOCENÝCH FARMÁCH	26
TABULKA 3 SUMA HODNOT THI PRO JEDNOTLIVÉ FARMY	42
TABULKA 4 SOUHRN KORELACÍ MEZI VYBRANÝMI VELIČINAMI V LETNÍM OBDOBÍ	43
TABULKA 5 PRŮMĚRNÉ MĚSÍČNÍ TEPLoty V LETNÍM OBDOBÍ [°C].....	45
TABULKA 6 VYHODNOCENÍ STATISTICKY VÝZNAMNÝCH ROZDÍLŮ – MLÉKA CELKEM.....	46
TABULKA 7 VYHODNOCENÍ STATISTICKY VÝZNAMNÝCH ROZDÍLŮ – MLÉKO/ KRÁVA (NAHOŘE), MLÉKO/ DOJENÍ (DOLE).....	47
TABULKA 8 VYHODNOCENÍ STATISTICKY VÝZNAMNÝCH ROZDÍLŮ – DOBA DOJENÍ (NAHOŘE), DOBA V BOXU (DOLE).....	48
TABULKA 9 VYHODNOCENÍ STATISTICKY VÝZNAMNÝCH ROZDÍLŮ – POČET DOJENÍ (NAHOŘE), POČET ODMÍTNUTÍ (DOLE).....	49
TABULKA 10 EKONOMICKÉ HODNOCENÍ POKLESU UŽITKOVOSTI	50

9 Přílohy

Příloha č. 1 Lely Astronaut A2



Zdroj: <http://yousense.info/6c656c79/lely-australia-lely.html>

Příloha č. 2 Lely Astronaut A3



Zdroj: <http://yousense.info/6c656c79/lely-australia-lely.html>

Příloha č. 3 Lely Astronaut A3 Next



Zdroj: <http://yousense.info/6c656c79/lely-australia-lely.html>

Příloha č. 4 Lely Astronaut A5



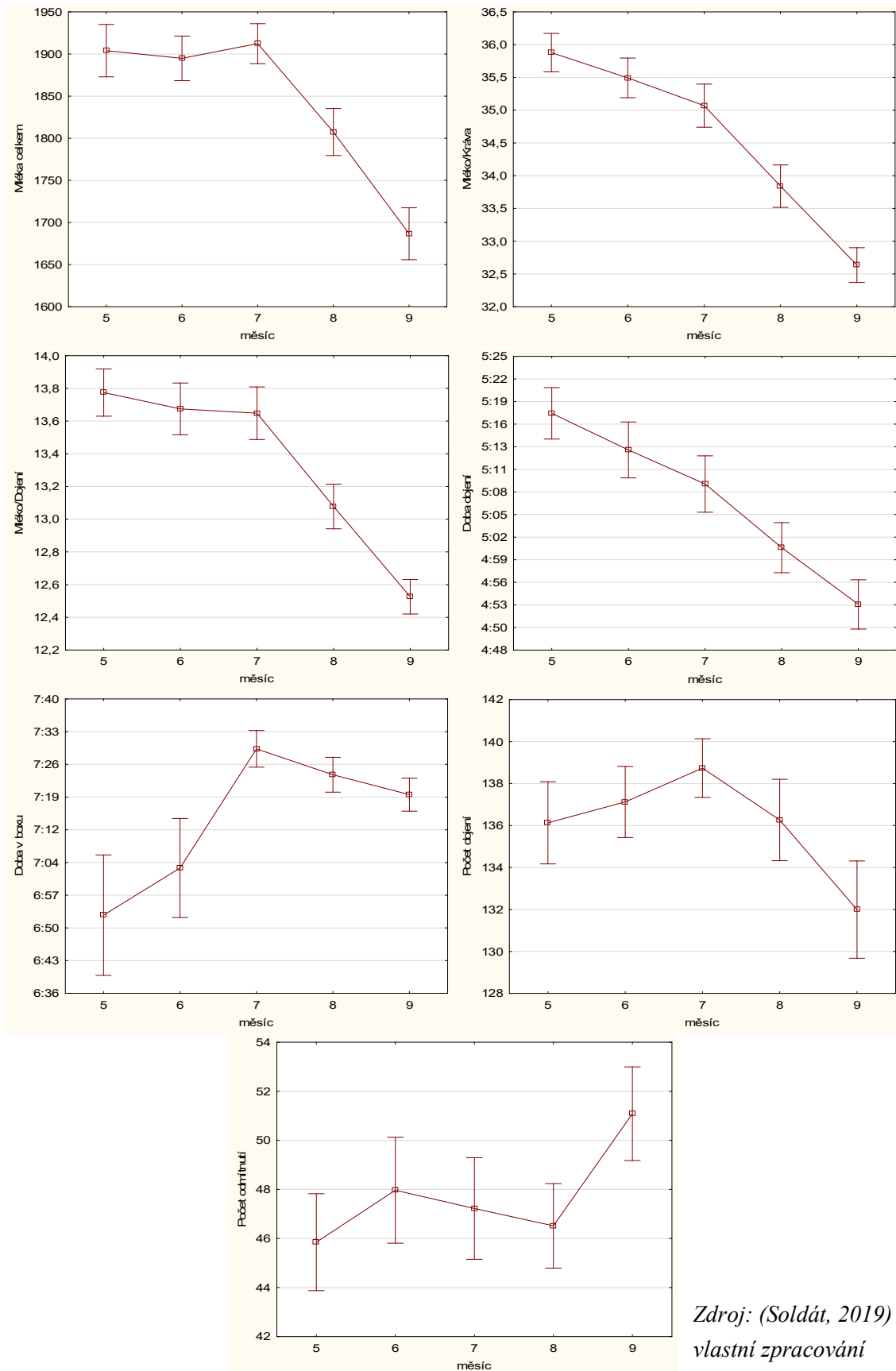
Zdroj: www.lely.com/us/press/2018/04/10/lely-astronaut-a5-new-milestone-robotic-milking/

Příloha č. 5 Souhrnný přehled výchozích hodnot grafů z kapitoly 6.4 Vyhodnocení podle časových úseků

Ukazatel robotu	Měsíc	N platných	Průměr	Interval spolehlivosti (± 95,000%)		Směrodatná odchylka	Směrodatná chyba
Mléka celkem	5	1302	1764,074	1747,403	1780,745	306,6323	8,497915
	6	1260	1753,450	1736,773	1770,127	301,7419	8,500616
	7	1302	1754,159	1736,552	1771,766	323,8523	8,975146
	8	1302	1691,058	1673,988	1708,128	313,9638	8,701097
	9	1260	1616,690	1600,414	1632,966	294,4899	8,296313
Mléko/ kráva	5	1302	31,675	31,406	31,944	4,9558	0,137345
	6	1260	31,680	31,411	31,950	4,8846	0,137608
	7	1302	31,340	31,066	31,615	5,0535	0,140052
	8	1302	30,492	30,239	30,746	4,6587	0,129109
	9	1260	29,416	29,191	29,641	4,0726	0,114733
Mléko/ dojení	5	1302	11,959	11,856	12,062	1,8939	0,052488
	6	1260	11,848	11,739	11,956	1,9633	0,055310
	7	1302	11,955	11,847	12,063	1,9891	0,055125
	8	1302	11,634	11,539	11,730	1,7569	0,048690
	9	1260	11,219	11,136	11,303	1,5117	0,042586
Doba dojení	5	1302	5:01,40	4:59,30	5:03,51	0:39,57	0:01,06
	6	1260	4:57,03	4:54,48	4:59,18	0:40,49	0:01,09
	7	1302	4:55,20	4:53,01	4:57,39	0:42,29	0:01,11
	8	1302	4:50,20	4:48,24	4:52,17	0:35,36	0:00,59
	9	1260	4:46,46	4:44,45	4:48,47	0:36,30	0:01,02
Doba v boxu	5	1302	6:53,32	6:48,31	6:58,34	1:32,22	0:02,34
	6	1260	6:53,32	6:49,14	6:57,50	1:17,49	0:02,12
	7	1302	7:03,36	7:00,56	7:06,15	0:48,53	0:01,21
	8	1302	7:02,39	7:00,15	7:05,02	0:43,58	0:01,13
	9	1260	7:01,37	6:59,15	7:03,58	0:42,39	0:01,12
Počet dojení	5	1302	146,841	145,768	147,914	19,7370	0,546986
	6	1260	147,565	146,482	148,648	19,6002	0,552173
	7	1302	145,894	144,865	146,923	18,9333	0,524713
	8	1302	144,199	143,084	145,314	20,5128	0,568485
	9	1260	142,724	141,509	143,939	21,9855	0,619372
Počet odmítnutí	5	1254	72,526	70,132	74,919	43,2102	1,220218
	6	1232	77,831	74,947	80,716	51,6053	1,470241
	7	1302	68,092	65,863	70,322	41,0046	1,136388
	8	1302	69,652	67,568	71,736	38,3352	1,062411
	9	1260	75,595	73,364	77,826	40,3658	1,137177

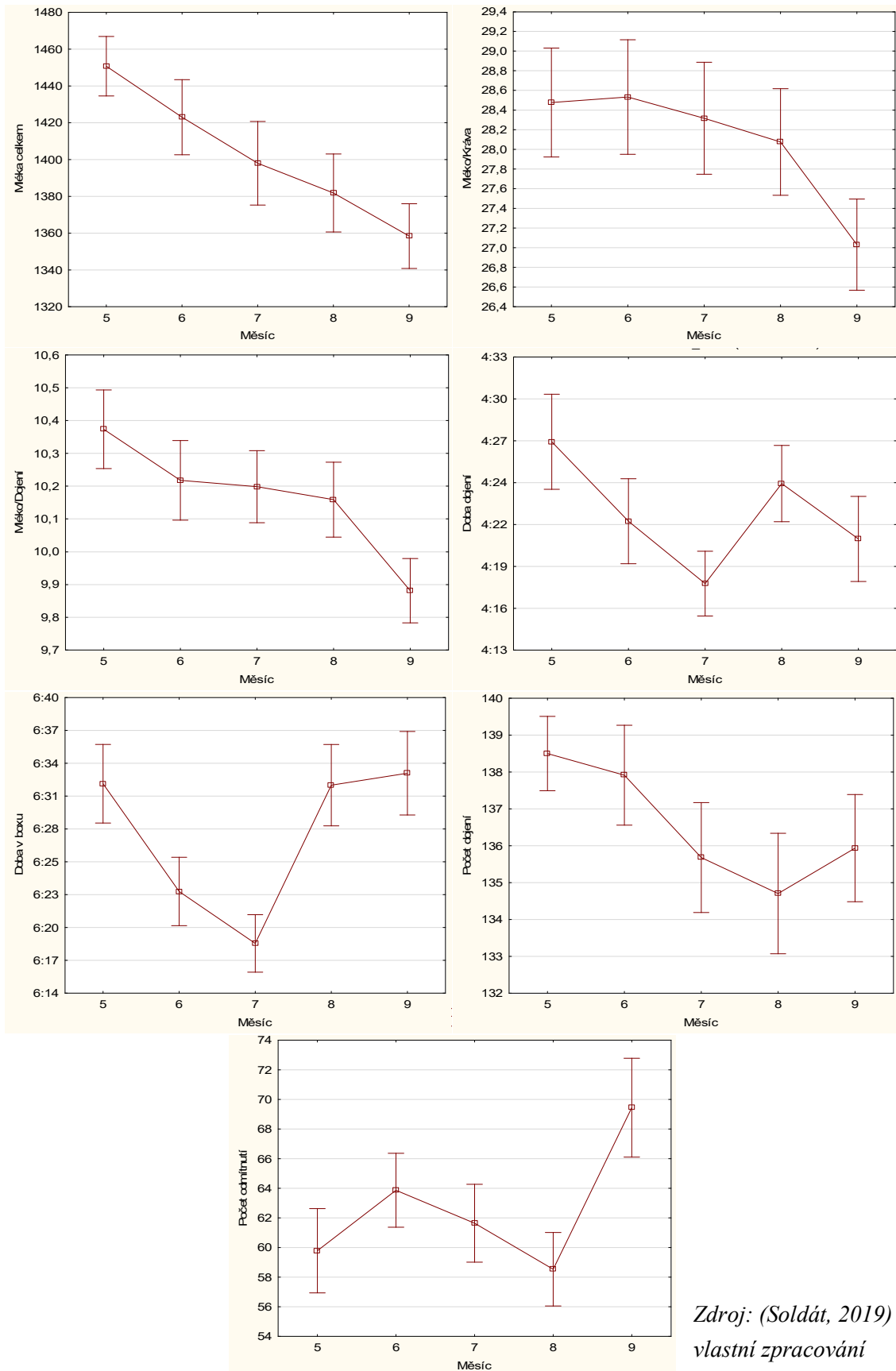
Zdroj: (Soldát, 2019) vlastní zpracování

Priloha č. 6 Souhrn grafických výsledků – Farma A



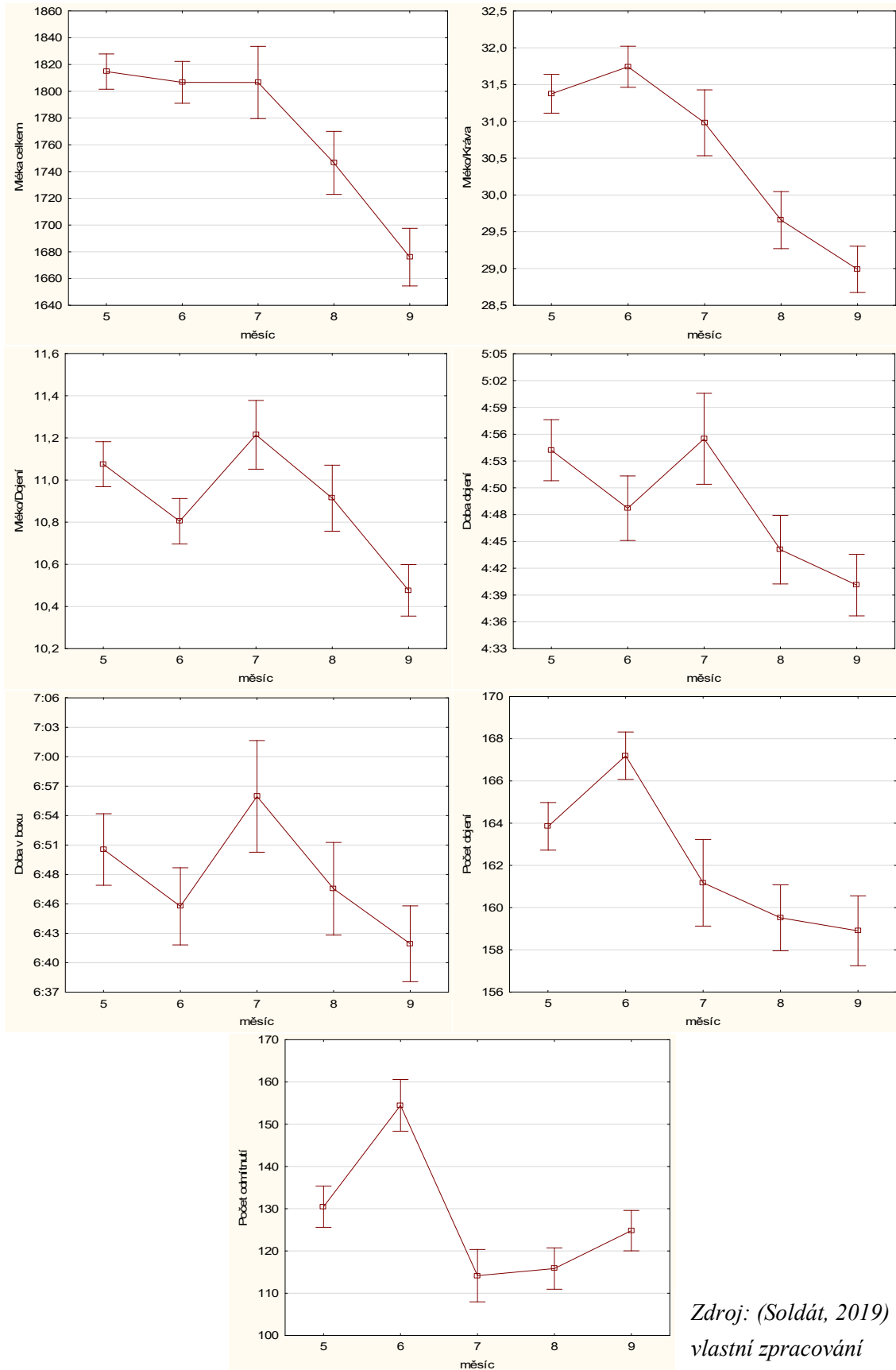
*Zdroj: (Soldát, 2019)
vlastní zpracování*

Priloha č. 7 Souhrn grafických výsledků – Farma B



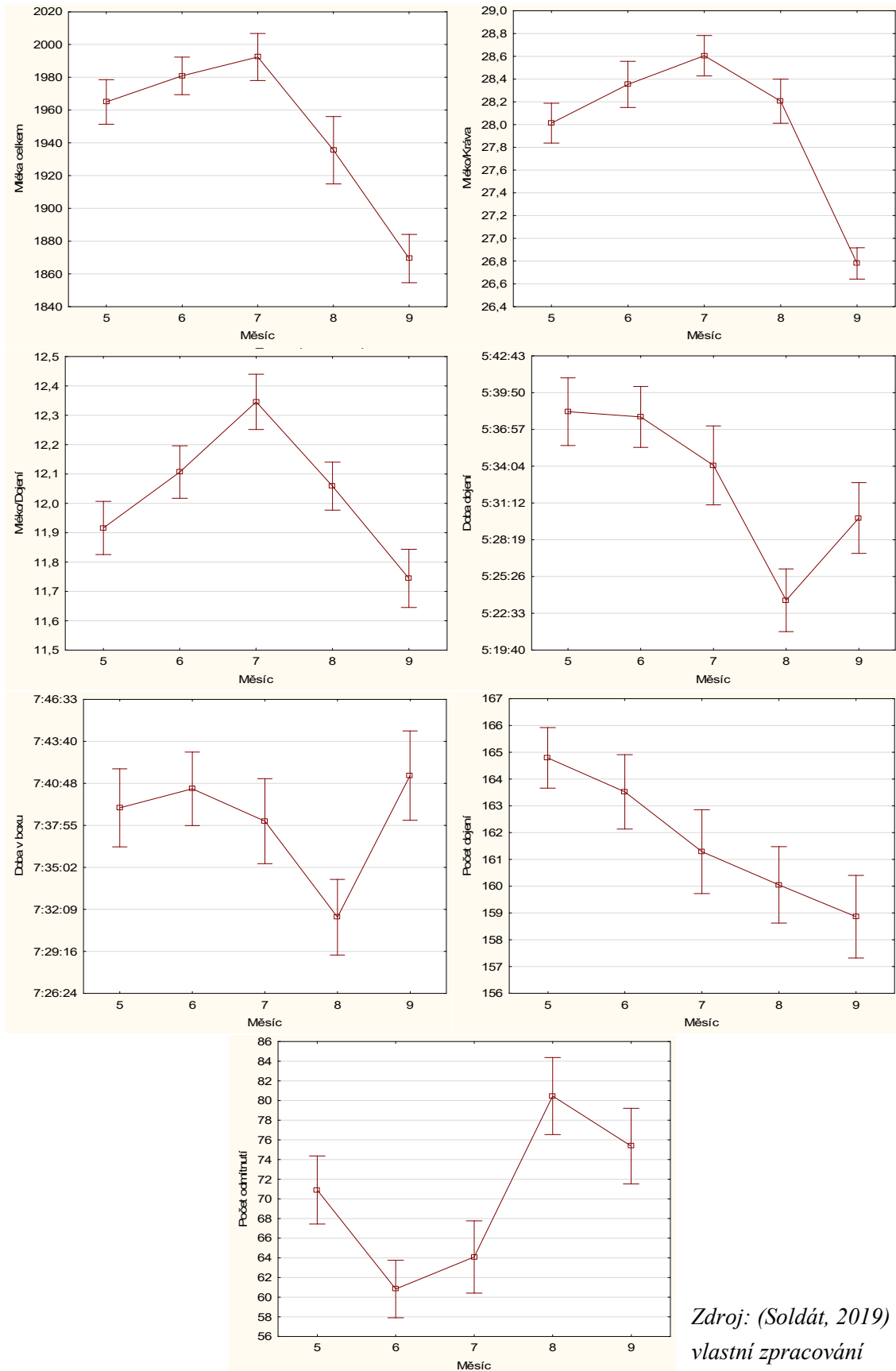
*Zdroj: (Soldát, 2019)
vlastní zpracování*

Priloha č. 8 Souhrn grafických výsledků – Farma C



*Zdroj: (Soldát, 2019)
vlastní zpracování*

Priloha č. 9 Souhrn grafických výsledků – Farma D



*Zdroj: (Soldát, 2019)
vlastní zpracování*