

JIHOČESKÁ UNIVERZITA v ČESKÝCH
BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4103 Zootechnika

Studijní obor: Zootechnika

Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Vedoucí katedry: doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph. D.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Problematika dojicích robotů LELY

Vypracoval: Bc. Martin Kovařík
Vedoucí práce: Ing. Marie Šístková, CSc.
Datum: 14. duben 2019

České Budějovice, 2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Martin KOVAŘÍK**
Osobní číslo: **Z15356**
Studijní program: **N4103 Zootechnika**
Studijní obor: **Zootechnika**
Název tématu: **Problematika dojicích robotů Lely**
Zadávací katedra: **Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

V literární rešerši se zaměřte na:

1. Historický vývoj strojního dojení
2. Automatizovanou (robotickou) dojicí techniku z hlediska welfare zvířat
3. Přední výrobce automatizované dojicí techniky
4. Historii, charakteristiku a vývoj automatizovaného dojení Lely

V praktické části proveďte:

1. Výběr několika farem s robotickým dojením Lely
2. Charakteristiku a popis technologie chovu dojnic (způsob krmení, plemeno, počet dojnic, užitkovost, volný nebo nucený pohyb zvířat)
3. Technický popis používaných dojicích robotů (typ, počet, umístění)
4. Sledování počtu podojených krav (během 24 hodin) bez doprovodu a s doprovodem, počet skopnutí a nenasazení dojicí soupravy, času dojení a denní užitkovosti v období jednoho roku
5. Sledování počtu a druhu závad či poruch robotických dojicích jednotek v období jednoho roku
6. Vyhodnocení výkonnosti sledovaných dojicích robotů Lely

Rozsah grafických prací: **obrázky, fotografie, grafy dle potřeby**

Rozsah pracovní zprávy: **50 stran**

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

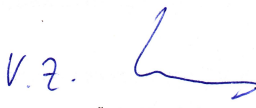
DOLEŽAL, O., STANĚK, S. (2015): Chov dojeného skotu: technologie, technika, management. Praha: Profi Press. 244 s. ISBN: 978-80-8672-670-0.
KIC, P., NEHASILOVÁ, D. (1997): Dojící roboty a jejich vliv na zdravotní stav mléčné žlázy, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 75 s., 57 ISBN 80-86153-32-0.
LITZLLACHNER, C., HARTL, J., WOLKERSDORFER, F. a kol. (2009): Automatische Melksysteme AMS (Melkroboter). ÖAG, Landwirt, Sonderbeilage, Der fortschrittliche Landwirt, INFO, s. 1-19.
MACHÁLEK, A. a kol. (2011): Příprava dojnic k robotizovanému dojení, Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha, 21 s. ISBN 978-80-86884-64-6.
MACHÁLEK, A. a kol. (2011a): Analýza a metodika hodnocení interakcí systému člověk - zvíře - robot na farmách dojnic, Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha, 49 s., ISBN 978-80-86884-63-9.
Tematické články v odborných periodikách:
Landtechnik, International Dairy Journal, Agritech Science, Náš chov (např. 2012, č. 4; 2014, č. 2.), Farmář, Mechanizace zemědělství, Živočišná výroba. Prospekty a uživatelské příručky výrobců automatických dojících systémů

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Marie Šístková, CSc.**


Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Datum zadání diplomové práce: **31. ledna 2018**

Termín odevzdání diplomové práce: **15. dubna 2019**


prof. Ing. Miloš Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA 
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
L.S.
Studentůvů 1888, 370 08 České Budějovice


doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 2. května 2018

Abstrakt

Práce se zabývá problematikou dojících robotů. Teoretická část se zabývá biologickými a etologickými faktory v souvislosti s automatizací dojící technologie. Prostor je zde věnován i historickému vývoji dojící technologie až po současnými požadavky na dojící automat. Jsou zde stručně představení i někteří současní výrobci automatické dojící technologie. Je zmíněna též ekonomická stránka provozu dojících robotů.

V praktické části je provedeno vyhodnocení provozních dat dojící robotů firmy LELY a jejich vzájemných souvislostech s ohledem na produkci v průběhu roku a podrobněji v průběhu jednoho dne. Byly hodnoceny dvě farmy v režimu ekologického zemědělství a jedna farma v režimu konvenčního zemědělství.

Klíčová slova

Dojící robot, dojení, automatická dojící technologie

Summary

This thesis is focused on milking robots. In teoretic part I deal with biologics and etologics factors of milking technology. As well as I am interested in historics development of milking technologies. I introduce current technical request on milking too. Breefly I am introducing modern producents of automatic milking technology and economic question of using the automat.

In practise part I evaluate data from working of the milking automat of branch LELY in mutual production relationship. Time period in research are one day and some parameters from more than one year. The subject of research are two farms involved in organics farming and one farm is involved in conventional farming.

Keywords

Robotic milking machine, milking, automatic milking system

Prohlášení

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne

podpis

Poděkování

Chtěl bych poděkovat paní Ing. Šístkové, CSc, z Katedry zemědělské, dopravní a manipulační techniky za odborné vedení a cenné rady, které mi poskytla při zpracování této diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat panu Strolenému, panu Ing. Stupkovi a panu Mačlovi za ochotu a čas při poskytnutí informací a dat týkající praktické části této diplomové práce.

V neposlední řadě bych chtěl poděkovat i zástupcům firmy Agropartner Soběslav za poskytnutí informací týkající se dojící technologie Lely.

Obsah

1 Úvod a cíl práce	9
2 Zootechnické předpoklady – Literární přehled	10
2.1 Morfologie, fyziologie	10
2.1.1 Morfologický popis vemene	10
2.1.2 Ontologický vývin	10
2.1.3 Důležité popisné znaky vemene	10
2.1.4 Funkce mléčné žlázy	11
2.1.5 Faktory ovlivňující produkci ve vztahu k dojícím robotům . .	12
2.1.6 Výživa vzhledem k problematice AMS	15
2.2 Měřitelné vlastnosti týkající se dojení	15
2.2.1 Složení mléka	15
2.2.2 Fyziologické veličiny	16
2.3 Etologie	17
2.3.1 Vztah krav k robotickému dojení	17
2.3.2 Návyk krav na robota	18
2.3.3 Vliv stájového prostředí	19
2.3.4 Typizace stájí	19
2.3.5 Vliv automatického podávání krmiva na chování dojnic . . .	20
2.3.6 Pastva	21
2.3.7 Vhodnost zvířete pro strojní a automatické dojení	22
3 Historie – Literární přehled	23
3.1 Kořeny	23
3.2 Vývoj myšlení	23
3.3 Strojní dojení	24
3.4 Automatické dojení	24
3.4.1 Odezva trhu	28
4 Výrobci dojící techniky – Literární přehled	28
4.1 Obecné vlastnosti dojících robotů	28
4.1.1 Vlastnosti dojících robotů	28

4.1.2	Technické provedení základní funkční části automatu	28
4.2	Firmy vyrábějící dojící roboty	30
4.2.1	Lely historie – současnost	30
4.2.2	DeLaval	32
4.2.3	Insentec	33
4.2.4	Fulwood	33
4.2.5	GEA-Farm technologies	33
4.2.6	Prolion	33
5	Ekonomika – Literární přehled	33
6	Charakteristika vybraných farem	34
6.1	Rodinná farma pana Stupky – Charakteristika farmy	35
6.2	Rodinná farma pana Mačla – Charakteristika farmy	35
6.3	Zemědělská výroba Strolený – Charakteristika farmy	36
7	Analýza dat průběh dne	37
7.1	Počet podojených krav v průběhu dne – Materiál a Metody	38
7.1.1	Počet podojených krav v průběhu dne – Stupka	38
7.1.2	Počet podojených krav v průběhu dne – Mačl	39
7.1.3	Počet podojených krav v průběhu dne – Strolený	40
7.2	Preference automatů – Materiál a metody	41
7.2.1	Preference automatů – Stupka	41
7.2.2	Preference automatu – Mačl	43
7.2.3	Preference automatů – Strolený	44
7.3	Časy dojení – Materiál a Metody	45
7.3.1	Doba rozdojení – Stupka	46
7.3.2	Doba rozdojení – Mačl	48
7.3.3	Doba rozdojení – Strolený	50
7.3.4	Doba dojení – Stupka	53
7.3.5	Doba dojení – Mačl	55
7.3.6	Doba dojení – Strolený	57
7.3.7	Celková doba dojení – Stupka	58
7.3.8	Celková doba dojení – Mačl	60
7.3.9	Celková doba dojení – Strolený	60

7.4	Produkce mléka	61
7.4.1	Produkce mléka – Stupka, Materiál a metody	61
7.4.2	Doba odpočinku dojnice – Stupka, Materiál a metody	63
7.4.3	Produkce mléka – Mačl	66
7.4.4	Doba odpočinku dojnice – Mačl	68
7.4.5	Produkce mléka – Strolený	69
7.4.6	Doba odpočinku dojnice – Strolený	70
8	Analýza dlouhodobých dat	73
8.1	Dojivost – Stupka, Materiál a metody	73
8.2	Četností dojení, odmítnutí dojení, a počtu chybových stavů – Stupka, Materiál a metody	74
8.2.1	Složení mléka – Stupka	76
8.3	Dojivost – Mačl	77
8.4	Četností dojení, odmítnutí dojení a nestandardní stavy – Mačl	78
8.4.1	Složení mléka – Mačl	80
8.5	Dojivost – Strolený	80
8.6	Četností dojení, odmítnutí dojení a nestandardní stavy – Strolený	83
8.7	Technická poruchovost	85
9	Diskuze	85
9.1	Denní data	85
9.2	Dlouhodobá data	90
10	Závěr	93
11	Legenda	93
12	Přílohy	98

1 Úvod a cíl práce

Mléko ve své přirozené formě nebo od něj odvozené produkty, jako jsou sýry, fermentované výrobky, máslo, sušené mléko, kondenzované mléko a další. Lze jej odedávna považovat za důležitou součást naší stravy. Lidé si mléka a výrobku z něj cenní pro svoji chuť, vůni, možnost kulinářského zpracování ale i z přesvědčení o jeho prospěšnosti pro lidský organismus a je to velmi významný zdroj vápníku a dalších minerálních látek, a to zejména jod. Mléko obsahuje plnohodnotné živočišných bílkovin (stravitelnost 95 %), vitamíny .

Ve světě se zpracovává mléko různých zvířat. V některých oblastech ne nutně horských je zpracováváno ovčí mléko na typické ovčí sýry (Oštiepok, Roquefort, ...). V malochovech je typické kozí mléko. Z kobyliho mléka se vyrábí poněkud veselejší nápoj kumys. V teplejších krajinách jsou dojení velbloudi nebo buvoli. Podle velikosti chovu a možností chovatele jsou tyto zvířata dojena ručně či s jednoduchým konvovým dojením, či klasické strojní dojení s lidskou obsluhou. Za typické dojná zvířata však lze považovat skot dojného nebo kombinovaného typu. V obecném povědomí je kráva zpravidla spojována s mlékem.

Při ručním dojení člověk přichází do přímého kontaktu se zvířetem, komunikuje se zvířetem a vytváří si vzájemný osobní vztah. V řadě hobby chovů nebo agroturistice jsou tyto atributy velmi ceněny. Avšak ruční dojení je poměrně časově i manuálně náročná každodenní monotónní činnost s problematickým zajištěním hygieny mléka. Člověk se zde musí přizpůsobit biologickým cyklům zvířete, tj. dojit v pravidelných intervalech. Zpracovávat větší objemy mléka tímto způsobem by bylo v současné době ekonomicky neúnosné.

Pomocnou ruku v tomto případě může dodat systém strojního dojení. Tento systém stále ještě vyžaduje lidskou obsluhu. Byli vyvinuty různé varianty technologie. Mobilní dojící stroj určený spíše pro malochovatele, či dojení na pastvě. Zpravidla mluvíme o pevně nainstalovaném strojním dojení v samostatné místnosti – dojírně, tzv. konvenční dojení. Dojírně předchází čekárna do které jsou dojnice víceméně zaháněny a tříděny ze stáje. Strojní dojení téměř odstraňuje manuální vytlačování mléka ze struků, urychluje proces dojení a při správném používání je zajištěna vysoká úroveň hygieny mléka.

Ačkoliv může být pro zaběhlého strojního dojiče „práce v jámě“ dobrá pro relax a přemýšlení, vytváří se zde přímý kontakt a komunikace se zvířetem, je práce dojiče monotónní činnost na celý úvazek, často spojená s brzkým ranním vstáváním i ve 2 hodiny ráno. Stádo musí být podojeno před příjezdem přepravce, který mléko odveze do mlékárny. Dojí se obvykle 2 až 3 krát denně v pravidelných intervalech 7 dní v týdnu. Práce má svá specifika, je chápána jako špinavá a náročná. V současné době se vzhledem k nabídce kreativnějších pracovních vztahů se v některých oblastech obtížně hledají zaměstnanci pro tento druh činnosti. Trochu jiná situace je v rodinných farmách, kde zpravidla členi rodiny nemohou jen tak dát výpověď. Členi rodinné farmy bývají v práci někdy i 24h denně. Je obtížně skloubit přirozené denní aktivity dojných krav a člověka. Vyřešení těchto problémů nabízí od roku 1992 dojící robot.

Tato práce má za cíl vyhodnotit provozní data a výkonnost dojících automatů v několika farmách v průběhu roku i dne včetně zjištění poruchovosti.

2 Zootechnické předpoklady – Literární přehled

2.1 Morfologie, fyziologie

2.1.1 Morfologický popis vemene

Mléčná žláza je z pohledu fylogenetického vývoje přetvořená kožní žláza, jež se u samic vyšších savců formuje jako strukturovaný orgán tvořící z exteriéru viditelnou vyvýšeninu kůže u hospodářských zvířat zvanou jako **vemeno**.

Morfologicky je mléčná žláza, *glandula mammaria*, složena ze žláznatých alveolů a tubulů spojených vývodovým systémem do mlékojemu na který je napojen struk s vyústěním na povrch. Žláznaté alveoly, v počtu řádově až 10^9 , spolu s vývodovým systémem vytváří celek zvaný žláznatý parenchym. Součástí žláznatých alveolů jsou košičkové myoepiteliální buňky se schopností se smršťovat a tím vytlačovat mléko z alveolu působením hormonu oxytocinu. Naopak svěrače ve vývodovém systému při smrštění průtok mléka do mléčné cisterny uzavírají (Marvan, 2003).

Vemeno se skládá ze žláznatého tělesa, *corpus mammae*, jež obsahuje žláznatý parenchym obklopený žláznatým vazivem, celé žláznaté těleso je obaleno tukovým polštářem vemen. Součástí žláznatého tělese je ventrálně umístěná mléčná cisterna do ní odvádí mléko vývodový systém. V různých částech vývodového systému je svěrač rozděluje systém na několik pater, které se postupně naplňují. Cisterna je rozdělena na žlázovou a strukovou část. Mechanicky je vemeno připevněno k břišní stěně pomocí závěsného ústrojí (Marvan, 2003).

2.1.2 Ontologický vývin

Individuálně se mléčná žláza zakládá v embryonálním stádiu. Výrazný morfologický vývin vemen probíhá za normálního stavu až v době pohlavního dospívání – pubertě. Ještě výraznější změny probíhají v druhé polovině gravidity, ke konci gravidity dochází k přípravě orgánu k produkci mléka tzv. **vemnání**. U orgánu však probíhají vývojové změny zejména vlivem neurohumorálního působení po celý život jedince (Marvan, 2003). Praktické hospodářské využití produktů mléčné žlázy je možná až po porodu.

Schopnost žláznatých alveolů tvořit a vylučovat mléko se získává procesem zvaný **laktogeneze** a je řízena hormonálně (prolaktin, ACTH, estrogen, progesteron,...) (Reece, 2011). První mléko produkované mléčnou žlázou po porodu se nazývá **mlezivo – kolostrum**. Po kolostru velmi rychle nastupuje normální mléko. Po ukončení laktace nastává mírná involuce mléčné žlázy. V případě další gravidity dochází opět k zvyšování produkční schopnosti mléčné žlázy (Marvan, 2003).

2.1.3 Důležité popisné znaky vemen

Za důležité exteriérové znaky vemen považujeme jeho velikost, tvar, rozmístění struků a hloubku vemen (Frelich, 2011). Hloubka vemen je kolmá vzdálenost od úponu v předkolenní řase k bázi pravého předního struku na pravé přední čtvrti, cituji (Hajič, 1998). V lineárním popisu se hloubka vemen hodnotí podle vzdálenosti vodorovné ro-

viny protínající hlezno a spodní linie vemene (Svaz, 2009). Hloubka vemene nesmí být příliš velká protože to značí na horší funkci závěsného ústrojí vemene a prakticky to při strojním dojení komplikuje aplikaci strukových nástavců a vydojování mléka, nemluvě o vyšší pravděpodobnosti zranění. Báze struku by měl u skotu být minimálně 50 cm od země. Pro potencionální užitkovost je mimo jiné důležitá dlouhá a široká základna vemene (Frelich, 2011). V lineárním popisu zvířete základna hodnotí v termínech přední upnutí vemene, výška zadního upnutí vemene, závěsný vaz. U struků se hodnotí jejich délka a rozmístění (Svaz, 2009).

Pro strojní dojení jsou důležité tyto vlastnosti: výška, vzdálenost mezi předními struky, vzdálenost mezi zadními struky, úhel struků, celkovou vyrovnanost, tj. je-li stejná délka předních a zadních struků, individuální vyrovnanost, tj. není-li jeden struk delší, délka struku (Kic, 1997).

Vemeno může být **polovejčité** s dlouhou a širokou základnou, relativně vysoko zavěšené které se považuje za ideální. **Polokulovité** vemeno má kratší základnu a větší hloubku. Velmi hluboké **Svislé (pytlovité)** vemeno je znakem ochablého závěsného ústrojí (Frelich, 2011).

2.1.4 Funkce mléčné žlázy

Sekrece – Syntéza mléka v žláznatých alveolech

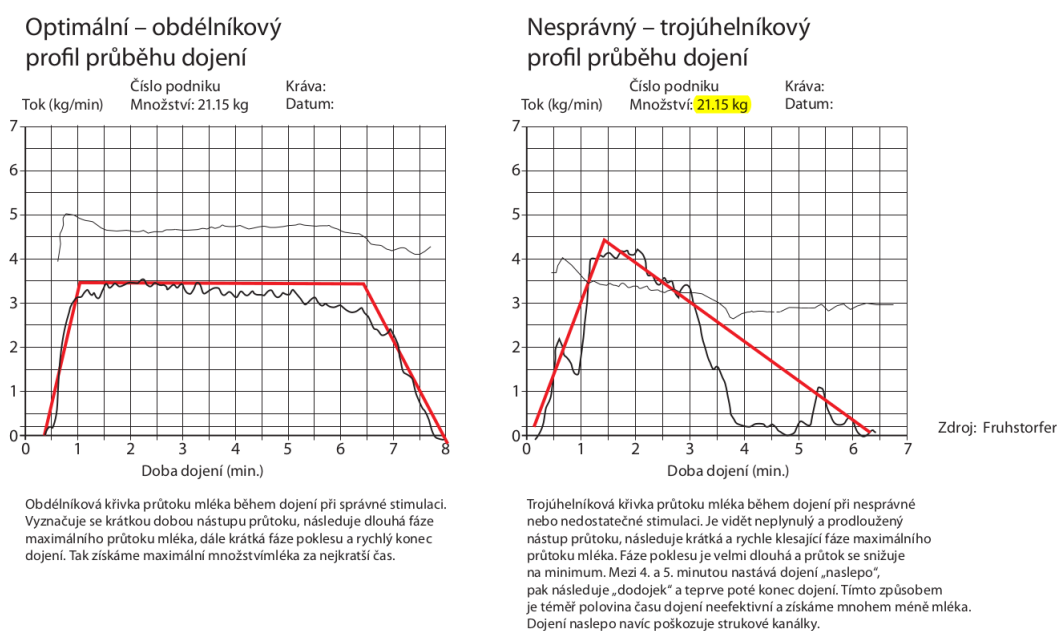
Shromažďování mléka. Postupně se naplňují alveoly, mlékovody a mlékojem (Frelich, 2011). U většiny zvířat tvoří mléčná cisterny jen 20 % zálohy mléka, zbytek je obsažen ve vývodovém systému (Jelínková, 2012). Spodní patra patra vývodového systému se naplňují až po naplnění vyšších pater (Marvan, 2003). Při naplnění vemene na 85 % omezuje vnitrovemenní tlak tvorbu tukových kuliček, další zvyšování tlaku zastavuje syntézu mléka (Frelich, 2011). Pokud nesnížíme tlak vydojení v pravidelných intervalech obvykle dojde v průběhu několika dnů k regresi mléčné žlázy, jinak řečeno dojde k **zaprahnutí** (Reece, 2011).

Spouštění mléka. Uvolňování mléka z vemene se děje jednak pasivním mechanismem vlivem podtlaku vzniklém při sání telete nebo stroje, kdy se odsaje mléko z mléčné cisterny (tzv. cisternové mléko). K tomuto procesu také přispívá vnitrovemenní tlak. Další mléko se uvolní aktivním působením neurohumorálního mechanismu ze žláznatých alveolů (tzv. alveolární mléko) v procesu zvaném **ejekce** (Frelich, 2011). Masáž struku nebo vemena spustí reflexní sekreci oxytocinu z neurohypofýzy, na tento hormon reagují košičkové myoepiteliální buňky žláznatého alveolu kontrakcí. V tom okamžiku vzroste tlak uvnitř mléčné žlázy z původní úrovně 0–8 mmHg na úroveň 30–50 mmHg. Vliv oxytocinu trvá 10–15 minut než se tento hormon rozloží v játrech. Sekrece oxytocinu je potlačována stresovými situacemi (Reece, 2011). Stimulace vemene musí být provedena mechanickým způsobem a nesmí být bolestivá, ejakce není spuštěna optickými nebo akustickými podměty. Pokud je nízký stupeň naplnění mléčné cisterny, pak úměrně stoupá i doba stimulace vemene do zahájení ejakce. Pokud mléko vytéká před dojením, je to způsobeno ochablostí svalového systému svěrače a nejedná se o ejakci (Jelínková, 2012).

2.1.5 Faktory ovlivňující produkci ve vztahu k dojícím robotům

Vliv stimulační – Prvotní stimulace vemene při přípravě dojení dojícím strojem uvolní zpravidla 50 % procent alveolárního mléka. Využitelná koncentrace oxytocinu rychle klesá, proto by mělo být zahájeno dojení dvě minuty po přípravě dojení a dojící stroj by měl současně dojit a stimulovat mléčnou žlázu. Pokud je doba nástupu dojení dlouhá, může to vést k rychlé ztrátě průtoku mléka při dojení, viz obrázek č. 1 (Jelínková, 2012).

Obr. 1: Profil dojení, převzato z (Jelínková, 2012)



Přirozené podmínky. Při tradičním odchovu telat u matky je průměrná denní mléčnost cca 6 kg. Po narození tele saje mléko více než 6 krát denně, později se četnost sání upraví na 4–6 za 24h. Celkově je kráva kojena 45–60 minut denně (Graver, 1988).

Počet dojení versus užítkovost. V systémech ustájení s volným pohybem krav bylo zjištěno že krávy preferují dojení 4–6 denně s intervaly mezi dojeními 4–6 h (Graver, 1988). Pro maximalizaci denní produkce mléka by se podle starých zásad mělo dojit dvakrát či třikrát denně v rovnoměrných časových rozestupech. Avšak podle nových poznatku pokud dojíme v pravidelných a časově nerovnoměrných rozestupech (např. dojení v 8–16 h) nejsou ztráty produkce příliš významné (Reece, 2011) (Belanger, 2014). V USA a Izraeli se vzhledem dostupnosti pracovní síly dojí 3 krát denně, v Evropě jen 2 krát denně (Kic, 1997). V porovnání s dojením 2 krát denně dochází při větším počtu dojení k nárůstu dojivosti FCM o 8–22 % (Graver, 1988). Podle Doležala vyšší frekvence dojení způsobí u dojnic s původním denním nádojem >35 kg nárůst produkce o 18,9 %, ale u dojnic s původním denním nádojem <25 kg je nárůst jen 1,4 %. Tj. dojení 3 krát denně se vyplatí při užítkovosti stád nad 10 000 l při výkupních cenách cca 8 Kč za l (rok 2015). Při tom se sníží živá hmotnost dojnic o 50 kg až 80 kg v první třetině laktace což způsobí prodloužení servis periody o 5 až 7 dní (Doležal, 2015). Podle Kopeček and Machálek citovaném v (Maršálek, 2012) dojde po instalaci dojícího automatu ke zvýšení dojivosti až o 25 %.

Jak vyplývá z prvního odstavce je častější dojení také blíže k přirozenému chování doj-

nice (Graver, 1988). Nárůst dojivosti při zvýšení počtu dojení je patrný již po 2 až 6 dojení. Některé výzkumy však ukazují, že při zvýšení počtu dojení ze 3 na 4 již mléčnou užitkovost příliš nezvyšuje. Větší frekvence dojení zpomaluje involuci sekrečních buněk po překonání vrcholu laktace. Naplněné vemeno potlačuje tok krve vemnem. Současně zvýšený počet denního dojení stimuluje aktivitu sekrečních buněk žláznatého epitelu, zvyšuje se syntéza enzymů, jmenovitě acetyl-CoA karboxyláza, galaktosidáza, zvyšuje se syntéza masných kyselin. Tento efekt přetrvává i když se opět vrátíme k dojení dva krát denně a lze jím zvýšit perzistenci laktace (Kic, 1997).

V severní Itálii byl porovnávám chov holštýnského skotu (Italian-Friesian) v porovnání s dojivostí v klasické dojírně a dojícím automatu. Dojnice byly do automatu pouštěny po uplynutím 5 h od posledního dojení. Multiparní dojnice nadojili v dojícím automatu $34,2 \pm 0,7$ kg mléka zatímco v klasické dojírně nadojili $29,4 \pm 0,6$ kg mléka. Produkce primiparních dojnic byla jak v dojícím automatu, tak v klasické dojírně bez významných rozdílů $28,9 \pm 0,4$ kg mléka denně. Primiparní dojnice byly dojeny automatem $2,80 \pm 0,03$ denně, zatímco multiparní dojnice byly dojeny v automatu $2,50 \pm 0,04$ denně. V dojícím automatu byly výraznější ztráty produkce vlivem tepelného stresu a to $-4,5 \pm 0,6$ kg mléka denně zatím v klasické dojírně byly ztráty $-3,0 \pm 0,8$ kg mléka (Speroni, 2006).

V chovech plemene holštín a česká straka využívající dojící automaty Lely byla zjištěna největší užitkovost na druhé laktaci, rozdíl v denní produkci mléka mezi první a druhou laktací byl až 10 kg. Produkce třetí a vyšších laktací se již nemělila byla o něco nižší než produkce mléka na druhé laktaci (Maršálek, 2012).

Dojnice byly rozděleny podle dojivost intervaly <25 kg; 25–30 kg; >30 kg. Laktační křivky byly popsány následujícími regresními rovnicemi (Maršálek, 2012) :

$$\begin{array}{ll} <25 \text{ kg} : & y = -0,8943x + 23,975; & R^2 = 0,7514 \\ 25\text{--}30 \text{ kg} : & y = -1,4726x + 32,18; & R^2 = 0,925 \\ >30 \text{ kg} : & y = -1,7735x + 35,451; & R^2 = 0,9906 \end{array}$$

(y =dojivost [kg], x =měsíc laktace)

Vyšší užitkovost versus složení mléka. S vyšší produkcí mléka klesá obsah tuku o 0,15 % a bílkovin v mléce o 0,05 %. Nicméně při vyšší frekvenci dojení dochází ke zvýšení obsahu volných mastných kyselin (FFA) v mléce (Kic, 1997). Maršálek zjistil negativní korelaci mezi počtem dojení a obsahem tuku v mléce ($r = -0,23$) a kladnou korelaci mezi obsahem tuku a bílkovin v mléce ($r = 0,29$) (Maršálek, 2012).

Obsah tuku je individuální pro každou dojnici a pohybuje se od 2 % do 6 %. Progrese obsahu tuku v mléce v závislosti na dni od počátku laktace se v chovech holštínů a českého strakatého skotu vyvíjeli podle následujících regresních rovnic. Dojnice byly rozděleny podle dojivost intervaly <25 kg; 25–30 kg; >30 kg (Maršálek, 2012):

$$\begin{array}{ll} <25 \text{ kg} : & y = 0,0196x^2 - 0,1464x + 3,9892; & R^2 = 0,7852 \\ 25\text{--}30 \text{ kg} : & y = 0,0196x^2 - 0,1283x + 3,926; & R^2 = 0,7813 \\ >30 \text{ kg} : & y = 0,0085x^2 - 0,0517x + 3,8103; & R^2 = 0,7623 \end{array}$$

(y =dojivost [kg], x =měsíc laktace)

Obsah bílkovin má oproti obsahu tuku menší rozptyl hodnot. Je popsán následujícími regresními rovnicemi v průběhu času laktace (Maršálek, 2012).

<25 kg :	$y = 0,0668x + 3,1879;$	$R^2 = 0,8457$
25–30 kg :	$y = 0,075x + 3,1142;$	$R^2 = 0,884$
>30 kg :	$y = 0,0689x + 3,0334;$	$R^2 = 0,9951$

(y=dojivost [kg], x=měsíc laktace)

Obsah laktózy je následující (Maršálek, 2012):

<25 kg :	$y = -0,0006x^4 + 0,0147x^3 - 0,116x^2 + 0,3492x + 4,5216;$	$R^2 = 0,8401$
25–30 kg :	$y = 0,0004x^5 - 0,0116x^4 + 0,1222x^3 - 0,5783x^2 + 1,1502x + 4,1569;$	$R^2 = 0,6096$
>30 kg :	$y = 0,0018x^3 - 0,0254x^2 + 0,0873x + 4,798;$	$R^2 = 0,283$

(y=dojivost [kg], x=měsíc laktace)

Vliv na vemeno. Vyšší frekvence dojení způsobuje zvýšené množství buněčných elementů, jev se nazývá **celulární diapedéza**. Častější dojení rychleji odplavuje choroboplodné zárodky, ale zároveň způsobuje vyšší riziko vniku těchto zárodků díky otevřenému strukovému kanálku, který se uzavře až za 2 hodiny po dojení. Riziko infekce zvyšují i odplavování ochranné keratinové výstelky dutin mléčné žlázy. Při správném managementu chovu je však prováděna častější toaleta mléčné žlázy, to ve spojení s migrací netrofilních granulocytů (bílé krvinky), které postupují do vemene naopak riziko infekce snižuje (Kic, 1997).

Strojní dojení vemeno velmi mechanicky zatěžuje. Časté dojení způsobuje kratší čas na regeneraci vemene. Může tak dojít k poškození struků, obzvláště v jejich ústí, též může dojít k ztluštění struků, k **hyperkeratóze** (Kic, 1997). Před dojením musí být struky čisté a suché, operace s mokřím strukem vede k přenosu bakterií směrem ke špičce, množením infekce *Streptococcus dysgalctiae* a problémům se zdravotním stavem vemene. Odstříky mléka před dojením mohou být vektor patogenních bakterií, ačkoliv se zlepšila kvalita sebraného mléka a snížil výskyt infekce *Staphylococcus aureus* (Rasmussen, 2010) Byla zjištěna vysoká korelace ve výskytu stavu výskytu **mastitid** před zavedením dojícího automatu a po jeho zavedení. (Koning, 2011)

Kvalita mléka – somatické buňky. Somatické buňky tvoří z 95 % bílé leukocyty a zbytek je oloupaný epitel. Mléko zdravé dojnice obsahuje do 100 000 SB v 1 ml. U hodnot nad 200 000 SB v 1 ml se již doporučuje vyšetření. Hodnoty nad 300 000 SB v 1 ml již značí zdravotní problémy (Samková, 2012). Pokud dojnice má jen 10 000 SB v 1 ml pak to značí na poruchu imunitního systému (Kic, 1997). Obsah somatických buněk se může měnit v souvislosti s ročním obdobím, denním čase dojení a fází dojení o 10 až 30 procent, nesmí však nikdy překročit hranici 400 000 SB v 1 ml mléka. Nárůst somatických buněk nemá souvislost s počtem laktací, nárůst je spíše způsobem výskytem mastitidy (Samková, 2012). Při přechodu farmy na dojících automatů dochází v chovech ke kladným i záporným změnám obsahů somatických buněk. Obecně chovy vybavené dojícím automatem dosahují o 15 000 SB v 1 ml vyššího obsahu somatických buněk a o 4 000 více CPM než chovy vybavené standardní dojírnu (tabulka 1) (Koning, 2011).

Kvalita mléka – obsah volných masných kyselin - FFA. Dojící automat během dojení přisává 3-4 krát více vzduchu než se děje konvenční dojírny. Příliš mnoho vzduchu způsobuje lipolýzu lipidů. Obsah volných masných kyselin však také navyšuje nízkou

energetická strava. Není stále známa přesná příčina tohoto jevu (Koning, 2011).

Tab. 1: Kvalita mléka před a po instalaci dojícího automatu na farmě (převzato z De Konig at al 2004 (Koning, 2011))

Dojírna		Tradiční Dojení 2x denně	Tradiční Dojení 3x denně	Robotická Před zavedení	Robotická Po zavedení
CPM	[* 1 000 ml ⁻¹]	8	8	8	12
PSB	[* 1 000 ml ⁻¹]	181	175	175	190
Bod mrznutí	[°C]	-0,52	-0,521	-0,521	-0,516
FFA	[meq/100g tuku]	0,44	0,54	0,41	0,59

FFA – Volné mastné kyseliny

Laminatis. Pokud dojde při zavádění dojného automatu na farmu k přechodu z pastvy k trvalému ustájení ve stáji, pak může dojít ke zhoršení stavu paznehtů (Koning, 2011).

Reprodukční parametry. Reprodukční ukazatelé nejsou častějším dojením ovlivněny, výzkum byl však proveden na malém počtu zvířat (Kic, 1997). Při zavádění dojícího automatu byly u některých chovů zjištěny statisticky nevýznamné přinejmenším přechodné zhoršení reprodukčních parametrů (Koning, 2011).

Vzhledem k výše uvedenému je optimální počet dojení 3 krát denně (Kic, 1997).

2.1.6 Výživa vzhledem k problematice AMS

Je nutno dbát na optimální množství přijatého jaderného krmiva. Příliš velké dávky jaderného krmiva vedou k ztučnění krav a nízké účinnosti produkce. Denní kolísání příjmu jaderného krmiva o 15 % způsobí 5 % ztráty produkce (Saloniemi, 1988). Při neomezené nabídce krmiva z automatického dávkovače přijme kráva stejné množství krmiva jaké by přijala ad libitum na krmišti (Ipema, 1988). Častější příjem potravy, v porovnání s krmením 2 krát denně, ve ke stálejšímu pH v bachoru, vyšší syntéze octové kyseliny a tím zvýšení tučnosti mléka. V pokusu byla tučnost při krmení 2 krát denně 3,69 %, avšak při krmení 14 krát denně se zvýšila na 4,04 % (Graver, 1988).

Podle behaviorálních studií (krmení základní a produkční krmnou směsí) kráva navštíví dávkovač jaderné krmné směsi 15 krát denně, krmiště s objemným krmivem 10 krát denně, vodní zdroj 5 krát denně a ulehne v boxech 9 krát denně. Celkově kráva stráví 16 hodin krmením, pitím a odpočíváním. Spí lehkým spánkem 3 hodiny a hlubokým spánkem 30 až 60 minutí (Baehr, 1983) citován v (Graver, 1988).

2.2 Měřitelné vlastnosti týkající se dojení

2.2.1 Složení mléka

Můžeme měřit obsah hlavních mléčných složek: mléčné bílkoviny, tuk, laktóza, minerální látky a vitamíny. Obsah těchto složek je v průběhu laktace variabilní (Frelich,

2011) Kvalitativní vlastnosti: počet mikroorganismů, počet somatických buněk.

2.2.2 Fyziologické veličiny

Teplota. Teplota mléka je téměř totožná s teplotou těla. Rozdíly teplot v jednotlivých čtvrtí jsou u zdravého zvířete zanedbatelné. Pomocí teploty lze rozpoznat říji (Schlünseri, 1988).

Detekce říje. Z teploty mléka lze rozpoznati i jeden z příznaků říje. Při dojení 2 krát denně se ale nezachytí všechny případy říje, proto by bylo nutno častější měření v průběhu dne. V říji dochází k nárůstu teploty od 0,1 do 0,4 K. Avšak pro zachycení říje není teplota mléka postačující parametr (Schlünseri, 1988). Při říji se volném ustájení počet kroků krávy zdvojnásobí. S výhodou lze využít pedometrů. Při vazném ustájení se zvýší počet kroků krávy jen o 10 až 14 %, proto je zde lépe pedometr doplnit o pulsmetr. Při říji se srdeční pulz zvýší o 7 % a současně se zvýší počet přerušení odpočinkové periody ze 3 na 5. Automatické měření konduktivity sliznice vagíny a intravaginálního pH obtížně aplikovatelné (Schlünseri, 1988).

Elektrická konduktivita. Elektrická konduktivita (měrná elektrická vodivost) koreluje s množstvím buněk obsažených v mléce (Saloniemi, 1988). Při infekci vemene – **mastitidě** se zvyšuje osmotická aktivita mléčných struktur, zvyšuje se koncentrace Na^{\oplus} a Cl^{\ominus} iontů, plus se snižuje koncentrace laktózy a K^{\oplus} iontů. Tato aktivita vede ke zvýšení konduktivity mléka až na $7,2 \text{ mS cm}^{-1}$. Patologický stav vemene také značí rozdíl v měření konduktivity mléka z jednotlivých čtvrtí o $0,6 \text{ mS cm}^{-1}$, v tomto případě je měřitelný i rozdíl teplot $>0,2 \text{ K}$. Infekce vemene vysoce zvyšuje konduktivitu mléka v zasažené čtvrti, při tom současně mírně stoupá konduktivita i v ostatních relativně zdravých čtvrtí. Současně s infekcí klesá produkce mléka a zvýší se tučnost mléka (ze 4 % na 5,4 %)- Senzor měřící elektrickou konduktivitu dokáže zjistit počínající infekci o 36 až 48 h dříve než lidské oko (Schlünseri, 1988) (Kic, 1997).

Pokud nastane metabolická porucha – **ketóza**, pak se konduktivita mléka zvýší o $>0,5 \text{ mS cm}^{-1}$, pro konečnou diagnózu je však potřeba zvážit více faktorů (Výživa, produkce mléka, hmotnosti,..) (Schlünseri, 1988).

Mléko zdravých dojnic má vodivost $4,8\text{--}6 \text{ mS cm}^{-1}$ (Schlünseri, 1988).

Průtok a produkce mléka. Funkce senzoru průtoku mléka je založena na měření rozdílu kapacity (*jednotka piko Farad – pF*) mezi strukem, mlékem a vzduchem. Senzor je obvykle kombinován s měřením elektrické konduktivity mléka. Z odchylek denní produkce mléka lze odvodit říji a zdravotní stav (Ipema, 1988).

2.2.2.1 Parametry měřené dojícím robotem Dojící robot měří tyto parametry které upozorní na stav jednotlivých zvířat Hmotnost (jen u strojů firmy Lely), tělesnou teplotu (fyziologicky je $38\text{--}39 \text{ }^{\circ}\text{C}$), dechovou frekvenci (fyziologicky $10\text{--}30$ výdechů za minutu), zápach, tepovou frekvenci (fyziologicky $50\text{--}80$ tepů za minutu), krevní tlak (zřídka), konduktivita (měrná vodivost) mléka (zdravé mléko má vodivost $4,8\text{--}6 \text{ mS cm}^{-1}$), počet somatických buněk (zdravá kráva okolo 10^5 v 1 ml mléka), pohybová aktivity (pomocí pedometrů, aktivometrů novější měří i dobu ležení, zvýšená pohybová aktivita je známkou říje) (Machálek, 2011).

2.3 Etologie

Chování krav je primárně ovlivněno dědičně, může tak být předmět šlechtění, a sekundárně je ovlivněno vnějším prostředím, učením a získáváním zkušeností (Machálek+, 2011). Důvěra zvířete k lidem kteří ho ošetřují zvyšuje produkci (Machálek, 2011) kteří citují Seabrooka.

Ošetřovatel by měl využívat chování které na zvíře působí pozitivně a to zejména: Mít dobrou náladu, pomalé pohyby, tlumené hlasové projevy, cílený oční kontakt, čitelnou gestikulaci, měl by používat stálé povely a vhodné pomůcky. Výsledkem by měl být že zvíře je v celkové pohodě, častěji navštěvuje robota, má dobrá zdravotní stav, kvalitní reprodukci, vysokou užitkovost a snadnější přístup k robotu. Pokud se naopak budeme ke zvířeti chovat negativně, tj. se špatnou náladou, s prudkými pohyby, s křikem a nadměrným používáním nevhodných pomůcek vyvoláme u zvířete strach a nepohodu, snížení užitkovosti, horší zdravotní stav, nekvalitní reprodukci a neochotu vstoupit do robota (Machálek, 2011).

Chování zvířete je ovlivněno vrozenými vlastnostmi, instinkty a fyziologickým stavem vnitřního organismu. Je-li z vnitřní nebo vnější příčiny narušena pohoda zvířete, pak se to projeví změnou chování. Zvíře například kulhá, často pije vodu, mění svoji četnost návštěv robota, je agresivní – podrážděné, kašle, má problémy se vstáváním, polehává v chodbách, zrychleně dýchá. Při ještě více závažnějším problému dojde dříve či později změna vzezření zvířete, je nápadná například vychrtlost, ježení srsti, nadměrně líná, vyskytují se olýsaná místa, na těle jsou viditelné otoky, zvíře je silně znečištěno výkaly, má hnisavé otoky, krvácí, nepřežvykuje a tupě kouká (Machálek, 2011).

2.3.1 Vztah krav k robotickému dojení

Motivační předpoklady. Krávy jdou do robota většinou pokud není ve stáji přítomen člověk a jsou povolné k nahánění jen v navyklém čase (Machálek, 2011). Motivace krav vstoupit do robota je buď **přímá**, tj. podmiňuje ji nějaká vnitřní potřeba např. úleva od zátěže nebo tlaku ve vemeni nebo touha po vlivu oxytocinu a libých pocitech spojených s vyprázdněním vemene (Machálek+, 2011). V pokusech bylo zjištěno že přímá motivace není pro většinu dojníc dostačující ke vstupu krav do robota (Graver, 1988). **Nepřímá** motivace je vytvářena člověkem. Prakticky jde o podávání jaderného krmiva až v robotu, (Machálek+, 2011) tj. musí se k tomu přihlídnout při navrhování krmné dávky a zajistit blízké napájení (Machálek, 2011). Optimální poměr mezi jádrem nabízeným v automatu a ve směsné krmné směsi je 9 : 1. jednorázová dávka jádra je 2 kg a za den by dojnice neměla dostat v automatu více než 6 kg jádra (Machálek+, 2011) cituje Hulsena 2011. Jsou však známé jiné aspekty, dojnice musí například při vstupu do automatu vidět ostatní dojnice, není příliš vhodný systém kdy dojící automat je dosažitelný jen po projití labyrintem úzkých, dlouhých uliček (Driessen, 2015). Dělalí se pokusy s audiostimulací zatím bez průkazného přínosu na zvýšení návštěvnosti robota (Machálek+, 2011). Není rozdíl v hladině kortizolu při dojení v dojníc v klasické dojírně a v dojícím automatu (Rasmussen, 2010).

Pohyb a chování dojníc. Počet krav vyžadují zahrnutí do dojného automatu se v podmínkách české republiky pohyboval od 8,2 % do 25,2 % (Maršálek, 2012). Normální počet krav vyžadující zásah ošetřovatele se považuje 5–10 % Štastný 2010 v (Maršálek,

Tab. 2: Důsledky vztahu ošetřovatel versus dojnice (Machálek, 2011)

parametr	Výborné	vyhovující	Nutno zlepšit
Chování dojnic	Dojnice klidné, člověka se nebojí	Dojnice udržují od člověka odstup	Dojnice od člověka utíkají
Návštěvnost dojícího robota	>3	2,5–3	<2,5
Doba odpočinku krav	>60 %	50–60 %	<50 %
Počet doprovázených krav do robota	<3 %	3–5 %	>5 %

2012). Při počtu dojnic od 45 do 60 je průměrný počet návštěv dojném automatu 2,52 (Lely Astronaut). Při 73 kusech dojnic plemene český strakatý skot byl počet návštěv 1,97, doživost u tohoto chovu byla cca o 15 % nižší než chov české straky s počtem dojnic <60 (Maršálek, 2012). Tabulka č. 2 podává informaci o ovlivnění chování dojnic v závislosti na úrovni péče ošetřovatele. Podle této tabulky se dá říci, že čím je vztah zvířat k ošetřovatelům více negativní tím je nutno dojnice častěji vodit do automatu a zároveň klesá doba odpočinku dojnic.

Počet odmítnutých v automatu Lely Astronaut 3 se pohybuje od 0,72 do 3,66 (Maršálek, 2012). Podle Veselého 2010 citovaného v (Machálek, 2011) je kráva při třech návštěvách automatu podojena jen dvakrát. Při menším počtu zvířat ve skupině (45–49) krávy navštěvují automat častěji (Machálek, 2011).

2.3.2 Návyk krav na robota

Tele vnímá již v prenatální období, tj šok který vystavíte březí krávě může položit základ pro nepodmíněnou reakci narozeného telete na příčinu tohoto šoku. Po narození je velmi vhodné využít imprintingu (Machálek+, 2011).

Tele by mělo vyrůstat ve volném ustájení, které je podobné s jeho budoucí produkční stáji včetně podobnosti technických prvků. Člověk by neměl telata rušit a měl by být ve stáji přítomen jen po nezbytnou dobu (Machálek+, 2011).

Jalovice. Předchozí odstavec platí i při výchově jalovic. Ve stáji je vhodné umístit tréninkový box do které se jalovice lákají na pamlsky. Jalovice které do boxu odmítají dobrovolně vstoupit, pravděpodobně do boxu nevstoupí ani v dospělosti. Násilné tlačení do boxu je zpravidla kontraproduktivní (Machálek+, 2011). Pokud má jalovice okolo automatu volný prostor bez překážek, učí se rychleji (Driessen, 2015) cituje Anton 2010. Dále je možné natrénovat vstupování do dojícího automatu přímo v produkční stáji kde telata odpozorují proces dojení od dojnic. Tento způsob se přímo nabízí pokud jsou dojnice a jalovice v sekcích pod jednou střechou (Machálek+, 2011).

Prvotelku nutno doprovázet od prvního dojení třikrát denně v pravidelných intervalech. Pokud kráva dojila před automatem dvakrát denně pak i takto chodí do automatu. Kráva je navyklá chodit do automatu buď z pravé nebo levé strany, proto je nutno ji vést do automatu vždy z jedné strany. Prvotelky lze před laktací učít tréninkovým boxem, pak při laktaci nepotřebují doprovod (Machálek, 2011).

Dojnice obecně návyk, odmítání. Krávy jsou schopné si automat velmi oblíbit, pokud je jim přístup k automatu odepřen, dokáží někdy být smutné podobně jako když přijdou o tele. Z jejich pohledu přestává být člověk pro ně důležitý. Existují dojnice které nechťejí vstoupit do robota. Můžou existovat zjevné důvody jako je třeba laminatis a též můžou být i skryté důvody například podvýživa vzhledem k nízkému příjmu jádra, který paradoxně dostane až v dojícím boxu (Driessen, 2015).

Ošetřování paznehtů je vhodné provést 1 měsíc před začátkem navykání na dojný automat (Machálek+, 2011).

2.3.3 Vliv stájového prostředí

Prostředí stáje rovněž napomáhá motivovat dojnici ke vstupu do dojícího automatu. Je důležité aby se dojnice cítila co nejvíce pohodlně, tj. prostředí vykazovalo co největší stupeň welfare (Devir, 1996).

Zákonné požadavky na welfare. Prostředí stáje je určeno normou ČSN730543 spolu s vyhláškou MZe ČR č.208/2004 Sb. O minimálních standardech na ochranu zvířat. Je nutné zajistit zejména kubaturu stáje, osvětlení stáje, teplotu ve stáji, větrání, dezinfekci stájového prostředí (Machálek, 2011).

Etologické potřeby. Krávi je nutno zajistit 12 h trvající odpočinek. Dojnice většinou odpočívají od 21 hodiny do 6 hodiny ráno kdy jsou krmeny. Další výrazná perioda odpočinku je mezi 14 a 15 hodinou. Odpočinek je buď pasivně (ležení) nebo aktivně (stání). (Machálek, 2011).

Podestýlání. Možno využít stelivové ustájení. Kladná stránka toho typu ustájení je větší pohoda zvířat při odpočinku, vyšší čistota zvířat, menší problémy s kulhavostí. Záporná stránka je větší výskyt respiračních onemocnění, nepohodlí při vyklízení podestýlky, kratší odpočinek. Bezstelivové roštové ustájení přináší méně onemocnění paznechtů, delší odpočinek, nižší vlhkost ve stáji, maximální klid ve stáji bezstelivové s vyhrnovací lopatou na sebe váže více problémů s onemocněním paznechtů, vyšší kulhavost, vyšší vlhkost ve stáji, možnost zranění a uklouznutí. Stáj je vhodné doplnit o drbadla, ventilaci a ochlazování, zařízení pro eliminaci hmyzu, koupel a čištění paznehtů umístěné při výstupu z automatu (Machálek, 2011).

2.3.4 Typizace stájí

V klasické strojní dojárně proces začíná šetrným naháněním dojníc do čekárny dojrný. Ve stádě se uplatňuje dominantní hierarchie, proto čekání v čekárně může být pro podřízené dojnice více stresující (Rasmussen, 2010). Dojící automatu jsou vesměs navrženy pro systémy volného boxového stání. Vliv řešení pohybu dojníc na výběr z parametrů je v tabulce č. 3. Z této tabulky lze usuzovat že velmi pozitivně působí systém dojení kdy dojnice nejdříve vstupují do krmiště a na cestě zpět musejí projít dojícím automatem, nevýhodou tohoto systému jsou vyšší pořizovací náklady.

Volný pohyb krav ve stáji má výhodu v jednoduchosti. Ve stádě se však vyskytují dojnice, které navštěvují automat ve zvýšené míře jen kvůli své zvýšené oblibě jaderného krmiva podávaném v automatu. Často se díky těmto mlsoům vytváří fronty. V některých chovech se až 10 % krav nedostaví k dojení a je nutno je doprovázet (v pra-

videlných intervalech) (Machálek, 2011). Tento systém naplňuje vyšší stupeň welfare než řízený pohyb dojnic, některé nedostatky tohoto systému lze díky novým poznatkům eliminovat. Je vhodné aby automat byl ve středu stáje a všechny dojnice měli k němu stejně daleko. Automat je však často díky návaznosti na mléčnici umístěn při obvodu stáje (Koning, 2011).

Řízený pohyb krav. Zde je pohyb krmištěm a boxovým ložem řízen jednosměrnými brankami. Kráva může projít z krmiště do boxového lože a nikoliv zpět. Pokud se chce kráva dostat na krmení, projde přes robot (Machálek, 2011). Ve skupině 24 dojnic byla dobrovolnost vstupu do dojícího automatu 97 % (Devir, 1996). Bylo zjištěno že řízený pohyb dojnic sice vede k častějším návštěvám automatu, ale dojnice nevyprodukují více mléka (Jacobs and Siegford 2012) v současné době se od řízeného pohybu dojnic ustupuje (Driessen, 2015). Řízený pohyb dojnic také ovlivňuje dobu přijímání potravy, může zmenšit příjem základní krmné dávky a odpočinek (Koning, 2011).

Polořízený pohyb krav je stejné uspořádání stáje jako při řízeném pohybu krav, jen s tím rozdílem že branka mezi prostorem boxového lože a krmištěm je programově selektivní. Branka zabraňuje nepodojeným kravám přejít z prostoru boxového lože do krmiště jinak než před robot. Podojeným umožní průchod. (Machálek, 2011). Technologie jinak zvaná **forced routing** doporučovaná pro počet dojnic >100 nebo laktaci >10 000 l na jednu dojnici (Čihák). Tento systém sdružuje výhody řízeného pohybu krav a odstraňuje nevýhody polořízeného pohybu krav.

Pohyb krav nejdříve přes krmiště. U tohoto způsobu jednosměrně umožněno vstoupit z prostoru boxového lože do krmiště avšak zpět je možno jít do lože jen přes robot. Výhodou je optimální příjem krmiva (Machálek, 2011).

2.3.5 Vliv automatického podávání krmiva na chování dojnic

Dobu ležení zkracuje doba krmení. Mimo jiné bylo zjištěno že směs kuřičné siláže a jádra je pro krávy velmi chutná a je snědena okamžitě (Wierenga, 1988). Systém automatického krmení lze rozdělit na krmení s:

Pevně daným intervalem. Zvíře má v daném intervalu přidělené množství které musí sežrat, nesežraná dávka se přičítá do dalšího intervalu. V poslední intervalu se dávka obvykle nepřidává, jen se přičítá nesežrané z předchozích intervalů. Používají se 12 hodinové cykly rozdělené na 3 intervaly o 4 hodinách. zde největší intenzita vstupů do krmného místa je na začátku krmného intervalu, intenzita návštěv po té postupně klesá. Ke konci intervalu stoupá počet zvířat které nedostali v krmišti nic. Krávy navštěvují krmiště 10 krát denně a z toho je polovina odměněna.

Proměnným intervalem. Krmná dávka začíná na minimální množství které se aditivně zvyšuje např. po 15 minutách až do určeného maximálního množství. Pokud zvíře tuto dávku sežere pak se začíná od nuly. kde si zvířata postupně vytvářejí velikost jejich porce. Krávy navštěvují krmné místo 15 krát denně a téměř všechny krávy jsou odměněny.

Při volném pohybu dojnic se standardním krmným stolem a příkrmem jádra v dojném automatu byl odpočinek v boxu oproti dojení v klasické dojírně průměrně 732,4 minut což je cca o 5 % déle. Vysokoprodukční dojnice v systému s dojným automatem leží v boxu déle než nízkoprodukční dojnice, v jiných systémech bez dojného automat vy-

Tab. 3: Řešení pohybu krav na vybrané ukazatele převzato z (Machálek, 2011)

Pohyb krav	Volný	Řízený	Polořízený	Nejdříve krmení
Pravidelnost dojení		+	++	++
Doprovod k dojení	-	++	+	++
Návštěvy bez dojení	-	++	+	++
Fronty před robotem	++	-	+	+
Častý příjem objemného krmiva	++	-	+	++
Náklady na pořízení	++	+	-	-

Legenda ++ velmi pozitivní, + pozitivní, - negativní, - - velmi negativní

sokoprodukční dojnice v boxu stojí což je vysvětlováno nepohodlím plného vemene dojnic. Doba krmení se neovlivňuje dobu odpočinku v boxu (Ipema, 1988).

Větší četnost krmení a přihrnávání krmiva na krmné stole za den má též vliv na větší spotřebu krmiva a tím i vyšší užitkovost. Existují zvířata kteří si vyloženě vynucují doprovod člověka, menší návštěvnost je na konci laktace, dojnice které v robotu ulehávají mají menší četnost návštěv robota, četnost návštěv robota se krátkodobě zvýší při poruše dávkování jaderného krmiva (Machálek, 2011).

2.3.6 Pastva

Pastva dojnic je řadě zemí běžná (skandinávské země, Nizozemí, další evropské země, Irsko, Austrálie, Nový Zéland). I při dojení 2 krát denně je dojení pasoucích se zvířat v dojírně při větším počtu zvířat problematické. Vadí dlouhé vzdálenosti na pastvinu, ošetřovatelům se zvyšuje náročnost a klesá produkce mléka (Koning, 2011).

Při pastvě zvířat se stacionárním automatickým dojením ve stáji se využívají pastevní selekční branky, která nepustí nepojenou dojnici na pastvinu. Dlouho nepodojené dojnice (obvykle 12 h) je možno zahnat k dojení jen ze stáje. Všeobecně platí, že dojnice se z pastvy nevyhání (Utsumi, 2011).

Motivace dojnic k dobrovolné návštěvě dojícího automatu silně klesá pokud má ujít více než 500 m (Koning, 2011). Podle předběžných výzkumů se zdá že, větší demotivace vracet se z pastvy do stáje je spíše díky četnosti a délce agonistického chování dojnic. Délka soubojů $r = -0,11$; frekvence soubojů $r = -0,15$; délka cesty na pastvu $r = -0,05$ (Utsumi, 2011). Dojnice se obvykle za účelem návštěvy dojního automatu shlukují, dojde-li toto stádo k automatu pak logicky způsobí zahlcení dojního automatu. Pro vyvarování tohoto stavu je možno použít více dojících stání (která však jsou nákladná) Nutno připomenout, že nízkou návštěvou dojnic v automatu pak klesá příjem produkční jaderné směsi (Koning, 2011). Dojnice upřednostňují pastvu, tj. je-li na pastvě dostatek potravy, klesá návštěvnost stáje a tím i četnost dojení, naopak je-li pastvy méně navštěvují více krmiště (doplněné PMR) ve stáji a roste četnost návštěv dojícího automatu. S delší dobou pastvy klesá produkce. Při 8 až 12 hodinové pastvě vzdálené

400 m od stáje byly ztráty produkce mléka okolo 15 % oproti celodennímu pobytu ve stáji a příjmu TMR (60 % objem, 40 % jádro). Dominantní dojnice mají větší četnost návštěv dojícího automatu (3,3 oproti 2,7), o 56 kg větší tělesnou hmotnost, lepší denní produkci mléka (33 kg oproti 29 kg), na pastvě nachodí větší vzdálenosti (horizontálně) a tráví delší čas na pastvě než podřízené dojnice ($p = 0,1$) (Utsumi, 2011).

Chování na pastvě je určeno abiotickými (počasí, vzdálenost, terén) i biotickými faktory (množství a kvalita pastvy) (Utsumi, 2011). Dojnice jsou schopné si naplánovat svoji cestu do dojícího automatu, například tak, že pokud je na pastvě, pak se nejprve vydá do nejdálčenějšího konce a pomalu směřuje k automatu. Jakmile se dojnice naučí sami chodit do automatu chodí z pastvy do automatu ve pravidelných skupinách. Zdá se že jedna z motivací vstupu do automatu je mít stále na očích zbytek stáda. U zvířat se také více zdůrazní dominantní hierarchie, čili pokud je kapacita automatu nedostatečná, musí podřízená zvířata chodit do automatu v době kdy je u něj méně rušno a to zejména v noci. Tyto překážky podřízených zvířat může narušit jejich optimální etogram a snížit tak jejich produkci (Driessen, 2015).

2.3.7 Vhodnost zvířete pro strojní a automatické dojení

O prosperitě zvířete v systému automatického dojení jsou významné tyto faktory: plemeno dojnice, vlastnosti vemene, chování a povaha, inteligence.

Plemeno *Český strakatý skot* je více adaptabilní, dojníc vyžadují asistenci je 8,8 %, počet provedených dojení na den a kus je 2,32, počet odmítnutí dojení 2,55 na den a kus, tj. více chodí do automatu a průměrně nadojí 22,8 kg mléka za den a kus (Machálek, 2011). *Holštýnský skot* má počet dojníc vysazující asistenci 14,4 %, počet provedených dojení 2,45. počet odmítnutých dojení je 1,88 na den a kus, při denní laktaci 29,97 kg (Machálek, 2011).

Vlastnosti vemen. Tvar, velikost a stavba vemene, rozmístění a poloha struků musí být ve shodě s předepsanými parametry dojícího robota. Zpravidla musí být méně než 27 cm nad zemí a struky musí být od sebe vzdáleny maximálně 10 cm (Machálek, 2011).

Povaha a chování zvířat. Pro robotické dojení jsou vhodná mírná zvířata u kterých je nízké riziko poškození robota. Kopání a hluk v automatu způsobený agresivními a přecitlivělými kusy odrazuje ostatní zvířata ve vstupu do automatu (Machálek, 2011).

Inteligence. Dojnice jsou schopné se naučit využívat automat do 3 dnů bez pomoci ošetřovatelů. Při normální situaci potřebuje doprovod 5–10 % dojníc které odmítají vstoupit do automatu. Důvody proč tyto dojnice odmítají vstupovat nejsou kvůli jejich nedostatečné inteligenci (Machálek, 2011). Možná důvody pro toto chování může být pokud vyloučíme patologické příčiny, že jsme je naučili „být zaháněny“. Je lépe nechat dojnice aby se naučila vstupovat do automatu sama i za cenu ztráty mléka (Driessen, 2015). Motivační prvek vstupu dojníc do automatu je nabídka jaderného krmiva. Dále byla vyzkoušena audiostimulace která zkrátila intervaly mezi dojeními (Machálek, 2011).

3 Historie – Literární přehled

Vývoj technologií obvykle postupuje v cyklech, kdy zásadní průlom v jedné oblasti dovolí portfoliu jiných odvětví experimentovat a nastavit novou hladinu kvality a schopnosti. Využívání nové technologie závisí mimo jiné na její prospěšnosti, ekonomické dostupnosti a správné aplikaci. Rozmanitost prostředí vede k tomu že vedle sebe jsou využívány i velmi staré metody, nehledě na to že moderní prvky můžou být na starých metodách i závislé. Technologie dojení je podřízena technologii ustájení. Jinou technologii bude používat v pastevním způsobu chovu a jinou při faremním chovu ve vazném ustájení.

3.1 Kořeny

Praví savci se objevili už v druhohorách na konci triasu 206 milionů let zpět. Domestikace ovcí a koz proběhla 10 000 let př. n.l., domestikace skotu 8 000 let př.n.l. (Gaisler, 2007). Je zřejmé že těchto dobách vzešla potřeba člověka využívat jejich mléko. Technologie ručního dojení je aktuální i v současné době, zejména v zájmových, malých chovech. Též vyšetření stavu vemene se ve strojní dojírně provádí ručním oddojením do oddojovacího hrnku. Zručný dojič zvládl podojit 10-12 krav za hodinu (Anonym-4).

Staří sedláci využívali především vazné ustájení (Driessen, 2015). Vazné ustájený je spojeno se snadnější péčí o zvíře. V 50 letech přišlo z USA volné ustájení které však nabízí lepší produktivitu práce (Kopecky, 1981) (Hankovec, 2015) a odpovídá dnešní požadavkům na welfare a to zejména potřeba zvířete se pohybovat (Doležal, 2015).

3.2 Vývoj myšlení

Neperspektivní vazné ustájení se dnes využívá především v malochovu. Mimo to je však v řadě zemí dodnes běžné i pro větší chovy to i tam kde je velké povědomí o welfare. Majitelé těchto stád považují volné ustájení jako hrubé porušení chovatelské etiky. Nutnost pravidelné péče o zvíře ve vazném ustájení vytváří velmi těsný vztah chovatele k tomuto zvířeti. Čím větší mechanizace a automatizace chovu tím je chovatel od zvířete více odcizenější. Méně vztahu ke zvířatům mohlo znamenat menší úroveň welfare, tedy omezení se na státem nařízeného „vědeckého“ welfare kde jsou významné hlavně měřitelné parametry. Není proto divu že dojící automat kolem roku 1993 byl některými lidmi brán jako vynález který nikdo nechtěl (Driessen, 2015).

Automat si však pořizovali především ti kteří viděli v něm viděli zařízení k úspoře času. Po vyřešení porodních bolestí (okolo roku 2000) se začal být automat více použitelný a v řadě případů se z automatu stal užitečný pomocník. V podstatě se naplnili obavy farmářů „staré školy“, novodobý farmář přijde do styku se zvířetem v podstatně menším měřítku a pro krávy se stal přirozenější automat než člověk. Samotné zvířata se musely také podřídít, především musí splňovat morfologické parametry na tvar vemene a naučit vstupovat do automatu (Driessen, 2015).

Pořízení automatu znamená pro farmáře změnu. Farmář se stane managerem ne lidí ale krav. Bude přinucen pracovat více řídicím systémem automatu a jeho výstupy. Se ztrátou dojírny přijde i ztráta zručnosti dojit. Na druhou stranu i přes expertní systém

diagnostikující zdravotní stav dojníc zůstává zdraví zvířat výhradně v kompetenci chovatele. Odpadne ranní a odpolední dojení, robot šetří čas, farmář se tak může věnovat jiným věcem, umožní časovou flexibilitu, na druhou stranu stranu musí držet 24h hodinovou pohotovost v případě nějakého problému s robotem (Driessen, 2015).

Ve vztahu k člověku se změní i dojnice. Pokud byli navyklé při dojení v dojrně kopat, pak záhy zjistí že robot na jejich kopání nijak nereaguje, nikdy nemá špatnou náladu a kopání ustane. Robot jim vyhovuje lépe než člověk a „robotické“ dojnice jsou obecně klidnější avšak se s nimi dá obtížněji manipulovat, je nutné je ošetřit na místě (Driessen, 2015).

3.3 Strojní dojení

Od 60tých let 20 století se v západním světě převážně využívá strojní dojení (Driessen, 2015). Strojní dojení podstatně zlepšuje produktivitu dojiče při snížení jeho fyzické námahy a současně při správném používání se zvyšuje hygienickou kvalitu mléka. Dojení u velkých stád zabírá polovinu potřebné pracovní doby (Frelich, 2011). Časová a fyzická náročnost jednotlivých operací (sušení, první odstříky mléka, nasazení strukových nástavců, a další operace) je v této literatuře (Pinzke, 2001).

Zařízení ve své nejjednodušší formě se obvykle skládá z pumpy která vytváří podtlak odsávající mléko skrz strukový nástavec do sběrné nádrže. Strukový nástavec je sestaven ze dvou koncentrických komor oddělených membránou. Vnější komora je připojena k pulzujícího tlaku, vnitřní komora je průchozí a slouží pro odvod mléka ze struku a k utěsnění struku. Pulzující tlak působící na membránu napodobuje sání mláděte. Strukový nástavec je ke struku připojen pneumaticky díky podtlaku a těsnící schopnosti membrány nástavce. Pulzující tlak vytváří pulzátor. Systém je obvykle doplněn o fixaci zvířete při dojení (Anonym-1).

V 80tých letech se používalo v ČR převážně potrubní dojící zařízení tuzemského původu (Machálek, 2011).

3.4 Automatické dojení

Start dojných automatů byl možný až s vývojem elektronické identifikace zvířat (Gouws, 1994).

V roce 1971 byl v NDR patentován první dojící stroj. Od roku 1972 do 1977 byl ve státní japonské vývojové laboratoři vyvinut dojící robot který byl schopen nasadit strukové nástavce. Avšak vzhledem možnostem tehdejší výpočetní techniky se tento stroj příliš neuplatnil. Hlavní problém byl že systém nestíhal v *reálném čase* sledovat pohyb vemena i přesto že dojnice byla ve stroji fixována (Kaschiwamura, 2000).

V 80tých letech došlo k rozvoji mikroprocesorové techniky což dalo v západní Evropě nový impulz k vývoji dojícího robota. Vývoje se účastnila zejména firm a NEDAC Co, dále výzkumná centra IMAG-DLO v Holandsku, FAL v NSR, AFRC Silsoe v Británii, a CEMAGREF ve Francii. V dubnu roku 1983 pořádalo centrum IMAG-DLO první seminář s názvem „Automatizace v dojící technice“ (Kaschiwamura, 2000).

Prolion Developmnet. První průmyslově vyráběný automat byl automatizovaný sys-

tém dojení AMS firmy Prolion z roku 1992 (Machálek, 2011). Obecně se využívá volný způsob ustájení, elektronická identifikace zvířat, automatické branky, oddělení standardního a nestandardního mléka, provádí se analýza mléka, kybernetické zpracování kvalitativních a technologických údajů podílejících se na řízení technologie.

Konstruktéři navrhli kontejner se dvěma dojnými místy. Pozice dojnice je vymezena pohyblivým krmným žlabem. Pro lepší nasazení struku je přední část stání je o 100 mm zvýšená, vzniklý sklon pak vyžaduje dojnici pomocí mechanismu roztáhnout zadní nohy. Každé stání má vlastní nosič strukových nástavců. Jedno stacionární rameno obsluhuje obě stání. Struk je vyhledán pomocí ultrazvuku. První referenční senzor najde pravý přední struk a druhý jemný rotační senzor lokalizuje ostatní struky. Pokud by dojnice po vydojení zůstávala v boxu, pak je automatikou mechanicky vytlačena ven (Kic, 1997).

Gascoigne-Melotte. Dojící robot firmy Gascoigne-Melotte využíval souřadnice struků umístěných v paměti které měli referenční (výchozí) bod v sedacím hrbolu dojnice, na něž cílila čidla (Kaschiwamura, 2000). Robot této firmy obsluhuje vemeno skrz mezeru mezi zadními nohama. Vývoj automatu započal v roce 1981. V roce 1989 započali praktické zkoušky systému robotického dojení RMS. Robot do jisté míry koriguje pohyby dojnice. Pozice dojnice včetně dostatečného rozkročení je zajištěna mechanickou cestou. Dojící box obsahuje polohovatelný žlab na jadernou krmnou směs. Po stabilizaci dojnice následuje stimulace vemene otáčejícím vodou vlhčeným kartáčem. Pro stimulaci postačuje 6 přímočarých pohybů jednoty. Pro zajištění hygieny jsou kartáče a dojícího zařízení umístěny na samostatných ramenech.

Pozice struků se nejprve určovala také opticky, později byl použit jiný systém méně náchylný na znečištění. Pro korekci pohybů dojnice je nutné pozici struků sledovat kontinuálně. Též je využíváno předefinovaných dat dojnice z paměti. Pro usnadnění telemetrie automat využívá speciální strukové nástavce s možností zmenšit otvor nástavce ze 70 mm na 30 mm (Kic, 1997).

CEMAGREF scanoval vemeno pomocí CCD kamery a laseru (Kaschiwamura, 2000). V britské **AFRC Silsoe** přišli s mechanickou sondou dotýkající se zádě dojnice (Kaschiwamura, 2000). Dojnice se dojící boxu dostane z čekárny přes labyrint automatických branek, Poloha zvířete je lokalizována hmatačem, což je pneumaticky odpružené táhlo přenášející svoji polohu do lineárního encoderu, systém je doplněn o senzor sledující světelný kříž hlídající pohyb zvířete. Byly vyvinuty 2 verze pneumaticky ovládaného ramene Mk1 a Mk2. V poslední verzi byla snaha o co největší odlehčení, aby se zajistila co nejmenší hmotnost a setrvačnost. Využívá se cylindrický systém souřadnic. V klidu je rameno rovnoběžné s dojícím stáním a zásobník strukových nástavců je připraven při protějším boku dojného boxu. Při činnosti je přiblížen zásobník strukových nástavců a ty pak jsou jeden po druhém v bezkolísání trajektorii nasazeny chňapkou ramene na struky dojnice. Po vydojení jsou strukové nástavce tahem za hadice zpět uloženy v zásobníku. Lokalizace struků je rozdělena na hrubou a jemnou. Využívá systém 8 IR paprsků za přispění dříve zaznamenaných koordinátů dojnice. Každý strukový nástavec má svoji sběrnou nádobu a samostatné analytické nástroje. Celková doba nasazení čtyř strukových nástavců trvá 80 s až 100 s (Kic, 1997).

Švédský **Alfa Laval** využívá IR světelnou závoru skenující profil vemene. Podobný systém doplněný o ultrazvuková senzory sledující tvar vemena byly použity u prototypu firmy **Düvelsdorf** z NSR. Tento systém byl převzat firmou **Westfalia** (Kaschiwa-

mura, 2000).

Düvesldorf – Německo. V této firma vynikla idea robota, který by se mohl instalovat do stávajících dojírén (Kic, 1997). Tento princip příliš krávy nemotivoval ke vstupu do automatu protože se později ukázalo že dojnice vstupující do automatu musí vidět zbytek stáda (Driessen, 2015). Vývoj tohoto systému začal v roce 1986. Za 3 roky již stroj pracoval ve federální výzkumném ústavu v Kiel. V roce 1991 již umožňoval produkční nasazení. Původně měl být robot umístěn pod podlahou dojírny, to však bylo zamítnuto díky problémům s čistotou tohoto prostoru. Byl navržen systém s dlouhou osou x pro obsluhu 4 dojících stání tandemové dojírny v kartézském systému souřadnic. Pro pohon se využívá frekvenčně řízených asynchronním motorů za pomoci pneumatických pístů vyvažujících konstrukci. Strukové nástavce jednotlivých stání se přemísťují pomocí kleští na konci osy z . Standardní dojírna je dovybavena ústrojím pro oddělení nestandardního mléka. Nalezení pozice struků byla nejprve řešena světelnou bariérou a následné analýze získaného obrazu. V roce 1988 však nebylo možné v reálném čase získat použitelná data. Byl proto zvolen jiný způsob. Lokalizace vemene probíhá v několika krocích. Nejprve se pomocí přednastavených dat najde poloha vemene a na základě těchto informací je pod dojnici dopraven strukový nástavec. Po té ultrazvukový senzor na rameni robota upřesní polohu vemene, dále rám se světelnou bariérou zajistí konečné umístění strukového nástavce (Kic, 1997).

V **Japonsku** byl vývoj dojících robotů v rozmezí let 1977 - 1986 zastaven. V roce 1993 byl oznámen vývoj dojného automatu pro vazné ustájení. V listopadu 1996 byl na trhu dostupný stroj s názvem „Diary Dream“ vyvinutý seskupením MAT, avšak tento automat se již nedal využít ve vazném ustájení (Kaschiwamura, 2000).

dojící robot – Itálie. Dojnice je v robotu bočně omezena mobilními přepážkami. Pohyblivý automatický krmný žlab staví dojnici za pomoci dotykových čidel tak, aby struky byli ve standardní poloze. Stěžejní význam v určení polohy struků má vertikálně rotující ultrazvukové čidlo. Lokalizace struků je rozdělena nejprve na hrubou lokalizaci mléčné žlázy po té je čidlem umístěným mezi struky lokalizována přesná poloha struků v polárních souřadnicích. Systém funguje pokud rychlost pohybu struků je pod 0,2 m/s, což se stává jen v řádu několika procent doby činnosti čidla.

Dojící proces zajišťuje dvojice ramen, jednak statické rameno s třemi stupni volnosti které nese přesnější a kratší rameno s dojící technologií. Servopohony ramene jsou elektrické. Krátké vzdálenosti druhého ramena dávají procesu nasazení strukových nástavců rychlost a technicky brání spadnutí nástavce. Vertikálním pohybem strukových nástavců je možno stimulovat vemeno dojnice (Kic, 1997).

Italská univerzita v Udine – konsorcium AUTARI navázala na systém již popsany systém konsorcium zkoumalo jednotlivě subsystémy dojícího robota (fixaci zvířete, lokalizaci struků, nasazování dojící soupravy, kontrola mastitidy) a v roce 1995 již měli vlastní prerotyp dojícího robota. Do automatu se volně ustájená dojnice dostane automatickou brankou. V automatu je její pozice vymezena posuvným krmným žlabem podle dříve uložených záznamů v paměti kontroléru a informací z čidel. Lokalizace struků IR světlem má výhodu v rychlosti, přesnosti a necitlivosti na barvy. Bohužel čidla jsou na rozdíl ultrazvuku náchylnější na vlhkost a prach, z tohoto důvodu se čidla umísťují do přetlakové komory. Každý strukový nástavec upevněný ve vzájemně spojených čtyřstěnech je zvedán vlastním pneumatickým válcem nebo jsou struková nástavce zvedáni jen písty. Rameno robota využívá kartézský systém souřadnic, pohon

kloubů je řešen krokovými motory Celý dojící systém je vybaven měřičem elektrické konduktivity mléka, pedometrem (říje), teploměrem vydojeného mléka, laktometrem (měří nádoj) (Kic, 1997).

Výzkumný ústav Braunschweig – Völkenrode – FAL. Výzkumníci vyšli z představy že dojnice budou chodit do dojného boxu sami z volného ustájení. Vývoj dojného robota započal v roce 1987. Rameno robota může obsáhnout 4 kvadranty kartézského systému. Pracuje se 4 stupni volnosti. Statický portál (osa x) nese rameno s válcovým pracovním prostorem. (osa y a z + otočná osa R podle svislé osy z) Na robot navazuje krmné zařízení pro 2 druhy krmných směsí. Pro lokalizaci vemene byly vyzkoušeny 2 systémy V první verzi aplikace 8 ultrazvukových senzorů, přičemž jeden vysílá a ostatní naslochlají. V druhé verzi se snímá obraz CCD kamerou v kombinaci se laserovým označením vemene. Výstupy jsou digitalizovány a vyhodnoceny, celý systém dosáhl přesnosti +/- 1 mm. Ultrazvukový senzor dosáhl 94 % úspěšnosti nasazení.

Vzhledem k tomu že systém používal pro nasazení strukových nástavců jen jedno rameno byla celková doba procedury 7,2 minuty. Následně vyvinutý držák všech čtyř strukových nástavců zvládl celou operaci za 60 s (Kic, 1997).

Firma Vicon – Holandsko navrhla 20m dlouhý kontejner obsahující kompletní technologii dojícího robota. Vyhledávání struků využívá ultrazvuk. Nejprve je nalezen pravý přední struk, v druhém kroku pozice ostatních struků. Jsou využity předdefinovaná data o dojnici z paměti PC. Po nasazení je strukový nástavec propláchnut vodou která je odvedena spolu s prvními odstříky do speciální nádrže. Vydojené mléko se odvádí do vyrovnávací nádrže a pokud toto mléko splní kvalitativní požadavky je přečerpáno do hlavní nádrže (Kic, 1997).

Lely Industries. Technologie je podobná řešení firmy Prolion. S rozdílem že: Pro identifikaci struku je použita laserová optika. Strukové nástavce jsou nasazován jeden po druhém. Analýza mléka je provedena pro každou čtvrt. Pro každé stání je použito samostatné stacionární rameno (Kic, 1997).

Wageningen – výzkumný ústav IMAG (Instytut Mechanisatie Arbeid en Gebouwen) – Holandsko Prováděli kolem roku 1991 pokusy s nasazováním strukových nástavců na pokusné farmě IMAG-DLO. Systém využívá dvě ultrazvukové jednotky. První jednotka vyhledává pravý přední struk, označuje se jako referenční. Druhá vertikálně se pohybující jednotka s rotačním polem měří polární souřadnice od referenčního struku k ostatním strukům. Použité rameno využívá kinematický systém SCARA. Úspěšnost nasazení strukových nástavců se pohybovala od 64 % do 89 %. Střední doba nasazení nástavců byla 3 minuty (Kic, 1997).

Na farmě IMAG-DLO byl roku <1995 též prováděno ověřování prototypu plně automatické stáje včetně systému automatického krmení. Dojící stroj byl od firmy Prolion. Dojnice měli přístup k dávkovačů základní krmné dávky a produkční jadernou směs dostávali v selekční brance a dojícím automatu. Ačkoliv pro řízení používal i finančně nákladný minipočítač PDP 11, spekuluje se že by celé řízení stáje, kromě krmného automatu postačoval systém vybavený procesorem 80486DX (Devir, 1996).

Česká republika První robot u nás byl instalován v roce 2003 na farmě Selektu Pacov a.s. V roce 2011 již pracovalo v ČR 141 dojících robotů od firem Lely, DeLaval, Insentec, Fulwood, Westfalia, přičemž největší rozšíření má firma Lely (Machálek, 2011).

3.4.1 Odezva trhu

První dojné roboty byly v podstatě stále ještě nevyzrálé stroje. Ideálně musel být uživatel tohoto stroje musel být nadšenec do zvířat aby si všimal jak stroj na zvířata působí a zároveň nadšenec do techniky, aby si dokázal sám odstranit menší porodní závady. Toto se však příliš nestávalo, stroj si pořizovali lidé kteří chtěli funkční technologii bez hlubšího zájmu o zvířata. Dojící automaty v té době získali špatnou pověst. Farmáři se automatů začali spíše zbavovat. Což firmu Prolion ve snaze zachránit si dobrou pověst v roce 2001 přivedlo téměř k bankrotu (Driessen, 2015).

Mimo to se objevili obavy z možné špatné hygieně vemene a což je prekurzor k mastitidám a vyšší hodnotě somatických buněk. Tyto obavy byly nakonec zažehnány. Vzhledem k tomu že díky řízenému pohybu uvnitř stáje farmáři nemohli dojnice vyhnat na pastvu se objevili spory o tom zdali robot dává dojnicím opravdu svobodu. Vývoj automatů však pokračoval dál. V současné době se ustupuje od řízeného pohybu. Dojnice se naučili chodit do automatu dokonce i z pastvy (Driessen, 2015).

4 Výrobci dojící techniky – Literární přehled

4.1 Obecné vlastnosti dojících robotů

4.1.1 Vlastnosti dojících robotů

Současný dojný automat má následující vlastnosti: Dojení probíhá řízeně pro každý struk. Pro každý je měřena konduktivita a berevné spektrum. Je možno oddělovat nestandardní mléko. (Machálek, 2011) Celková doba technologických operací jako vstup dojnice do boxu, toaleta vemene, nasazení struků, výstup dojnice z boxu trvá do 2 minut a vlastní dojení při padá cca 5,5 minut. Celkový čas se pohybuje od 7,5 do 8,5 minut (Čihák).

4.1.2 Technické provedení základní funkční části automatu

Řídící systém tvoří soubor senzorů, akčních členů, mechatronických zařízení a dalších prvků průmyslové automatizace. Ústředním uzlem systému bývá v současné době PLC – programmable logic controllers doplněné o uživatelské rozhraní a další podřízené nebo nadřízené kybernetické systémy, například dálkové ovládání pomocí mobilního telefonu chovatele nebo vzdálené připojení k servisní organizaci (Maixner, 2006).

Vstupní branka. Protože některé dojnice vstupují do automatu častěji než je nutné je vhodné umístit před vstupem do automatu selekční vstupní branku schopnou identifikovat konkrétní zvíře. S ohledem na pořizovací náklady dojícího automatu je vhodné zamezit nadbytečným návštěvám automatu, (Devir, 1996) a tím snížit opotřebování mechanických součástí. Součástí vstupní branky může být systém detekce říje, váha a mechanické vypuzení dojnice odmítající opustit prostor.

Identifikace zvířete rozpoznání konkrétního zvířete je základní součástí automatického managementu dojení – DMS (dairy management systems). Prakticky identifikaci zajišťují rádiové (RF) nebo infračervené (IR) transpondery, které jsou upevněné na identi-

fikované zvíře (Kitikov, 2009). Transpondér může být upevně například na obojku, na noze. Používají se též podkožně implantované transpondéry, bachorové bolusy nebo jiné systémy. Transpondery můžou združovat i další funkce, například sledování rumi-nace a jiné aktivity zvířete (Siegford et al.).

Vnitřní prostor zvíře obvykle znehybňuje, což může u zvířete vyvolávat stres (Machálek, 2011). Znehybnění lze řešit posuvnou stěnou a klenutou podlahou udržující zadní nohy dále od sebe (Gouws, 1994). Systém by měl zvířeti zajistit přiměřenou svobodu.

Čištění struků se provádí buď pomocí rotačního kartáče nebo pomocí čistícího ná-sadce. Je možno též použít tryskající vodu a následné vysušení vzduchem. Souřadnice pro nasazení adaptéru se aktualizují při každém vstupu dojnice, nebo se využívá údajů z prvotní registrace dojnice, tj. předpokládá se neměnnost nebo proměnlivost určitých morfologického tvarů v průběhu laktace. Systém by měl bránit šíření mastitid a včetně křížové kontaminace vedlejšího struku (Čihák). Strojový způsob zjištění stavu znečiš-tění vemene je velmi náročný, nejspolehlivější je dosud lidské oko. Pro detekci zne-čištěného vemene lze využít například rozdílné odrazivosti pro ultrazvukový signál od znečištěného povrchu vemene. Při čištění je důležité aby nástroj nevníkl do otevřené rány (Kic, 1997).

Stimulace vemene je prováděna jako vedlejší efekt čištění vemene, nebo může být prováděna zvýšenou frekvencí pulzů či obojím (Kic, 1997). Stimulace vemene je vy-volána pokud rotační kartáč masíruje vemeno alespoň po 32 s. Pro uvolnění oxytocinu postačí stimulace jednoho struku. Stimulace vemene lze také provést rychlejší pulzací, změnou střídání pulzátoru, snížením vakua před dojením. Vynecháním stimulace vemene před způsobí že se nejprve vydojí cisternové mléko a až později se díky pozdějšímu nástupu oxytocinu uvolní mléko alveolární, což může způsobit 2 maxim na průtokové křivce (Rasmussen, 2010).

Nasazování strukových nástavců je pro robot velmi náročný úkon. Stroj musí zkori-govat neustále se měnící polohu a tvar struků. Vzhledem k době působení oxytocinu (4–6 minut) je nutno nástavce nasadit v co nejkratším čase od stimulace vemene. Hard-ware zvládá nasadit strukové nástavce za 2 až 2,5 minuty, avšak v krajním případě až za 6 minut a provede při tom 2 až 5 pokusů, což je relativně hodně v porovnání s výko-nem kvalifikovaným dojičem který ručně zvládne nasadit struková nástavce za 10 až 15 sekund (Machálek, 2011).

Dojení se skládá ze těchto fází: 1. nárůst toku, 2. rovnoměrný tok, 3. pokles toku, 4. předdojování (*overmilking*). Při nárůstu podtlaku z 42 na 45 kPa se významně zkrátí doba trvání fáze 2 spolu, o něco méně se zkrátí fáze 1 a 3. Další nárůst podtlaku na 48 kPa nemá na zkrácení doby již vliv. Pokud předdojování trvá déle více jak 2–5 minut pak struk změni barvu a vytvoří se na něm vrásky, krátké předdojování je bez problému. Nové dojící stroje berou v potaz rozdíly z jednotlivých čtvrtí. Zadní čtvrtě jsou mají vyšší nádoj, mají vyšší tok mléka než čtvrtě přední. I přes že dojící robot odpojuje individuálně struky podle průtoku mléka, je riziko vzniku hyperkeratózy u předních struků a mastidy u zadních struků (Rasmussen, 2010).

Nemoci. I přes možnosti nastavení optimálních parametrů dojení pro přední a zadní struku se i v AMS systémech v některých případech vyskytuje na předních strucích hyperkeratóza a na zadních strucích mastitida (Rasmussen, 2010).

Dodojování. Strojní dojení může být ukončeno pokud poklesne průtok mléka pro celé

vemeno pod 0,6 kg/min při dojení dva krát denně beze ztráty produkce. Pokud dojíme více než dva krát denně, pak může být hodnota ještě vyšší. Tradiční hodnota prahu průtoku pro odpojení nástavců je 0,2 kg/min pro celé vemeno. Čím vyšší hodnota prahu průtoku pro odpojení, tím je proces dojení rychlejší (Rasmussen, 2010). Ve vemeni zůstává reziduální mléko (cca 0,16 kg) Tradičně se doporučuje dodojovat, avšak dosud nebyl jednoznačně prokázán negativní vliv nedodojků na zdravotní stav vemene (Kic, 1997). pojem **ACR – automatic cluster remove** – Stukové nástavce se mohou uvolňovat najednou nebo s ohledem na rozdíly předních a zadních čtvrtí postupně. Dojící automat využívá obvykle individuální odpojování každého struku.

Rameno je důležitou částí dojného automatu. Nese aparaturu zajišťující dojení. Důležitá je robustnost, odolnost. Při násilném kontaktu dojnice může dojít k poškození ramene a připojené aparatury, cílem konstruktérů je snížit pravděpodobnost této události (Čihák).

Dávkovač jaderného krmiva. Možno volit až několik druhů krmiva.

Čištění technologie. Po každém dojení je prováděn proplach technologie vodou o předepsaných parametrech. Několikrát denně je prováděn proplach celé technologie až k chladicímu tanku (Machálek, 2011).

Automaty se liší podle **počtu dojných míst** v současné době (rok 2018) je 80–95 % automatů jednomístných. S počtem dojných míst souvisí parametr **průchodnost** krav dojícím robotem za hodinu (Čihák). Dojnice mívají ochotu k dojení v naučených intervalech 2 - 3 krát denně.

Provozní hluk působí na zvíře škodlivě. Po adaptaci 7–14 dní dlouhé zvíře snese hluk do 65 dB, hladina hluku nad 80 dB působí stresově (Machálek, 2011).

Osvětlení funkčních částí robota nesmí v noci rušit zvířata v odpočinku (Machálek, 2011).

4.2 Firmy vyrábějící dojící roboty

V této kapitole vzhledem k mému časovému prostoru a zaměření vědecké práce určitě není úplný výčet firem zabývajících se dojícími automaty. Opomenutí některé firmy nebylo úmyslné. Tato práce se nemá zabývat obchodní problematikou.

4.2.1 Lely historie – současnost

Lely historie Poslání firmy je vytvářet udržitelnou, ziskovou a lákavou budoucnost v zemědělství (Anonym LELY A5). Firma byla založena roku 1948 bratry Cornelis a Arij Lelyovými v Maassluis. Tyto dva farmáři vynalezli prstový shrnovač sena (Kissun, 2018) (Anonym-4). V roce 1958 byl firemní hit diskový rozmetač umělých hnojiv s koňským pohonem. V roce 1965 zdokonalila karuselový shrnovač sena. Tyto dva stroje nalezneme v nabídce dodnes. V Roce 1968 slavil velké úspěchy kombinátor Lelyterra. Od tohoto okamžiku firma celosvětově rostla. Zajímavostí i když téměř zapomenutou je jejich traktor ze 70. let s plně hydraulickým pohonem, který předběhl svoji dobu (Kissun, 2018) (WWW-Lely, 2019).

Rok 1983 byla firma úspěšná s modulárním konceptem žací lišty. První funkční proto-

typ dojící automatu by představen roku 1992 pod názvem Astronaut jako nejvýznamnější vynález 20. století v mlékařství. V roce 1995 byl tento automat již komerčně dodáván. V roce 1997 vyrobila firma největší karuselový shrnovač sena na světě Lotus 1325. Rok 2004 byl nabízen další světový unikát vzhledem k výkonu – dvou rotorový shrnovač sena Lely Hibiscus 1015 Profi. Rok 2005 přišel update dojícího robota na verzi Astronaut 3. Rok 2005 bylo představena technologie rychlé a bezpečné výměny nožů v diskové sekačce tzv. Lely Splendimo Clip. Téhož roku by dostupný robotický čistič stáje Lely Discovery. Rok 2008 spatřil světlo světa další robot Lely Juno shrnující krmnou směs na krmném stole ve stájích skotu. Rok 2009 byl nově nabízen balíkový lis Lely Welger RPC445 Tornado. Rok 2010 přišel další update dojícího automatu na Lely Astronaut A4. Od roku 2012 se mohl využívat zdokonalý robotický shrnovač Lely Vector. Rok 2013 je spojen se vznikem aplikace Lely T4C určenou pro management stáda. V roce 2014 firma slavila výročí 20 000 instalovaných robotických dojení, mimo to byl představen prototyp balíkovacího stroje Lely Welger. Rok 2017 byl výroční rok 25 let v odvětví dojících automatů (Kissun, 2018) (WWW-Lely, 2019).

Vedení – V současné době firmu vede Alexander van der Lely. Společnost se zaměřuje na výrobu strojů pro výrobu píce a technologie týkající se chovu a dojení (Kissun, 2018), (WWW-Lely, 2019).

Astronaut 1, prototyp byl představen roku 1992, o 3 roky později již byla dostupná komerční verze. Automat zvládá až 150 dojení (špičkově bylo dosaženo až 190 dojení) denně ve volném nebo řízeném pohybu dojníc ve stáji Doporučovaný počet obsluhovaných dojníc je 55. Systém umožňuje měření vodivosti mléka z každé čtvrti. Je umožněn odběr vzorků (Lely Shuttle). Strukové nástavce jsou 95 % případů nasazeny do 1,5 minuty. Technologie odvozena od konstrukce firmy Prolion, viz text výše. Vzdálenost mezi struky musí být >4 cm. Vemeno musí být minimálně 30 cm od země. Výška struku min 3 cm. Nerovnoměrnosti menší než 9 cm (DLG, 2003).

Astronaut 2 – 1997 Nové funkce: separace mléka M4U, laserové zaměřování STDS, měření kvality mléka MQC. Je tu možnost připojení vzorkovače Lely Shuttle (Tohni, 2017).

Astronaut 2 evolution Z velké části založen na původním modelu, ale již je vybaven technologiemi z modelu Astronaut 3, což je vodorovná podlaha, komponenty z nerezové oceli (Tohni, 2017).

Astronaut 3 – 2005 Novinkou je že dojnice v automatu stojí v jedné horizontální rovině, bez nerovností podlahy. Počítačové rozhraní X-link, měří průtok mléka v každé čtvrti (adaptabilní 4 effect timer). Dále je tu možnost připojení parního čističe a měřicího zařízení MQC-C s měřením počtu somatických buněk (Tohni, 2017).

Astronaut A3 next – 2009 Vylepšení vzhledu, zásobník z nerezové oceli, zlepšení přesnosti měření průtoku a kvality mléka. Senzor kvality mléka byl umístěn na rameno. U T4C přibyla možnost měřit mléčný tuk a bílkoviny. Inovována separační jednotka je přemístěna na vhodnější místo mimo rameno robota (Tohni, 2017) (Vogel, 2010). Jedním ze zdrojů pro určení pozici ramene se stala vestavěná váha jež slouží k vážení dojníc. Sleduje se také ruminace a pohybové aktivity pomocí QWES-HR obojku (Anonym-2, 2009).

Astronaut 4 – 2011 Vznikla nová modulární struktura, tj. robot je rozdělen na robotickou jednotku, centrální jednotku, řídicí jednotku. Centrální a řídicí jednotka umožňuje

řídít dvě prostorově oddělené robotické jednotky vzdálené až 30m. Centrální jednotka obsahuje vývěvu a systém čištění pro dvě ramena. Robot je nabízen ve 2 variantách Manager a Operátor s různou sadou volitelných a standardních příslušenstvích. Stroj lze vybavit volitelným parním čištěním strukových nástavců, možností podávání až 4 druhů krmiva včetně tekutého (doplňky) včetně senzoru přítomnosti krmiva v krmném žlabu. Volitelné příslušenství je také podlahová váha a separátor mléka. Díky technologii I-flow byl vylepšen stav welfare, což znamená že vstup a výstup dojnice do automatu je v jedné linii, bez zatáček do kterých dojnice nerada chodí. Osvědčené rameno vyvíjené od roku 1992, které eliminuje zbytečné pohyby dojnice a zamezuje spadnutí nástavců na zem. Většina komponent je připevněna k rameni a proto je potřeba jen minimum pohybů. Rameno bezproblému ustojí váhu dojnice pokud na něj stoupne. Dojená dojnice je sledována 3D kamerou (technologie E-link) a na základě číslcového zpracování tohoto obrazu je řízen pohyb ramena nesoucí dojící aparaturu (tzv „mateřské lodí“). Tento systém rozšiřuje množinu dojnic vhodných pro automatické dojení. Je možno dojít dojnice s velmi blízkými struky i se struky vertikálně odchylenými. Je možno podojit nadměru vysoké i nízké vemeno (Tohni, 2017) (Anonym LELY A4). Detekci struků zajišťuje tři paprskový laserový systém TDS na třech úrovních (Weissmueller, 2014). Pro každou čtvrt' lze nastavit různé parametry pulzace (systém Lely4Effect). Zdokonalený řídicí systém T4C s modulem dynamického krmení DLM, uživatelské rozhraní je nyní navrženo pro PC a mobilní komunikační systémy. Výběr z nabízených údajů jsou: Barva mléka (dle čtvrti), tuk/protein (indikace v mléce), laktóza (indikace v mléce), konduktivita mléka (dle čtvrti), teplota mléka, počet somatických buněk v mléce (dle čtvrti), přežvykování v minutách u krávy, pohybové aktivita krávy, hmotnost krávy, produkce mléka, příjem krmiv, nespotřebované množství krmiva, doba dojení/čas rozdojení, (max.) rychlost dojení. Mléko je čerpáno membránovým (silikonová výměnná membrána)čerpáde bez rotujících součástí, což omezuje naarušení strukturních složek mléka. Přesnější systém Lely MQC (Milk Quality Control) podává informace o mastitidě, tuku, bílkovině a také laktóze. Pro každou čtvrt' se měří, Barva mléka, elektrická konduktivita mléka, doba dojení, čas rozdojení, rychlost dojení, teplota mléka (Anonym LELY A4). Možno využít MQC-C, což je senzor množství somatických buněk (Weissmueller, 2014). Výkyvný krmný žlab po dojení vykývne za robota a tím je dojnice vyzvána k opuštění boxu (ušetří se 5 sekund času) Čištění protiběžnými kartáčky se dezinfekční bezchlorovým čistícím prostředkem (Tohni, 2017) (Anonym LELY A4).

astronaut 5 – 2018 Liší se oproti předchozím modelům v následujícím : Nové rameno, tišší, přesnější, úspornější provedení nový systém detekce struků – TDS, vylepšená post-milking hygiena, nové intuitivní uživatelské rozhraní. Servopohony jsou řešeny pneumaticky a elektricky. (Anonym LELY A5).

4.2.2 DeLaval

VMS (Voluntary Milking System – Systém dobrovolného dojení) je firemního názoru vhodnější termín pro AMS (automated milking System). Kritici však namítají že dojnice do automatu musí být vábena nabídkou jaderného krmiva, čili nejde úplně o samostatné rozhodnutí nechat se podojit (Driessen, 2015). Je složen ze krmného modulu, detektoru mastid – DelPro MDi (měření konduktivity, krve, mléčného intervalu) dojícího ramene, monitoringu krav a měření aktivity (Lencsés, 2015). V současné době nabízí DeLaval VMS™ V300 a automatickou kruhovou dojírnu DeLaval Automatic

Milking Rotary AMR™.

4.2.3 Insentec

Společnost založeno roku 1979 a od svého založení vyvíjela automatické krmné systémy. Od roku 1997 se společnost zaměřila též automatickou dojící techniku se kterou vyhrála i řadu cen, napří Wageningen Innovation Award roku 2000, Golden Robot Award roku 2004. Od roku 2006 je Insentec součástí skupiny Hokofarm Group. Pod firmou Insentec jsou známy roboti řady Galaxy kde průmyslové rameno schopné obsloužit 2 stání. V současné době je nabízen robot ASTREA 20.20 Automatic Milking (WWW-Hokofarm, 2018).

4.2.4 Fulwood

Fulwood je součást investiční skupiny Pindustry. Pindastry je součást technologické společnosti Verder. Dojící roboti M²erlin jsou nabízeny ve 3 verzích: Essential, Extended, Expert (WWW-Fulwood, 2018).

4.2.5 GEA-Farm technologies

GEA je technologická společnost zastřešující řadu průmyslových odvětví. Společnost byla založena roku 1881. Společnost nabízí automatickou kruhovou dojírnu AR Performer, boxový dojící automat MI One (WWW-Gea, 2018).

4.2.6 Prolion

Stvořili termín AMS – Automatic Milking Systém Současný dojný automat Zenith Pro. kráva je v boxu částečně fixovaná přední hranou koryta se zvýšenou pozicí předních nohou – systém doplňuje řízený pohyb stáda – forced routing podle klasifikace výše jde o polořízený pohyb krav. Na hranici prostoru boxových loží je postavena jednosměrná branka, která směřuje dojnici buď do prostoru krmiště, nebo pokud dojnice není podojena musí projít do krmiště skrz dojný automat. Tento systém je doporučován pro stáda nad 100 kusů nebo při dojivosti větší než 10 000 l za laktaci (Čihák).

Dále existuje firma **BouMatic** s automatem ProFlex, **SAC Christensen** s automatem RDS-FutureLine, **Happel** s automatem AktivPuls a další.

5 Ekonomika – Literární přehled

Důvody pro zavádění dojících robotů je zejména nedostatek kvalifikované pracovní síly, u rodinných farem se přidává úspora pracovního času členů rodiny, který by jinak museli věnovat dojení (Machálek, 2011). Pokud se má dojící robot na farmě úspěšně implementovat je potřeba mít realistické očekávání, dobrá technická podpora, možnost konzultace problémům, dostatek flexibility a disciplíny pro obsluhu robota, schopnost

pracovat s počítačem, je potřeba dostatečně kvalitně návrhnout topologii stáje s efektivním usměrněním pohybu krav, pak je nutné udržovat dobrý technický stav dojícího robota pravidelnou údržbou. V neposlední řadě jsou potřeba zdravé krávy, kterou jsou „při chuti“ (Koning, 2011).

Pracovní síly V podniku kde je nainstalován dojící automat není nutná funkce dojiče. Zůstávají zde funkce zootechnik, krmič a stájník + management. V rodinných farmách se tyto funkce často sdružují na jednu osobu. Na rodinné farmě je však díky lepšímu vztahu personálu ke zvířeti lepší produkce (Machálek, 2011).

Při standardní způsobu dojení 2 krát denně je potřeba na jedno zvíře počítat 3,8 h práce, V tomto čase jsou zahrnuty operace vyhledání nemocných a říjících, příprava stáda na dojení a činnosti po dojení. Při automatické dojním systému je denní potřeba práce na jedno zvíře 1,2 h (Kic, 1997). Další snížení potřeby práce pro ošetřovatele je možné díky instalaci automatického krmného systému. V chovech o průměrném počtu 88 krav dokázal snížit průměrnou potřebu času na krmení jedné krávy o polovinu. Při standardní nabídce krmiva na krmném stole bylo potřeba vyhradit si 33,2 s času na krávu a den, zatímco pro výdej krmiva v automatu stačí 16,4 s času na krávu a den. Mimo to automatické krmení má výhodu v časové flexibilitě (Bisaglia, 2012).

Produkce versus náklady V podnicích využívající dojícího robota došlo v průměru ke zvýšení dojivosti o 17 %, na jednoho pracovníka bylo vyrobeno o 61 % více mléka. Současně stouply náklady na jeden krmný den o 30 % v porovnání s klasickým dojením v dojárnách (Machálek, 2011). V podnicích s dojícím robotem byla zjištěna vyšší realizační cena mléka o 0,18 Kč za litr a což díky nákladům zvýšilo cenu tržního mléka o 1 Kč (Machálek, 2011).

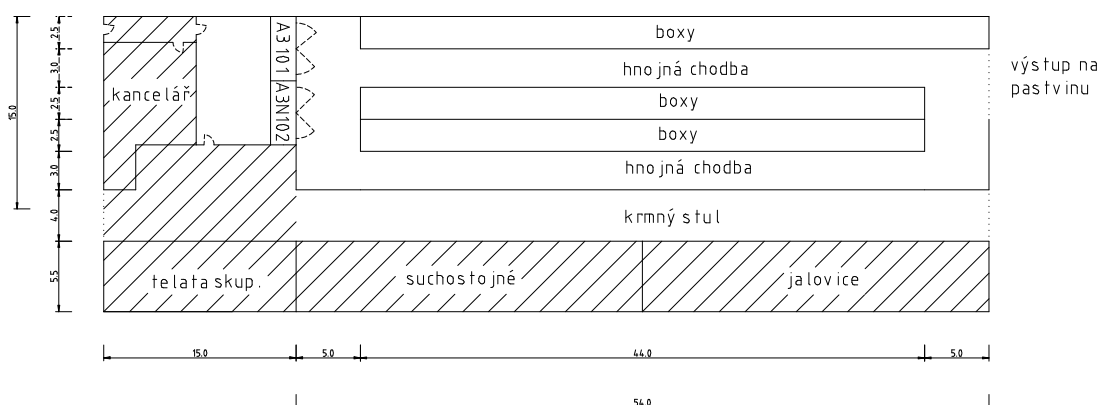
Požizovací náklady Při úvaze instalace nové konvenční dojírny jsou stavební náklady s příslušenstvím o 7 % dražší než pokud počítáme s využíváním automatické dojírny. Na druhou stranu je technické vybavení stáje s dojícím automatem o 185 % nákladnější. Celkově jsou náklady na novostavbu stáje pro 300 dojnic s dojícím automatem o 62 % vyšší. Po započtení odpisů jsou výrobní náklady na 1kg mléka o 9,9% vyšší než ve standardní dojírně Vegricht v (Maršálek, 2012). Při zvažování instalace dojícího robota je vhodné zvažovat tyto parametry: Vlastnosti stáje, cenu vybavení v porovnání s konvenčními systémy dojení, dobu životnosti stroje, provozní fixní a variabilní náklady v porovnání s konvenčními systémy dojení, nepřímé efekty např. lepší péče o hygienu vemene, produkční parametry, možnost dotací, možnost brakace stáda vzhledem k nevhodnému genofondu – tvaru vemene (Lencsés, 2015).

6 Charakteristika vybraných farem

Do výzkumu byly vybrány následující farmy :

1. Rodinná farma pana Stupky, Strašice u Rokycan
2. Rodinná farma Mačlových, Mačice u Sušic
3. Zemědělská výroba Strolený, Kvášňovice u Horažďovic

Obr. 2: Farma Stupka – uspořádání stáje



6.1 Rodinná farma pana Stupky – Charakteristika farmy

Jedná se o rodinnou farmu hospodařící v režimu ekologického zemědělství. Farma využívá 257 ha zemědělské půdy, z toho 190 ha jsou TTP. Farma je zaměřena na chov skotu. Farma je držitelem certifikátu GAA opravňující vývoz biomléka do Německa.

Zootechnické informace. Kapacita stáje je 90 dojnic. Stáj je navržena pro volný přístup dojníc do automatu. Při přechodu nebyla vyřazena žádná dojnice z důvodů nevhodného tvaru vemene. Po přechodu byl zaznamenáno zejména zlepšení zdravotního stavu zvířat. Dojné stádo není rozděleno, tj tvoří ho jedna skupina zvířat dělicí se o oba dojné automaty. V laktaci je cca 93 kusů (přesněji tabulka č. 44). Farma využívá uzavřený obrat stáda. Plemenné zastoupení je 1/3 holštýn a 2/3 český strakatý skot. Vzhledem k náhodné výměně identifikačních transpodérů při cyklických přechodech produkčních fází krav jsou sledovány charakteristiky pro celé stádo bez rozlišení plemene a pořadí laktace.

Výživa. Součástí ekologického zemědělství je volný výběh na pastvu, pokud není pastva možná je zakládáno zelené krmivo na krmný stůl. V zimním období se využívá též jetelotravní nebo loskovinoobilná senáž. Směsná krmná dávka se minimálně z 60% musí skládat z objemného krmiva. V krmné automatu je nabízena směs pšenice + tritikal v dávce odstupňované podle užitkovosti dojnice. Krmivo je zakládáno 2 krát denně, na přihrnování krmiva na krmné stole je využíván automatický přihrnovač Lely Juno.

Stavěné technické informace Farma je vybavena dojící automat Lely Astronaut A3 pořízeným v roce 2007. Druhý automat Lely Astronaut A3 Next byl pořízen v roce 2010. Produkční stáj vznikla přestavbou původní stáje K174. Dojnice jsou ustájeny na 2/3 plochy stáje. Zbylé části stáje jsou využívány pro ostatní kategorie skotu. V zadní části stáje se nachází branka do pastevního areálu o výměře 75 ha. Pro zlepšení komfortu dojnic jsou využívány rotační drbadla. Uspořádání stáje je na obrázku č. 2.

6.2 Rodinná farma pama Mačla – Charakteristika farmy

Rodinná farma hospodařící v režimu ekologického zemědělství na cca 280 ha s převahou TTP. Specializuje se na chov hovězího dobytka plemen českého strakatého skotu

a Aberdeen Angus. Farma produkuje maso a mléko. Je nabízena možnost ubytování s agroturistickým programem a provozuje restauraci a vlastní bourárnu masa.

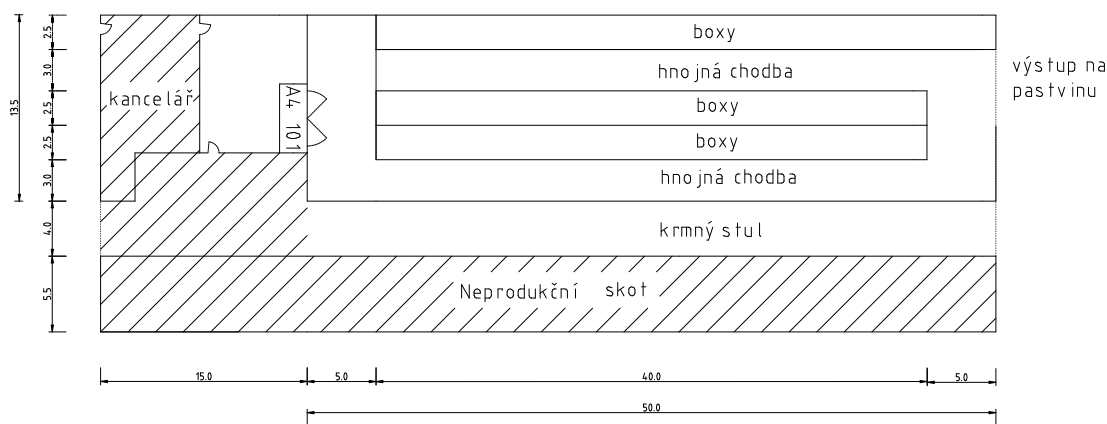
Zootechnické informace. Kapacita stáje je 75 kusů. Chováno 73 dojníc z toho 64 v laktaci. Plemenné zastoupení je 100 % český strakatý skot s genotypem pro kapa kasein B Jalovice jso u zapouštění cca ve 14 – 16 měsících kdy mají 400 kg hmotnost. Dojnicím je zde umožněn volný vstup do automatu. Farma využívá uzavřený obrat stáda.

Přechod na automatické dojení pro farmu znamenal zlepšení kvality mléka, především snížení CPM a SB. Důvod pro zavedení dojícího automatu bylo zjednodušení práce.

Výživa. Dojnice mají volný vstup na pastvu. Složky krmná dávky jsou travní senáž, seno, mačkané zrno (pšenice, triticales), GPS triticales, hrách. Farma využívá míchací krmný vůz. Zakládání krmiva je prováděno 1 krát denně ve 14:00 a je využíván automatický přihrnovač Lely Juno s 2 hodinovými přestávkami a 6 hodinovou noční přestávkou.

Stavebně technické informace. Farma je vybavena jedním dojícím robotem Lely Astronaut A4 instalovaným v roce 2015. Hygiena strukových nástavců je prováděna párou. Stáj rozměry byla vystavena jako novostavba s rozměry 13 x 50 m a výškou 11 m. Pro vstup na pastvinu je stája vybavena automatickou brankou. Ve vybavení stáje nechybí rotační kartáče a flexibilní meziboxové zábrany. Uspořádání stáje je na obrázku č. 3.

Obr. 3: Farma Mačl – uspořádání stáje

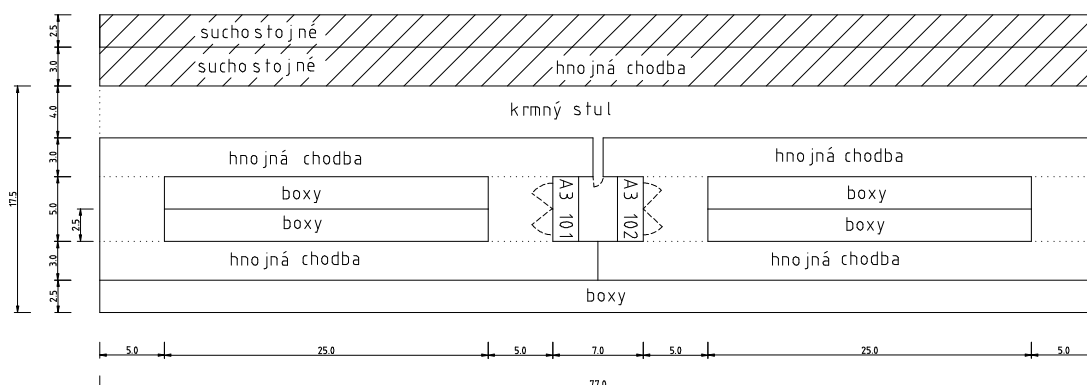


6.3 Zemědělská výroba Strolený – Charakteristika farmy

Rodinná farma hospodaří v režimu konvenčního zemědělství. Zaměřeni na rostlinnou a živočišnou výrobu. Součástí farmy je minimlékarna Milda vyrábějící stejnojmenné jogurty. Nabízí též ubytovací služby.

Zootechnické informace. V současné době je však stádo rozděleno jen na 2 skupiny, každá skupina využívá jeden automat. V současné době se na farmě nalézá průměrně 130 dojníc v laktaci (tj. včetně suchostojných průměrně 150 kusů). Využívané plemeno je holštýnský skot v černé i červené barvě. Na farmě není přikládána váha na význam

Obr. 4: Farma Strolený – uspořádání stáje



genotypu týkající se barvy. Šlechtitelská činnost je zaměřena na zlepšování morfologického tvaru vemene a kondice pohybového aparátu (stavu paznehtů). Farma využívá uzavřený obrat stáda.

Při přechodu farmy na dojící automaty nebyla vyřazena žádná dojnice z důvodů nevhodného tvaru vemene. Důvod pro přechod byl nedostatek pracovních sil pro dojení v klasické dojárně. Po přechodu zaznamenán vzrůst užitkovosti o cca 20% a současně se zlepšil zdravotní stav.

Výživa. Je využívána směsná krmná směs PMR zakládaná 2 krát denně krmných vozem. Dojnice s denní dojitostí řádově 40kg mléka dostanou v automatu 8 kg jaderné směsi. Na krmné stole dostane každá dojnice spolu s objemnou částí směsi průměrně 2,5 kg jaderné směsi denně. Zaprahnutí je prováděno postupným ubíráním jaderné směsi v automatu.

Stavebně technické informace. Farma je vybavena dvěma roboty Lely Astronaut A3, používají se od roku 2010. Produkční stáj vznikla přístavbou k původní stáji typu K174. Současné řešení stáje využívá systém volného bezstelivového ustájení. Ve stáji nalezneme tři řady lehacích boxových loží, průjezdní krmný stůl při západní straně stáje. Stáj je možno rozdělit na 6 produkčních skupin se dvěma příčnými chodbami sloužícími též pro přístupu k dojícím automatům. Vyhrnování kejdy s krmné a hnojné chodby jsou používány oběžné shrnovací lopaty. Dojící automaty umístěny uprostřed stáje ve speciálním vytápěné místnosti. Větrání stáje zajištěno stahovací ventilací plachtou s možností regulace proudění vzduchu. V sedlové střeše umístěny prosvětlovací panely. Pro zlepšení komfortu dojnic jsou využívána rotační drbadla. Uspořádání stáje je na obrázku 4. Kapacita produkční stáje je 140 dojnic při průměrné živé hmotnosti 600 kg. Stáj je navržena na volný přístup krav do dojícího automatu.

7 Analýza dat průběh dne

Výchozí data pro tuto analýzu pocházejí ze záznamu stavových informací automatu ve formátu zprostředkovaném obslužným softwarem T4C a jsou zpracovány s využitím software R version 3.5.2 (2018-12-20) – "Eggshell Igloo"

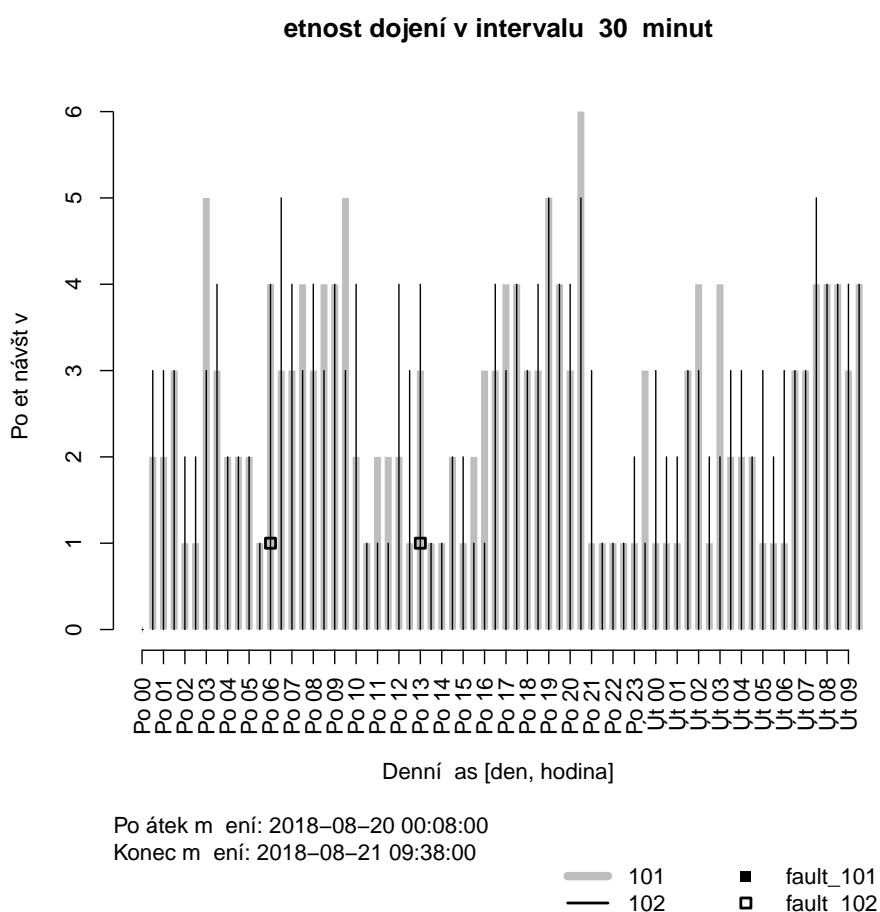
7.1 Počet podojených krav v průběhu dne – Materiál a Metody

Počet podojených krav byl zjištěn na základě informací o čase zahájení dojení doplněné o informaci o nestandardních stavech. Pro analýzu byl navržen algoritmus ve statistickém prostředí systému R jež rozdělí časovou osu na intervaly a sleduje kolikrát nastalo dojení. Výsledkem je algoritmu je histogram četností dojení na obrázku č. 5. Délka sledovaného intervalu byla zvolena 30 minut. Jsou zaznamenány jen události, kdy byl automat oprávněn dojnici podojit. K rozklíčování jednotlivých událostí slouží legenda. Sloupec tlusté šedé barvy odpovídá četnosti návštěv v automatu 101 a sloupec tenké černé barvy odpovídá četnosti návštěv v automatu 102. Četnost – výška sloupce je včetně nestandardních stavů. Nestandardní stavy jsou u automatu 101 znázorněny plným čtverečkem a u automatu 102 prázdným čtverečkem.

7.1.1 Počet podojených krav v průběhu dne – Stupka

V testu týkající se jednoho dne je 89 dojnic, jsou použity data ze dne 20.8. 2018. Farma je vybavena dvěma automaty 101 = Astronaut A3 a 102 = Astronaut A3 Next. Celé stádo má libovolně k dispozici oba automaty.

Obr. 5: Četnost dojení – Farma Stupka



Analýza počtu podojených krav. Průměrná četnost návštěv (obrázek č. 5) v automatu 101 – A3 je 5,04 dojení za hodinu. Automat 102 – A3next byl více navštěvovanější

Tab. 4: Nestandardní stavy – farma Stupka

Číslo krávy	Automat	Datum	Čas [H:M]	Příčina
47	102	20. 8. 2018	5 : 53	Struky nebyly nalezeny
135	102	20. 8. 2018	13 : 05	Čas připojení

a dosáhl 5,61 návštěv za hodinu (průměry za 33,5 h). Ve sledované období znatelné střídání období relativního klidu a maxima. V čase od 6 h do 10 h a v čase 16h do 21h kdy narostl počet dojení na 6 až 8 dojení za hodinu. Po 10h a 21h počet dojení rázovitě klesne na 2 dojení za hodinu načež s průběhem času četnost dojení pilovitě narůstá do 6 h a 16 h. Tento vzor přibližně kopíruje dojení 2 krát denně v konvenční dojírně.

Nestandardní stavy jsou uvedeny v tabulce č. 4. Byly zjištěny dva nahodilé problémy na automatu 102.

7.1.2 Počet podojených krav v průběhu dne – Mačl

V testu je použito 64 dojnic. Jsou použita data ze dne 23. 11. 2018. Farma je vybavena jedním automatem 101 = Astronaut A3.

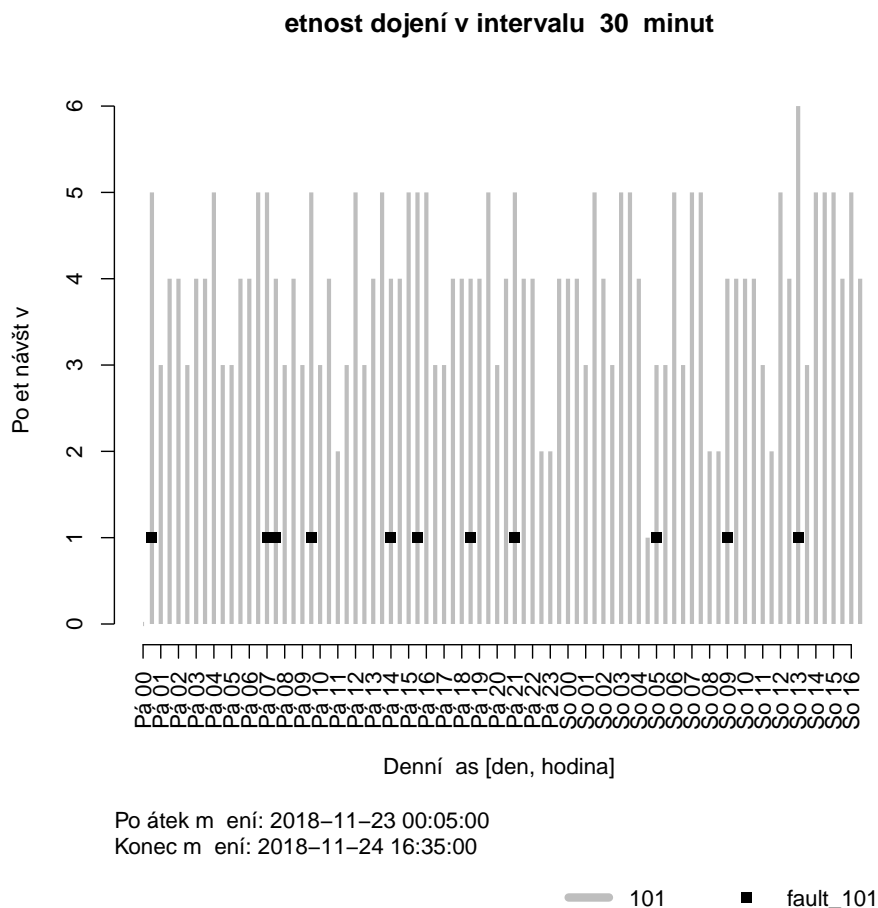
Analýza počtu podojených krav. Průměrná četnost návštěv (obrázek č. 6) v automatu 101 – A3 je 7,78 dojení za hodinu pro zobrazená data v úseku 40,5 h. Pokud použijeme pouze páteční 24 hodinová data pak tento vzorek má průměrnou četnost využití automatu pro dojení 7,75.

Četnost využití automatu pro dojení (obrázek č. 6) je celkem vyrovnaná o 0 hodiny do 10 hodiny v pátek kdy se četnost využití automatu pohybuje okolo 6 až 8 dojení za hodinu. V 11 hodin v pátek nastal mírný útlum na 5 dojení za hodinu. Od 12 hodiny do 16 hodiny nastal mírný vzestup k 8 až 9 dojením za hodinu. Až do 21 hodin se počet dojení držel okolo 8. Lokální minimum 4 dojení za hodinu nastaly ve 22 hodin. Od 23 hodiny v pátek do konce třetí hodiny v sobotu ráno byl počet návštěv okolo 8 za hodinu. Po čtvrté hodině v sobotu ráno nastalo minimum 4 dojení za hodinu. Následovalo do 11 hodiny období s průměrně 7 návštěvami za hodinu s několika lokálními minimy se 4 dojeními za hodinu. Od 12 h do 16h v sobotu nastal pozvolný růst k 8 až 9 dojením za hodinu.

V četnosti využití automatu jsou poměrně vyrovnané kromě několika minim v pátek v 11h a 22h. V sobotu se přidávají minima ve 4, 8 a 11 hodině.

Větší míru počtu nestandardních událostí (tabulka č 5) je způsoben dojnicí č. 1 a dojnicí č. 3 které mají problémy s časem připojení a nalezení struků. S časem připojení má v jednom případě problém dojnice č. 46 a č. 12. Dále v jednom případě potřebují dojnice č.24 a č. 29 delší čas na rozdojení.

Obr. 6: Četnosti dojení – Mačl



7.1.3 Počet podojených krav v průběhu dne – Strolený

Ve stáji jsou 2 oddělená stáda. Každé stádo má svůj vlastní automat. Ve skupině s automatem 101 máme 61 dojnic (z toho 23 prvotelek) a ve skupině s automatem 102 máme 60 dojnic (z toho 28 prvotelek). Oba automaty jsou typu Astronaut A3. Délka hodnoceného intervalu je 39,5 2h, s počátkem 13. 3. 2019 00:00 a koncem 14. 3. 2019 15:33.

Analýza počtu podojených krav. Průměrná četnost návštěv (obrázek č. 7) v automatu 101 – A3 je 5,52 dojení za hodinu včetně nestandardních stavů. Automat. 102 – A3 byl více navštěvovanější a dosáhl 6,03 návštěv za hodinu včetně nestandardních stavů.

Pohledové (fuzzy logic) hodnocení (obrázek č. 7) ve sledované období je znatelné střídání období relativního klidu a maxima počtu dojení. V čase od 00 do 7 hodiny se pohybuje četnost dojení v rozmezí 2 až 4 dojení za hodinu, automat 102 vykazuje v tomto úseku rozptýl 2 až 6 dojení za hodinu. Od 7 do 9 hodiny nastává minimum s četností dvě dojení za hodinu pro oba automaty. Od 10 hodiny do 19 hodiny nastává špička v rozmezí 7 až 8 dojení za hodinu pro oba automaty. Od 19 hodiny do 7 hodiny následujícího dne následuje pozvolný pokles ke 2 až 6 dojením za hodinu pro oba automaty. Data ze čtvrtka (14. 3.) naznačují pravidelné denní periodické střídání rozložení četnosti návštěv.

Tab. 5: Nestandardní stavy – Mačl

Číslo krávy	Datum	Čas [H:M]	Příčina
1	24.11. 2018	12:42	Struky nebyly nalezeny
24	24.11. 2018	9:03	Čas rozdojení LP
46	24.11. 2018	4:49	Čas připojení
12	23.11. 2018	20:54	Čas připojení
1	23.11. 2018	18:17	Čas připojení
3	23.11. 2018	15:30	Struky nebyly nalezeny
3	23.11. 2018	14:03	Čas připojení
29	23.11. 2018	9:11	Čas rozdojení PZ
3	23.11. 2018	7:17	Čas připojení
1	23.11. 2018	6:40	Čas připojení
1	23.11. 2018	0:05	Čas připojení

Ve výpisu nestandardních stavů (tabulka č. 6) vyniká zejména dojnice č. 129 s problémovým levým zadním strukem. Dále je zde často uvedena dojnice č. 64 s delší časem rozdojení, což by mohlo značit nedostatečnou stimulaci struků. Několikrát se vyskytlo automatické zastavení robota.

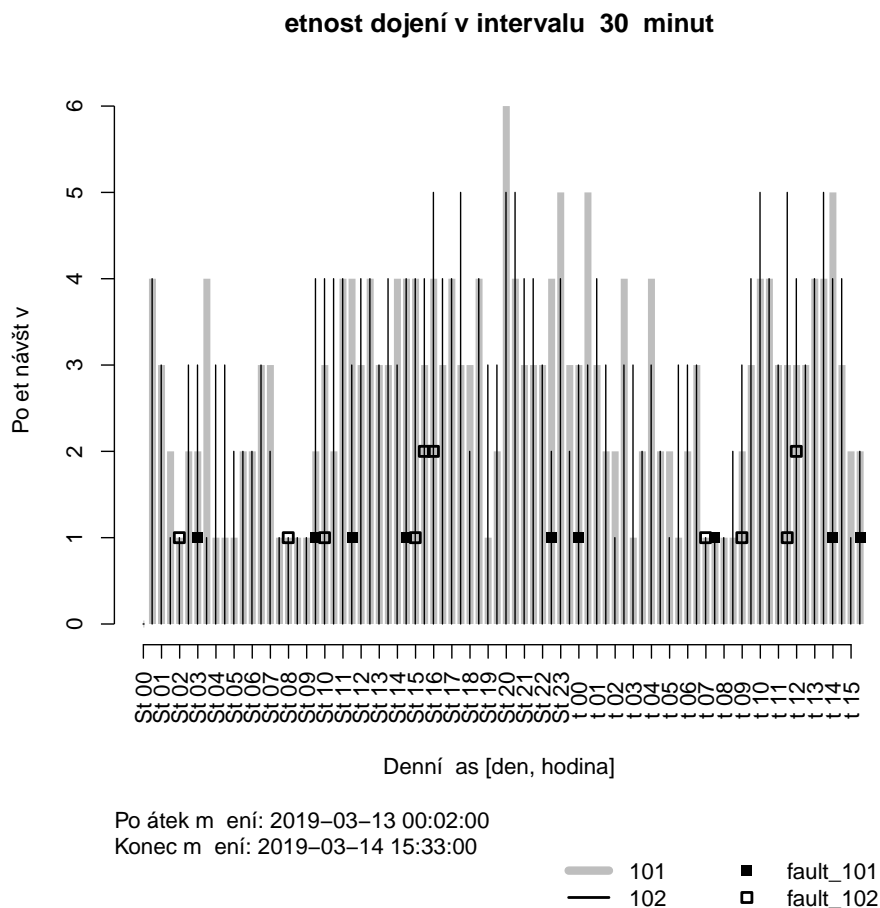
7.2 Preference automatů – Materiál a metody

Ze zkušeností chovatelů vyplývá že dojnice jsou si schopny oblíbit jeden určitý automat. Protože v tomto chovu mohou dojnice navštěvovat oba automaty libovolně bylo by vhodné zjistit jakým způsobem dojnice preferují oba automaty. K tomuto zjištění se velmi dobře nabízí farma pana Stupky který má pro celé stádo dva libovolné přístupné automaty. Ve statistické prostředí systému R by napsán algoritmus který zjišťuje vzor návštěv a spočte počet dojnic se stejným vzorem návštěv. Výsledek je zaznamenán ve formě bargrafu viz obrázek č. 8. Poměr čísel popisující jednotlivé sloupce představuje kolikrát dojnice navštívila automat pro dojení 101 oproti automatu 102, tedy vzor návštěv. Pro nedostatek vstupních dat je preference automatů je hodnocena za jeden celý cirkadiánní cyklus, tj. za 24 h. Pro vyloučení náhody by však bylo vhodnější upravit algoritmus a sledovat medián vzoru za delší násobek cirkadiánního cyklu. Jsou vyhodnoceny jen data, kdy bylo při návštěvě dojnice v automatu provedeno dojení. Pro vyhodnocení návštěvnosti automatu s odmítnutým dojením nejsou k dispozici data. Ve vrcholu sloupce je rovněž zaznamenána průměrná dojivost příslušné skupiny.

7.2.1 Preference automatů – Stupka

Analýza preference automatů. V intervalu 24h (obrázek č. 8) byl automat 101 - A3 byl využit k dojení celkově 121 krát a automat 102 – A3next byl využit celkově 131 krát. Nejobvyklejší vzor návštěv byl 1 : 1 který byl zjištěn u 14 dojnic. Vzorek 1 : 2 využilo devět dojnic. Vzorek 2 : 1 využilo osm dojnic. Vzorek 1 : 3 a 2 : 2 využilo pět dojnic. Vzorek

Obr. 7: Četnost dojení – Strolený



3 : 1 využíly tři dojníc a vzor 3 : 2 využila jedna dojníc. 21 dojníc využilo výhradně automat 101- A3. Z toho tohoto počtu tři krát využilo tento automat 11 dojníc, dva krát 9 dojníc a čtyři krát došlo k dojení 1 dojníc. 23 dojníc využilo výhradně automat 102 – A3next. Z tohoto počtu dva krát využilo tento automat 10 dojníc, tři krát 8 dojníc čtyři krát se nechalo podojit čtyři dojníc a jednou využila automat jedna dojníc.

Z těchto čísel (interval 24 h) vyplývá, že 44 dojníc preferuje určitý automat a 45 dojníc naopak určitý automat výhradně nepreferuje. Data které mám k dispozici sledují stavové informace automatu v délce intervalu 33,45 h, po analýze těchto dat, zjišťujeme že 11 dojníc preferuje jen automat 101 – A3, 18 dojníc preferuje výhradně automat 102 – A3next a zbylých 60 dojníc v alespoň jednom případě využili k dojení i druhý automat.

Z grafu 8 se dá odvodit průměrný počet dílčích dojení průměrné dojníc za 24h. Pro celé stádo stádo je denních četnost dílčích dojení 2,83. Průměrná dojníc z části stáda které navštívilo automat 101 platí četnost 1,83 a podobně pro automat 102 platí četnost 2,1.

Tab. 6: Nestandardní stavy – Strolený

Číslo krávy	Automat	Datum	Čas [H:M]	Příčina
12	102	13. 3. 2019	1:46	Pokusy o připojení LZ
56	101	13. 3. 2019	2:57	Automatické zastavení robota
129	102	13. 3. 2019	8:37	Pokusy o připojení LZ
108	101	13. 3. 2019	9:14	Pokusy o připojení PZ
12	102	13. 3. 2019	9:43	Struky nebyly nalezeny
64	101	13. 3. 2019	11:05	Čas rozdojení PZ
64	101	13. 3. 2019	14:11	Čas rozdojení LZ
129	102	13. 3. 2019	14:55	Pokusy o připojení LZ
129	102	13. 3. 2019	15:19	Pokusy o připojení LZ
129	102	13. 3. 2019	15:26	Pokusy o připojení LZ
129	102	13. 3. 2019	15:35	Pokusy o připojení LZ
125	102	13. 3. 2019	15:50	Automatické zastavení robota
51	101	13. 3. 2019	22:15	Automatické zastavení robota
64	101	13. 3. 2019	23:43	Čas rozdojení PZ
129	102	14. 3. 2019	6:35	Pokusy o připojení LZ
108	101	14. 3. 2019	8:02	Pokusy o připojení PZ
129	102	14. 3. 2019	8:37	Pokusy o připojení LZ
79	102	14. 3. 2019	11:04	Automatické zastavení robota
11	102	14. 3. 2019	11:34	Čas připojení
13	102	14. 3. 2019	11:56	Pokusy o připojení PZ
108	101	14. 3. 2019	14:02	Pokusy o připojení PZ
52	101	14. 3. 2019	15:23	Čas připojení

Tab. 7: Preference návštěv – dojení – Mačl/ 24h

Počet dojení denně	Velikost skupiny [kus]	Produkce skupiny [kg]	Prům. dojivost [kg]
2	24	327,8	13,7
3	23	435,2	18,9
4	13	267,4	20,6
5	2	57,1	28,6
1	1	8	8
6	1	28,2	28,2

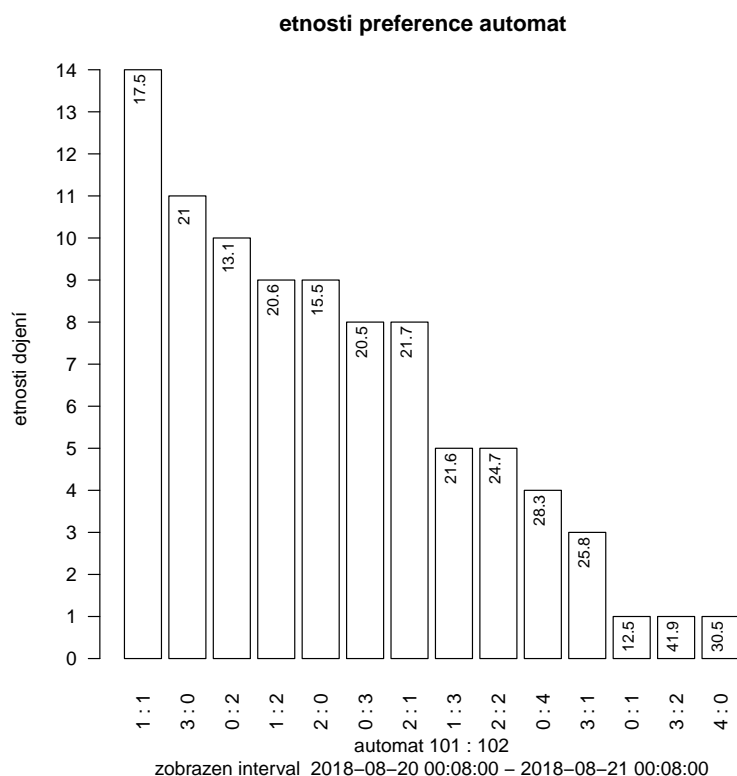
7.2.2 Preference automatu – Mačl

Vzhledem k tomu že dojnice mají k dispozici jen jeden automat, uvedu jen poměr četnosti návštěv při kterých proběhlo dojení.

Podle tabulky č. 7 nejobvyklejší rozložení návštěv 2 krát denně kterou využilo 24 doj-

Obr. 8: Preference automatů – Stupka

Hodnoty na konci sloupců značí průměrnou dojivost v příslušné skupině [kg],
Četnost dojení = velikost skupiny [kus]



nic. 23 dojnic navštívilo automat 3 krát denně, 13 dojnic 4 krát denně. 2 dojnice 5 krát denně a jedna dojnice dokonce 6 krát denně. Výjimku tvoří jedna dojnice s návštěvností 1 denně

Zhodnocením dojivost zjistíme že četnost návštěv stoupá s rostoucí dojivostí dojnice. Dojnice při více jak pěti návštěvách nadojí průměrně na návštěvu přes 28 kg mléka. Ačkoliv nejvíce mléka se nadojí (435 kg) ve skupině která automat navštívuje 3 krát.

Denní četnost návštěv průměrné dojnice v automatu je 2,9.

7.2.3 Preference automatů – Strolený

Protože pan Strolený má každý automat přiřazen vlastnímu stádu, není možné analyzovat oblíbenost určitého automatu proto je analyzována jen oblíbenost četnosti návštěv u dojnic v tabulce č. 8.

Analýze preference návštěv – dojení Z tabulky č.8 vyplývá cca 1/2 stavu dojnici volí počet dojení v automatu 2 krát denně. V této skupině se nadojí největší produkcí mléka s průměrnou dojivostí na dojnici u automatu 101 je dojivost 23,9 kg a u automatu 102 je dojivost 21,5 kg. Zbývá 1/4 dojnic volí počet denního dojení 3 krát denně při průměrné dojivost u automatu 101 je dojivost 28,3 kg a u automatu 102 je dojivost 26 kg. Ve zbylé skupině je dojnic preferuje dojení 1 denně při průměrné denní dojivosti okolo 14 kg na dojnic. Ojedinele se vyskytuje dojení 5 až 6 krát denně, v této skupině jsou

Tab. 8: Preference návštěv – dojení – Strolený/24h

Automat	Počet dojení denně	Velikost skupiny [kus]	Produkce skupiny [kg]	Prům. dojivost [kg]
101	2	32	765,2	23,9
101	3	15	425,1	28,3
101	1	10	138,7	13,9
101	4	3	124,5	41,5
101	5	1	13,6	13,6
102	2	29	624,9	21,5
102	3	21	545,5	26,0
102	1	5	70,5	14,1
102	4	4	116,8	29,2
102	6	1	16,0	16,0

zahrnutý dojnice které produkují vysoký počet problematických dojení.

Denní četnost dílčího dojení průměrné dojnice v automatu 101 platí 2.23 a podobně v automatu 102 platí 2.47.

7.3 Časy dojení – Materiál a Metody

Proces dojení probíhá v následujícím chronologickém postupu. Pokud dojnice má úmysl vstoupit do automatu, postaví se před vstupní branku. Zde automat identifikuje dojnici přečtením dat z transpondéru na jejím obojku a rozhodne o tom zda má být vpuštěna bez dojení nebo podojena a současně je rozhodnuto příkrmu. Dojnice je autem podojena pokud uplynul individuálně nastavený interval aby proběhla regenerace struku po dojení a vytvořila se dostatečně velká zásoba mléka. Před uplynutím tohoto intervalu je dojnice vpuštěna do automatu bez dojení pokud svůj pokus o vstupu do automatu několikrát opakuje (Štrébl, 2019), (Anonym-3, 2019).

Časy dojení jsou zkoumány jako popisné statistiky (dolní kvartil, medián, horní kvartil, průměrná hodnota, směrodatná odchylka) celkové dojení jsou zobrazeny ve formě krabicového grafu. Dolní a horní hradby představují 1,5 násobek IRQ. Data pocházejí z obslužného software T4C. Legenda k obrázkům, tabulkám a grafům je v tabulce č. 53.

Doba nasazení strukového nástavce. Pokud má být dojnice pojena dojde nejprve k očištění struků rotačním kartáčem, je to součást hygieny, též synergickým efektem dochází k hormonální stimulaci mléčné žlázy. Výhoda tohoto způsobu čištění spočívá v tom, že na rozdíl od vakuových systémů nedochází ke ztrátám mléka a je současně snižené riziko přenosu bakteriální kontaminace. Strukové nástavce jsou během čištění chráněny před znečištěním. Po té následuje nasazení strukových nástavců, nasazování nástavců začíná nejprve u statisticky nejpomalejší čtvrti. Pokud je struk skopnut, je okamžitě odpojen a pomocí lanka upevněn v nosiči, tak aby nedošlo k dalšímu znečištění a znovu nasazen (Štrébl, 2019), (Anonym-3, 2019). V této práci není vzhledem k

dostupnosti dat zkoumána doba nasazení strukového nástavce.

Doba rozdojení. Po nasazení strukového nástavce dochází k oddělení prvních oddojků a rozdojování. Mléko se oddojuje se tak dlouho, dokud se neoddělí 9 ml odpadního mléka. Terminologicky je doba od nasazení strukového nástavce do oddojení 9 ml chápáno jako doba rozdojování. Způsob oddojení založený na objemu zamezuje ztrátám mléka, kterým by došlo při oddojování založeným na měření časového úseku. Nejprve se nasazuje čtvrt' která na základě předchozího statistického vyšetření vykazuje nejdelší čas dojení (Štrébl, 2019). Struky by měli být nasazeny do 2 minut od přerušení stimulace vemene. Podle obrázku 1 příliš dlouhý interval mezi stimulací vemene a nasazením strukových nástavců má za následek pomalejší náběh maximálního průtoku mléka a integrálně menší množství mléka. Rozdojování slouží k oddojení prvního zpravidla bakteriálně kontaminovaného mléka, současně se pokračuje ve stimulaci vemene (Štrébl, 2019), (Anonym-3, 2019).

Doba dojení. Po rozdojení jsou již nasazené strukové nástavce použity k hlavnímu dojení. Nepřesazování strukových nástavců mezi dojením a rozdojováním přispívá ke zlepšení mikrobiální čistotě. Terminologicky je doba od konce rozdojení do konce dojení chápána jako doba dojení. Doba dojení je ukončena odpojením strukových nástavců. Automat rozlišuje 3 algoritmy výpočtu doby pro ukončení dojení, každé dojnicí je přidělen jeden z těchto algoritmů v závislosti na tom jak snadno se dojí a výskytu zvýšené vodivosti mléka indikující možný zdravotní problém (Štrébl, 2019), (Anonym-3, 2019).

Celková doba dojení. Celková doba dojení byla vypočítána jako maximum součtu příslušné doby dojení a rozdojení jednotlivých čtvrtí, tj:

$$\text{Celková doba dojení} = \max(\text{čas_dojení_LP} + \text{čas_rozdojení_LP}, \\ \text{čas_dojení_PP} + \text{čas_rozdojení_PP}, \\ \dots)$$

7.3.1 Doba rozdojení – Stupka

Na obrázku č. 11 a tubulce č. 9 jsou zobrazeny časy časy rozdojování pro jednotlivé struky. Data jsou seřazena tak aby bylo možno porovnat jednotlivé automaty. Pro automat 101 – A3 bylo zpracováno 121 měření a pro automat 102 – A3 Next bylo zpracováno 131 měření v intervalu 24 h.

Analýza doby rozdojování. Vážený aritmetický průměr doby rozdojování je 16,5 s na jeden struk. Doba rozdojování je poměrně vyrovnaná. Medián se pohybuje v rozmezí 11–12 s, avšak poněkud delší dobu rozdojení vykazuje levý zadní struk, medián 15 s pro automat 101 a je 27 s pro automat 102. Delší doba rozdojení může být hypoteticky způsobena tím, že doba mezi prvním drážděním vemene při toaletě vemena a nasazením struku ještě není dostatečná pro plné působení oxytocinu.

Za odlehle hodnoty se v krabicovém grafu popisných statistik považují časy delší nebo kratší než 1,5 * IRQ. Z krabicového grafu doby rozdojování (obrázek č. 11) je patrné velké množství odlehle hodnot. Hustota rozložení dat je mírně pravostranně sešikmena. Dolní okrajové body na krabicového grafu (obrázek 11) náleží dojnicí č. 40 která má nefunkční pravý přední struk spolu dojnicí č. 113 která má nefunkční pravý zadní struk. Dojnice č. 119 a č. 47 s e v jednom případě nespustilo dojení nebo nebyli nale-

Tab. 9: Doba rozdojování – Stupka

Automat	Min [s]	Dolní kvartil [s]	Medián [s]	Horní kvartil [s]	Max	Aritmetický průměr [s]	Standardní odchylka [s]
101 - PP.CR	0	10	11	14	72	15	11,6
102 - PP.CR	0	10	11	14,5	37	13,3	5,5
101 - PZ.CR	0	10	12	15	146	17,3	19,7
102 - PZ.CR	0	10	12	16	46	14,9	8,4
101 - LP.CR	0	10	12	17	48	15,1	8,4
102 - LP.CR	0	10	11	16	38	13,3	6,7
101 - LZ.CR	0	11	15	19	61	16,5	8,9
102 - LZ.CR	0	18	27	34	67	26,3	12,3

Tab. 10: Odlehle hodnoty doba rozdojování – Stupka

Počet odlehlých hodnot	Číslo dojnice
11	133
7 - 8	23, 82
4 - 6	83, 134, 113, 110, 60, 24,
2 - 3	28, 38, 40, 43, 70, 119, 6, 9, 47, 106, 120, 129
1	8, 22, 29, 34, 42, 52, 55, 65, 67, 84, 98, 99, 105, 108, 125, 127, 139, 140

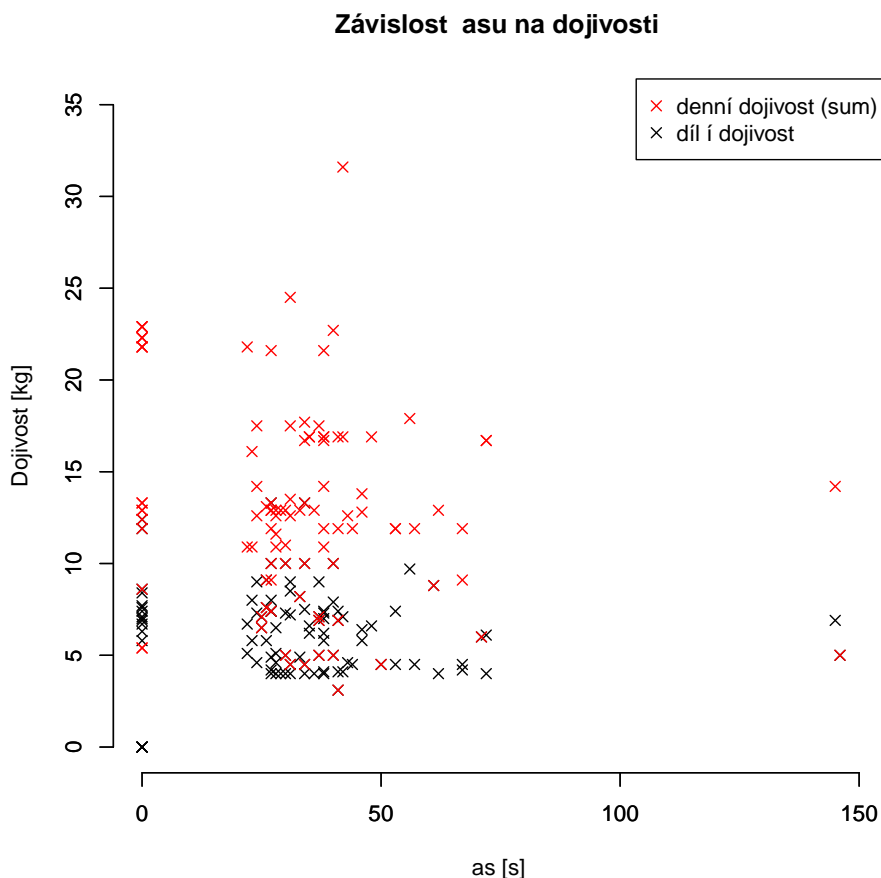
Tab. 11: Odlehle hodnoty doba rozdojování dle významu – Stupka

Odlehle hodnoty podle délky času [s]	Číslo dojnice
$(X > 50) \text{ AND } (X \leq 70)$	23, 65, 67, 133
$(X > 70) \text{ AND } (X \leq 90)$	110, 106
$X > 90$	129, 134

zeny struky, vzhledem k četnosti výskytu této chyby považuji tyto události jako nevýznamné. Přehled horních okrajových bodů je v tabulce č. 10. Dojnice č. 133 vykázala extrémních 11 měření v odlehlých hodnotách. Dojnice č. 23 a 82 vykázala 7 až 8 měření v odlehlých hodnotách. Významné odlehle hodnoty v dělení dle velikosti jsou vypsány v tabulce č. 11. Dojnice č. 129 a č. 134 mají v alespoň jednom měření dobu rozdojování delší než 90 s. O něco kratší dobu, ale delší než 70 s vykazují č. 110 a č. 106.

Závislost dojivosti na době rozdojování. Na obrázku č. 9 je zobrazena závislost dojivosti na odlehlých hodnotách doby rozdojování. Jsou zobrazena data za 24 h. Černou barvou je zobrazena dílčí dojivost dojnice (pokud je v odlehlých hodnotách) a kolmo tímto bodem najdeme červený bod představující celkovou dojivost této dojnice sumárně za 24h. Tj. pokud je stejná dojnice v odlehlých hodnotách vícekrát jsou její červené body (denní dojivost) na stejné úrovni.

Obr. 9: Odlehlé hodnoty doba rozdojování versus dojivost – Stupka – zobrazeny jen odlehlé hodnoty Stupka



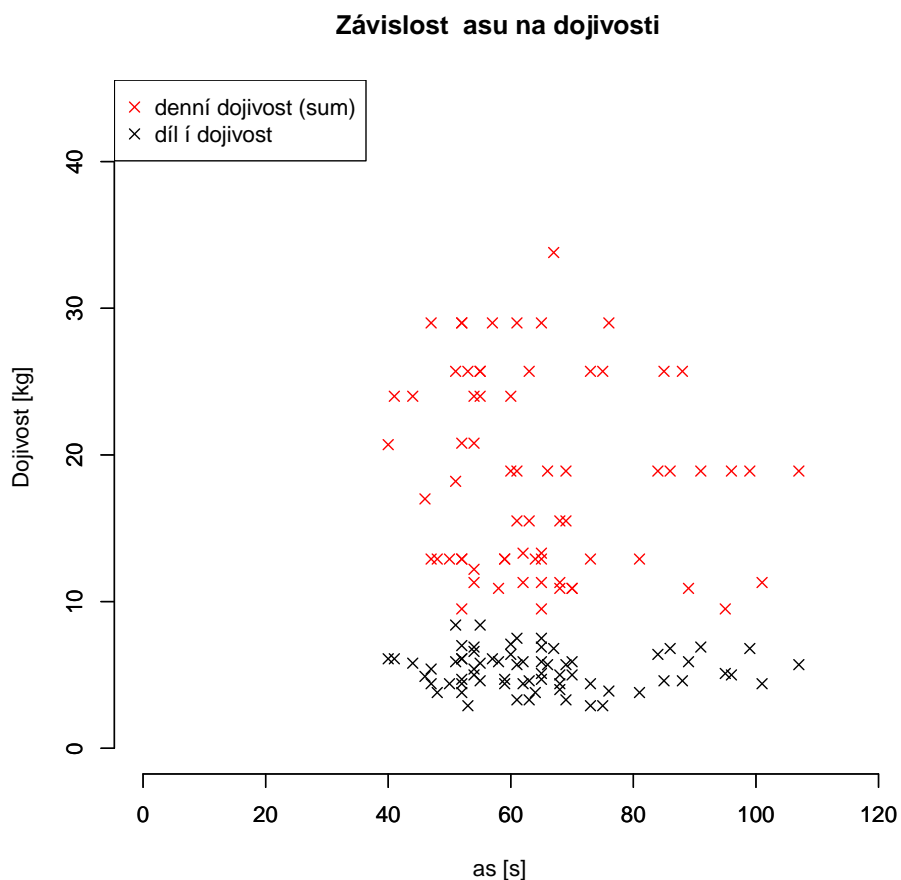
7.3.2 Doba rozdojení – Mačl

Popisné statistiky doby rozdojení jsou v tabulce č. 12 a obrázku č. 12. Data použita k analýze obsahují 186 měření v průběhu 24h.

Analýza doby rozdojování. Aritmetický průměr doby rozdojování je 23,2 s, medián se pro jednotlivé struky pohybuje v rozmezí od 17 s do 19 s. Doba rozdojování i rozptyl hodnot je pro všechny struky poměrně vyrovnaný. Data všech struků jsou pravostranně sešikmena, vykazují velké množství odlehlých hodnot. Tabulka 13 zobrazuje frekvenci výskytu příslušné dojnice v odlehlých hodnotách. Dojnice č. 18 se vyskytuje v odlehlých hodnotách 11 krát. A dojnice č. 12, 40, 50 se vyskytují 7 až 9 krát. Tabulka č. 15 zobrazuje odlehlé hodnoty rozdělené podle délky času strávené rozdojováním. Dojnice č. 8, 27, 50, 79 strávily rozdojováním více než 90 s. V intervalu 70 až 90 s strávily rozdojováním dojnice s čísly 12, 18, 40, 46, 50.

Závislost dojivosti na době rozdojování. Závislost na dojivosti na odlehlých hodnotách doby rozdojování je na obrázku č. 10. Dojivost není příliš ovlivněna dobou rozdojování, regresní rovnice vzhledem k nízkému koeficientu determinace není uvedena.

Obr. 10: Odlehlé hodnoty, závislost dojivosti na době rozdojování – Mačl



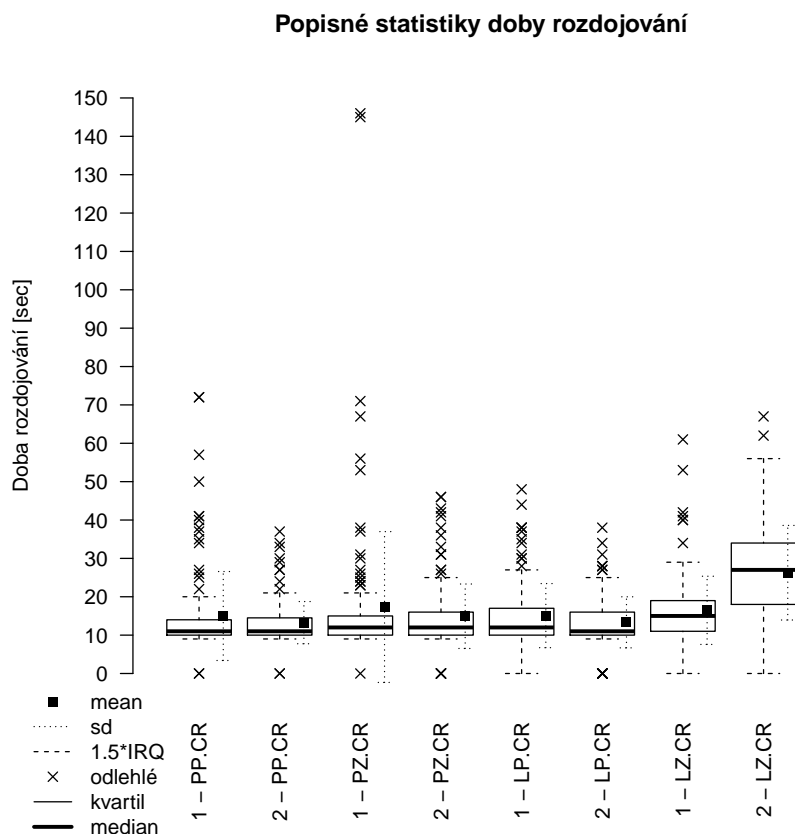
Tab. 12: Doba rozdojení – Mačl

Struk	Min [s]	Dolní kvartil [s]	Medián [s]	Horní kvartil [s]	Max [s]	Aritmetický průměr [s]	Standardní odchylka [s]	Počet měření
PP.CR	0	14	17,5	26	89	22,5	14,8	186
PZ.CR	0	13	18	28	99	23,7	17	186
LP.CR	0	14	19	24	107	23,1	17	186
LZ.CR	0	13	17	29	96	23,6	17,2	186

Tab. 13: Odlehlé hodnoty doba rozdojování – Mačl

Počet odlehlých hodnot	Číslo dojnice
11	18
7 - 9	12, 40, 50
4 - 6	41, 46, 48, 79
2 - 3	2, 8, 14, 27
1	6, 11, 20, 49, 74

Obr. 11: Doba rozdojování – Stupka



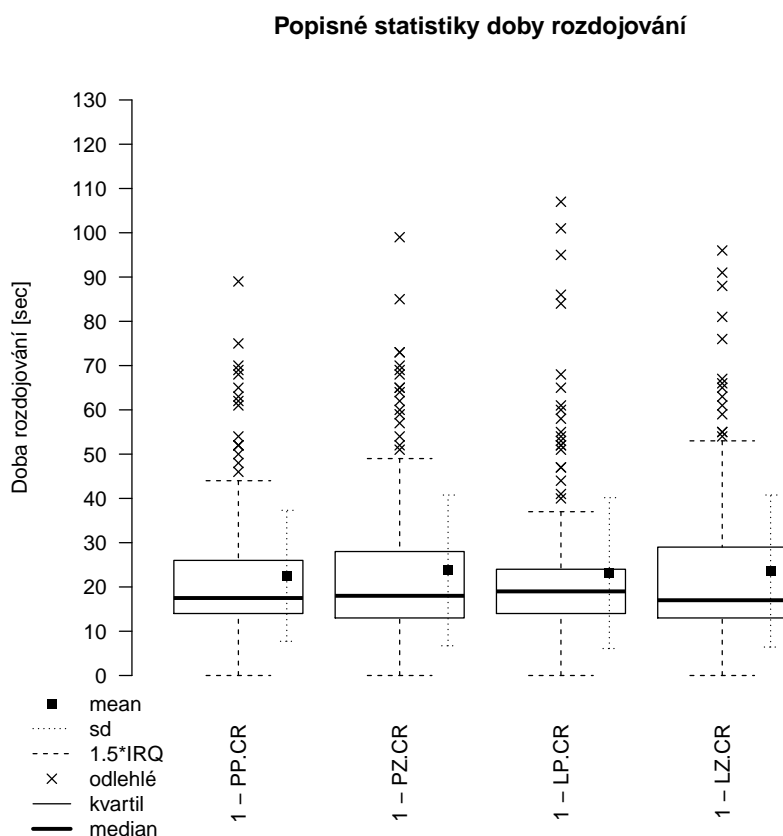
Tab. 14: Doba rozdojení – Strolený

Automat struk	Min [s]	Dolní kvartil [s]	Medián [s]	Horní kvartil [s]	Max	Aritmetický průměr [s]	Standardní odchylka [s]	Počet měření
1 - PP.CR	0	10	13	16	32	13,2	5,4	136
2 - PP.CR	0	10	12	14	31	12,1	5,1	148
1 - PZ.CR	0	11	14	17	48	15	7,1	136
2 - PZ.CR	0	11	12	17	54	15,1	7	148
1 - LP.CR	0	10	11	14,5	37	12,3	5,5	136
2 - LP.CR	0	10	11	14	27	12,1	4,9	148
1 - LZ.CR	0	10	12	16	27	13,4	5,4	136
2 - LZ.CR	0	10	12	16	43	14	7,8	148

7.3.3 Doba rozdojení – Strolený

Popisné statistiky doby rozdojení jsou uvedeny v tabulce č. 14, data jsou doplněné krabicovým grafem na obrázku č. 13. Pro automat 101 bylo provedeno 136 měření a pro automat 102 bylo provedeno 148 měření v intervalu 24h.

Obr. 12: Doba rozdojování – Mačl



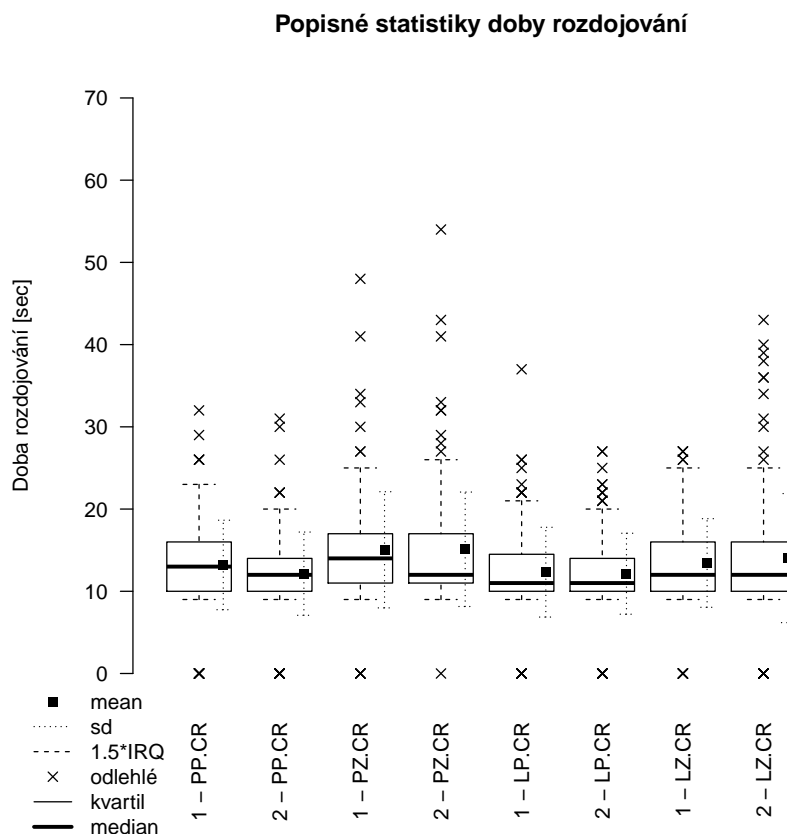
Tab. 15: Odlehlé hodnoty doba rozdojování dle významu – Mačl

Odlehlé hodnoty podle délky času [s]	Číslo dojnice
$(X > 50) \text{ AND } (X \leq 70)$	2, 11, 12, 14, 18, 27, 40, 41, 46, 48, 49, 50, 74, 79
$(X > 70) \text{ AND } (X \leq 90)$	12, 18, 40, 46, 50
$X > 90$	8, 27, 50, 79

Analýza doby rozdojení. Vážený aritmetický průměr doby rozdojení je 13,43 s, medián se pro jednotlivé struky pohybuje v rozsahu 11 s až 14 s. Nejrychleji je u obou automatů rozdojen levý přední struk, nicméně průměrné hodnoty dat jsou poměrně vyrovnaná. Zadní struky vykazují větší rozptyl. Data jsou pro všechna měření kladně sešikmená.

Doba rozdojení vykazuje velké množství odlehlých hodnot: Dolní odlehlé hodnoty patří dojnicím č.: 4, 12, 14, 36, 45, 51, 54, 56, 64, 77, 107, 108, 125, 129. Z toho dojnice č. 51, 125, 56 je zaznamenána v nestandardních stavech pod událostí automatické zastavení robota. Dojnice č. 12, 108, 129 jsou uvedeny v nestandardních stavech pod událostí pokusy o připojení struků. Dojnice č. 64 zaznamenala překročení času rozdojení. Počet horních odlehlých hodnot doby rozdojení je uveden v tabulce č. 16. Dojnice č. 2 a 113 vykázaly 6 a 7 odlehlých hodnot. Rozdělení horních odlehlých hodnot podle významu je uvedeno v tabulce č. 17. Vyniká dojnice č. 75 která vykázala čas rozdojení

Obr. 13: Doba rozdojování – Strolený



Tab. 16: Horní odlehlé hodnoty doba rozdojování – Strolený

Počet odlehlých hodnot	Číslo dojnice
6 – 7	2, 113
4 – 5	28, 58, 75, 130,
2 – 3	48, 53, 59, 70, 91, 101, 140, 144
1	9, 14, 21, 25, 31, 41, 42, 45, 54, 56, 63, 67, 82, 85, 94, 104, 123, 150, 155

delší než 50 s. Následují jí dojnice č. 14, 21, 48, 54, 144 s časem rozdojení větším než 40s.

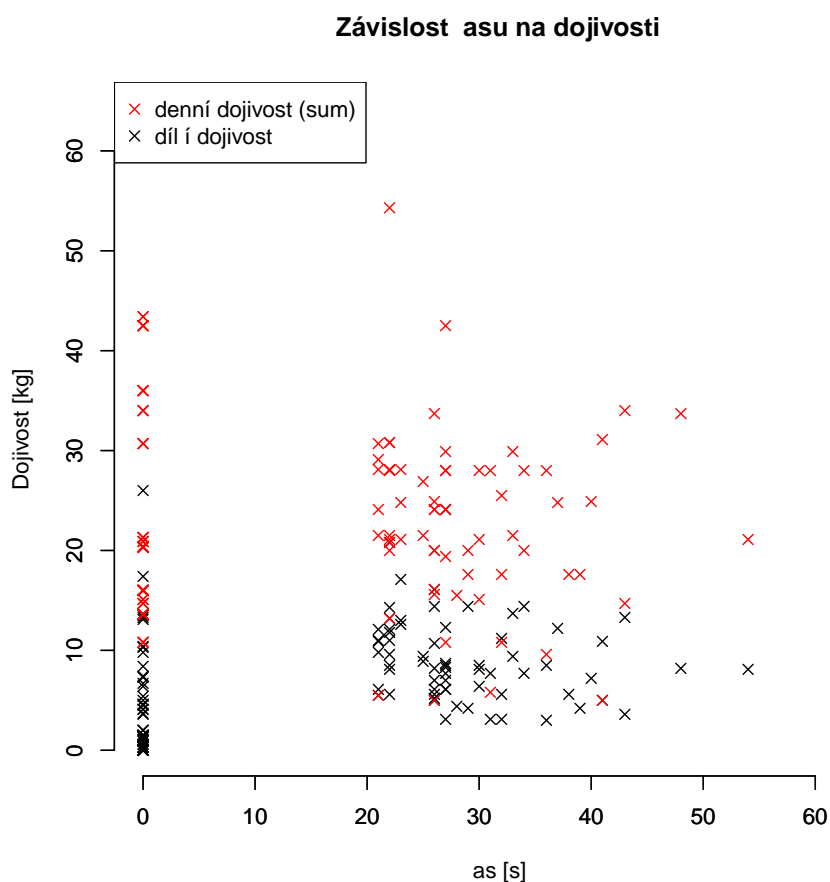
Závislost dojivosti na době rozdojování Závislost dojivosti na odlehlých hodnotách doby rozdojování jsou na obrázku č. 14. Dojivost velmi mírně klesá s rostoucí dobu rozdojení, Vzhledem k vysokému rozptylu hodnot není model příliš reprezentativní, nicméně trend lze přibližně namodelovat podle regresní rovnice:

$$y = 10,3 - 1,61 \cdot 10^{-2}x; R^2 = 7 \cdot 10^{-4}$$

Tab. 17: Horní odlehlé hodnoty doba rozdojování podle významu – Strolený

Odlehlé hodnoty podle délky času [s]	Číslo dojnice
$(X > 30) \text{ AND } (X \leq 40)$	2, 28, 31, 53, 58, 70, 82, 101, 123, 130, 140
$(X > 40) \text{ AND } (X \leq 50)$	14, 21, 48, 54, 144
$X > 50$	75

Obr. 14: Odlehlé hodnoty, závislost dojivosti na době rozdojování – Strolený



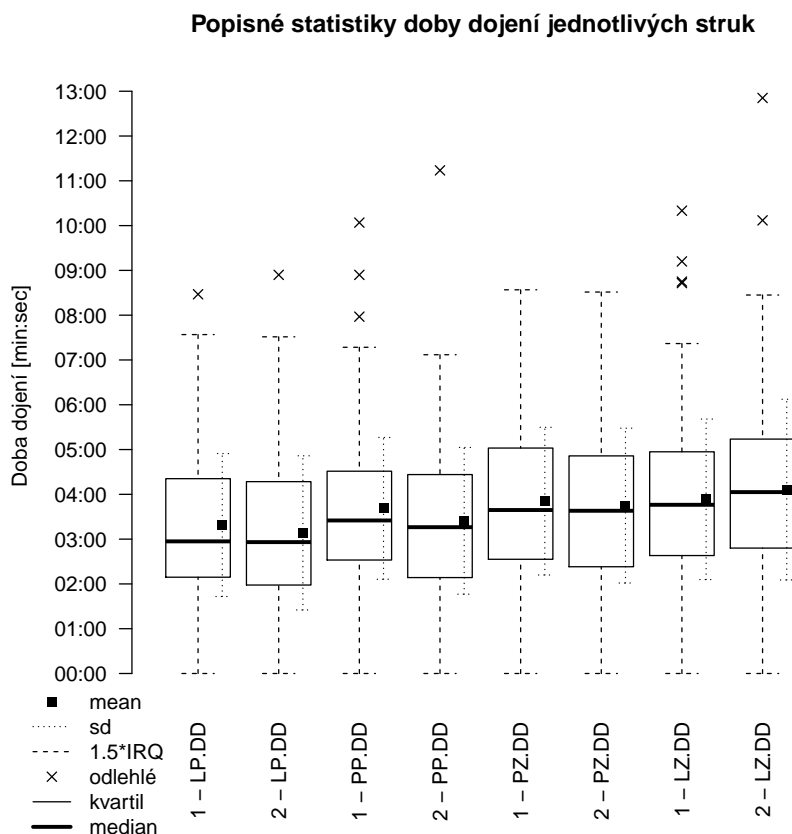
7.3.4 Doba dojení – Stupka

Doba dojení je čas od konce rozdojování do konce dojení. Tabulka č. 18 a obrázek č. 15 zobrazují popisné statistiky doby dojení. Bylo zpracováno 121 měření a pro automat 102 – A3 Next bylo zpracováno 131 měření v intervalu 24 h.

Analýza doby dojení Celkový vážený aritmetický průměr doby dojení je 218,5 s [3:39] na jeden struk. Pro automat 101 je průměr 221,1s, [3:41] a pro automat 102 je průměr 216 s, [3:39]. Pro automat 101 – A3 bylo

Z krabicového grafu na obrázku č. 15 tabulky č. 18 je zřejmé že, doba dojení předních čtvrtí vemene je kratší než doba dojení ze zadních čtvrtí vemene. Tento fenomén dobře koreluje se s tím že zadní čtvrtě mají obecně větší objem a zásobu mléka a proto při

Obr. 15: Stupka



Tab. 18: Popisné statistiky doby dojení – Stupka

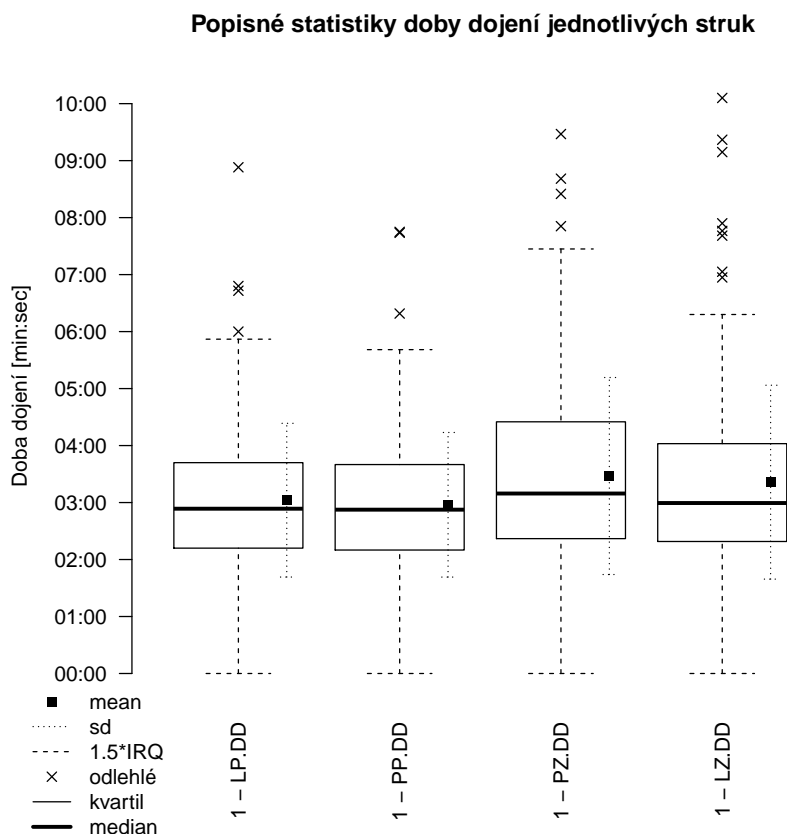
Automat	Min [*]	Dolní kvartil [*]	Medián [*]	Horní kvartil [*]	Max [*]	Aritmetický průměr [*]	Standardní odchylka [*]
101 - LP.DD	0:0	2:9	2:57	4:21	8:28	3:18.9	1:35.7
102 - LP.DD	0:0	1:58.5	2:56	4:17	8:54	3:8.4	1:43.3
101 - PP.DD	0:0	2:32	3:25	4:31	10:4	3:41.2	1:35
102 - PP.DD	0:0	2:8.5	3:16	4:26.5	11:14	3:24.5	1:38.3
101 - PZ.DD	0:0	2:33	3:39	5:2	8:34	3:50.9	1:38.9
102 - PZ.DD	0:0	2:23	3:38	4:51.5	8:31	3:44.9	1:43.7
101 - LZ.DD	0:0	2:38	3:46	4:57	10:20	3:53.3	1:47.5
102 - LZ.DD	0:0	2:48	4:3	5:14	12:51	4:6.3	2:1

* formát = min:sec, zaokrouhлено na desetiny sekund, použita desetinná tečka

stejném nastavení parametrů dojení (podtlak, pulzace) musí být doba dojení z nich delší. Současně je zřejmé, že automat vyhodnocuje dobu dojení pro každý struk odděleně. Zadní čtvrtě se u automatu 101 dojí průměrně o 23,8 s déle. Zadní čtvrtě se u automatu 102 dojí průměrně o 35,8s déle.

Odlehlé hodnoty doby (tabulka č. 19) dojení patří dojnicím č. 83, 24, 40, 23, 134.

Obr. 16: Mačl



Tab. 19: Výčet dojnic, odlehlé hodnoty doba dojení – Stupka

Dojnice*	83	24	40	23	134
Počet okrajových bodu	5	3	2	1	1

* Červeně jsou vyznačeny dojnice které jsou též outline u doby rozdojování.

Dojivost v závislosti na době dojení přibližně stoupá podle přímky o regresní rovnice

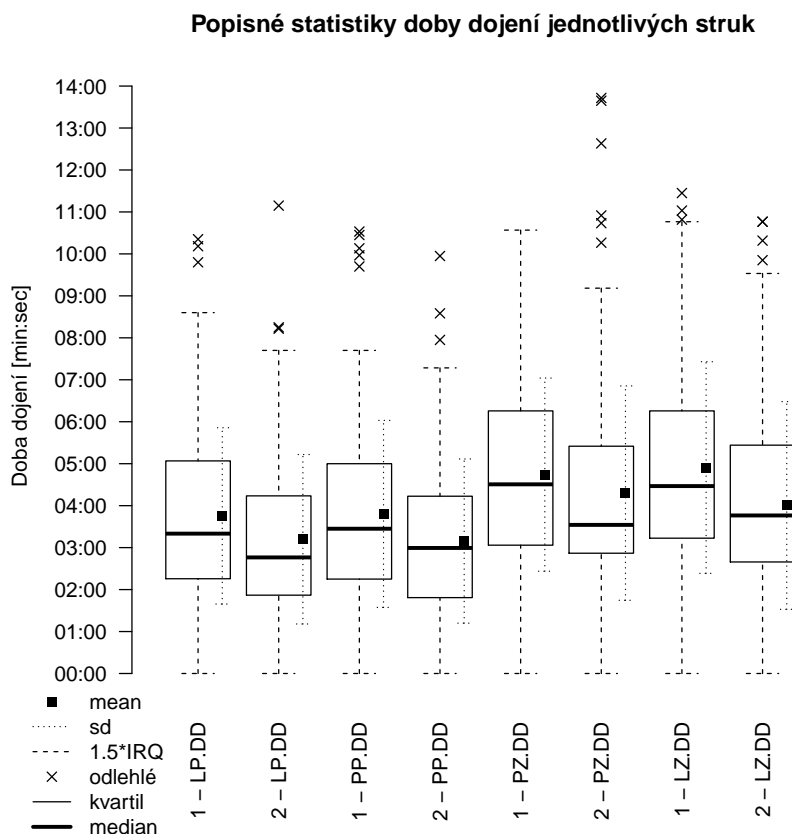
$$y = 4,8 + 8,491 \cdot 10^{-3} \cdot x; R^2 = 0,18$$

Závislost dojivosti na době dojení Proběh dojivosti v závislosti na čase dojení je na obrázku č.18. Byla použita data z intervalu 24 h pro oba automaty. Červeně je zobrazena celková dojivost za 24 h příslušné dojnice nad bodem výskytu proměnlivé dílčí dojivosti. Celková dojivost pro každý záznam dílčí dojivosti zůstává stejná. Černou barvou je zobrazena dílčí dojivost k aktuálnímu času dojení. Jedna dojnice můžou mít více záznamů.

7.3.5 Doba dojení – Mačl

Popisné statistiky doby dojení jsou v tabulce č. 21 a obrázku č. 16. Data použita v analýze obsahují 186 měření v průběhu 24 h.

Obr. 17: Strožený



Tab. 20: Výčet dojnic, odlehlé hodnoty doba dojení – Mačl

Dojnice	2	9	12	27	47	50
Počet odlehlých hodnot	1	1	2	5	2	8

Analýza doby dojení Aritmetický průměr doby dojení 192,4 s [3:12]. Medián se pohyboval od 184 sekund do 190 sekund. Délka dojení zadních čtvrtí je delší (cca o 24,6 s) než délka dojení předních čtvrtí. Čas dojení předních čtvrtí je poměrně vyrovnaní. Pravá zadní čtvrt' měla větší IRQ a zároveň nejvyšší medián (189,5 s) i průměr (207,9 s).

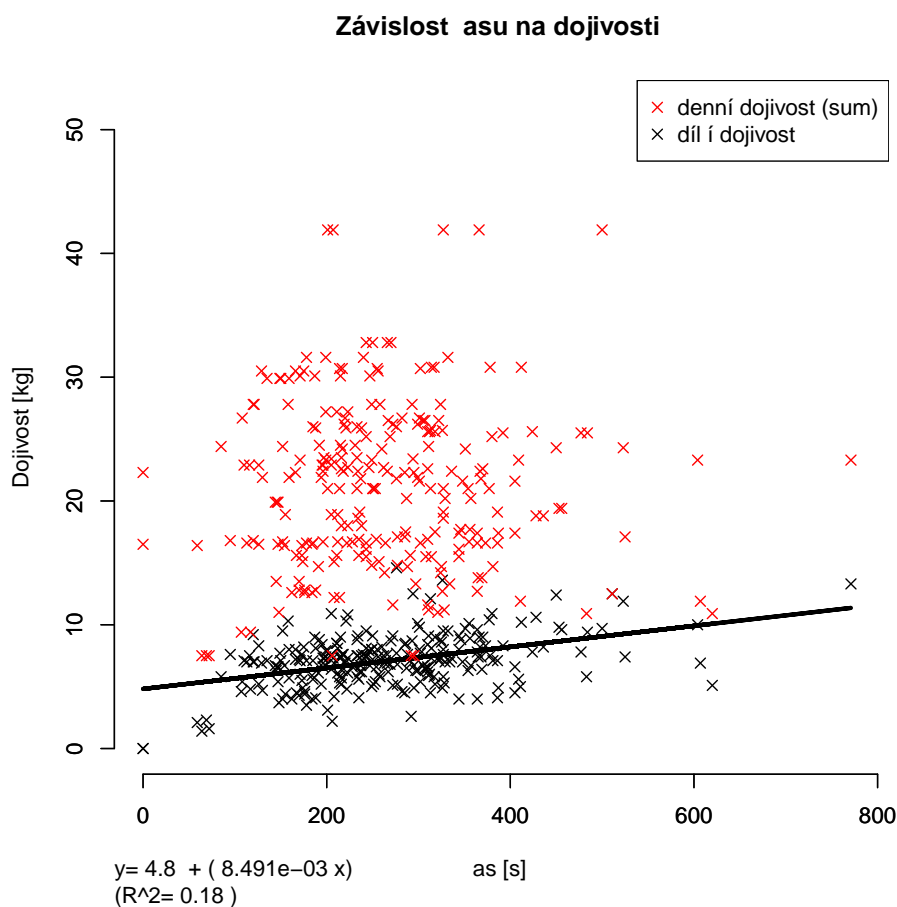
Odlehlé hodnoty patří dojnicím č. 2, 9, 12, 27, 47, 50. Výskyt odlehlých hodnot je v tabulce č. 20. Dojnice č. 50 se v odlehlých hodnotách vyskytuje osmkrát. Dojnice č. 27 pětkrát. Ostatní dojnice v odlehlých bodech mají jeden až dva výskyty.

Dojivost v závislosti na době dojení přibližně stoupá podle přímky o regresní rovnici:

$$y = 4 + 8,571 \cdot 10^{-3} \cdot x; R^2 = 0,2$$

Proběh dojivosti v závislosti na čase dojení je na obrázku č. 19. Byla použita data z intervalu 24 h. Červeně je zobrazena celková dojivost za 24 h příslušné dojnice nad bodem výskytu proměnlivé dílčí dojivosti. Celková dojivost pro každý záznam dílčí dojivosti zůstává stejná. Černou barvou je zobrazena dílčí dojivost k aktuálnímu času

Obr. 18: Závislost dílčí dojivosti na čase – Stupka



Tab. 21: Doba dojení – Mačl

Automat	Min [*]	Dolní kvartil [*]	Medián	Horní kvartil [*]	Max [*]	Arit. průměr [*]	Stand. odchylka [*]	Počet měření
LP.DD	0:0	2:12	2:53.5	3:42	8:53	3:2.5	1:20.9	186
PP.DD	0:0	2:10	2:52.5	3:40	7:45	2:57.6	1:16.1	186
PZ.DD	0:0	2:22	3:9.5	4:25	9:28	3:27.9	1:43.7	186
LZ.DD	0:0	2:19	2:59.5	4:2	10:6	3:21.4	1:42.1	186

* formát = min:sec, zaokrouhloeno na desetiny sekund, použita desetinná tečka

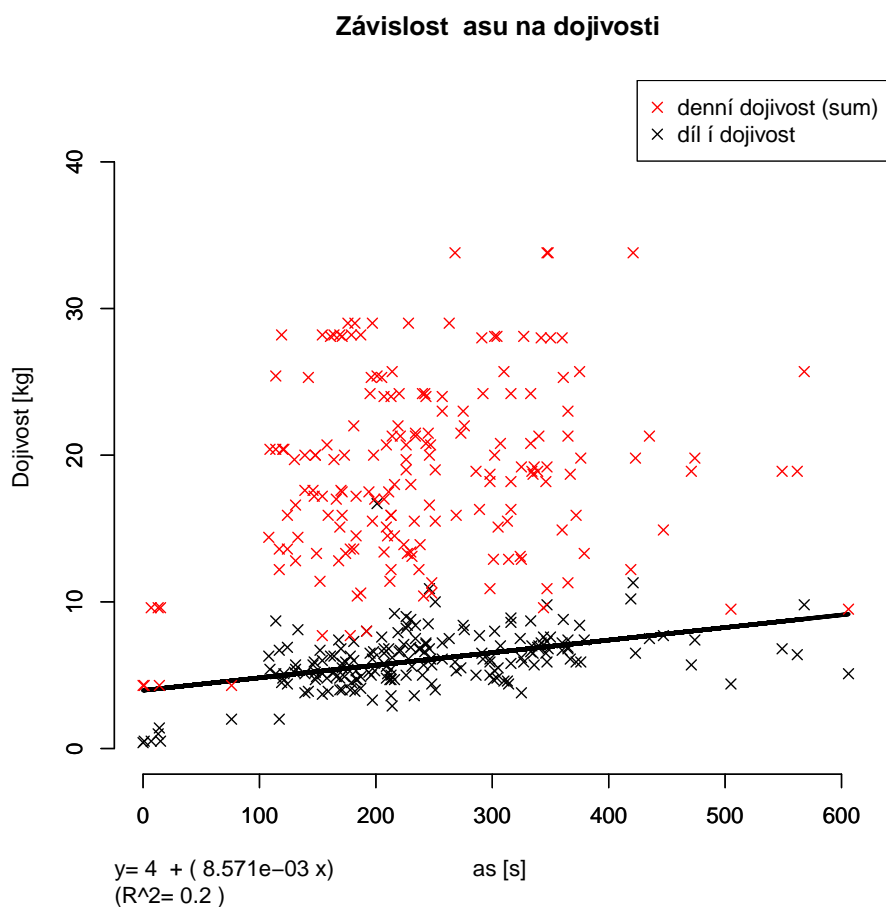
dojení. Dojnice můžou mít více záznamů.

7.3.6 Doba dojení – Strolený

Popisné statistiky doby dojení jsou uvedeny v tabulce č. 22, data jsou doplněny o krabicové grafy na obrázku č. 17. Pro automat 101 bylo provedeno 136 měření a pro automat 102 bylo provedeno 148 měření v intervalu 24h.

Analýza doby dojení Celkový vážený aritmetický průměr doby dojení je 238,19 s

Obr. 19: Závislost dílčí dojivosti na čase – Mačl



[3:58] na jeden struk. Pro automat 101 je průměr 258,11 s, [4:14] a pro automat 102 je průměr 219,89 s, [3:58]. přední struky se dojí v průměru o 60,6 s rychleji než zadní struky.

Horní odlehlé body doby dojení (obrázek č. 17) patří následujícím dojnícím: č. 10, 36, 42, 45, 51, 58, 59, 63, 67, 71, 82, 124, 130, 150, 151. Vyniká dojnice č 150 z 5 odlehlými body.

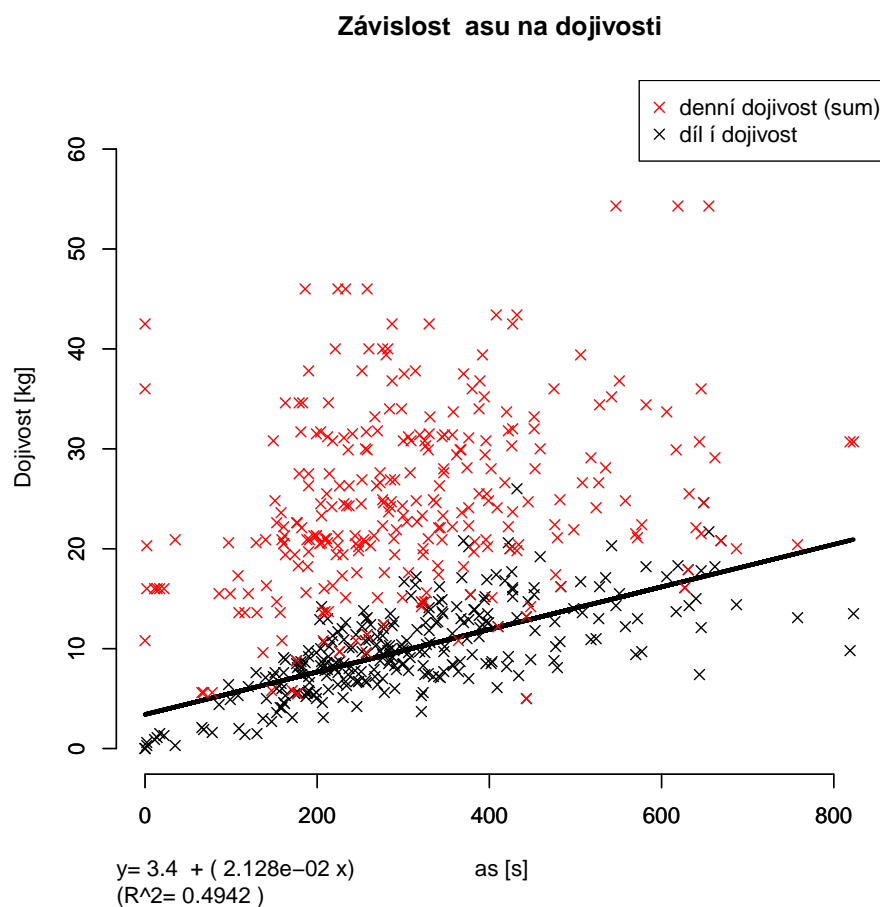
Závislost dílčí dojivosti na čase dojení (tj. čas od konce rozdojení do konce dojení) lze odhadnout podle modelu regresní rovnice $y = 3,4 + 2,128 \cdot 10^{-2} \cdot x$, $R^2 = 0,49$. Závislost je vyobrazena na obrázku č. 20.

7.3.7 Celková doba dojení – Stupka

Celková doba dojení je vyčíslena v tabulce č. 23 doplněné krabicovým grafem na obrázku č. 44. Celková doba se skládá z doby rozdojování obrázek č. 11 a doby dojení č. 15.

Analýza celkové doby dojení

Obr. 20: Závislost dílčí dojivosti na čase – Strožený



Tab. 22: Doba dojení – Strožený .

Automat	Min [*]	Dolní kvartil [*]	Medián [*]	Horní kvartil [*]	Max [*]	Arit. průměr [*]	Stand. odchylka [*]	Počet měření
1 - LP.DD	0:0	2:15.5	3:20	5:4	10:21	3:45.4	2:6.1	136
2 - LP.DD	0:0	1:52	2:46	4:14	11:9	3:12	2:1.2	148
1 - PP.DD	0:0	2:15	3:27	5:0	10:32	3:48.2	2:13.7	136
2 - PP.DD	0:0	1:48.5	2:59.5	4:13.5	9:57	3:9.4	1:57.4	148
1 - PZ.DD	0:0	3:3.5	4:30.5	6:15.5	10:34	4:44.4	2:18.1	136
2 - PZ.DD	0:0	2:52	3:32.5	5:25	13:43	4:18	2:33.3	148
1 - LZ.DD	0:0	3:13.5	4:28	6:15.5	11:27	4:54.5	2:31.3	136
2 - LZ.DD	0:0	2:39.5	3:46	5:26.5	10:46	4:0.3	2:28.5	148

* formát = min:sec, zaokrouhloeno na desetiny sekund, použita desetinná tečka

Celková doba dojení závisí na dojivosti navštívených dojnic. S větší dojivostí (osa y) stoupá doba dojení (osa x). Regresní přímka (data z intervalu 24 h) má rovnici:

$$y = 4,9 + 7,462 \cdot 10^{-3} \cdot x; R^2 = 0,15$$

Automat 102 vykazuje v mediánu o 21 s (průměr o 11,2 s) delší pobyt dojnic při dojení.

Tab. 23: Popisné statistiky pro celkovou dobu dojení – Stupka

Automat	Min [*]	Dolní kvartil [*]	Medián [*]	Horní kvartil [*]	Max [*]	Arit. průměr [*]	Stand. odchylka [*]	Počet měření
101	0:0	3:29	4:19	5:30	10:38	4:37,5	1:47,6	121
102	0:0	3:28,5	4:40	5:52,5	13:37	4:48,7	1:57,6	131

* formát = min:sec, zaokrouhлено na desetiny sekund

Tab. 24: Popisné statistiky pro celkovou dobu dojení – Mačl

Automat	Min [*]	Dolní kvartil [*]	Medián [*]	Horní kvartil [*]	Max [*]	Arit. průměr [*]	Stand. odchylka [*]	Počet měření
101	0:0	3:12	4:8,5	5:46	10:48	4:28,1	1:53,1	186

* formát = min:sec, zaokrouhлено na desetiny sekund

Vážený aritmetický průměr doby dojení je 283,4 s [4:43].

Spodní odlehlé hodnoty náleží dojnici 119 u které neproběhlo dojení ačkoliv expertní systém nezaznamenal žádnou vadu. U této dojnice neproběhlo dojení, tato dojnice byla o několik minut dříve podojena druhým automatem a dojení nebylo povoleno. Software mimořádně zaznamenal jen průchod automatem.

Horní odlehlé hodnoty (obrázek č. 44) náleží následujícím dojnícím: automat 101 - č. 21, 23, 24, 40, 134, 83; automat 102 – č. 83, 134.

7.3.8 Celková doba dojení – Mačl

Popisné statistiky doby dojení jsou v tabulce č. 24 a obrázku č. 45. Celkový čas se skládá z doby rozdojování obrázek č. 12 a doby dojení obrázek č. 16.

Analýza celkové doby dojení Celková doba dojení závisí na doživosti navštívených dojnic. S větší doživostí (osa y) stoupá doba dojení (osa x). Regresní přímka (data z intervalu 24h) má rovnici:

$$y = 4,1 + 7,266 \cdot 10^{-3} \cdot x; R^2 = 0,17$$

Horní odlehlé hodnoty náleží (obrázek č. 45) dojnícím č. 50, 27, 12.

7.3.9 Celková doba dojení – Strolený

Celková doba dojení je zobrazena krabicovým grafem na obrázku č. 46 a je doplněna tabulkou č. 25 s popisnými statistikami doby dojení.

Analýza celkové doby dojení Automat 101 vykazuje delší dobu dojení (tabulka č. 25) v průměru 346 s [5:46] v medánu 335 s [5:36]. Automat 102 vykazuje kratší dobu dojení v průměru 306.1 s [5:06] v mediánu 286 s [4:45].

Horní odlehlé hodnoty (obrázek č. 46) náleží u automatu č. 36, 45, 58, 63, 150.

Tab. 25: Celková doba dojení – Strolený

Automat	Min [*]	Dolní kvartil [*]	Medián [*]	Horní kvartil [*]	Max [*]	Arit. průměr [*]	Stand. odchylka [*]	Počet měření
101	0:0	3:55	5:35.5	7:14.5	11:53	5:46	2:27.7	136
102	0:0	3:23.5	4:45.5	6:20	14:5	5:6.1	2:39.5	148

* formát = min:sec, zaokrouhleno na desetiny sekund

Tab. 26: Popisné statistiky celkové denní dojivosti – Stupka

Automat	Min, hradby [kg]	Dolní kvartil [kg]	Medián [kg]	Horní kvartil [kg]	Max hradby [kg]	Arit. prů- měr [kg]	Stand. od- chylka [kg]	Počet měření
101	2,3	8	12,6	17,7	30,5	13,43	6,65	66
102	3,1	7,95	12,45	16,25	26,5	13,1	6,53	68
101 + 102	7,5	15,5	19,1	24,3	32,8	19,97	6,38	89

Závislost celkové doby dojení vyjadřuje následující regresní rovnice: Proměnné x odpovídá čas v sekundách od nasazení strukových nástavců do konce dojení, proměnné y odpovídá průměrné dílčí dojivosti jedné dojnice.

$$y = 3,3 + 2,06 \cdot 10^{-2}x; R^2 = 0,48$$

7.4 Produkce mléka

7.4.1 Produkce mléka – Stupka, Materiál a metody

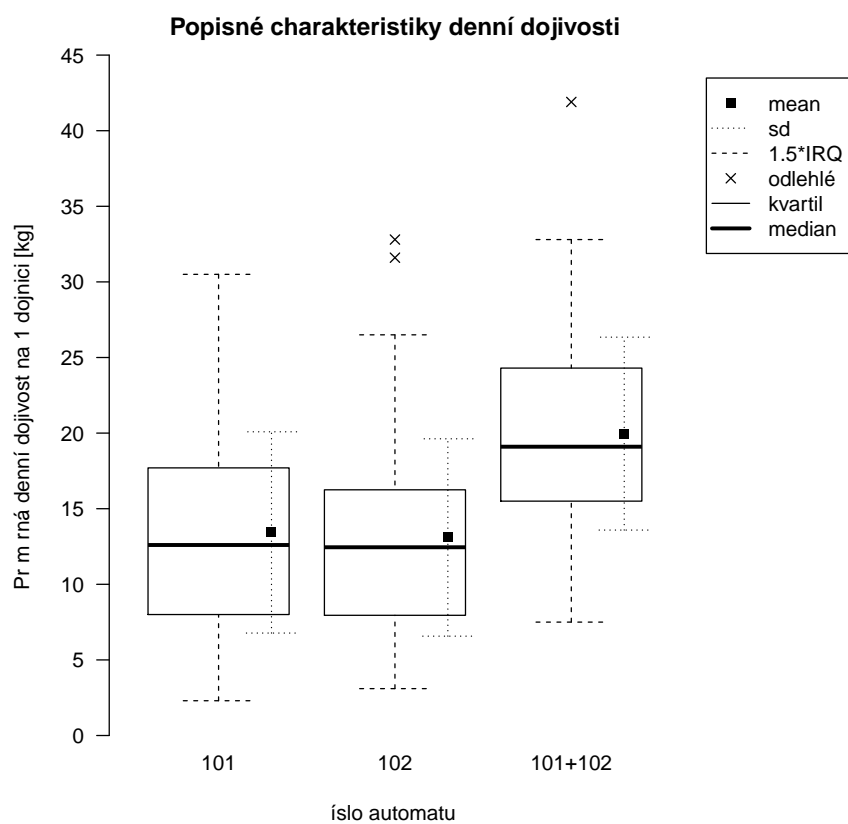
Farma funguje v režimu ekologického zemědělství, není zde prioritní parametr výkonnosti maximální dojivost. Tabulka č. 26 a graf na obrázku č. 21a zobrazují popisné statistiky produkci mléka v úseku 24 h. První dva krabicové grafy zobrazují dojivost v jednotlivých automatech a třetí krabicový diagram představuje souhrnné hodnoty pro oba automaty dohromady představuje denní výkon celého stáda. Všechny dojnice na této farmě mají volný přístup k oběma automatům.

Analýza produkce mléka Z pohledu denní dojivosti lze říci, že dojnice nadojí v obou automatech přibližně stejně mléka. V automatu 101 se celkově nadojilo 886,4 kg mléka a v automatu 102 byl celkový výnos 890,6 kg mléka. Není zřejmá žádná preference dojnic s vyšší užitkovostí na příslušný automat. V automatu 101 (tabulka č. 26) se nadojí průměrně 13,43 kg, medián 12,6 kg mléka a v automatu 102 se nadojí průměrně 13,1 kg, medián 12,5 kg mléka. V obou automatech se nadojí průměrně na jednu dojnici 19,97 kg, medián 19,1 kg mléka.

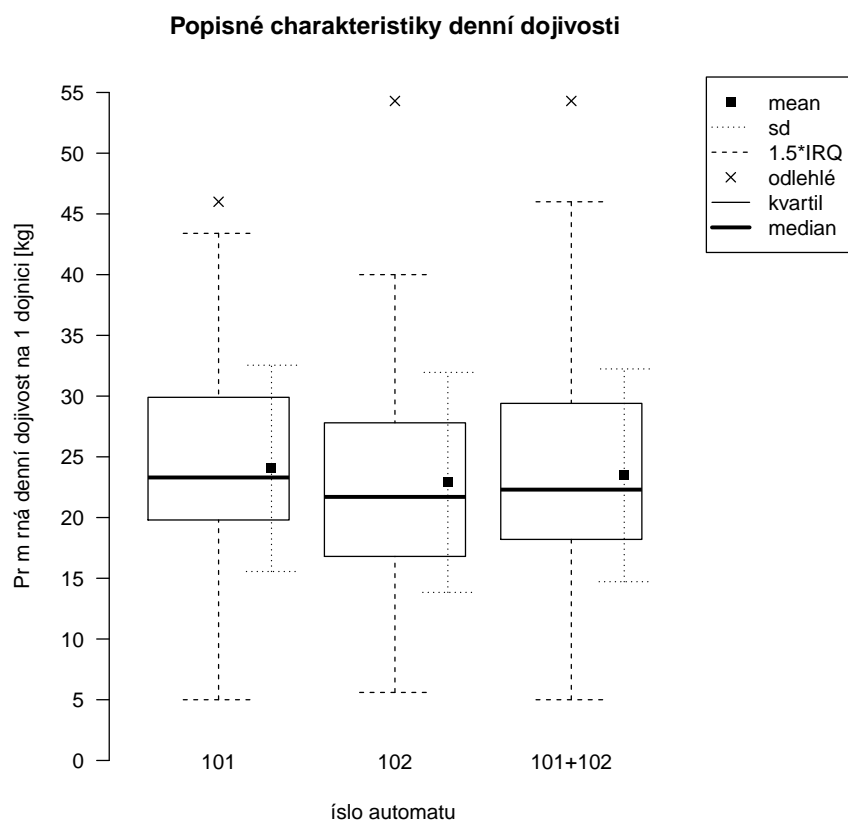
Za nadprůměrné dojnice (vyjádřené jako odlehlé hodnoty v grafu na obrázku č. 21a) lze považovat dojnice automatu 102 s č. 56 – 32,8 kg a s č. 98 – 31,6 kg mléka. V celkovém nádoji je nadprůměrná dojnice č 21 s nádojem 41,9 kg mléka. Kvantil deseti

Obr. 21: Denní dojivost

(a) Stupka



(b) Strolený



procent nejlepších dojnic v automatu 101 je v tabulce č. 27. Kvantil deseti procent nejlepších dojnic v automatu u 102 je v tabulce č. 28. Kvantil 10 procent nejlepších dojnic v automatu pro oba automaty je v tabulce č. 29.

Tab. 27: Deset procent dojnic s nejlepší dojivostí v automatu 101, denní nádoj – Stupka

Dojnice	118	33	54	21	122	39	32
Dojivost [kg]	23,4	24,4	25,2	26,0	27,2	27,8	30,5

Tab. 28: Deset procent dojnic s nejlepší dojivostí v automatu 102, denní nádoj – Stupka

Dojnice	47	6	131	125	51	98	56
Dojivost [kg]	22,3	22,9	22,9	24,5	26,5	31,6	32,8

Porovnáme skupinu dojnic s různou četností návštěv vůči průměrné dojivosti ve skupině zjistíme vysokou pearsonovu korelaci ($r = 0,9$) mezi počtem návštěv v automatu a průměrnou dojivostí ve skupině. Viz následující tabulka č. 30 a graf preference dojících automatů (obrázek č. 8), průměrná dojivost příslušné skupiny dojnic je numericky vypsána ve vrcholu zobrazeného sloupce v kg.

Tab. 29: Deset procent dojnic s nejlepší dojivostí pro oba automaty, denní nádoj – Stupka

Dojnice	39	92	72	32	58	43	98	56	21
Dojivost [kg]	27,8	29,9	30,1	30,5	30,7	30,8	31,6	32,8	41,9

7.4.2 Doba odpočinku dojnice – Stupka, Materiál a metody

Po každém úspěšném dojení je dojnici určen čas za který je jí možno znovu podojit. Pokud se však tato dojnice domáhá vstupu do automatu dříve než v určeném termínu, je jí odepřen vstup do automatu. Pokud však tato dojnice vstup vehementně vyžaduje je jí po několika pokusech umožněno vstoupit do automatu, avšak bez procesu dojení. Tento mechanismus slouží k upevnění návyku na automat a odblokování fronty před automatem. Data o těchto vstupech naprázdno nejsou k dispozici.

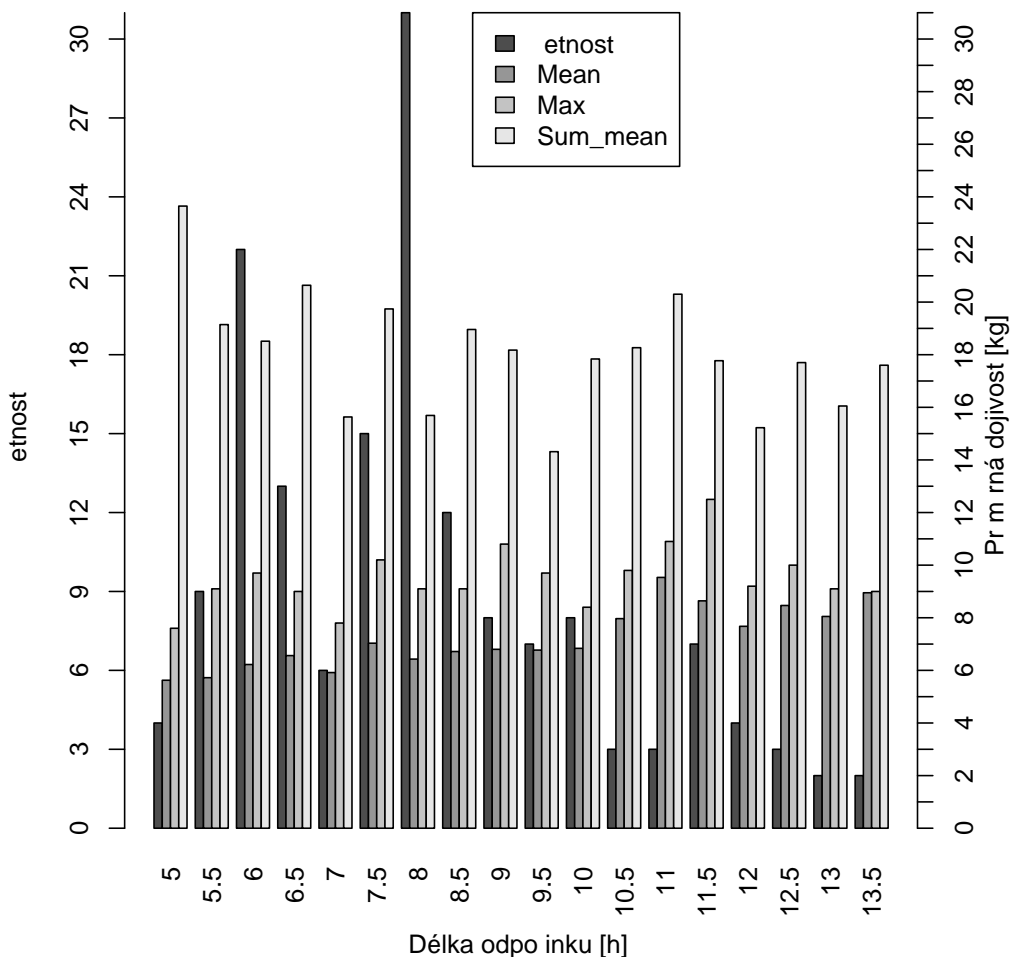
Čas po kterém lze dojnici znovu podojit je individuální, dojnice se mohou nechat podojit až po této době. Zároveň se musí dostavit do automatu do určité doby, dojnice tedy mají individuálně určen interval (časové okno) po který se musí proběhnou dojení. Řídící systém automatu vede zvláštní záznam o dojnicích, které se k danému času zpozdily s dojením. Tyto dojnice buď navštíví automat spontánně sami ale později a

Tab. 30: Závislost průměrné dojivosti na počtu dojení denně – Stupka

Doj. [kg]	12,5	17,5	13,1	15,5	21,0	20,6	20,5	21,7	21,6	24,7	28,3	25,8	30,5	41,9
Návštěv	1	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	5

Obr. 22: Délka odpočinku ve vztahu k počtu výskytu této doby, k průměrné a max. dojivosti a sumě naodojeného mléka prům. dojnice ve skupině za 24 h – Stupka

Porovnání vybraných parametrů v i délce odpočinku mezi dojeními



nebo je nutno tyto dojnice do automatu dovést. Nedoporučuje se dojnice navykat na pomoc ošetřovatele při vyhledávání automatu. Pomoc ošetřovatele je však nutná v případě nemoci či zranění dojnice a nebo při nestandardních stavech jako je například chyba identifikace dojnice při vstupu do automatu. Obrázek č. 22 popisuje několik zajímavých hodnot vztažených k četnosti výskytu dané délky odpočinku. Pro analytické účely byla kontinuální doba odpočinku rozdělena do diskretních půlhodinových intervalů, dílek na ose x tedy značí počátek půlhodinového intervalu. Legenda označuje význam příslušného sloupce grafu. Sloupec „četnost“ značí počet výskytů délky odpočinku, tj. doby mezi jednotlivými dojeními. Četnost lze odečítat na ose y. K odečtení informace lze využít osu na levé i pravé straně grafu vzhledem k tomu že obě mají stejné měřítko a číslování. Vedle četnosti dojení je zobrazena průměrná hmotnost (v legendě „mean“) nadojeného mléka všech dojnic v daném intervalu. Dále je zde zobrazen rekordní nádoj (v legendě „max“) na jedno nadojení v daném intervalu. A nakonec průměrná hmotnost sumy nadojeného mléka k danému intervalu (v legendě „Sum_mean“).

Analýza doby odpočinku Z grafu na obrázku č. 22 je vidět že neoblíbenější čas odpočinku v intervalu 8 h do 8 h 30 minut a to v 31 případech za 24 h. Druhý extrém

se vyskytoval v intervalu 6 h a 6 h 30 minut a to v 22 případech za 24 h. Tyto data se shodují s obrázkem č. 23 který zobrazuje všechna dostupná data.

Protože v standardním rozsahu dat za 24 h lze spolehlivě určit jen čas odpočinku do 12 h, byla pro tuto analýzu použita veškerá dostupná naměřená data a v rozsahu 36,5 h (obrázek č. 23). Vzhledem užitečnosti je v tomto rozsahu porovnávána jen průměrná hmotnost nadojeného mléka všech dojnic v daném intervalu délky odpočinku.

Nejkratší čas doby odpočinku byl 4 h 38 minut, nejdelší 13h 29 minut (záznam dat o délce 24 h). Pokud je limit nepodojených dojnic nastaven na 14 h, je z grafu je zřejmé že tento čas byl překročen 13 krát. Jedná se o dojnice č. 29, 59, 66, 91, 109, 134, 139. Z těchto hodnot je vyjímečná dojnice č. 109 která měla dobu odpočinku mezi dojením 23,2 h.

Průměrná dílčí dojivost v závislosti na délce odpočinku Pokud si budeme všimnout trendu průměrné dílčí dojivosti (osa y) v závislosti na délce odpočinku (osa x) (Obrázek č. 23). Zjistíme že dílčí dojivost má mírně stoupající trend viz tabulka č. 31 a podle následujícího modelu:

$$y = 4,7099 + 0,2679x; R^2 = 0,6791$$

Rekordní dílčí nádoj Rekordní dílčí nádoje (obrázek č. 22, sloupec „max“) dojnic z dat rozdělených dle doby odpočinku se pohybují od 7,4 kg do 12,5 kg s mediánem 9,1 kg. Dílčí maximum s průměrným dílčím nádojem koreluje středně silně kladně ($r = 0,55$).

Tab. 31: Dílčí dojivost k délce intervalu odpočinku – stupka

Mini. [kg]	Dolní kvartil [kg]	Medián [kg]	Arit. Průměr [kg]	Horní kvartil [kg]	Max. [kg]
4,200	6,58	7,29	7,46	8,24	14,6

Tab. 32: Popisné statistiky Sumy nadojeného mléka průměrné dojnice „Sum_mean“ – Stupka

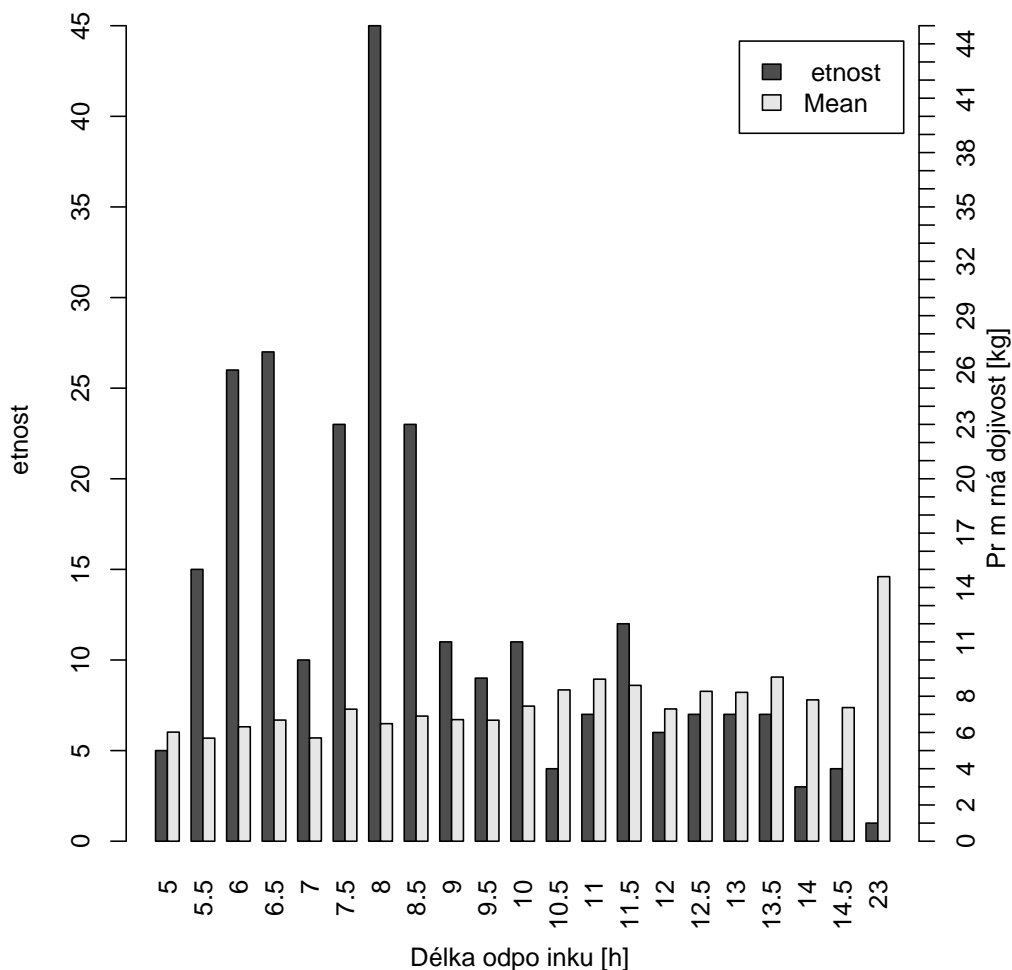
Min. [kg]	Dolní kvartil [kg]	Medián [kg]	Arit. Průměr [kg]	Horní kvartil [kg]	Max. [kg]
12,45	15,96	18,01	18,11	19,29	24,60

Celkově nadojené mléko průměrné dojnice k dané délce odpočinku Tato charakteristika (obrázek č 22, sloupec „Sum_mean“) se pohybuje v hodnotách popisných statistik v tabulce č. 32. Údaj podává představu s jakou rychlostí je vytvářena celková denní suma nadojeného mléka po vyprázdnění cisterny s mlékem. V tomto případě nejrychleji plní cisternu dojnice s dobou odpočinku 5 h, se stoupající dobou odpočinku rychlost plnění cisterny klesá. Jsou vyhodnoceny data za 24 hodin. Trend sumy dílčí dojivosti průměrné dojnice (osa y) v závislosti na délce odpočinku (osa x) je klesající podle následujícího modelu:

$$y = 23,2767 - 0,5406x, R^2 = 0,33$$

Obr. 23: Délka odpočinku ve vztahu četnosti výskytu této doby a průměrné dílčí dojivosti za 36.5h – Stupka

Porovnání vybraných parametrů v i délce odpočinku mezi dojeními



Tab. 33: Popisné statistiky celkové denní dojivosti – Mačl

Automat	Min, hradby [kg]	Dolní kvartil [kg]	Medián [kg]	Horní kvartil [kg]	Max hradby [kg]	Aritmetický průměr [kg]	Směrodatná odchylka [kg]	Počet měření
101	4,3	13,3	17,35	21,05	29	17,56	5,89	64

7.4.3 Produkce mléka – Mačl

Produkce mléka je v tabulce č. 33. Průměrná dojnice pana Mačla nadojí 17,56 kg mléka (medián je 17,35 kg). V tabulce č. 33 jsou popsány ještě minimální a maximální hradby představující 1,5 násobek IRQ. Za aktuální den se nadojilo 1123,7 kg mléka. V tabulce č. 34 je vypsáno 10 procent nejlepších dojnic z aktuálního dne. Nejvýkonější byla dojnice č. 11 s nadojem 33,8 kg. Jako hranice byl vybrán 90 procentní kvantil – 25,37 kg. Porovnáme skupinu dojnic s různou četností návštěv vůči průměrné dojivosti ve skupině zjistíme vysokou pearsonovu korelaci ($r = 0,98$) mezi počtem návštěv v auto-

Tab. 34: Deset procent dojnic s nejlepší denní dojivostí – Mačl

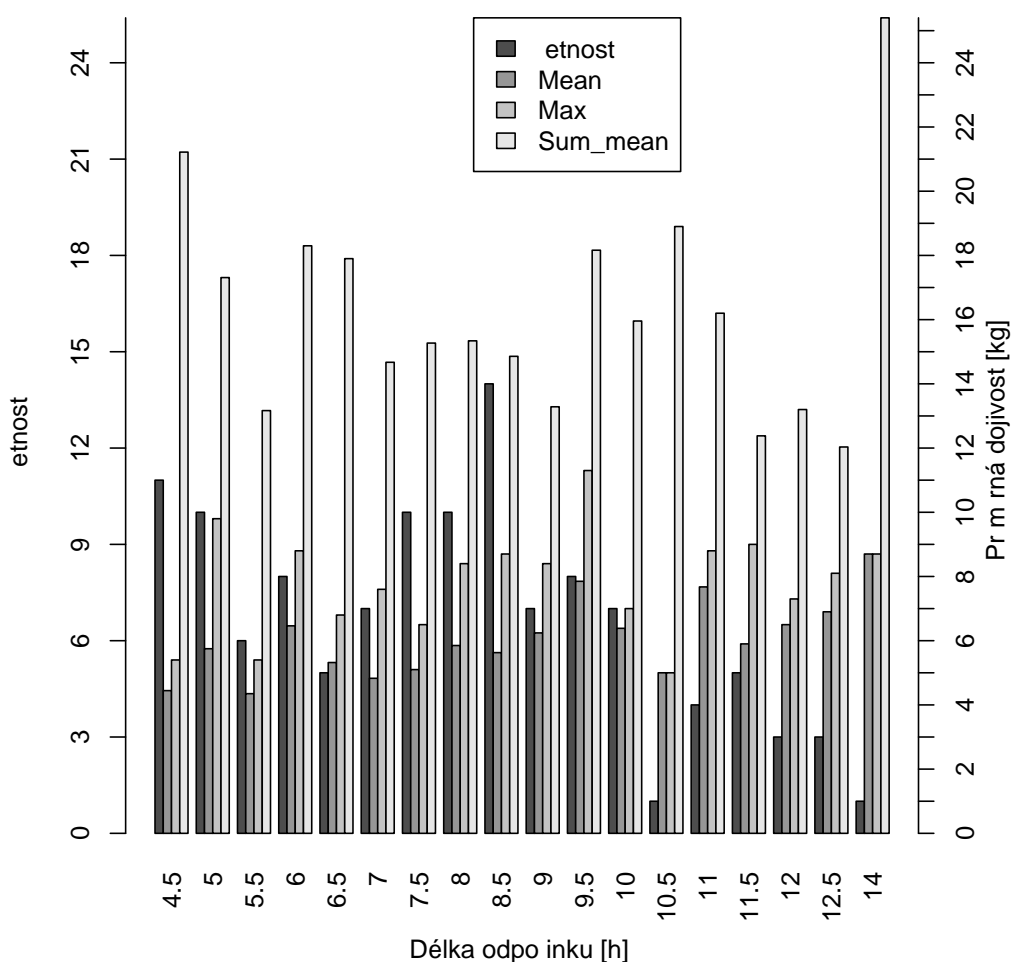
Dojnice	11	40	7	25	9	12	55
Dojivost [kg]	33,8	29	28,2	28,1	28	25,7	25,4

Tab. 35: Závislost průměrné dojivosti na počtu dojení denně – Mačl

Průměrná dojivost [kg]	8	13,7	18,9	20,6	28,6	28,2
Počet návštěv	1	2	3	4	5	6

Obr. 24: Délka odpočinku ve vztahu k počtu výskytu této doby, k průměrné a max. dojivosti a sumě naoddojeného mléka prům. dojnice ve skupině za 24h – Mačl

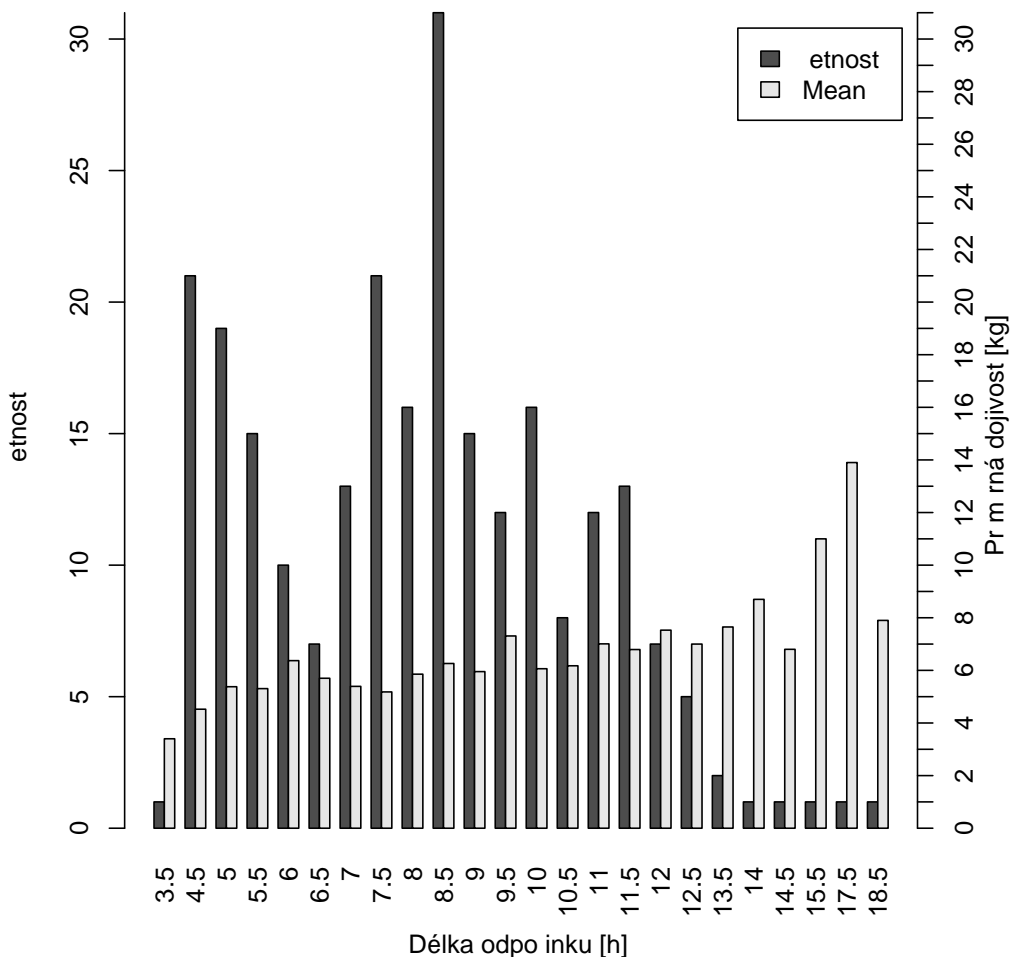
Porovnání vybraných parametrů v závislosti na délce odpočinku mezi dojeními



matu a průměrnou dojivostí ve skupině. Viz následující tabulka č. 35 a tabulka preference dojíacích automatů č. 7.

Obr. 25: Délka odpočinku ve vztahu četnosti výskytu této doby a průměrné dílčí dojivosti za 40,3 h -Mačl

Porovnání vybraných parametrů v i délce odpočinku mezi dojením



7.4.4 Doba odpočinku dojnice – Mačl

Obrázek č. 24 popisuje několik hodnot vztažených k četnosti výskytu dané délky odpočinku. Vysvětlení zobrazených dat je kapitole 7.4.1 v podkapitole Doba odpočinku dojnice.

Analýza doby odpočinku Obrázek č. 24 představuje dobu odpočinku z dat v intervalu 24 h. Pro zlepšení spolehlivosti detekce doby odpočinku delší než 12 h jsou pro analýzu použita veškerá získaná data viz obrázek č. 25. Nejoblíbenější je doba odpočinku od 8,5 h až 9 h a to ve 14 případech za 24 h. Významnější hodnoty zahrnuje dobu odpočinku v intervalu 4,5 h až 5 h ve 11 případech, 5 až 5,5 h v deseti případech. Deset Případů doby odpočinku byly také v intervalu od 7,5 h až 8 h a 8 h až 8,5 h. Nejdelší zachycený interval délky odpočinku trval 18,32h. Budeme-li však stejně jako u dat z farmy pana Stupky sledovat překročení doby odpočinku delší než 14h ze všech dostupných dat (interval o délce 40,3h) zjistíme že dobu 14h bez dojení překročily jen dojnice č. 55, 63, 64, 81.

Tab. 36: Dílčí dojivost k délce intervalu odpočinku – Mačl

Min. [kg]	Dolní kvartil [kg]	Medián [kg]	Arit. Průměr [kg]	Horní kvartil [kg]	Max. [kg]
0.500	5.382	6.218	6.371	7.233	13.900

Tab. 37: Popisné statistiky Sumy nadojeného mléka průměrné dojnice „Sum_mean“ – Mačl

Min. [kg]	Dolní kvartil [kg]	Medián [kg]	Arit. Průměr [kg]	Horní kvartil [kg]	Max. [kg]
2.00	13.19	15.30	14.97	17.97	25.40

Dílčí dojivost v závislosti na délce odpočinku Pokud si budeme všimnout trendu dílčí dojivosti (osa y [kg]) v závislosti na délce odpočinku (osa x [h]) kterou zobrazuje graf na obrázku č. 25, zjistíme že dílčí dojivost má mírně stoupající trend podle následujícího modelu:

$$y = 3,69 + 0,27x, R^2 = 0,73$$

Hodnoty analyzované průměrné dílčí dojivosti se pohybují v hodnotách vyjádřených v tabulce č. 36.

Rekordní dílčí nádoje (obrázek č. 24, sloupec „max“) dojnic z dat rozdělených dle doby odpočinku se pohybují od 0,5 do 11,3 kg s mediánem 7,8 kg. Dílčí maximum s průměrným dílčím nádojem koreluje silně kladně ($r=0,88$).

Celkově nadojené mléko průměrné dojnice k dané délce intervalu Hodnoty celkově nadojeného mléka průměrné dojnice (obrázek č 24, sloupec „Sum_mean“) se pohybuje v hodnotách popisných statistik v tabulce č. 37. Podobně jako u pana Stupky je vidět že dojnice s delší dobou odpočinku plní cisternu pomaleji. Výjimkou případ ne příliš obsáhlé skupiny dojnic s dobou odpočinku 14 h. Trend průměrné sumy dílčí dojivosti (osa y) v závislosti na délce odpočinku (osa x) je klesající podle modelu:

$$y=20,19 - 0,519x, R^2 = 0,26$$

7.4.5 Produkce mléka – Strolený

Popisné statistiky celkové denní dojivosti jsou uvedeny v tabulce č. 38 , údaje jsou doplněné o krabicové grafy na obrázku č. 21b. Pan Strolený chov sestavený ze dvou stád které se vzájemně nemísí. Každé stádo má přidělen jeden dojící automat. Rozdíly mezi jednotlivými automaty odpovídají sumárně aktuální kvalitě stáda. Obě stáda mají prakticky stejně životní podmínky, (mimo minoritních neuvažovaných vlivů jako je orientace automatau na světové strany a pod.)

Analýza celkové dojivosti

Tab. 38: Popisné statistiky celkové denní dojivosti – Strolený

Automat	Min, hradby [kg]	Dolní kvartil [kg]	Medián [kg]	Horní kvartil [kg]	Max hradby [kg]	Aritmetický průměr [kg]	Směrodatná odchylka	Počet měření
101	5	19,8	23,3	29,9	43,4	24,05	8,49	61
102	5,6	16,8	21,7	27,8	40	22,9	9,06	60
101+102	5	18,2	22,3	29,4	46	23,48	8,76	121

Tab. 39: Nejlepší dojnice pro automat 101 – Strolený

Dojnice	81	4	56	3	51	71	144
Dojivost [kg]	46	43,4	42,5	39,4	36	34,4	33,7

Tab. 40: Nejlepší dojnice pro automat 102 – Strolený

Dojnice	150	34	27	50	121	18
Dojivost [kg]	54,3	40	37,8	37,5	36,8	35,2

V automatu 101 bylo nadojeno na jednu dojnici průměrně 24,5 kg mléka (medián je 23,3 kg). V automatu 102 bylo nadojeno na jednu dojnici průměrně 22,9 kg mléka (medián je 21,7 kg). Průměrně je tedy získáno 23,48 kg mléka. V automatu 101 se celkově nadojilo 1467 kg mléka a v automatu 102 se celkově nadojilo 1373,7 kg mléka, což tvoří dohromady 2840,7 kg. Za nadprůměrné dojnice (10% kvantil nejlepších) lze považovat u automatu 101 dojnice které nadojili více než 33,7 kg mléka. Jmenovitě jde o dojnice č. 144, 71, 51, 3, 56, 4, 81. Viz tabulka č. 39. Za nadprůměrné dojnice u automatu 102 lze považovat dojnice které nadojili více jak 34,66 kg mléka, jmenovitě jde o dojnice č. 18, 121, 50, 27, 34, 150. Viz tabulka č. 40.

Porovnáme skupinu dojnic (tabulka č. 8) rozdělenou podle četností návštěv oproti dojivosti ve příslušné skupině zjistíme pearsonovu korelaci $r=0,16$. Tuto korelaci kazí poměrně vysoký výskyt nestandardních stavů. Pokud ve výpočet očistíme od ojedinělých výskytů odlehlých hodnot dostaneme $r=0,91$.

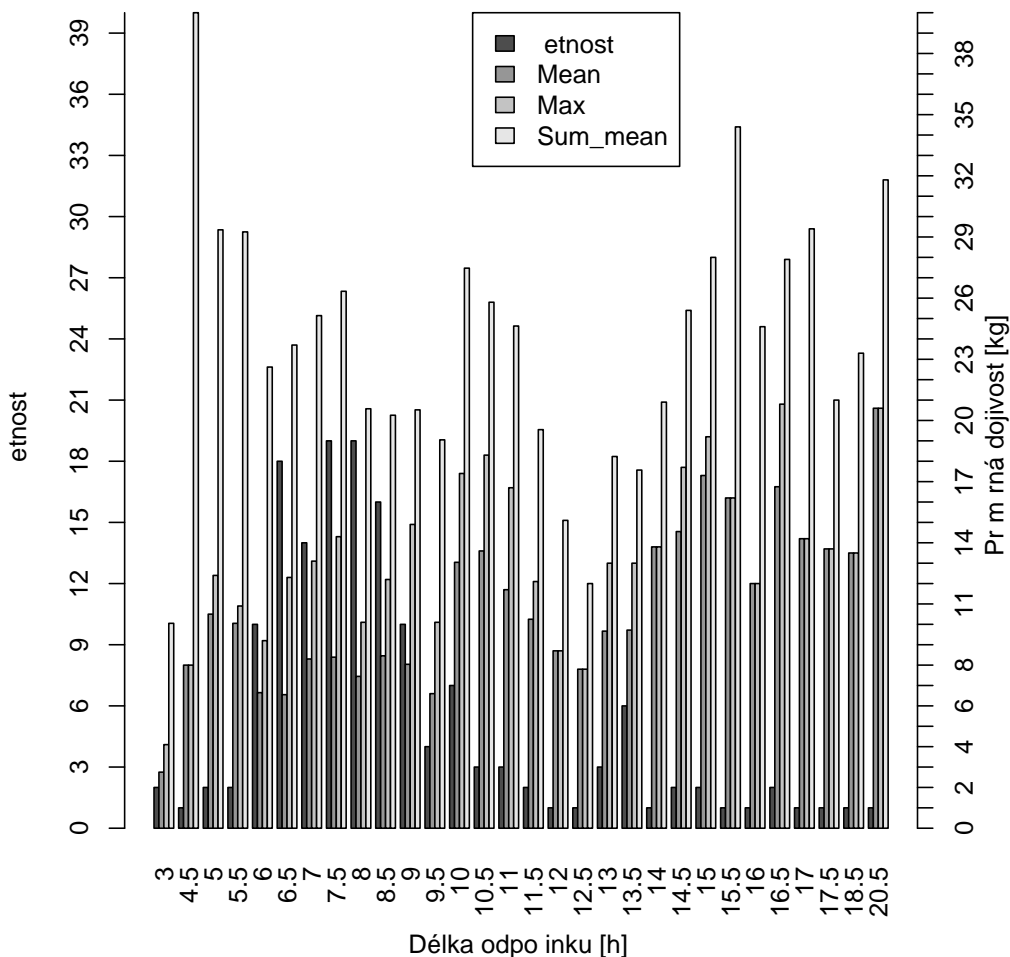
7.4.6 Doba odpočinku dojnice – Strolený

Rozvržení doby odpočinku (obrázek č. 26 a 27) naznačuje že není plošně omezena dolní hranice času zakázaného dojení – dojnicím je ponechána téměř plná svoboda v možnosti se nechat podojit. Doba odpočinku dojnic po dojení se pohybuje ve velmi širokém rozmezí (tabulka č. 42), prakticky od 6 minut do 24,4 hodin. Data z doby odpočinku pod 1 hodinu jsou však z analýzy vyjmuta jelikož doba odpočinku je krátká v důsledku chybových stavů. Pokud si budeme všimnout trendu dílčí dojivosti (osa y) v závislosti na délce odpočinku (osa x) (Obrázek č. 27). Zjistíme že dílčí dojivost má mírně stoupající trend viz tabulka č. 41 a následující model:

$$y = 6,037 + 0,4358x; R^2 = 0,54$$

Obr. 26: Délka odpočinku ve vztahu k počtu výskytu této doby, k průměrné a max. dojivosti a sumě naodojeného mléka prům. dojnice ve skupině za 24 h – Strolený

Porovnání vybraných parametrů v i délce odpočinku mezi dojeními



Tab. 41: Dílčí dojivost k délce odpočinku – Strolený

Min. [kg]	Dolní kvartil [kg]	Medián [kg]	Arit. Průměr [kg]	Horní kvartil [kg]	Max. [kg]
2,000	8,197	11,160	10,804	12,497	21,800

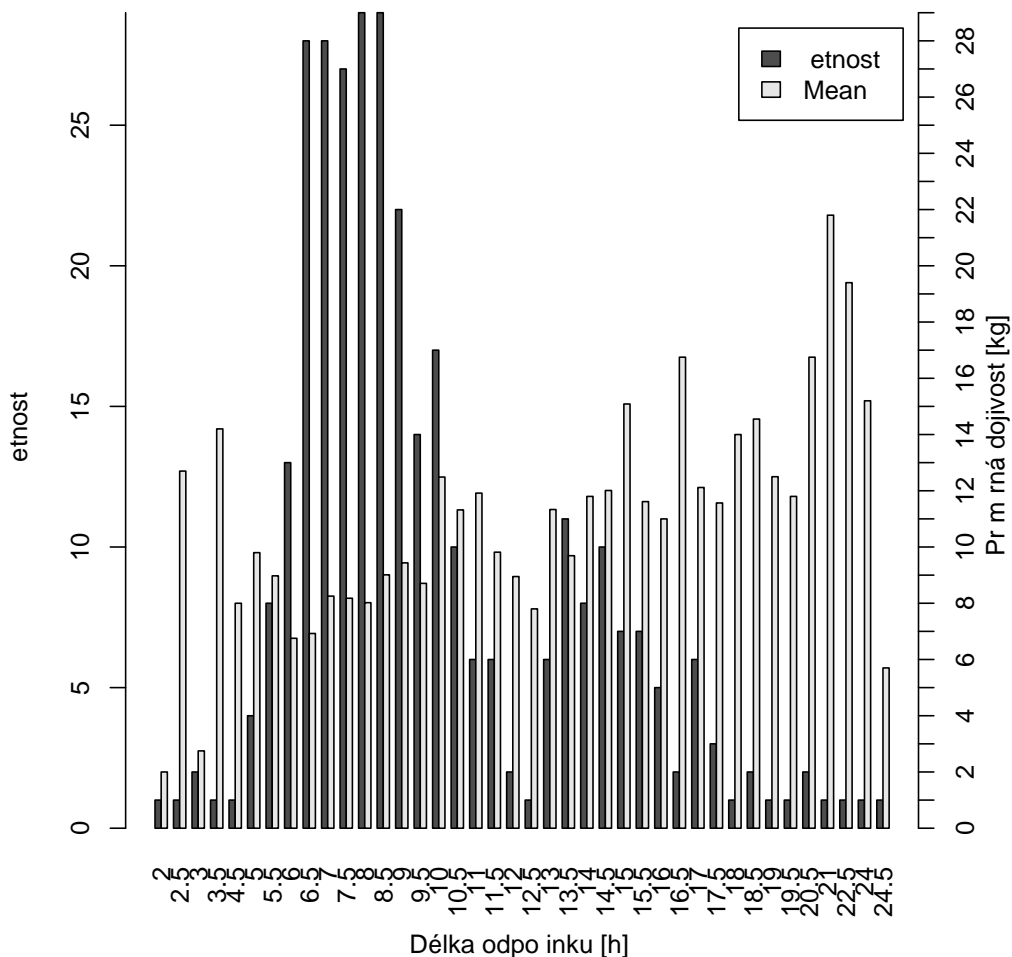
Jak vyplývá z obrázku č. 27 nejčastěji volená doba odpočinku je 8 až 9 h. Druhá v pořadí je doba odpočinku 6,5 až 7,5h. Doba od 6h do 10h je oblast s největší pravděpodobností volby k odpočinku. Druhá oblast s třetinovou četností výskytu je doba od 13 do 16h výskytu

Rekordní dílčí nádoje (obrázek č. 26, sloupec „max“) dojníc z dat rozdělených dle doby odpočinku se pohybují od 1,5 do 20,8 kg s mediánem 13,05kg. Dílčí maximum s průměrným dílčím nádojem koreluje silně kladně (0,85).

Dílčí průměrná hmotnost (obrázek č 26, sloupec „Sum_mean“) se pohybuje v hodnotách popisných statistik v tabulce č. 43. Trend průměrné sumy dílčí dojivosti (osa y) v

Obr. 27: Délka odpočinku ve vztahu četnosti výskytu této doby a průměrné dílčí dojivosti za 39.3 h – Strolený

Porovnání vybraných parametrů v i délce odpočinku mezi dojením



Tab. 42: Popisné statistiky doby odpočinku – Strolený

Min. [h]	Dolní kvartil [h]	Medián [h]	Arit. Průměr [h]	Horní kvartil [h]	Max. [h]
0,100	7,062	8,470	9,538	11,270	24,400

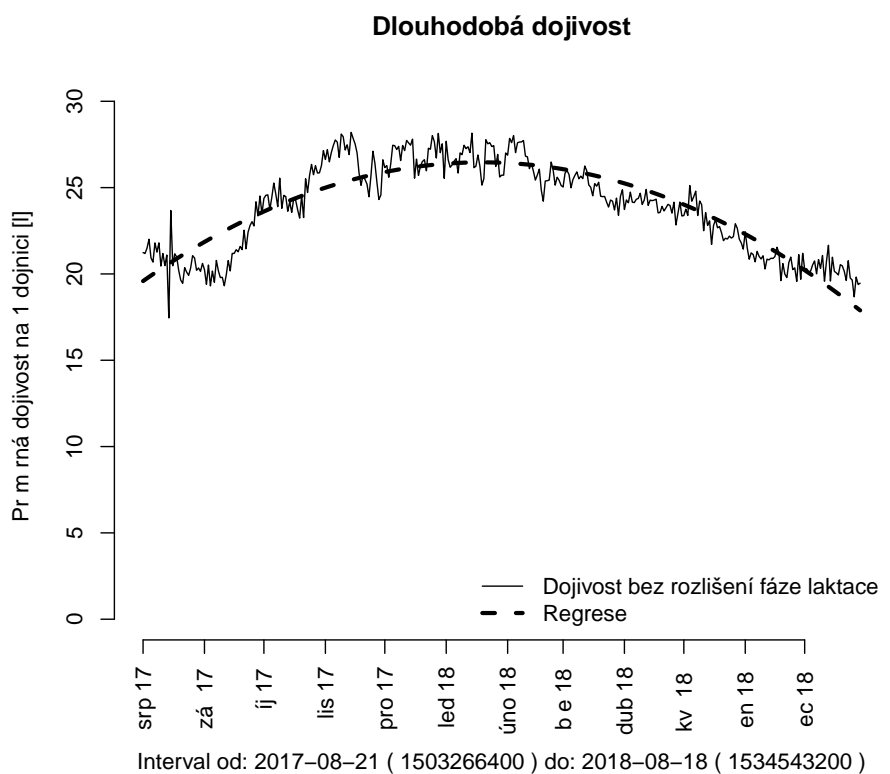
závislosti na délce odpočinku (osa x) představuje model:

$$y=17,98 + 0,4406x, R^2 =0,16$$

Tab. 43: Popisné statistiky Sumy nadojeného mléka průměrné dojnice „Sum_mean“ – Strožený

Min. [kg]	Dolní kvartil [kg]	Medián [kg]	Arit. Průměr [kg]	Horní kvartil [kg]	Max. [kg]
10,05	19,43	23,50	23,28	27,58	40,00

Obr. 28: Dlouhodobá dojivost – Stupka



$$\text{Dojivost další laktace: } y = -72557.7 + (9.563e-05 x) + (-3.15e-14 x^2) \\ (R^2 = 0.81), \text{ axis } x = \text{UNIX time}$$

8 Analýza dlouhodobých dat

8.1 Dojivost – Stupka, Materiál a metody

Na obrázku č. 28 je zobrazena průměrná dojivost na farmě pana Stupky v průběhu jednoho roku. Průměrná dojivost na jednu dojnici v průběhu roku je 23,8 kg (medián 24,2 kg). Počet sledovaných dojnic od 80 do 93 kusů s mediánem 87 kusů. Viz následující tabulka č. 44.

Roční dojivost (osa y) v obrázku č. 28 lze vyjádřit modelem: Osa x je vyjádřena v unixovém (POSIX) času, odpovídá intervalu od 21. 8. 2017 do 21.8. 2018.

$$y = -71954,7 + 9,483 \cdot 10^{-5} \cdot x - 3,123 \cdot 10^{-14} \cdot x^2; R^2 = 0,81$$

Tab. 44: Průměrná roční dojivost – Stupka

	Min.	Dolní kvartil	Medián	Arit. Průměr	Horní kvartil	Max.
Dojivost [kg]	9,078	21,183	24,220	23,793	25,999	28,198
Počet dojnic	80,0	84,0	87,0	86,6	89,0	93,0

$$D(f) = (1503266400; 1534716000)$$

Pohledovým fuzzy vyhodnocení roční dojivosti (obrázek č. 28) jedné průměrné dojnice je zřejmý mírný pokles dojivosti v letních měsících od srpna 2017 do poloviny září 2017 kdy se pohybovala dojivost přibližně okolo 20 kg. Od poloviny srpna 2017 do prosince 2017 dojivost rostla až k hodnotě 25 kg mléka. V zimním období se dojivost držela na stabilní úrovni 25 kg až března 2018. V intervalu od března 2018 do srpna 2018 následoval pozvolný pokles dojivosti průměrné dojnice opět k hranici 20 kg. Dojnice byly chovány v ekologickém režimu. Lze předpokládat, že se ve sledovaném stádě projevuje vliv teploty a kolísání úrovně výživy, Tyto hypotézy však nelze pro nedostatek dat, omezení rozsahu této práce potvrdit.

8.2 Četností dojení, odmítnutí dojení, a počtu chybových stavů – Stupka, Materiál a metody

Četnost dojení se rozumí počet denní návštěv průměrné dojnice v boxu automatu kdy byl automatem spuštěn cyklus dojení v plánovaném intervalu. Četnost odmítnutí dojení za rok se rozumí počet denních návštěv průměrné dojnice v automatu, kdy nedošlo ke spuštění dojení, tj. počet případů kdy dojnice vstoupila do boxu automatu před stanoveným termínem počátku dojení. Pokud se dojnice domáhá častěji vstupu do automatu a nemá ještě nárok na podojení je jí umožněno projít automatem. Tím se posiluje motivace dojnice vstoupit do automatu, navyšuje svoboda volného pohybu a redukuje fronty před automatem. Četnost chybových stavů průměrný výskyt chybových stavů na průměrnou dojnici. Tento údaj souhrnně vyjadřuje například počet nenasazení a skopnutí dojící soupravy, překročení času rozdojení a podobně.

Na obrázku č. 29 je znázorněn graf sledující četnosti neprovedeného dojení, provedeného dojení a dojení při kterých se vyskytla chyba na průměrnou dojnici. Průměrná četnost dojení průměrné dojnice je 2,84 (medián 2,8) dojení denně. Průměrný počet vpuštění do automatu jedné průměrné dojnice je 5,54 (medián 5,4). Jedna průměrná dojnice způsobí průměrně 0,07 zaznamenaných chybových stavů. Rozšířenější popisné statistiky lze najít v tabulce č. 45.

Četnost denních dojení lze v obrázku č. 29 vyjádřit modelem: Osa x je vyjádřena v unixovém (POSIX) času, odpovídá intervalu od 21. 8. 2017 do 21.8. 2018.

$$y = -4386,4 + 5,778 \cdot 10^{-6} x - 1,901 \cdot 10^{-15} x^2; R^2 = 0,54$$

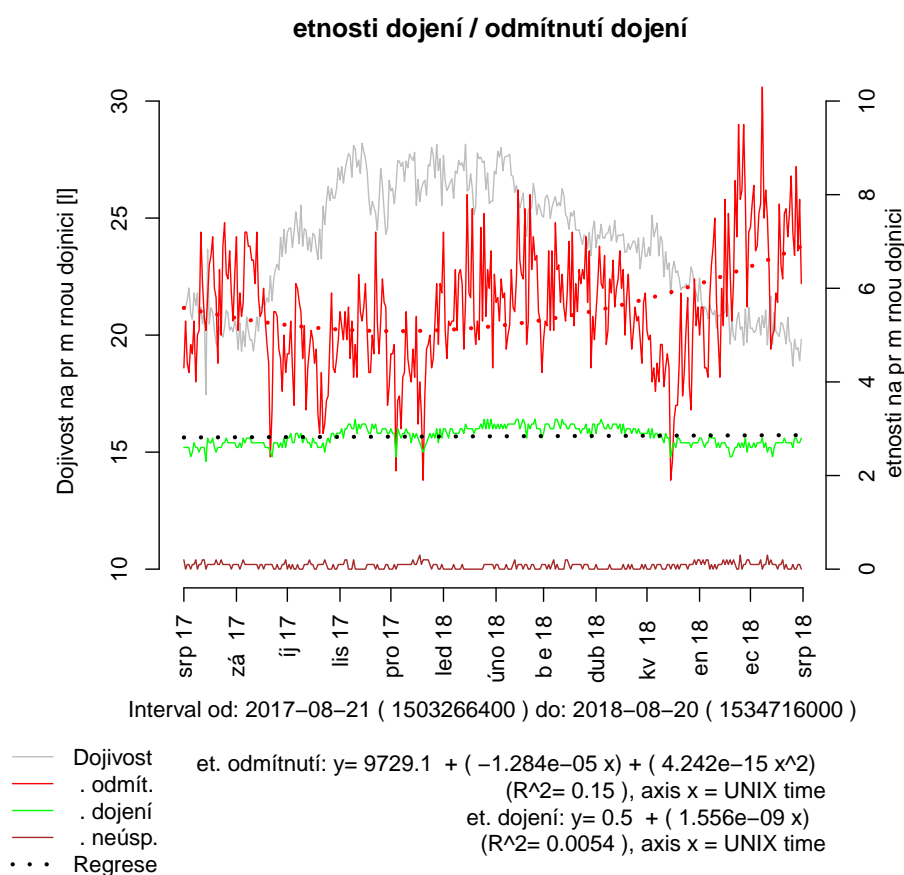
$$D(f) = (1503266400; 1534716000)$$

Četnost odmítnutých dojení lze v obrázku č. 29 vyjádřit regresním modelem: Osa x

Tab. 45: Dlouhodobá četnost dojení, neprovedeného dojení a chyb – Stupka

	Min.	Dolní kvartil	Medián	Arit. Průměr	Horní kvartil	Max.
Čet. dojení	2,3	2,7	2,8	2,84	3	3,2
Čet. odmítnutí dojení	1,9	4,7	5,4	5,54	6,3	10,3
Čet. nestandard. stavů	0	0	0,1	0,07	0,1	0,3

Obr. 29: Dlouhodobá četnosti dojení, odmítnutí dojení, chybových stavů průměrné dojnice – Stupka



je vyjádřena v unixovém (POSIX) času, odpovídá intervalu od 21. 8. 2017 do 21.8. 2018.

$$y = 9729,1 - 1,284 \cdot 10^{-5} x + 4,242 \cdot 10^{-15} x^2; R^2 = 0,15$$

$$D(f) = (1503266400; 1534716000)$$

Korelační závislost mezi roční dojivostí průměrně dojnice a četností denních dojení průměrné dojnice $r = 0,7$. Korelační závislost mezi roční dojivostí průměrné dojnice a četností odmítnutých dojení průměrné dojnice je $r = -0,31$. Korelační závislost mezi četností odmítnutí dojení průměrné dojnice a četností dojení průměrné dojnice je $r = 0,18$.

Tab. 46: dlouhodobá dojivost – Mačl

Min. [kg]	Dolní kvartil [kg]	Medián [kg]	Arit. Průměr [kg]	Horní kvartil [kg]	Max. [kg]
15,48	19,97	21,36	21,62	23,21	28,22

Pohledovou analýzou roční četnosti dojení průměrné dojnice v průběhu roku (obrázek č. 29) zjistíme že tato hodnota byla v průběhu roku poměrně stabilní s velmi nízkým rozptylem držící se okolo svého mediánu 2,8. Regresní křivka této roční četnosti dojení je konkávního průběhu ve velmi ploché parabole, výše uvedený vztah skutečný průběh velmi dobře popisuje.

Roční četnost odmítnutí dojení na průměrnou dojnici má poměrně vysoký rozptyl hodnot, min=1,9, max=10,3, IRQ= 1,6 (tabulka č. 45). Četnost odmítnutí dojení od srpna 2017 klesala až do ledna 2018 k hodnotě 4, následuje růst až do kulminace kdy byla průměrná dojnice i odmítnuta dojení v automatu v 7 případech. V březnu 2018 následné klesání se zastavilo v minimu 2 odmítnutých dojení v květnu 2018. Opětný růst se zastavil na 7 odmítnutých dojení v červenci 2018.

Četnost chybových stavů je v průběhu roku byl poměrně stabilní s mediánem 0,1 poruchy na průměrnou dojnici.

8.2.1 Složení mléka – Stupka

Protože byli k dispozici údaje z interních čidel automatu o procentickém obsahu tučnosti, bílkovin, laktózy a PSB byl vytvořen graf (obrázek č. 30) porovnávající tyto hodnoty navzájem v průběhu roku. Tyto hodnoty nejsou vzhledem k neznámé kalibraci, přesnosti a spolehlivosti čidel statisticky hodnoceny.

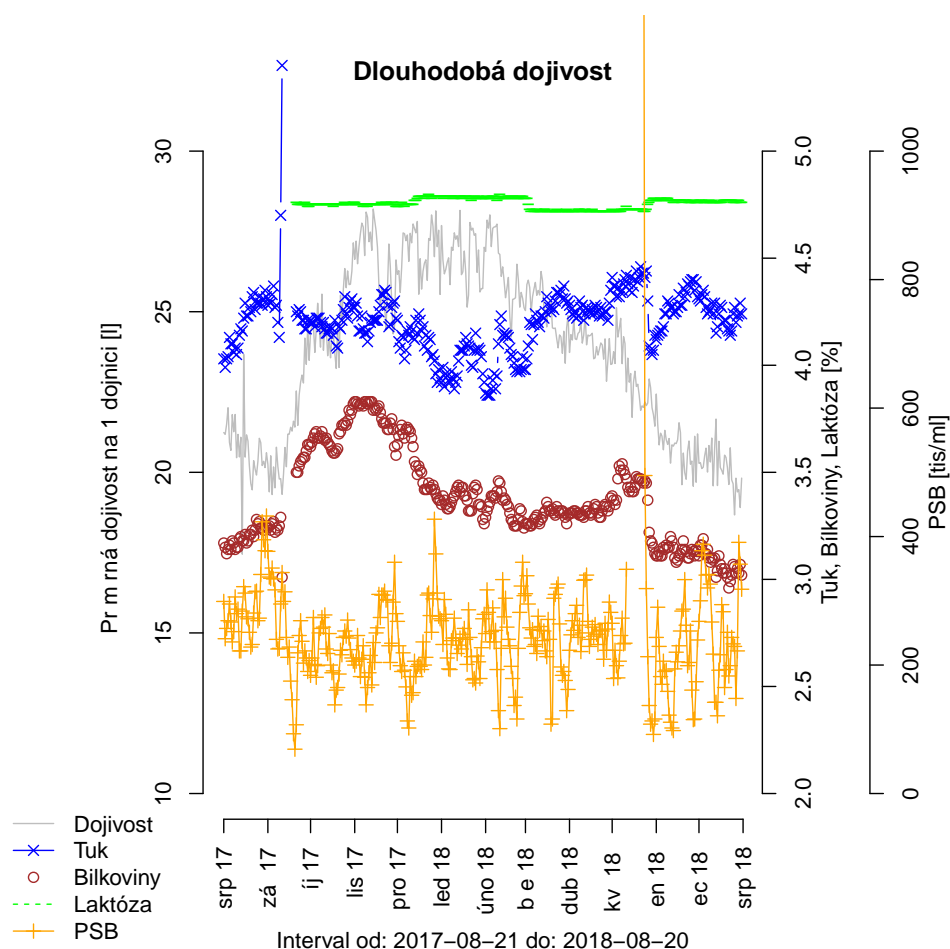
Z křivky popisující **počet somatických buněk PSB** (obrázek č. 30) vidíme poměrně velký rozptyl hodnot (cca od 100 000 SB/ml do 350 000 SB/ml). Průměrná hodnota PSB je však v průběhu roku poměrně stabilní na hodnotě lehce přes 200 000 SB/ml až na špičku v květnu 2018 kdy hodnota z nějaké důvodu přesáhla 1 000 000 SB/ml.

Z křivky popisující **podíl bílkovin** v mléce (obrázek č. 30) zjišťujeme že maximální hodnotu (cca 3,8 %) dosáhli okolo listopadu 2017, následuje lokální minimum v březnu 2018 (cca 3,3 %) a lokální maximum (3,5 %) v květnu 2018, toto lokální maximum se kryje extrémem u počtu somatických buněk. V srpnu 2017 i 2018 dosahoval podíl bílkovin globálního minima (3%).

Tučnost mléka (obrázek č. 30) se pohybovalo lednu a únoru 2018 blíže k hodnotám globálního minima (3,8 %) a úseky od září do prosince 2017 a duben až červen 2018 při hranici globálního maxima (4,4 %).

Podíl laktózy (obrázek č. 30) v průběhu celého roku nevybočoval ze své učebnicové hodnoty cca 4,7 % s rozptylem v řádu jedné desetiny.

Obr. 30: Složení mléka v průběhu roku – Stupka



Tab. 47: Dlouhodobá četnost dojení, neprovedeného dojení, chybových stavů – Mačl

	Min.	Dolní kvartil	Medián	Arit. Průměr	Horní kvartil	Max.
Četnost dojení	1,800	2,500	2,600	2,596	2,800	3,100
Čet. odmítnutí dojení	0,200	1,700	2,400	2,641	3,325	8,500
Čet. nestandard. stavů	0,0000	0,0000	0,0000	0,0618	0,1000	0,5000

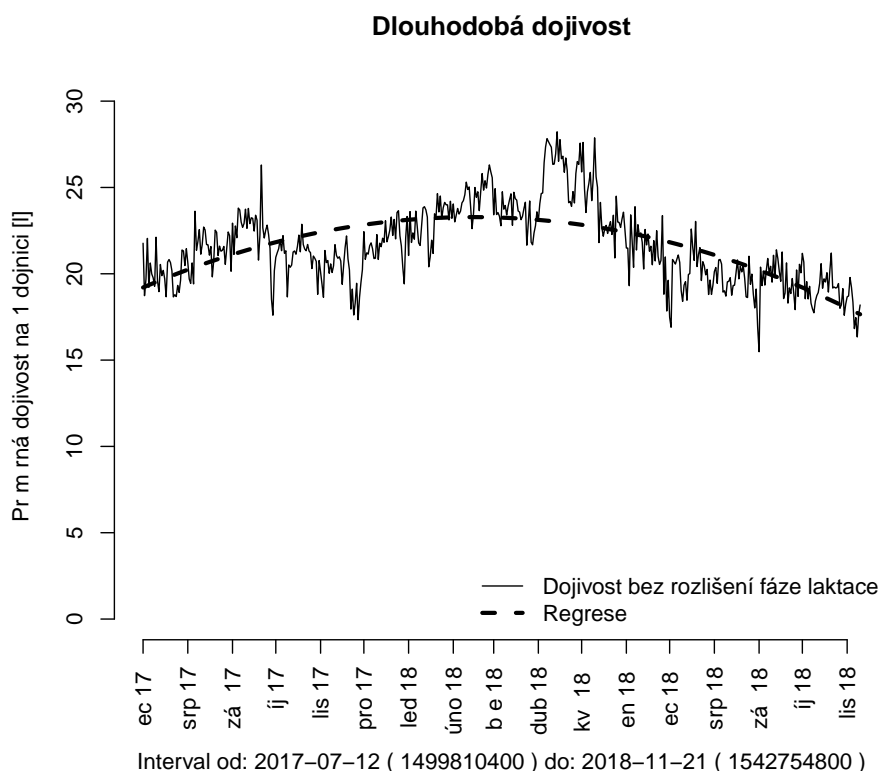
8.3 Dojivost – Mačl

Na obrázku č. 31 je zobrazena průměrná dojivost na farmě pana Stupky v průběhu jednoho roku. Průměrná dojivost na jednu dojnici v průběhu roku je 21,6 kg (medián 21,4 kg). Počet sledovaných dojnic se pohyboval od 49 do 69 kusů s mediánem 60 kusů. Viz tabulka č. 46. Roční dojivost (osa y) v obrázku č. 31 lze vyjádřit modelem: Osa x je vyjádřena v unixovém (POSIX) času, odpovídá intervalu od 12. 7. 2017 do 23. 11. 2018.

$$y = -24100 + 3,175 \cdot 10^{-5} \cdot x - 1,045 \cdot 10^{-14} \cdot x^2 ; R^2 = 0,44$$

$$D(f) = (1499810400; 1542927600)$$

Obr. 31: Dlouhodobá dojivost – Mačl



$$\text{Dojivost další laktace: } y = -24127.5 + (3.179e-05 x) + (-1.046e-14 x^2) \\ (R^2 = 0.43), \text{ axis } x = \text{UNIX time}$$

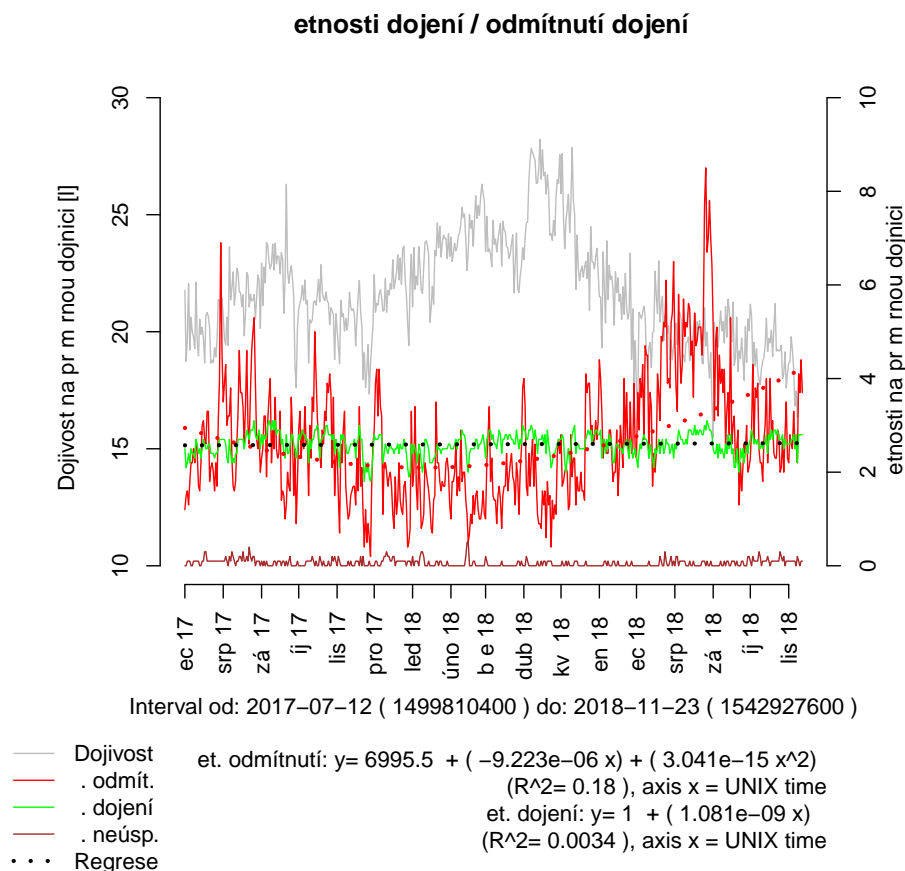
Pohledovým vyhodnocením roční dojivosti je zřejmý mírný nárůst dojivosti od července 2017 do září kdy průměrná denní dojivost mírně rostla od 20 kg do 24 kg na jednu dojnici. Po té až do prosince následoval pokles průměrné denní dojivosti opět k 20 kg. Po té do dubna 2018 následuje růst k globálnímu maximu při dojivosti cca 27 kg na jednu dojnici. Od dubna 2018 do listopadu 2018 následuje pokles dojivosti až k 18 kg na jednu dojnici.

8.4 Četností dojení, odmítnutí dojení a nestandardní stavy – Mačl

Vysvětlení jednotlivých proměnných je v roční data – Stupka kapitola 8 Na obrázku č. 32 je znázorněn graf sledující četnosti neprovedeného dojení, provedeného dojení a dojení při kterých se vyskytla chyba na průměrnou dojnici. Průměrná četnost dojení průměrné dojnice je 2,6 (medián 2,6) dojení denně. Průměrný počet odmítnutí dojení jedné průměrné dojnice je 2,64 (medián 2,4). Jedna průměrná dojnice způsobí průměrně 0,62 zaznamenaných chybových stavů. Rozšířenější popisné statistiky lze najít v tabulce č. 47. Četnost denních dojení lze v obrázku č. 32 vyjádřit modelem:

$$y = 6995,5 - 9,223 \cdot 10^{-6} x + 3,041 \cdot 10^{-15} x^2 ; R^2 = 0,18 \\ D(f) = (1499810400; 1542927600)$$

Obr. 32: Dlouhodobá četnost dojení, odmítnutí dojení a nestandardních stavů průměrné dojnice – Mačl



Četnost odmítnutých dojení lze v obrázku č. 32 vyjádřit regresním modelem:

$$y = 0,953 + 1,081 \cdot 10^{-9} x ; R^2 = 0,0034$$

$$D(f) = (1499810400; 1542927600)$$

Osa x je vyjádřena v unixovém (POSIX) času, odpovídá intervalu od 12. 7. 2017 do 23. 11. 2018. Korelační závislost mezi roční dojivostí průměrně dojnice a četností denních dojení průměrně dojnice $r = 0,25$. Korelační závislost mezi roční dojivostí průměrně dojnice a četností odmítnutých dojení průměrně dojnice je $r = -0,37$. Korelační závislost mezi četností odmítnutí dojení průměrně dojnice a četností dojení průměrně dojnice je $r = 0,47$.

Pohledovou analýzou roční četnosti dojení průměrně dojnice v průběhu roku (obrázek č. 32) zjistíme, že tato hodnota byla v průběhu roku poměrně stabilní s velmi nízkým rozptylem držící se okolo svého mediánu 2,6. Regresní křivka této roční četnosti dojení je konstantního průběhu. Roční četnost odmítnutí dojení na průměrnou dojnici má větší rozptyl hodnot, $\min = 0,2$, $\max = 8,5$, $IRQ = 1,6$ (tabulka č. 47). Regresní křivka četnosti odmítnutí je konvexního tvaru s minimem v únoru 2018 kdy dosáhl počet odmítnutí hodnotu 2. V srpnu 2017 dochází k lokálním maximu 6 odmítnutí. V září 2018 nastal prudký nárůst počtu 8 odmítnutí dojení, po té následuje prudký pokles k hodnotě 3

odmítnutí, tento pokles počtu odmítnutí není již příliš dobře popsán regresní křivkou. Četnost chybových stavů je v průběhu roku byl poměrně stabilní s mediánem 0 poruchy na průměrnou dojnici.

8.4.1 Složení mléka – Mačl

Vzhledem k tomu, že byli k dispozici údaje z interních čidel automatu o procentickém obsahu tučnosti, bílkovin, laktózy a PSB byl vytvořen graf (obrázek č. 33) porovnávající tyto hodnoty navzájem v průběhu roku. Tyto hodnoty nejsou vzhledem k neznámé kalibraci, přesnosti a spolehlivosti čidel statisticky hodnoceny. Z křivky popisující **počet somatických buněk PSB** (obrázek č. 33) vidíme poměrně velký rozptyl hodnot (cca od 50 do 300 tisíc SB na 1 ml). Průměrná hodnota PSB je však v průběhu roku poměrně stabilní na hodnotě lehce přes 100 tisíc SB na 1 ml.

Z křivky popisující **podíl bílkovin** v mléce (obrázek č. 33) zjišťujeme od července 2017 (3 %) růst do svého maxima (3,8 %) v březnu 2018, následuje propad do globálního minima v červenci 2018 (2,8 %) aby v říjnu 2018 nastalo lokální maximum (3,5 %).

Tvar křivky **tučnosti** mléka (obrázek č. 33) přibližně kopíruje křivku popisující obsah bílkovin v mléce, avšak její průměrná hodnota je vyšší než obsah bílkovin.

Podíl **laktózy** (obrázek č. 33) v průběhu celého roku nevybočoval ze své učebnicové hodnoty cca 4,7 % s rozptylem v řádu dvou desetín.

8.5 Dojivost – Strolený

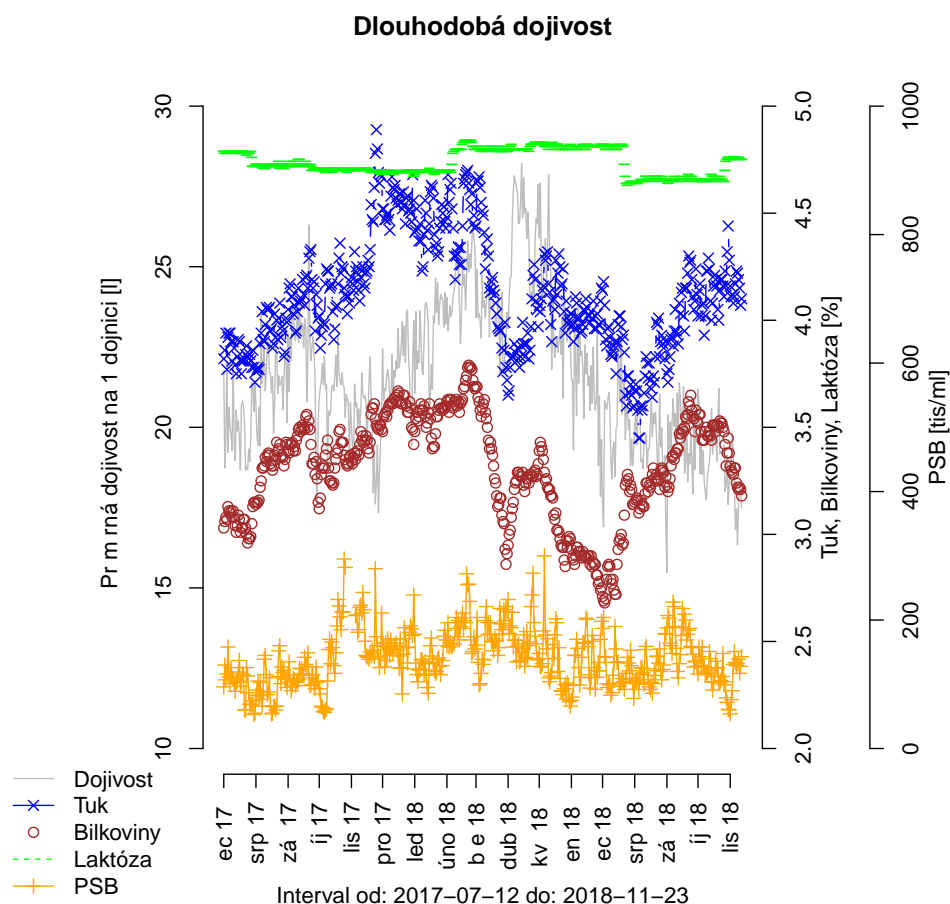
Vzhledem k tomu, že na farmě pana Stroleného máme 2 oddělené stáda ve stejných podmínkách mohou tyto stáda porovnávat mezi sebou. Roční průměrná dojivost na dojnici z automatu 101 je na obrázku č. 34 a pro automat 102 je to obrázek č. 35. Další parametry zkoumající četnost dojení, odmítnutí dojení, četnost nestandardních stavů vztažené k jedné dojnici je pro automat 101 na obrázku č. 36 a pro automat 102 je to obrázek č. 37.

Analýza dlouhodobé dojivosti. V automatu 101 nadojeno 2032,2 kg mléka. V automatu 102 nadojeno 1957,98 kg mléka. Vzhledem k velikosti vzorku dojníc na druhé a vyšší laktaci v mediánu 34 pro první automat a 28 pro druhý automat jen analyzována tato kategorie dojníc Průměrná dojivost průměrné dojnice (tabulka č.49) v průběhu roku pro automat 101 je 23,94 kg (medián je 24,4). Údaj se velmi podobá číslům (tabulka č. 48) z druhého automatu 102 kde je průměrná dojivost na jednu dojnici 24 kg (medián je 24,04). Vzájemná korelace mezi dojivostí v obou automatech je $r=0,56$, korelace mezi celkovou denní produkcí stáda je $r=0,72$, Vztah mezi počtem odmítnutí dojení dojníc mezi oběma automaty je 0,54. Korelace mezi četností dojení průměrné dojnice mezi oběma automaty je $r=0,35$.

Roční dojivost pro skupinu dojníc na druhé a další laktaci pro automat 101 (Dojivost další laktace v obrázku č. 34) lze vyjádřit modelem: Osa x je vyjádřena v unixovém (POSIX) času, odpovídá intervalu od 1. 11. 2017 do 14.3. 2019.

$$y = 14803,7 - 1,929 \cdot 10^{-5} \cdot x + 6,292 \cdot 10^{-15} x^2 ; R^2 = 0,17; \\ D(f) = (1509490800; 1552431600)$$

Obr. 33: Složení mléka v průběhu roku – Mačl



Roční dojivost pro skupinu dojníc na druhé a další laktaci pro automat 101 (Dojivost další laktace v obrázku č. 35 lze vyjádřit modelem: Osa x je vyjádřena v unixovém (POSIX) času, odpovídá intervalu od 1. 11. 2017 do 14.3. 2019.

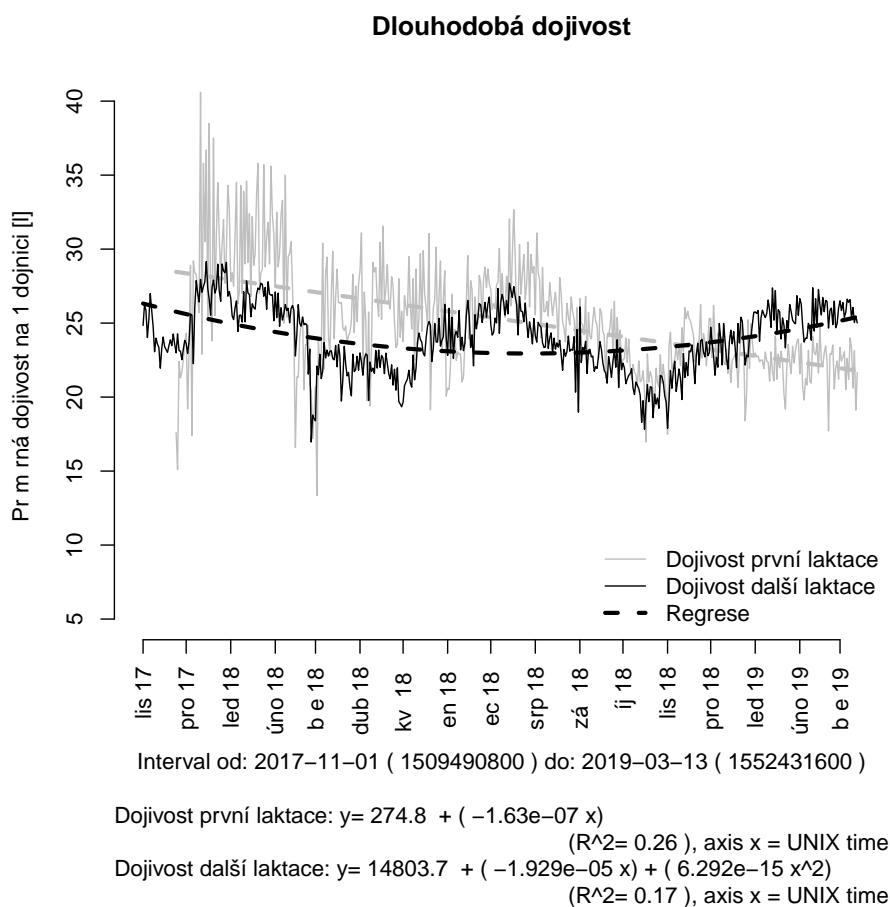
$$y = -20,8 + 2,928 \cdot 10^{-8} \cdot x ; R^2 = 0,04$$

$$D(f) = (1509490800; 1552431600)$$

Data zobrazující dojivost průměrné dojnice pro druhou a vyšší laktaci jsou na obrázcích č. 34 a č. 35. Oba automaty jsou si podobné.

Pro automat 101 platí že, od listopadu do začátku prosince 2017 je znatelný lokální útlum dojivosti na hodnotě lehce nad 23 kg. Na začátku prosince nastane prudší skok dojivosti na 28 kg. Z tohoto maxima v druhé polovině prosince 2017 se dojivost postupně snižuje až k hodnotě 20 kg, které dosáhne na začátku května 2018. Během tohoto intervalu se objevilo ke konci února 2018 krátkodobý výpadek s poklesem dojivosti až na 16 kg mléka. Tomuto výpadku přecházel náhlý poklesem stavů dojníc ve skupině. Ve dnech 26. a 27. 2. chybělo 5 kusů oproti normálu. Výpadek dojivosti po této události trval od 26. 2. celkem 4 dny. Pravděpodobně šlo o neklid ve stádě. Od počátku května 2018 do poloviny července 2018 dojivost stoupala do svého maxima 27 kg a po té klesala až do počátku listopadu na hodnotu 18 kg mléka. Od počátku listopadu dojivost opět roste na konečnou úroveň v cca 25 kg mléka do poloviny března 2019. Na

Obr. 34: Dlouhodobá dojivost automat 101 – Strolený



Tab. 48: Dlouhodobá dojivost dojnic na druhé a vyšší laktaci – Automat 102, Strolený

Min. [kg]	Dolní kvartil [kg]	Medián [kg]	Arit. Průměr [kg]	Horní kvartil [kg]	Max. [kg]
17,40	22,81	24,04	24,00	25,53	28,32

Tab. 49: Dlouhodobá dojivost dojnic na druhé a vyšší laktaci – Automat 101, Strolený

Min. [kg]	Dolní kvartil [kg]	Medián [kg]	Arit. Průměr [kg]	Horní kvartil [kg]	Max. [kg]
16,97	22,42	23,89	23,94	25,62	29,15

začátku září 2018 je pozován neobvyklý zákmit v hodnotě dojivosti, a současně byla pozorována zvažšená četnost nestandardních stavů automatu.

Pro automat 102 platí, že od začátku listopadu 2017 do poloviny listopadu 2017 se objevil pokles dojivosti z hodnoty 25 kg mléka na 20 kg mléka. Po té následuje pozvolný růst dojivosti do začátku února 2018 na hodnotu cca 27 kg mléka. Následuje prudký pokles na cca 17 kg mléka ke konci února 2018. Tento úbytek dojivosti koresponduje s automatem 101. Od začátku března 2018 do začátku srpna dojivost pozvolna roste na

hodnotu cca 28 kg aby opět pozvolna klesala do 2/3 října 2018 s dojivostí cca 17 kg. Od té doby roste až do konce získaných dat s hodnotou 25 kg mléka v březnu 2019.

Data pro zobrazení první laktace (prvotetek) jsou na obrázku č. 34 a 35) Pro nízký počet dojnic ve skupině, medián pro automat 101 je 8 a pro automat 102 je 6, je nutno brát tato data jen orientačně. Prakticky až do 12.5. 2018 jsou zobrazena data od 1 do 3 dojnic, tato oblast proto vyniká značnou variabilitou. Ke konci sledovaném období dosáhly počty dojnic pozvolna až k hodnotě cca 27 kusů. Na rozdíl od teorie mají dojnice na první laktaci vyšší průměrnou dojivost oproti ostatním dojnicím, jedná se pravděpodobně o velmi výkonné dojnice které svoji dojivost budou ještě zvyšovat, Pro automat 101 dojnice na první laktaci od června 2018 přibližně kopírují dojivost dojnic na vyšší laktaci, dojivost dojnic na první laktaci je v tomto úseku o cca 1 až 3 kg větší. Odchylka od tohoto trendu nastala v prosinci 2018. Od té doby dojivost začala klesat až do poloviny března 2019.

Pro automat 102 dojnice na první laktaci od června 2018 prakticky kopíruje křivku dojivosti dojnic na vyšší laktaci. V grafu vypsány regresní rovnice pro dojnice na první laktaci, vycházejí však z velmi nízkého počtu dat.

8.6 Četností dojení, odmítnutí dojení a nestandardní stavy – Stro- lený

Četnost dojení, četnost odmítnutí dojení a četnost nestandardních stavů je pro automat 101 na obrázku č. 36 a pro automat 102 na obrázku č. 37. Popisné statistiky jsou vypsány v tabulce č. 50. V této analýze jsou zpracována data dojnic v druhé a vyšší laktaci.

Četnost neprovedeného dojení na jednu průměrnou dojnic pro automat 101 lze v průběhu roku, (osa y) na obrázku č. 36, lze vyjádřit modelem: Osa x je vyjádřena v unixovém (POSIX) času, odpovídá intervalu od 1. 11. 2017 do 14.3. 2019.

$$y = 1683,6 - 2,263 \cdot 10^{-6} \cdot x + 6,953 \cdot 10^{-16} x^2 ; R^2 = 0,34$$
$$D(f) = (1509490800; 1552431600)$$

Pohledem na graf četnosti neprovedeného dojení (obrázek č. 36) zjistíme poměrně vysokou kolísavost tohoto údaje. Hodnoty se pohybují od 1,3 do 2,8 s mediánem 1 neprovedeného dojení (tabulka č. 50). Od listopadu do začátku prosince 2017 četnost mírně stoupala až do svého maxima 4,3. Po té během prosince 2018 klesla až na hodnotu četnosti kolem jedné a držela se přibližně na této hodnotě až do začátku března 2018, během této doby však nastávali špičkové výkyvy až cca 5 k hodnotě 3,5. Od března do poloviny června 2018 se četnost pozvolna klesala až cca na 1 odmítnuté dojení na jednu dojnici. Od června 2018 do února 2019 se četnost pohybovala okolo jedné a ke konci intervalu většinou méně než jedna.

Četnost provedeného dojení průměrné dojnice v automatu 101 (osa y) na obrázku č. 36 lze vyjádřit modelem: Osa x je vyjádřena v unixovém (POSIX) času, odpovídá intervalu od 1. 11. 2017 do 14.3. 2019.

$$y = 12 - 6,299 \cdot 10^{-9} \cdot x ; R^2 = 0,127$$
$$D(f) = (1509490800; 1552431600)$$

Hodnoty četnosti dojení se pohybují od 1,8 do 2,8 s mediánem 2,8. Pohledem na graf četnosti dojení (obrázek č. 36) že se četnost dojení pozvolna klesá s nízkým rozptylem hodnot na z hodnoty cca 2,3 v listopadu 2017 k hodnotě 2,1 v březnu 2019. Na konci února 2018 je znatelný pokles četnosti dojení, který koreluje s poklesem průměrné dojivosti a zvýšenou četností nestandardních stavů. Jako možnou příčinu je možno hledat přesuny ve stádě, protože v tyto dny 26.2. a 27.2. náhle poklesl počet dojnic ve zkoumané kategorii (dojnice na druhé a vyšší laktaci) z 38 na 32 dojnic. Od 28.2 byl stav opět na 38 dojnicích. Další menší zakolísání v korelaci s celkovou průměrnou dojivostí se projevuje v září 2018. Ke konci prosince 2018 nastal též mírně významnější pokles, současně se v této době se projevuje mírně zvýšená četnost nestandardních stavů.

Graf četnosti nestandardních stavů pro automat 101 při dojení se pohybuje s mírným rozptylem na hodnotách mírně nad nulou.

Četnost neprovedeného dojení na jednu průměrnou dojnici pro automat 102, (osa y) na obrázku č. 37 lze vyjádřit modelem: Osa x je vyjádřena v unixovém (POSIX) času, odpovídá intervalu od 1. 11. 2017 do 14.3. 2019.

$$y = -1057,3 - 1,417 \cdot 10^{-6} x + 4,734 \cdot 10^{-16} x^2; R^2 = 0,23;$$

$$D(f) = (1509490800; 1552431600)$$

Pohledem na graf četnosti neprovedeného dojení (obrázek č. 37) zjistíme opět velmi vysoký rozptyl hodnot, ale hodnoty jsou větší než v automatu 101. Hodnoty kolísají od 0,3 do 5,6 (tabulka č. 50). Trend přibližně kopíruje automat 101. Během listopadu 2017 nastává (obrázek č. 37) nárůst četnosti odmítnutí dojení cca 1,5 ke cca 4,5. Do poloviny prosince nastává prudký pokles až na hodnoty pod jedno jedno odmítnutí dojení. Následuje pozvolný růst až do dubna 2018 kdy nastalo globální maximum. Po té následuje pokles až poloviny července 2018. Od července 2018 do února 2019 křivka blíží k plochému konkávním vzoru s maximem v polovině září 2018 na hodnotě cca 4 (průměr je cca 2). Od února 2019 do poloviny března 2019 znatelní růst četností odmítnutí dojení.

Četnost provedeného dojení pro automat 102, (osa y) v obrázku č. 37 lze vyjádřit modelem: Osa x je vyjádřena v unixovém (POSIX) času, odpovídá intervalu od 1. 11. 2017 do 14.3. 2019.

$$y = 11,4 - 5,849 \cdot 10^{-9} \cdot x; R^2 = 0,1$$

$$D(f) = (1509490800; 1552431600)$$

Křivka četnosti dojení (obrázek č. 37) velmi málo kolísá kolem své hodnoty 2,3 dojení na průměrnou dojnici. Regresivní přímka je mírně klesající. Poklesy ke konci prosince 2018, v polovovině července 2018 a na začátku listopadu se přibližně shodují s poruchami na křivce dojivosti průměrné dojnice.

Graf četnosti nestandardních stavů při dojení pro automat 102 se pohybuje mírně nad nulou. V březnu 2018 je viditelná poněkud zvýšená četnost nestandardních stavů. Totéž se opakuje v červenci 2018, v srpnu 2018 a v listopadu 2018. Od poloviny prosince 2018 do poloviny ledna 2019 nastalo velmi klidné období.

Tab. 50: Dlouhodobé statistiky četnost dojení, odmítnutí dojení, nestandardní stavy – Strolený

		Automat	Min.	Dolní kvantil	Medián	Arit. Průměr	Horní kvartil	Max.
Četnost dojení	Produkční	101	1,3	2,2	2,3	2,31	2,5	2,8
		102	1,4	2,3	2,5	2,475	2,6	3,0
	Prvotelky	101	1,0	2,0	2,2	2,281	2,5	3,5
		102	1,0	2,1	2,3	2,395	2,5	4,0
	Zasušené	101	1,0	1,9	2,2	2,184	2,5	3,2
		102	1,0	2,0	2,3	2,364	2,7	3,4
Četnost ne-provedeného dojení	Produkční	101	0,1	0,7	1,0	1,232	1,5	4,3
		102	0,3	1,3	1,8	1,952	2,5	5,6
	Prvotelky	101	0,0	0,3	0,6	0,7813	1,0	6,0
		102	0,0	0,5	1,0	1,197	1,5	20,0
	Zasušené	101	0,0	0,5	0,9	1,102	1,4	8,0
		102	0,0	0,8	1,3	1,772	2,2	9,7
Četnost ne-standardních dojení	Produkční	101	0,0	0,0	0,1	0,0884	0,1	0,6
		102	0,0	0,0	0,0	0,0652	0,1	0,6
	Prvotelky	101	0,0	0,0	0,0	0,0742	0,1	2,0
		102	0,0	0,0	0,0	0,0856	0,1	2,0
	Zasušené	101	0,0	0,0	0,0	0,0638	0,1	1,0
		102	0,0	0,0	0,0	0,0951	0,2	1,5

8.7 Technická poruchovost

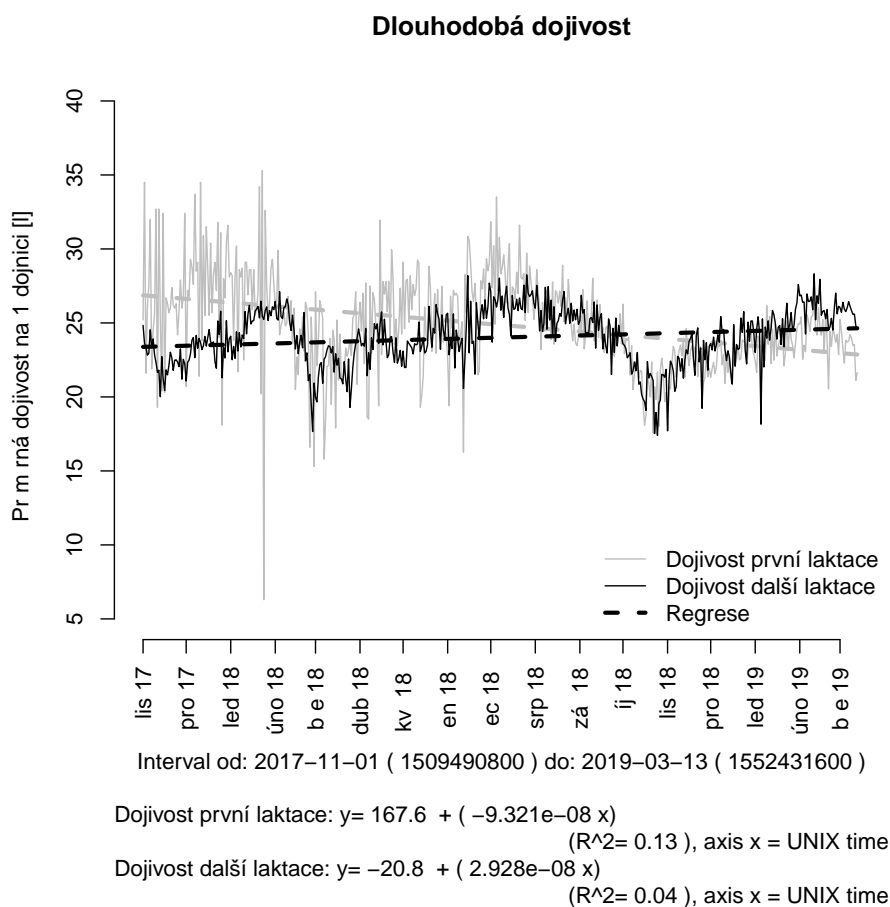
Součástí provozu dojících automatů Lely je smluvní servisní služba. Tato služba je možno předplatit ve čtyřech úrovních. V nejvyšší úrovni nabízí plný rozsah servisních služeb (orientačně 180 000 Kč/rok) a v nejnižší úrovni (25 000 Kč/rok) pouze základní servis zajišťující dostupnost servisního technika do 2 hodin od zjištění poruchy. Jednotlivé úrovně servisních služeb se liší v rozsahu úkonů které jsou poskytovány v rámci servisního poplatku a míry spoluúčasti zákazníka. Poruchovost je uvedena v tabulce 51.

9 Diskuze

9.1 Denní data

Vyhodnocení počtu podojených krav. V tomto parametru je zajímavé porovnat počet dojníc ve stáde na jeden dojící automat a četnost využití tohoto automatu. U pana Stupky připadá na jeden automat 44,5 dojnice (dva automaty na jedno stádo), u pana Stroleného je na jeden automat 60 a na druhý automat 61 dojníc. U pana Mačla je na jeden automat 64 dojníc. Závislost je zobrazena na obrázku č. 38. Z toho grafu vidíme, že četnost využití automatu pro dojení byla u pana Stroleného mírně vyšší (pohybuje

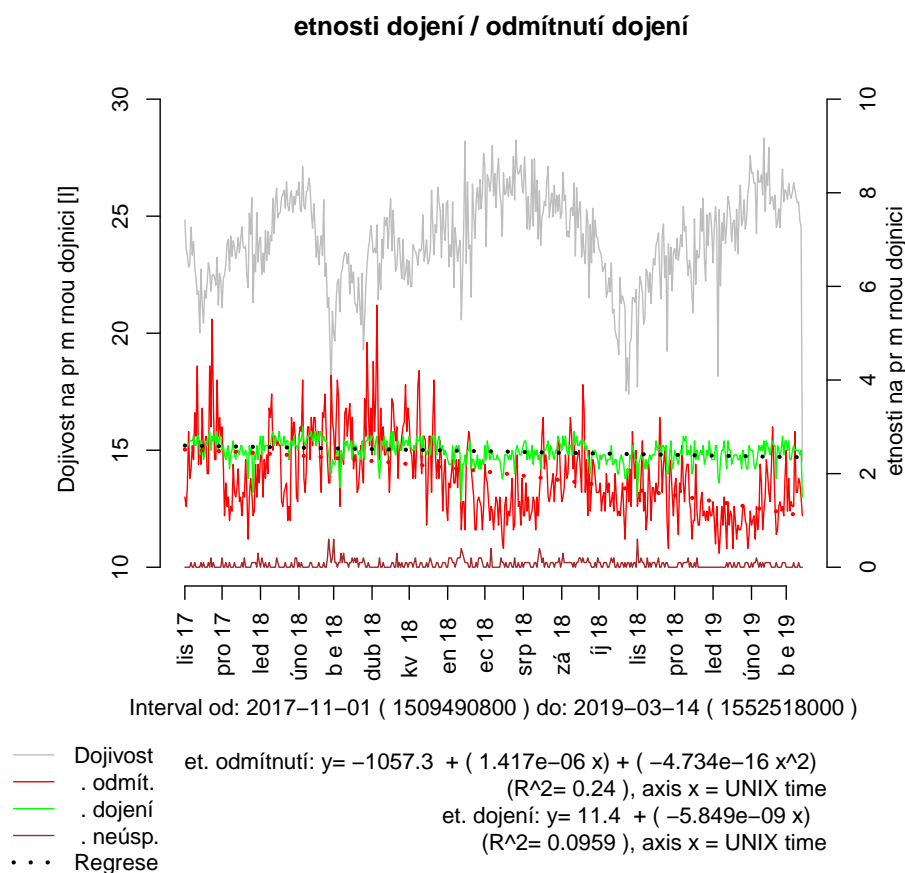
Obr. 35: Dlouhodobá dojivost automat 102



Tab. 51: Technická poruchovost

farma	Strolený	Stupka	Mačl
Délka provozu [let]	8	11	3
Automat	2 x A3	A3 + A3 Next	A4
Počet drobných poruch za rok	8-10	6	10
Poměr drobných poruch opravených vlastními silami	75 %	80 %	80 %
Vážné závady	Kompresor 1 x po 6 letech	kompresor pulzátor	Laser 1 x po 2 letech Jednotka čištění 1 x po 3 letech Pneumatické ventily 2 x po 1,5 letech
Jiné	Nefunkční senzor bílkovin a tuků neřešen		

Obr. 36: vyberove parametry 101 – Strolený



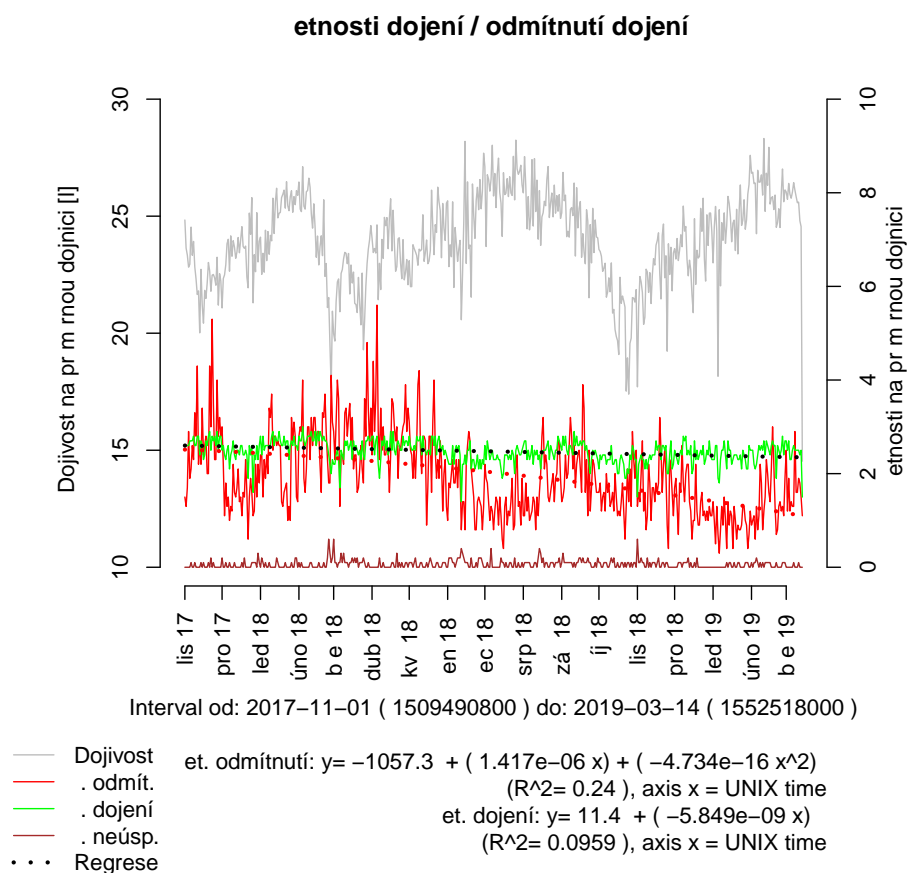
se v hodnotách od 5 do 6) než u pana Stupky, avšak u pana Mačla nastal prudký nárůst (na hodnotu 7,78).

Vyhodnocením rozložení četnosti dojení v automatu (obrázky č. 5, č. 6 a č. 7) v průběhu dne zjistíme u každého testovaného chovu různé vzory. Na farmě pana Stupka se střídá vzor vyšší aktivity dojení v časech 6 h do 10 hodiny a v čase 16 h do 21 h. Krmivo je zde zakládáno 2 krát denně. Farma pana Stroleného měla spíše inverzní průběh rozložení četnosti dojení oproti farmě pana Stupky. Vyšší aktivita zde nastala od 10 h ranní a končila ke druhé hodině ranní následujícího dne. V tomto intervalu nastala mírná pauza okolo 19h. Farma pana Mačla vykazovala zatížení dojícího automatu v průběhu celého dne, s drobnějším poklesem v 11 h a 23 h, bez ohledu na čas krmení ve 14:00. Následující den (sobota) nastal pokles mezi 4 h a 5 h, který se však neopakuje v předcházejícím dni.

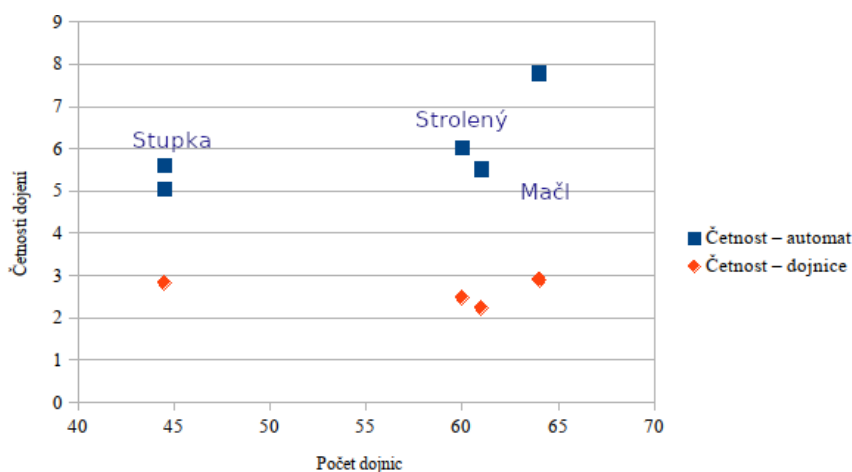
V grafu je zobrazena pro porovnání četnost dílčího dojení průměrné dojnice za 24 h. Tato četnost se u pana Stupky i Mačla blíží k doporučené hodnotě 3 dojení denně. U pana Stroleného klesá tento parametr ke 2,23 dojením denně. Na základě údajů z tabulky 7 a 8 se se četnost dojení zvyšuje počtem vysokoprodukčních dojnic.

Vyhodnocením preference automatů bylo možné jen na farmě pana Stupky. V této analýze bylo zjištěno že 44 z 89 dojnic preferovalo určitý automat. Při hodnocení tohoto problému byla současně sledována i vztah dojivosti dojnice ve vztahu k četnosti dojení

Obr. 37: Výběrové parametry 102 – Strolený

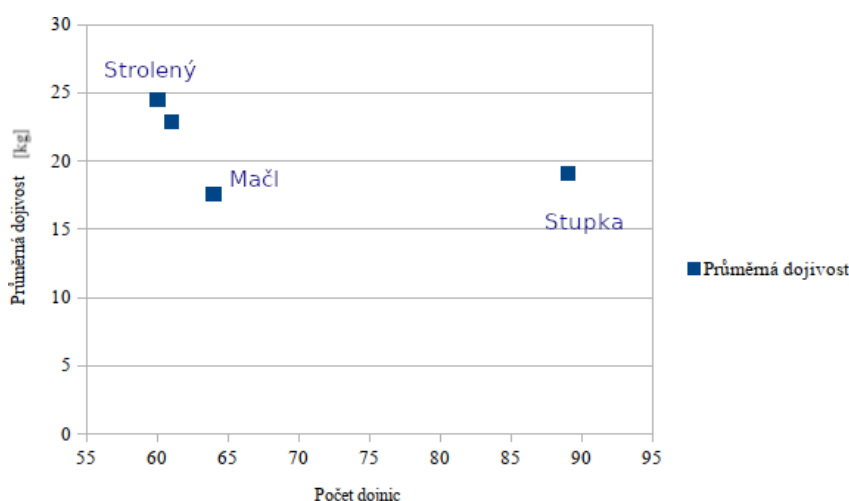


Obr. 38: Závislost četnosti návštěv na počtu dojnic ve stádě



v automatu. Bylo zjištěno že čím výkonnější dojnice je, tím více je pravděpodobnější větší návštěvnost této dojnice automatu, současně ale vysoké hodnoty četností dojení značí na problematické dojnice s vysokým výskytem nestandardních stavů, tj. tyto dojnice chodí do automatu častěji v krátkých intervalech a pravděpodobně nejsou řádně podojeny. Vynikající dojnice nadají denně přes 40 kg mléka, těchto dojnic však není ve stádě mnoho. Teoreticky se jedná o dojnice na vrcholu laktační křivky. Příspěvek

Obr. 39: Závislost dojivosti na počtu dojnic ve stádě



této skupiny dojnic do celkové produkce tvoří menší část. Nejvyšší celkovou produkci mléka poskytuje skupina dojnic se 2 až 3 dojeními denně, ačkoliv je průměrná denní dojivost dojnice v této skupině o polovinu až třetinu menší než je dojivost nejlepších dojnic.

Vyhodnocení časů dojení Čas nasazení strukových nástavců nehodnocen pro nedostupnost dat. Čas celkového dojení je rozdělen na čas rozdojení a dojení. **Čas rozdojení** prakticky neovlivňuje produkci mléka dojnice. Popisné statistiky času rozdojení vyčteme, že se medián tohoto času pohybuje okolo 11 až 13 s u pana Stroleného a Stupky. U pana Mačla je medián od 17 do 19 s. Pro **čas dojení** lze vysledovat závislost dílčí dojivosti (při jedné návštěvě) na délce dojení. Zprůměrováním všech tří modelů zkoumaných farem (koeficient determinace u těchto modelů byl $R^2 = 0,2$) vznikl následující model:

$$\text{Dílčí dojivost} = 4,4 + 8,5 \cdot 10^{-3} \cdot t \quad [\text{kg ; s}]$$

Malé t ve vzorci představuje čas dojení od konce doby rozdojování do konce dojení v sekundách. Tento čas byl zvolen vzhledem k jeho snadné dostupnosti z výpisu obslužného software LELY T4C.

Vyhodnocení produkce mléka Na obrázku č. 39 vidíme porovnání dojivosti všech analyzovaných farem. Farmy nejsou zcela srovnatelné. Nutno brát v úvahu, že pan Strolený hospodaří v režimu konvenčního zemědělství a pan Stupka v režimu ekologického zemědělství, kde není cíl maximální užitkovost. Data navíc pocházejí z různého ročního období. Data pana Stroleného byla získána v zimním období, data pana Mačla a Stupky v podzimním období.

Ně největší výnos mléka má pan Strolený V automaty 101 dosahuje průměrná dojivost 24,5 kg a v automatu 102 dosahuje průměrná dojivost 22,9 kg mléka. Oproti tomu farmě pana Stupky který se dvěma automaty, dosahuje 19,1 kg mléka. Po té bych pozitivně hodnotil farmu pana Mačla který s jedním automatem dosahuje poměrně dobré výkonnosti, průměrná dojivost 17,56 kg mléka. Vzhledem k tomu že pan Mačl vlastní jeden automat považují tento výkon za vynikající.

Celková denní produkce pana Stupky byla 1 776 kg, u pana Mačla byla 1 123 kg a u

pana Stroleného 2 840 kg. Není bráno v úvahu nestandardní mléko.

Analýzou doby odpočinku zjišťujeme že doba odpočinku mezi jednotlivými dojeními se ve svém největším výskytu pohybuje od 6 do 10 hodina. Minoritně trvá doba odpočinku kratší než 3 hodiny a delší než 16 hodin. S dobou odpočinku souvisí četnost dílčích dojení průměrné dojnice, které se obvykle blíží hodnotě 3 což odpovídá mediány doby odpočinku 8 hodin. Delší doba odpočinku než 14 hodin je obvykle minoritní. Dlouho nepodojené dojnice jsou obvykle personálem přihnání k dojení. Z dat je viditelné, že některé dojnice jsou podojeny i po pauze dlouhé 17 h. Tyto pozdní dojnice mají obvykle malou produkci mléka. Podle zkušeností od dojnice nedojdou do automatu sami, pokud mají zdravotní problémy. Opačný extrém je velmi krátká doba odpočinku pod jednu hodinu. V tomto případě byly dojnice automaticky odmítnuty zejména z důvodů nestandardních stavů automatu, viz přehled nestandardních dojení.

9.2 Dlouhodobá data

Na datech je dobře patrné kolísání **průměrné dojivosti průměrné dojnice** v průběhu roku, kdy v teplejších měsících od června do září dojivost klesá. Tento trend je patrný hlavně na farmě pana Stupky. O něco méně je znát na farmě pana Mačla. U pana Stroleného poměrně malý. V textu výše jsou uvedeny regresní rovnice pro namodelování roční dojivosti. Tyto rovnice nejsou vzhledem rozdílu v datech zevšeobecněny. Porovnáním společného úseku od ledna 2018 do srpna 2018 u pana Stroleného konvexního průběh paraboly, u pana Stupky a Mačla spíše lineární pokles, Dojivost se v průběhu roku u všech pozorovaných farem pohybuje od cca 17 kg do cca 28 kg u pana Stupka a Mačla Zatímco u pana Stroleného byla křivka vyrovnanější a pohybuje se od 20 do 28 kg.

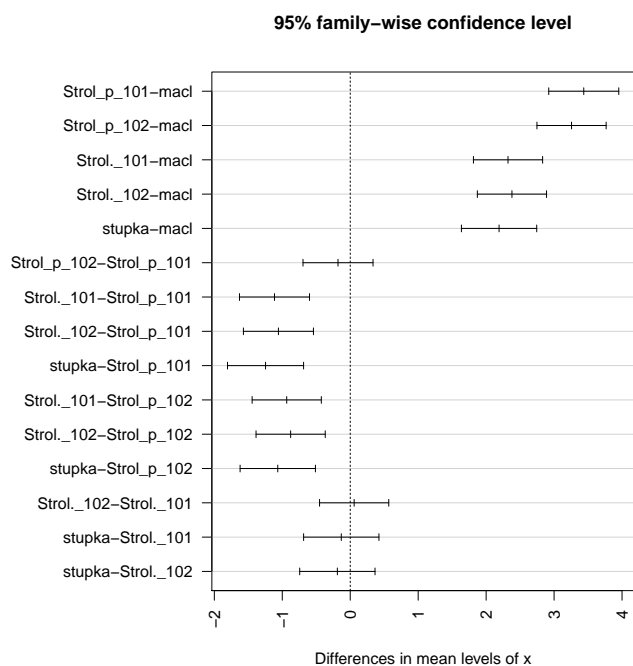
Data průměrné **denní dojivosti průměrné dojnice** se statisticky liší ($p < 2.10^{-16}$) na obrázku č. 40 je grafické vyjádření Tukey HSD testu. Test analyzoval veškerá dostupná data. Tento test ukazuje že roční průměrná dojivost na dojnice se statisticky neliší na farmě pana stupka a oběma skupinou produkčních dojnic pana Stroleného ($p \in (0, 926; 0, 984)$) Statisticky stejné jsou obě skupiny prvotek pana Stroleného ($p = 0, 91$) i obě skupiny produkčních dojnic pana stroleného ($p = 0, 9995$). Statisticky se liší od ostatních skupina dojnic pana Mačla ($p = 0$), dále skupina dojnic pana Stupky ($p < 0, 0001$) je jiná než skupina prvotek pana Stroleného Navzájem se liší skupina produkčních dojnic a prvotek pana Stroleného ($p < 0, 0001$).

Statistické vyhodnocení **průměrné četnosti denního dojení** Tukey HSD testem je na obrázku č. 42. Z grafu vyplývá že statisticky stejnou četnost dojení mají jen skupina produkčních dojnic pana Stroleného v automatu 101 a skupina prvotek pana Stroleného z automatu 101 ($p = 0, 62$). Ostatní skupiny se liší ($p < 0, 0001$).

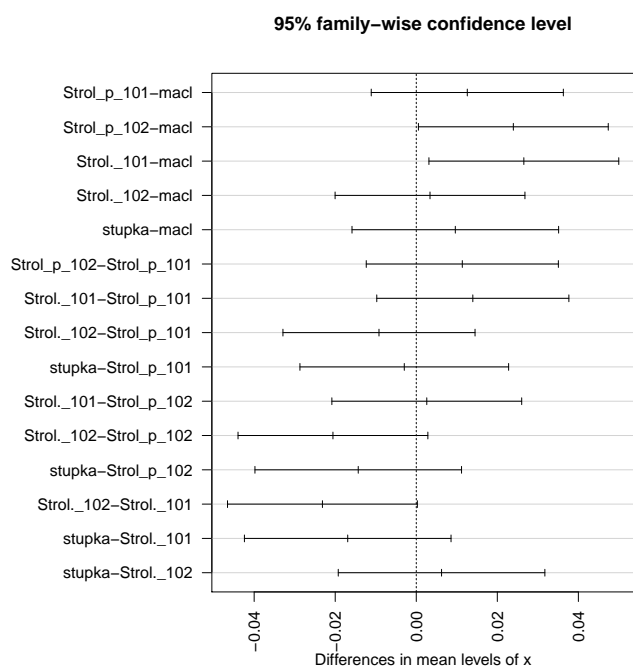
Statistické vyhodnocení **průměrné četnosti denního odmítnutí dojení** Tukey HSD testem je na obrázku č. 43. Z grafu vyplývá že statisticky stejnou četnost denního odmítnutí dojení má jen skupina produkčních dojnic pana Stroleného z automatu 101 a skupina prvotek pana Stroleného z automatu č. 102 ($p = 0, 996$). Ostatní skupiny se statisticky liší ($p < 0, 0001$).

Statistické vyhodnocení **průměrné četnosti denního počtu nestandardních stavů** Tukey HSD testem je na obrázku č. 41. Z grafu vyplývá že statisticky stejnou četnost

Obr. 40: Tukey HSD, Průměrná roční dojivost, legenda tabulka č. 52

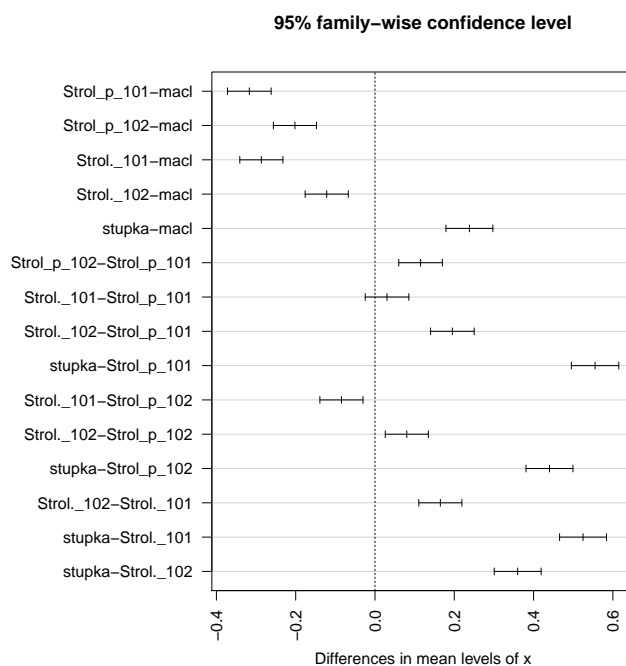


Obr. 41: Tukey HSD, Průměrná četnost nestandardních stavů, legenda tabulka č. 52

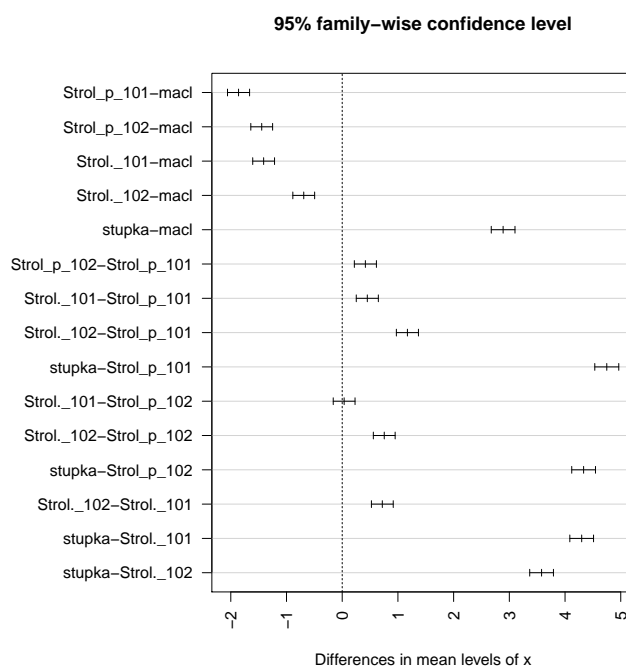


nestandardních stavů při dojení ($p \in (0, 9999; 0, 4)$) má většina možných kombinací párů, méně statisticky významnou podobnost ($p \in (0,06; 0,01)$) mají dojnice skupin produkčních dojnic automatu 101 pana Stroleného a produkčních dojnic automatu 102 pana Stroleného. Dále se patří dvojce skupin produkčních dojnic pana Stroleného z automatu 101 a dojnic pana Mačla. Plus skupina prvotek z automatu 101 pana Stroleného a dojnicemi pana Mačla. Nízkou podobnost mají data produkčních dojnic pana Stroleného z automatu 102 a skupinou prvotek pana Stroleného z automatu 101 ($p = 0, 12$).

Obr. 42: Tukey HSD, Průměrná roční četnost dojení, legenda tabulka č. 52



Obr. 43: Tukey HSD, Průměrná roční četnost odmítnutí dojení, legenda tabulka č. 52



Technická poruchovost automatů na sledovaných farmách se pohybovala intervalu 6 až 10 drobných závad za rok, z toho 75 až 80 % je opraveno vlastními silami. Mezi vážné závady patří závada na kompresoru, pneumatických ventilech, laseru, pulzátoru a jednotky čištění struků viz tabulka č. 51.

10 Závěr

Dojící roboty lze v podstatě doporučit pro plné nasazení a to i přesto že některé nestandardní stavy vyžadují lidský zásah představují výrazné ulehčení. Dojnice robot navštěvují nejčastěji 3 krát denně. Zdravé dojnice si sami řídí dobu, kdy jdou k dojení podle svých fyziologických dispozic. Zootechnik má lepší přehled o zdraví a reprodukčním stavu jednotlivých dojníc v produkčním stádě. Dojící robot podstatně přispívá ke zlepšení welfare v chovu dojného skotu.

11 Legenda

Tab. 52: Legenda k Tukey HSD grafům

Strol_p_101	Skupina prvotetek automatu 101 pana Stroleného
Strol_p_102	Skupina prvotetek automatu 102 pana Stroleného
Strol_101	Skupina produkčních dojníc automatu 101 pana Stroleného
Strol_102	Skupina produkčních dojníc autormatu 102 pana Stroleného
stupka	Dojnice pana Stupky bez rozlišení pořadí laktace
macl	Dojnice pana Mačla bez rozlišení pořadí laktace
Produkční dojnice	Dojnice na druhé a vyšší laktaci (Strolený)

Tab. 53: LEGENDA k tabulkám časů dojení

LP –	Levý přední struk	PP –	Pravý přední struk
LZ –	Levý zadní struk	PZ –	Pravý zadní struk
DD –	Doba dojení	CR –	Doba rozdojení
1 –	Automat 101	2 –	Automat 102

Literatura

- [Anonym-1] ANONYM, *Malé dojení Driml MD2*. Návod k použití
- [Anonym-2, 2009] ANONYM. *Lely Ambassador Newsletter*. Volume 2 December 2009.
- [Anonym-3, 2019] ANONYM. Lely Astronaut A5 - The art of milking (English) *Youtube* [online]. [cit. 16. 2. 2019] Dostupné z www.youtube.com
- [Anonym-4] ANONYM, *LELY marketingový leták*
- [Anonym LELY A4] ANONYM, *LELY marketingový leták Astronaut A4*
- [Anonym LELY A5] ANONYM, *LELY marketingový leták Astronaut A5*
- [Čihák] ČIHÁK, Petr *Dojící roboti firmy Prolion*[online]. [cit. 23. 6. 2018] Dostupné z http://www.bdtech.cz/dojici_roboti_fy_prolion.html
- [Belanger, 2014] BELANGER, Jerry – BREDESENOVÁ, Sara Thomson. *Chov koz*. První vydání. Praha: Knižní klub, 2014. 296 s. ISBN 978–80–242–4211–8
- [Bisaglia, 2012] BISAGLIA, Carlo et al. Automatic vs. conventional feeding systems in robotic milkingdairy farms: a survey in The Netherlands.
- [Devir, 1996] DEVIR, S. et al. Design and implementation of system for automatic milking and feeding. *Canadian agricultural engineering*, 1996 april may june. vol. 38 No. 2, s. 107-113
- [DLG, 2003] DLG–test. *Melkroboterh Lely ASTRONAUT*. DLG, 2003
- [Doležal, 2015] DOLAŽAL, Oldřich – STANĚK, Stanislav. *Chov dojného skotu*. První vydání. Praha: Profi press, 2015
- [Driessen, 2015] DRIESSEN, Clemens – HEUTINCK, Leonie F. M. Cows desiring to be milked? Milking robots and the co-evolution of ethics and technology on Dutch dairy farms. *Agric Hum Values*. 2015. Vol. 32, s. 3–20.
- [Frélich, 2011] FRELICH, Jan. *Chov skotu*. První vydání. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2011
- [Gaisler, 2007] GAISLER, Jiří – ZIMA, Jan. *Zoologie obratlovců*. Druhé revidované vydání. Praha: Academia, 2007. 692 s., ISBN 978-80-200-1484-9
- [Gouws, 1994] GOUWS, J. Tegnologie vir ten voile geoutomatiseerdemelking van ko-eie. *Tydskrif vir Naluunvetenskap en Tegnologie*. 1994. 13, no. 4, ISSN 0254-3486
- [Graver, 1988] GRAVER, Hans O. Automation in milk production. *Automation of feeding and milking: production, health, behaviour, breeding*. Kiel Institute for Milk Production, Federal Dairy Research Center, Kiel, Federal Republik of Germany. 1988
- [Hajič, 1998] HAJIČ – KOŠVANEC. *Obecná zootechnika – cvičení*. První vydání. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 1998. 193 s.

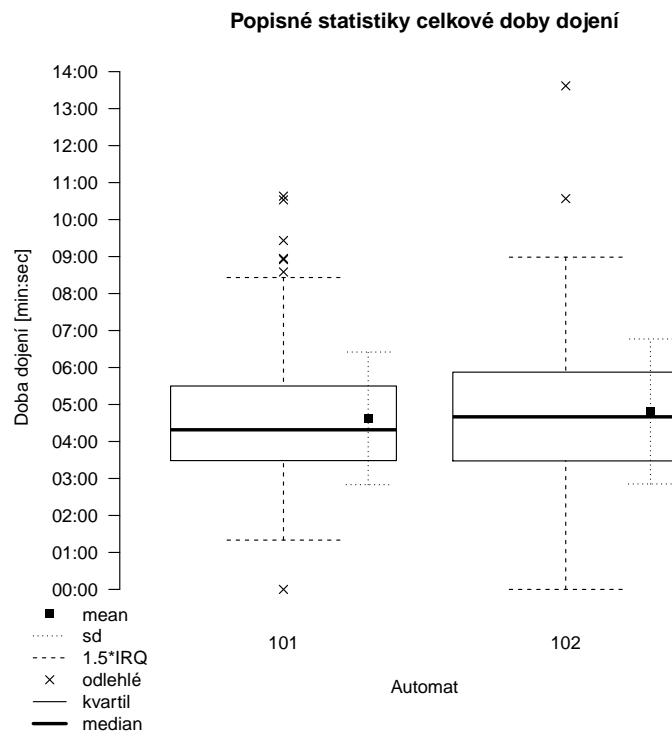
- [Hankovec, 2015] HANKOVEC, Tomáš. *Technické aspekty robotického dojení*. Baka-
lářská práce
- [Ipema, 1988] IPEMA, A. H. et al. The Effect of Automated Milking and Feeding on
the Production and Behaviour of Dairy Cows. *Automation of feeding and milking:
production, health, behaviour, breeding*. 1988.
- [Jelínková, 2012] JELÍNKOVÁ, Jana. Správná stimulace jako základ efektivního do-
jení. *Náš chov*. 2/2012. s. 2–3
- [Kaschiwamura, 2000] KASCHIWAMURA, Fumiro. Development and Current state
of the milking robot in Japan and Europe. *Animal Science*. 2000, 71 (5), s. 445-453
- [Kic, 1997] KIC, Pavel – NEHASILOVÁ, Dana. *Dojící roboty a jejich vliv na zdraví
mléčné žlázy*. První vydání. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských infor-
mací, 1997. 2/97, 75 s ISBN 80–86153–32–0
- [Kissun, 2018] KISSUN, Sudesh. Farmers part of Lely DNA – boss. *Diary
News*[online]. Thursday, 03 May 2018 07:55 [cit. 20. 11. 2018] Dostupné z
[https://www.ruralnewsgroup.co.nz/dairy-news/dairy-agribusiness/
farmers-part-of-lely-dna-boss](https://www.ruralnewsgroup.co.nz/dairy-news/dairy-agribusiness/farmers-part-of-lely-dna-boss)
- [Kitikov, 2009] KITIKOV, Vadim – TERNOV, Eugene. Comparative technical and
economic analysis of complex dairy management system on the basis of radio-
frequency and infra-red identification of animals for milking parlor of foreign ma-
nufacture. *Engineering for rural development*. 2009, Jelgava, 28.-29.05.2009, s.
76–80
- [Koning, 2011] KONING, Kees De. Automatic Milking: Common practise on over
10,000 dairy farm worldwide. *2011 symposium*
- [Kopecky, 1981] KOPECKÝ, Josef et al. *Chov skotu*. Praha: SZN, 1981, 504 s.
- [Lencsés, 2015] LENCSÉS, Enikő et al. Changes to the HACCP system in a dairy farm
due to the installment of an automatic milking system. *STOWARZYSZENIE EKO-
NOMISTÓW ROLNICTWA I AGROBIZNESU*. 2015, Roczniki Naukowe, tom XVI
, zeszyt 6, s. 313-319
- [Machálek, 2011] MACHÁLEK, et al. *Analýza a metodika hodnocení interakcí sys-
tému člověk – zvíře – robot na farmách dojnic*. Výzkumná zpráva. Praha: Vý-
zkumný ústav zemědělské techniky, 2011, ISBN 978–80–86884–63–9.
- [Machálek+, 2011] MACHÁLEK, et al. *příprava dojnic k robotickému dojení*. První
vydání. Praha: výzkumný ústav zemědělské techniky, 2011. 21 s., ISBN 978-80-
86884-64-6.
- [Maixner, 2006] MAIXNER, Ladislav et al. *Mechatronika*. První vydání. Brno: Com-
puter Press, 2006. 280 s. ISBN 80-251-1299-3
- [Maršálek, 2012] MARŠÁLEK, Miroslav – VOŘÍŠKOVÁ, Jarmila – ZEDNÍKOVÁ,
Jana. Results of Automatic Milking System and Milk Performance on Selected
Farms. *Milk Production – Advanced Genetic Traits, Cellular Mechanism, Animal
Management and Health*. 2012. Chapter 14, s. 315 – 338

- [Marvan, 2003] MARVAN, František et al. *Morfologie hospodářských zvířat*. Třetí vydání. Praha: Česká zemědělská univerzita v nakladatelství Brázda, 2003. 303 s. ISBN 80–209–0319–4
- [Pinzke, 2001] PINZKE, Stefan – STÅL, Marianne – HANSON, Gert-Åke. Physical workload on upper extremities in various operations during machine milking. *Ann Agric Environ Med*. 2001, vol 8, s. 63-70
- [Rasmussen, 2010] RASMUSSEN, Morten Dam – REINEMANN, Douglas J. Milk management *IDF Mastitis Conference*. 2010. Christchurch, NewZealand
- [Reece, 2011] REECE, William O. *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat*. Druhé rozšířené vydání, první české vydání. Praha: Grada Publishing a.s., 2011. 473s. ISBN 978–80–247–3282–4
- [Saloniemi, 1988] SALONIEMI, H. Automation of feeding and milking - introductory coments. *Automation of feeding and milking: production, health, behaviour, breeding*, sborník s konference, Wageningen: Pudoc Wageningen – College of Veterinary Medicine, Helsinki, Finland., 1988
- [Samková, 2012] SAMKOVA, Eva et al. *Mléko: Produkce a kvalita*. První vydání. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2012
- [Schlünseri, 1988] SCHLÜNSERI, D. – SCHÖN, H. – ROTH, H. Possibilities of a computer aided health and reproduction control in dairy husbandry. *Automation of feeding and milking: production, health, behaviour, breeding*. 1988.
- [Siegford et al.] SIEGFORD, Janice M. – ELISCHER, Melissa F. – KARCHER, Elizabeth L. *The accuracy of activity monitors worn by dairy cows housed in a pasture-based robotic milking system*. Michigan State University.
- [Speroni, 2006] SPERONI, M. – PIRLO, G. – LOLLI, S. Milk Production – Advanced Genetic Traits, Cellular Mechanism, Animal Management and Health. *J. Dairy Sci*. 2006. Vol. 89, s. 4687–4693
- [Svaz, 2009] Svaz et al. *Lineární popis a hodnocení zevnějšku krav holštýnského plemene*. Svaz chovatelů holštýnského skotu, 2009. 22 s.
- [Štrébl, 2019] ŠTRÉBL, Petr, telefonický rozhovor. Odborník na faremní management a software T4C, spolupracuje se společností Agropartner. 1. 3. 2019
- [Tohni, 2017] TOHNI, Joonas. *LELYN LYPYROBOTTIMALLIEN ROBOTTITEHOKKUUS JA KAPASITEETTIEN VERTAILU*. Diplomová práce. University of Helsinki: 2017, s. 52
- [Utsumi, 2011] UTSUMI, Santiago. Strategies to increase the efficiency of automatic milking and milk production from high producing dairy cows: Lesson learned at the Kellogg Biological Stations's Pasturedairy Research Center *Dairy Research Foundation – Current topics in dairy production*. Volume 16
- [Vogel, 2010] VOGEL, John. *Robot milkers get smarter* [online]. Nebraska Farmer. August 2010, s 60, [cit. 1. 1. 2019] Dostupné z: www.FarmProgress.com

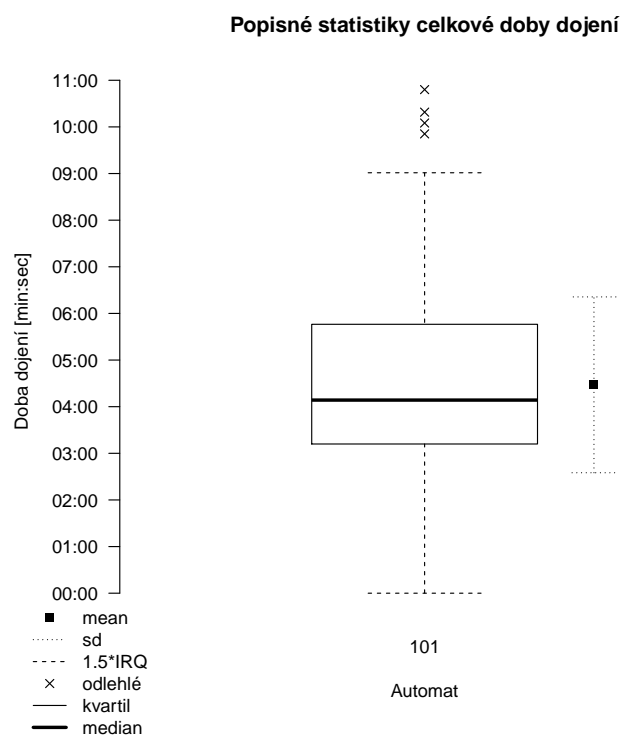
- [Weissmueller, 2014] WEISSMUELLER, Cindy. Mechanical assistants with embedded CAN networks. *CAN Newsletter*. 3/2014, s. 3-7.
- [Wierenga, 1988] WIERENGA, H. K. – HOPSTER, H. Effects of automatic concentrate feeding system on the behaviour of dairy cows. *Automation of feeding and milking: production, health, behaviour, breeding*. Research Institute for Animal Production "Schoonoord" 1988.
- [WWW-Fulwood, 2018] *Fulwood*[online]. [cit. 30. 7. 2018]. Dostupné z www.fullwood.com/
- [WWW-Gea, 2018] *Gea*[online]. [cit. 30. 7. 2018]. Dostupné z www.gea.com
- [WWW-Hokofarm, 2018] *Hokofarm*[online]. [cit. 30. 7. 2018]. Dostupné z <http://www.hokofarmgroup.com/>
- [WWW-Lely, 2019] *Lely*[online]. [cit. 28. 2. 2019]. Dostupné z <https://www.lely.com/>

12 Přílohy

Obr. 44: Celková doba dojení – Stupka



Obr. 45: Celková doba dojení – Mačl



Obr. 46: Celková doba dojení – Strožený

