

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra speciální zootechniky**



**Vliv nastavení pulzace dojícího stroje na dojitelnost a počet somatických buněk v mléce dojnic**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Veronika Nováková**

**Obor studia: Živočišná produkce**

**Vedoucí práce: doc. Ing. Luděk Stádník, Ph.D.**

© 2018 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv nastavení pulzace dojícího stroje na dojitelnost a počet somatických buněk v mléce dojnic" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne \_\_\_\_\_

### **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu práce doc. Ing. Ludřku Stádníkovi, Ph.D. a také Ing. Jaromíru Ducháčkovi, Ph.D. za pomoc při statistickém vyhodnocení výsledků práce. Zvláště bych chtěla poděkovat servisním pracovníkům Martinu Novákovi a Jiřímu Špiklovi za odbornou pomoc, umožnění technického provedení výzkumu a za čas, který práci věnovali. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat rodině za podporu a trpělivost.

# Vliv nastavení pulzace dojícího stroje na dojitelnost a počet somatických buněk v mléce dojnic

## Souhrn

Tato diplomová práce byla napsána za účelem zhodnocení vlivu nastavení pulzace dojícího stroje na parametry dojení, konkrétně na délku dojení, průtok mléka, množství nadojeného mléka za jedno dojení a počet somatických buněk v mléce. Hypotéza práce předpokládá, že změnou nastavení pulzačního poměru a počtu pulzů za minutu je možné dosáhnout optimální délky jednotlivých fází pulzačního cyklu a tím dojít ke zlepšení hodnot výše uvedených parametrů.

Nejprve jsou v této práci na základě odborné literatury shrnuty teoretické poznatky týkající se fyziologie mléčné žlázy a jejího vztahu k dojitelnosti, informace o strojním dojení a jeho technických prvcích a typech dojícího stroje. V závěru literární rešerše je kladen důraz na pulzaci a podtlakový systém dojícího zařízení. Ve výzkumné části je uvedena metodika pokusu a následně jsou zde zpracována získaná data.

K provedení tohoto výzkumu byly zvoleny tři farmy, a to Vyšetice, Počátky a Proseč-Obořiště. Podle konkrétních podmínek na těchto farmách bylo rozhodnuto o vhodném nastavení pulzačního poměru a počtu pulzů za minutu tak, aby došlo k požadovaným změnám. Připojením notebooku servisního technika k elektronické desce bylo umožněno nastavit pulzaci na konkrétní hodnoty. Na farmě Vyšetice byla navíc upravena hodnota hraničního průtoku mléka pro sejmутí dojící soupravy.

Na základě těchto změn byl poté statisticky vyhodnocen rozdíl ve výše uvedených parametrech za období A (= před změnou pulzace) a období B (= po změně pulzace) pro každou z farem. Na farmě Počátky byl statisticky prokázán rozdíl pouze v průměrném nádoji za jedno dojení. Ovšem v období A bylo nadojeno více mléka (12,89 kg) než v období B (12,42 kg), což je v rozporu s hypotézou práce. Na farmě Proseč Obořiště byl statisticky prokázán rozdíl v trvání dojení, kdy v období A bylo dojení delší (7,29 min) než v období B (6,50 min), průtok mléka byl v období A nižší (1,65 l/min) než v období B (1,81 l/min) a počet somatických buněk byl vyšší v období A (242,91 tis./ml) než v období B (210,26 tis./ml). Pro tuto farmu tedy byla hypotéza potvrzena pro tři charakteristiky dojení ze čtyř. Na farmě Vyšetice byl také prokázán statistický rozdíl v trvání dojení, kdy v období A bylo dojení kratší (4,40 min) než v období B (4,61 min), průtok mléka byl vyšší v období

A (2,49 l/min) než v období B (2,36 l/min) a počet somatických buněk byl vyšší v období A (389,32 tis./ml) než v období B (334,42 tis./ml). Hypotéza práce byla tedy prokázána v parametru počtu somatických buněk v mléce.

**Klíčová slova:** Pulzační poměr, rychlost pulzace, délka dojení

# **The influence of setting of the pulsation of milking machine on milking and the number of somatic cells in milk of dairy cows**

## **Summary**

This Master thesis was written to evaluate the effect of setting of the pulsation of the milking machine on milking parameters, such as milking length, milk flow, the quantity of milk per one milking and the number of somatic cells in the milk. The hypothesis assumes that by reconfiguring the pulse rate and the number of pulses per minute it is possible to achieve the optimal length of each phase of the pulse cycle, thereby improving the values of the above parameters.

Firstly, there is summarized theoretical knowledge in this work related to the physiology of mammary gland and its relationship to milking, information about machine milking and its technical parts and about types of machine milking. At the end of the literary research, there is an emphasis placed on the pulsation and vacuum system of milking machine. In this part of the research, there is the methodology of the experiment described and the obtained data are written up.

Three farms were selected for this research, namely Vyšetice, Počátky and Proseč-Obořiště. According to the specific conditions on these farms it was decided on appropriate changes in pulsation rate and the number of pulses per minute, so that the required changes are occurred. By connecting a service technician's notebook to an electronic board, it was possible to reconfigure the pulsation to specific values. In addition, the value of the marginal milk flow for the removal of the dairy kit was adjusted on the Vyšetice farm.

Based on these changes, the difference in above parameters for the period A (= before the changes) and period B (= after the changes) were statistically evaluated. On the farm Počátky, the difference was only statistically proven in the average of milk by one milking day. However, during the A period, more milk (12.89 kg) was milked than during the period B (12.42 kg), thus contradicting the hypothesis of work. On the farm Proseč-Obořiště, there was statistically proven difference in the duration of milking, when in period A the milking was longer (7.29 min) than in the period B (6.50 min), the milk flow was lower (1.65 l/min) in period A than in the period B (1.81 l/min) and the number

of somatic cells was higher in period A (242.91 k/ml) than in period B (210.26 mg k/ml). It means, for this farm, the hypothesis was confirmed for the three milking characteristics of the four. On the farm Vyšetice, the statistical difference in the duration of milking was also proven, when in the period A the milking was shorter (4.40 min) than in period B (4.61 min), milk flow was higher in period A (2.49 l/min) than in period B (2.36 l/min), somatic cells were higher in period A (389.32 k/ k/ml) than in Period B (334.42 k/ ml). The hypothesis of the work was thus confirmed in the number of somatic cells in milk.

**Keywords:** Pulsation ration, pulsation rate, milking length

# Obsah

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 ÚVOD</b> .....  | <b>1</b>  |
| <b>2 VĚDECKÁ HYPOTÉZA A CÍLE PRÁCE</b> .....                   | <b>2</b>  |
| <b>3 LITERÁRNÍ REŠERŠE</b> .....                               | <b>3</b>  |
| <b>3.1 Mléčná užítkovost</b> .....                             | <b>3</b>  |
| <b>3.1.1 Mléčná žláza</b> .....                                | <b>3</b>  |
| <b>3.1.2 Morfologie struku ve vztahu k dojitelnosti</b> .....  | <b>4</b>  |
| <b>3.1.3 Spouštění mléka</b> .....                             | <b>6</b>  |
| <b>3.1.4 Příprava mléčné žlázy na dojení</b> .....             | <b>6</b>  |
| <b>3.1.5 Zánět mléčné žlázy</b> .....                          | <b>8</b>  |
| <b>3.2 Strojní dojení</b> .....                                | <b>10</b> |
| <b>3.2.1 Princip strojního dojení</b> .....                    | <b>11</b> |
| <b>3.2.2 Frekvence dojení</b> .....                            | <b>11</b> |
| <b>3.2.3 Základní prvky zařízení pro strojní dojení</b> .....  | <b>12</b> |
| <b>3.3 Dojicí stroj</b> .....                                  | <b>17</b> |
| <b>3.3.1 Dojení za pomoci konvového dojícího stroje</b> .....  | <b>17</b> |
| <b>3.3.2 Dojení za pomoci potrubního dojícího stroje</b> ..... | <b>18</b> |
| <b>3.3.3 Dojírny</b> .....                                     | <b>18</b> |
| <b>3.3.4 Automatické dojící systémy</b> .....                  | <b>22</b> |
| <b>3.4 Pulzace a podtlak v dojícím zařízení</b> .....          | <b>25</b> |
| <b>3.4.1 Parametry pulzace</b> .....                           | <b>26</b> |
| <b>3.4.2 Pulzační křivka</b> .....                             | <b>28</b> |
| <b>4 MATERIÁL A METODY</b> .....                               | <b>31</b> |
| <b>4.1 Charakteristika vybraných farem</b> .....               | <b>31</b> |
| <b>4.1.1 Vyšetice</b> .....                                    | <b>31</b> |
| <b>4.1.2 Počátky</b> .....                                     | <b>33</b> |



|       |  |    |
|-------|--|----|
| 4.1.3 | Proseč-Obořiště .....                                      | 36 |
| 4.2   | Metodika nastavení pulzace .....                           | 39 |
| 4.3   | Metodika statistického vyhodnocení dat .....               | 41 |
| 5     | VYHODNOCENÍ VÝZKUMU .....                                  | 43 |
| 5.1   | Počet měření .....   | 43 |
| 5.2   | Popisné statistiky .....                                   | 44 |
| 5.3   | Korelace .....   | 47 |
| 5.4   | Vyhodnocení podle metody ANOVA.....                        | 48 |
| 5.4.1 | Vyhodnocení podle počtu dojení – dojení dvakrát denně..... | 49 |
| 5.4.2 | Vyhodnocení podle počtu dojení – dojení třikrát denně..... | 51 |
| 6     | DISKUZE.....   | 58 |
| 7     | ZÁVĚR.....   | 63 |
| 8     | SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....                              | 64 |
| 9     | SEZNAM TABULEK .....                                       | 71 |
| 10    | SEZNAM GRAFŮ .....   | 72 |
| 11    | SEZNAM OBRÁZKŮ .....                                       | 73 |

# 1 ÚVOD

Chov mléčného skotu lze považovat za jedno z nejdůležitějších odvětví potravinářského průmyslu. Kravské mléko slouží nejen k výživě telat, ale vzhledem k jeho nadprodukcii dojnici, které jsou šlechtěny na vysokou užitkovost, je i nedílnou součástí lidské výživy. Kravské mléko je zdrojem významných látek, jako jsou například mléčné bílkoviny, minerální látky nebo velké množství vitamínů, navíc se vyznačuje vysokou stravitelností. Spotřeba mléka a mléčných výrobků se v České republice pohybuje okolo 242 kg na jednoho obyvatele za rok (ČSÚ, 2016).

Nejrozšířenějším způsobem získávání kravského mléka je v dnešní době strojní dojení. Cílem je vydojení co největšího množství hygienicky nezávadného mléka za co nejkratší časový interval a zároveň je kladen důraz na udržení dobrého zdravotního stavu vemene dojnice. Strojové dojení je zajišťováno dojicím zařízením, které by mělo co nejlépe splňovat tyto požadavky. Proto je důležité správné nastavení tohoto zařízení tak, aby vyhovovalo konkrétním podmínkám dané farmy.

Výzkum této práce se zaměřuje na podtlakový systém dojicího zařízení, který zajišťuje nejen pohyb mléka, ale především umožňuje samotné dojení. Působení podtlaku je zajišťováno tzv. pulzátozem, který řídí pravidelné střídání podtlaku a atmosférického tlaku ve strukovém násadci. Tak je zajišťována pulzace strukové návlečky a jejím prostřednictvím masáž struku a následně ejakce mléka. Mezi základní charakteristiky pulzace patří rychlost pulzace a pulzační poměr. Vhodné nastavení těchto parametrů zajišťuje správný průběh dojení a napomáhá k udržování dobrého zdravotního stavu vemene dojnice tak, že dochází k menšímu namáhání struků dojicí soupravou. Většina dojíren využívá základního nastavení pulzátoru. Tyto optimální hodnoty zahrnují rychlost pulzace nastavenou na 60 pulzů za minutu a pulzační poměr 60/40, představující fázi sání a fázi stisku. V rámci této práce byly zmíněné hodnoty pozměněny podle konkrétních podmínek vybraných dojíren a poté byl sledován vliv změn na dojitelnost a počet somatických buněk v mléce.

## **2 VĚDECKÁ HYPOTÉZA A CÍLE PRÁCE**

Cílem této práce je zhodnotit vliv optimálního nastavení pulzátoru na proces dojení, především na délku dojení a s tím spojený průtok mléka. Dále také na průměrný nádoj na dojnici a počet somatických buněk v mléce. Hypotézou práce je předpoklad, že přenastavením pulzačního poměru a rychlosti pulzace podle konkrétních podmínek u vybraných dojíren lze dosáhnout takové délky jednotlivých fází pulzačního cyklu, aby došlo ke zvýšení průtoku mléka a tím ke zkrácení procesu dojení. Jako další výsledek se předpokládá vyšší průměrný nádoj a snížený podíl somatických buněk v mléce dojnic.

## **3 LITERÁRNÍ REŠERŠE**

### **3.1 Mléčná užitkovost**

Chov dojnic lze z hlediska živočišné výroby považovat za nejnáročnější odvětví především ve smyslu organizačním, ekonomickém, materiálním a z pohledu pracovní náročnosti. Je to ovšem odvětví velmi významné, nejen v rámci České republiky, ale i celé Evropy, a kravské mléko představuje zásadní úlohu ve výživě obyvatelstva (Bouška et al., 2006). Chov mléčného skotu se stále mění. V dnešní době dochází k úbytku farem, zatímco počet zvířat na farmu se neustále zvyšuje (Onyiro et al., 2008).

Na množství a složení mléka má vliv několik vnitřních a vnějších faktorů. Mezi důležité vnitřní neboli genetické faktory patří především dědičnost, plemenná příslušnost, užitkový typ, věk a zdravotní stav. Koeficienty dědivosti pro procentuální podíl základních složek mléka jsou 0,58, 0,49 a 0,55 pro tuk, bílkoviny a laktózu. Pro užitkovost se uvádí koeficient dědivosti 0,27. Významné vnější faktory jsou zejména výživa, klimatické podmínky, technologie chovu nebo způsob dojení. Technika dojení má vliv na intenzitu spouštění mléka a stupeň vydojení. Nepřímo také ovlivňuje složení a množství mléka (Sláma et al., 2015).

Bouška et al. (2006) uvádějí, že zralé kravské mléko obsahuje 88 % vody, 5,0 % laktózy, 3,7 % tuku a 3,3 % celkových bílkovin, z toho 2,7 % kaseinu. Z makroprvků je to například 30,0 mmol/l vápníku, 32,3 mmol/l fosforu a 29,5 mmol/l železa.

#### **3.1.1 Mléčná žláza**

Počátky vývoje mléčné žlázy jsou pozorovatelné již prenatálně v embryonálním stádiu vývoje. Od narození do pohlavní dospělosti jedince není růst mléčné žlázy velmi výrazný. K rychlému vývoji dochází až v období puberty a úplný funkční vývoj je dokončen až v období březosti (Machálek et al., 2011). Mléčná žláza dojnice je uložena ve stydké krajině. Mezivemennou brázdou je v mediánní rovině rozdělena na pravou a levou polovinu a každá polovina se dále rozděluje na přední a zadní čtvrt'. Každá čtvrt' má vlastní mléčnou jednotku, která je tvořena žláznatou tkání a ta produkuje veškeré mléko této čtvrti (Bouška et al., 2006). Každá polovina vemene má oddělené krevní a nervové zásobení, lymfatickou drenáž a také závěsné ústrojí (Reece, 2011).

Mléčná žláza je tvořena vazivovou kostrou a žláznatou tkání neboli parenchymem. Základní funkční jednotkou v mléčné žláze je sekreční alveolus, jehož stěna je tvořena sekrečními buňkami. Do mlékojemu uvnitř žlázy je mléko odváděno prostřednictvím několika alveolů, které vyúsťují do nitrolalúčkového vývodu. Poté je mléko odváděno do mlékojemu uvnitř struku. Ze struku mléko odchází strukovým kanálkem. Alveoly (sekreční jednotky) mléčné žlázy vytvářejí lalůčky, které jsou dále za pomoci vazivových přepážek spojovány ve větší laloky (Reece, 2011).

### **3.1.2 Morfologie struku ve vztahu k dojitelnosti**

Struk je ta část mléčné žlázy, ze které je mléko buď vydojováno, nebo vysáváno mládětem. Na každé čtvrti vemene se nachází jeden struk. Strukový kanálek je útvar, který začíná u strukové části mlékojemu a je zakončen vnějším otvorem. Svěrač strukového kanálku je tvořen hladkou svalovinou a zabraňuje samovolnému vytékání mléka, které se nachází v mlékojemu. Ve sliznici strukového kanálku se nacházejí vertikální rýhy, které tvoří růžici strukového kanálku. Tyto překrývající se řasy napomáhají k udržení mléka ve vemeni. Při vnějším tlaku na struk a jeho stahování směrem dolů je způsobeno vnitřní roztažení struku, jsou zvednuty překrývající se záhyby sliznice a mléko může vytékat otvorem (Reece, 2011).

Existuje mnoho důkazů potvrzujících úzký vztah mezi nastavením dojicího zařízení a charakteristikami dojení (Spencer et al., 2007), ovšem již méně studií zkoumá závislost mezi charakteristikami dojení a konkrétními vlastnostmi dojnice, jako například tvar struku (Seykora et McDaniel, 1985) nebo anatomie struku (Weiss et al., 2004).

Velikost struku je dána jeho délkou a šířkou. Právě tyto parametry morfologické stavby struku mají výrazný vliv na dojení. Stejně tak ovlivňuje dojení i tvar struku. Právě z důvodu významnosti těchto morfologických znaků se jim v posledních letech věnuje velká pozornost a v rámci mléčné užitkovosti se dojnice šlechtí na vhodnost ke strojovému dojení (Zwertvaegher et al., 2012). Během dojení je intenzita toku mléka z vemene do dojicího zařízení významně ovlivněna strukovou gumou, proto je nutné její velikost a tvar přizpůsobit velikosti a tvaru struku. Pokud je uvažováno o intenzitě toku mléka v souvislosti s velikostí struku, je potřebné vzít v úvahu mechanický vztah mezi strukovou gumou a tkání struku, kdy by měl tvar strukové gumy co nejvíce odpovídat tvaru struku (Gleeson et al., 2004). Gleeson et al. (2004) a Zwertvaegher et al. (2012) se ve svých studiích

shodují v názoru, že velmi významný vliv na intenzitu toku mléka má výška podtlaku, frekvence pulzace a pulzační poměr, přičemž větší vliv na charakteristiky toku mléka a tkáň struku má tvar strukové gumy v porovnání s pulzačním poměrem.

Délka strukového kanálku je ovlivňována různými vnějšími vlivy. Uvádí se, že její optimální hodnota se pohybuje v rozmezí 8–12 mm (Celik et al., 2008). Intenzita toku mléka je závislá na parametrech strukového kanálku, a to jeho délce a tloušťce. Bylo zjištěno, že s délkou struku se také zvyšuje čas, který je nutný na vydojení mléka z vemene, protože dochází ke zpomalení intenzity toku mléka. Dalším důvodem, proč je důležité hodnotit parametry struku, je souvislost se zdravotním stavem vemene. Ze získaných informací lze určovat vliv šlechtění dojnic na celkovou produkci mléka právě ve vztahu ke zdraví mléčné žlázy. Například u dojnic, jejichž strukové kanálky jsou delší, byl zaznamenán nižší výskyt nemocí mléčné žlázy než u dojnic s kratšími kanálky (Klein et al., 2005). I studie, které publikoval Grindal et al. (1991), ukazují na zvýšené riziko infekce vemene u čtvrtí s krátkými strukovými kanálky. Pro zjišťování morfometrických údajů strukového kanálku byly využívány metody, jako například radiologická technika (McDonald, 1975) nebo metoda speciální sterilní kanyly (Grindal et al., 1991). V současné době je však z praktického hlediska nejpoužívanější metodou ultrasonografie, která je častou diagnostickou metodou při zjišťování zdravotních problémů mléčné žlázy (Nishimura et al., 2011).

Aby bylo možné minimalizovat negativní vlivy dojení na zdravotní stav mléčné žlázy dojnic, využívá se ultrasonografická metoda pro detekci změn morfologických parametrů struku. Ve své studii zkoumali Neijenhuis et al. (2001) touto metodou dopady strojního dojení na zdraví struku a regeneraci jeho tkáně po skončení dojení. Měření se uskutečňovala těsně před a po dojení a poté vždy každou hodinu po dobu 8 hodin po skončení dojení. Bylo zjištěno, že nejvýraznější změny jsou na struku patrné ihned po ukončení dojení, a to především na tloušťce strukové stěny a šířce strukové cisterny. Na úrovni strukového kanálku nebyly změny přímo po ukončení dojení tolik patrné, avšak Paulrud et al. (2005) uvádějí, že délka strukového kanálku byla zvýšena o 30–41 % oproti naměřeným hodnotám před začátkem dojení. Stavů shodného se stavem před počátkem procesu dojení struk dosáhne do 6 až 8 hodin po skončení dojení (Neijenhuis et al., 2001).

### 3.1.3 Spouštění mléka

Vlastní tvorba mléka v mléčné žláze začíná po porodu díky činnosti neurohormonálního systému a mléčné žlázy v sekrečních buňkách mléčných alveol žláznaté tkáně (Machálek et al., 2011). Stimulace vemene a struků způsobuje reflexní uvolňování hormonu oxytocinu z neurohypofýzy. Ten vyvolá smrštění myoepitelových buněk, které obklopují alveoly a vývody, a na základě zvýšeného tlaku je mléko vypuzováno (Reece, 2011) z dutin alveol, odkud přechází kanálky do mlékovodů a dále přes mlékojem až do struku (Machálek et al., 2011). Celý proces související s kontrakcí myoepitelových buněk je souhrnně nazýván spouštění mléka. Tento proces je ukončen za 10 až 15 minut, protože oxytocin je rozkládán v játrech. Uvolňování oxytocinu z neurohypofýzy je ovlivněno stresovými situacemi. Pokud je zvíře vystrašené nebo týrané, mléko nespustí (Reece, 2011).

Schopnost dojnice produkovat mléko stoupá do 5. – 8. otelení. Poté ve vemeni stoupá podíl vazivové tkáně na úkor tkáně žláznaté (tzv. mlékovorné), zároveň dochází i ke změně tvaru vemene (Machálek et al., 2011).

### 3.1.4 Příprava mléčné žlázy na dojení

Hlavním úkolem mlékárenského průmyslu je produkce syrového mléka, které obsahuje omezený počet bakteriálních kontaminantů a které si zachovává během skladování svou kvalitu. Toho lze dosáhnout, pouze pokud bude prováděna důsledná dezinfekce vemene, veškerého vybavení využívaného při dojení, prostor dojírny a ustájovacích míst (Garvey et al., 2017).

Příprava mléčné žlázy patří mezi nejdůležitější pracovní operace v procesu dojení. Aby bylo dosaženo co největší intenzity dojení, dále došlo ke zkrácení celkové doby dojení a úplnému vydojení, je nezbytná plnohodnotná stimulace mléčné žlázy jako předpoklad uvolnění hormonu oxytocinu (Vegricht et al., 2005). Časová prodleva mezi začátkem stimulace struků a spuštěním mléka závisí na stupni naplnění vemena mlékem. U naplněného vemene trvá méně než jednu minutu, pokud je ale ve vemeni jen malé množství mléka, může trvat i několik minut (Bruckmaier et Hilger, 2001). Tančin et Tančinová (2008) ve své knize uvádějí, že časový interval od počátku stimulace vemene po nasazení dojícího zařízení by se měl pohybovat v rozmezí 1–2 minuty. Je ovšem nutné brát v potaz, že tato doba je výrazně ovlivněna pořadím laktace a jejím stádiem a to tak, že s rostoucím počtem laktací a

pozdějším stádiem laktace nabývá tento interval vyšších hodnot. Dalším faktorem, který ovlivňuje tento časový interval, je frekvence dojení. Z toho důvodu, že při vyšších frekvencích dojení se snižuje produkce mléka na nádoj, je zapotřebí delší čas nutný k vyvolání reflexu ejekce mléka (Watters et al., 2012).

Pokud je při přípravě vemene na dojení dodržen doporučený časový interval následného nasazení dojicího stroje, dojde ke zvýšené produkci mléka a také ke znatelnému snížení počtu bakterií v mléce. Naopak pokud nastane zvýšení intervalu na 3 – 5 minut, následkem bude nižší množství nadojeného mléka až o 16 %. Pokud došlo k nasazení dojicího zařízení bez vzniku reflexu ejekce mléka, dochází také k navýšení podílu reziduálního mléka ve vemeni dojnice až o 25 %. Dalším významným důsledkem nesprávné přípravy vemene je vyšší čas dojení (Tančin et Tančinová, 2008). Bylo však zjištěno, že stimulace struků pomocí hmatu trvající pouze 15 sekund může také postačit k uvolnění oxytocinu a tím k vyvolání vylučování mléka (Kaskous et Bruckmaier, 2011).

Právě zvýšení tvorby oxytocinu je při přípravě dojnice před dojením velmi významné a zajišťuje se drážděním všech receptorů, například omýváním teplou vodou nebo masáží. Zároveň je nezbytné vyvarovat se uvolňování adrenalinu v důsledku podnětů, které vyvolávají pocity nelibosti. Jsou to zejména hluk, intenzivní světlo, zápach, úder nebo stres. Pozitivně podporuje dojení i zachovávání určitého stereotypu neboli navyklého postupu, který má dojnice spojený s přípravou na uvolňování mléka. Celková doba dojení by neměla trvat déle než 6–8 minut, což je doba působení hormonu oxytocinu (Doležal et al., 2000).

Kromě uvolnění oxytocinu dochází následkem masáže vemene k dalšímu důležitému předpokladu úspěšného dojení, a to k relaxaci buněk hladkého svalstva, které se nacházejí ve stěnách kanálků vývodných cest, cisterny a struků. Toto uvolnění hladkých svalů je kontrolováno centrální nervovou soustavou, konkrétně útlumem sympatika (vegetativního systému), a jedná se tedy o známku toho, že tělo dojnice je vnitřně připraveno na proces dojení. Tato reakce způsobuje usnadňování odtoku mléka z alveol do cisterny a také navýšení objemu cisterny. Napomáhá tak zlepšit účinnost působení hormonu oxytocinu. Pravidelně se opakující stereotyp při procesu dojení může způsobit podmíněný reflex spojený s relaxací hladkého svalstva.

V čekárnách před dojírnu lze někdy pozorovat výtok mléka ze struku dojnice. Je to však důsledek právě zrelaxovaného strukového svěrače a v této fázi nesouvisí s působením oxytocinu. Bylo by proto chybou považovat tento jev za známku reflexu ejekce



mléka a ihned po příchodu dojnice na dojírnu nasadit dojící zařízení. Je to jev nežádoucí a může souviset s poškozením strukového svěrače.

Další z možností je také využití strojové stimulace, která nahrazuje ruční masáž vemene. Probíhá prostřednictvím různých zařízení, které poté, co je nasazeno dojící zařízení, mění frekvenci pulzace a pulzační poměr za účelem masáže struků zatím bez výtoku mléka. Různé studie se v názorech na vhodnost tohoto typu stimulace liší, avšak pokud je zařízení pro strojovou stimulaci správně funkčně nastaveno, reflex ejekce mléka je zajištěn (Tančin et Tančinová, 2008).

Mezi mechanický kontakt s vememem a důležitou součástí přípravy na dojení patří také oddojení prvních stříků mléka. Tento úkon má více funkcí, fyziologickou funkci, kdy napomáhá k uvolnění hormonu oxytocinu, preventivní funkci při zjišťování narušení zdravotního stavu mléčné žlázy dojnice změnou konzistence mléka a hygienickou funkci, kdy je prostřednictvím prvních stříků odstraňováno infikované mléko z cisterny struku. K infekci mléka může docházet ve stájovém prostředí mezi dvěma dojeními, a to průnikem bakterií ze znečištěného prostředí do cisterny struku přes strukový kanálek. Ovšem k naplnění hygienické funkce prvních stříků dojde pouze v případě, že jsou provedeny před započítáním samotné přípravy vemene na dojení. Pokud tomu bude naopak, dojde v důsledku špatného tlakového gradientu k nasátí infikovaného mléka do vyšších částí vemene, popřípadě k naředění infikovaného mléka po tom, co nastane reflex ejekce mléka. Aby se zabránilo kontaminaci mléka, je také důležité před nasazením strukových násadců omýt struky čistou vodou (případně s přidavkem saponátu) a poté utřít do sucha (Tančin et Tančinová, 2008).

### **3.1.5 Zánět mléčné žlázy**

Mastitida je definována jako zánět mléčné žlázy dojnic (Hogeveen et al., 2011). Je to závažné onemocnění, které způsobuje sníženou kvalitu mléka, zvýšené náklady na léčbu, dále v důsledku nižší produkce dochází k ekonomickým ztrátám a k vyšší míře utrácení zvířat. Subklinická mastitida představuje téměř dvě třetiny ekonomických ztrát farem zabývajících se produkcí mléka (Helasa et al., 2007).

### **3.1.5.1 Prevence zánětu mléčné žlázy**

Vysoká úroveň zdraví a dobrých životních podmínek zvířat je důležitá pro úspěšný chov mléčného skotu (Whay et al., 2003). Mezi rizikové faktory pro vznik zánětu mléčné žlázy řadíme postupy, týkající se především hygieny dojení, techniky dojení, ustájení zvířat, řízení zdravotních opatření pro stádo obecně a individuální faktory dojnic (Dufour et al., 2011). Dodržováním hygieny při dojení lze předejít onemocněním struků a vemene, protože špinavé vemeno vysoce zvyšuje pravděpodobnost vzniku zánětu mléčné žlázy. Vemeno může být infikováno dvěma typy bakterií. Jsou to mikroorganismy kontagiózní, které se nalézají na kůži zvířete a mohou být přenášeny z dojnice na dojnici. Nutné je také udržování čistoty v boxech, kde se nalézá druhý typ mikroorganismů, tj. mikroorganismy environmentální, které mohou infikovat vemeno přes podestýlku.

Rozhodující bariéra proti vniknutí bakterií do mléčné žlázy je konec struku a strukový kanálek. Při dojení mohou vznikat otlaky, a to působením tlaku na konec struku. Takto vzniklé odřené mozoly zvyšují pravděpodobnost vzniku infekce vemene. Nejčastějším způsobem vzniku těchto mozolů je příliš vysoký podtlak při dojení, dlouhotrvající dojení krav, předojování, nesprávný počet pulzů při dojení nebo nevhodný strukový násadec. Zde může být problémem nevhodný tvar strukové gumy nebo abnormální tvar struku dojnice.

Mastitidu je nutné diagnostikovat brzy, aby bylo včas započato léčení dojnice a tím se snížila možnost přenesení infekce na další krávy. Také platí, že čím dříve je započato s léčením dojnice, tím vyšší je pravděpodobnost úspěchu této léčby (Hulsen, 2011).

### **3.1.5.2 Kvalita mléka ve vztahu k zánětu mléčné žlázy**

Vzhledem k vysoké nutriční hodnotě mléka je mlékárenský průmysl v mnoha zemích světa velmi významným zdrojem potravin (dále zaměstnanosti a finančního zabezpečení). V několika posledních letech zaznamenáváme stále zvyšující se poptávku po vysoce kvalitních výrobcích prostých patogenů bakteriálního původu a s dlouhou dobou trvanlivosti. Veliké množství těchto patogenů vstupuje do suroviny již v procesu výroby. Bakterie vyskytující se v syrovém mléce nejen snižují jeho kvalitu, ale mohou se také stát rizikem pro zdraví konzumentů. Z tohoto důvodu je kvalita syrového mléka regulována mnoha směrnici, včetně uvedení limitů, které určují akceptovatelné množství mikroorganismů v mléce obsažených (Gleeson et al., 2013).

Studie dokazují, že dezinfekce vemene dojníc před dojením napomáhá ke snížení přítomnosti patogenů v syrovém mléce a také redukuje vystavení vemene těmto organismům (Saran, 1995). Kolonizace struků mikrobiálními druhy jako *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Streptococcus uberis* (Crispie et al., 2004) se stává cestou kontaminace mléka a také důvodem intramamární infekce (Gleeson et al., 2009). Tyto kmeny jsou původci klinické i subklinické mastitidy a jsou hlavními patogeny, které se vyskytují ve stádech dojníc (Kromker et al., 2014). Přítomnost infekčních patogenů v mléce je zjišťována na základě počtu somatických buněk. Zvýšení jejich počtu v důsledku mastitidy je příčinou snížení produkce mléka z důvodu narušení epitelálních buněk mléčné žlázy a také snížení procenta tuku a bílkovin v mléce (Borneman et Ingham, 2014).

Nejlepším způsobem, jak zjistit, zda je mléko v pořádku, je oddojení prvních stříků. Tyto první stříky otevrou strukový kanálek, a navíc pomohou odstranit bakterie z okolí konce struku. Pro hodnocení kvality mléka je výhodné použít nádobu s tmavým dnem. Pokud je mléko smyslově změněné a obsahuje vločky, znamená to, že není zcela v pořádku. V horších případech se může v mléku vyskytovat i krev. Mastitidní mléko má také na rozdíl od mléka nekontaminovaného vysoký obsah soli. Tohoto faktu je využíváno při měření konduktivity mléka (Hulsen, 2011).

## 3.2 Strojní dojení

Dojící stroje fungující na základě vakuového vyprazdňování vemene řízeného pulzátozem, který rytmicky přerušuje tok mléka, byly vynalezeny více než před sto lety. Přesto nebylo strojní dojení během první poloviny dvacátého století příliš rozšířeno a nejvyužívanější metodou po celém světě zůstávalo dojení ruční. S hospodářským růstem během padesátých let dvacátého století se ale začaly ve vyspělých zemích objevovat nové strategie v chovu hospodářských zvířat zahrnující umělou inseminaci, dále také vyšší hygienické požadavky na potraviny a u dojeného skotu nové způsoby dojení spolu se snížením pracovní zátěže pro pracovníky (Bruckmaier, 1995). Nejaktivnější období výzkumů týkajících se pulzace a využití vakua, včetně jejich vlivu na dojivost, zdraví struků a celého vemene, bylo zaznamenáno během šedesátých a sedmdesátých let dvacátého století (Ambord et Bruckmaier, 2010). Výrazné změny v mlékárenském průmyslu vedly ke zvýšení efektivity dojících systémů, které byly navrhovány pro zpracování stále většího množství mléka. Z toho vyplývá, že většina mléčných farem, ale stejně tak malé farmy rodinné, nahradily ruční dojení dojením strojním (Bruckmaier, 1995).

Kvalitu strojního dojení konkrétního stáda ovlivňuje kvalita dojícího stroje, úroveň automatizace pracovních operací a především pak pečlivost dojičů (Vegricht et al., 2005).

### **3.2.1 Princip strojního dojení**

Princip získávání mléka z mléčné žlázy dojnice je dosti odlišný při porovnání sání telete, ručního dojení a dojení za pomoci stroje. Při sání mléka tele vytváří postupně kontrakci struku, čímž vznikne zvýšený tlak v cisterně struku. Tomuto procesu napomáhá také vzniklý podtlak v dutině ústní sajícího telete. Při ručním dojení vyvolává tuto kontrakci ruka dojiče, která je okolo struku prstencovitě sevřená. Vnější atmosférický tlak je poté překonán podtlakem uvnitř struku (Knížková et al., 2011). Principem dvojkomorového strojního dojení je pravidelně se opakující extrakce mléka z mléčné žlázy, která se uskutečňuje na základě střídání podtlaku a atmosférického tlaku v komorách. To je zajištěno pomocí tzv. pulzátoru. Pokud je v obou komorách (podstruková a mezistěnná komora) podtlak, dochází k odsávání mléka z mléčné žlázy. Naopak pokud je v mezistěnné komoře tlak atmosférický, dojde k zaškrcení struku a je přerušeno odvod mléka ze struků (Besier et al., 2016). První popsána fáze se nazývá tzv. fáze sání, druhá je tzv. fáze stisku (Knížková et al., 2011). Většina strojních systémů v dnešní době funguje s pulzátozem nastaveným na šedesát pulzů za minutu (Besier et al., 2016).

### **3.2.2 Frekvence dojení**

Frekvence dojení je dalším faktorem, který má vliv na množství nadojeného mléka. Všeobecně je uváděn názor, že při dojení třikrát denně je navýšena produkce mléka průměrně o 3,5 kg na dojnici za den v porovnání s dojením dvakrát denně. Naopak mezi negativní důsledky může patřit snížení podílu tuku a bílkovin v mléce, zhoršení ukazatelů reprodukce a zvýšený podíl brakovaných zvířat. Z tohoto důvodu je při zvolení takové techniky dojení nutné přizpůsobit podmínky a organizaci chovu, jako zohlednění vyšší potřeby živin dojnic, hygienu chovu nebo postup při dojení a dále nejprve zhodnotit, zda je vyšší frekvence dojení pro podnik ekonomicky výhodná (vyšší spotřeba vody, elektrické energie apod.). V některých státech se v dnešní době objevují tendence dojit pouze jednou denně, ovšem při dlouhodobějším pohledu tak dochází k výraznému snížení produkce mléka (Sláma et al., 2015).

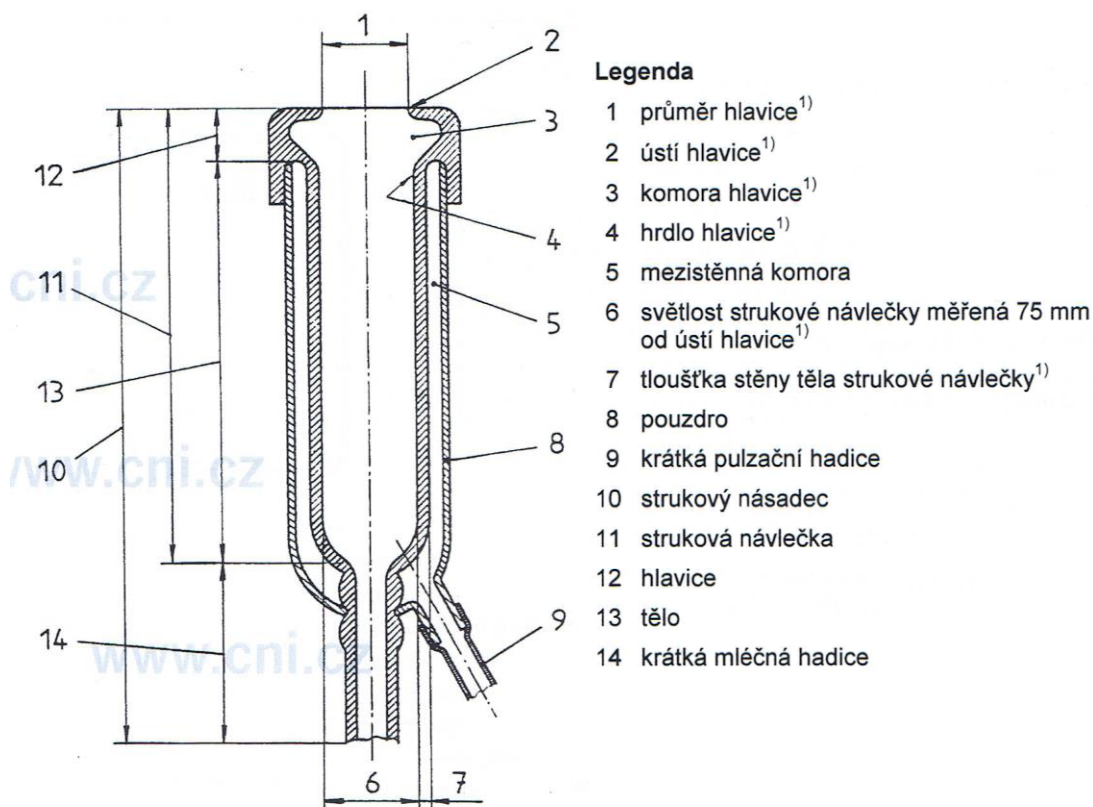
### 3.2.3 Základní prvky zařízení pro strojní dojení

#### 3.2.3.1 Strukový násadec

Strukový násadec je sestava sestávající z pouzdra, strukové návlečky a krátké pulzační hadice a může zahrnovat i krátkou mléčnou hadici a spojku nebo průhledítko (ČSN ISO 3918, 1999). V dnešní době je využíváno zejména dvoukomorových strukových násadců. Ty pracují na základě řízeného střídání atmosférického tlaku s podtlakem v mezistěnné komoře a podtlaku v podstrukové komoře. Většinou je velikost podtlaku nastavena podle doporučení výrobce daného dojícího zařízení nebo podle rad zkušených chovatelů. Hodnota podtlaku nastaveného v podtlakovém systému dojícího zařízení se často nazývá nominální hodnotou podtlaku nebo pracovním podtlakem. Je měřena na referenčním (stanoveném) místě, zvláště v blízkosti regulačního ventilu (Doležal et al., 2000).

Strukový násadec plní funkci pevného krytu strukové návlečky, zároveň slouží k jejímu uchycení a napnutí. Důležitou vlastností strukového násadce je jeho konstrukční a funkční soulad se strukovou návlečkou. Nejčastějším materiálem, se kterým se setkáváme při výrobě strukových násadců, je plast nebo ocel, popřípadě jejich kombinace (Knížková et al., 2011).

Obr. 1: Součásti sestavy strukového násadce (ČSN ISO 3918, 1999)



### 3.2.3.2 Struková návlečka

Struková návlečka je pružná vložka (pryž, silikon apod.) sestávající z hlavice a těla často integrovaná s krátkou mléčnou hadicí (ČSN ISO 3918, 1999). Je to jedna z nejvýznamnějších součástí dojícího stroje, a to z toho důvodu, že je v přímém kontaktu s mléčnou žlázou. Proto na ni svou činností a vlastnostmi bezprostředně působí. Některé výzkumy ukázaly, že tvar, materiál a konstrukce strukové návlečky mají na proces dojení větší vliv než ostatní opatření, například na dodojek, na padání dojící soupravy nebo na dobu dojení (Knížková et al., 2011). Tvar rozlišujeme válcový a kuželovitý (kónický). Materiál, ze kterého je vyrobena struková návlečka, by měl být pružný, přiměřeně měkký a hygienicky nezávadný. Hlavice, která tvoří horní část strukové návlečky, je zkonstruována tak, aby usnadňovala nasazování na struky, zabraňovala zaškrcování struku, přístupu atmosférického vzduchu do podstrukové komory a posouvání dojící soupravy po struku. Při pulzaci je nutné, aby struková návlečka přesně kopírovala povrch struku. Vnitřní průměr krátké mléčné hadice je důležitý pro správné odvádění mléka a průběh dojení. Pro krávy, které mají vysokou intenzitu dojení, by neměl být menší než 10 mm, běžně jsou využívány průměry 12 nebo 14 mm (Doležal et al., 2000).

### 3.2.3.3 Sběrač mléka

Sběrač je členitá součást spojující strukové násadce do dojící soupravy a spojující soupravu s dlouhou mléčnou hadicí a dlouhou pulzační hadicí (ČSN ISO 3918, 1999). Ve sběrači se nacházejí nátrubky, na které jsou napojeny krátké mléčné hadice ze strukových násadců. Ve spodní části komory sběrače se nachází nátrubek sloužící k připojení dlouhé mléčné hadice. Další funkcí nátrubků je zalomení krátké mléčné hadice a tím je umožněno uzavření přívodu podtlaku do podstrukové komory (Doležal et al., 2000). V komoře sběrače je shromažďováno mléko přiváděné z jednotlivých struků (Knížková et al., 2011).

Objem sběrače by měl být uzpůsoben intenzitě dojení. Vnitřní objem by však neměl být menší než 150 ml. Záleží ale především na konkrétním výrobcí dojícího zařízení. Neplatí však pravidlo čím větší sběrač, tím vyšší kvalita dojení. V dnešní době jsou tedy nejvíce používány sběrače s objemem od 250 do 450 ml.

Aby bylo zamezeno nasátí nečistot do mléčného potrubí při pádu dojicího stroje, je nezbytnou součástí sběrače mléka zařízení pro automatické uzavření přívodu podtlaku. Tímto způsobem je také zabráněno větším ztrátám podtlaku (Doležal et al., 2000).

#### **3.2.3.4 Hadice**

Obecným požadavkem je, aby byly hadice využívané při dojení co nejlehčí a nejkratší, jejich parametry jsou však určovány výrobcem daného zařízení. Hadice dojicího stroje rozlišujeme na ty, které vedou podtlak, neboli hadice dojicího podtlaku, a hadice, které slouží pro rozvod mléka, ty se nazývají dlouhé mléčné hadice.

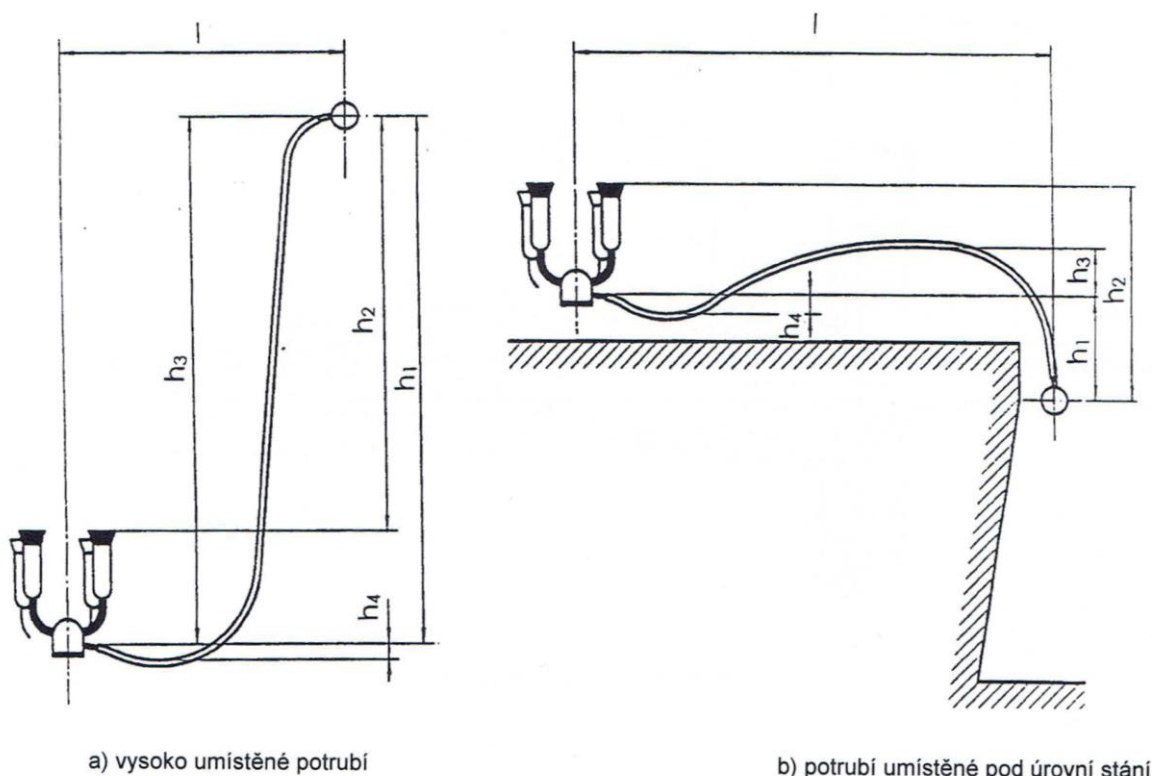
Hadice dojicího podtlaku je hadice mezi sběračem nebo odměrnou nádobou a potrubím dojicího podtlaku, která zajišťuje podtlak ve sběrači, ale neslouží k dopravě mléka (ČSN ISO 3918, 1999). Je žádoucí, aby vnitřní objem těchto hadic byl co nejmenší. Je tak zajištěn dobrý přenos pulzujícího podtlaku do mezistěnné komory strukových násadců. Tento průměr dosahuje při využití synchronní pulzace hodnoty 8 – 9 mm (u asynchronní pulzace je to 6 – 8 mm).

Dlouhá mléčná hadice je spojovací hadice odvádějící mléko ze sběrače (ČSN ISO 3918, 1999). U tohoto typu hadice je nutností výroba ze zdravotně nezávadného materiálu. Vnitřní průměr musí zajistit bezproblémový odtok mléka a jeho hodnota nesmí překročit spodní hranici 12,5 mm. Pokud je mléčné potrubí položené ve výšce, používá se průměr hadice maximálně 16 mm.

Oba druhy hadic musí být odolné proti zplošťování a zalomování v důsledku působení podtlaku. Nejčastějšími materiály, které se pro výrobu hadic v oblasti dojení používají, jsou pryžové směsi, silikony nebo plasty (Doležal et al., 2000).



Obr. 2: Reprezentativní tvar dlouhé mléčné hadice (ČSN ISO 6690, 1999)



- $h_1$  - vertikální vzdálenost mezi sběračem a osou mléčného potrubí;
- $h_2$  - vertikální vzdálenost mezi okrajem hlavice strukové návlečky a osou mléčného potrubí;
- $h_3$  - vertikální vzdálenost mezi sběračem a nejvyšším místem dlouhé mléčné hadice;
- $h_4$  - vertikální vzdálenost mezi sběračem a nejnižším místem dlouhé mléčné hadice;
- $l$  - horizontální vzdálenost mezi sběračem a osou mléčného potrubí.

### 3.2.3.5 Soustrojí vývěvy s příslušenstvím

Vývěva je vzduchové čerpadlo, které vytváří podtlak v systému (ČSN ISO 3918, 1999). Na sací potrubí tohoto zařízení je napojeno dojící zařízení. Zdroje podtlaku prošly vývojem, dříve to byly jednoduchá membránová a pístová čerpadla, v současnosti jsou využívány vysoce výkonné a spolehlivé vývěvy s elektrickým pohonem. V dnešní době jsou využívány především vývěvy rotační, kde základ je tvořen statorom, ve kterém je zachycen rotor s vysouvateľnými lopatkami. Ty se vysouvají vlivem odstředivé síly a kopírují vnitřní povrch statoru. Otáčením rotoru je vzduch uzavřený mezi lopatkami stlačován a dopravován k výfuku. Pomocí podtlakového potrubí je na jeho místo opět dopravován vzduch. Tímto principem v podtlakovém potrubí postupně ubývá množství vzduchu, a tak roste podtlak. Rovnovážný stav nastává po vyrovnání sací schopnosti vývěvy a podtlaku v podtlakovém potrubí.



V poslední době se využívají vedle rotačních vývěv s lopatkami také vývěvy s rotačními písty a vývěvy vodokružné. U moderních vývěv je dnes běžně dosahováno maximálního podtlaku nad 80 kPa. Při dojení však takto vysoký podtlak nelze použít, protože by na zvířata mohlo působit bolestivě. Podtlak musí být takový, aby byla zajištěna dostatečná rychlost dojení, aby byla udržena dojící souprava na vemeni a zvířatům nebyla způsobena bolest. Vyššího podtlaku může být využito například při sanitaci dojící soupravy, aby bylo zajištěno dostatečně rychlé proudění sanitačního roztoku (Doležal et al., 2000).

### **3.2.3.6 Regulační ventil**

Regulační ventil je automatické zařízení konstruované pro udržování stálého podtlaku v dojícím systému (ČSN ISO 3918, 1999). Reguluje tedy podtlak vyvinutý za pomoci vývěvy, který je vždy výrazně větší. Princip regulace je v nasávání vzduchu do podtlakového potrubí. To se děje nejen díky činnosti regulačního ventilu, ale také vlivem netěsností v rozvodech podtlaku a prostřednictvím nasávání vzduchu dojící soupravou.

Dříve byly v dojících zařízeních používány regulační ventily pružinové nebo s tíhovou regulací, dnes je využíváno výhradně regulačních ventilů se servoúčinkem. Ty jsou mnohem citlivější a dokážou přesněji udržet požadovanou hodnotu podtlaku. Obecně by měl regulační ventil udržovat podtlak stabilně s přesností  $\pm 2$  kPa (Doležal et al., 2000).

### **3.2.3.7 Pulzátor**

Pulzátor je zařízení pro vytváření cyklických tlakových změn (ČSN ISO 3918, 1999). Umožňuje tedy pravidelné střídání atmosférického tlaku a podtlaku v mezistěnné komoře strukového násadce. Lze říci, že řídí proces dojení. Během vývoje dojícího zařízení byly pulzátory rozčleněny na tři konstrukční typy. Jsou to pulzátory pneumatické, hydraulické a elektromagnetické. Zastoupení mechanicky řízených pulzátorů je dnes již minimální, využívají se například při dojení do konve nebo do potrubí, popřípadě jako záložní řešení při vzniku poruchy elektromagnetických pulzátorů.

V dnešní době je tedy nejvíce využíván pulzátor elektromagnetický. Ten funguje na principu elektrického proudu, který je pomocí generátoru pulzů přiváděn na cívku elektromagnetu podle nastavené požadované pulzace. Tímto způsobem vznikne magnetické pole, které přitáhne destičku k cívce a uvolní tak přívod podtlaku do hubice. Takto se dostane

podtlak až k dojící soupravě. Poté, co je elektrický proud přerušen, dojde k zániku magnetického pole a pomocí destičky je uzavřen přívod podtlaku a otevřen přívod atmosférického tlaku k hubici. Mezi největší výhody elektromagnetických pulzátorů lze zařadit především přesnost nastavení požadovaných parametrů a stálost tohoto nastavení. Dále je to například snadná konstrukce zařízení.

Přerušovaný elektrický proud vzniká prostřednictvím generátoru pulzů a je přiváděn na cívku takovým způsobem, že počet přerušení a doba trvání odpovídají počtu pulzů, době pulzu a poměru taktu sání k taktu stisku (Doležal et al., 2000).

### **3.3 Dojící stroj**

Dojící zařízení je definováno jako kompletní zařízení, které je určeno pro strojní dojení, a zahrnuje dojící stroj, pomocné konstrukce a zařízení (jako např. vstupní a výstupní branky apod.) a spolu s tím i jejich uspořádání v prostoru (ČSN ISO 3918, 1999). Dojící stroj je kompletní zařízení sloužící k dojení, které se skládá z pulzačních a podtlakových systémů, jedné nebo více dojících jednotek a jiných součástí. Z tohoto vyplývá, že dojících strojů může existovat celá škála, lišící se použitými součástmi, díly, jejich vzájemným uspořádáním a množstvím jiných hledisek (Doležal et al., 2000).

Způsob ustájení je rozhodujícím faktorem, který ovlivňuje technické řešení dojícího zařízení. Pro vazné stáje se používá dojení na stání do konví nebo do mléčného potrubí. Pro volné ustájení krav jsou využívány dojírny (Vegricht et al., 2005).

V zásadě tedy rozlišujeme čtyři hlavní typy dojícího stroje. Je to dojící stroj konvový, potrubní dojící stroj, dojení v dojírnách a dojení za pomoci dojícího robota (Doležal et al., 2000).

#### **3.3.1 Dojení za pomoci konvového dojícího stroje**

Ve stájích s vazným ustájením dojnic je běžné dojení do konví nebo do potrubí. Dojení do konví je využíváno převážně u stájí s malou kapacitou (Doležal et al., 1996) a také v případě nemocných zvířat, u kterých je nutné oddělování mléka do speciálních nádob (Doležal et al., 2000). Principem dojení do konvového dojícího stroje je přívod mléka z jedné, popřípadě dvou dojících souprav do přenosné konve. Ta je napojena na podtlakový systém (Doležal et al., 1996). Mezi výhody tohoto typu dojení patří nízká cena, snadná montáž a vysoká provozní spolehlivost. Dojící konev zde slouží jako dodatečný vzdušník

a je tak udržována stabilita podtlaku na vysoké úrovni. Nevýhody tohoto způsobu dojení, mezi které patří především vysoká fyzická náročnost pro dojiče a nízká výkonnost (Doležal et al., 2000), však často vedou ke změně technologie na dojení v dojárnách, a to zvláště u větších stád. Dochází tak k využití současných systémů, které pracují na vysoké technické úrovni a kde jsou dodržovány žádoucí parametry na podtlak, pulzaci a jejich stabilitu (Doležal et al., 1996).

Konvové dojicí zařízení může být instalováno ve stáji pevně se stabilní vývěvou a potrubím pro rozvod podtlaku a připojením pro dojicí soupravu nebo jako mobilní zařízení na podvozku. U konvových zařízení jsou využívány pulzátory především hydraulicky nebo pneumaticky řízené. Dojicí konve jsou většinou vyrobeny z nerezové oceli nebo kvalitního plastu (Doležal et al., 2000).

### **3.3.2 Dojení za pomoci potrubního dojicího stroje**

Potrubí má v tomto typu dojicího stroje dvě funkce. Tou první je zajištění daného podtlaku, druhou pak doprava mléka do sběrné nádoby čerpadla mléka nebo přerušovače podtlaku. Mléko je do potrubí přiváděno z dojicích souprav. Tento typ dojicího stroje je využíván především ve vazných stájích, ale i pro dojení v dojárnách. Ovšem zde lze nalézt řadu odlišností, zejména v otázkách rozměrů a umístění potrubí, připojení dojicí soupravy atd. Princip ovšem zůstává stejný. K běžnému technologickému řešení při tomto typu dojení patří obsluha maximálně 100 dojnic, které jsou ustájeny ve dvou řadách. Potrubí pro rozvod podtlaku a mléka je vedeno současně (Doležal et al., 2000).

### **3.3.3 Dojírny**

Přibližně polovinu času z celkové potřeby práce činí u větších stád krav s mléčnou užitkovostí dojení. Proto je moderní dojicí technika cestou k ušetření času a práce na farmě. Mimo jiné lze pozorovat i zlepšení z hlediska zdraví a výkonnosti zvířat díky odpovídajícímu volnému ustájení a krmení. Aby bylo dosaženo optimální kvality mléka, je důležité správné seřízení a péče o dojicí zařízení a chlazení. Požadavky krav, dojiče a stroje by měly být sladěny. Předpokladem pro dobré dojení jsou optimální klimatické podmínky, větrání a osvětlení, klidný přístup ke zvířatům, správná dojicí technika, bezpečný příchod a odchod z dojírny, šetrný a nepřerušovaný proces dojení spolu s přípravou vemene a také kontrola vemene před, během i po dojení (Bouška et al., 2006).

Proces dojení (nasazení strukových násadců, vlastní dojení a posléze sejmutí dojícího stroje) by měl probíhat v poklidu. Důležitý je dobrý přístup dojičů ke zvířatům. Pokud dojič postupuje správně a chová se klidně, dojnice dojení sotva zaznamenají. Dále by si měl chovatel všimnout způsobu, jakým krávy vstupují do dojírny. Lze tak například poznat, zda mají dojnice z dojírny špatné zkušenosti nebo zda je pro ně dojení bolestivé. Dojnice také často vstupují do dojírny ve stejném pořadí, což je odrazem jejich hierarchie ve stádě. Pokud dojde ke změně tohoto pořadí, poukazuje to také na abnormální stav. Stejně tak by nemělo docházet ke stresu při opouštění dojírny. Krávy by měly mít možnost opustit dojírnu uvolněně a v klidu a nemělo by docházet k vyhánění zvířat. Nevhodné jsou kluzké podlahy, ostré zatačky, schody nebo ostré hrany.

Při přehánění dojnic by nemělo docházet k hrubému zacházení. Zvířata se za těchto okolností mohou zranit, a navíc se u nich vyskytuje úzkost a strach, což vede ke spouštění adrenalinu, který inhibuje uvolňování hormonu oxytocinu, a tím se narušuje fyziologické spouštění mléka. Důležité je také dodržování rutiny. Krávy jsou zvířata, která preferují dané postupy před náhodnými činnostmi. K lepším výsledkům dojení dochází, pokud se při procesu dojení dodržuje daná rutina, tzn. při přípravě vemene na dojení a nasazování strukových násadců (Hulsen, 2011).

Moderní dojírny jsou vybaveny velkým množstvím mikroelektroniky pro automatické řízení procesu dojení, sběr dat a jejich další zpracování ovlivňující řízení chovu (Vegricht et al., 2005). Mimo elektronické vybavení je dojírna také místem blízkého kontaktu chovatele se zvířaty. Při dojení lze nejlépe poznat, zda jsou dojnice zdravé nebo zda vykazují známky nějakého onemocnění. Klid v dojírně je považován za dobré znamení, v případě strachu nebo bolesti se během dojení objeví neklid. Ten může být způsoben například i nesprávnou funkcí dojícího stroje, nedostatkem místa a špatným pohodlím dojnic, poraněním struků nebo hrubým zacházením dojiče (Hulsen, 2011). Dojírnu lze tedy považovat za centrum řízení farmy (Vegricht et al., 2005).

Prvotelky většinou nemívají s návykem na dojení v dojírně problém za předpokladu, že se s provozem seznamují už jako vysokobřezí jalovice. To zajišťuje klidné dojení (Bouška et al., 2006).

### 3.3.3.1 Čekárna u dojírny

Nezbytnou součástí všech typů dojíren jsou čekací prostory. Díky nim je umožněn nepřerušovaný nástup dojnic do dojírny a tím lepší management pracovního času. V prostoru čekárny je také možné nainstalovat záchytná zařízení, která jsou nejlépe využívána po dojení. Tato zařízení mohou sloužit pro inseminaci dojnic, veterinární úkony nebo lze také využít návaznosti na vyskladňovací rampu či přeháněcí chodbu v případě potřeby vyčlenění zvířete.

V prostorách čekárny je výhodné umístit napájecí žlaby. Ty jsou zvířaty často využívány. Na jedno zvíře v čekárně je uvažována plocha 1,4 až 1,5 m (Doležal et al., 1996), popřípadě až 1,7 m<sup>2</sup> (Doležal et Staněk, 2015). Podlahy mohou být celoroštové se systémem podroštových jímek nebo kanálů, popřípadě betonové se sklonem do 3 % do kanalizačních vpustí s možností splachování. Čekárny mohou být vybaveny mechanickými naháněcími hrazeními s možností obsluhy z prostor dojírny (Doležal et al., 1996).

V dnešní době bývá využíváno převážně dojíren tandemových, rybinových, paralelních a rotačních. Mezi rozdíly patří zejména průchodnost, snadnost obsluhy a oprav, spolehlivost, cenové relace, šetrnost dojení atd. Nelze však hovořit o výrazných rozdílech. Za rozhodující hledisko při výběru dojírny je možné považovat například reference chovatelů či ceny náhradních dílů (Bouška et al., 2006).

### 3.3.3.2 Tandemová dojírna

Při použití tandemové dojírny jsou krávy dojeny ze strany, kdy každá dojnice stojí v individuálním boxu (Gómez et al., 2017). Dojnice vstupují na místo dojení jednotlivě a vždy až poté, co jiná kráva toto místo opustí po podojení. To znamená, že dojnice nepřichází do kontaktu s jinými zvířaty, není vyrušována ani omezována. Dojiči je umožněno sledovat každou krávu v celé její délce.

Existují tři typy tandemových dojíren. Nejjednodušší forma je ovládána manuálně dojičem, který zajišťuje otvírání a zavírání branek. Poloautomatická verze řídí vstup a výstup zvířat přes vakuový válec prostřednictvím ovládacího knoflíku. V plně automatickém ovládaní vstupu a výstupu je běžné také automatické snímání dojičeho stroje. Při využití autotandemových dojíren se výrazně zvyšuje výkonnost, není nutné ručně dodojovat, fyzickou i psychickou zátěž dojiče snižuje již zmíněné automatické otvírání a zavírání vstupních a výstupních branek. Mezi nevýhody autotandemových dojíren patří špatně řešená

dezinfekce struků po sejmutí dojicího zařízení. V důsledku poměrně vysoké dodatkové investice a nutnosti nižší hodinové průchodnosti při řešení problémů s dezinfekcí tento typ dojíren v Evropě ustupuje do pozadí. Dále jsou mírně vyšší investiční náklady oproti rybinové dojárně o stejné průchodnosti (Bouška et al., 2006).

### **3.3.3.3 Rybinová dojírna**

Při využívání tohoto typu dojírny stojí dojnice oboustranně podél pracovní chodby v úhlu 37–45°. Toto postavení zajišťuje dobrý přehled o zvířatech a zároveň dobrý přístup k vemeni. Také jsou díky šikmému postavení zvířat výrazně sníženy cesty dojičů za kravami. Doba dojení skupiny by při dojení dvakrát denně neměla přesáhnout 60 minut, při dojení třikrát denně 45 minut. Dojírna může být uspořádána do kosočtverce, tzv. polygonní dojírna, nebo do tvaru trojúhelníku, tzv. trigonová dojírna (Bouška et al., 2006). Pokud je využíván systém s pneumatickým ovládním, jsou vstupní a výstupní branky ovládnány z jakéhokoliv místa dojírny za pomoci horizontálních ovládacích tyčí, které jsou umístěny po celé délce pracovního prostoru dojicího pracovníka (KUPÁLA, 2017).

### **3.3.3.4 Paralelní dojírna**

Paralelní, tzv. side by side dojírna je takovým typem dojírny, která je při malé kapacitě dostatečně využita minimální obestavěná plocha. Naopak ve vztahu k rychlému výstupu je paralelní dojírna vhodná pro vysoké koncentrace dojnic. Principem tohoto typu dojíren je postavení krav kolmo k pracovní chodbě, při kterém jsou strukové násadce nasazovány mezi zadní nohy dojnic. Vzhledem ke své kompaktnosti je vhodné tento typ vystavět ve stávajících objektech. Mezi další výhody se řadí znatelně kratší potrubí, kratší přechody dojiče, menší obestavěná plocha a také zvýšená bezpečnost práce spojená s redukcí vykopávání krav. (Bouška et al., 2006). Dále je při jakékoliv velikosti dojírny zajištěn rychlý odchod dojnic a je zde vyloučeno skopnutí dojicího stroje (KUPÁLA, 2017). Na druhou stranu mohou u nově zařazených mladých krav vznikat komplikace spojené s útoky od hierarchicky výše postavených dojnic (Bouška et al., 2006).

### 3.3.3.5 Rotační dojírna

Využití rotační dojírny zajišťuje největší výkonnost a snadnost obsluhy. Tento typ dojírny je snadno ovladatelný a je zde zajištěn výborný přehled o dojnících, navíc údržba není složitá. Dojení je zpravidla řízeno automaticky podle průtoku mléka a zahrnuje automatické sejmutí dojící soupravy. Je však možno používat i jednoduché systémy bez prvků automatiky, však vždy za využití elektromagnetického pulzátoru. Mléčné potrubí bývá nejčastěji umístěno pod úroveň dojícího stání tak, že spád směřuje ke sběrné nádobě čerpadla. Bývá zde i filtr mléka, který je montován na výstupním hrdle čerpadla (Bouška et al., 2006).

Lze rozlišovat tři druhy rotačních dojíren a to rototandem, rotorybina a rotoradiál. Rototandem znamená, že dojnice mají místa vyhrazená za sebou po obvodě kruhu. Výhodou tohoto typu je velmi dobrý přehled o dojnících, na druhou stranu je ovšem náročný na řešení plochy na jedno zvíře. Kapacita rototandemu bývá 6–16 dojnic. V poloze šikmo vedle sebe jsou umístěny dojnice v typu rotorybina. Zde je výhodou větší úspornost místa a velká výkonnost. Kapacita dojírny se pohybuje od 18 do 60 zvířat. Při využití rotační dojírny typu rotoradiál jsou dojnice umístěny v místech kolmo na směr pohybu mobilní plošiny. Strukové násadce jsou nasazovány mezi zadními končetinami obdobně jako u paralelních dojíren. Kapacita tohoto typu dojíren je i pro více než 60 krav (Bouška et al., 2006).

Rotační dojírny jsou vystavěny na otáčivé platformě. To usnadňuje práci dojičů a každá otáčka zajišťuje čas na přípravu krávy, samotné podojení a následné ošetření, zároveň je zachována konzistentní průchodnost dojírnou. Rychlost otáčení dojírny lze nastavit, v případě potřeby zpomalit nebo zastavit. Za pomoci bezpečnostních prvků, brzd a zpětného chodu platformy je zajištěna bezpečnost dojnic (KUPÁLA, 2017).

### 3.3.4 Automatické dojící systémy

V živočišné výrobě se objevuje stále větší počet robotizovaných prací. V důsledku vysokého podílu lidské práce při výrobě mléka se tento trend vyskytuje ve velké míře především v chovu dojnic (Machálek et al., 2011).

Hlavní faktory, které podporují zavedení dojících robotů na mléčné farmy, jsou zlepšení organizace práce a lepší chování zvířat (Hogeveen et al., 2001). Při používání automatických systémů dojení mohou dojnice provádět své každodenní aktivity s větší volností a mají více příležitostí k interakci se svým okolím (Stelwagen et al., 2013). Dále jsou



také zaznamenávají vyšší výnosy za mléko (Hogeveen et al., 2001). Krávy dojené více než dvakrát denně produkují více mléka (Wright et al., 2013) a dochází k menší zátěži vemene (Hulsen, 2011). Automatické dojicí systémy snižují pracovní zatížení a umožňují monitoring frekvence dojení každé dojnice na základě úrovně produkce bez dalších nákladů na práci (Jacobs et Siegford, 2012). Výhodou je také fakt, že ve většině robotů jsou čtvrtě vemene dojeny odděleně, takže se snižuje předofování a namáhání struků (Hulsen, 2011). Mnoho studií se zabývá otázkou účinnosti automatických dojicích systémů. Ta spočívá v hodnocení pracovní kapacity a vyjadřuje ziskovost automatického dojení na mlékárenských farmách (Bijl et al., 2007).

Automatický dojicí systém umožňuje každé dojnici využít dojicího zařízení v jí určenou dobu a na místě, ze kterého má dobrý výhled na zbytek stáda. Tyto aspekty napomáhají ke zmírnění stresu spojeného s dojením. Důležité je, aby měly dojnice pozitivní zkušenosti v době dojení a neměly tedy z dojení za pomoci robota strach (Edwards et al., 2014).

#### **3.3.4.1 Informace z robotizovaného dojení**

Automatický dojicí systém dokáže změřit a zaznamenat velké množství informací o konkrétním dojení. Pro vlastníka farmy, ve které je automatický systém dojení využíván, je velmi důležité používat tento systém co nejúčinněji (Gäde et al., 2007).

Informace získávané při dojení dojicím robotem je možné rozdělit na ukazatele aktivity krav a ukazatele mastitidy. Do první skupiny lze zařadit počet návštěv dojicího robota za den, počet poruch nebo odmítnutí (například když dojnice odejde příliš brzy), počet chyb při nasazování strukových násadců a zaznamenání krav, které nebyly podojeny déle než 14 hodin. Do skupiny druhé patří informace jako mléčná užitkovost na krávu (tzv. nádoj), konduktivita (neboli měrná vodivost) mléka, teplota a barva mléka, sraženiny v mléce a doba a rychlost dojení (Hulsen, 2011).

#### **3.3.4.2 Management stáda při robotizovaném dojení**

Míra úspěchu robotizovaného dojení závisí na tom, jak jednoduchý nebo složitý je přístup dojnice do robota a na dalších způsobech řízení stáda. Pokud má kráva pravidelně navštěvovat robota, nesmí mít nemocné paznehty, musí být aktivní a žravá. Je také nezbytné



optimální uspořádání stáje. Důležité je i včas reagovat na problémy ve stádě a co nejdříve diagnostikovat různá onemocnění. Například kulhající kráva je do dojírny dovedena, ale do robotu sama nepůjde. Z tohoto důvodu je zřejmé, že udržovat zdraví krav dojených robotem na vysoké úrovni je ještě důležitější než při dojení v dojírnách (Hulsen, 2011).

Pro co nejvyšší účinnost dojení prostřednictvím robota je nutné chovat dojnice, které jsou pro tento typ dojení vhodné. Takové dojnice jsou aktivní a často navštěvují dojícího robota. Tato návštěva by měla vždy vést k dojení. Vyšší rychlost dojení vede ke snížení celkového času dojení na jednu dojnici. Tím je zvýšena kapacita automatického dojícího systému, a tudíž navýšena jeho efektivita. Ovšem příliš vysoká rychlost dojení může mít za následek zhoršení zdraví vemene a vyšší počet somatických buněk v mléce. Z tohoto důvodu je nejvhodnější optimální rychlost dojení. Důležité je věnovat pozornost parametrům vemene při vybírání vhodného pleménika (Gäde et al., 2007).

Cílem používání dojení prostřednictvím robota je dojení častější než dvakrát denně. Počet dojení na krávu je průměrně 2,5-2,7, ale podstatné je, že vysoko užitkové dojnice navštěvují robot častěji, a to třikrát až čtyřikrát denně, oproti tomu dojnice s nižší užitkovostí nemusí být dojeny tak často (Hulsen, 2011).

### **3.3.4.3 Příprava telat a jalovic k robotizovanému dojení**

Telata by měla být chována v podobném technologickém systému, v jakém budou chována v dospělosti. Mezi zásady chovu telat patří, že by neměla být uvázána, měla by mít možnost zvykat si na technologické prvky, se kterými se později setkají, je dobré minimalizovat přítomnost člověka a zajistit, aby na zvířata nepůsobil rušivě (Machálek et al., 2011).

Pro přípravu jalovic platí obdobná pravidla jako pro telata, ale navíc je zde možné ve stádiu březosti uplatnit tzv. tréninkový box. Je to imitace robotického dojícího boxu. Jalovice do něj mohou vstupovat pro různé, většinou nízkokalorické, pochutiny. Důležité je, aby nebyly jalovice do boxu vedeny násilím. Dochází tak k rychlejší adaptaci na robotický systém dojení, a navíc je možné provádět selekci těch jalovic, které tréninkový box odmítají navštěvovat (Machálek et al., 2011).

### 3.4 Pulzace a podtlak v dojcím zařízení

Během strojního dojení krav je umožněn pohyb mléka za pomoci podtlaku. Podtlak vzniklý v podstrukové komoře se během dojení mění. Ve fázi procesu, při které nedochází k průtoku mléka, odpovídá podtlak v podstrukové komoře úrovni podtlaku v celém dojcím systému, ovšem klesá ihned poté, co je průtok mléka obnoven (Ambord et Bruckmaier, 2010). Stupeň poklesu tohoto podtlaku je závislý na vlastnostech užívané techniky dojení a stoupá se zvyšujícím se průtokem mléka. Nejvyšší pokles podtlaku je zaznamenáván u vysoko položených potrubních zařízení dojícího systému při vysokém průtoku mléka (Besier et al., 2016).

Hodnota podtlaku v mezistěnné komoře není ovšem závislá na velikosti průtoku mléka. Jeho základní funkcí je střídání podtlaku a atmosférického vzduchu a tím iniciace pohybu stěny strukové návlečky. Tímto způsobem je také zajišťována masáž struků. Snížení tohoto podtlaku má tedy za následek nejen nižší účinnost dojení prostřednictvím zhoršené schopnosti vydojovat mléko ze struků (Rasmussen et Madsen, 2000), ale také slabší masáž struků z důvodu nedostatečného uzavření pláště a nižšího tlaku na struk (Hamann et al., 1993). Navíc může snížený podtlak způsobit snadnější sklouznutí dojící soupravy z vemene, neboť přilnavost této soupravy není dostatečná (Besier et al., 2016).

Obecně tedy platí, že rostoucí podtlak znamená v procesu dojení i zvýšení rychlosti toku mléka, a tedy souhrnně vyšší rychlost dojení a s tím související zkrácení celkové doby dojení (Doležal et al., 2000). Na druhé straně ovšem způsobuje zvyšování podílu nevydojeného mléka (Tančin et Tančinová, 2008). Také je nutné vyhodnotit velikost nastaveného podtlaku s ohledem na zdraví mléčné žlázy, neboť pokud by byl podtlak příliš vysoký, mohlo by dojít k jejímu poškození a dojení by působilo bolestivě (Doležal et al., 2000). Nejlépe lze pozorovat účinky působení podtlaku na hrotu struku, kde mohou být patrné změny, a také obecně na prokrvení tkáně struku. Příliš vysoký podtlak způsobuje tzv. zhrubnutí struku, což znamená nahromadění krve a její následné zadržení v tkáni struku. Tím je výrazně omezen průtok krve a tudíž snížen přísun obranných látek, které by za normálních okolností bránily vstupu bakterií. Pokud zhrubnutí dosáhne podílu vyšší než 5 %, dochází k vyšší pravděpodobnosti vzniku infekce mléčné žlázy. (Tančin et Tančinová, 2008). Střídání podtlaku během strojního dojení tedy ovlivňuje nejen jeho proces a přepravu mléka, ale také stav a strukturu struku dojnice (Besier et Bruckmaier, 2016).

### **3.4.1 Parametry pulzace**

#### **3.4.1.1 Charakter pulzace**

Nastavení pulzace je možné rozlišovat pro synchronní a asynchronní dojení. Jejich konstrukce je však velice podobná. V dnešní době jsou používány oba typy pulzátorů a nelze jednoznačně určit, který z nich je pro dojení vhodnější.

Synchronní pulzaci lze označit za takovou činnost dojícího zařízení, při které probíhají všechny fáze pulzace v jednom čase a principem je tedy shodný cyklický pohyb strukových návleček ve všech strukových násadcích. Při použití pulzátoru se synchronní pulzaci je výhodou levnější konstrukce. Tento typ zařízení je ale naopak náchylnější ke spadnutí z vemene z důvodu vyššího cyklického kolísání podtlaku.

Pulzátor pro asynchronní dojení lze vnímat jako dva pulzátory pro synchronní dojení vestavěné do totožného pláště. Principem je cyklický pohyb dvou strukových návleček opačným způsobem ke dvěma návlečkám zbývajícím, pokud se jedná o zařízení se čtyřmi násadci. Asynchronní pulzace zajišťuje lepší držení soupravy na vemeni z toho důvodu, že vždy dva strukové násadce jsou ve fázi stisku. Toto však může způsobovat na druhé straně zpětný tok mléka ze sběrače. Další nevýhodou je i možný přenos infekcí z nemocných čtvrtí na čtvrtě zdravé. Tyto nedostatky jsou však velmi často u moderních zařízení redukovány použitím vhodnějších tvarů, velikostí a dalších parametrů u součástí stroje (Doležal et al., 2000).

#### **3.4.1.2 Jmenovitý podtlak**

Jmenovitý neboli nominální podtlak je takový podtlak, který je nastaven výrobcem pro konkrétní dojící zařízení. Je nastaven při montáži a poté kontrolován při pravidelném zjišťování technického stavu zařízení. Je to parametr dojícího systému, který rozhoduje o kvalitě dojení, neboť vysoce ovlivňuje hodnotu podtlaku v podstrukové komoře a tím tedy kvalitu taktu stisku, masáž struku při dojení, přilnavost dojící soupravy k vemeni, kvalitu dodojení a celkový čas dojení. Jak již bylo popsáno výše, s rostoucí hodnotou podtlaku roste také rychlost dojení, avšak na úkor klesající kvality vydojení. Tím může být ohroženo zdraví vemene.

Z tohoto vyplývá, že nastavení optimální výše jmenovitého podtlaku má zásadní vliv na kvalitu dojení. Jeho stanovení musí zohledňovat více hledisek, především konkrétní

podmínky chovu, vlastnosti dojnic i konstrukční řešení daného dojícího zařízení. Obecně je doporučeno nastavení jmenovitého podtlaku na hodnoty 36-43 kPa. Ovšem ve stádě se mohou vyskytovat dojnice snadněji nebo obtížněji dojitelné. Lehce dojitelným kravám postačí nižší podtlak pohybující se kolem hodnoty 32 kPa. U obtížně dojitelných dojnic může, za předpokladu dobrého vydojení, nominální podtlak dosahovat hodnoty až 45 kPa (Doležal et al., 2000). Podtlak 50 kPa byl ještě v nedávné minulosti doporučován jako vhodná hodnota jmenovitého podtlaku v dojícím zařízení. Až později bylo prokázáno, že hodnota podtlaku přesahující 50 kPa je nevhodná a nebezpečná pro hroty struků a způsobuje poškození jeho tkáně s následnou vyšší náchylností k infekcím vemene (Tančin et Tančinová, 2008). Pokud je hodnota jmenovitého podtlaku příliš nízká, vzniká riziko sklouznutí dojící soupravy z vemene a významně se prodlužuje celková doba dojení. Pokud je jmenovitý podtlak příliš vysoký, může být dojení pro dojnice bolestivé a je zde vyšší pravděpodobnost poškození tkáně struku (Doležal et al., 2000).

### 3.4.1.3 Pulzační poměr

Pulzační poměr je procenty vyjádřený součet doby trvání fáze, při které se podtlak zvyšuje ( $t_1$ ), s fází, kdy je dosaženo maximálních hodnot podtlaku ( $t_2$ ). Tento součet je vydělen dobou trvání daného cyklu.

Poměr taktu sání a stisku je poměr doby, během které může mléko vytékat ze struku (fáze sání) k době, během které je zamezeno vytékání mléka sevřením strukové návlečky (fáze stisku) během pulzačního cyklu (Doležal et al., 2000).

Podle tohoto vzorce je vyjádřen pulzační poměr v procentech (ČSN ISO 3918, 1999):

$$\frac{t^1 + t^2}{t^1 + t^2 + t^3 + t^4} \times 100$$

Pulzační poměr má pozitivní vliv na čas dojení. Ovšem pokud je poměr příliš vysoký, může docházet k potížím z důvodu nedostatečné činnosti strukové gumy. Běžné hodnoty nastavení pulzačního poměru se pohybují od 60/40 do 70/30. Při zvyšování taktu sání v rámci tohoto intervalu bylo možné pozorovat například snížení času na dosažení maximálního toku mléka o 15–20 s, zvýšení hodnot maximálního a průměrného toku mléka nebo snížení času dojení až o 20–30 s. Nebyly zjištěny změny v užitkovosti, ale došlo ke zvýšení objemu

strojového dodojku při pulzačním poměru 70/30. Je také možné použít rozdílný poměr pro přední a zadní struky, například 50/50 na přední a 60/40 na zadní. Cílem tohoto nastavení je snížení rozdílů v čase dojení tak, že je prodloužen čas dojení předních struků, aby se zamezilo jejich dojení na prázdno (Tančin et Tančinová, 2008).

#### **3.4.1.4 Frekvence pulzace**

Frekvence pulzace také ovlivňuje dojitelnost, avšak méně výrazně než pulzační poměr. Bylo zjištěno, že většího pozitivního efektu na tok mléka spojeného se změnou frekvence pulzace bylo dosaženo při změně z 20 na 50 cyklů za minutu než z 50 cyklů na 60 nebo 80. Proto se k dosažení znatelnějších výsledků používá kombinace frekvence pulzace a pulzačního poměru, kdy pulzační poměr ovlivňuje charakteristiky dojení a frekvence pulzace ovlivňuje například stav tkáně struku a to tak, že lze pozorovat nižší výskyt zhrubnutí struků při zvyšování frekvence pulzace. Zhrubnutí struků je způsobováno zvyšováním podtlaku v dojicím zařízení. Dále byl zaznamenán vliv frekvence pulzace na výskyt mastitid. Pokud je frekvence nastavena na hodnotu vyšší než 60 pulzů za minutu, byl prokázán nižší podíl mastitid než u hodnoty frekvence nižší než 53 pulzů za minutu. Také na počet somatických buněk v mléce má pulzace vyšší než 60 pulzů za minutu pozitivní účinek. Dále bylo prokázáno, že pulzační poměr 70/30 způsobuje větší poškození tkáně struků než poměr 50/50, tudíž zvyšováním frekvence pulzace lze tyto negativní vlivy eliminovat. Frekvence pulzace bývá nejčastěji nastavena přibližně na 60 pulzů za minutu (Tančin et Tančinová, 2008).

#### **3.4.2 Pulzační křivka**

Doležal et al. (2000) ve své knize uvádí, že mezi základní parametry pulzační křivky patří:

- a) doba trvání jednoho pulzu udávaná v sekundách, popřípadě počet pulzů za jednu minutu
- b) doba taktu sání
- c) doba taktu stisku
- d) pulzační poměr

Pulzační cyklus je rozdělen na 4 fáze. Jsou to fáze *a*, *b*, *c* a *d*. Fáze *a* charakterizuje otevírání vložky, fáze *b* je fáze dojení, fáze *c* označuje uzavírání vložky a fáze *d* již uzavřenou vložku neboli fázi odpočinku.

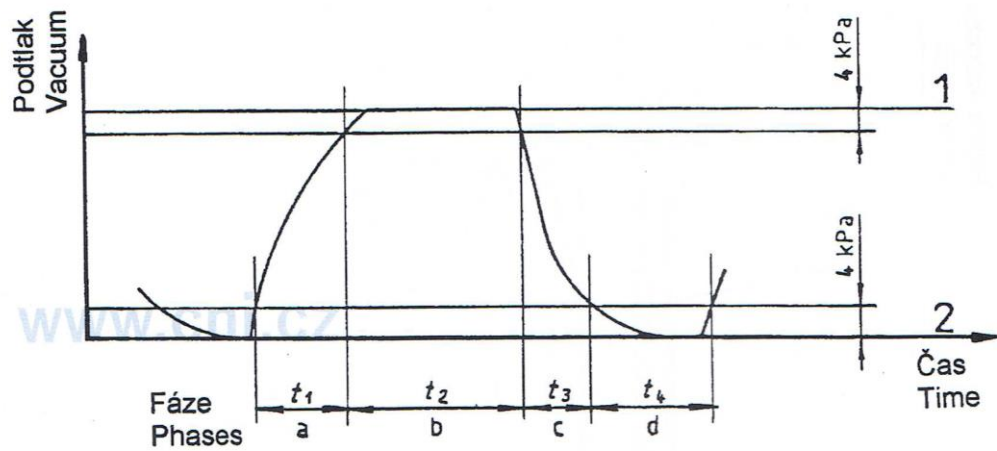
Délka trvání každé fáze je měřena mezi body, kde vakuum v pulzační komoře je o 4 kPa nižší než nominální hodnota vakua (přechody z bodu *a* do bodu *b* a z bodu *b* do bodu *c*) a o 4 kPa vyšší než atmosférický tlak (přechody z bodu *d* do bodu *a* a z bodu *c* do bodu *d*) (Upton et al., 2016).

Tvar a délka fází pulzační křivky vykreslují působení fyzikálních sil, které jsou přenášeny z dojícího zařízení prostřednictvím pohybů strukové gumy na tkáň struku (Tančin et Tančinová, 2008).

Dále Doležal et al. (2000) uvádí parametry, které lze vyhodnotit na pulzační křivce:

- a) doba trvání fáze *a* ( $t_1$ ), neboli narůstajícího podtlaku, který se v mezistěnné komoře navyšuje od hodnoty 4 kPa do maximální hodnoty podtlaku v mezistěnné komoře snížené o 4 kPa
- b) doba trvání fáze *b* ( $t_2$ ), neboli maximální hodnota podtlaku, kdy je podtlak v mezistěnné komoře vyšší než maximální hodnota podtlaku v mezistěnné komoře snížená o 4 kPa
- c) doba trvání fáze *c* ( $t_3$ ), neboli snižování podtlaku, který klesá z maximální hodnoty podtlaku v mezistěnné komoře snížené o 4 kPa na úroveň 4 kPa
- d) doba trvání fáze *d* ( $t_4$ ), neboli minimální podtlak, tedy hodnota podtlaku v mezistěnné komoře menší než 4 kPa

Obr. 3: Pulzační charakteristika (ČSN ISO 3918, 1999)



**Legenda**

- 1 maximální podtlak v mezistěnné komoře
- 2 atmosférický tlak

**Key**

- 1 Maximum pulsation chamber vacuum
- 2 Atmospheric pressure



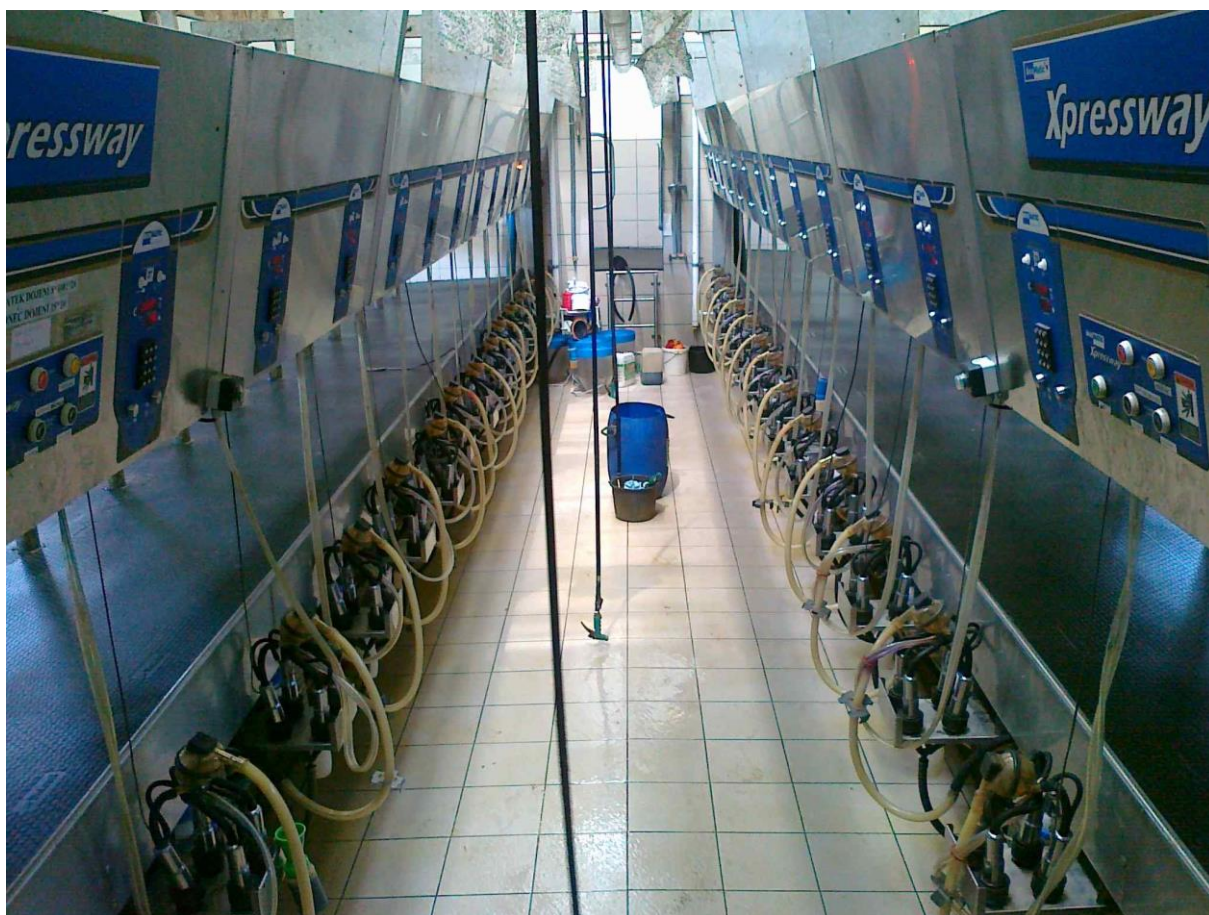
## 4 MATERIÁL A METODY

### 4.1 Charakteristika vybraných farem

#### 4.1.1 Vyšetice

Farma ve Vyšetících se nachází v blízkosti města Mladá Vožice v Jihočeském kraji. Chov na této farmě je realizován holštýnským plemenem. Celkový počet zvířat je 395, z toho je v tuto dobu dojeno 370 kusů dojnic. Jedná se o čistě užitkový chov. Průměrná užitkovost krav je 11 100 l na laktaci.

*Obr. 4: Paralelní 2×14 BouMatic Xpressway Supreme dojírna ve Vyšetících (Zdroj: autor)*



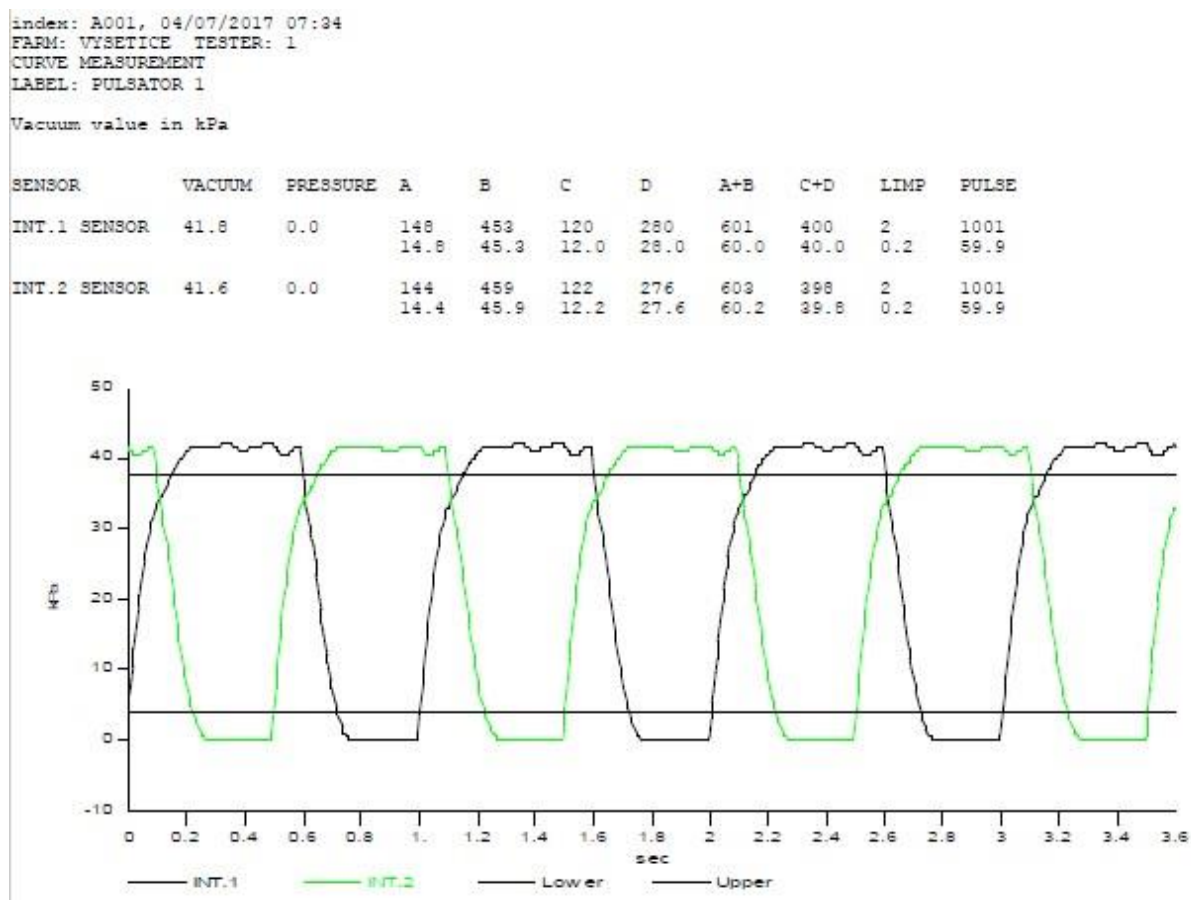
Ve Vyšetících je využívána paralelní 2×14 BouMatic Xpressway Supreme dojírna a dojí se zde třikrát denně. Změna rychlosti pulzace a pulzačního poměru byla provedena 7. 4. 2017 mezi ranním a odpoledním dojením v 9:00 hodin dopoledne. Původní nastavení pulzátoru znamenalo hodnoty pulzačního poměru 60/40 a počet pulzů 60 za min. Ty byly změněny na pulzační poměr 63/37 a počet pulzů na 62 za minutu. Původně byl průtok mléka



pro sejmutí dojící soupravy nastaven na 1,9 lib/min. V rámci optimalizace nastavení dojícího zařízení byl průtok mléka snížen na 1,5 lib/min. Touto úpravou se sice prodlouží čas dojení, ale v podmínkách této farmy bylo nutné tímto způsobem snížit nedodoch u dojnic.

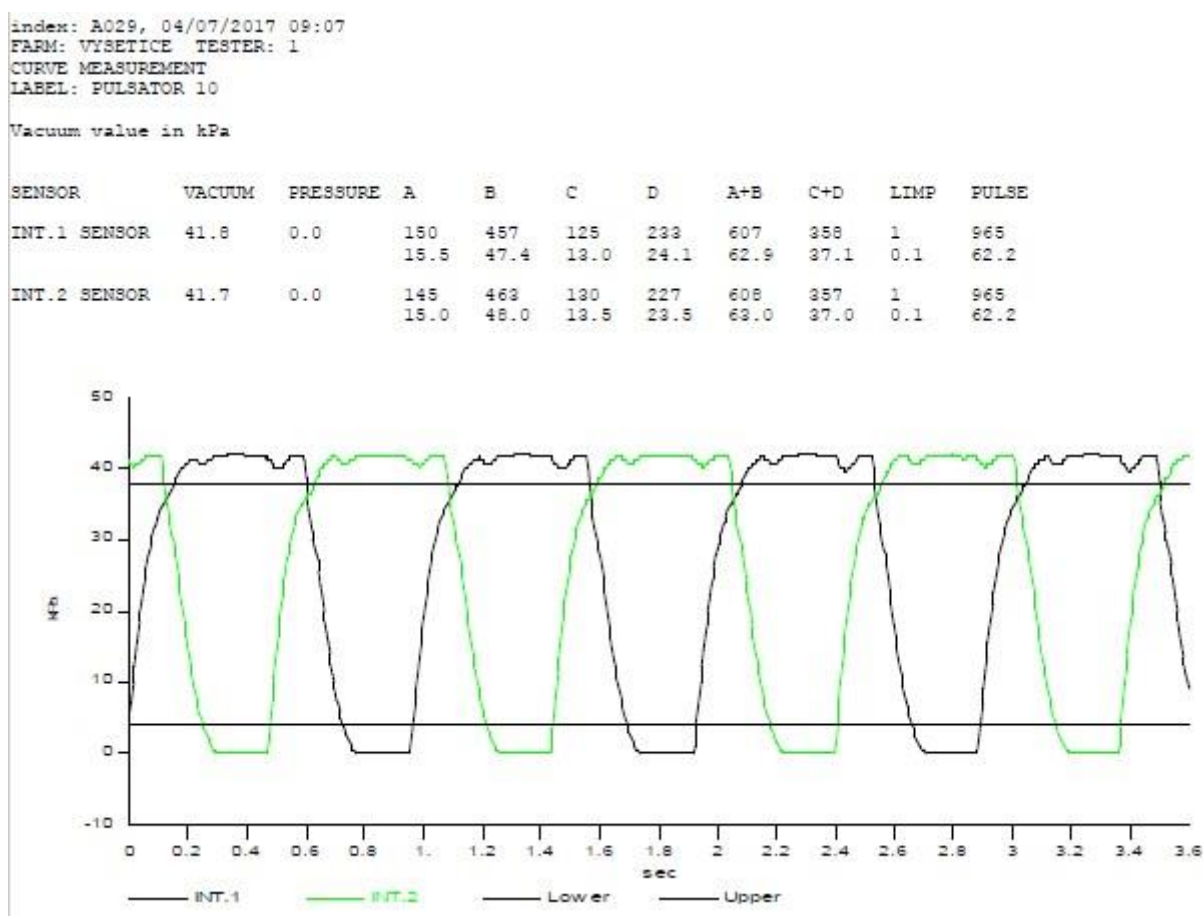
V příloze jsou uvedeny tabulky, které obsahují získaná data z farmy Vyšetice. První tabulka (Příloha č. 1) obsahuje data změřená před změnou pulzace, druhá tabulka (Příloha č. 2) pak data změřená po provedené změně. Z důvodu nekompletnosti dodaných dat některé údaje v tabulce číslo 1 chybí.

Obr. 5: Pulzační křivka před změnou pulzace (Vyšetice)



Obrázek č. 5 zobrazuje pulzační křivku pro farmu Vyšetice před změnou pulzace. Na grafu jsou dvě křivky (černá, zelená) dvou samostatných komor asynchronního pulzátoru. Pulzační poměr je 60/40 a rychlost pulzace je 60 pulzů za minutu. Fáze B je při tomto nastavení dlouhá 453 (459) ms a fáze D trvá 280 (276) ms.

Obr. 6: Pulzační křivka po změně pulzace (Vyšetice)

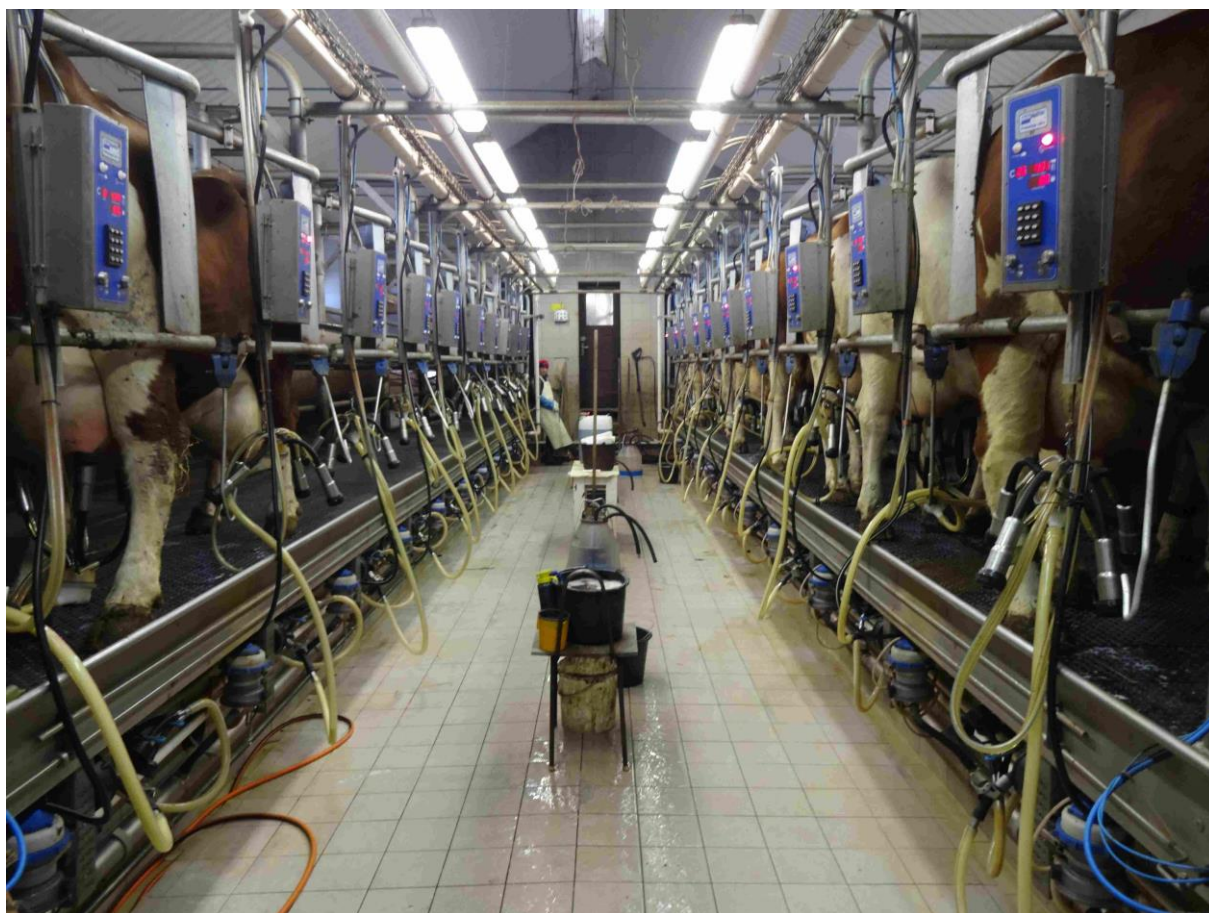


Obrázek č. 6 zobrazuje pulzační křivku pro farmu Vyšetice po změně pulzace. Na grafu jsou dvě křivky (černá, zelená) dvou samostatných komor asynchronního pulzátoru. Pulzační poměr je 63/37 a rychlost pulzace je 62 pulzů za minutu. Fáze B je při tomto nastavení dlouhá 457 (463) ms a fáze D trvá 233 (227) ms.

#### 4.1.2 Počátky

Farma Počátky se nachází na Vysočině na Pelhřimovsku. Je to užitkový chov o 420 kusech, z toho je dojených 340 dojnic. Chované plemeno je z 90 % český strakatý skot a z 10 % holštýnský skot. Užitkovost na této farmě je 7 300 l na laktaci.

*Obr. 7: Rybinová 2×10 dojírna v Počátkách (Zdroj: autor)*



V Počátkách je instalovaná 2×10 rybinová dojírna. Změna pulzace zde proběhla 11. 10. 2017 ve 12:00 hodin. Pulzační poměr zde zůstal zachován na hodnotě 60/40. Důvodem je fakt, že na farmě v Počátkách je k dispozici pouze starší typ elektronické desky, kde není po připojení notebooku pomocí příslušného programu možné detailnější nastavení pulzačního poměru a rychlosti pulzace. Elektronická deska řídící pulzátory umožňuje pouze hrubé nastavení pomocí spínačů na 52 nebo 60 pulzů za minutu a na pulzační poměr 50/50, 55/45 nebo na 60/40. Z těchto možností byl pulzační poměr 60/40 nejvhodnější volbou. Počet pulzů za minutu se změnil z 52 na 60. Nastavení pulzátorů, které by vedlo k efektivnějšímu nastavení pulzačního poměru a rychlosti pulzace by bylo možné po investici farmy do nových elektronických desek. Optimální nastavení pro tuto farmu by znamenalo při rychlosti 60 pulzů za minutu nastavit pulzační poměr na 63/37. V tomto případě by fáze pulzačního cyklu B dosáhla vhodné délky.

Tabulky uvedené v příloze zobrazují získaná data z farmy Počátky. První tabulka (Příloha č. 3) obsahuje data získaná před provedením změny pulzace, druhá tabulka (Příloha č. 4) uvádí data získaná po provedení změn. Data o somatických buňkách nebyla bohužel

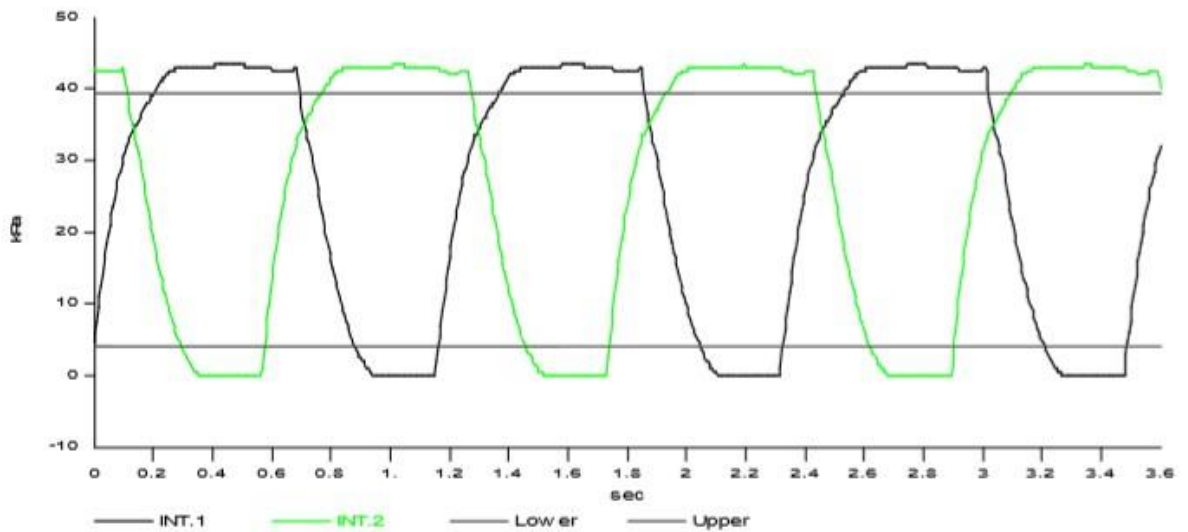
farmou pro možnosti výzkumu kompletně dodána, chybí tedy v tabulkách údaje o jejich počtu.

Obr. 8: Pulzační křivka před změnou pulzace (Počátky)

index: A007, 10/11/2017 10:15  
 FARM: POČATKY TESTER:  
 CURVE MEASUREMENT  
 LABEL: PULSATOR 7

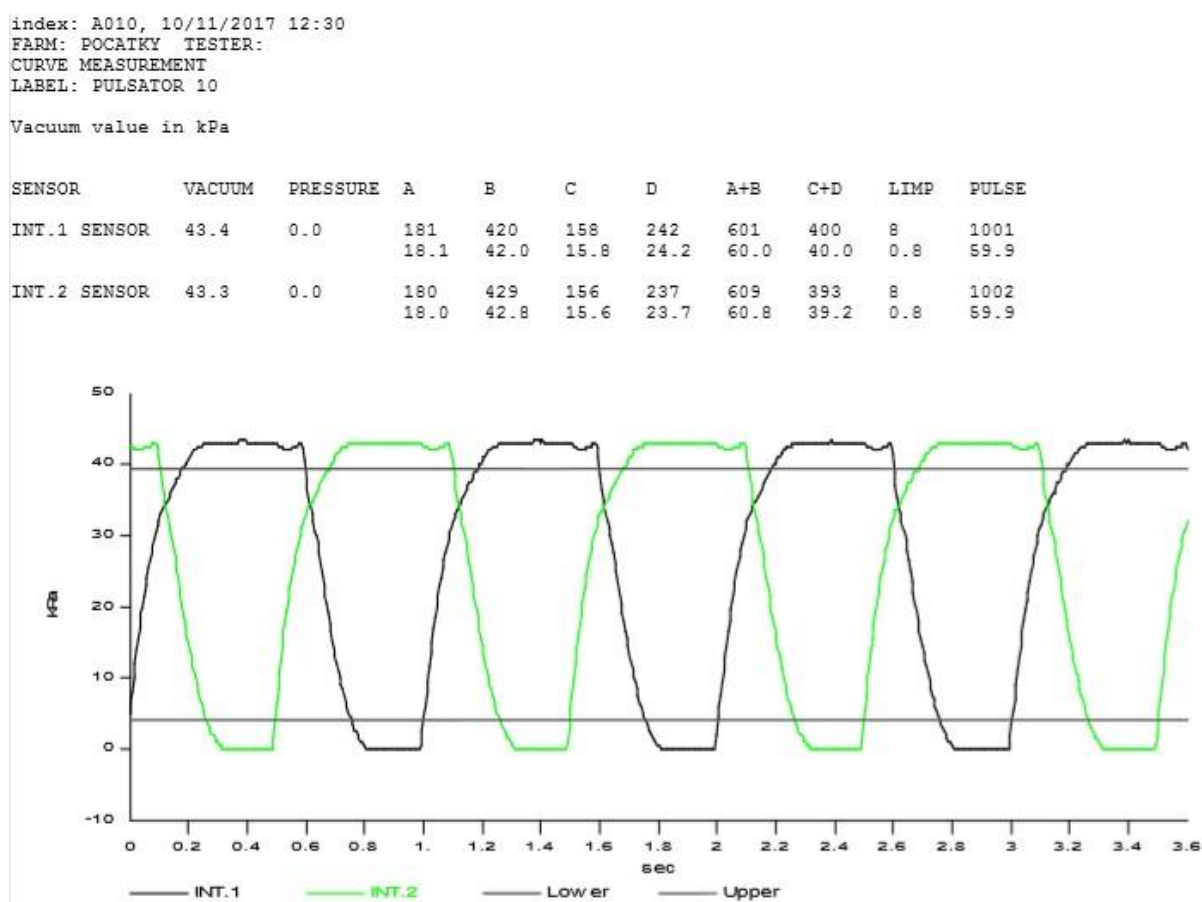
Vacuum value in kPa

| SENSOR       | VACUUM | PRESSURE | A           | B           | C           | D           | A+B         | C+D         | LIMP     | PULSE        |
|--------------|--------|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|--------------|
| INT.1 SENSOR | 43.5   | 0.0      | 205<br>17.6 | 492<br>42.3 | 188<br>16.2 | 277<br>23.8 | 697<br>60.0 | 465<br>40.0 | 1<br>0.1 | 1162<br>51.6 |
| INT.2 SENSOR | 43.4   | 0.0      | 188<br>16.2 | 510<br>43.9 | 182<br>15.7 | 281<br>24.2 | 698<br>60.1 | 463<br>39.9 | 1<br>0.1 | 1161<br>51.7 |



Obrázek č. 8 zobrazuje pulzační křivku pro farmu Počátky před změnou pulzace. Na grafu jsou dvě křivky (černá, zelená) dvou samostatných komor asynchronního pulzátoru. Pulzační poměr je 60/40 a rychlost pulzace je 52 pulzů za minutu. Fáze B je při tomto nastavení dlouhá 492 (510) ms a fáze D trvá 277 (281) ms.

Obr. 9: Pulzační křivka po změně pulzace (Počátky)



Obrázek č. 9 zobrazuje pulzační křivku pro farmu Počátky po změně pulzace. Na grafu jsou dvě křivky (černá, zelená) dvou samostatných komor asynchronního pulzátoru. Pulzační poměr je 60/40 a rychlost pulzace je 60 pulzů za minutu. Fáze B je při tomto nastavení dlouhá 420 (429) ms a fáze D trvá 242 (237) ms.

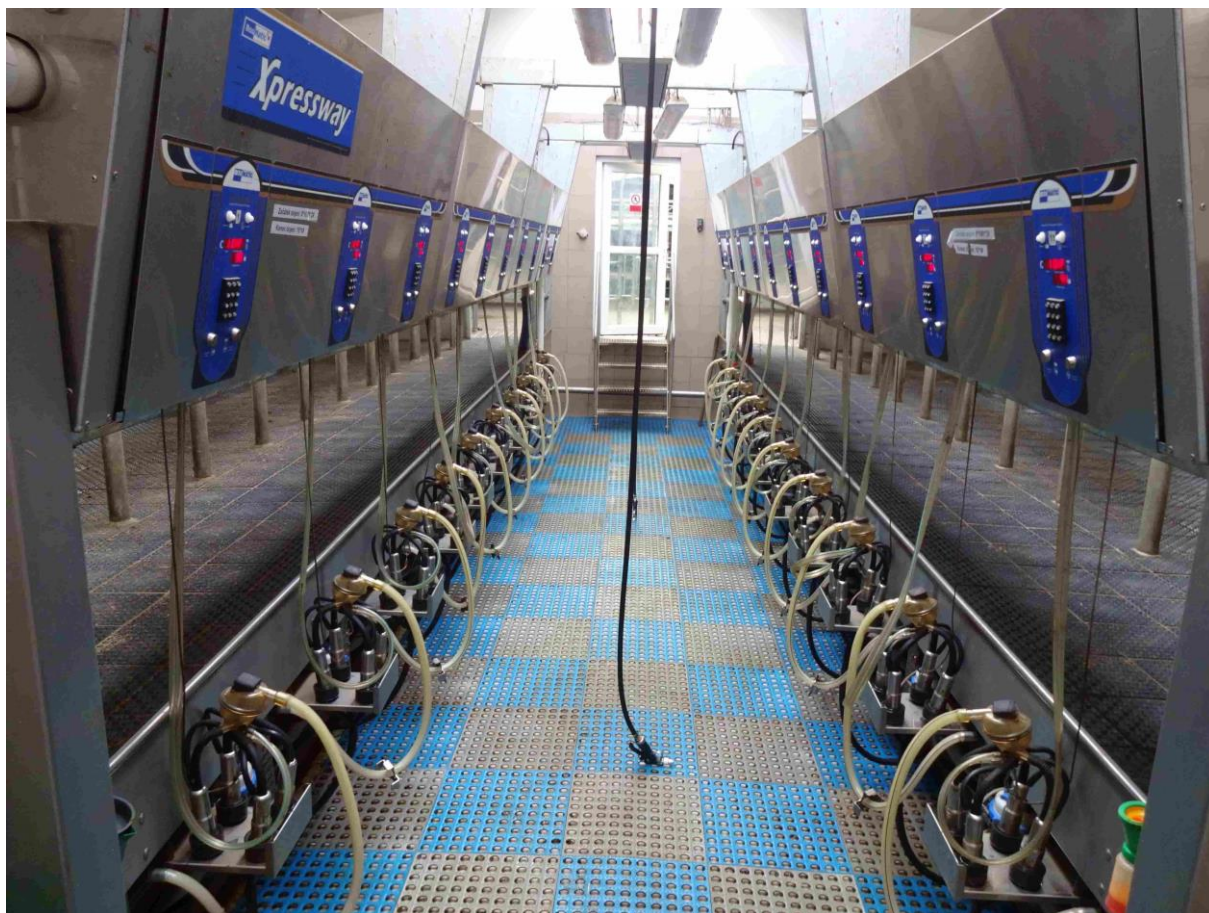
#### 4.1.3 Proseč-Obořiště

Proseč-Obořiště se nachází na Vysočině na Pelhřimovsku. V tomto užitkovém chovu se nachází 353 krav, z toho je dojených 300 kusů. Chov je složen převážně z červeného strakatého skotu, z 1/3 pak z červeného holštýna, ovšem s tendencí k přechodu čistě na červený strakatý skot. Užitkovost stáda je 7 800 l na laktaci.



*Obr. 10: Paralelní 2×10 BouMatic Xpressway Supreme dojírna v Proseči-Obořiště*

*(Zdroj: autor)*



Dojírna v Proseči-Obořiště je paralelní 2×10 BouMatic Xpressway Supreme. Změna pulzace zde proběhla 21. 11. 2017 ve 12:00. Původní hodnoty nastavení pulzátoru zahrnovaly pulzační poměr 60/40 a 60 pulzů za minutu. Nové nastavení pak hodnoty pulzačního poměru 65/35 a 63 pulzů za minutu.

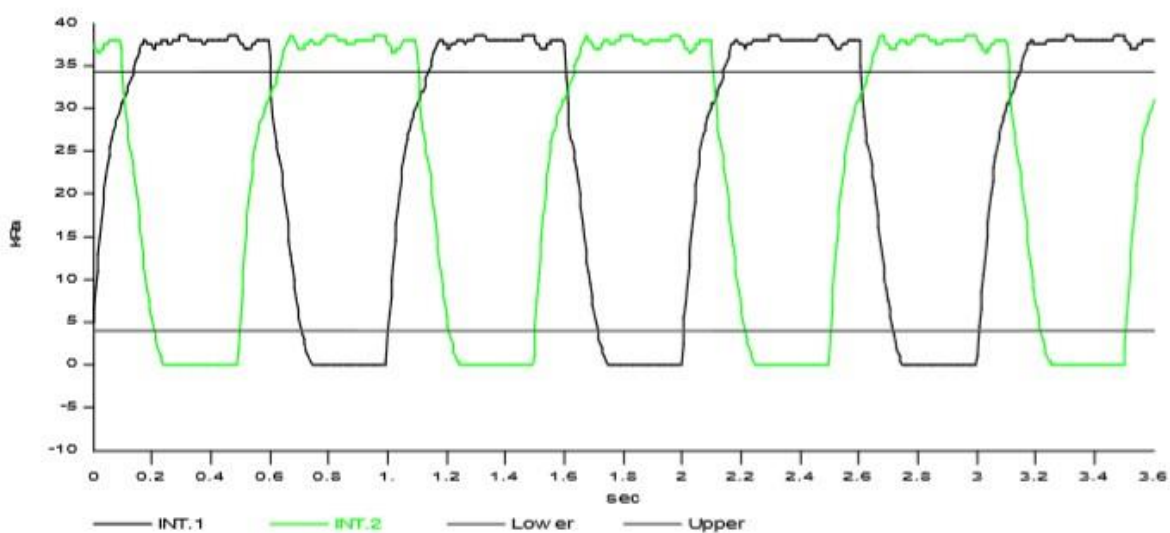
V příloze jsou uvedeny tabulky zobrazující data získaná z farmy Proseč-Obořiště. První tabulka (Příloha č. 5) obsahuje hodnoty před změnou pulzace, druhá tabulka (Příloha č. 6) obsahuje hodnoty po provedení změn pulzace.

Obr. 11: Pulzační křivka před změnou pulzace (Proseč-Obořiště)

index: A033, 11/16/2017 16:12  
 FARM: PROSEC TESTER:  
 CURVE MEASUREMENT  
 LABEL: PULSATOR 17

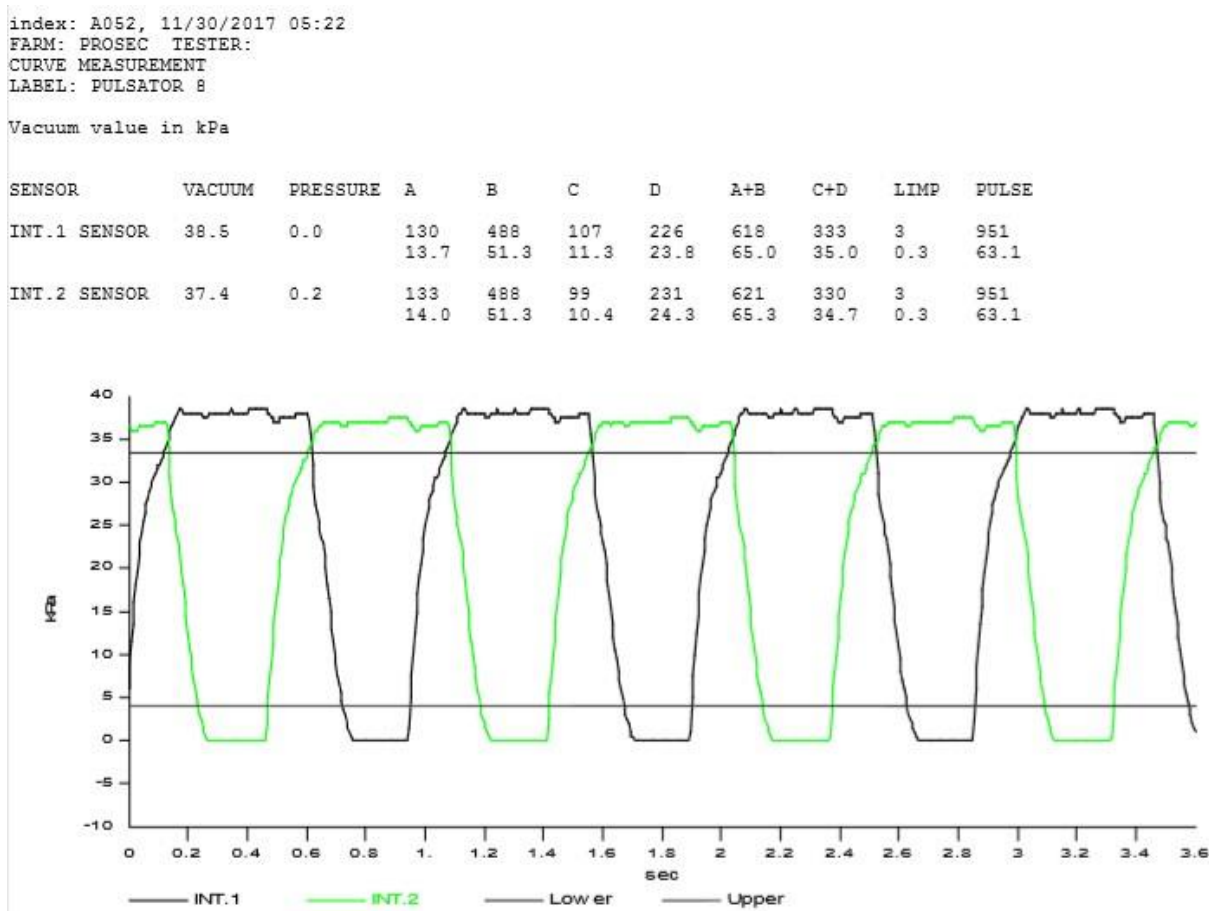
Vacuum value in kPa

| SENSOR       | VACUUM | PRESSURE | A           | B           | C           | D           | A+B         | C+D         | LIMP     | PULSE        |
|--------------|--------|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|--------------|
| INT.1 SENSOR | 38.4   | 0.2      | 138<br>13.8 | 466<br>46.5 | 107<br>10.7 | 291<br>29.0 | 604<br>60.3 | 398<br>39.7 | 3<br>0.3 | 1002<br>59.9 |
| INT.2 SENSOR | 38.2   | 0.2      | 129<br>12.9 | 478<br>47.7 | 105<br>10.5 | 290<br>28.9 | 607<br>60.6 | 395<br>39.4 | 3<br>0.3 | 1002<br>59.9 |



Obrázek č. 11 zobrazuje pulzační křivku pro farmu Proseč-Obořiště před změnou pulzace. Na grafu jsou dvě křivky (černá, zelená) dvou samostatných komor asynchronního pulzátoru. Pulzační poměr je 60/40 a rychlost pulzace je 60 pulzů za minutu. Fáze B je při tomto nastavení dlouhá 466 (478) ms a fáze D trvá 291 (290) ms.

Obr. 12: Pulzační křivka po změně pulzace (Proseč-Obořiště)



Obrázek č. 12 zobrazuje pulzační křivku pro farmu Proseč-Obořiště po změně pulzace. Na grafu jsou dvě křivky (černá, zelená) dvou samostatných komor asynchronního pulzátoru. Pulzační poměr je 65/35 a rychlost pulzace je 63 pulzů za minutu. Fáze B je při tomto nastavení dlouhá 488 ms a fáze D trvá 226 (231) ms.

## 4.2 Metodika nastavení pulzace

Výzkum této diplomové práce spočívá ve změně nastavení pulzačního poměru a rychlosti pulzace na vybraných dojrnách a sledování vlivu těchto změn na délku dojení, nádoj mléka, průtok mléka a počet somatických buněk v mléce. Je tedy nutné zjistit výchozí stav v dojrnách, který bude poté porovnán se stavem po provedení zmíněných změn. Nejprve dojde ke změření pulzačního cyklu speciálním přístrojem a vypsání údajů o průměrné délce dojení a průměrném průtoku mléka z počítačového systému dané dojirny. Cílem optimalizace pulzace je dosažení délky fáze B mezi 450–500 ms a délky fáze D mezi



200–250 ms, přičemž je-li to technicky možné, fáze A a C by neměly přesáhnout 180 ms. Poté budou spočítány potřebné změny nastavení a na základě toho provedeno nové nastavení pulzačního poměru a rychlosti pulzace. Po určité době dojde opět k vypsání údajů o průměrné délce dojení a průměrného průtoku mléka a porovnání s výchozím stavem.

Proces optimalizace dojícího procesu je prováděn zkušenými pracovníky technického servisu postupně, protože se jedná o velmi citlivou záležitost. Nejprve je monitorován výchozí stav, teprve potom stanoven postup a priority speciálně pro danou dojírnu. Obvykle (ne vždy) je doporučena změna v postupu přípravy dojnice před dojením a následně úprava nastavení parametrů pulzace (popř. dalších parametrů dojícího stroje).

Je-li dojírna již vybavena generátorem pulzů umožňujícím přesné nastavení pulzačního poměru a rychlosti pulzace, je toto nastavení pro chovatele velice malou investicí (pouze práce servisního technika). Toto nastavení není (na rozdíl např. od změn v přípravě dojnice) závislé na důslednosti obsluhy zařízení, na personálních změnách či kontrole managementu podniku. Jedná se o připojení notebooku servisního pracovníka k elektronické desce řídicí pulzátory a pomocí příslušného programu detailní nastavení pulzačního poměru a rychlosti pulzace. Toto konkrétní nastavení se odvíjí od předem zjištěných parametrů pulzace, které povedou k optimalizaci délky daných pulzačních fází, konkrétně pak fáze B a D, které jsou parametry pulzace ovlivnitelné. Délka fází A a C je závislá na technickém provedení dojícího zařízení, zejména pak na délce podtlakových a mléčných hadic. Pokud bude prokázán pozitivní vliv na proces dojení, bude tento vliv trvalý bez nutnosti velkých změn v organizaci práce či vynaložení finančních prostředků.

Při vyhodnocení změn se práce zaměřuje na změnu délky procesu dojení. Jde o přesně změřitelný, ne však jediný, parametr, mající přímý vliv na zdravotní stav vemene a počet somatických buněk v mléce. Zkrátí se tím totiž doba působení podtlaku, hmotnosti strukových násadců a pohybů strukové návlečky na tkáň struku a strukového kanálku. Protože ostatní vlivy mohou být jen těžko přesně monitorovány a posouzení míry jejich přínosu k případným změnám je problematické, bude počet somatických buněk v mléce sledován pouze pro dokreslení případných změn.

Dalším důležitým parametrem dojícího zařízení je hraniční průtok pro sejmutí dojící soupravy, tedy úroveň průtoku mléka průtokoměrem, která má být automaticky vyhodnocena jako nízká, aby mohlo být dojení ukončeno, aniž by ve vemeni zůstal nežádoucí nedodojek. Nastavení tohoto parametru se provádí jeho přeprogramováním na jednotlivých ovládacích jednotkách dojícího zařízení. Právě na farmě Vyšetice bylo z důvodu vysokého podílu

nedodjku ve vemeni krav provedeno nové nastavení průtoku mléka, jak je uvedeno v kapitole výše.

### 4.3 Metodika statistického vyhodnocení dat

Pro stanovení základních parametrů souborů byly využity procedury MEANS UNIVARIATE. Pro analýzu vzájemných vztahů byly využity Pearsonovi korelační koeficienty, které byly vypočítány za pomoci procedury CORR. Při výběru vhodného modelu hodnocení daných ukazatelů byla využita procedura REG, metoda STEPWISE. Pro hodnocení rozdílu mezi zvířaty a skupinami byla použita procedura GLM, s následným detailním vyhodnocením pomocí Tukey-Kramerova testu (SAS/STAT® 9.3, 2011).

Vyhodnocení podle metody ANOVA pro všechny farmy proběhlo podle modelové rovnice:

$$y_{ijk} = \mu + a_i + b_j + e_{ijk}$$

Kde:

$y_{ijk}$  – hodnoty závisle proměnné (kg mléka na dojnici, trvání dojení, průměrný průtok mléka, SB),

$\mu$  – obecná hodnota závisle proměnné,

$a_i$  – fixní efekt farmy ( $i = \text{Počátky}$ ,  $n=119$ ;  $i = \text{Proseč-Obořiště}$ ,  $n = 126$ ;  $i = \text{Vyšetice}$ ,  $n=182$ ),

$b_j$  – fixní efekt období ( $j= A$ ,  $n=187$ ;  $j= B$ ,  $n=240$ ),

$e_{ijk}$  – náhodná reziduální chyba.

Detailní vyhodnocení bylo uskutečněno pomocí Tukey-Kramerova testu.

Vyhodnocení podle metody ANOVA s ohledem na pořadí dojení na farmách s dojením dvakrát denně (Počátky, Proseč-Obořiště) proběhla podle modelové rovnice:

$$y_{ijklm} = \mu + a_i + b_j + c_k + d_l + e_{ijklm}$$

Kde:

$y_{ijkl}$  – hodnoty závisle proměnné (kg mléka na dojnici, trvání dojení, průměrný průtok mléka, SB),

$\mu$  – obecná hodnota závislé proměnné,

$a_i$  – fixní efekt farmy ( $i = \text{Počátky}$ ,  $n = 119$ ;  $i = \text{Proseč Obořiště}$ ,  $n = 126$ ),

$b_j$  – fixní efekt období ( $j = \text{A}$ ,  $n = 102$ ;  $j = \text{B}$ ,  $n = 143$ ),

$c_k$  – fixní efekt měsíce ( $k = \text{září}$ ,  $n = 40$ ;  $k = \text{říjen}$ ,  $n = 60$ ;  $k = \text{listopad}$ ,  $n = 79$ ;  $k = \text{prosinec}$ ,  $n = 62$ ;  $k = \text{leden}$ ,  $n = 4$ ),

$d_l$  – fixní efekt pořadí dojení ( $k = 1$ ,  $n = 123$ ;  $k = 2$ ,  $n = 122$ ),

$e_{ijkl}$  – náhodná reziduální chyba.

Detailní vyhodnocení pomocí Tukey-Kramerova testu.

Vyhodnocení podle metody ANOVA s ohledem na pořadí dojení na farmě s dojením třikrát denně (Vyšetice) proběhla podle modelové rovnice:

$$y_{ijkl} = \mu + a_i + b_j + c_k + e_{ijkl}$$

Kde:

$y_{ijkl}$  – hodnoty závislé proměnné (kg mléka na dojnici, trvání dojení, průměrný průtok mléka, SB),

$\mu$  – obecná hodnota závislé proměnné,

$a_i$  – fixní efekt období ( $i = \text{A}$ ,  $n = 85$ ;  $i = \text{B}$ ,  $n = 97$ ),

$b_j$  – fixní efekt měsíce ( $j = \text{březen}$ ,  $n = 66$ ;  $j = \text{duben}$ ,  $n = 90$ ;  $j = \text{květen}$ ,  $n = 26$ ),

$c_k$  – fixní efekt pořadí dojení ( $k = 1$ ,  $n = 61$ ;  $k = 2$ ,  $n = 61$ ;  $k = 3$ ,  $n = 60$ ),

$e_{ijkl}$  – náhodná reziduální chyba.

Detailní vyhodnocení pomocí Tukey-Kramerova testu.

## 5 VYHODNOCENÍ VÝZKUMU

### 5.1 Počet měření

*Tab. 1: Počet měření celkem za všechny farmy (Počátky, Proseč-Obořiště, Vyšetice), kdy jedno měření představuje jedno dojení*

| <b>Farma</b>           | <b>Počet měření</b> | <b>%</b> |
|------------------------|---------------------|----------|
| <b>Počátky</b>         | 119                 | 27,87    |
| <b>Proseč-Obořiště</b> | 126                 | 29,51    |
| <b>Vyšetice</b>        | 182                 | 42,62    |

Tabulka č. 1 představuje počet měření za jednotlivé farmy. Jedno měření představuje vždy jedno dojení. Na farmě v Počátkách bylo provedeno celkem 119 měření a na farmě v Proseči-Obořiště celkem 126 měření. Nejvíce, a to 182 měření bylo získáno z farmy ve Vyšetících, a to z toho důvodu, že zde probíhá dojení třikrát denně, oproti dvěma zbylým farmám, kde probíhá dojení pouze dvakrát denně. Odlišný počet měření u farem v Počátkách a v Proseči-Obořiště je odlišný z důvodu různého počtu dnů, kdy měření probíhalo u jednotlivých farem, ale také z toho důvodu, že některá měření byla vyřazena kvůli poruše počítače, a tedy špatnému zpracování dat.

*Tab. 2: Počet měření za dvě zkoumaná období – A, B*

| <b>Období</b> | <b>Počet měření</b> | <b>%</b> |
|---------------|---------------------|----------|
| <b>A</b>      | 187                 | 43,79    |
| <b>B</b>      | 240                 | 56,21    |

Tabulka č. 2 obsahuje také data představující počet měření, ovšem zde jsou data dělena podle období A a B, kdy období A je definováno jako období před změnou pulzace dojícího zařízení a období B jako období po změně pulzace dojícího zařízení. Za období A bylo nashromážděno celkem 187 dat a za období B jich je k dispozici 240.

Tab. 3: Počet měření podle pořadí dojení

| Pořadí dojení | Počet měření | %     |
|---------------|--------------|-------|
| 1             | 184          | 43,09 |
| 2             | 183          | 42,86 |
| 3             | 60           | 14,05 |

Tabulka č. 3 vyjadřuje počet měření podle pořadí dojení. Ve výzkumu této práce se setkáváme s dojením dvakrát a třikrát denně, z toho dojení dvakrát denně je uskutečňováno na farmách v Počátkách a v Proseči-Obořiště, dojení třikrát denně pak na farmě ve Vyšeticích. Vždy pro první dojení za jeden den bylo získáno 184 dat, pro druhé dojení 183 dat a pro třetí dojení 60 dat. Nejméně údajů pro třetí dojení se ve výzkumu vyskytuje z toho důvodu, že dojení třikrát denně je využíváno pouze na jedné z vybraných farem.

## 5.2 Popisné statistiky

Tab. 4: Základní statistické údaje zahrnující všechny zkoumané farmy (Počátky, Proseč-Obořiště, Vyšetice) popisující jednotlivé charakteristiky dojení

| charakteristiky dojení         | n   | $\bar{x}$ | s     | min. | max. | s.e. | V (%) |
|--------------------------------|-----|-----------|-------|------|------|------|-------|
| kg mléka na dojnici            | 427 | 11,65     | 1,06  | 8,8  | 14,4 | 0,05 | 9,14  |
| trvání dojení (minut)          | 427 | 5,48      | 1,01  | 3,9  | 7,9  | 0,05 | 18,37 |
| průměrný průtok mléka (l/min.) | 427 | 2,18      | 0,31  | 1,5  | 2,8  | 0,01 | 14,15 |
| SB (tis./ml)                   | 309 | 299,94    | 82,65 | 164  | 500  | 4,70 | 27,55 |

n = počet měření;  $\bar{x}$  = aritmetický průměr; s = směrodatná odchylka; min. = minimální hodnota; max. = maximální hodnota; s.e. = střední chyba aritmetického průměru; V (%) = koeficient variance

Tabulka č. 4 vyjadřuje základní statistické údaje pro všechny vybrané farmy a popisuje jednotlivé zkoumané charakteristiky dojení. Průměrný nádoj na dojnici pro všechny farmy je 11,65 kg, průměrné trvání dojení je 5,48 min, průměrný průtok mléka je 2,18 l/min a průměrný počet somatických buněk v mléce je 299,94 tis./ml. Tato poslední charakteristika je ovlivněna neúplností dodaných dat z farmy Počátky. Dále je zde patrný

významný rozdíl mezi minimální a maximální hodnotou v parametru trvání dojení a v počtu somatických buněk.

Tab. 5: Základní statistické údaje popisující jednotlivé zkoumané charakteristiky rozdělené podle farem (Počátky, Proseč-Obořiště, Vyšetice)

| farma           | charakteristiky dojení         | n   | $\bar{x}$ | s     | min. | max. | s.e. | V (%) |
|-----------------|--------------------------------|-----|-----------|-------|------|------|------|-------|
| Počátky         | kg mléka na dojnici            | 119 | 12,66     | 1,02  | 10,1 | 14,4 | 0,09 | 8,08  |
|                 | trvání dojení (minut)          | 119 | 5,62      | 0,30  | 4,9  | 6,1  | 0,03 | 5,34  |
|                 | průměrný průtok mléka (l/min.) | 119 | 2,25      | 0,09  | 2    | 2,4  | 0,01 | 3,92  |
|                 | SB (tis./ml)                   | 20  | 205,70    | 21,61 | 184  | 260  | 4,83 | 10,51 |
| Proseč-Obořiště | kg mléka na dojnici            | 126 | 11,79     | 0,67  | 10,2 | 13,2 | 0,06 | 5,67  |
|                 | trvání dojení (minut)          | 126 | 6,76      | 0,50  | 5,9  | 7,9  | 0,04 | 7,33  |
|                 | průměrný průtok mléka (l/min.) | 126 | 1,76      | 0,10  | 1,5  | 2    | 0,01 | 5,94  |
|                 | SB (tis./ml)                   | 110 | 220,05    | 31,61 | 164  | 299  | 3,01 | 14,36 |
| Vyšetice        | kg mléka na dojnici            | 182 | 10,90     | 0,65  | 8,8  | 12,8 | 0,05 | 5,97  |
|                 | trvání dojení (minut)          | 182 | 4,51      | 0,25  | 3,9  | 5,1  | 0,02 | 5,51  |
|                 | průměrný průtok mléka (l/min.) | 182 | 2,42      | 0,16  | 2    | 2,8  | 0,01 | 6,44  |
|                 | SB (tis./ml)                   | 179 | 359,57    | 51,39 | 227  | 500  | 3,84 | 14,29 |

n = počet měření;  $\bar{x}$  = aritmetický průměr; s = směrodatná odchylka; min. = minimální hodnota; max. = maximální hodnota; s.e. = střední chyba aritmetického průměru; V (%) = koeficient variance

V tabulce č. 5 jsou podrobněji zobrazeny základní statistické údaje o zkoumaných charakteristikách dojení, v tomto případě rozdělené podle dat získaných o jednotlivých farmách. Data jsou souhrnná za obě zkoumaná období (A, B). Je patrné, že podle výsledků získaných aritmetickým průměrem byl nejvyšší průměrný nádoj na dojnici za jedno dojení zaznamenán v Počátkách (12,66 kg), nejnižší pak ve Vyšeticích (10,90 kg). Nejvyšší délka dojení byla zjištěna v Proseči-Obořiště (6,76 min), nejnižší ve Vyšeticích (4,51). Průměrný průtok mléka byl naměřen nejvyšší ve Vyšeticích (2,42 l/min) a nejnižší v Proseči-Obořiště (1,76 l/min). Počet somatických buněk je nejvyšší ve Vyšeticích (359,57 tis./ml) a nejnižší

v Proseči-Obořiště (220,05 tis./ml). Počet somatických buněk v Počátkách není hodnocen z toho důvodu, že nebylo dodáno dostatečné množství dat – celkem 20 údajů, vždy dva za jeden den.

*Tab. 6: Základní statistické údaje popisující jednotlivé zkoumané charakteristiky rozdělené podle období – A, B*

| období   | charakteristiky dojení                | n   | $\bar{x}$  | s     | min. | max. | s.e. | V (%) |
|----------|---------------------------------------|-----|------------|-------|------|------|------|-------|
| <b>A</b> | <b>kg mléka na dojnici</b>            | 187 | 11,79      | 1,16  | 8,8  | 14,3 | 0,09 | 9,88  |
|          | <b>trvání dojení (minut)</b>          | 187 | 5,45       | 1,16  | 3,9  | 7,9  | 0,08 | 21,27 |
|          | <b>průměrný průtok mléka (l/min.)</b> | 187 | 2,23       | 0,34  | 1,5  | 2,7  | 0,02 | 15,19 |
|          | <b>SB (tis./ml)</b>                   | 125 | 336,7<br>2 | 83,22 | 184  | 500  | 7,44 | 24,72 |
| <b>B</b> | <b>kg mléka na dojnici</b>            | 240 | 11,54      | 0,97  | 9,7  | 14,4 | 0,06 | 8,39  |
|          | <b>trvání dojení (minut)</b>          | 240 | 5,51       | 0,87  | 4    | 7,3  | 0,06 | 15,84 |
|          | <b>průměrný průtok mléka (l/min.)</b> | 240 | 2,14       | 0,28  | 1,6  | 2,8  | 0,02 | 12,87 |
|          | <b>SB (tis./ml)</b>                   | 184 | 274,9<br>6 | 72,47 | 164  | 421  | 5,34 | 26,36 |

n = počet měření;  $\bar{x}$  = aritmetický průměr; s = směrodatná odchylka; min. = minimální hodnota; max. = maximální hodnota; s.e. = střední chyba aritmetického průměru; V (%) = koeficient variance

Tabulka č. 6 obsahuje základní statistické údaje o zkoumaných charakteristikách dojení rozdělené podle období A a B, kdy období A je definováno jako období před změnou pulzace dojicího zařízení a období B jako období po změně pulzace dojicího zařízení. Průměrný nádoj na dojnici za jedno dojení je vyšší v období A (11,79 kg) než v období B (11,54 kg). Průměrná délka trvání dojení je nižší v období A (5,45 min) než v období B (5,51 min). Průměrný průtok mléka je vyšší za období A (2,23 l/min) než za období B (2,14 l/min). Průměrný počet somatických buněk je vyšší v období A (336,72 tis./ml) než v období B (274,96 tis./ml).

### 5.3 Korelace

Tab. 7: Vzájemné vztahy mezi zkoumanými charakteristikami dojení

|                                |          | kg mléka na dojnici | trvání dojení (minut) | průměrný průtok mléka (l/min.) | SB* (tis./ml) |
|--------------------------------|----------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------|
| pořadí dojení                  | <b>r</b> | -0,240              | -0,334                | 0,280                          | 0,283         |
|                                | <b>P</b> | <0,001              | <0,001                | <0,001                         | <0,001        |
|                                | <b>n</b> | 427                 | 427                   | 427                            | 309           |
| kg mléka na dojnici            | <b>r</b> |                     | 0,529                 | -0,080                         | -0,435        |
|                                | <b>P</b> |                     | <0,001                | 0,099                          | <0,001        |
|                                | <b>n</b> |                     | 427                   | 427                            | 309           |
| trvání dojení (minut)          | <b>r</b> |                     |                       | -0,873                         | -0,778        |
|                                | <b>P</b> |                     |                       | <0,001                         | <0,001        |
|                                | <b>n</b> |                     |                       | 427                            | 309           |
| průměrný průtok mléka (l/min.) | <b>r</b> |                     |                       |                                | 0,781         |
|                                | <b>P</b> |                     |                       |                                | <0,001        |
|                                | <b>n</b> |                     |                       |                                | 309           |

P < 0,05 = statistická průkaznost

\*Somatické buňky

Tabulka č. 7 zobrazuje vzájemné vztahy mezi zkoumanými charakteristikami dojení. Pořadí dojení má statisticky průkaznou (P < 0,001) středně silnou (r = -0,240) závislost s kilogramy nadojeného mléka, středně silnou závislost (r = -0,334) s trváním dojení, středně silnou závislost (r = 0,280) s průtokem mléka a středně silnou závislost (r = 0,283) s počtem somatických buněk. Dále byla zjištěna statisticky průkazná (P < 0,001) silná závislost (r = 0,529) mezi kilogramy nadojeného mléka a trváním dojení. Statisticky průkazná (P < 0,001) silná závislost (r = -0,435) byla zjištěna také mezi kilogramy nadojeného mléka a počtem somatických buněk v mléce. Trvání dojení má statisticky průkaznou (P < 0,001) silnou závislost (r = -0,873) s průtokem mléka a silná závislost (r = -0,778) s počtem somatických buněk. Statisticky průkazná (P < 0,001) silná závislost (r = 0,781) byla také



zjištěna mezi průměrným průtokem mléka a počtem somatických buněk.

## 5.4 Vyhodnocení podle metody ANOVA

Tab. 8: Základní statistiky vyhodnocené metodou ANOVA podle zkoumaných farem (Počátky, Proseč-Oboriště, Vyšetice) a zkoumaných období (A, B)

| charakteristiky dojení         | MODEL          |        | farma  |        | období  |        |
|--------------------------------|----------------|--------|--------|--------|---------|--------|
|                                | r <sup>2</sup> | P      | F-test | P      | F-test  | P      |
| kg mléka na dojnici            | 0,481          | <0,001 | 25,29  | <0,001 | 0,9     | 0,464  |
| trvání dojení (minut)          | 0,884          | <0,001 | 19,23  | <0,001 | 1607,22 | <0,001 |
| průměrný průtok mléka (l/min.) | 0,836          | <0,001 | 3,77   | 0,053  | 1046,81 | <0,001 |
| SB* (tis./ml)                  | 0,791          | <0,001 | 103,47 | <0,001 | 479,83  | <0,001 |

P < 0,05 = statistická průkaznost

\*Somatické buňky

Tabulka č. 8 představuje základní statistiky pro zkoumané charakteristiky dojení vyhodnocené metodou ANOVA. Model byl průkazný pro všechny parametry produkce a vysvětloval od 48,1 do 88,4 % proměnlivosti. Efekt farmy byl průkazný pro skoro všechny parametry s výjimkou průměrného průtoku mléka (P > 0,05). Efekt období byl průkazný pro trvání dojení, průtok mléka a počet somatických buněk v mléce (P < 0,001).

Tab. 9: Vlastní výsledky ANOVA pro všechny farmy (Počátky, Proseč-Oboriště, Vyšetice) pro jednotlivé zkoumané charakteristiky dojení rozdělené podle období A a B

| efekt  | úroveň | kg mléka na dojnici        | trvání dojení (minut)     | průměrný průtok mléka (l/min.) | SB* (tis./ml)               |
|--------|--------|----------------------------|---------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
|        |        | LSM ± SELSM                | LSM ± SELSM               | LSM ± SELSM                    | LSM ± SELSM                 |
| období | A      | 11,91 ± 0,057 <sup>A</sup> | 5,71 ± 0,026 <sup>A</sup> | 2,16 ± 0,009                   | 288,08 ± 4,127 <sup>A</sup> |
|        | B      | 11,68 ± 0,050 <sup>A</sup> | 5,56 ± 0,023 <sup>A</sup> | 2,13 ± 0,008                   | 242,77 ± 3,719 <sup>A</sup> |

Stejná písmena ve sloupcích znamenají statistickou průkaznost, A - A...P < 0,01; a - a...P < 0,05

\*Somatické buňky

V tabulce č. 9 jsou zobrazeny vlastní výsledky ANOVA pro efekt období (A = před změnou pulzace, B = po změně pulzace). V období A bylo vyprodukováno průkazně ( $P < 0,01$ ) více mléka než v období B. Průměrný nádoj za období A činil 11,91 kg a za období B 11,68 kg. Dále byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl ( $P < 0,01$ ) v průměrném trvání dojení, kdy v období A trvalo dojení průměrně 5,71 min a v období B pak 5,56 min. Statisticky průkazný rozdíl ( $P < 0,01$ ) byl zjištěn také u průměrného počtu somatických buněk v mléce, za období A jich bylo zjištěno 288,08 tis./ml a za období B 242,77 tis./ml. V období A byl zjištěn vyšší průměrný průtok mléka (2,16 l/min) než v období B (2,13 l/min), rozdíl ovšem není statisticky průkazný.

#### 5.4.1 Vyhodnocení podle počtu dojení – dojení dvakrát denně

Následující dvě tabulky jsou vyhodnoceny pro farmy s dojením dvakrát denně, to znamená pro Počátky a Proseč-Obořiště. Důvodem je lepší názornost výsledků, aby nedošlo ke zkreslení získaných hodnot společným vyhodnocením farem s rozdílným způsobem dojení.

Tab. 10: Základní statistiky vyhodnocené metodou ANOVA pro pořadí dojení – dojení dvakrát denně (Počátky, Proseč-Obořiště)

| charakteristiky dojení         | MODEL          |        | farma  |        | období |        | měsíc  |        | pořadí dojení |        |
|--------------------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|--------|
|                                | r <sup>2</sup> | P      | F-test | P      | F-test | P      | F-test | P      | F-test        | P      |
| kg mléka na dojnici            | 0,731          | <0,001 | 5,98   | <0,05  | 0,74   | 0,39   | 4,28   | <0,01  | 425,46        | <0,001 |
| trvání dojení (minut)          | 0,914          | <0,001 | 518,74 | <0,001 | 54,17  | <0,001 | 40,91  | <0,001 | 305,06        | <0,001 |
| průměrný průtok mléka (l/min.) | 0,927          | <0,001 | 494,97 | <0,001 | 22,04  | <0,001 | 27,91  | <0,001 | 49,95         | <0,001 |
| SB** (tis./ml)                 | 0,3            | <0,001 | 3,36   | 0,069  | 6,37   | <0,05  | 2,65   | <0,05  | 0             | 0,952  |

P < 0,05 = statistická průkaznost

\*Somatické buňky

Tabulka č. 10 představuje základní statistiky vyhodnocené metodou ANOVA pro farmy, kde se uskutečňuje dojení dvakrát denně (Počátky, Proseč-Obořiště). Model byl

průkazný pro všechny parametry produkce a vysvětloval od 30 do 92,7 % proměnlivosti. Pro efekt farma je zde zjištěn statisticky průkazný rozdíl ( $P < 0,05$ ) v průměrném nádoji mléka na dojnici. Vysoký statisticky průkazný rozdíl ( $P < 0,001$ ) je zjištěn pro další dvě charakteristiky dojení, a to pro trvání dojení a průměrný průtok mléka. Pro efekt období (A = před změnou pulzace, B = po změně pulzace) byl zjištěn statisticky významný rozdíl ( $P < 0,05$ ) pro počet somatických buněk a vysoký statisticky průkazný ( $P < 0,001$ ) rozdíl pro trvání dojení a průměrný průtok mléka. Pro efekt pořadí dojení byl zjištěn vysoký statisticky průkazný rozdíl ( $P < 0,001$ ) pro kilogramy nadojeného mléka na dojnici, trvání dojení a průtok mléka.

Tab. 11: Vlastní výsledky ANOVA pro pořadí dojení – dojení dvakrát denně (Počátky, Proseč-Obořiště)

| efekt         | úroveň          | kg mléka na dojnici        | trvání dojení (minut)     | průměrný průtok mléka (l/min.) | SB* (tis./ml)               |
|---------------|-----------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
|               |                 | LSM ± SELSM                | LSM ± SELSM               | LSM ± SELSM                    | LSM ± SELSM                 |
| farma         | Počátky         | 12,35 ± 0,106 <sup>a</sup> | 5,39 ± 0,043 <sup>A</sup> | 2,26 ± 0,015 <sup>A</sup>      | 202,54 ± 9,572              |
|               | Proseč-Obořiště | 11,98 ± 0,085 <sup>a</sup> | 6,79 ± 0,034 <sup>A</sup> | 1,78 ± 0,012 <sup>A</sup>      | 229,10 ± 7,019              |
| pořadí dojení | 1               | 12,83 ± 0,068 <sup>A</sup> | 6,32 ± 0,028 <sup>A</sup> | 2,05 ± 0,010 <sup>A</sup>      | 215,68 ± 4,815              |
|               | 2               | 11,50 ± 0,068 <sup>A</sup> | 5,86 ± 0,028 <sup>A</sup> | 1,99 ± 0,010 <sup>A</sup>      | 215,96 ± 4,840              |
| období        | A               | 12,21 ± 0,087              | 6,24 ± 0,036 <sup>A</sup> | 1,99 ± 0,012 <sup>A</sup>      | 224,84 ± 6,212 <sup>a</sup> |
|               | B               | 12,12 ± 0,067              | 5,94 ± 0,027 <sup>A</sup> | 2,05 ± 0,010 <sup>A</sup>      | 206,80 ± 4,781 <sup>a</sup> |

Stejná písmena ve sloupcích znamenají statistickou průkaznost, A - A... $P < 0,01$ ; a - a... $P < 0,05$

\*Somatické buňky

Tabulka č. 11 zobrazuje vlastní výsledky ANOVA pro farmy s dojením dvakrát denně (Počátky, Proseč-Obořiště). Na farmě Počátky bylo vyprodukováno statisticky průkazně ( $P < 0,05$ ) více mléka (12,35 kg) než na farmě Proseč-Obořiště (11,98 kg). Na farmě Počátky bylo zaznamenáno statisticky významně ( $P < 0,01$ ) nižší trvání dojení (5,39 min) než na farmě Proseč-Obořiště (6,79 min). Dále byla zaznamenána statisticky významná průkaznost ( $P < 0,01$ ) v průměrném průtoku mléka, kdy na farmě Počátky je průměrný průtok mléka 2,26 l/min a na farmě Proseč-Obořiště 1,78 l/min.

Vysoká statistická průkaznost ( $P < 0,01$ ) byla prokázána pro efekt pořadí dojení, kdy při prvním dojení bylo nadojeno 12,83 kg mléka a při druhém dojení pak 11,50 kg mléka. Dále bylo statisticky významně ( $P < 0,01$ ) prokázáno kratší dojení při druhém dojení (5,86 min) než při dojením prvním (6,32 min). Taktéž byl statisticky významně ( $P < 0,01$ ) vyšší průtok mléka (2,05 l/min) při prvním dojení než při druhém (1,99 l/min).

V období B (po změně pulzace) bylo statisticky významně ( $P < 0,01$ ) zjištěno kratší trvání dojení (5,94 min) než u období A (po změně pulzace), které trvalo 6,24 min. Statisticky významná průkaznost ( $P < 0,01$ ) byla zjištěna v průtoku mléka, vyšší průtok byl zjištěn v období B (2,05 l/min, nižší v období A (1,99 l/min).

#### 5.4.2 Vyhodnocení podle počtu dojení – dojení třikrát denně

Následující dvě tabulky jsou vyhodnoceny pro farmu s dojením třikrát denně, to znamená pro Vyšetice. Důvodem je lepší názornost výsledků, aby nedošlo ke zkreslení získaných hodnot společným vyhodnocením farem s rozdílným způsobem dojení.

Tab. 12: Základní statistiky vyhodnocené metodou ANOVA pro pořadí dojení – dojení třikrát denně (Vyšetice)

| charakteristiky dojení         | MODEL          |        | období |        | měsíc  |        | pořadí dojení |        |
|--------------------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|--------|
|                                | r <sup>2</sup> | P      | F-test | P      | F-test | P      | F-test        | P      |
| kg mléka na dojnici            | 0,604          | <0,001 | 0,07   | 0,788  | 0,66   | 0,519  | 132,07        | <0,001 |
| trvání dojení (minut)          | 0,448          | <0,001 | 12,5   | <0,001 | 6,91   | 0,001  | 35,99         | <0,001 |
| průměrný průtok mléka (l/min.) | 0,326          | <0,001 | 6,34   | <0,001 | 5,95   | 0,01   | 14,23         | <0,001 |
| SB* (tis./ml)                  | 0,363          | <0,001 | 9,48   | 0,01   | 10,66  | <0,001 | 0,01          | 0,993  |

P < 0,05 = statistická průkaznost

\*Somatické buňky

Tabulka č. 12 představuje základní statistiky vyhodnocené metodou ANOVA pro farmu Vyšetice, kde se uskutečňuje dojení třikrát denně. Model byl průkazný pro všechny parametry produkce a vysvětloval od 32,6 do 60,4 % proměnlivosti. Pro efekt období je zde statisticky významná průkaznost ( $P < 0,001$ ) pro trvání dojení a průtok mléka a dále statistická průkaznost ( $P < 0,01$ ) pro počet somatických buněk v mléce. Pro efekt pořadí dojení byly zjištěny statisticky významně průkazné rozdíly ( $P < 0,001$ ) v nádoji mléka, trvání dojení a průtoku mléka

Tab. 13: Vlastní výsledky ANOVA pro pořadí dojení – dojení třikrát denně

| efekt         | úroveň | kg mléka na dojnici          | trvání dojení (minut)     | průměrný průtok mléka (l/min.) | SB* (tis./ml)               |
|---------------|--------|------------------------------|---------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
|               |        | LSM ± SELSM                  | LSM ± SELSM               | LSM ± SELSM                    | LSM ± SELSM                 |
| období        | A      | 10,90 ± 0,073                | 4,45 ± 0,033 <sup>A</sup> | 2,45 ± 0,023 <sup>a</sup>      | 369,28 ± 7,325 <sup>A</sup> |
|               | B      | 10,87 ± 0,056                | 4,62 ± 0,025 <sup>A</sup> | 2,37 ± 0,017 <sup>a</sup>      | 336,19 ± 5,603 <sup>A</sup> |
| pořadí dojení | 1      | 10,24 ± 0,056 <sup>A</sup>   | 4,37 ± 0,025 <sup>A</sup> | 2,35 ± 0,018 <sup>A</sup>      | 352,26 ± 5,696              |
|               | 2      | 10,95 ± 0,057 <sup>A,B</sup> | 4,59 ± 0,026 <sup>A</sup> | 2,40 ± 0,018 <sup>B</sup>      | 352,81 ± 5,728              |
|               | 3      | 11,46 ± 0,058 <sup>A,B</sup> | 4,64 ± 0,026 <sup>A</sup> | 2,48 ± 0,018 <sup>A,B</sup>    | 353,14 ± 5,807              |

Stejná písmena ve sloupcích znamenají statistickou průkaznost, A - A...P < 0,01; a - a...P < 0,05

\*Somatické buňky

Tabulka č. 13 zobrazuje vlastní výsledky ANOVA pro farmu Vyšetice, kde se uskutečňuje dojení třikrát denně. V období A (před změnou pulzace) trvalo dojení kratší čas s významnou statistickou průkazností (P < 0,01) a to 4,45 min, za období B (po změně pulzace) pak 4,62 min. V období A byl statisticky prokázán (P < 0,05) vyšší průtok mléka (2,45 l/min) než v období B (2,37 l/min). Významný statistický rozdíl (P < 0,01) byl zjištěn u počtu somatických buněk, který byl nižší v období B (336,19 tis./ml) a vyšší v období A (369,28 tis./ml).

Pro efekt pořadí dojení zde byl prokázán statisticky významný rozdíl (P < 0,01) mezi prvním, druhým i třetím dojením pro kilogramy nadojeného mléka, kdy při prvním dojení bylo nadojeno 10,24 kg mléka, při druhém dojení 10,95 kg mléka a při třetím dojení 11,46 kg mléka. Statisticky průkazný rozdíl (P < 0,01) byl také zjištěn v trvání dojení mezi prvním, druhým a třetím dojením, kdy délka dojení při prvním dojení byla 4,37 min, při druhém dojení 4,59 min a při třetím 4,64 min. V průtoku mléka byl zjištěn statisticky významný rozdíl (P < 0,01) mezi prvním a třetím dojením, kde průtok mléka při prvním dojení byl 2,35 l/min a při třetím dojení 2,48 l/min. Dále byl zjištěn statisticky významný rozdíl (P < 0,01) mezi druhým a třetím dojením, kdy průtok při druhém dojení byl 2,40 l/min.

Tab. 14: Charakteristiky dojení pro jednotlivé farmy (Počátky, Proseč-Obořiště, Vyšetice) zkoumané zvlášť podle období A a B

| Efekt          | Farma           | Období | kg mléka na dojnici |        | trvání dojení (minut) |        | průměrný průtok mléka (l/min.) |        | SB* (tis./ml)  |        |
|----------------|-----------------|--------|---------------------|--------|-----------------------|--------|--------------------------------|--------|----------------|--------|
|                |                 |        | LSM ± SELSM         | P      | LSM ± SELSM           | P      | LSM ± SELSM                    | P      | LSM ± SELSM    | P      |
| farma * období | Počátky         | A      | 12,89 ± 0,098       | <0,05  | 5,67 ± 0,036          | 0,3536 | 2,27 ± 0,014                   | 0,3768 | 215 ± 11,879   | 0,8782 |
| farma * období | Počátky         | B      | 12,42 ± 0,100       | <0,05  | 5,57 ± 0,037          | 0,3536 | 2,23 ± 0,015                   | 0,3768 | 196,4 ± 11,879 | 0,8782 |
| farma * období | Proseč-Obořiště | A      | 11,92 ± 0,120       | 0,7704 | 7,29 ± 0,044          | <0,001 | 1,65 ± 0,017                   | <0,001 | 242,91 ± 6,593 | <0,001 |
| farma * období | Proseč-Obořiště | B      | 11,73 ± 0,083       | 0,7704 | 6,50 ± 0,030          | <0,001 | 1,81 ± 0,012                   | <0,001 | 210,26 ± 4,281 | <0,001 |
| farma * období | Vyšetice        | A      | 10,94 ± 0,083       | 0,9751 | 4,40 ± 0,030          | <0,001 | 2,49 ± 0,012                   | <0,001 | 389,32 ± 4,148 | <0,001 |
| farma * období | Vyšetice        | B      | 10,86 ± 0,078       | 0,9751 | 4,61 ± 0,028          | <0,001 | 2,36 ± 0,011                   | <0,001 | 334,42 ± 3,814 | <0,001 |

P < 0,05 = statistická průkaznost

\*Počet somatických buněk

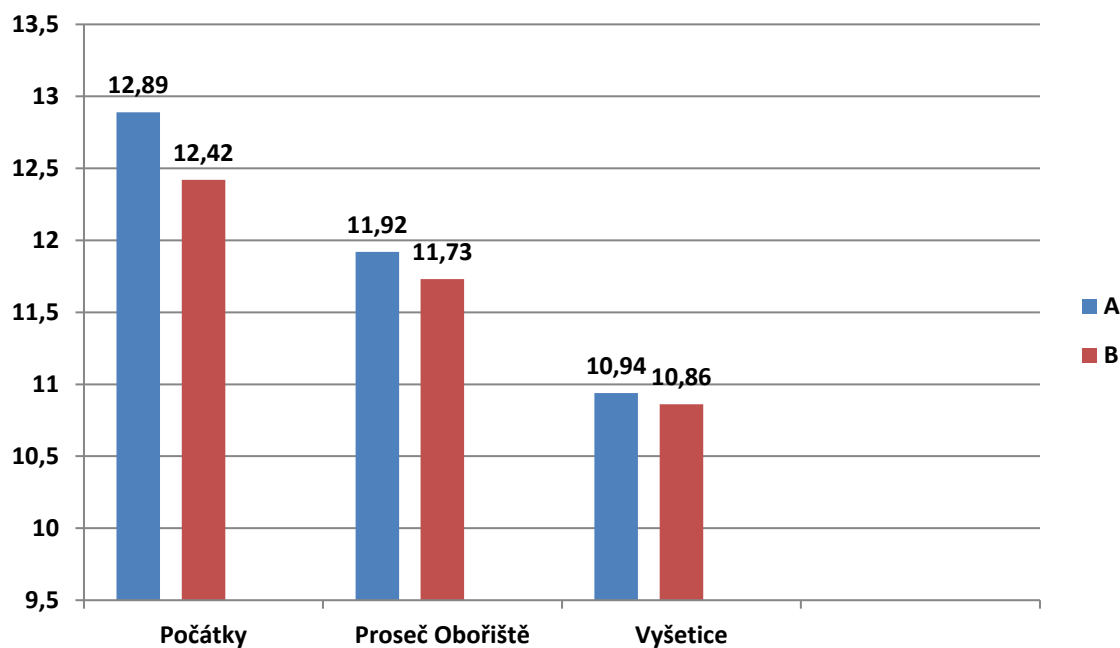
Tabulka č. 14 představuje porovnání dvou období (A = před změnou pulzace, B = po změně pulzace) v rámci každé ze tří zkoumaných farem zvlášť.

U farmy v Počátkách byla zjištěna statistická průkaznost ( $P < 0,05$ ) pouze u nádoje mléka na dojnici, kdy v období A bylo vyprodukováno více mléka (12,89 kg) než v období B (12,42 kg).

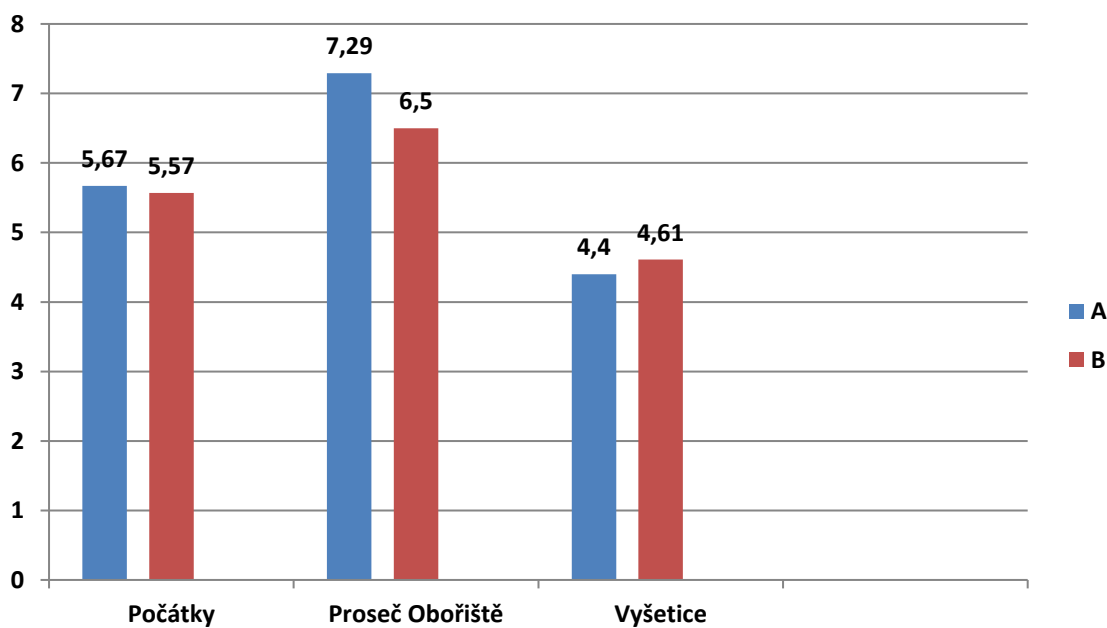
U farmy v Proseči-Obořiště trvalo dojení statisticky významně ( $P < 0,001$ ) kratší čas v období B (6,50 min) než v období A (7,29 min). Průměrný průtok mléka byl statisticky významně ( $P < 0,001$ ) vyšší v období B (1,81 l/min) než v období A (1,65 l/min). Statisticky významně ( $P < 0,001$ ) nižší počet somatických buněk v mléce byl v Proseči-Obořiště zjištěn za období B (210,26 tis./ml) než za období A (242,91 tis./ml).

U farmy ve Vyšeticích bylo dojení statisticky významně ( $P < 0,001$ ) kratší za období A (4,40 min) než za období B (4,61 min). Statisticky významně ( $P < 0,001$ ) vyšší průměrný průtok mléka byl zjištěn v období A (2,49 l/min) než v období B (2,36 l/min). Počet somatických buněk v mléce byl statisticky významně ( $P < 0,001$ ) nižší v období B (334,42 tis./ml) než v období A (389,32 tis./ml).

Graf 1: Množství nadojeného mléka (kg) za období A a B pro jednotlivé farmy

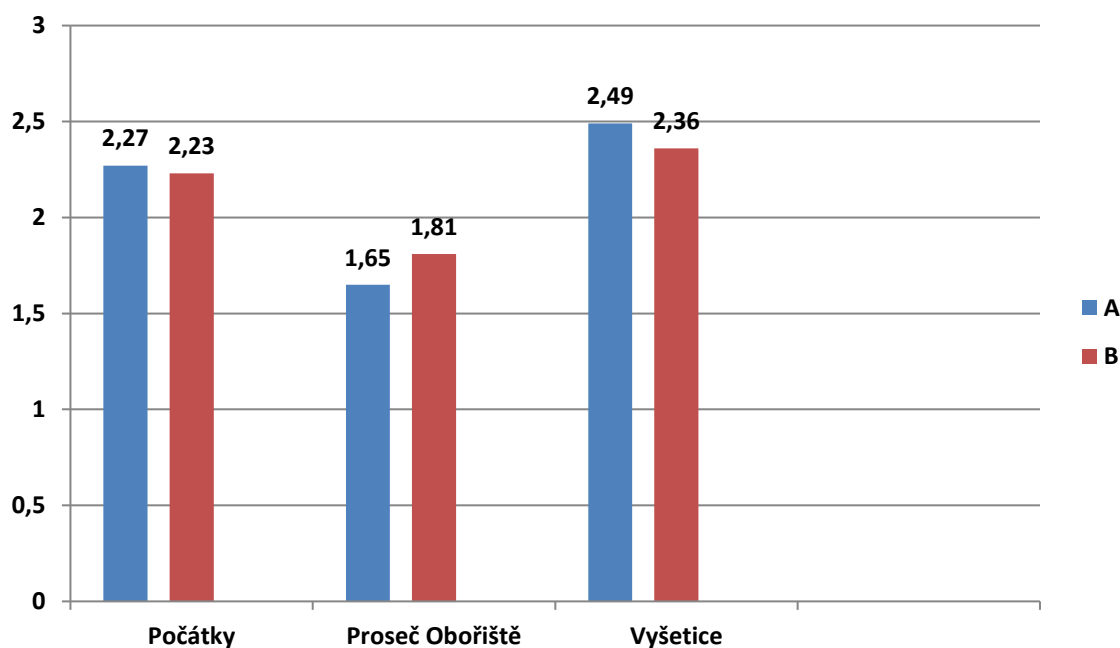


Graf 2: Trvání dojení (min) za období A a B pro jednotlivé farmy

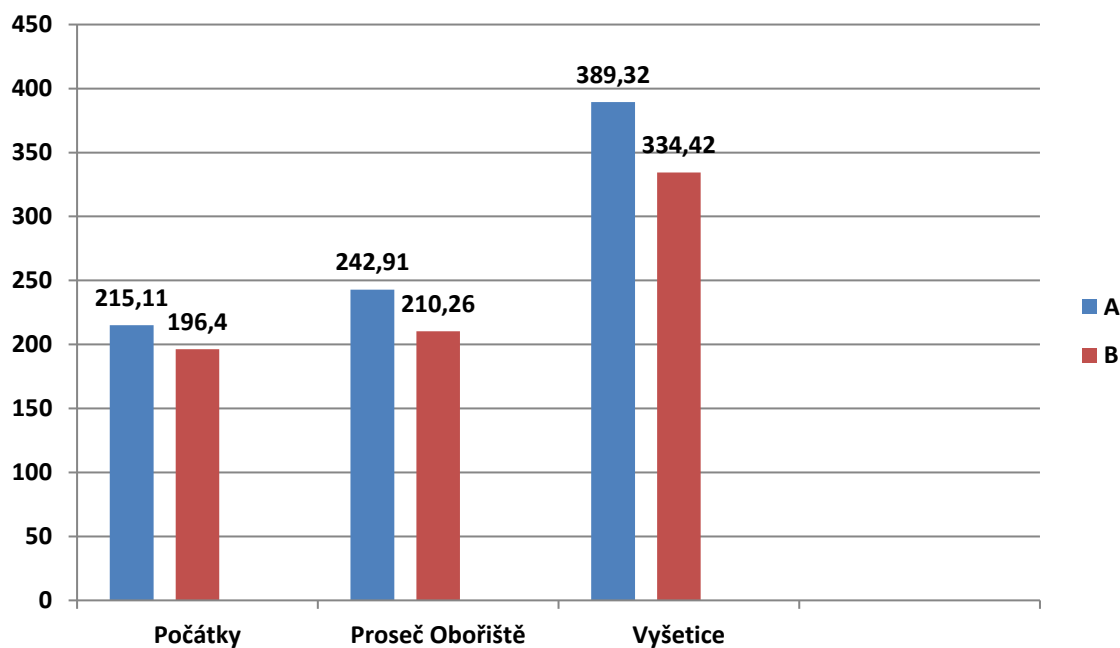




Graf 3: Průtok mléka (l/min) za období A a B pro jednotlivé farmy



Graf 4: Počet somatických buněk (tis./ml) za období A a B pro jednotlivé farmy



## 6 DISKUZE

Podnětem k sepsání této diplomové práce byl výzkum, který vedl Károly Pakh, zástupce firmy BouMatic pro Evropu. Ten se uskutečnil v roce 2012 a znamenal určité změny na farmě v Radostíně nad Oslavou. Tyto změny zahrnovaly nový a efektivnější postup při přípravě vemene dojnice na dojení, zkrácení mléčných hadic a změny parametrů pulzace. Po několika týdnech bylo zaznamenáno zlepšení některých charakteristik dojení, které bylo cílem pomocí těchto změn pozitivně ovlivnit. Došlo například ke zkrácení času dojení, zvýšení průtoku mléka nebo zvýšení nádoje mléka v prvních dvou minutách dojení.

Tato diplomová práce se ve svém výzkumu zaměřuje pouze na změny v parametrech pulzace (pulzační poměr, rychlost pulzace). Cílem bylo zjistit, zda toto nové nastavení bude mít vliv na vybrané charakteristiky dojení (nádoj mléka, délka dojení, průtok mléka a počet somatických buněk v mléce), přestože nebude zaveden nový postup přípravy vemene (zkracování mléčných hadic nebylo na vybraných farmách nutné z toho důvodu, že jejich délka je již optimální). Ve výzkumu práce se tedy počítá s tím, že na pozitivní či negativní změny ve vybraných charakteristikách dojení může mít vliv více faktorů, jako například zmíněná příprava vemene na dojení, způsob krmení zvířat, klimatické podmínky v dojírně, zdravotní stav dojnic apod. Důležité pro výzkum této práce není porovnání vybraných farem mezi sebou, ale porovnání období A (před změnou pulzace) a období B (po změně pulzace) vždy v rámci jedné farmy.

Nejprve jsou uvedeny hodnoty společné pro všechny vybrané farmy. Získaná data ukazují, že celkově byl průměrný nádoj na dojnici 11,65 kg za jedno dojení. Dojení trvalo průměrně 5,48 min, průměrný průtok mléka byl 2,18 l/min a počet somatických buněk v mléce byl 299,94 tis./ml. V získaných datech zobrazujících hodnoty pro všechny farmy je znatelný rozdíl mezi minimální (8,8 kg) a maximální (14,4 kg) hodnotou kilogramů nadojeného mléka, mezi minimální (3,9 min) a maximální hodnotou (7,9 min) v trvání dojení a v počtu somatických buněk (min. - 164 tis./ml, max. - 500 tis./ml). Tyto rozdíly mohou být obecně způsobeny odlišnými podmínkami na jednotlivých farmách, konkrétněji například různým nastavením dojícího stroje, rozdílnou přípravou vemene na dojení, plemenem dojnice (holštýnský skot, český strakatý skot) nebo různým stádiem laktace krav. Jak uvádějí Seykora et McDaniel (1985) a Weiss et al. (2004), vliv na dojitelnost mají také konkrétní vlastnosti dojnice, jako tvar nebo anatomie struku. Rozdíl v minimální a maximální hodnotě u počtu somatických buněk může být navíc způsoben například různým výskytem zánětu

vemene. Helasa et al. (2007) uvádějí, že subklinická mastitida je příčinou asi dvou třetin veškerých ekonomických ztrát farem, které se zabývají mléčnou produkcí.

V detailnějším rozboru dat rozděleném podle jednotlivých farem lze zjistit průměrné hodnoty sledovaných charakteristik dojení každé farmy. U farmy Počátky bylo vyprodukováno 12,66 kg mléka na dojnici za jedno dojení, u farmy Proseč-Obořiště to bylo 11,79 kg mléka a u farmy Vyšetice 10,90 kg mléka. Nejmenší hodnota je tedy patrná u farmy Vyšetice, ovšem je nutné si uvědomit, že hodnoty těchto průměrů jsou získány vždy z jednoho dojení za den a farma ve Vyšeticích využívá jako jediná z vybraných farem dojení třikrát denně, tudíž údaj o nadojeném mléce za jeden den na jednu dojnici by byl nejvyšší. Důvodem tohoto nejvyššího denního nádoje na farmě Vyšetice mohou být konkrétní podmínky na farmě odlišné od podmínek na zbylých dvou farmách. Dalším důvodem však může být skladba plemen krav, které byly zařazeny do tohoto výzkumu, kdy na farmě ve Vyšeticích chov představuje čistě holštýnské plemeno, zatím co na farmě v Počátkách tvoří 90 % chovu český strakatý skot a na farmě v Proseči-Obořiště tvoří 2/3 chovu také český strakatý skot s kombinovanou užitkovostí. I podle Slámy et al. (2015) má frekvence dojení vliv na nádoj mléka a dojení třikrát denně může znamenat navýšení nádoje až o 3,5 kg mléka na jednu dojnici a den. V rámci maximálních a minimálních hodnot zmiňovaných výše, bylo nejkratší dojení zaznamenáno na farmě ve Vyšeticích, kde může být důvodem právě dojení třikrát denně a s ním spojený nejnižší nádoj na jedno dojení. Nejdelší dojení bylo zjištěno v Proseči-Obořiště. Na rychlost dojení má kromě nastavení dojicího stroje nebo přípravy vemene vliv i morfologie struku a délka a tloušťka strukového kanálku, jak uvádí Klein et al. (2005). Tyto parametry ovlivňují intenzitu toku mléka z vemene a tím i rychlost dojení. S délkou struku se zvyšuje i délka dojení, kvůli sníženému toku mléka z vemene. Zwervaegher et al. (2012) proto poukazují na nutnost věnovat pozornost šlechtění mléčného skotu na vhodnost ke strojovému dojení.

Data, která byla získána pro všechny farmy, ovšem rozdělena podle období A (= před změnou pulzace) a období B (= po změně pulzace), zobrazují jednotlivé průměry zkoumaných charakteristik dojení, kdy byl zjištěn statisticky průkazně ( $P < 0,01$ ) vyšší nádoj mléka za období A (11,79 kg) než za období B (11,54 kg). Dojení trvalo statisticky průkazně ( $P < 0,01$ ) kratší čas za období A (5,45 min) než za období B (5,51 min). Průtok mléka byl vyšší v období A (2,23 l/min) než v období B (2,14 l/min) bez statistické průkaznosti a počet somatických buněk byl statisticky průkazně ( $P < 0,01$ ) vyšší v období A (336,72 tis./ml) než v období B (274,96 tis./ml). Z tohoto je patrné, že průměry tří prvně uvedených charakteristik neodpovídají podle rozdělení na období před změnou a po změně

pulzace hypotéze této práce, ovšem jak již bylo zmíněno výše, podstatné je zkoumání rozdílů mezi oběma obdobími v rámci jedné farmy. Jinak by bylo těžké vyhnout se rozdílným podmínkám mezi farmami a různému způsobu chovu. Hodnoty uvedené výše v odstavci jsou výrazně ovlivněny výsledky farmy Vyšetice, kde došlo ke zhoršení těchto parametrů díky úpravě hraničního průtoku pro sejmutí dojicího stroje a vzhledem k nejvyššímu počtu měření (dojení třikrát denně) byl vliv na výsledky podstatný.

Ve výzkumu práce byly zkoumány i vzájemné vztahy mezi jednotlivými charakteristikami dojení. Mezi kilogramy nadojeného mléka a trváním dojení byla zjištěna statisticky významná ( $P < 0,001$ ) pozitivní korelace ( $r = 0,53$ ). Znamená to tedy přímou úměru, kdy s větším množstvím nadojeného mléka se zvyšuje i celkové trvání dojení. Dále byla zjištěna statisticky významná ( $P < 0,001$ ) negativní korelace ( $r = - 0,44$ ) mezi kilogramy nadojeného mléka a počtem somatických buněk v mléce. Tato nepřímá úměra lze vysvětlit tak, že s klesajícím množstvím nadojeného mléka se zvyšuje počet somatických buněk v mléce. Statisticky průkazná závislost ( $P < 0,001$ ) byla zjištěna mezi trváním dojení a průtokem mléka. Tato negativní korelace ( $r = - 0,87$ ) znamená, že dojení trvá delší čas, pokud je průtok mléka nízký. Statisticky průkazná ( $P < 0,001$ ) negativní korelace ( $r = - 0,78$ ) byla zjištěna mezi trváním dojení a počtem somatických buněk v mléce. Znamená to tedy, že s kratším dojením lze předpokládat vyšší počet somatických buněk. Mezi průtokem mléka a počtem somatických buněk v mléce byla zjištěna statisticky průkazná ( $P < 0,001$ ) pozitivní korelace ( $r = 0,78$ ). S rychlostí průtoku mléka tedy roste i počet somatických buněk. Opět byly některé korelace ovlivněny výsledky z farmy Vyšetice kde působila proti vlivům z nového nastavení pulzace změna hraničního průtoku pro sejmutí dojicího stroje.

Dále bylo provedeno vyhodnocení pomocí metody ANOVA. Pro efekt farmy (vyhodnocení rozdílů mezi farmami pro obě zkoumaná období zároveň) byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl ( $P < 0,001$ ) mezi jednotlivými průměry pro kilogramy nadojeného mléka, pro trvání dojení a pro počet somatických buněk v mléce. Pro efekt období (vyhodnocení rozdílů mezi obdobími A a B pro data ze všech farem dohromady) byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl ( $P < 0,001$ ) mezi jednotlivými průměry pro trvání dojení, průtok mléka a počet somatických buněk v mléce.

Ve výše uvedeném odstavci jsou zmíněna data pro všechny tři farmy dohromady, tudíž pro dvě farmy s dojením dvakrát denně (Počátky, Proseč-Obořiště) a pro jednu farmu s dojením třikrát denně (Vyšetice). Podrobněji lze tudíž rozebrat data rozdělením podle počtu dojení uskutečňovaném na vybraných farmách. Mezi farmami Počátky a Proseč-Obořiště

byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl ( $P < 0,05$ ) pro kilogramy nadojeného mléka a statisticky významněji průkazný rozdíl ( $P < 0,001$ ) pro trvání dojení a průtok mléka. Mezi obdobími A a B byl pro tyto dvě farmy zjištěn statisticky významněji průkazný rozdíl ( $P < 0,001$ ) pro trvání dojení a průtok mléka a statisticky průkazný rozdíl ( $P < 0,05$ ) pro počet somatických buněk. Pro efekt pořadí dojení byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl ( $P < 0,001$ ) pro kilogramy nadojeného mléka, trvání dojení a průtok mléka. Více konkrétně lze říci, že v Počátkách bylo vyprodukováno v průměru statisticky významně ( $P < 0,05$ ) více mléka (12,35 kg) za jedno dojení než v Proseči-Obořiště (11,98 kg). Zároveň trvalo dojení statisticky významně ( $P < 0,001$ ) kratší čas v Počátkách (5,39 min) než v Proseči-Obořiště (6,79 min).

Možným důvodem je fakt, že tyto průměry jsou získány z obou zkoumaných období a před změnou pulzace byl v Proseči-Obořiště dlouhý čas trvání dojení zjevným problémem, který byl novým nastavením pulzace řešen. Dále může spočívat kratší dojení v Počátkách při vyšším nádoji mléka s efektivnější přípravou vemene na farmě v Počátkách. Příprava vemene by měla od prvního kontaktu dojiče se strukem po nasazení dojicího zařízení trvat 90 – 120 min, což potvrzují ve svém výzkumu i Tančin et Tančinová (2008). Pokud není dodržen tento časový interval a dojicí zařízení je nasazeno dříve, nedojde ani při plnohodnotné stimulaci k požadované intenzitě dojení a čas dojení se tím prodlouží (Vegricht et al., 2005).

Dalším důvodem kratšího dojení na farmě Počátky je i související statisticky průkazně ( $P < 0,01$ ) vyšší průtok mléka (2,26 l/min) než na farmě Proseč-Obořiště (1,78 l/min). Pro efekt období byl pro farmy s dojením dvakrát denně zjištěn statisticky průkazně ( $P < 0,01$ ) delší čas dojení (6,24 min) a nižší průtok mléka (1,99 l/min) pro období A. Kratší čas dojení (5,94 min) a vyšší průtok mléka (2,05 l/min) byl zjištěn pro období B. Statisticky průkazný ( $P < 0,05$ ) pokles somatických buněk v období B byl sice prokázán, ovšem z důvodu nedostatku dat dodaných farmou Počátky není tento rozdíl pro účely výzkumu hodnocen. Po změně pulzace jsou tedy u farem s dojením dvakrát denně patrné pozitivní změny u dvou ze čtyř zkoumaných charakteristik dojení.

V závěru výzkumné části této práce je uvedena tabulka č. 14, která vyjadřuje stěžejní část výsledků výzkumu. Jsou zde shromážděna data ze všech tří vybraných farem, rozdělená podle období A a období B. Lze zde tedy pozorovat změny ve zkoumaných charakteristikách dojení před změnou pulzace a po změně pulzace dojicího stroje pro každou farmu jednotlivě.

Na farmě Počátky byl prokázán statisticky významný rozdíl ( $P < 0,05$ ) pouze v parametru nadojeného mléka za jedno dojení na jednu dojnici. Za období A zde bylo nadojeno průměrně 12,89 kg a za období B průměrně 12,42 kg mléka. Bez statistické

průkaznosti bylo zjištěno za období A delší trvání dojení (5,67 min) a kratší dojení za období B (5,57 min), průměrný průtok byl vyšší v období A (2,27 l/min) a nižší v období B (2,23 l/min). Počet somatických buněk z důvodu malého počtu dodaných dat nebyl zkoumán. Z výše uvedených čísel je patrné, že na farmě Počátky nebyla hypotéza práce prokázána. V rámci trvání dojení zde sice bylo zaznamenáno snížení počtu minut, ovšem bez statistické průkaznosti. Z toho důvodu, že na farmě v Počátkách je k dispozici pouze starý typ elektronické desky, nebylo možné detailní nastavení pulzace na hodnoty nejvhodnější pro tuto farmu. Na základě tohoto problému výsledky nezobrazují výstižně možný vliv pulzace na charakteristiky dojení.

Na farmě v Proseči-Obořiště nebyla zjištěna statistická průkaznost pouze v jedné charakteristice dojení, a to v kilogramech nadojeného mléka. Za období A bylo vyprodukováno 11,92 kg mléka a za období B pak 11,73 kg mléka. Statistická průkaznost ( $P < 0,001$ ) byla prokázána ve zbylých třech zkoumaných charakteristikách. Dojení trvalo v období A 7,29 min a v období B 6,50 min. Průtok mléka byl nižší v období A (1,65 l/min) a vyšší v období B (1,81 l/min). Počet somatických buněk se snížil z 242,91 tis./ml za období A na 210,26 tis./ml za období B. Z těchto výsledků vyplývá, že na trvání dojení, průtok mléka a počet somatických buněk v mléce, měla změna pulzace v Proseči-Obořiště pozitivní účinek, který byl navíc statisticky potvrzen. Tuto farmu lze považovat za nejvhodnější pro ilustraci účinnosti těchto změn. Výchozí stav na farmě vyžadoval změnu, změna byla technicky dobře proveditelná a pro statistické zpracování byl k dispozici dostatek naměřených údajů.

Taktéž na farmě ve Vyšeticích nebyla zjištěna statistická průkaznost pouze u nádoje mléka. V období A bylo za jedno dojení vyprodukováno průměrně 10,94 kg, v období B pak 10,86 kg. Ve zbývajících charakteristikách dojení byla potvrzena statistická průkaznost ( $P < 0,001$ ). V období A trvalo dojení 4,40 min a v období B 4,61 min. Průtok mléka byl vyšší v období A (2,49 l/min) a nižší v období B (2,36 l/min). Počet somatických buněk byl vyšší v období A (389,32 tis./ml) a nižší v období B (334,42 tis./ml). Výsledky z farmy Vyšetice byly ovlivněny výše zmíněnou změnou hraničního průtoku mléka pro sejmutí dojícího zařízení. Hraniční průtok byl snížen z 1,9 lib/min na 1,5 lib/min. Dojící souprava je tedy stažena z vemene až při dosažení tohoto nižšího průtoku, tudíž logicky po delší době než při původním nastavení. Dojení je tím tedy prodlouženo. Tato změna byla provedena z důvodu vysokého nedodjku u krav a tím spojených zdravotních problémů. Tuto změnu nebylo možné provést až po uskutečnění výzkumu, který se týkal změny nastavení pulzace. Ten byl změnou průtoku mléka negativně ovlivněn.

## 7 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo zhodnotit vliv parametrů pulzace (pulzačního poměru a rychlosti pulzace) na charakteristiky dojení na vybraných farmách (Počátky, Proseč-Obořiště, Vyšetice). Hypotéza práce předpokládá, že změnou nastavení pulzačního poměru a rychlosti pulzace dojde ke zvýšení průtoku mléka a tím ke zkrácení procesu dojení. Dále se předpokládá vyšší průměrný nádoj a snížený podíl somatických buněk v mléce dojnic. Statisticky byly vyhodnoceny rozdíly v těchto charakteristikách za dvě zkoumaná období a hodnoceny jednotlivě pro každou z farem. Období A bylo definováno jako období před změnou pulzace a období B jako období po změně pulzace.

Na farmě v Počátkách nebyla hypotéza této práce potvrzena. Statisticky průkazný rozdíl byl zjištěn pouze u nádoje mléka (A – 12,89 kg, B – 12,42 kg), ale za období A bylo mléka nadojeno více než za období B. Pozitivní změna byla zaznamenána v trvání dojení, ovšem nebyla statisticky potvrzena.

Na farmě v Proseči-Obořiště byla hypotéza statisticky potvrzena pro trvání dojení (A – 7,29 min, B – 6,50 min), pro průtok mléka (A – 1,65 l/min, B – 1,81 l/min) a pro počet somatických buněk v mléce (A – 242,91 tis./ml, B – 210,26 tis./ml). Rozdíly v nádoji mléka nebyly statisticky potvrzeny.

Na farmě ve Vyšeticích byla hypotéza statisticky potvrzena pro počet somatických buněk (A – 389,32 tis./ml, B – 334,42 tis./ml). Statistická průkaznost byla zjištěna i pro trvání dojení (A – 4,40 min, B – 4,61 min) a průtok mléka (2,49 l/min, B – 2,36 l/min), ovšem hodnoty nesouhlasí s předpokladem hypotézy. Rozdíly v nádoji mléka nebyly statisticky potvrzeny.

Na všech farmách tedy došlo ke snížení počtu somatických buněk v mléce a z toho na dvou statisticky průkazně (z farmy Počátky dodáno malé množství dat). Na dvou farmách došlo ke snížení času dojení, na jedné statisticky průkazně. Pokud by bylo na farmě Počátky technicky možné provést detailnější změny v nastavení pulzace a pokud by nebylo nutné na farmě Vyšetice provést změnu nastavení hraničního průtoku pro sejmutí dojící soupravy, která působila proti novému nastavení pulzace, daly by se předpokládat výraznější výsledky. Pokud má chovatel za cíl na své farmě zlepšit charakteristiky dojení, je žádoucí provést komplexní změny, zahrnující nejen změnu nastavení pulzace, ale například i zhodnocení efektivity přípravy vemene na dojení nebo úpravy technických prvků dojícího zařízení (vhodná délka mléčných hadic apod.). Z výzkumu této práce ovšem vyplývá, že i samotná změna pulzace má na charakteristiky dojení pozitivní vliv.

## 8 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

### Odborné články:

Ambord, S., Bruckmaier, R. M. 2010. Milk flow-dependent vacuum loss in high-line milking systems: effects on milking characteristics and teat tissue condition. *Journal of Dairy Sciences*. 93. 3588 – 3594.

Bijl, R., Kooistra, S. R., Hogeveen, H. 2007. The profitability of automatic milking on Dutch dairy farms. *Journal of Dairy Science*. 90. 239 - 248.

Besier, J., Lind, O., Bruckmaier, R. M. 2016. Dynamics of teat-end vacuum during machine milking: types, causes and impacts on teat condition and udder health – a literature review, *Journal of Applied Animal Research*. 44 (1). 263 – 272.

Besier, J., Bruckmaier, R., M. 2016. Vacuum levels and milk-flow-dependent vakuüm drops affect machine milking performance and teat condition in dairy cows. *Journal of Dairy Sciences*. 99. 3096 – 3102.

Borneman, L. D., Ingham, S. 2014. Evaluating Wisconsin dairy producer compliance and potential eligibility for international markets under existing European Union and United States Grade “A” bulk tank somatic cell count compliance criteria. *Food Policy*. 46. 150 – 156.

Bruckmaier, R. M. 1995. Hat die Melkbarkeitsprüfung noch eine Zukunft. *Schweizer Fleckvieh*. 5. 104 – 111.

Bruckmaier, R. M., Hilger, M. 2001. Milk ejection in dairy cows at different degrees of udder filling. *Journal of Dairy Research*. 68. 369 – 376.

Celik, H., A., Aydin, I., Colak, M., Sendag, S., Dinc, D., A. 2008. Ultrasonographic evaluation of age-related influence on the teat canal and the effect of this influence on milk yield in Brown Swiss cows. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*. 52. 245 – 249.



- Crispie, F., Flynn, J., Ross, P., Hill, C., Meaney, J. W. 2004. Dry cow therapy with a non-antibiotic intramammary teat seal - a review. *Irish Veterinary Journal*. 57. 412 – 418.
- Dufour, S., Fréchette, A., Barkema, H. W., Mussell, A., Scholl, D. T. 2011. Invited review: Effect of udder health management practices on herd somatic cell count. *Journal of Dairy Sciences*. 94. 563 – 579.
- Edwards, J. P., Jago, J. G., Lopez-Villalobos, N. 2014. Analysis of milking characteristics in New Zealand dairy cows. *Journal of Dairy Sciences*. 97. 259 – 269.
- Gäde, S., Stamer, E., Bennewitz, J., Junge, W., Kalm, E. 2007. Genetic parameters for serial, automatically recorded milkability and its relationship to udder health in dairy cattle. *Animal*. 1. 787 - 96.
- Garvey, M., Curran, D., Savage, M. 2017. Efficacy testing of teat dip solutions used as disinfectants for the dairy industry: Antimicrobial properties. *International Journal of Dairy Technology*. 70 (2). 179 – 187.
- Gleeson, D., E, O'Callaghan, E., O., Rath, M., V. 2004. Effect of liner design, pulsator petting and vacuum level on bovine teat tissue ganges and milking characteristics as measured by ultrasonography. *Irish Veterinary Journal*. 57. 289 – 296.
- Gleeson, D., O'Brien, B., Flynn, J., O' Callaghan, E., Galli, F. 2009. Effect of pre-milking teat preparation procedures on the microbial counts on teats prior to cluster application. *Irish Veterinary Journal*. 62. 461 – 467.
- Gleeson, D., O'Connell, A., Jordan, K. 2013. Review of potential sources and control of thermophilic bacteria in bulk-tank milk. *Irish Journal of Food Research*. 52. 217 – 227.
- Gómez, Y., Terranova, M., Zähler, M., Hillmann, E., Savary, P. 2017. Effects of milking stall dimensions on behavior of dairy cows during milking in different milking parlor types. *Journal of Dairy Science*. 100 (2). 1331 – 1339.

- Grindal, R., J., Walton, A., W., Hillerton, J., E. 1991. Influence of milk flow rate and streak canal length on new intramammary infection in dairy cows. *Journal of Dairy Research*. 58. 383 – 388.
- Hamann, J., Mein, G. A., Wetzel, S. 1993. Teat tissue reactions to milking: Effects of vacuum level. *Journal of Dairy Sciences*. 76. 1040 – 1046.
- Hogeveen, H., Huijps, K., Lam, T. J. G. M. 2011. Economic aspects of mastitis: New developments. *The New Zealand Veterinary Journal*. 59. 16 – 23.
- Hogeveen, H., Ouweltjes, W., de Koning, C. J. A. M., Stelwagen, K. 2001. Milking interval, milk production and milk flowrate in an automatic milking system. *Livestock Production Science*. 72. 157 - 167.
- Jacobs, J. A., Siegford, J. M. 2012. Invited review: The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behavior, health, and welfare. *Journal of Dairy Sciences*. 95. 2227 - 2247.
- Kaskous, S., Bruckmaier, R. M. 2011. Effects of a latency period between pre-stimulation and teat cup attachment and periodic vacuum reduction on milking characteristics and teat condition in dairy cows. *Journal of Dairy Research*. 78. 97 – 104.
- Klein, D., Flock, M., Khol, J., L., Franz, S., Stuger, H., P., Baumgartner, W. 2005. Ultrasonographic measurements of the bovine teat: breed differences and the significance of the measurements for udder health. *Journal of Dairy Research*. 72. 296 – 302.
- Kromker, V., Reinecke, F., Paduch, J., Grabowski, N. 2014. Bovine *Streptococcus uberis* intramammary infections and mastitis. *Clinical Microbiology*. 3. 157.
- McDonald, J., S. 1975. Radiographic method for anatomic study of the teat canal: changes between milking periods. *American Journal of Veterinary Research*. 36. 1241 – 1242.
- Neijenhuis, F., Klungel, G., H., Hogeveen, H. 2001. Recovery of cow teats after milking as determined by ultrasonographic scanning. *Journal of Dairy Science*. 84. 2599 – 2606.

- Nishimura, M., Yoshida, T., El-Khodery, S., Miyoshi, M., Furuoka, H., Yasuda, J., Miyahara, K. 2011. Ultrasound Imaging of Mammary Glands in Dairy Heifers at Different Stage of Growth. *Journal of Veterinary Medical Science*. 73. 19 – 24.
- Onyiro, O., M., Offer, J., Brotherstone, S. 2008. Risk factors and milk yield losses associated with lameness in Holstein-Friesian dairy cattle. *Animal*. 1230 – 1237.
- Paulrud, C., O., Clause, S., Andersen, P., E., Rasmussen, M., D. 2005. Infrared thermography and ultrasonography to indirectly monitor the influence of liner type and over milking on teat tissue recovery. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 46. 137 – 147.
- Rasmussen, M. D., Madsen, N. P. 2000. Effects of milking vacuum, pulsator airline vacuum, and cluster weight on milk yield, teat condition, and udder health. *Journal of Dairy Sciences*. 83. 77 – 84.
- Saran, A. 1995. Disinfection in the dairy parlour. *Revue Science Technology*. 14. 207 – 224.
- Seykora, A., J., McDaniel, B., T. 1985. Heritabilities of teat traits and their relationships with milk yield, somatic cell count, and percent two-minute milk. *Journal of Dairy Sciences*. 68. 2670 – 2683.
- Spencer, S., B., Shin, J., W., Rogers, G., W., Cooper, J., B. 2007. Short communication : effect of vacuum and ratio on the performance of a monoblock silicone milking liner. *Journal of Dairy Sciences*. 90. 1725 – 1728.
- Stelwagen, K., Phyn, C. V., Davis, S. R., Guinard-Flament, J., Pomiès, D., Roche, J. R., Kay, J. K. 2013. Reduced milking frequency: Milk production and management implications. *Journal of Dairy Sciences*. 96. 3401 - 3413.
- Upton, J., Penry, J. F., Rasmussen, M. D., Thompson, P. D., Reinemann, D. J. 2016. Effect of pulsation rest phase duration on teat end congestion. *Journal of Dairy Sciences*. 99 (5). 3958 – 3965.

Watters, R., D., Schurring, N., H., Erb, N., Schukken, Y., H., Galton, D., M. 2012. The effect of premilking udder preparation on Holstein cow milked 3 times daily. *Journal of Dairy Science*. 95. 1170 – 1176.

Weiss, D., Weinfurtner, M., Bruckmaier, R., M. 2004. Teat anatomy and its relationship with quarter and udder milk flow characteristics in dairy cows. *Journal of Dairy Sciences*. 87. 3280 – 3289.

Whay, H. R., Main, D. C. J., Green, L. E., Webster, A. F. J. 2003. Assessment of the welfare of dairy cattle using animal-based measurements: Direct observations and investigation of farm records. *The Veterinary Record*. 153. 197 – 202.

Wright, J. B., Wall, E. H., McFadden, T. B. 2013. Effects of increased milking frequency during early lactation on milk yield and udder health of primiparous Holstein heifers. *Journal of Animal Sciences*. 91. 195 - 202.

Zwertvaegher, I., De Vliegher, S., Verbist, B., Van Nuffel, A., Baert, J., Van Weyenberg, S. 2012. Short communication: Associations between teat dimensions and milking-induced ganges in teat dimensions and quarter milk static cell counts in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 96. 1075 – 1080.

### **Knižní zdroje:**

Bouška, J., Doležal, O., Jílek, F., Kudrna, V., Kvapilík, J., Příbyl, J., Rajmon, R., Sedmíková, M., Skřivanová, V., Šlosárková, S., Tylorová, Y., Vacek, M., Žižlavský, J. 2006. Chov dojeného skotu. Profi Pres s.r.o. Praha. s. 186. ISBN 80-86726-16-9.

Doležal, O., Hlásný, J., Jílek, F., Hanuš, O., Vegricht, J., Pytloun, J., Matouš, E., Kvapilík, J. 2000. Mléko, dojení, dojírny. AGROSPOJ. Praha. s. 241.

Doležal, O., Pytloun, J., Motyčka, J. 1996. Technologie a technika chovu skotu. Svaz chovatelů českého strakatého skotu. Praha. s. 184.

Doležal, O., Staněk, S. 2015. Chov dojeného skotu. Profi Pres s.r.o. Praha. s. 241. ISBN: 978–80–86726–70–0.

Hulsen, J. 2011. Cow signals. Profi Pres s.r.o. Praha. s. 98. ISBN: 978-80-86726-44-1.

Knížková, I., Kunc, P., Příkryl, M., Maloun, J., Jiroutová, P., Staněj, S., Malat'ák, J. 2011. Automatické dojící systémy: Vybrané faktory ovlivňující proces robotizovaného dojení. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. Praha. s. 21. ISBN: 978–80–7403–085–7.

Machálek, A., Šimon, J., Voříšková, J., Maršálek, M., Havlík, V. 2011. Příprava dojnic k robotickému dojení. Výzkumný ústav zemědělské techniky. Praha. s. 19. ISBN: 978–80–86884–64–6.

Sláma, P., Pavlík, A., Tančín, V. 2015. Morfologie a fyziologie hospodářských zvířat. Mendelova univerzita v Brně. s. 225. ISBN: 978-80-7509-337-0.

Reece, W. O. 2011. Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat. 2. vydání. Grada Publishing, a. s. Praha. s. 473. ISBN: 978-80-247-3282-4.

Tančín, V., Tančinová, D. 2008. Strojové dojení kráv a kvalita mlieka. Slovenské centrum poľnohospodárskeho výskumu Nitra. s. 105. ISBN: 978-80-88872-80-1.

Vegricht, J., Machálek, A., Doležal, O., Černá, D. 2005. Katalog technických systémů vhodných pro nové a rekonstruované farmy skotu se základními technickými a provozními parametry. Výzkumný ústav zemědělské techniky. Praha. s. 58. ISBN: 80-86884-09-0.

### **Internetové zdroje:**

ČSÚ: Spotřeba potravin roste [online]. ČSÚ. 2016. [cit. 2018-1-31]. Dostupné z: <<https://www.zscr.cz/clanek/csu-spotreba-potravin-roste-2529?cid=2529&nadpis=csu-spotreba-potravin-roste>>.

Kruhové dojírny [online]. KUPÁLA, s. r. o. 2017. [cit. 2017-7-28]. Dostupné z: <<http://www.kupala.cz/index.php?oid=4306465>>.

Rybinové dojírny [online]. KUPÁLA, s. r. o. 2017. [cit. 2017-7-28]. Dostupné z: <<http://www.kupala.cz/index.php?oid=4306464>>.

Paralelní dojírny [online]. KUPÁLA, s. r. o. 2017. [cit. 2017-7-28]. Dostupné z: <<http://www.kupala.cz/index.php?oid=4306463>>.

### **Technické normy:**

ČSN ISO 3918. Dojicí zařízení – Slovník. 1999. Český normalizační institut. Praha. 37.

ČSN ISO 6690. Dojicí zařízení – Mechanické zkoušky. 1999. Český normalizační institut. Praha. 29.

### **Ostatní zdroje:**

SAS Institute Inc. (2011): SAS/STAT® 9.3 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.

## 9 SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Počet měření celkem za všechny farmy (Počátky, Proseč-Obořiště, Vyšetice), kdy jedno měření představuje jedno dojení

Tab. 2: Počet měření za dvě zkoumaná období – A, B

Tab. 3: Počet měření podle pořadí dojení

Tab. 4: Základní statistické údaje zahrnující všechny zkoumané farmy (Počátky, Proseč-Obořiště, Vyšetice) popisující jednotlivé charakteristiky dojení

Tab. 5: Základní statistické údaje popisující jednotlivé zkoumané charakteristiky rozdělené podle farem (Počátky, Proseč-Obořiště, Vyšetice)

Tab. 6: Základní statistické údaje popisující jednotlivé zkoumané charakteristiky rozdělené podle období – A, B

Tab. 7: Vzájemné vztahy mezi zkoumanými charakteristikami dojení

Tab. 8: Základní statistiky vyhodnocené metodou ANOVA podle zkoumaných farem (Počátky, Proseč-Obořiště, Vyšetice) a zkoumaných období (A, B)

Tab. 9: Vlastní výsledky ANOVA pro všechny farmy (Počátky, Proseč-Obořiště, Vyšetice) pro jednotlivé zkoumané charakteristiky dojení rozdělené podle období A a B

Tab. 10: Základní statistiky vyhodnocené metodou ANOVA pro pořadí dojení – dojení dvakrát denně (Počátky, Proseč-Obořiště)

Tab. 11: Vlastní výsledky ANOVA pro pořadí dojení – dojení dvakrát denně (Počátky, Proseč-Obořiště)

Tab. 12: Základní statistiky vyhodnocené metodou ANOVA pro pořadí dojení – dojení třikrát denně (Vyšetice)

Tab. 13: Vlastní výsledky ANOVA pro pořadí dojení – dojení třikrát denně (Vyšetice)

Tab. 14: Charakteristiky dojení pro jednotlivé farmy (Počátky, Proseč-Obořiště, Vyšetice) zkoumané zvlášť podle období A a B

## **10 SEZNAM GRAFŮ**

Graf 1: Množství nadojeného mléka (kg) za období A a B pro jednotlivé farmy

Graf 2: Trvání dojení (min) za období A a B pro jednotlivé farmy

Graf 3: Průtok mléka (l/min) za období A a B pro jednotlivé farmy

Graf 4: Počet somatických buněk (tis./ml) za období A a B pro jednotlivé farmy



## 11 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Součásti sestavy strukového násadce

Obr. 2: Reprezentativní tvar dlouhé mléčné hadice

Obr. 3: Pulzační charakteristika

Obr. 4: Paralelní 2×14 BouMatic Xpressway Supreme dojírna ve Vyšeticích

Obr. 5: Pulzační křivka před změnou pulzace (Vyšetice)

Obr. 6: Pulzační křivka po změně pulzace (Vyšetice)

Obr. 7: Rybinová 2×10 dojírna v Počátkách

Obr. 8: Pulzační křivka před změnou pulzace (Počátky)

Obr. 9: Pulzační křivka po změně pulzace (Počátky)

Obr. 10: Paralelní 2×10 BouMatic Xpressway Supreme dojírna v Proseči-Obořiště

Obr. 11: Pulzační křivka před změnou pulzace (Proseč-Obořiště)

Obr. 12: Pulzační křivka po změně pulzace (Proseč-Obořiště)