

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra chovu hospodářských zvířat**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Chov dojnic s dojícím robotem a výzvy spojené  
s přechodem na robotický systém dojení**

**Bakalářská práce**

**Michaela Kejřová  
Chov hospodářských zvířat**

**Ing. Matůš Gašparík, Ph.D.**

© 2023 ČZU v Praze

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Chov dojnic s dojícím robotem a výzvy spojené s přechodem na robotický systém dojení" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské 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 bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 21.4.2023

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala panu Ing Matúši Gašpárikovi, Ph.D. za pomoc při vedení bakalářské práce, za cenné rady a připomínky, které mi pomohly tuto práci zkompletovat, za vstřícnost při konzultacích a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování bakalářské práce věnoval.

# Chov dojnic s dojícím robotem a výzvy spojené s přechodem na robotický systém dojení

## Souhrn

Bakalářská práce byla zpracována formou literární rešerše a byla zaměřená na problematiku robotického dojení v moderním chovu dojeného skotu. Literární rešerše byla psána přednostně z vědeckých publikací, které byly okrajově doplněny jinými formami naučné literatury.

V první části byly popsány technologie aplikované v robotickém dojícím systému a strojní součásti využívané během dojení. V dalších kapitolách práce byl rozebrán samotný proces učení dojnice na robota, vhodnost jednotlivých krav k automatizovanému dojení v rámci tělesné stavby, tvaru vemene a temperamentu dojnic. Dále byla popsána samotná obtížnost ovládání technického zařízení chovatelem a pravidelná údržba robotického vybavení. Následující části práce byly věnovány porovnáním automatického systému z hlediska ekonomiky a welfare zvířat oproti konvenčním metodám dojení. Poslední část práce byla věnována novodobým trendům a novinkám v automatizovaném dojení uváděným na trh.

**Klíčová slova:** automatizované dojení, ekonomika; konvenční dojení; precizní zemědělství, produkce mléka



# **Dairy farming with a milking robot and the challenges associated with the transition to a robotic milking system**

## **Summary**

The bachelor thesis was prepared in the form of a literature search and focused on the issue of robotic milking in modern dairy cattle breeding. The literature search was written preferably from scientific publications, which were marginally supplemented by other forms of scientific literature.

In the first part, the technologies applied in the robotic milking system and the mechanical components used during milking were described. The next chapters of the thesis discussed the actual process of teaching a dairy cow to the robot, and the suitability of individual cows for automated milking in terms of body structure, udder shape and temperament. Furthermore, the actual difficulty of controlling the technical equipment by the farmer and the regular maintenance of the robotic equipment were described. The following parts of the thesis were devoted to comparisons of the automated system in terms of economics and animal welfare compared to conventional milking methods. The last part of the thesis was devoted to the modern trends and innovations in automated milking introduced on the market.

**Keywords:** automated milking, conventional milking; economics; milk production, precision agriculture

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod.....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce .....</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>Literární rešerše .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1</b>	<b>Význam robotizace dojení v chovu mléčného skotu .....</b>	<b>11</b>
<b>3.2</b>	<b>Mléčná žláza .....</b>	<b>12</b>
3.2.1	Anatomie mléčné žlázy.....	12
3.2.1.1	Mléčná žláza skotu .....	12
3.2.2	Embryologie mléčné žlázy .....	13
3.2.3	Ekonomicky významné patologie mléčné žlázy.....	13
3.2.3.1	Mastitidy.....	13
<b>3.3</b>	<b>Fyziologie tvorby mléka.....</b>	<b>15</b>
3.3.1	Prolaktin.....	15
3.3.2	Růstový hormon.....	15
3.3.3	Tyroxin .....	15
3.3.4	Inzulin .....	15
3.3.5	Kortikosteroidy .....	16
3.3.6	Parathormon.....	16
<b>3.4</b>	<b>Chemické složení mléka u skotu .....</b>	<b>16</b>
3.4.1	Mléčné bílkoviny .....	16
3.4.1.1	Kasein.....	16
3.4.1.2	Nebílkovinné dusíkaté látky .....	17
3.4.2	Mléčný tuk .....	17
3.4.3	Sacharidy .....	17
3.4.4	Minerální látky.....	17
3.4.5	Vitamíny .....	18
<b>3.5</b>	<b>Nejčastěji chovaná plemena skotu pro mléčnou užitkovost v Česku .....</b>	<b>18</b>
3.5.1	Holštýnský skot .....	18
3.5.1.1	Historie plemene.....	18
3.5.1.2	Znaky plemene.....	19
3.5.2	Český červenostrakatý skot .....	19
3.5.2.1	Historie plemene.....	19
3.5.2.2	Znaky plemene.....	19
<b>3.6</b>	<b>Formy získávání mléka.....</b>	<b>20</b>
3.6.1	Sání telete.....	20
3.6.1.1	Fyziologie sání mléka.....	20

3.6.2	Ruční dojení-.....	20
3.6.3	Strojní dojení.....	20
3.6.3.1	Fyziologické požadavky na dojící stroje .....	20
<b>3.7</b>	<b>Konvenční formy dojení .....</b>	<b>21</b>
3.7.1	Typy dojíren.....	21
3.7.1.1	Tandemový typ dojíren .....	21
3.7.1.2	Rybinový typ dojíren.....	21
3.7.1.3	Paralelní typ dojíren .....	21
3.7.1.4	Kruhové dojírny .....	22
<b>3.8</b>	<b>Robotické dojení.....</b>	<b>22</b>
3.8.1	Historie robotického dojení .....	22
3.8.2	Výrobci robotických dojících systémů .....	22
3.8.2.1	Systémy od BouMatic robotics .....	23
3.8.2.2	Systémy od Gea.....	24
3.8.2.3	Systémy od Lely.....	24
3.8.2.4	Systémy od Delaval.....	25
3.8.2.5	Systémy od Fullwood.....	26
3.8.3	Součásti automatického dojení .....	27
3.8.3.1	Konstrukce dojícího stroje .....	27
3.8.3.2	Napájení .....	28
3.8.3.3	Stlačený vzduch .....	28
3.8.3.4	Hluk.....	28
3.8.3.5	Vakuum .....	29
3.8.3.6	Voda .....	29
3.8.3.7	Kanalizace .....	29
3.8.3.8	Osvětlení .....	29
3.8.3.9	Management řízení stáda pomocí programu Crystal od Fullwood .....	29
3.8.4	Proces učení dojnice na robota - .....	30
3.8.5	Příprava dojnice k robotickému dojení .....	31
3.8.5.1	Příprava telat .....	31
3.8.5.2	Příprava jaloviček.....	31
3.8.5.3	Motivace krávy pro návštěvu dojícího robota.....	31
3.8.6	Doporučení při prvním zavádění dojníc do robota od společnosti Lely ...	32
3.8.7	Vhodnost dojnice pro podojení v dojícím robotu z hlediska tělesné stavby, tvaru vemene	33
3.8.8	Ovládání a údržba robota chovatelem .....	33
3.8.8.1	První spuštění dojícího robota.....	33
3.8.8.2	Čištění a používání chemikálií .....	34

3.8.8.3	Identifikace zvířat .....	34
3.8.8.4	Ušní identifikátor .....	34
3.8.8.5	Krokoměr .....	34
3.8.8.6	Značky na krk .....	35
<b>3.9</b>	<b>Změny v managementu chovu pro chovatele dojnic v robotickém systému dojení</b>	<b>35</b>
3.9.1	Výzva pro chovatele .....	35
3.9.2	Výzva pro dojnici .....	35
<b>3.10</b>	<b>Etologie chovu mléčného skotu ve vztahu k produkci mléka .....</b>	<b>36</b>
<b>3.11</b>	<b>Porovnání oproti konvenčním metodám dojení.....</b>	<b>37</b>
3.11.1	Ekonomické ukazatele .....	37
3.11.2	Výkonnost robotického dojícího systému .....	37
3.11.3	Vliv na zdraví vemene .....	38
<b>3.12</b>	<b>Nové trendy v dojení.....</b>	<b>39</b>
3.12.1	Gea.....	39
3.12.2	DeLaval.....	39
<b>4</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>40</b>
<b>5</b>	<b>Literatura.....</b>	<b>I</b>

# 1 Úvod

Za poslední desetiletí se chov skotu v České republice v mnoha ohledech změnil. Zcela vymizelo vazné utájení, užítkovost dojníc se zvýšila a tím se snížily stavy skotu v chovu krav s tržní produkcí mléka. Zvířatům se otevřela možnost volného pohybu a začalo tak intenzivní studium vlivu welfare na užítkovost dojníc.

Během 90. let započala, zejména ve skandinávských a západo-evropských zemích první komerční instalace automatických robotických systémů a farmáři si jejich výhody rychle oblíbili. Automatické dojící systémy se vyvíjí s cílem přinést rovnováhu mezi pohodlím dojníc a potřebou produkovat dostatek mléka pro obyvatele. Současně však nabízí i řešení novodobě vyvstávajícímu problému, a to nedostatku pracovní síly v zemědělství. Oproti dobám našich prarodičů nabízí současný trh práce mnoho pracovních pozic fyzicky i časově méně náročných s lepším platovým ohodnocením, a proto velká řada mladých lidí nejeví zájem o zemědělství a zbývající stáda tak zůstávají v rukách stárnoucí generace, která často nemá nadále komu své podniky předat.

V očích veřejnosti často chov hospodářských zvířat působí jako omezování jejich svobody, působení bolesti a psychické nepohody, což obvykle pramení z nepravdivých informací a pochybných zdrojů a je ku neprospěchu, že se tímto mladí lidé od tak perspektivního a významného oboru distancují. Jedním z potenciálů automatického dojícího systému je přinést krávě co největší komfort, který díky možnostem svobodného dojení nabízí. Má tak šanci v očích mladistvé generace zpět vybudovat pozici prestižního odvětví, jako tomu bylo před několika desítkami let.

Pochopení přirozeného chování zvířete a podrobné znalosti fyziologických pochodů laktace umožňují automatickému systému co nejdříve napodobit přirozené sání telete vykonat zootechnické zásahy (jako například inseminace) co nejméně invazivním způsobem, a dokonce tak zvyšovat počet laktací na dojnici i v intenzivních chovech.

Získané poznatky se odráží od rozhovorů se zástupci společnosti Fulwood, Gea a Lely, předního výrobce robotických systémů pro chov zvířat v Čechách. Je doplněn moderními vědeckými poznatky z oblasti chovu dojníc, zejména pak etologie a welfare. Robotický systém nejenže poskytuje dojnícím méně stresu, ale zároveň chovateli úlevu od náročné rutiny v dojrně a představuje tak starost o velká zvířata v jiném obraze, než je fyzicky a časově náročná práce. Zemědělec jeho instalací získává přístup k detailním informacím o složkách mléka prostřednictvím jeho spolehlivého a okamžitého rozboru, ale taktéž možnosti automatického odklonění mléka nestandardního.

I přes veškerou automatizaci provozu si dojící robot zachovává možnost přímého přístupu krávě a možnosti manuálního dojení a tím tak neeliminuje kontakt mezi člověkem a zvířetem, z čehož často mezi chovateli panují obavy. Kráva sice získává větší autonomii, ale s farmářem stále zůstává v kontaktu, a tak rozhraní zvíře – člověk není zcela narušováno.

## **2 Cíl práce**

Cílem bakalářské práce bude vypracování literární rešerše, která se bude věnovat roli robotického dojení v moderním chovu dojeného skotu. Účelem práce je poskytnout přehled o chodu automatického dojícího systému v běžném provozu mléčné farmy a porovnat výhody a nevýhody oproti konvenčnímu systému dojení s lidskou obsluhou.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Význam robotizace dojení v chovu mléčného skotu

Zemědělské podniky se stále více potýkají s nedostatkem pracovníků nejen v živočišné výrobě. Automaty i roboty farmáři využívají na všech úrovních, od dojení přes krmení po zastýlání. Společně s automatizací přicházejí nové možnosti monitoringu zvířete, jako detekce říje, doba příjmu krmiva a přežvykování. Tyto nové možnosti přinášejí chovateli včasnou detekci například acidóz, ketóz, nebo laminitid. Systémy automatického krmení kompletně eliminují lidskou práci a ku příkladu robotické přihrnovače krmiva jsou dnes již standardem v moderním chovu skotu.

Robotické systémy jsou dnes součástí procesu stlaní, ať už separátem, nebo slámou, v hygieně stájí, čištění chodeb, sběru výkalů, ať už na celobetonové, nebo roštové podlaze. Automatické prvky se využívají i v řízení mikroklimatu stáje. Součástí řízení mikroklimatu jsou systémy na stahování a vytahování bočních plachet, automatické ventilace za využití axiálních či horizontálních ventilátorů, či mlžičů a systémů na schlazování zvířat (Ježková 2019).

V České republice je automatizace v chovu skotu na vzestupu. V 1/3 Českých farem je automatizace zavedena. Nejčastější motivací je úspora a náhrada lidských pracovníků, nedostatek personálu a neustále rostoucí náklady. Hlavní důvod, co robotizaci mnoho zemědělců odrazuje, jsou vysoké pořizovací náklady, jelikož nemají dostatečné podklady pro návratost investice (Agroportál 2023).

Chov dojnic měl v minulosti velmi nízký stupeň automatizace. Tato skutečnost se v posledních letech začala rychle měnit (Havlík 2007). Vrcholem automatizace dojení jsou automatické dojící systémy neboli automatic milking systém (AMS), které jsou na trhu konkurentem kovenčním dojícím systémům (Pařilová 2006)

Ve snaze zredukovat fyzickou práci vznikl v roce 1992 první automaticky dojící stroj v Nizozemsku. V Evropě, Spojených státech, Austrálii a na Novém Zélandu měly automatické dojící systémy (AMS) neboli dojící roboty pozitivní vliv na kvalitu života chovatelů (Reinemann & Smith, 2000; Bergman & Rabinowicz, 2013; Molino & kol., 2014; Woodford a kol., 2015).

Při optimálním fungování má AMS mnoho výhod na lepší zdraví krav, snadnější kontrolu zdravotního stavu (Tse et al. 2017), zvýšenou produkce mléka díky častějšímu dojení (Tse et al. 2018), méně rutinních činností (Wood et al. 2015), a potřeba méně pracovních sil (Hansen 2015) a flexibilnější životní styl pro farmáře (De Koning 2010).

Robotické dojení si získalo uznání zejména v západní Evropě, kde výrazně pomáhá snižovat pracnost na mléčných farmách, současně zvyšuje doživost na krávu a zlepšit životní styl rodin dojných farem (De Koning 2010). Dobrovolné dojení umožňuje vytvořit stáje s nízkým stupněm stresu pro dojnice. Díky rostoucí popularitě se v roce 2009 odhadoval počet robotických mléčných farem na 8000. O pouhých 6 let později (Bakema et al. 2015) počet rozrostl na 25000. Největší podíl na robotických mléčných farmách mají skandinávské země, zejména Nizozemsko (Bakema et al. 2015). Dojící robot byl vyvinut především do malých stád o 50 kravách na rodinných farmách v Nizozemsku za účelem zkvalitnění života rodin.

## 3.2 Mléčná žláza

Mléčná žláza, lat. glandulae mammae je žláza vznikající modifikací kůže. Úroveň vývoje žlázy závisí na značném množství faktorů, jako plemeno, stáří a stupeň kondice jedince, pohlaví, fáze pohlavního cyklu a další (Zootechnika 2013). K významnému vývoji mléčné žlázy dochází v období puberty, vlivem působení samičích pohlavních hormonů estrogenů, progesteronu, prolaktinu a oxytocinu (Grim 2015)

### 3.2.1 Anatomie mléčné žlázy

Mléčná žláza krávy je mohutným orgánem dosahující hmotnosti 20-25 kg. V mediální rovině je vemeno rozděleno vemennou brázdou. Nachází se na spodině břicha ve stydké krajině a svým kraniálním okrajem zasahuje až k pupku, kaudálně pak do mezinoží.

Vnitřní část mléčné žlázy se stává ze sekrečních alveolů a tubulů, vývodných cest, mlékojemu a strukového kanálku. Povrch vemene je kryt kůží se slabým ochlupením a obsahem potních a mazových žlázek vyjma struku, který ochlupení a žlázy nemá.

Mléčná žláza je k páni připojena pomocí čtyř listů. Dva vnitřní listy jsou hluboké a rozdělují vemeno na dvě poloviny. Dva listy povrchové jsou tenké a probíhají těsně pod kůží. Oba typy listů slouží jako pouzdro žlaznaté části vemene. Na povrchu je vemeno kryto jemnými chlupy a obsahuje mazové a potní žlázy. Na strucích je kůže tlustší a bezchlupá. (Marvan 2017).

Žlázový parenchym je složený z velkého množství lalůček propojených intersticiálním vazivem. Během období laktace dochází k jejich plnému rozvinutí. Lalůčky se kategorizují do tzv. primárních lalůček spojených vazivem, jehož středem prochází středový kanálek, tzv. nitrolalůčkový vývod. Do vývodu ústí mnoho sekrečních tubulů napojených na základní jednotku mléčné žlázy tubulus. Do jednoho sekrečního tubulu ústí 100-200 sekrečních alveolů. (Marvan 2017)

Alveoly jsou souborem váčků, nebo měchýřků. Tyto měchýřky jsou opatřeny košičkovými buňkami se schopností smrštění. Kontrakcí dojde k vypuzení mléka z alveolů do sekrečních tubulů a ihned se začíná tvořit mléko nové. Sekreční tubuly se sousedními vývody a spolu tvoří mezilalůčkové vývody. Mezilalůčkové vývody pokračují do mlékovodů. 8-15 mlékovodů dohromady vytvoří mlékojem. Celá tato soustava se nazývá vývodný vemenný systém. Mlékojem je schopen pojmout 0,5 – 3 litry mléka. Strukem prochází strukový kanálek zakončený kruhovým svěračem. (Marvan 2017)

Krevní zásobení je realizováno zevní stydkou tepnou, která je větví zevní kyčelní tepny zásobující hlavně pánevní končetiny. Odvod metabolitů je zajištěn zevní stydkou žílou a povrchovou nadbřiškovou žílou, někdy zvaná také jako mléčná žíla. Případné onemocnění vemene plemenice lze zjistit zduřením spádových uzlin vemene, kterými jsou nadvemenné i nitrovemenné uzliny. (Marvan 2017)

#### 3.2.1.1 Mléčná žláza skotu

U skotu je mléčná žláza rozdělena na levou a pravou polovinu a každá z nich na přední a zadní čtvrt. Každá čtvrt má samostatnou žlaznatou tkáň a vývodný systém. (Agropress 2016).



### 3.2.2 Embryologie mléčné žlázy

Mléčná žláza se zakládá v embryonálním vývoji jedince u obou pohlaví, samic tak samců. K významnému rozvoji parenchymu mléčné žlázy dochází během dospívání, nebo gravidity samice. Vznik mléčné žlázy úzce souvisí s nutností vyživovat mláďata, která ještě nejsou po narození schopná samostatně si opatřit potravu a jsou odkázána na příjem mateřského mléka sáním (Zootechnika 2013).

Mléčná žláza se zakládá velmi brzy v raném embryonálním období u obou pohlaví, u skotu je tomu jež 34. den embryonálního vývoje v době, kdy velikost embrya dosahuje 1,5 cm, u člověka pak v axiloinguinální čáře ve 4 týdnech stáří embrya (Grim 2015).

Prvotním základem mléčné žlázy jsou tzv. mléčné čáry v podobě dvou bělavých pruhů zesílené embryonální pokožky. Mléčné čáry probíhají po stranách středové roviny na ventrolaterální stěně hrudníku a břicha od podpažní jamky až do tříselné roviny a zmnožením pokožkových buněk zesílí mléčné čáry v mléčné lišty vtlačené do mezenchymového základu kůže.

V dalším vývoji se mléčné lišty rozdělí v mléčné hrbolky, jejichž počet odpovídá počtu struků vemene v dospělosti. Z těchto hrbolů množením buněk vzniknou primární, sekundární a terciální čepy. Primární čepy dají základ vývodům mléčných žláz, sekundární čepy mlékojemům a terciální čepy postranním mlékovodům. Současně dochází k bujení podkožního vaziva, které později dá vzniku závěsnému aparátu vemene (Marvan 2017)

### 3.2.3 Ekonomicky významné patologie mléčné žlázy

#### 3.2.3.1 Mastitidy

Mastitidy jsou choroby člověka, které se projevují na dojnících (Doležal 2000). Mastitida neboli zánět mléčné žlázy je zánětlivá reakce mléčné žlázy vyvolaná chemickými, bakteriálními nebo mechanickými podněty. Nejvíce je charakterizována zvýšeným počtem somatických buněk v produkovaném mléce. Zánět může být vyvolán infekčními, tak neinfekčními činiteli. Mezi neinfekční vlivy se řadí poranění vemene, zaplísňené krmení, stres, nevhodný způsob dojení a metabolické onemocnění dojnice. Většina onemocnění vzniká nákazou přes strukový kanálek, velmi zřídka hematogenně neboli krevní cestou. Takřka vůbec nedochází k přenosu zánětu z jiné části těla, nebo mezi strukovými kanálky.

Neexistuje patogen způsobující čistě mastitidu. Klasifikujeme asi 80 významných patogenů jí vyvolávajících. Patří mezi ně různé plísně, bakterie a kvasinky. Významnými jsou *Staphylococcus aureus*, *Mycoplasma bovis*, *Corynebacterium bovis* přenosný zejména v létě mouchami, *Escherichia coli* přestupujících do strukového kanálku z výkalů dojnice, zejména na hluboké podestýlce, nebo *Streptococcus uberis* (Doležal 2000).

Mastitidy obecně dělíme na klinické a subklinické. Klinické jsou specifické klinickými příznaky, jako je zarudnutí, bolestivost, otok a zvýšená teplota postižené čtvrti. Namísto mléka ze struku vytéká sekret, který může být vodnatý, krvavý, hnisavý a není podobný mléku. U těžších mastitid dojnici postihne vysoká horečka, dojnice nepřijímá krmivo, nepřežvykuje, snižuje se motilita neboli pohyblivost bachoru, snižuje se produkce, dojnice ulehá a na následky neléčené sepse zpravidla hyne. U subklinických nepozorujeme klinické příznaky na vemeni,

většinou dojde ke zvýšení počtu somatických buněk v nádoji nad 200 tisíc v 1 ml, poklesu nádoje a obsahu laktózy, změně pH, vodivosti a obsahu chloridových iontů (Agropress 2017).

#### 3.2.3.1.1 Prevence

Základem je maximální dodržování hygieny jak ve stáji, tak při dojení. Mezi důležité faktory rozvoji onemocnění patří imunitní stav dojnice. Důraz je kladen na vhodně navržené stáje, adekvátní výměna podestýlky a fungující ventilace. Vlhké prostředí je vhodným prostředím pro množení bakterií. Cílem je minimalizovat kontaminaci vemene. Podestýlka v boxových ložích musí být čistá a suchá a pravidelně se měnit, stejně tak se čistí chodby i krmiště. Stejně tak je při případné kontaminaci důležité bakteriologické vyšetření mléka a test citlivosti patogenu k antibiotikům. K detekci patogenu se používají přesné molekulární metody jako MALDI-TOF, nebo PCR. Prevence je klíčová, přenos je možný ze zvířete na zvíře (Náš chov 2020).

#### 3.2.3.1.2 Mastitidy a ekonomika chovu dojnic

Dle Skřivánka (2013) významně ovlivňuje vznik mastitid okoloprodní období. Zásadou prevence mastitid je kontrola zdraví mléčné žlázy při zasušení a to okolo 100 dní před otelením a také kontrola počtu somatických buněk. Důležitá je péče o suchostojné krávy, z hlediska hygieny ustájení a správné výživy. Zásady hygieny je třeba dodržovat i v porodním boxu. Odhad ekonomických ztrát způsobených mastitidami je obtížný vzhledem k různě intenzitě mastitid, jako klinické a subklinické (Doležal 2000). Ekonomické ztráty způsobuje snížená produkce mléka, jeho nutnost vyloučení z dodávky kvůli znehodnocení, snížení nákupní ceny mléka v důsledku snížení jeho kvality a zvýšení nákladů na veterinární ošetření a léčiva.

#### 3.2.3.1.3 Léčba mastitid

Základním předpokladem pro zabránění vzniku nových mastitid je správná funkce dojícího stroje, správná technika dojení, adekvátní léčba mastitid, brakace nevléčitelných dojnic a prevence a léčba mastitid u březích jalovic. Správná funkce dojícího stroje, provozní spolehlivost, rychlé odstranění případných závad jsou důležité, současně pravidelná výměna opotřebovaných dílů je důležitá. U každého dojícího stroje je dána hodnota podtlaku, která je dána výrobcem a kolísá během dojení. Významná je také doba pulzace, kdy správný počet pulzů je 50-60 za 1 minutu. Při nesprávné pulzaci je dojení pro krávu bolestivé, důsledkem bývá zhmoždění až cyanóza struku (Liška 2006).

Správnou technikou dojení lze zamezit vzniku subklinických mastitid. Důležité je omezení stresů při přesunech do dojírny, stání v čekárně. V opačném případě adrenalin produkovaný nadledvinami do krve je inhibítorem oxytocinu a kráva tak zadržuje mléko. Oxytocin způsobuje stah hladkosvalových buněk kolem strukového kanálku a jeho vyřazením z provozu produkovaným adrenalinem ve stresové reakci dojnice nedojde k fyziologickému vypuzování mléka z mlékojemu. Takové zadržování mléka vede k zánětům mléčné žlázy (Liška 2006).

### 3.3 Fyziologie tvorby mléka

Laktace je složitým fyziologickým procesem zahrnujícím sekreci, shromažďování a spouštění mléka. Tyto funkce spolu souvisejí a navazují na sebe. Laktace je obecně obdobím, kdy samice produkuje mléko. V zootechnické praxi se jedná o období od porodu do zaprahnutí. Laktogeneze je proces, kterým mléčné alveolární buňky získávají schopnost tvořit a vylučovat mléko. První stádium zahrnuje zvyšování enzymatické aktivity v mléčné žláze a diferenciaci buněčných organel, což je provázáno omezenou sekrecí mléka před porodem. Druhé stádium je u většiny zvířat spojeno s bohatou sekrecí všech složek mléka těsně před porodem. Tím vzniká mlezivo a tato sekrece pokračuje několik dnů po porodu.

Hormony a jejich interakce hrají důležitou roli v druhém stádiu laktogeneze, tedy tvorby mléka po porodu. Zahrnuje zvýšenou sekreci prolaktinu, adrenokortikotropního hormonu (ACTH) a estrogenu a pokles sekrece progesteronu. ACTH stimuluje sekreci glukokortikoidů.

Zvýšení koncentrace prolaktinu dochází 24-48 hodin před porodem. Současně se zvyšují hladiny glukokortikoidů, růstových hormonů, prostaglandiny, estradiol 17- $\beta$ . Klesá sekrece progesteronu. Mezi hormony udržující laktaci patří prolaktin, růstový hormon, tyroxin, inzulin a parathormon (Reece 2011).

#### 3.3.1 Prolaktin

Pokud u krav již započala laktace, můžou být hodnoty bazálního prolaktinu velmi malé bez ovlivnění laktace. Syntéza prolaktinu je stimulována mechanickým drážděním vemene a struků. Pokud je vemeno denervováno, k uvolnění prolaktinu nedochází. Tento hormon je významnější u nepřežvýkavých (Reece 2011).

#### 3.3.2 Růstový hormon

Růstový hormon je velmi důležitý pro udržení laktace u přežvýkavců. Je galaktopoetický a u skotu je nezbytný pro udržení laktace. Neovlivňuje přímo mléčnou žlázu, ale je zprostředkovatelem přísunu živin z tělesných tkání potřebných k syntéze mléka. Je prokázáno, že u vysokoprodukčních krav je plazmatická koncentrace tohoto hormonu mnohem vyšší než u nízkoprodukčních (Reece 2011).

#### 3.3.3 Tyroxin

Tyroxin je syntetizován ve štítné žláze skotu a je důležitý pro udržení laktace. U krav s plně funkční štítnou žlázou může injekční aplikace tyroxinu zvýšit produkci mléka na úkor tělesného tuku a proteinů (Reece 2011).

#### 3.3.4 Inzulin

Glukóza je nezbytná pro syntézu laktózy. Mléčná žláza je pro metabolismus glukózy adaptována. U skotu není nutný inzulin pro transport glukózy do alveolárních buněk mléčné žlázy. Koncentrace inzulinu jsou časně během rané laktace a když je vysoká mléčná produkce. Nízké koncentrace inzulinu nedovolí vstup glukózy do buněk, jež pro něj inzulin potřebují a

dovolí jejich využití buňkám, jež ho nepotřebují, jako např. alveolární buňky mléčné žlázy (Reece 2011).

### 3.3.5 Kortikosteroidy

Koncentrace kortikosteroidů je vyšší u vysokoprodukčních krav než nízkoprodukčních, a zároveň u laktujících zvířat než nelaktujících. Přesná úloha kortikosteroidů však nebyla úplně objasněna, souvisí nejspíše s úrovní metabolismu (Reece 2011).

### 3.3.6 Parathormon

Parathormon je důležitým hormonem pro hospodaření s vápníkem. Je tvořen příštitnými tělísky a stimuluje resorpci vápníku z kostí a konverzi vitamínu D na jeho aktivní formu 1,25 dihydroxycholecalciferol, který je nutný pro resorpci vápníku ze střeva. Jeho koncentrace se během laktace výrazně zvyšuje (Reece 2011).

U dojnic se při produkci mléka zvyšuje produkce vápníku dvojnásobně až trojnásobně oproti období před otelením. Před otelením ukládá dojnice do plodu denně 8-10 g vápníku denně, po porodu vylučuje 20-30 g vápníku denně do mléka. Je tedy nutné, aby proběhla metabolická adaptace na zvýšenou potřebu vápníku. Při nedostatečné adaptaci metabolismu může dojít ke klinické i subklinické hypokalcémii, v extrémním případě ulehnutí po porodu neboli mléčné horečky (Agropress 2022).

## 3.4 Chemické složení mléka u skotu

Obecné chemické složení mléka se liší u různých autorů. Dle Jelínka (2003) u skotu je obsah sušiny 13,5 %, obsah tuku 3,6 %, bílkoviny 3,3 %, cukr 5 % a anorganické látky neboli popeloviny 0,7 %.

### 3.4.1 Mléčné bílkoviny

Mléčné bílkoviny jsou lehce stravitelné a kvalitní. Za kvalitnější zdroj bílkovin se považují jen vejce. Nejkomplexnější složkou mléka jsou dusíkaté látky, které mimo hodnotu nutriční mají význam fyziologicky aktivních látek, jako imunoglobuliny, laktoferiny, enzymy a jiné. Mezi dusíkaté látky řadíme bílkoviny a dusíkaté látky nebílkovinné povahy. Bílkoviny jsou v mléce zastoupeny 3,2-3,6 %.

#### 3.4.1.1 Kasein

Významnými dusíkatými látkami jsou kasein, syntetizovaný mléčnou žlázou ve formě frakcí. Kasein je v mléce vázán na vápník a je největší skupinou bílkovin v mléce. Standardní micela kravského mléka obsahuje až 20 000 molekul kaseinu. Kasein se dělí na 4 základní frakce a to  $\alpha$ S-kasein, b-kasein, k-kasein,  $\gamma$ -kasein (Rysová 2018).

Beta kasein má celkem 12 forem. Nejdůležitější jsou A1 a A2. V prvotně domestikovaném skotu nebyl přítomen kasein A1, ale skot produkoval pouze A2. Zhruba před 8000 lety vlivem přirozené mutace vznikla varianta A1 postihující plemena zejména evropského původu, jako Holštýnské, nebo Ayshire. V dnešních populacích dojného skotu nalezneme genetické kombinace A1A1, A1A2 a A2A2 (Rysová 2018).

Problematika kaseinu je v dnešní době významná, neboť varianta kaseinu A2 může v lidském organismu způsobovat problémy podobné laktóзовé intoleranci. Během trávení varinaty A1 vzniká jako produkt metabolismu beta-casomorphin-7, řazený mezi opiáty. Jsou mu přisuzovány negativní účinky na lidské zdraví. Dle studií na zvířatech má vliv na gastrointestinální trakt. Snižuje motilitu střev a zvyšuje sekreci hlenu, což způsobuje příznaky podobné laktóзовé nesnášenlivosti. Současně se uvádí souvislost mezi vznikem onemocnění schizofrenií a autismem, jeliko má vliv na zpracování informací v mozku.

#### 3.4.1.2 Nebílkovinné dusíkaté látky

V převážné části se jedná o produkty metabolismu. Mezi nebílkovinné dusíkaté látky řadíme aminokyseliny, jednoduché peptidy, největší podíl pak tvoří močovina. Kyselina močová, kreatin a kreatinin, nukleotidy, vitaminy skupiny B a další.

### 3.4.2 Mléčný tuk

Základní složkou mléčného tuku jsou mono, di tri acylglyceroly, volné MK, fosfolipidy, steroly a v tučích rozpustné vitamíny. Převážná část v mléce se nachází ve formě tukových globulí. Mléčný tuk je tak dobře stravitelný, protože se v mléce nachází v emulgovaném a tím dobře stravitelném stavu. Malá část lipidu tvoří kaseinové micely. Jeho rozkladem neboli hydrolyzou dochází ke tvorbě mastných kyselin a glycerolu a v takovémto stavu snadněji podléhá žluknutí. Pokud není mléko včas dostatečně vychlazeno, podléhá tuk pomocí enzymu lipázy, např. bakteriální, lipolýze a vznikající volné mastné kyseliny mléko znehodnocují jako surovinu pro lidskou spotřebu. Jeho množství závisí na plemeni a výživném stavu dojnice. Cholesterol se nachází v mléce skotu poměrně málo (Navrátilová 2012)

### 3.4.3 Sacharidy

Hlavním zástupcem sacharidů v mléce je laktóza, která je specifická jen pro mléko, a proto se jí říká mléčný cukr. U zdravých a dobře krmených krav se v mléce nachází v podílu až 5,2 %. Mléku dodává nasládlou chuť a pozitivně podporuje střevní peristaltiku. Enzym  $\beta$ -galaktosidáza laktózu štěpí na galaktózu a glukózu v tenkém střevě. Při mikrobiální trávení v tenkém střevě vzniká produkt kyselina mléčná. Kyselina mléčná přispívá k optimálnímu vstřebávání vápníku. To je důvod, proč k lepšímu vstřebávání vápníku dochází při vyšší konzumaci kysaných mléčných výrobků. Laktóza je předmětem řady dietních opatření kvůli své časté intoleranci při trávení. Laktózu ale produkují i bakterie mléčného kysání, které laktózu štěpí až na kyselinu mléčnou, a tudíž je mohou konzumovat i lidé s deficiencí enzymu laktázy (Navrátilová 2012).

### 3.4.4 Minerální látky

Minerální látky jsou v mléce přítomny v různé formě. Jedná se buď o roztok, nebo o koloidní formu navázané na některé organické látky. Má význam nutriční, ale také reguluje acidobazickou rovnováhu mléka a udržuje jeho stálé pH. Složení je závislé na stádiu laktace a

zdravotním stavu dojnice. Obsah vápníku v mléce je 1,21 g/l, fosforu 0,95 g/l, draslíku 1,5 g/l, sodíku 0,47 g/l, chloru 0,12 g/l, hořčíku 0,12 g/l a síry 0,32 g/l (Jelínek & Koudela 2003).

### **3.4.5 Vitamíny**

V mléce jsou obsaženy všechny vitamíny. Jedná se o první a jediný zdroj potravy sajícího telete, proto jsou zde přítomny veškeré i když některé v minimálních koncentracích. Tepelné ošetřování mléka způsobuje minimální, nebo žádné ztráty vitamínů, jak se často uvádí některými zdroji. Nejvíce dochází ke ztrátám kobalamínu při sterilaci v obalu až 90 %, u vitamínu C pak až 50 % (Jelínek & Koudela 2003).

## **3.5 Nejčastěji chovaná plemena skotu pro mléčnou užitkovost v Česku**

### **3.5.1 Holštýnský skot**

Holštýnský skot, nebo také holštýnsko fríský či černostrakatý skot se řadí mezi nejrozšířenější kulturní plemena v ČR i na světě. Plemeno je typické pro svou vysokou mléčnou užitkovost (Sambraus 2001)

Holštýnské plemeno je raženo do skupiny nížinných plemen a v současné době se jedná o jedno z populačně nejpočetnějších plemen na světě. Má nejvyšší mléčnou užitkovost, která se využívá k zušlechťování plemen lokálního významu.

V České republice se první zmínky o dovozu holštýnského skotu datují k roku 1830. Významnější dovozy se konaly v letech 1870-1880 kvůli zvýšené potřebě mléka. Během 30. let 20. století bylo odhadem 8000 kusů skotu v populaci Holštýn. Významnější dovozy se konaly v 60.-70. letech 20. století z Dánska, Holandska, NSR a Kanady. Ačkoliv se nedovážela nejlepší plemenná zvířata, v mléčné užitkovosti vynikala. Plemeno bylo náročnější na chov, a tak vznikl názor, že se tyto krávy do našich podmínek nehodí. V současné době je nejvíce zastoupenou plemennou knihou dojeného skotu v ČR. Během roku 2020/2021 činila podíl 60,8 % z celkového stavu dojených krav (Svaz chovatelů holštýnského skotu 2022).

#### **3.5.1.1 Historie plemene**

Původ plemene je situován do severozápadní Evropy v nížinách Fríska, Šlesvicko-Holštýnska po Jutsko. Vyvinulo se směsicí místních bílých a černých plemen, která se postupně expandovala do celého světa. Plemeno vynikalo jednostrannou mléčnou užitkovostí s dobrou dojitelností a pastevní schopností. V Americe se kolonisté specializovali na zvětšování tělesného rámce. K roku 1934 bylo v Čechách drženo 230 plemenných býků černostrakatého skotu. V letech 1990-1995 bylo do České republiky dovezeno celkem 8445 ve většině vysokobřezích jalovic z Francie, SRN, Holandska a Dánska. Prostřednictvím spermatu ze Severní Ameriky došlo ke zušlechťení genofondu a jeho intenzivní infiltraci do evropských populací, která se nazývá „holštýnizace“ (Padrůněk a kol. 2004).

### 3.5.1.2 Znaky plemene

Holštýnské plemeno je velkého tělesného rámce. Výška krav se pohybuje mezi 145-153 cm a hmotnost kolem 650-700 kg. Užitkový typ je výrazně mléčný. Význam holštýnského skotu v masné produkci je podceňován, nebo zcela zavrhován. Toto plemeno je horší v osvalení zvířat, nižší v zastoupení cenných partií a s vyšším podílem tuku v porovnání s masnými plemeny. Býčci holštýnského plemene se využívají k produkci telecího masa, nebo k produkci mladého hovězího masa do 150kg hmotnosti jatečného těla (Svaz chovatelů holštýnského skotu (Svaz chovatelů holštýnského skotu 2022).

### 3.5.2 Český červenostrakatý skot

Český strakatý skot, označovaný také písmennou zkratkou ČESTR, je tradiční a významné plemeno chované na území České republiky. Patří do světové skupiny strakatých plemen se shodným fylogenetickým původem, oblíbené právě pro svoje široké využití, zejména na masnou i mléčnou produkci (Rysová 2020).

V České republice se podílí na celkovém stavu skotu přibližně 50 %. Vyniká dobrým zdravotním stavem, dobrou plodností a bezproblémovým odchovem telat. Je dobře adaptibilní na rozdílné chovatelské podmínky a pohodově reaguje na měnící se podmínky trhu. Spolehlivě se využívá ke kombinované produkci. Osvědčuje se také pro užitkové křížení s dojnými plemeny (Agropress 2020).

#### 3.5.2.1 Historie plemene

Křížením plemen jako česká červinka s býky švýcarského skotu vznikla během 19. století řada rázů plemene, které byly postupně sjednoceny do jedné populace. V druhé polovině 20. století došlo k přikřížení s ayshirským skotem, švédským černobílým skotem a dánským červeným skotem pro zlepšení mléčné užitkovosti a tvarových vlastností vemene. Během 70. let 20. století se začali používat k zušlechťovacímu křížení býci red holstein a díky tomu se populace českého strakatého skotu rozdělila na podskupiny C1, C2, C3 podle podílu červeného varianty holštýnského plemene. Během 90. let se rozšířilo zušlechťování fylogeneticky příbuzných plemen jako německé, rakouské červenostrakaté a francouzský Montbéliarde (Svaz chovatelů českého strakatého skotu 2022).

#### 3.5.2.2 Znaky plemene

Tělesný rámec českého strakatého skotu je střední až větší. Má přiměřeně silnou kostru a dobré osvalení, doprovázeno hlubokým hrudníkem a dobře utvářenou zádí. Vemeno je tvarově polovejčité, zbarvení srsi červenostrakaté, z něhož vychází název plemene. Hmotnost krav se pohybuje v dospělosti od 650-750 kg, u býků 1200-1300 kg. Výška měřena v kříži je u krav v rozmezí 140-144 cm, u býků 152-160 cm. Plemeno vyniká dobrým zdravotním stavem, snadnými porody, vitalitou telat a bezproblémovým odchovem s dobrými pastevními schopnostmi. Vyšší obsah mléčných bílkovin pozitivně ovlivňuje technologické vlastnosti mléka pro výrobu sýrů (Svaz chovatelů českého strakatého skotu 2022).

## 3.6 Formy získávání mléka

Dojení krav je bezprostředně spojeno s domestikací hospodářských zvířat a využitím mléka pro hospodářské účely (Samková a kol. 2012). Hlavní význam je obecně známý, a to výživa mláďat jednotlivých druhů zvířat. Důležitý je pro mláďata příjem mleziva, které je zdrojem imunoglobulinů a odstraňuje střevní smolku (Agropress 2022). Zejména telata a selata jsou odkázána na příjem imunoglobulinů mlezivem, jelikož je nedostávají přes placentu (Heinzl 2013). Mléko lze získávat 3 způsoby. Nejpřirozenější je sání telete, dále máme umělé a strojní dojení (Gálik a kol. 2015)

### 3.6.1 Sání telete

Tento způsob je považován za nejšetrnější, nejpřirozenější a nejrychlejší. Při sání z vemene přitiskne jazykem struk proti hornímu patru a vytvoří v dutině ústní podtlak. Při sání je tlak uvnitř struku 37 kPa a tlak vně struku -35 kPa. Při sání se současně zvětšuje objem strukové cisterny, a tak podporuje průtok mléka ze žlaznaté části do strukové cisterny.

Tele získává mléko ze struku střídáním sání a tlaku. Frekvence sacích pohybů je 120-150 za 1 minutu. Poměr sacích a polykacích pohybů je 3:1. V ústní dutině telete kolísá podtlak v rozmezí -10 až -61 kPa. Perioda sání se prodlužuje s věkem a je od 8 do 10 minut. Z celých 24 hodin denně tele stráví sáním i 150 minut. Dle přirozených potřeb telete je nejideálnější interval krmení 6 hodin při umělém odchovu (Brouček & Kišac 2001).

#### 3.6.1.1 Fyziologie sání mléka

Tele struk olizuje a bere do tlamy a fixuje mezi konkávní plochu jazyka a konvexní spodinu ústní dutiny. Vtáhnutím tvářového svalstva a pohybem jazyka vytváří aborálně v ústní dutině podtlak. Tyto úkony vyvolávají u matky reflex spuštění mléka, které se dostává do dutiny ústní telete a žlábkem na jazyku teče do hltanu. Intenzita sacích pohybů se mění s dechem, kdy během výdechu bývá nižší.

### 3.6.2 Ruční dojení

Ruční dojení je nejstarším způsobem získávání mléka pro užitek člověka. Nejšetrnější a neúčinnější způsob je vytlačováním. Tento způsob se provádí zaškrcením mezi strukem a mléčnou cisternou a následným vytlačováním prsty směrem ke svěrači strukového kanálku.

### 3.6.3 Strojní dojení

Strojní dojení se snaží napodobit sání telete. Není to však zcela možné, protože tele saje jednoho struku a struky střídá. Strojové dojení dojí všechny 4 struky zároveň. Díky vysoké intenzitě dojení a delší době působení podtlaku dochází však k traumatizaci mléčné žlázy. Tlak uvnitř struku bývá 5 kPa a vně struku -42 kPa (Gálik a kol., 2015).

#### 3.6.3.1 Fyziologické požadavky na dojící stroje

Dojící stroj musí zajišťovat dostačující dráždění receptorů v mléčné žláze dojnice (síla, frekvence), aby byl plnohodnotně spuštěn ejekční reflex. Nesmí narušovat krevní oběh vemene,



vyvolávat bolestivé pocity krávy a jinak vyvolávat projevy nepohody zvířete. Dle možností by měl co nejvíce napodobovat sání telete, případně ruce dojiče. Dojící stroje musí zajistit optimální parametry mechanického působení na struk, jako frekvenci pulzace a hodnotu vakua, musí zajistit volný odtok mléka ze struku v době jeho aktivního uvolňování a nedopustit předoiování (Jelínek & Koudela 2003).

### **3.7 Konvenční formy dojení**

Od počátečního ručního dojení, dnes již používané pouze v některých domácnostech se dojení rozvinulo do dneš převážně již strojního dojení. Strojní dojení dělíme na dojení na stání, dojení v dojírně a dojící roboty. Dojení na stání je dojení do konví nebo do sběrného potrubí, které dříve bylo hojně užívané ve vazném ustájení. S příchodem volného ustájení do velkochovů se od tohoto typu dojení upustilo (Agropress 2017). Dojení v dojírně je užívané ve většině velkochovů. Jedná se o velmi efektivní systém umožňující vysokou efektivitu práce s nižšími pořizovacími náklady, než je tomu u automatických dojících systémů.

#### **3.7.1 Typy dojíren**

Základním rysem každého typu dojírny je počet míst pro dojnice a posavením zvířat při dojení. S tím souvisí rozdílné konstrukce. Základním typem jsou dojírny tandemové, rybinové, paralelní a nejnovější typ rotační.

##### **3.7.1.1 Tandemový typ dojíren**

U tandemových dojíren stojí zvířata přímo za sebou. K pracovní ploše jsou orientované bokem. Zvířata přicházejí postupně. Umožňují individuální přístup a odchod dojnic a snadný přístup dojiče k vemeni. Ovládání branek může být automatické nebo ruční. Tento typ je vhodný pro malá stáda (Farmtec 2022).

##### **3.7.1.2 Rybinový typ dojíren**

V rybinových dojírnách stojí zvířata v úhlu 40° zádí směrem k pracovní ploše dojičů. Nejčastěji jsou stání po obou stranách dojící plochy, nebo je možné uspořádání polygonové (kosočtverečné) a trigonové (trojúhelníkové). Zvířata mohou přicházet všechna na jednu, nebo postupně. Dojící stroj je nasazován z boku, systém je jednoduchý, účelný a spolehlivý (Kupála 2022). V České republice se jedná o nejrozšířenější typ. Je dostupná téměř u všech poskytovatelů dojících zařízení (Machálek 2012).

##### **3.7.1.3 Paralelní typ dojíren**

Paralelní dojírna, často nazývaná „Side by side“ je typ dojírny, kde zvířata stojí kolmo svou zádí k pracovní ploše. Užitečná je zejména pro střední stáda (Příkryl 1997). Kaskádovité uspořádání středových otočných zábran donutí dojnice vstupovat až do nejbližších stání od vstupní branky. Rotační zábrana po skončení dojení šetrně vytlačí dojnice ven (Kupála 2022).

#### 3.7.1.4 Kruhové dojírny

Kruhové dojírny, „kruhovky“, jsou otočné systémy, kde se stojící zvířata točí do kruhu. Jedná se o dojírny s nejvyšším výkonem vhodná zejména pro velká stáda. Podle výše uvedených se rotační dojírny dělí na rototandem, rotorybina, rotoradiála (Agropress 2017). U rotačních dojíren je možno až 26 dojících stání. Z celkového počtu dojíren na českých farmách tvoří asi 6 %. Obsluha může být situována uvnitř i vně kruhu, dle preferencí pořizovatele (Machálek 2012).

### 3.8 Robotické dojení

#### 3.8.1 Historie robotického dojení

První pokusy o strojové dojení krav přišly v první polovině 19. století. Chovatel vkládal hadičku do strukového kanálku, aby mléko samovolně vytékalo. Taková dojení bývala neúspěšná a často vedla k poranění vemene a způsobovala krávě stres. Pokročilejší systémy se pokoušely simulovat sání telete generované čerpadlem.

Dle Goularta první patent na vakuový dojící stroj získali Hodges a Brockenden v roce 1851. V letech 1860-1815 bylo uděleno celkem 237 patentů na technologie dojících strojů. Úspěšnější technologie kombinovaly již dostupný pulzátor, vynalezený Struthersem a Weirem v roce 1892 a strukové násadce, vynalezené Gilliesem v roce 1905. První komerčně dostupný dojící stroj sestrojil Murchland a byl patentován v roce 1939. Dojič se pohyboval od krávy ke krávě, jako tomu bylo u ručního dojení do kbelíku. Každá kráva se dojila zvlášť a zůstaly na místě, kde konzumovaly krmnou dávku a spaly. V té době bylo stále 90 % stád ve Velké Británii dojeno ručně.

Během první poloviny 20. století panovaly značné obavy z mechanizace v dojení. V memoárech Johna Collinse o zemědělské práci během druhé světové války je zmíněno, že mechanizace zachází s krávami jako se stroji, mluví o strojovém dojení jako o nepřirozeném a podporujícím v kravách úzkost a stres. Strojové dojení bylo spojeno s bezcitným pohledem na krávy a pochybnostech o pozitivní vliv na zdraví krav. Výroky podporoval veterinární lékař N. Baron tvrzeními, že mastitida se objevuje zejména když dojde k nějaké změně, tj. přechodu z ručního dojení na strojové, nebo ke změně dojiče.

Významnou roli hrál kontakt mezi krávou a člověkem. Panovaly obavy, že mechanizací dojde k odcizení zvířete a chovatele, což ponese své negativní důsledky ve vztahu ke zdraví, welfare a produktivitě krav. Robotické dojení mělo za úkol přinést rovnováhu mezi welfare dojnic a stále rozvíjejícími se zemědělskými technologiemi. Vývoj automatického dojícího systému zahájili vědci v Nizozemsku a Velké Británii v 80. letech 20. století. První komerční systémy byly nainstalovány na nizozemských farmách roku 1992. Robotický systém velmi závisel na vědeckém chápání chování krav.

#### 3.8.2 Výrobci robotických dojících systémů

Robotické dojení má v dnešní době své příznivce i odpůrce. I přes to že robot není zcela samoobslužný, z velké části nahradí lidskou práci. Při příchodu do automatizovaného dojení je kráva pomocí respondéru identifikována a systém na základě nastaveného algoritmu vyhodnotí

interval od posledního dojení. Pokud uběhla dostatečná doba, zvíře dostane určité množství jaderného krmiva. Pomocí mechanických kartáčků očistí rameno všechny struky, laserem zaměří jejich polohu a nasadí strukové násadce. Mechanické očištění současně nahrazuje mechanickou stimulaci člověkem na dojrně a spouští tak syntézu oxytocinu z hypothalamu. Zvíře je normálně podojeno, při podezření na mastitidu odchází mléko do tanku určeného pro skladování mléka od krav mastitidních a léčených přípravky s ochrannou lhůtou. Po podojení každého zvířete jsou strukové násadce propláchnuty dezinfekčním roztokem a připraveny pro další dojnici. Mezi nejvýznamnější prodejce dojících robotů patří Lely, DeLaval, Farmtec, BD Tech, Gea, Fullwood a BouMatic Robotics.

### 3.8.2.1 Systémy od BouMatic robotics

Systémy od BouMatic robotics se vyznačují robotickými dojícími systémy, které dojí dojnici ramenem zezadu mezi nohama. Tento systém klade důraz především na dojnice, které se tímto způsobem nerozptylují pohybem robotického ramene ze strany. Celý systém je mechanicky odolný a přístup zezadu snižuje riziko skopnutí a poškození ramene dojnicí.

Každá dojnice má svůj vlastní denní režim. Identifikační systém rozpozná dojnici, určí, zda již nastal čas pro další podojení dojnice a každá dojnice dostane svou vlastní krmnou dávku dle výše užitekosti. Poté se robotické rameno dostane k vemenu mezi zadníma nohama zvířete. Polohu struků zjišťuje moderní kamerová technologie. Každý struk je pro dojení připraven samostatně. Struky jsou individuálně odstříknuty a oddojeny. Po přípravě před dojením jsou nasazeny strukové násadce. Průběh dojení je měřen senzory, každá odchylka je okamžitě zobrazena v připojeném zařízení. K datům o dojení lze přistupovat pomocí tabletu nebo smartphonu, nebo počítače.

Jako svou přednost BouMatic uvádí dvojitě nasazování. Speciálně vyvinutá hlava robotického ramene umožňuje posunout k vemenu dva strukové násadce najednou, čímž se zefektivňuje pohyb robotického ramene. Hydraulický pohon v robotickém rameni zvyšuje jeho přesnost. K přesnému vyhledávání strukových násadců slouží voděodolná 3D kamera z nerezové oceli. Do robota je integrovaný podtlakový systém zajišťující stabilní podtlak, a tak šetrné podojení dojnice. Technologie SmartFlo je přesným průtokoměrem, nijak neomezující průtok mléka. Poskytuje údaje o teplotě, vodivosti a hmotnostním průtoku mléka.

Robotické rameno přistupuje k dojnici zezadu a dojení probíhá mezi zadníma nohama a dojnice nejsou ničím rušeny a nejsou ve stresu. Dvě dojnice stojí vedle sebe a díky otevřené konstrukci mohou mít pocit, že jsou stále součástí stáda. Nově je možné vybavit roboty systémem SC-Guard schopným měřit počet somatických buněk a nabízí tak možnost odhalit i subklinické mastitidy a zahájit tak včas preventivní léčbu. Raná léčba mastitidy snižuje riziko kontaminace mléka a snižuje potřebu antibiotik. BouMatic nabízí dojícího robota ve dvou konformacích, a to MR-S2, jedna dojící jednotka a jedno stání a MR-D2 s jednou jednotkou a dvěma stáními pro dvě dojnice (Kupála 2021).

BouMatic je nizozemská společnost orientující svůj vývoj k automatizaci mléčných farem. Věnuje se výrobě dojící techniky již 75 let. Díly pro jednotlivé stroje se vyrábí především v USA. Díky ramenu, které přistupuje zezadu k dojnici zezadu dochází k minimálnímu skopnutí a tím i jeho poškození, protože dojnice rameno vůbec nevidí. BouMatic provozující variantu pro dvě dojnice stojící vedle sebe, pojme stádo až o 110 dojnicích. Díky otevřené

konstrukci zůstává v očním kontaktu se zbytkem stáda (Prýmas 2018). Jedno rameno obslouží dvě krávy s úsporou času (Šimon 2013).

### 3.8.2.2 Systémy od Gea

Produkovaná řada s názvem DairyRobot nabízí široké možnosti individuálního designu pro každou mléčnou farmu. Dle počtu dojených krav Gea nabízí jednoboxový, multiboxový systém, nebo rotační dojírnu (Gea 2021). Automatické kruhové dojírny jsou určeny zejména pro velké mléčné farmy nad 600 krav (Farmtec 2018).

DairyRobot R9500 se vyznačuje šetrným, rychlým, kompletním a bezpečným dojením. První model R9500 na mléčných farmách byl spuštěn v roce 2016. Snaha společnosti Gea je o optimalizaci udržitelného hospodaření a snížení nákladů na energie a provozní a servisní náklady. Jednotná platforma umožňuje komunikaci mezi všemi dojícími roboty (Gea, 2021). Software FarmView 2.0 nabízí důkladnou analýzu dat pro včasné informování případných odchylek a detekci subklinických mastitid (Agrogress, 2018).

Dojení je vhodné pro stáda do 500 dojnic, přičemž je lze kompletovat do varianty „Monobox“ a „Multibox“. Výhodou je měření somatických buněk v každé čtvrti vemene. Při výskytu nestandardního mléka ve čtvrti je možné oddělit pouze zasaženou čtvrt' a nedochází tak ke ztrátám při oddělení nádoje z celého vemene. Proces dojení s názvem „In-Liner Everything“, neboli vše v jedné návlečce je na trhu jediný. Celý proces dojení probíhá uvnitř strukového násadce-omytí, stimulace, odstřík, samotné podojení, dipování, přičemž nejsou potřeba žádné kartáčky k mytí. Tímto způsobem je vyloučena křížová kontaminace a zároveň nedochází k zbytečným časovým prodlevám, kdy je potřeba zvláště čas k připojení kartáčků a omytí struku (Farmtec, 2021).

Pro velké mléčné farmy je od společnosti Gea určena robotická kruhová dojírna DairyProQ. Jedná se o klidné a plynulé dojení s vysokou produktivitou podporující optimální zdravotní stav vemene. Umožňuje nasazování a dojení kdykoliv a kdekoliv na kruhu během celého průběhu dojení. Robotické kruhové dojírny DairyProQ lze přizpůsobit velikosti stáda a budoucímu rozvoji farmy. Servis a údržba probíhá současně s provozem. V současné době jediné řešení robotizované kruhové dojírny na českém trhu (Farmtec, 2021).

Robotická rotační dojírna GEA DairyProQ může podojit zcela automaticky stáda od 600 krav výše. Má 28-80 dojících stání s možností podojení až 600 krav za hodinu 3x denně. S touto možností lze strukturovat provozní procesy s pevnou pracovní dobou. Každý modul funguje nezávisle (Gea, 2022).

### 3.8.2.3 Systémy od Lely

Systémy od lely nabízí dojícího robota Lely Astronaut A4 již od roku 1992. Funguje společně s počítačovým programem T4C. Lely představuje technologii I-flow, která krávé umožňuje vycházet i vcházet do robota rovně, jelikož v úzkých prostorách krávy špatně zatáčí, zejména ty s velkým tělesným rámcem, jako plemeno Holštýn. Dle údajů Lely uživatelé používající technologii I-flow hlásí zvýšenou produkci mléka. Dojící rameno je z robustní konstrukce, která neumožňuje spadnutí ramene na zem, i když si na něj kráva stoupne. V případě, že kráva stoupne na strukové násadce jsou opět nasazeny zpět, aniž by došlo k jejich znečištění. Pomocí kartáčků robot očišťuje přilepené výkaly. Jedná se o jediný systém, který

čistí i oblast kolem struků včetně základny vemene. Kartáčky zároveň provádějí mechanickou stimulaci, která je důležitá pro uvolnění hormonu oxytocinu. Díky otočnému krmnému žlabu je umožněno dojnici rychle vystoupit z boxu, aniž by zdržovala další dojnice od podojení, jelikož před sebou nemá žádné krmivo (Lely 2022).

#### 3.8.2.3.1 Lely 4Effect a Lely MQC, MQC-C

Každá dojnice upřednostňuje jiné nastavení, které u ní zajistí optimální dojení. Lely Astronaut A4 je schopen pomocí Lely 4Effectu nastavit pulzaci a podtlak pro každou čtvrt' zvlášť. Tím Lely zaručuje individuální péči o každou dojnici.

Kvalita mléka je klíčem k úspěchu. Systémy Lely proto berou samotné mléko jako zdroj informací a měření tuku a bílkovin nabízí jako první již ve standardní výbavě. Systém MCQ u každé čtvrti měří barvu mléka, konduktivitu, dobu dojení, čas rozdojení, rychlost dojení, teplotu, tuk a bílkoviny.

#### 3.8.2.3.2 Manažerský program T4C

Tento počítačový program je určen pro řízení stáda, modul dynamického dojení a krmení a reprodukční modul. Plodnost krav je důležitý faktor ekonomických výsledků podniku. Rozeznávání říje je nejdůležitější faktor pro zlepšování reprodukce stáda a je detekována dle aktivity dojnice. Pokud po inseminaci nedojde k významně zvýšené aktivitě, je dojnice automaticky systémem označena jako březí. Tento systém umožňuje finanční úsporu za vyšetření březosti inseminačním technikem. Aktivita dojnice není měřena pouze počtem kroků, ale tak délku a intenzitu pohybu. Umí současně měřit i čas přezvykování, který používá jako indikátor zdraví dojnice. Modul dynamického krmení je nadstandardní výbavou dojícího robota. Principem je zaznamenání změny dojivosti na dávku koncentráту. Zohledňuje cenu koncentráту, cenu objemných krmiv a příjem sušiny a vyhodnotí, při jakém koncentráту jsou zisky maximální (Lely 2022).

Technologie Lely nejsou určeny jen pro malé farmy. Servisní smlouva je založena na konceptu platba za kilogram nadojeného mléka. Největší farma s Lely Astronaut provozuje 36 dojících robotů. Společnost Lely razí přístup v podobě svobodného pohybu krav, které si samy určují, kdy chtějí podojit (Jedlička 2021).

#### 3.8.2.4 Systémy od Delaval

Systémy Delaval jsou v České republice prodávány společností BD Tech, která zde oficiálně zastupuje německou firmu Big Dutchmann vyrábějící technologie zprvu pro prasata, pak svůj sortiment rozšířila celou živočišnou výrobu (BD Tech 2023). Systémy dobrovolného dojení byly patentované firmou DeLaval již v roce 1982 a první automatický systém byl umístěn na trh v roce 2000 (Delaval 2022).

##### 3.8.2.4.1 Robotický systém VMS V300 a V310

AMS od Delaval je vyráběn ve dvou variantách, a to s označením VMS V300 a VMS V310. Dojící robot DeLaval VMS V310, propojený s počítačovým systémem Herd Navigator 100, je vybavený automatickou kontrolou březosti, schopností detekce abnormálních říjových cyklů, tiché říje, řádné hygieny struků a stimulace vemene. Současně klade důraz na řádnou

kontrolu reprodukce dojnic a detekci říjících krav. Systém HN100 detekuje hladinu hormonu progesteronu v mléce s laboratorní přesností ng/ml (Delaval 2023).

#### 3.8.2.4.2 Progesteron jako spolehlivý indikátor březosti

Progesteron je hormon produkováný žlutým tělískem vaječníku. Během pohlavního cyklu samice probíhají na vaječnicích dvě fáze, a to luteální a folikulární. Fáze folikulární je charakteristická růstem folikulů na vaječnicích, které produkují estrogény způsobující říjové projevy. Ve fázi luteální dochází k prasknutí Graafova folikulu a uvolnění vajíčka. V místě Graafova folikulu vzniká žluté tělísko, které produkuje progesteron. Při zabřeznutí zůstává a zabraňuje další ovulaci, v opačném případě zaniká. Hladina progesteronu v mléce je ukazatelem úspěšného zabřeznutí, či probíhající říje (Jelínek & Koudela 2003)

U dojnic dochází k cyklickým změnám v hladině progesteronu v závislosti na ovariálním cyklu. Na základě těchto změn vyhodnocuje počítačový program DelPro farm manager progesteronovou křivku každé krávy. Díky tomu má chovatel nástroj pro každodenní zootechnickou práci, jakou je vyhledání říje nebo stanovení diagnóz jako krávy s cystami. Poruchy plodnosti jako cysty jsou klíčovým faktorem v optimální ekonomické efektivnosti chovu mléčného skotu. Neléčené cysty snižují množství produkovaných telat a mléka (Bouška et al 2006).

Tímto nástrojem lze s velkou přesností řídit reprodukci stáda. HN100 je analytický přístroj, který je jednoduchý k použití chovatelem, snadno obsluhý s intuitivním ovládním. Hlídá si sám spotřebu testovacího materiálu a je schopný sám další objednat. Obsluhou je nutné vyměnit pouze kazetu na vzorkování, která obsahuje přibližně 400 testů (Delaval 2023).

V České republice byl první robot DeLaval instalován v roce 2009 na farmě v Hulicích. Výhodou robotického dojení DeLaval je, že při každém spadnutí ramene dochází k opětovnému propláchnutí násadců. Parametry každé čtvrti jsou měřeny odděleně, nestandardní mléko se separuje dle volby zootechnika do kanálu nebo jedné ze připojených sběrných konví, jejichž počet je volbou pořizovatele. Podlaha robotického stání se oplachuje automaticky, takže krávy stojí vždy na čistém protiskluzovém povrchu. Automatický štít za zády dojnice pojíždí a odvádí výkaly a moč z prostoru dojení do kanálu (Ježková 2009).

#### 3.8.2.5 Systémy od Fullwood

Fullwood Packo vyvíjí dojící roboty již více než 20 let. Firma klade důraz na pohodlí krav a výrazně tiché dojení bez stresu. Nabízí robotické dojení ve dvou variantách, a to M<sup>2</sup>erlin a M<sup>2</sup>erlin Meridian.

##### 3.8.2.5.1 M<sup>2</sup>erlin

M<sup>2</sup>erlin se svou konstrukcí snaží o pozitivní vliv na zdraví krav, jelikož zdravé krávy znamenají vyšší ziskovost, vyšší výnosy a nižší náklady. První dojící robot se objevil na trhu v roce 1996. Od doby prvního spuštění bylo vytvořeno již 6 generací Merlinů. Oblast vývoje se specializuje na produktivitu krav, vysokou kvalitu mléka a účinnost. Dojící robot je schopen poskytnout kravám 3,9 dojení denně při své maximální kapacitě. Žlab na krmení se otevírá pouze při dojení. Brány u zadě krávy typu „Texas je možné otevřít pro snažší manipulaci s kravami. Koncept „Kflow“ umožňuje výstup krávy buď dopředu do separace, nebo boční

výstup zpět ke stádu. Fullwood nabízí systém předvýběru krávy Milk2Feed, který kontroluje, zdali kráva potřebuje být podojena. Pokud ne, je vrácena zpět ke stádu, pokud ano, je posunuta k robotům, což předchází tvorbě skupinek krav blokujících vstup do robota.

#### 3.8.2.5.1.1 Crystal od Fullwood

U dojícího robota je dotyková obrazovka, která poskytuje po ruce klíčová data, která lze snadno prohlížet a není nutno se vracet do kanceláře farmy k počítači. Byl navržen s ohledem na farmáře a ovládání je zcela jednoduché a intuitivní. V obrazovce u dojícího ramene lze navolit extra koncentrát, nebo krávu propustit do separace.

#### 3.8.2.5.2 Crystal II

Inovativním systémem je přesun čipů z krku na nohu dojnice. Systém byl navržen tak, aby navrhoval přesné měření krokové aktivity, detekci říje a identifikaci krav. Tyto informace je schopen předávat na dlouhé vzdálenosti.

#### 3.8.2.5.3 Crystalab

Spolehlivá laboratoř dojícího robota je velice moderním analyzátozem vybraných složek mléka. Senzory pečlivě monitorují a zaznamenávají údaje o tuku, bílkovinách a laktóze u každé krávy při dojení a upozorní na případné problémy. AfiLab poskytuje nástroj pro včasnou detekci mastitidy, ketózy a subakutní bachodové acidózy. Včasné odhalení potenciálních zdravotních obtíží šetří investice do léků a péče veterináře, ale pomáhá udržovat vysokou kvalitu mléka.

#### 3.8.2.5.4 4QC

Systém je přesným senzorem pro měření vodivosti a indikaci infikovaných čtvrtí mastitidami. Elektrická vodivost mléka je způsobena pohyblivými a rozpustnými ionty v mléce.

### 3.8.3 Součásti automatického dojení

Integrace dojících robotů do funkčních zařízení může mít několik podob. Aparatura může být sestavena jako typická dojírna, nebo přímo na míru pro daný provoz. Společným rysem všech variant je box s automatickým podavačem krmení, úsek ležení a úsek dojení (Devir 1992; Devir a kol 1993; Rossing a kol. 1994). Toto provedení umožňuje krávkám přijít do boxu dobrovolně a systém je schopen se rozhodnout, zdali kráva bude podojena, nebo vrácena zpět do zóny ležení a zóny krmení. Tento systém minimalizuje čas potřebný pro přivedení krav do čekárny, přípravu krávy na dojení a připojení, nebo odpojení dojícího zařízení, který je u konvenčního dojení mnohem delší.

#### 3.8.3.1 Konstrukce dojícího stroje

K popisu je využit robot M<sup>2</sup>erlin od společnosti Fullwood Packo. Společnost Fullwood se specializuje na konstrukci, výrobu a instalaci a provoz mlékárenských strojů. Je nesmírně důležité, aby zařízení provozovaly a seřizovaly řádně proškolené osoby. K zajištění bezpečnosti zvířat i pracovní síly je důležité používat čistě k účelům dojení (nikoliv například veterinárnímu ošetřování krav), v povolených provozních podmínkách. Při vedení jakékoliv údržby je třeba

stroj vypnout, počkat, než se všechny pohyblivé části zastaví a odpojit stroj od přívodu elektrické energie. Nepovolané a nevyškolené osoby (např. děti) je nutné držet mimo oblasti nebezpečných oblastí dojícího robota.

Při výpadku napájení přestane stroj pracovat, struková pouzdra klesnou od struků, výstupní vrátka se otevřou, aby kráva mohla opustit box, robotickým ramenem bude možné pohybovat volně. V rameni je brzda zabraňující volnému pádu ramene na zem při výpadku proudu. Tato brzda je překonána při vyvinutí síly nad 400 kg

Velikost stroje je na délku 3693 mm, šířku 3285 mm a hloubku 2438 mm. Hmotnost samotného boxu je 750 kg, elektrické řídicí skříň 350 kg.

Řídicí skříň obsahuje řídicí zařízení pro napájení a nízkonapětové řídicí prvky a řídicí prvky stlačeného vzduchu. Zařízení pro dojení mléka, odběr mléka a čerpání mléka a automat na krmivo. Box a rameno se nachází poziční zařízení s válci pro přípravu struku, laser, struková poziční pouzdra a odstřík struku. Na straně s krávou musí být dostatek prostoru, aby se vstupní a výstupní vrátka mohla otvírat bez zábrany. Okolní teplota dojícího robota by neměla přesahovat rozmezí 2-45 °C (Fulwood 2018).

### 3.8.3.2 Napájení

Přívod elektrické energie si zajišťuje pořizovatel. Je odpovědností chovatele, aby si zajistil veškeré zapojení elektroinstalace. Požadavky na napájení se liší v závislosti na použití doplňkového vybavení. Při jednofázovém napájení je napájecí napětí 216-253 V, maximální proud 25 A. Při napájení třífázovém je napájecí napětí 376-440 V, maximální proud 16 A (Fulwood 2018).

### 3.8.3.3 Stlačený vzduch

U stlačeného vzduchu jsou požadavky na výkon kompresoru 6,8 m<sup>3</sup>/hod a 150 l vzduchu v zásobníku. Minimální vstupní tlak je 7 barů a maximální vstupní tlak 11 barů. U stlačeného vzduchu je důležité vědět, že většina pístových kompresorů má činitel využití 50 % a proto musí mít dvojnásobnou kapacitu v m<sup>3</sup>/h oproti kompresoru šroubovému. Vzduchové sušení musí mít certifikaci k nejnižší obvyklé teplotě v dané zemi a filtry by se měly nacházet co nejbližší ke kompresoru za vzduchovou sušičkou. Pokud kompresor nemá žádnou filtraci, je nutné umístit před sušičku a zbývající filtry.

Vzduchová filtrace musí obsahovat filtr prvního stupně nejvýše 0,1 mikronu k odstranění větších částí a filtr druhého stupně nejvýše 0,01 mikronu k odstranění menších částí a v neposlední řadě uhlíkový filtr k odstranění zápachu a nečistot (Fullwood 2018).

### 3.8.3.4 Hluk

Hluk může krávy nebo jalovice při počátcích dojení zabraňovat, proto je nutné, aby odpovídal předem stanoveným normám. Úroveň akustického tlaku by měly být měřeny v místě řídicí skříň a obrazovky dojícího robota, vždy 1 metr od povrchu přístroje a 1,6 metru nad podlahou. Úroveň akustického tlaku nepřevyšuje 70 dB. Výrobce Fulwood má nejnižší automatický dojící systém na trhu (Fullwood 2018).



### 3.8.3.5 Vakuum

Vakuová pumpa neboli vývěva saje vzduch a tím vytváří potřebný podtlak pro sání mléka. Vakuová pumpa musí mít adekvátní vzduchový průtok, aby fungovalo správně čištění a dojení. Při hodnotě 50 kPa je nutné zajistit minimální vzduchový průtok 450 l/m při jednom dojícím stroji (Fullwood 2018).

### 3.8.3.6 Voda

Dojící robot musí mít přívod ke studené a horké vodě. Voda by měla být pitná, vhodná ke konzumaci lidmi. Tlak studené vody by měl být regulován na rozmezí 1,5-5 barů a toto většinou splňují standardní vodovodní řády. Teplota vody je dle okolí a napájena je neomezeně z rozvodné sítě. Horká voda by měla být ohřátá na 92°- 96 °C v bojleru o objemu 85 l, podle počtu krav. Teplotu splňují pouze speciální bojlerů od firmy Fullwood. Standardní bojler pracuje v režimu 40–80 °C, proto nemůže být použit pro instalaci k dojícímu robotu M<sup>2</sup>erlin. Na potřebných místech bude potrubí izolováno, aby nedocházelo k zamrznutí vody, nebo k tepelným ztrátám (Fullwood 2018).

### 3.8.3.7 Kanalizace

Je nutné přijmout opatření k zajištění odtoku špinavé vody buď připojením do řádně postavené jímky nebo žumpy v souladu s nařízeními o hygieně v chovu hospodářských zvířat. Odtok probíhá strouhami zakrytými mřížkami proti hlodavcům. Odtok z provozních prostorů bude napojen na kanalizační systém stáje (Fullwood 2018).

### 3.8.3.8 Osvětlení

Přímo u robota je nutné osvětlení 350-500 jednotek světelného toku na úrovni podlahy. Osvětlení by se mělo nacházet přímo nad jednotkou M<sup>2</sup>erlin, aby případné stíny nerušily krávy (Fullwood 2018).

### 3.8.3.9 Management řízení stáda pomocí programu Crystal od Fullwood

Fullwood Crystal je software pro správu stáda. Je snadno použitelný, ovládá a automatizuje procesy na mléčné farmě. Mezi procesy patří automatická identifikace krav, automatické krmení k optimalizaci mléčné produkce, měření vodivosti mléka, aktivity zvířat, kalendáře událostí. K jeho provozu je zapotřebí počítač (Technický manuál M<sup>2</sup>erlin 2018).



Obrázek 1 Dojící robot M2erlin Fullwood, převzato z technického návodu Fullwood

### 3.8.4 Proces učení dojnice na robota -

Přechod na robotický systém dojení je spojený s určitými problémy, nicméně má pozitivní vliv na kvalitu života farmáře. Chovatelé zaznamenali lepší ziskovost, lepší kvalitu života a života jejich krav. Mezi prvotní překážky patří náročnost používání technologií a interpretace dat, prvotní učení krav a jalovic na dojícího robota, změna řízení chovu a kontroly zdraví krav (Tse et al. 2018).

V momentě, kdy chov přechází z ručního dojení v dojírně na systém automatického dojení dojícími roboty, trvá průměrně 3 až 4 týdny, než se 80 až 90 % krav naučí tyto roboty samostatně používat. Mladší krávy se na tuto změnu adaptují rychleji. Proces učení lze pozitivně podmínit tím, že se při dojení kravám předloží malá dávka jaderného krmiva. Procesem učení je nejlepší začít už u jalovic, které se takto naučí využívat dojícího robota v průměru za 2 až 3 dny (Rodenburg 2002).

Dle studie vedené na 217 kanadských farmách trvalo krávu nebo jalovici naučit dobrovolně se podojit automatickým systémem v průměrem jeden týden a trvalo celkem 30 dní, než se celé stádo adaptovalo na automatizovaný dojící systém (De Vries et al. 2018). Učení krávy na dojícího robota je důležitý aspekt přechodu na robotický dojící systém, zejména vystavení krav nebo jalovic zvukům a mechanickým pohybům robota (Jago & Kerrisk 2011). Zavádění jalovic do automatizovaného dojení ještě před otelením má pozitivní vliv na intervaly dojení, frekvenci dojení, frekvenci krmení a produkci mléka po otelení (Widegren 2014). Společnosti prodávající robotické dojení doporučují dodržovat určité postupy při učení zvířat

na robota, nicméně tyto postupy nejsou standardizované, často se liší metodami, dobou trvání a specifitami.

Školící program pro zvířata zahrnuje přivádění krav do dojícího robota 1 - 4x denně bez dojení, ale s poskytováním vysoce koncentrovaného krmiva po dobu 3-14 dní před plánovaným porodem (Delaval International AB 2008). Doporučenou velikostí tréninkové skupiny je 25-30 krav (Hulsen a Rodenburg 2008). Spolders (2004) uvádí, že dojnícím trvá v průměru 30 dní adaptovat se na robotické dojení. Podobné údaje uvádí Jacobs a Siegford (2012). Podobnou dobu navrhl Rodenburg (2002).

### **3.8.5 Příprava dojnice k robotickému dojení**

Dle Machálka příprava dojnic k robotickému dojení začíná již v embryonálním stádiu, kdy plod již vnímá chování své matky. Matkou prožitá stresová situace může hrát negativní roli pro potomka a ten si na základě šoku matky může vytvořit nepodmíněný reflex. díky tzv. „imprintingu“, neboli rannému, intenzivnímu a rychle probíhajícímu učení, může mít taková stimulace významný a dlouhodobý efekt (Šebková 2012).

#### **3.8.5.1 Příprava telat**

Telata by měla být odchováána v technologicky podobném systému, v jakém budou chována v dospělosti. Telata by zásadně neměla být uvázána, přítomnost člověka by neměla působit rušivě a způsob ustájení by měl být velmi podobný ustájení dospělých jedinců. Významným aspektem je přítomnost technických prvků, které se nacházejí v produkčních stájích.

#### **3.8.5.2 Příprava jaloviček**

V odchovu jalovic platí stejná pravidla, jako při odchovu telat. U březích jalovic uplatňujeme tzv. tréninkový box. Tréninkový box vzhledem a rozměry připomíná robotický dojící box. Jalovice si sem chodí pro různé pochutiny ve formě granulí nebo šrotu, které by měly být nízkokalorické. Jalovice by neměly být do boxu přiváděny násilím. Jalovice nebo krávy, které zásadně odmítají chodit do robora nebo tréninkového boxu, by měly být vyselektovány. Dle teorie učení se pozorováním má pozitivní efekt uspořádání stáje, kdy jalovičky jsou umístěné pod jednou střešou s produkčními kravami a mohou sledovat krávy v produkční sekci (Machálek 2011).

#### **3.8.5.3 Motivace krávy pro návštěvu dojícího robota**

Motivací krávé jsou všechny podněty, ať už působí zevnitř nebo z okolí. Motivaci dělíme na přímou a nepřímou. U motivace přímé se jedná o všechny podněty vázané na pocit naplnění mléčné žlázy. Takových fyziologických podnětů je velké množství. Mezi významné patří zvýšený tlak a tah ve vemeni a jeho úponových vazech, překážení vemene v chůzi, potřeba působení hormonu oxytocinu, dráždění receptorů struku, nebo pocitu vyprázdnění vemene. U motivace nepřímé se jedná o motivaci způsobenou člověkem. Mezi dvě významné motivace patří motivace pomocí granulí a audiostimulace.

### 3.8.5.3.1 Granule

Granule jádra mají v robotu funkci pamlsku. Druh této motivace je nejrozšířenější mezi nepřímými motivacemi. Granule ve formě pamlsku se ukázaly jako neúčinnější motivací. Je třeba, aby byl dodržen optimální poměr množství jádra podaného ve směsné krmné dávce a množství jádra v granulích. Optimální poměr mezi množstvím jádra v krmné dávce a v robotu je zhruba 9:1 (Machálek 2011). Maximální jednorázová dávka na dojnici v robotu by neměla překročit 2 kg a dojnice by neměla sežrat více než 6 kg koncentrátu za den (Hulsen 2011).

### 3.8.5.3.2 Audiostimulátor a audiostimulace

Tato motivace je založena na předpokladu, že si kráva spojí zvuk sypání granulí jádra s dojením. Tato metoda je ve fázi experimentálního ověřování a předpokládá, že když kráva nacházející se v boxové lóži, nebo u krmného stolu uslyší zvuk spojený s dojením, vytvoří se u ní potřeba podojit se. Dle Machálka v experimentu provedeném ve stáji v obci Brloh došlo při audiostimulaci k poklesu návštěvnosti o 13 % u pokusné skupiny, zatímco u kontrolní skupiny o 23,4 %, což lze považovat za statisticky významné. Ne všichni chovatelé však ke krmení v robotu používají jádro ve formě lisovaných granulí, lze použít i šrotované krmení k úspoře za granulaci a v takovém případě audiostimulace pozbývá smyslu.



Obrázek 2 Tréninkový box na farmě v Sousedovicích (okr. Strakonice), upraveno podle Machálka

## 3.8.6 Doporučení při prvním zavádění dojníc do robota od společnosti Lely

Před tím, než chovatel přijde opatření při spuštění dojícího robota je nutné, aby krávy měly ošetřené paznehty, krávy s nízkou dojivostí byly zasušeny a byl zajištěn dostatek pracovníků pro první fáze spuštění robota (Hulsen 2011). Vlastní učení krav je rozdělené do 4 fází. Ve fázi 1 se produkční sekce krav rozdělí do dvou skupin. Ošetřovatelé odbaví nejdříve jednu skupinu, potom druhou. Je nutné každou krávu individuálně odvést a uzavřít a pracovat celodenně. Tento postup opakujeme, dokud 75 % krav nechodí dobrovolně. Do druhé fáze

přecházíme, pokud je pohyb krav částečně usměrněný. Potřeba pracovní síly se snižuje. Chodíme 4x denně doprovodit krávy, které nebyly podojeny déle, než 10 hodin. Do fáze 3 přestupujeme, když návštěvnost denně na krávu dosáhne 2,5. Ve fázi 3 chodíme 3x za den podojit krávy, které nebyly v dojícím robotu déle než 12 hodin. Zaměřujeme se na problémové krávy. Do fáze 4 přestupujeme, pokud do robota doprovádneme méně, než 5 % krav. Ve fázi 4 chodíme 2x za den doprovodit krávy, které nebyly podojeny déle, než 12 hodin. Je nutné kontrolovat dlouho nedojené 2x denně (Lely 2022)

### **3.8.7 Vhodnost dojnice pro podojení v dojícím robotu z hlediska tělesné stavby, tvaru vemene**

Morfologická stavba mléčné žlázy se projevuje ve funkčních a tvarových vlastnostech vemene. Pro chovatele jsou takové vlastnosti vemene důležité, a to především jeho velikost, tvar, upnutí, vzdálenost od země, tvar a postavení struků. Utváření vemene a struků souvisí s kvantitou i s kvalitou mléčné produkce (Štolc et al. 1996).

Důležité jsou především požadavky na tvar vemene. Vemena a struky by měly být zbaveny špíny a přebytečných chlupů. Srst na vemeni, bříše a ocas je nutné za použití vhodného vybavení ostříhat alespoň jednou za 3 měsíce. Na vemeni by se neměly nacházet přebytečné struky, otoky nebo boule. U parametrů vemene bereme ohled na vzdálenost mezi struky, tloušťka struku, vertikální zarovnání struků a výška struku. Vzdálenost mezi předními a zadními struky by se měla pohybovat od 12,5 cm do 30 cm, tloušťka struku od 1,5 cm do maximálně 3,5 cm. Vertikálně by se struky měly vychylovat maximálně 30° a dolní část struku musí být od země alespoň 35 cm (Fullwood 2022). Pokud je vemeno nestandardní, lze krávu podojit za asistence ošetřovatele a nasadit tak návlečky dojícího ramena manuálně (Gea 2022)

### **3.8.8 Ovládání a údržba robota chovatelem**

Prvnímu spuštění stroje předchází příprava, která zahrnuje kontrolu, že žádné osoby nepracují na stroji, žádné osoby se nenachází na straně krávy, všechna přístupová vrátka jsou zavřena a že všechny odstranitelné kryty jsou na místě. Kompresor, čerpadla horké a studené vody, bojler, vakuová pumpa a krmící šneky jsou zapnuté.

#### **3.8.8.1 První spuštění dojícího robota**

Stroj smí používat jen řádně proškolené osoby. Předpokladem bezpečného prvního spuštění je zavření všech přístupových vrátek, u stroje na straně krávy se nenachází žádné osoby, na stroji nepracuje žádný personál a současně jsou všechny odnímatelné panely a kryty zajištěné na svém místě. Spuštění robota předchází zapnutí technických instalací robot, mezi které patří kompresor, čerpadla horké a studené vody, bojler, vakuová pumpa a krmící šneky (Fullwood 2018).

Tlačítka zapnutí jsou umístěna na elektrické skříni V první fázi je nutné zapnout vypínač na štěně. Dále ověříme, že na robotovi není stisknuto tlačítko nouzového nastavení. Zapneme vypínač stroje a stiskneme tlačítko reset umístěn na elektrické skříni. K nouzovému vypnutí slouží tlačítkem nouzového zastavení, kdy po jeho stisknutí dojde k přerušení všech zdrojů energie od stroje. Opětovné zapnutí je možné po odstranění závady. Otočíme zařízení pro nouzové nastavení a vysuneme jej. Vypneme vypínač stroje na elektrické skříni, počkáme 5

minut, než ze všech pohonů vyprchá veškerá energie a opětovně zapneme vypínač na elektrické skříně. Před samostatným prvním dojením je nutné zkontrolovat, že je přišroubovaný dle pokynů a voda v bojleru je horká. (Fullwood, 2018).

#### 3.8.8.2 Čištění a používání chemikálií

Čištění horkou vodou se provádí 3x denně automaticky. V místě s tvrdou vodou lze používat systémy změkčovačů vody. Po každém dojení se provádí zpěrný průtok vody, aby se snížilo riziko přenosu kontaminace z jedné krávy na druhou. Po dokončení dojení krávy systém zpětného průtoku pošle proud vody stlačený vzduchem do odsávaček a do kanalizace prostřednictvím odstraňovacích komor pro mlezivo. Při čištění chemikálií se používají kyselé a zásadité chemikálie. Dávkování chemikálií se provádí automaticky. Je nutné chemikálie doplňovat a používat doporučené ochranné pomůcky. Frekvence čištění lze nastavit ve 3 programech. V programu 0 bude prováděno pouze kyselé čištění. V programu 1 se střídá kyselé se zásaditým čištěním. V programu 2 se provádí 2 kyselé čištění na 1 zásadité čištění (Fullwood 2018).

#### 3.8.8.3 Identifikace zvířat

Identifikace zvířete robotem se provádí pomocí čipů. Čipy jsou k dispozici ve 3 možnostech, jimiž jsou ušní identifikátor, krokoměr, čip na krk. Krokoměr se vyznačuje přesností měření aktivity krávy, a proto je u uživatelů M<sup>2</sup>erlinu oblíbený (Fullwood 2018).

#### 3.8.8.4 Ušní identifikátor

Značky by se měly aplikovat v chladném počasí, aby se minimalizovala pravděpodobnost vzniku infekce. Zajistíme hlavu krávy, aby s sebou při označování neházela. Značky aplikujeme v čistém prostředí. Ruce chovatele, ucho i identifikátor musí být čisté. Použijeme vhodnou dezinfekci. Zkontrolujeme, že obě aplikované značky mají stejné číslo. Po 10 dnech zkontrolujeme, zdali se nevyskytly známky infekce. Značka by se měla volně otáčet. Všechny krávy musí mít identifikátor na stejném uchu, tj. v pravo nebo vlevo (Fullwood, 2018).

#### 3.8.8.5 Krokoměr

Krokoměr připevníme na přední nohu všech krav ve stádu. Všechna zvířata musí nosit krokoměr na stejné noze. Každý vysílač má své číslo. Poslední čtyřčíslí se zadává do programu Crystal v počítači společně s ušním číslem krávy, aby šla kráva v robotu spolehlivě identifikovat. Mezi řemínek a nohu by se měl vejít objekt o velikosti prstu. Je třeba respektovat skutečnost, že jalovice většinou dosáhnou období porodu ve své zootechnické dospělosti, která není totožná s dospělostí tělesnou. Její tělesný rámec, včetně končetiny se po prvním porodu pravděpodobně zvětší a může dojít k poranění vlivem příliš utaženého řemene. Pokud po dosažení tělesné dospělosti je řemen s krokoměrem krávi těsný, je třeba ho vyměnit a povolit, aby nedošlo k pořezání ostrými hranami plastového řemene.

#### 3.8.8.6 Značky na krk

Přípevňují se na krk pomocí vhodného řemínku. Obojek by měl být dostatečně utažený, aby se z něj kráva nevyvlékla a aby se nezachytil za části strčící z boxu nebo ze stodoly. Řemínek nesmí být utažený natolik, aby bránil krávě v pohybu (Fullwood, 2018).

### 3.9 Změny v managementu chovu pro chovatele dojnic v robotickém systému dojení

#### 3.9.1 Výzva pro chovatele

Oproti konvenčním metodám dojení má manažer chovu nové úkoly, jako je údržba zařízení a analýza dat ze senzorů. Sensory analyzují estrus, dobu přežvykování, dobu ležení a stání, mastitidu a jiné nemoci. Výhodou je detailní zaznamenávání individuálních informací o krávě nejen v době dojení, ale také mimo něj v delším časovém horizontu. Počítačové analytické systémy jsou významným pomocníkem a očekává se, že budou hrát velkou roli v optimalizaci managementu chovu. Použití senzorů v kombinaci s inteligentními programy pro analýzu dat nabízí lepší deteci říje, mastitidy a jiných onemocnění (Spahr 1993).

Robotické dojení automatizuje proces dojení a předává skutečnou práci spojenou s dojením z člověka na stroj do té míry, že lidé nemusí být přítomni přímo při dojení, které v tomto případě trvá 24 hodin denně. Zemědělci nejsou vázání pevnými časy dojením v dojárně, což jim umožňuje vykonávat jinou práci a více se účastnit na spoječenském a rodinném životě. Současně je eliminována nutnost složitého hledání a řízení kvalitního personálu pro dojení. Zlepšení kvality života farmáře je jedna z hlavních výhod automatizovaného dojení. Robot a krávu lze sledovat na dálku. Farmář se nicméně váže k robotu jinými způsoby, než tomu je v klasické dojárně. Vztahy zemědělce a krávy se mění. Od zemědělců se očekává, že budou schopni interpretovat informace, které jim robotické dojení poskytne. Farmář musí pochopit souvislosti mezi ukazateli jako vodivost mléka, krev v mléce, aktivita dojnice, doba přežvykování, zvýšená aktivita, doba ležení a další. Collins a Seymour poukázali na problematiku odcizení dojnice a člověka. Automatický systém eliminuje fyzický kontakt mezi krávou a farmářem na minimum. S dojícími roboty je spojena nová myšlenka, že distanc farmáře od krávy vede k zanedbávání pozorování zdraví a pohody zvířete. Menší kontakt s kravami je u některých farmářů důležitým důvodem pro to nevolit automatizovaný systém dojení (Meskens et al. 2001). Automatické dojící systémy sice nahrazují lidskou práci, ale nemohou být bez lidského dohledu. Robot pracuje pod kontrolou farmáře a není to zcela nezávislý a plně autonomní systém (DeLaval 2023)

#### 3.9.2 Výzva pro dojnici

Etologický výzkum ukazuje, že krávy nechodí do robota pouze se podojit. Dojení samo sobě není dostatečnou motivací. Důležitým aspektem je přístupnost koncentrovaného krmiva. V Nizozemsku v roce 1980 byl proveden experiment, jak ochotně se krávy chodí dobrovolně podojit. K dojícímu zařízení byla přidána stanice s koncentrovaným krmivem a dobrovolná návštěvnost kravami se zjedné návštěvy se zvýšila na dvě a více denně. Vývoj automatizovaného dojení tedy závisí na novém vědeckém chápání krav jako živých bytostí se



specifickým chováním. Tímto novým systémem je umožněno kravám, aby si individuálně zvolily, kdy budou podojeny a kráva se tak stává zodpovědnou za své vlastní dojení. Dojnice mohou systém navštívit několikrát během 24 hodin, ve dne i v noci. Robot čte krávy pomocí čipů umístěných na obojku krku, nebo noze (pedometr) a zamezuje tím vstupu kravám, které se pokoušejí dostat příliš často do robota za účelem krmení. Častější dojení více napodobuje přirozené sání telete. Tvoří se nová forma subjektivity skotu, podporuje se svoboda a autonomie krav. Ve studii probíhající v roce 2011-2012 ve Velké Británii na dvaceti mléčných farmách, z nichž polovina užívala dojící roboty a druhá polovina konvenční dojení, kterou provedli Lewis Holloway a Christopher Bear bylo zjištěno, že robotické dojení představuje změny v subjektivitě skotu. Krávy se chovají méně jako stádo a více jako jednotlivci.

### **3.10 Etologie chovu mléčného skotu ve vztahu k produkci mléka**

V intenzivních chovech dojnic moderní technologie dojení a ustájení určují míru welfare zvířete. Dojnice může dosáhnout svého plného výkonnostního potenciálu pouze v adekvátním prostředí, kde se cítí bezpečně a pohodlně. Pokud jde o systém dojení, nepohodlí způsobené přítomností člověka a procesem dojení vyvolává stres, což může způsobit problémy s vypuzováním mléka (Van Reenen et al. 2002, Bruckmaier 2005). Je známo, že existuje komplexní vztah mezi chováním při dojení, reakcí na člověka, denní dojivostí, systémem dojení, fyziologickými ukazateli a zdravotním stavem dojnic (Rousing et al. 2004).

Temperament dojnic při dojení je hlavní charakteristikou dojnic, která určuje pohodlí během procesu dojení. Agresivní chování je indikátorem stresu (Metz-Stefanowska et al. 1992, Breuer et al. 2000), které vykazují nervózní krávy (Wenzel et al. 2003). Konkrétně vzrušivé krávy jsou náchylnější ke stresu způsobené manipulací a mají rozsáhlejší odezvu na proces dojení, než klidné krávy (Voisinet et al. 1997). Stresovaná zvířata vyžadují nejen více manipulace během dojení (Rushen et al. 1999), ale mohou být potenciálně nebezpečné pro dojiče. Strach krav může mít za následek pomalejší dojivost a retenci mléka. Lepší pochopení chování dojnic nám pomáhá usnadnit a urychlit dojení a vyhnout se řadě problémů jako zranění personálu, špatná kvalita mléka, nízká dojivost a s tím spojená ztráta zisku.

Temperament je popsán z hlediska reakce zvířete na manipulaci s člověkem. (Burrow 1997, Voisinet et al. 1997, Bucher 1999), nebo na nové prostředí (Sutherland et al. 2012) a vyjadřuje míru citlivosti skotu na stresory. Temperament dojnic je často subjektivně hodnocen v různých systémech bodování, jako jsou stupnice 1-3, 1-4, 1-5 v dojírně nebo v automatickém systému dojení, aby se zjistilo jejich chování při dojení (Viss Cher & Goddard 1995, Lewis & Hurník 1998, Sewalem et al. 2011). Uvádí se, že temperament je ovlivněn mnoha faktory, včetně věku, pořadí laktace (Tazsér et al. 2003) a také laktační fáze (Hagen et al. 2004). Řada publikací uvádí korelaci mezi produkcí mléka a temperamentem dojnic (Gupta & Mishra 1978, Roy a Nagpaul 1984, Lawstuen et al. 1988). Krávy s nepříznivou povahou produkovaly méně mléka ve srovnání s těmi s klidnou povahou, které měly dojivost vyšší a příznivější rychlost dojení.

Na základě bodovací stupnice temperamentu měly holštýnské krávy špatnou povahu velmi málo. Toto tvrzení bylo podpořeno řadou dalších studií. Dle bodové škály (1= klidné chování, 4=agresivní chování) bylo 85-90 % bylo zařazeno do klidných tříd (Khann & Sharma 1988). Budzyska a kol., 2005 zjistili, že 91,6 % krav bylo klasifikováno jako klidná zvířata (1-



3 skóre temperamentu) a vzrušivé chování vykazovalo pouze 8,4 % krav. 89, 15 % holštýnských krav mělo požadovaný temperament ve výzkumu (Sewalem et al. 2010). Z toho vyplývá, že holštýnské krávy jsou všeobecně klidné, pravděpodobně díky jejich dlouhodobé selekci k produkci mléka.

Podle dosavadních studií lze předpokládat, že vztah temperamentu a produkce mléka je dán mnoha faktory. Aby bylo možné lépe porozumět temperamentu krav během dojení, bylo provedeno pozorování během celé laktace. Účelem studie bylo identifikovat vztah temperamentu dojeného skotu s ukazateli produkce mléka jako například dojivost, rychlost dojení a spouštění mléka.

### **3.11 Porovnání oproti konvenčním metodám dojení**

#### **3.11.1 Ekonomické ukazatele**

Dle Mathijse (2004) ve studii na 107 robotických zařízeních bylo zjištěno, že dochází k ušetření práce ve 20 % s velkými rozdíly mezi farmami. Zisk na farmu s konvenčním typem dojení byl vyšší o 15566 EUR/rok, ale na farmě s robotickým dojením byly náklady na zaměstnance na plný úvazek o 12953 EUR/rok vyšší (Bijl et. al. 2007). Analýza holandských mléčných farem zapojených do národního účetního systému neuviedla žádný významný rozdíl mezi robotickými a konvenčními dojícími stády v práci na hektolitr vyrobeného mléka. Placené mzdové náklady byly 0,46 EUR oproti 0,70 EUR, u robotického dojení oproti konvenčnímu. Celkové náklady na pracovní sílu se tudíž nelišily. Neplacená práce byla neformálním odhadem, a tak nemusí odrážet skutečné odpracované hodiny. Kapitálové náklady byly na robotických farmách vyšší,

Jedním z nových požadavků na pracovní sílu je odvádění krav k robotu, které nechodí dobrovolně. Odvod jedné nebo dvou krav nevyžaduje větší úsilí a může být spojeno s čištěním volných stájí. Odvod většího množství krav vyžaduje práci a narušuje dobrovolný příchod k robotovi. V kanadském průzkumu 43 stád dojících robotické systémy (Rodenburg & House 2007) uvedli, že doprovází 14,6 krav alespoň jednou denně. V této studii byly rozdíly mezi stády velké, v průměru 2,5 % krav v 5 nejlepších stádech a 41,6 % krav v 5 nejhorších stádech. Minimalizace počtu krav, které mají být k robotu dovedeny při zachování vysoké úrovně pohodlí, zdraví a produktivity krav je cílem úspěšného robotického dojení.

#### **3.11.2 Výkonnost robotického dojícího systému**

Produkce mléka na robota za den, produkce mléka na krávu za den a tzv. odmítnutí na krávu za den jsou běžné parametry pro sledování výkonu robotických dojících systémů. Trembay (2016) analyzoval data z 635 severoamerických roboticky dojících farem a uvedl průměrnou produkci 1 626,80 +/- 396,99 kg mléka/robot od 50,50 +/- 9,54 krav produkujících 31,98 +/- 4,91 mléka na krávu. Studie 34 stád ve Španělsku uvádí podobná čísla s průměrnou produkcí 1463 kg/den z 52,7 krav produkujících 28 kg na krávu (Castro et al. 2012). Výrobci a distributoři uvádějí, že 2000 kg na den od 60 krav produkujících 33 kg na den je rozumným cílem pro stáda dojnic uzavřená v prostoru.

### 3.11.3 Vliv na zdraví vemene

Výhodou robotického dojení je možnost dojení krávy vícekrát denně. Je zjištěno, že krávy produkují o 5-25% mléka více, při trojnásobném dojení než při dojení dvakrát. (Hillerton & Winter 1992). Pokud je kráva během rané fáze laktace správně krmena, je možné častějším dojením zvýšit produkci po celou dobu laktace (Hillerton & Winter, 1992; Bar-Peled et al. 1992). Krávy na první laktaci mají větší odezvu na častější dojení, než starší krávy (Hillerton & Winter 1992). Předpokládá se, že častější dojení také snižuje tlak ve vemeni vlivem naplnění alveolů (Kuipers & Van Scheppingen 1992). Dojení více než dvakrát denně snižuje napětí na vazy vemene. Natažený vaz vemene je potenciálně důležitý faktor ve sledování životnosti stáda. Během robotického dojení současně kráva dostává dávku koncentrovaného krmení častěji než u konvenčního dojení, což vede k rovnoměrnější produkci těkavých masných kyselin, a to vede ke zvýšení příjmu sušiny krávou.

Senzory sledující zdraví vemene, reprodukčního stavu a různých tělesných parametrů zkrátí kontakt člověka se zvířetem na minimum. Dle Sitkowské dochází během dojení pomocí automatického dojícího systému ke změnám v rychlosti, délce a výtěžnosti dojení. Je však závislé na celé řadě dalších faktorů. Zejména starší krávy a krávy na třetí a čtvrté laktaci dosahují vyšších hodnot parametrů dojení (Aerts 2015).

### **3.12 Nové trendy v dojení**

Moderními trendy v oblasti živočišné produkce jsou směry robotizace a automatizace, vzhledem k nedostatku kvalifikovaných pracovních sil v zemědělství. Nové koncepty robotických dojících systémů se zaměřují na nízké náklady na údržbu, welfare a individualitu dojnice, snížené provozní náklady a s tím i spojena vyšší ziskovost (Ježková 2021).

#### **3.12.1 Gea**

Nejnovější robotický dojící stroj DairyRobot R9500 společnosti Gea garantuje zmenšení provozních nákladů oproti modelu původnímu o 35 %. Nová technologie In-Liner Everything provádí dezinfekci struku i strukového násadce najednou a tím snižuje spotřebu mezidezinfekce kyselinou peroctovou. Nově aktualizovaný software nabízí možnost MWiew, která oddělená zvířata dojí jako jednu skupinu bez oplachování mezi sebou, a tak jsou systémy rychle připraveny k použití znovu bez zbytečné spotřeby vody a dezinfekce. Pro novou generaci robotů jsou dodávány díly z kvalitnější ocele, delší životností a také došlo k revidenci servisních intervalů za účelem snížení nákladů (Gea 2022).

#### **3.12.2 DeLaval**

Ve snaze napodobovat co nejvíce přirozenou fyziologii dojení přišla společnost DeLaval s technologií, kdy software na základě přirozeného průtoku mléka strukovým kanálkem reguluje podtlak ve strukové návlečce. Přizpůsobením podtlaku individuálně ke každé krávě lze snížit dobu dojení o 10 %. DeLaval Flow Responsive neboli řízení podtlaku průtokem se prozatím dodávají do kruhových dojíren (Hladina podtlaku se nastavuje jako kompromis mezi předojováním na začátku a na konci dojení, kdy je průtok mléka nižší než po většinu doby dojení. Díky této kompromisní hladině podtlaku není dojeno tolik mléka, kolik má kráva potenciál uvolňovat v průběhu dojení (DeLaval2022).

## 4 Závěr

Závěrem je zřejmé, že robotické dojení a jeho připojený sofistikovaný software přináší farmáři spoustu výhod. Eliminace lidského faktoru umožňuje zamezení chyb, které mohou mít katastrofální ekonomický následek, jako nadojení mléka antibiotiky ošetřované krávy před koncem ochranné lhůty pro mléko. Nejmodernější zemědělství klade důraz na pohodlí, zdraví a respektování přirozeného chování zvířete. Možnost krávy si individuálně zvolit, kdy a jak často se podojí mají nepopíratelný pozitivní vliv na psychické pohodlí zvířete a redukuje stres při manipulaci v dojárnách. To, že kráva dostane při dojení chutné jádro pomáhá zkvalitnit proces dojení absence člověka vytváří u temperamentnějších krav klidné prostředí.

Velice sofistikované možnosti kontroly a řízení reprodukce dávají možnost chovateli, případně insemináčnickému technikovi zapouštět dojnice během přirozeně nastupující říje, a to i těch tichých a eliminuje tak případné umělé hormonální indukce říje prováděné veterinárními léčivými na minimum. Kráva je zapouštěna na základě fyziologicky probíhající říje bez jakéhokoliv omezování její přirozené reprodukce. Přesné rozbory mléka umožňují úspěšnou detekci subklinických mastitid a tím i eliminovat ekonomické ztráty vlivem odkloněním mléka z dodávky a úspory za veterinární léčiva spojená s léčbou klinické mastitidy.

Automatický systém dojení má pozitivní vliv na čas chovatele věnovaný samotnému dojení, kterého je díky AMS méně a může se tím pádem věnovat jiným aktivitám, ať už volnočasovým, pracovním, nebo rodině. Je třeba si uvědomit, že robotické systémy však nejsou plně bezobslužné a je nutné respektovat, že jejich řízení vyžaduje jisté úsilí a pozornost 24 hodin denně. Standardní výbavou softwaru je upozornění nestandardního průběhu dojení pomocí sms na mobilní telefon. Výhodou, vzhledem k situaci na trhu práce, je opadnutí nutnosti hledat kvalifikované a spolehlivé zaměstnance do dojíren. V konvenčním systému dojení je nutné zaměstnávat pracovníky alespoň do dvou směn. U dojících robotů postačuje zpravidla jeden, doprovázející dlouho nedojené krávy (pokud nějaké jsou), k podojení alespoň jednou za 12 hodin. V rodinných podnicích je to často sám chovatel. Spolehlivost v chovu zvířat je klíčová a v automatickém provozu oproti lidskému faktoru bezkonkurenční. U řady dojících robotů je možné v případě potřeby nasadit dojící zařízení ručně. Z robotického dojení tak pohodlně vytvoříme dojení konvenční, ale v obráceném případě to nefunguje. Vzhledem k vývoji automatizace je velice pravděpodobné, že tato možnost bude standardní výbavou u všech dodavatelů dojících robotů. Významnou nevýhodou je počáteční investice, která je oproti konvenčním metodám větší a její návratnost se zejména v zahájení provozu a zvykání si na robota může zdát pomalejší. Nepřetržitá pozornost 24 hodin denně a nutné opravy závad mohou být pro chovatele vysilující. Je třeba brát v potaz, že stále se jedná o robotický systém, který není schopen 100 % nahradit lidskou práci, ale pouze ji ulehčovat.

## 5 Literatura

AGROPRESS, redakce. Druhy dojení. Agropress [online]. Agropress, 2019, 9.9. 2017 [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://www.agropress.cz/dojeni-na-stani-a-v-dojirne/>

ARMSTRONG, D. V.; DAUGHERTY, L. S. Milking robots in large dairy farms. *Computers and Electronics in Agriculture*, 1997, 17.1: 123-128.

BACH, Alex; CABRERA, Victor. Robotic milking: Feeding strategies and economic returns. *Journal of dairy science*, 2017, 100.9: 7720-7728.

BOUŠKA, Josef. Chov dojeného skotu. Praha: Profi Press, 2006. ISBN ISBN 80-86726-16-9

BROUČEK, J.; TONGEL, P. Adaptability of dairy cows to robotic milking. *Slovak Journal of Animal Science*, 2015, 48.2: 86-95.

Český strakatý skot [online]. Radešínská Svratka: Svaz chovatelů holštýnského skotu, 2022 [cit. 2023-04-21]. Dostupné z: <https://www.cestr.cz/cs/plemeno/cesky-strakaty-skot>

DE KONING, Kees; SLAGHUIS, Betsie; VAN DER VORST, Yvonne. Robotic milking and milk quality: effects on bacterial counts, somatic cell counts, freezing point and free fatty acids. *Italian Journal of Animal Science*, 2003, 2.4: 291-299.

Dojící robot DeLaval VMS V310 [online]. Praha: DeLaval, 2023 [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://www.delaval.com/cs/zjistete-vice/vice-informaci/dojici-robot-delaval-vms-v310>

DRACH, Uri, et al. Automatic herding reduces labour and increases milking frequency in robotic milking. *Biosystems Engineering*, 2017, 155: 134-141.

DREVJANY, Lumír, Vlastimil KOZEL a Stanislav PADRŮNĚK. Holštýnský svět. Turnov: ZEA Sedmihorky, 2004.

DRIESSEN, Clemens; HEUTINCK, Leonie FM. Cows desiring to be milked? Milking robots and the co-evolution of ethics and technology on Dutch dairy farms. *Agriculture and Human Values*, 2015, 32: 3-20.

Druhy mléka a jeho složení [online]. Praha: Agropress, 2018 [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://www.agropress.cz/druhy-mleka-a-slozeni/>

FRELICH, Jan. Chov skotu. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2001. ISBN ISBN 80-7040-512-0

FROST, A. R. Robotic milking: a review. *Robotica*, 1990, 8.4: 311-318.

GELEYNSE, Bart. Robotic milking: The future. *Advances in Dairy Technology* (2003), 2003, 15: 367.

GRIM, Miloš a Rastislav DRUGA. *Základy anatomie 3 - Trávicí, dýchací, močopohlavní a endokrinní systém*. Praha: Galén, 2017. ISBN 978-80-7262-302-0.

HARMS, Jan; WENDL, Georg; SCHON, H. Influence of cow traffic on milking and animal behaviour in a robotic milking system. *Automatic Milking*. Wageningen Academic, 2004, 492-493.

HEIKKILA, A. M.; VANNINEN, Leena; MANNINEN, Esa. Economics of small-scale dairy farms having robotic milking. In: *Proceedings of the First North American Conference on precision dairy management*, March 2010, Toronto, Canada. 2010.

HILLERTON, J. Eric. Milking equipment for robotic milking. *Computers and Electronics in Agriculture*, 1997, 17.1: 41-51.

HULSEN, Jan. *Cow signals: A Practical Guide for Dairy Farm Management*. Praha: Profi Press, 2006. ISBN 978-80-8672-644-1

IPEMA, A. H. Integration of robotic milking in dairy housing systems Review of cow traffic and milking capacity aspects. *Computers and electronics in agriculture*, 1997, 17.1: 79-94.

JELÍNEK, Pavel a Karel KOUDELA. *Fyziologie hospodářských zvířat*. Brno: Mendelova univerzita, 2003. ISBN 80-7157-644-1.

JEŽKOVÁ, Alena. Automatizace a robotizace chovu skotu. *Náš chov* [online]. Praha: ProfiPress, 2019, 18.3.2019 [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://naschov.cz/automatizace-a-robotizace-v-chovech-skotu/>

JEŽKOVÁ, Alena. Environmetální mastitidy pod kontrolou. *Náš chov*. Praha: ProfiPress, 2013, (3), 30-31. ISSN 0027-8068.

JEŽKOVÁ, Alena. Mastitida a ekonomika chovu dojníc. *Náš chov* [online]. Brno: ProfiPress, 2013, 25. 07. 2013 [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://naschov.cz/mastitidy-a-ekonomika-chovu-dojnic/>

JEŽKOVÁ, Alena. Péče o dojnice v různých systémech dojení. *Náš chov* [online]. Brno: ProfiPress, 2020, 23. 11. 2020 [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://naschov.cz/pece-o-dojnice-v-ruznych-systemech-dojeni/>

KIŠÁČ, J. a P. BROUČEK. Etologické aspekty napájení telat. *Veterinářství*. 2001, (51), 493-497. ISSN 0506-8231.

KOPENEC, Jiří. Charakteristika a výkonnost paralelní dojírny. České Budějovice, 2020. Diplomová. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Vedoucí práce Ing. Marie Šítková, CSc.

KOZELKOVÁ, Jitka. Mléčná užitkovost dojníc při dojení pomocí robotů. České Budějovice, 2009. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Vedoucí práce Ing. Jarmila Voříšková, Ph.D.

KRUIP, T. A. M., et al. Robotic milking and its effect on fertility and cell counts. *Journal of Dairy Science*, 2002, 85.10: 2576-2581.

KRUIP, T. A. M.; STEFANOWSKA, J.; OUWELTJES, W. Robot milking and effect on reproduction in dairy cows: a preliminary study. *Animal Reproduction Science*, 2000, 60: 443-447.

Lely Astronaut A5 [online]. Soběslav: Agropartner, 2022 [cit. 2023-04-21]. Dostupné z: [https://www.lely.com/media/lely-centers-files/brochures/published/Lely\\_Astronaut\\_A5\\_Tools\\_2018\\_CZ\\_LOWRES.pdf](https://www.lely.com/media/lely-centers-files/brochures/published/Lely_Astronaut_A5_Tools_2018_CZ_LOWRES.pdf)

MACHÁLEK, Antonín. Příprava dojníc k robotickému dojení. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2011. ISBN 978-80-86884-64-6

MARVAN, František. Morfologie hospodářských zvířat. Vydání šesté. Ilustroval Karel JELÍNEK. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze v nakladatelství Brázda, 2017. ISBN 978-80-213-2751-1.

Mléčná žláza [online]. Praha: Zootechnika, 2013 [cit. 2023-04-21]. Dostupné z: <https://www.zootechnika.cz/clanky/zaklady-chovatelstvi/obecna-zootechnika/zootechnika/mlecna-zlaza.html>

NAVRÁTILOVÁ, Pavlína, Michaela KRÁLOVÁ, Bohumíra JANŠTOVÁ, Hana PŘIDALOVÁ, Šárka CUPÁKOVÁ a Lenka VORLOVÁ. Hygiena produkce mléka. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2012. ISBN 978-80-7305-625-4.

New generation in robot milking [online]. Gea, 2021 [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://www.gea.com/en/articles/dairyrobot-r9500-edition-2021/index.jsp>

O plemeni Holstein [online]. Hradištko: Svaz chovatelů holštýnského skotu, 2022 [cit. 2023-04-21]. Dostupné z: <https://www.holstein.cz/cz/o-plemeni>

PRÝMAS, Lukáš. Robotické dojení s přístupem zezadu. Náš chov [online]. Brno: Profipress, 2018, 22.5. 2018 [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://naschov.cz/roboticke-dojeni-s-pristupem-zezadu/>

REECE, William O. Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat. Praha: Grada, 2011. ISBN 9788024732824

REINEMANN, Douglas J. Robotic milking: Current situation. In: Proc. 46th Ann. Meeting National Mastitis Council, New Orleans, LA, USA. 2008. p. 75-80.

Robotické dojení Gea [online]. Jistebnice: Farmtec, 2022 [cit. 2023-04-21]. Dostupné z: <https://www.farmtec.cz/roboticke-dojeni-gea.html>

RODENBURG, Jack, et al. Designing feeding systems for robotic milking. In: Proceedings of the Tri-State Dairy Nutrition Conference. 2011. p. 127-138.

RODENBURG, Jack. Robotic milkers: What, where... and how much. In: Proc. of Ohio Dairy Management Conference, Ohio, USA. 2002. p. 1-18.

RODENBURG, Jack. Robotic milking: Technology, farm design, and effects on work flow. Journal of Dairy Science, 2017, 100.9: 7729-7738.

ROSSING, W., et al. Robotic milking in dairy farming. Netherlands Journal of Agricultural Science, 1997, 45.1: 15-31.

RYSOVÁ, Lucie. Ďábel v mléce. Agropress [online]. Agropress, 2018, 2. 4. 2018 [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://www.agropress.cz/dabel-v-mlece/>

SAMBRAUS, Hans. Atlas plemen hospodářských zvířat. Praha: Brázda, 2006. ISBN 80-209-0344-5

SITKOWSKA, B., et al. Changes in milking parameters with robotic milking. Archives Animal Breeding, 2015, 58.1: 137-143.

SONCK, B. R.; DONKERS, H. W. J. The milking capacity of a milking robot. Journal of Agricultural Engineering Research, 1995, 62.1: 25-37.

SPAHR, S. L.; MALTZ, E. Herd management for robot milking. Computers and Electronics in Agriculture, 1997, 17.1: 53-62.

ŠÁROVÁ Radka, Barbora VALNÍČKOVÁ, Ágnes MORAVCSÍKOVÁ, Stanislav STANĚK a Jitka BARTOŠOVÁ. Základy etologie dojeného skotu pro chovatele. Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby, 2020. ISBN 978-80-7403-244-8

SZENTLÉLEKI, Andrea, et al. Behavioural responses of primiparous and multiparous dairy cows to the milking process over an entire lactation. Annals of Animal Science, 2015, 15.1: 185.



Technický manuál: M2erlin [online]. Ellesmere: Fullwood, 2018 [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: [http://www.dojeni-roboty.cz/docs/Merlin\\_225\\_uzivatelska\\_prirucka.pdf](http://www.dojeni-roboty.cz/docs/Merlin_225_uzivatelska_prirucka.pdf)

TSE, C., et al. Producer experience with transitioning to automatic milking: Cow training, challenges, and effect on quality of life. *Journal of dairy science*, 2018, 101.10: 9599-9607.

ZEMANOVÁ, Lucie. Analýza užítkovosti a ekonomických ukazatelů u dojnic holštýnského skotu. České Budějovice, 2013. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Vedoucí práce prof. Ing. Jan Frelich, CSc

#### Fotografie 1

FULLWOOD. Dojící robot M<sup>2</sup>erlin [fotografie] In: Technický manuál Fullwood [online]. [cit. 20. 4. 2023]. Dostupné z: <https://docplayer.net/185747470-Fullwood-m2erlin-technical-manual-original-manual-revision-c-page-1-of-313.html>

#### Fotografie 2

MACHÁLEK, Antonín. Tréninkový box na farmě v Sousedovicích [fotografie] In: Příprava dojnic k robotickému dojení [online]. [cit. 20.4.2023]. Dostupné z: <http://www.vuzt.cz/svt/vuzt/publ/P2011/122.pdf>