

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chovu hospodářských zvířat



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Možnosti optimalizace chovu a chovného prostředí u
dojeného skotu**

Bakalářská práce

**Pavel Hron
Živočišná produkce**

Ing. Jaromír Ducháček, Ph. D.

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci Možnosti optimalizace chovu a chovného prostředí u dojeného skotu jsem vypracoval 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 autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 21. dubna 2023

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu Ing. Jaromíru Ducháčkovi, Ph.D. za jeho vstřícnou a odbornou pomoc. Dále bych rád poděkoval své rodině a MVDr. Miloši Kozákovi, kteří mi po celou dobu mých studií bez výhrad pomáhali a udileli cenné rady.

Možnosti optimalizace chovu a chovného prostředí u dojeného skotu

Souhrn

V této práci jsou srovnány a popsány technologie, které dokáží velice efektivně nahradit lidskou práci a v mnoha směrech ji významně optimalizovat. Jde o systémy počínaje primárními činnostmi, jako jsou krmení, nakládání s výkaly přes nezbytnou ventilaci a osvětlení stáji k samotnému ustájení a pohodlí zvířat. V neposlední řadě se jedná také o moderní prvky IT, které se v mnoha směrech stávají nedílnou součástí chodu produkčních stájí dojeného skotu.

Vzhledem ke zvyšujícím se nárokům na rozvoj venkova a krajiny je využití optimalizačních nástrojů a postupů velmi aktuální téma. Především v odvětví živočišné výroby jsou kladeny stále vyšší nároky na welfare a celkovou pohodu zvířat. Zároveň je však vyvíjen tlak na stále vyšší produktivitu jednotlivých odvětví, který je patrný především v sektoru dojeného skotu. Celosvětovým trendem je snižování počtu mléčných farem a spolu s tím i snižování počtu dojnic. Zároveň dochází k neustálému demografickému nárůstu populace, což vede k trendu zvyšování spotřeby mléka a mléčných produktů. Z toho důvodu došlo a stále dochází k intenzivní plemenářské činnosti, která v posledních několika desetiletích způsobila abnormální nárůst produkce mléka za laktaci u prakticky všech významných plemen dojeného skotu. Optimalizace a robotizace jsou proto aktuálním trendem, který podléhá intenzivnímu zájmu výzkumných institucí a produkčních farem, přičemž ty nejmodernější z nich zařazují v posledních letech stále více automatizovaných systémů napříč produkčním a reprodukčním procesem. Aktuálně lze pozorovat zařazování krmicích, dojicích, ale i odklízecích robotů či mechanizovaných zařízení. V rámci reprodukce je již využívání monitorovacích či záznamových zařízení téměř běžnou praxí.

Jedním z dalších důvodů pro modernizaci a optimalizaci v rámci chovu dojeného skotu je dlouhodobý personální problém. Tento problém je výrazný jak v rámci rostlinné, tak i živočišné produkce – ve vyspělých zemích bývají pro tuto práci zaměstnávání sezónní či zahraniční zaměstnanci. Za použití moderních technologií je potřeba lidské práce výrazně nižší a zároveň je zde možnost individuální péče u jednotlivých dojnic dle jejich aktuálních potřeb a produkčního a reprodukčního potenciálu.

Klíčová slova: technologie ustájení; welfare; dojený skot; ekonomika produkce; mikroklima stáje

Possibilities of optimizing breeding and breeding environment for dairy cattle

Summary

This work compares and describes the technologies and possibilities of stabling and their development, which can very effectively replace human work and significantly optimize it in many ways. These are systems starting from primary activities such as feeding and excrement management through the necessary ventilation and lighting of stables to the stabling itself and the comfort of the animals. Last but not least, also modern IT elements, which in many ways become an integral part of the operation of milking cattle production stables.

Due to the increasing demands for rural and landscape development, the use of optimization tools and procedures is a very current topic. Above all, in the animal production sector, increasingly high demands are placed on the welfare and overall well-being of animals. At the same time, however, pressure is being exerted on the ever-higher productivity of individual sectors, which is particularly evident in the dairy cattle sector. The global trend is to reduce the number of dairy farms, and along with that, to reduce the number of dairy cows. At the same time, there is a constant demographic increase in the population, which leads to a trend of increasing the consumption of not only milk and milk products. Therefore, optimization and robotization is a current topic that is subject to intense interest of research institutions and production farms. When the most modern of them include more and more automated systems across the production and reproduction process in recent years. Among the current trends, one can observe the inclusion of feeding, milking, but also cleaning robots or mechanized equipment in the rearing of calves and heifers. In the context of reproduction, the use of monitoring or recording devices is already almost common practice.

One of the other reasons for modernization and optimization in dairy cattle breeding is a long – term personnel problem. This problem is significant both in plant and animal production, where seasonal or foreign employees are often employed in developed countries. With the use of modern technologies, the level of human work is significantly lower, and at the same time, there is the possibility of individual care for individual dairy cows, according to their current needs and production and reproductive potential.

Keywords: housing technology; prosperity; dairy cattle; economics of production; stable microclimate

Obsah

| | |
|---|-----------|
| 1. Úvod | 9 |
| 2. Cíl práce | 10 |
| 3. Literární rešerše | 12 |
| 3.1. Plemena dojeného skotu a jejich charakteristika | 12 |
| 3.1.1. Holštýnský skot | 12 |
| 3.1.2. Český strakatý skot..... | 13 |
| 3.1.3. Jerseyký skot..... | 13 |
| 3.1.4. Montbeliard | 14 |
| 3.2. Technologie ustájení dojnic a její historický vývoj | 14 |
| 3.2.1. Vazné ustájení | 15 |
| 3.2.2. Kombinované boxy (kombiboxy) | 16 |
| 3.2.3. Volné boxové ustájení | 16 |
| 3.2.4. Boxové lože | 18 |
| 3.2.5. Vysoké boxové lože | 19 |
| 3.2.6. Hluboké boxové lože..... | 19 |
| 3.2. Stájové mikroklima | 20 |
| 3.2.1. Teplota ve stáji | 20 |
| 3.2.2. Relativní vzdušná vlhkost (RH) | 22 |
| 3.2.3. Světelný režim | 22 |
| 3.3. Technologie krmení a nastýlání | 23 |
| 3.3.1. Krmné vozy (samochoďné, tažené) | 24 |
| 3.3.2. Krmné roboty | 25 |
| 3.3.3. Přihmovací roboty | 25 |
| 3.3.4. Štípací stroje na slámu..... | 26 |
| 3.3.5. Stlací stroje | 26 |
| 3.4. Technologie dojení | 27 |
| 3.4.1. Typy dojíren | 27 |
| 3.4.2. Čekárny a fixační mechanismy | 28 |
| 3.4.3. Dojící roboty..... | 28 |
| 3.5. Technologie odchovu telat a jalovic | 29 |
| 3.5.1. Odchov telat | 29 |
| 3.5.2. Odchov jalovic | 31 |
| 3.6. Moderní technologie managementu stáje | 31 |
| 3.6.1. Systémy detekce říje..... | 32 |
| 3.6.2. Virtuální realita..... | 33 |
| 3.6.3. Počítačové programy pro vedení stáje..... | 33 |

| | |
|------------------------------------|-----------|
| 4. Závěr | 35 |
| 8. Literatura..... | 37 |
| 9. Samostatné přílohy | 1 |

1. Úvod

Chov dojeného skotu je nedílnou a velice důležitou činností zemědělských společností. Velmi úzce navazuje na rostlinnou produkci a obě se významně doplňují. Velkou měrou se podílí na ekonomické situaci podniků. Vzhledem k stále se zhoršující personální situaci v mnoha oborech, tedy i v zemědělství, je nutné tento trend řešit optimalizací technologií a zkvalitněním pracovních podmínek. V mnoha aspektech je zemědělská produkce ovlivněna IT komponenty. Robotizace a automatizace některých pracovních činností se tímto stává nutností a důležitou složkou denní práce personálu ošetřujícího dojený skot. S tímto jsou samozřejmě spojeny vyšší nároky na znalosti a dovednosti personálu. Můžeme říct, že dnešní provozy jsou díky zdokonalení techniky a technologií schopné zabezpečit svou činnost s výrazně nižší potřebou fyzické práce, a tudíž s menším počtem lidí. V dnešní době existuje již mnoho specializovaných společností, které jsou schopné dodat kompletní systémy spojené s chovem. Možnosti jsou od kompletní realizace nového provozu, tedy stavby a dodání nejmodernějších systémů, až po rekonstrukce starších objektů. Problémem není ani realizace provozů s minimální potřebou lidské činnosti tzv. bezobslužné provozy. Ty zahrnují roboty sloužící ke stlání, krmení, přihmování a dojení, automaty určené k napájení telat a v neposlední řadě automaty k prodeji vyprodukovaného mléka a případně dalších mléčných produktů. Běžné jsou dnes i systémy k usnadnění zootechnické práce, a to od systémů na detekci říje, sledování zdravotního stavu až po využití virtuální reality pro snadnější orientaci v samotné stáji. Můžeme tedy říci, že moderní technologie jsou dnes již nedílnou součástí mléčné produkce a v mnoha směrech se podílí na usnadnění lidské práce, snížení chybovosti a zlepšení efektivity celého procesu chovu a získávání mléka. Záleží však vždy na finančních možnostech subjektů, protože s každou modernizací jsou spojeny nemalé náklady. Při vhodném výběru a odborném používání technologií je ovšem možné dosáhnout nadstandardních výkonů.

2. Cíl práce

Cílem práce je porovnání plemen dojeného skotu, jejich nároků na prostředí a kvalitu ustájení v návaznosti na efektivitu a rentabilitu chovu. Součástí práce je i popis faktorů ovlivňujících konečnou produkci mléka a působících na skot od raného věku do dospělosti. Dílčím cílem je také zohlednění kontextu welfare s ekonomikou chovu, jeho historickým vývojem a vlivem na konečnou produkci mléka.

3. Literární rešerše

3.1. Plemena dojeného skotu a jejich charakteristika

V této kapitole budou uvedena nejčastěji chovaná plemena dojeného skotu v rámci České republiky z hlediska jejich užitkových vlastností a obecných charakteristik.

3.1.1. Holštýnský skot

Jedná se o celosvětově nejběžněji chované plemeno dojeného skotu, a to především díky velmi vysoké produkci mléka a obecně vysokému stavu prošlechtění tohoto plemene pro intenzivní způsob chovu (Svyazhenina 2019). Vzniklo z populace černostrakatého skotu pocházejícího ze severozápadní Evropy (Šlesvicko, Holštýnsko, Frísko, Jutsko). V důsledku importu do severní Ameriky po roce 1861 došlo k rozdělení populace na evropskou a americkou. U evropské populace bylo cílem udržet kombinovanou užitkovost, u americké zase zvýšit produkci mléka (Bouška et al. 2006).

Pro plemeno je typické černostrakaté zbarvení (Laible et al. 2021) s černou hlavou, nejčastěji s bílou hvězdou nebo lysinou, bílá barva může přitom často převažovat (Stupka et al. 2016). Určité procento zvířat se vyskytuje ve variantě RED – holštýn, která je dána recesivním homozygotním založením nebo libovolnou kombinací alely MC1R+ nebo MC1Re (Dorshorst et al. 2015).

Zvířata bývají velkého tělesného rámce s prostorným hrudníkem, který je předpokladem ke konzumaci velkého objemu krmiva. Svalstvo mají vyvinuté jen málo, jejich končetiny jsou suché. Vemeno je velké a žlaznaté. Výška krav se v kříži pohybuje v rozmezí 145–153 cm, jejich živá hmotnost kolem 650–700 kg (Stupka et al. 2016).

Plemeno lze chovat ve všech zeměpisných šířkách – v odpovídajících chovatelských podmínkách je schopno aklimatizace bez výrazného ovlivnění produkce a reprodukce (Bouška et al. 2006).

Historicky bylo šlechtitelským cílem převážně zvýšení mléčné produkce, aktuální trend je však spíše zaměřen na funkční vlastnosti zvířat, dobrý zdravotní stav, plodnost a snížení brakace, a to především zvýšením průměrného počtu laktací na dojnici (Ablondi et al. 2022). Faktor dlouhověkosti uvádějí i Hu et al. (2021), jež dále tvrdí, že se jedná o jeden ze stěžejních faktorů, který významně ovlivňuje celkový ekonomický výkaz farmy.

3.1.2. Český strakatý skot

Toto plemeno bylo původně vyšlechtěno z české červinky a aktuálně je zařazeno mezi genové zdroje České republiky. Kříženci z těchto spojení byli vhodnější pro stájový chov a efektivnější ve využití krmiva. V důsledku tohoto došlo takřka k zániku původního plemene. Vzhledem k nekoordinovanému a různě intenzivnímu využívání linií plemenných býků začali v populaci vznikat tzv. rázy (kravařský, hřbinecký, chebský, horské straky...). Zvířata se odlišovala barvou, exteriérovými i užitkovými znaky. Ještě po 2. světové válce bylo plemeno tzv. trojstranného využití (maso, mléko, tah). O cílené chovatelské práci lze hovořit od roku 1927, kdy počala snaha sjednotit barvu exteriér celkově. Postupným zaváděním KU se dospělo ke stabilizaci užitkových vlastností. Později došlo ke změně zaměření užitkovosti na maso/mléko (Bouška et al. 2006).

Plemeno řadíme mezi plemena kombinovaná, a to z důvodu dobré výkrmnosti býků. Denní přírůstky dosahují hodnot 1000–1100 g/ks/den a zároveň mají dostatečnou mléčnou užitkovost dojnic (Ducháček et al. 2022), přičemž, jak upřesňuje Stupka et al. (2016), je dosahováno jatečné výtěžnosti 57–59 % při porážkové hmotnosti do 600 kg. Pro tyto růstové schopnosti je toto plemeno často využíváno i pro křížení s jinými například dojenými plemeny, kdy zkvalitňují výkrmnost býků a také kvalitativní vlastnosti masa (Dráčková et al. 2016).

Český strakatý skot se vyznačuje velkým tělesným rámcem a červenostrakatou barvou. Výška krav v kohoutku se pohybuje mezi 140–144 cm s živou hmotností 650–750 kg. Výška býků v kohoutku se pohybuje mezi 152–160 cm s živou hmotností 1200–1300 kg (Stupka et al. 2016).

3.1.3. Jerseyký skot

Plemeno Jersey je anglickým plemenem z ostrova Jersey, toto plemeno lze zařadit mezi velmi stará plemena. Historické záznamy se o jerseyškém skotu zmiňují již v druhé polovině 18. století, kdy již v této době bylo plemeno velebno pro dostatečnou produkci mléka o nadprůměrné kvalitě (Huson et al. 2020). Jerseyký skot se obecně vyznačuje v porovnání s ostatními plemeny dojeného skotu menším tělesným vzrůstem a obecně nižším nádojem. Díky nižšímu tlaku na produkci je u tohoto plemene pozorována lepší plodnost a delší doba dožití, resp. zařazení dojnic v chovu. Také z hlediska náročnosti chovu je možné jerseyký skot zahrnout mezi plemena s nižšími nároky na ustájení a výživu. Lze je úspěšně chovat v intenzivním i extenzivním režimu chovu (Roveglia et al. 2019). Jak dále doplňuje Bouška et al. (2006), zvířata jsou v důsledku dlouhotrvající čistokrevné plemenitby typově velmi vyrovnaná.

Plemeno je charakteristické malým tělesným rámcem 115–120 cm kohoutkové výšky, váhou dojnic 350–450 kg a především vynikajícím mléčným typem. Zbarvení se vyskytuje od žluté přes hnědou až k černé. Charakteristickými znaky jsou prohnutá lebka v čelní části (štíčí hlava), černé zbarvení mulce, paznehtů a špiček rohů. Toto plemeno má prostorný hrudník, velké a žlaznaté vemeno. Vhodné je k pastevnímu odchovu a disponuje dobrou přizpůsobivostí klimatu. Stejně jako holštýnský skot patří k raným plemenům (1. otelení ve věku cca 24–26 měsíců). Mléko je typické vysokým obsahem tuku a bílkovin (5,45 % tuku a 3,82 % bílkovin), což umožňuje efektivní zpracování na máslo a sýry.

3.1.4. Montbeliard

Toto plemeno je podobně jako jerseyjský skot poměrně staré, jeho historie sahá do druhé poloviny 19. století (Januš 2017). Jedná se o plemeno, jež řadíme na rozhraní mezi mléčnými a kombinovanými. Původně se jedná o kombinované plemeno pocházející z Francie. Má obdobný původ jako český strakatý skot a uchovává si exteriérové znaky simentálského skotu – červenostrakatý skot s různými podíly bílé barvy. Je velkého tělesného rámce, kohoutková výška bývá u dojnic okolo 141 cm a dosahuje hmotnosti 650–750 kg. Jak dále uvádí Januš (2017), jedná se o plemeno vhodné i do vyšších nadmořských výšek, u kterého se zpravidla nevyskytují problémy s telením – je to plemeno s obecně dobrou plodností a nízkým výskytem mastitid. Z kontrolní užitkovosti lze uvést, že průměrný nádoj se u tohoto plemene pohybuje přes 7000 kg mléka na dojnici a laktaci.

Díky svému fylogenetickému původu bylo toto plemeno využíváno při zušlechťování českého strakatého skotu. Je vhodné rovněž pro masnou produkci v mléčných stádech či křížení s masnými plemeny (Stupka et al. 2016)

3.2. Technologie ustájení dojnic a její historický vývoj

Vzhledem ke stále se zvyšující poptávce po kvalitním kravském mléce, které je způsobeno stále se zvyšujícím počtem lidské populace, dochází i k tlaku na stále vyšší užitkovost dojnic. Cíleným šlechtěním a významným vývojem technologie ustájení a systému chovu došlo v čase k nárůstu populace ve světě, ale také produktivity dojnic (Singh et al., 2021). V neposlední řadě dochází i ke zvýšenému tlaku na životní prostředí a celkovou udržitelnost intenzivního chovu dojnic. Jelikož se jedná o aktuální trend, je mu věnována celosvětově velká pozornost a snahou světových producentů je zařazování moderních technologií, které zajišťují zpřesnění a vyšší efektivitu jednotlivých technologických úkonů (Bianchi et al. 2021). Dalším

z obecných trendů, který lze pozorovat nejen v praxi dojeného skotu, je celosvětové snižování počtu farem, avšak s navyšováním stavů jednotlivých stád. To má, jak dále studie uvádí, za důsledek snižování míry lidské práce na úkor zařazování moderních technologií. Mezi ty můžeme řadit například automatické systémy na monitorování aktivity dojnic, sběr dat zootechnicky důležitých parametrů, a jejich následné průběžné vyhodnocování. Ty jsou dále využívány nejen pro zvýšení produktivity dojnic, ale také ke zlepšení jejich zdravotního stavu a celkového welfare (Barkema et al. 2015).

Na chovaná zvířata působí komplikovaný systém faktorů vnějšího prostředí v důsledku toho, že je člověk vyloučil z jejich přirozeného prostředí. Lidé proto musí přijmout odpovědnost za to, že se octnou v neadekvátních podmínkách vůči přirozenému prostředí. Je proto nutné vytvořit takové podmínky, aby obranné mechanismy zvířata nenutily k stresovým situacím (Bouška et al. 2006). Jak dále uvádí Stupka et al. (2016), tyto požadavky je nutné vždy zohlednit v souladu s nároky jednotlivých plemen a taktéž v souvislosti s umístěním jednotlivých farem z hlediska místních klimatických a geografických podmínek.

Obecným pravidlem, jak uvádí Popescu et al. (2013), je však celkové nastavení systému chovu a kvalita jeho provedení a dodržování zootechnických pravidel. Špatně zvolená technologie volného ustájení může mít totiž celkově horší vliv na produktivitu a zdravotní stav chovaných zvířat než dobře vedený systém vazného či kombinovaného ustájení.

3.2.1. Vazné ustájení

Vazné ustájení je méně využívaným systémem, avšak ve světě, a především v praxi chovů s větším počtem chovaných dojnic, se již zpravidla nepraktikuje (Oehm et al. 2020).

Při tomto způsobu jsou dojnice uvázány u krmného žlabu většinou na podestýlaném stlaném stání. Krmivo se zakládá do žlabu stacionárním nebo mobilním zařízením. Dojí se zpravidla na stání. Tento systém je celkově personálně náročný s malou možností automatizace a optimalizace práce. Vazné stání se vyvíjelo z dlouhého podestýlaného stání cca 230–270 cm se žlabovou zábranou a vysokou požlabnicí až ke krátkému 190–210 cm s nízkou požlabnicí cca 25 cm. Žlab je pro krávu pohodlný ve chvíli, kdy není při příjmu potravy vyvíjen tlak na zábrany a krmivo je dosažitelné bez vyplazeného jazyka. Krmné stoly jsou pro vazné ustájení méně vhodné, pokud tedy chovatel nezajistí dostatečné přihnutí krmiva do dosahu zvířete. K vázání je využíváno řetězů, řemenů nebo chomoutu (Stupka et al. 2016).

V posledních cca 25 letech nebyla v České republice vybudována ani jedna nová vazná stáj. Při sebelepším technickém zdokonalování stájových prvků nepřináší výrazný efekt ve snížení pracnosti a zvýšení efektivity chovu (Bouška et al. 2006).

Dalším z faktorů, který postupně omezil využívání vazného ustájení, je zvýšená obava a tlak konečných spotřebitelů na welfare a celkovou pohodu zvířat. Bez ohledu na životní pohodu dojnic byl prokázán i nepříznivý vliv na zdravotní stav, a to především ve vztahu k výrazně vyššímu výskytu mastitid v chovech, kde se využívalo vazné ustájení (Witkowska & Ponieważ 2022). Výzkum Oehma et al. (2020) nicméně vyšší výskyt mastitid nepotvrzuje. Z výzkumu je však patrný vyšší výskyt reprodukčních problémů vázaných především na zvýšenou četnost poporodních komplikací, mezi které jsou řazeny například zadržené placenty, poporodní parézy či dislokace slezu. Mimo reprodukční komplikace je také výrazně vyšší počet komplikací s bachorovou motorikou.

3.2.2. Kombinované boxy (kombiboxy)

Jedná se o obdobu vazného stání, ale bez vázání. Využívá se zde krátkého stání 150–170 cm dlouhého a 115–120 cm širokého s nízkou požlabnicí, stranovými a žlabovými zábranami. Uplatňují se jak stelivové, tak bezstelivové varianty. Mezi pozitiva se řadí pokles stavebně technických nákladů. Při vyšších kapacitách nad 80–100 krav klesají náklady, proto lze s nízkou ekonomickou náročností rekonstruovat vazná stání na kombinovaná. Zároveň se snižuje migrace zvířat a doba příjmu potravy je dostatečně dlouhá. Vzhledem k přímé návaznosti na dojírnu se snižuje i pracnost. Negativem však zůstává tlak na chování zvířat (cucavost, agresivita aj.), organizace práce, stájové mikroklima a chovné prostředí. Oproti volným boxovým stájím je čistota zvířat horší, z pohledu welfare nicméně můžeme hovořit o značném posunu, viz obrázek č. 1. v sekci Přílohy (Bouška et al. 2006).

3.2.3. Volné boxové ustájení

Volné skupinové ustájení a technika chovu s použitím volného boxového ustájení je z hlediska welfare ale také z hlediska vyšší produktivity jednotlivých dojnic v dnešní době vysoce preferovaným typem ustájení (Gaworski 2019). Vyšší pohodu a welfare zvířat při použití tohoto systému ustájení potvrzuje i studie Ruud & Bøe (2011), kteří dále uvádí, podobně jako již bylo v práci zmíněno, že je při tomto typu ustájení kladen velký důraz na správně zvolenou technologii. Hulsen et al. (2011) dále upřesňují, že vhodně řešený box zajišťuje především snadnou orientaci zvířat při vstupu a důvěru v místo odpočinku, nenáročné a maximálně

pohodlné ulehání a vstávání a volný prostor pro pohyb hlavy a přední části těla dojnice, stejně tak jako pro boky a břišní krajinu. V neposlední řadě pak zajišťuje rovněž dlouhou životnost, trvanlivost podlahy, celkovou udržitelnost a nenáročnost celého lože včetně bočního hrazení (Hulsen et al. 2011).

Vzhledem k etologii a fyziologickým potřebám dojnic, kdy je známo, že pro dobrou užitkovost by měla dojnice strávit více než 50 % dne ležením, je kladen velký důraz na kvalitu a dobré technologické zpracování loží a jednotlivých boxů (Van Eerdenburg et al. 2021). Jak dále uvádějí Tucker et al. (2021), je ležení pro dojnice důležité také z hlediska welfare a pro správné fungování metabolických procesů. Nevhodně zvolené systémy loží a boxů mohou nepříznivě ovlivnit celkovou produkci jednotlivých dojnic, a to přímo sníženou produkcí mléka, ale také zhoršením zdravotního a psychického stavu, který může dojnic předčasně vyřadit z produkce nebo může vést k ekonomické ztrátovosti u jednotlivých dojnic. V praxi modernizovaných farem je již sledování celkové doby stání a ležení jedním z intenzivně sledovaných faktorů, přičemž změna poměru stání a ležení může značit nemoc dojnice nebo právě probíhající říjový cyklus.

Při volbě vhodného technologického zpracování boxových loží je důležité zajistit maximální pohodu dojnic a zároveň zamezení možnosti mechanického poranění dojnic a zabránění možné bakteriální či jiné kontaminace vemene, jež může vést ke vzniku mastitid (Dimov & Mainov 2021). Boxové lože může být stelivové či bezstelivové. V bezstelivových systémech je běžně využíván v boxových ložích beton, případně pryžové rohože. Stelivové lože jsou obvykle nastýlány v závislosti na ekonomických a praktických možnostech jednotlivých farem. Běžně používaným stelivem může být písek či různé formy přírodních podestýlek, ty jsou však zpravidla ekonomicky náročnější (Norrington et al. 2010). Jako přírodní zdroje steliva bývají běžně využívány směsi sušené a dále upravené chlévské mrvy či například sláma. Větší vliv na celkovou hygienu a pohodu zvířat má ale spíše než zvolená podestýlka její množství a výška nastlání, přičemž se jako vhodnější ukazují hluboce stlané lože než lože mělce stlané (Niu et al 2023).

Boxové stlané a bezstelivové lože je vymezeno bočními zábranami a v horní části posunovatelnou příčnou šíjovou zábranou k omezení vstupu do čela boxu a jeho znečištění. Ve všech směrech můžeme tuto technologii prohlásit za nejlepší, co se týče stupně chovatelského komfortu, a to i u stád s vysokou roční užitkovostí přes 10 000 kg mléka za rok. Dále tato technologie umožňuje výrazně vyšší kapacitu dojnic i přes 300 kusů. Využívají se převážně

přístřeškové, vzdušné stavby. Celkově je tato metoda velmi efektivní s výrazně nižší pracností dosahující hodnot 25–35 pracovních hodin na krávu a rok. Můžeme říci, že se jedná o metodu ustájení i s potenciálem využívání v budoucích stájích, viz příloha, obrázek č. 2 (Bouška et al. 2006).

Jedním ze stěžejních prvků, který ovlivňuje celkovou kvalitu a funkčnost tohoto typu ustájení, je samotné technologické zpracování boxových loží, které je popisováno ve více typech. Další část této práce se tedy proto zaměří právě na tuto problematiku.

3.2.4. Boxové lože

Boxové lože, jak uvádí Doležal et al. (2015), je základním prvkem volného boxového ustájení, které je hojně diskutované v kontextu problematiky welfare a chovného komfortu.

Jedná se o kompromis mezi hygienou a prostorem a je jednou z nejvyužívanějších možností (Hulsen et al. 2011). Pro udržení hygieny je zásadní čištění boxového lože, a to několikrát denně. Počet loží musí být minimálně takový, jako je počet dojnic. Pro prevenci zánětů kůže a vemene je velice důležité, aby dojnice do loží uléhaly. Při ležení vemem protéká o 30 % více krve než při stání. Pokud více než 10 % odpočívajících dojnic stojí, je nutné zlepšit komfort co do čistoty a technického provedení.

Design těchto loží se v posledních letech velmi změnil a přispěl tak k co největšímu přiblížení se požadovanému chovnému komfortu. Vzhledem k tomu, že dle různých studií dojnice vyžadují 12–14 hodin v leže k odpočinku a přežvykování, je toto zásadní. Jak uvádí Charlton et al. (2014), krácení doby odpočinku dojnic může vést k behaviorálním a fyziologickým důkazům stresu a je rizikovým faktorem pro kulhání. I z toho důvodu je vhodné měřit dobu ležení například s využitím technologie akcelerometrů nebo podobných přístrojů.

Obecně by mělo boxové lože zajistit dojnicím především snadnou orientaci při vstupu dojníc do lože, materiály a prostory by měly být vždy z hlediska zoohygieny nezávadné, nesmýkavé a rovné. Dalším z důležitých faktorů je snadné a správné ulehání a vstávání krav, přičemž musí být zamezeno možnému zranění zvířete nebo příčnému uléhání dojnic (Zigo et al. 2020).

Studii Tuckera et al. (2021) je doloženo, že při uléhání a vstávání jsou horizontální i laterální pohyby dojnice značné, a tudíž dle odhadu dospělá kráva potřebuje k dokončení pohybu 300 cm podélného a až 109 cm prostoru v rámci boxového lože, viz přílohy, obrázek č. 4.

3.2.5. Vysoké boxové lože

Vysoké boxové lože je konstruováno nad úrovní pohybové chodby (Doležal et al. 2015). Jeho vlastní základna je tvořena z betonu a je pokryta sítí proti krokovému napětí. Samotné lože je vybaveno matrací. V tomto sortimentu je dnes již poměrně velký výběr a většina z matrací splňuje nároky požadavků welfare, měkkosti, neklouzavosti povrchu a odolnosti. Samotné ohraničení ležení je tvořeno bočními zábranami, prsní a šíjovou zábranou (Hulsen et al. 2011). Prsní zábrana slouží k tomu, aby dojnice neuléhaly příliš dopředu, a šíjová zabraňuje stání a následnému kálení v boxu. Boční zábrany slouží k zajištění rovného ležení a zabraňují opačnému uléhání. Rajesh et al. (2022) ovšem také zdůrazňují, že je důležité věnovat pozornost končetinám a celkové čistotě lože v důsledku možnosti většího výskytu mastitid a při nevhodných rozměrech i častým otlakům hlezen. Z toho důvodu se v praxi často využívá vápno, které se aplikuje v distální části boxu. Celkově nicméně nabízí vysoké boxové lože dojnícím komfort a snadnou údržbu pro ošetřovatele.

3.2.6. Hluboké boxové lože

Tento typ lože je prakticky vysoká matrace z organické hmoty. Její dno je betonové, většinou ve výši pohybové chodby, a tloušťka je určována výškou zadního prahu. Její hloubka by měla být minimálně 20 cm, povrch čistý a zarovnaný s každodenní údržbou (Doležal et al. 2015). K vystlání hlubokého lože lze použít několik typů materiálu. Jako nejdosazitelnější z hlediska regionální dostupnosti se jeví pšeničná sláma. Poskytuje potřebný komfort při ležení, čistotu vemene a při jejím použití se minimalizují otlaky hlezen. K nevýhodám patří její větší prašnost. Další alternativou může být použití dřevěných pilin, které stejně jako sláma zajišťují fyziologické potřeby dojnic co do pohodlí a čistoty. U tohoto materiálu je však riziko vyšší vlhkosti a následného výskytu patogenních bakterií (Rajesh et al. 2022). Vzhledem k těmto skutečnostem může u obou materiálů dojít k jejich zapaření, což může mít za následek samoohřev a celkové zvyšování teploty a vlhkosti ve stáji. Velkou předností je snadné doplnění podestýlky a její následné využití v rostlinné produkci. Použití obou druhů těchto podestýlek umožňuje dobrou manipulaci s odpadem (Mathot et al. 2016). Další velice kvalitní podestýlkou je písek. Dojnicemi je dobře přijímán, protože poskytuje rovnou, měkkou plochu k ležení a v teplých dnech i ochlazení. Z počátku však může vlivem neznalosti a nestabilnosti povrchu dojnícím činit potíže. Vzhledem k tomu, že nenasává moč ani mléko, omezuje množení patogenních bakterií a snižuje výskyt mastitid (Rajesh et al. 2022).

3.2. Stájové mikroklima

Jak uvádějí Skládanka et al. (2014), doживost dojníc je silně ovlivněna genetickým založením jedince, mimo to na ni působí rovněž vnější faktory, které doживost do značné míry ovlivňují. Jak dále uvádějí Vaculíková et al. (2017), za jeden z nejdůležitějších faktorů lze označit stájové mikroklima, které ovlivňuje nejen celkovou doживost, ale také celkovou pohodu zvířat (welfare).

Mezi obecné a základní sledované parametry v rámci stájového mikroklimatu, které významně ovlivňují kvalitu produkce a celkovou pohodu dojníc, lze zařadit teplotu ve stáji a relativní vzdušnou vlhkost (Baban et al. 2013).

3.2.1. Teplota ve stáji

Vliv teploty je především z důvodu změn klimatu, ke kterým nyní dochází, stále aktuálnějším tématem. V rámci Evropy lze pozorovat v posledních letech stále vyšší počet nadprůměrně teplých dnů a také celková roční průměrná teplota se zvyšuje (Kic 2022). Dle Hulsena et al. (2011) přitom skot nejlépe funguje při optimálních teplotách mezi 4–16 °C. Při poklesu pod -5 °C využívá doживice energii k udržení tělesné teploty a při teplotách vyšších než 20 °C tuto energii naopak využívá k ochlazení organismu. Při teplotách přesahujících 25 °C omezuje příjem krmiva. Důsledkem je tepelný stres dojníc, přičemž při překročení 20 °C může u dojníc dojít ke snížení užitkovosti. Je však také nutné sledovat i další parametry mikroklimatu.

Vlivem změn teplot v rámci kalendářního roku může docházet, a často také dochází, k tepelnému stresu. Ten, jak popisují Neves et al. (2022), je obecně definován jako změna fyziologického stavu, při které dochází k nárůstu tělesné teploty, jež není doживice dostatečně schopna regulovat v závislosti na teplotě okolí.

Studií Imricha et al. (2021) bylo dokázáno, že v letních měsících dochází k tepelnému stresu a následkem toho ke snížení doживosti a poklesu kvalitativních parametrů mléka, především obsahu bílkovin, tuků a minerálních látek. Oproti tomu v zimních měsících byly tyto parametry obecně lepší s vyšším nádojem, a to až o 9 kg (Imrich et al. 2021).

Jak dále uvádějí Neves et al. (2022), dožený skot je k tepelnému stresu obecně více náchylný, a to především z důvodu abnormálně vysoké metabolické aktivity, která je popisována především u vysokoprodukčních dojníc, jež vykazují velmi vysokou metabolickou

aktivitu během tvorby mléka. To potvrzují také studie Idris et al. (2021), kteří uvádí, že nadměrná míra tepelného stresu může v extrémních případech vést až úhynu k dojnici. Pro indikaci tepelného stresu u dojnic lze využít invazivních či neinvazivních metod jako například měření tělesné teploty (vagína, rektum) nebo například monitoring dechové frekvence dojnic. Jak upřesňují Herbut & Angrecka (2017), mírnější ale nejčastěji pozorovaný vliv tepelného stresu lze pozorovat především v nižším příjmu krmiva, což může sloužit jako další z parametrů pro vyhodnocení vzniku tepelného stresu u dojnic.

Jedním z preventivních opatření, které mohou výrazněji ovlivnit (zamezit nebo minimalizovat) vliv tepelného stresu dojnic, je ochlazování vodou. Obvyklou praxí využívanou na farmách je postřik dojnic v čekárnách, dojárnách či v určitých sekcích v rámci stáje. Hlavním principem je následné odpařování vody z povrchu těla dojnic, které spolu s vodou odvádí i nahromaděné tělesné teplo (Tresoldi et al. 2018). Dalším z možných preventivních opatření je využití ventilátorů, které se bude věnovat další část této práce.

Výměna vzduchu ve stáji je dle Havelka et al. (2022) důležitým mechanismem, kterým lze předcházet koncentraci škodlivých plynů a nežádoucímu rozvoji patogenních bakterií (Rong et al. 2016). Dalšími podstatnými faktory, které můžeme ventilací ovlivnit, jsou jevy atmosférické jako například úroveň RH, teploty a v neposlední řadě rovněž koncentrace stájových plynů, přičemž nejčastěji zmiňovanými jsou oxid uhličitý a amoniak (Sarentonglaga et al. 2019). Podobně jako u předchozích kapitol i problematika ventilace a její správné nastavení může velmi výrazně ovlivnit pohodu a welfare dojnic, které úzce souvisí s jejich výslednou produktivitou a v důsledku toho i ekonomickými výsledky celé produkční farmy (Pakari 2019).

V 19. století bylo s rozvojem mechanické ventilace omezeno používání ventilace přirozené, a to z důvodu její větší předvídatelnosti a možnosti ovlivnění (Rong et al. 2016). To potvrzuje také Pakari (2019), který udává možnost využívání přirozených ventilačních systémů v oblastech k tomu vhodných. Jako vhodné oblasti lze uvést například oblasti mírného podnebného pásu.

Přednosti přirozené ventilace je možné využívat v případě použití nových stavebních mechanismů a klimatických podmínek dané lokality stavby a jejího správného umístění vzhledem k návětrným stranám. Důležitým stavebním prvkem jsou přitom velké otvory jak střešní, tak boční s možností regulace (Rong et al. 2016). Jak dále uvádějí Bouška et al. (2006), lze využít technologie protiprůvanových sítí s rozměry otvorů 2,5 mm², vertikálně posuvné

zástěny (plachty, sítě) či nadokenní otvory a okna s možností regulace, viz obrázek č. 3, který je uveden v příloze bakalářské práce.

Mimo přirozenou ventilaci je v praxi využíváno také ventilace nucené. Jedním z typů je například tunelová ventilace (Dikmen et al. 2020). Ta, jak uvádějí Sarentonglaga et al. (2019), využívá horizontálních ventilátorů, které zajišťují nucenou výměnu vzduchu v rámci celé stáje. Vzduch je přiváděn z jedné z bočních stran stáje a následně je rozváděn po celé její délce. Dalším z možných systémů ventilace je využití axiálních ventilátorů – a to především tam, kde nelze využít horizontálního typu. Tyto ventilátory jsou umístěny ve stropní či střešní straně stáje a vzduch je rozváděn nucenou výměnou skrze boční otvory stáje (Rahman et al. 2014).

3.2.2. Relativní vzdušná vlhkost (RH)

Dalším velmi významným aspektem mikroklimatu je relativní vzdušná vlhkost. Dle Kice (2022) by měla relativní vzdušná vlhkost (RH) dosahovat u skotu celkově hodnot mezi 60–80 %. U dojnic v laktaci a telat by měla být ale lehce nižší, mezi 50–70 %. Zvýšená RH v kombinaci s vysokými teplotami významně zabraňuje ochlazování těla odpařováním. V zimě naopak podporuje kombinace vysoké vlhkosti a nízké teploty prochlazení a napomáhá patogenům napadajícím gastrointestinální a respirační systém zvířat (Havelka et al. 2022).

Příliš nízká relativní vlhkost, tzn. pod 35 %, vysušuje sliznici dýchacích cest a snižuje vliv přirozené protiinfekční bariéry, kterou tvoří hlenový povlak na sliznicích horních cest dýchacích. Nebyl však nicméně zjištěn žádný negativní vliv nízké relativní vlhkosti na mléčnou užitkovost a welfare dojnic. Vliv lze tudíž hodnotit pouze ve spojení s teplotou – například vysoká relativní vlhkost spolu s optimálními teplotními podmínkami nemá žádný nepříznivý vliv (Šoch et al. 2004).

V dnešní době je často využíván parametr THI (temperature humidity index) neboli teplotně vlhkostní index (Černý et al. 2016). Za optimální jsou považovány hodnoty v rozmezí 68–72 THI. Hodnoty pod 68 THI či naopak hodnoty nad 72 THI mohou mít negativní dopady na celkovou pohodu zvířat v důsledku tepelného stresu, nejčastěji poklesem laktanční křivky a výsledného nádoje (M'hamdi et al. 2021).

3.2.3 Světelný režim

Nedílnou součástí mikroklimatu, který může významně ovlivnit produkci mléka, je světelný režim. Kladné účinky světelného záření jsou již historicky známé, dojnicím slouží zejména pro správnou orientaci v prostoru a pro správnou funkci některých životních funkcí

(Wilson et al. 2022). Osvětlení stáje dojníc, především v životní zóně, by se v průběhu roku mělo pohybovat na úrovni 200 luxů. Vzhledem k fyziologickým možnostem dojníc by této intenzity mělo být dosahováno 14–16 hodin denně. Překračování této doby se významně nedoporučuje, protože pak může docházet ke snížení nádojů a značným problémům s reprodukcí. Kravám v tranzitním období a v porodních koticích je doporučováno osvětlení v rozpětí 60–80 luxů (Staněk et al. 2023).

V dnešní době je již velmi široký výběr světelných zdrojů, od klasických žárovek, zářivek a výbojek až k moderním LED osvětlením (Dong-Hyun et al. 2021). Obecně preferovanou volbou jsou v praxi moderních farem LED zdroje, a to především pro jejich nízkou energetickou náročnost a dobrou regulaci a barevnou variabilitu emitovaného záření (Son et al. 2020). Četnými výzkumy bylo dokázáno jejich dobré přijímání zvířaty. Dalším z pozitivních faktorů, na rozdíl od klasických žárovek, je, že mají konstantní teplotu, a tudíž zasahují do teploty stáje minimálně. Samozřejmě je důležité rozmístění světel, kdy by výše uvedených 200 luxů mělo být dosahováno v životní zóně zvířat, ale na chodbách je dostačující 40–120 luxů. Zdroje by měli být umístěny v podjezdové výšce, maximálně však 2,5 metru nad hřbety zvířat (Dong-Hyun et al. 2021).

Pro chovatele je nejekonomičtější řešením zajištění přirozeného průniku světla do objektu. V tomto směru je zásadní prosvětlení střechy, přičemž se doporučuje tzv. systém cik-cak a poměr 1:10 prosvětlovacích prvků na plochy podlahy. Při dosvětlování stáje by měla být dodržena velikost svítidel, výkon a barevné spektrum. Ve většině zařízení je světelný režim regulován ošetřovateli nebo zootechniky, proto velice záleží na jeho pravidelném dodržování. Jako velmi výhodné může být používání automatických přednastavených systémů, které zajistí pravidelnost cyklů. Samozřejmostí musí být udržování čistoty světelných zdrojů jak přirozených (oken, prosvětlení střechy), tak elektrických (Staněk et al. 2023).

3.3. Technologie krmení a nastýlaní

Jak již bylo v práci zmíněno, trendem dnešních moderních farem je zařazování nových technologií do běžné praxe. Hlavním důvodem pro to je snížení podílu lidské práce a nutnosti obsluhy, která je v první řadě významnou nákladovou položkou, může však rovněž docházet k faktoru lidské chyby. Právě lidský faktor lze při použití správné technologie téměř zcela eliminovat a zajistit tak stabilní podmínky pro dojnice (Oberschätzl et al. 2015).

Jak dále uvádějí Oberschätzl et al. (2015), v praxi moderních farem je stále více využíváno automatických krmných vozů, které mohou vykazovat různé stupně automatizace. Mimo snížení podílu lidské práce je další z výhod krmných vozů či obecně automatických krmných systému jejich schopnost zvýšení četnosti krmení dojnic v průběhu celého dne (Da Barso et al. 2017). Častější krmení, jak potvrzuje studie Mattachiniho et al. (2019), velmi příznivě ovlivňuje přirozené chování dojnic a obecně lze pozorovat zvýšení celkové produktivity za laktaci.

Mimo nastýlání je důležitou operací především z hlediska zoohygieny také odklizení chlěvské mrvy. To je prováděno velmi často pomocí automatických systémů, kterými jsou shrnovače či formy robotických zařízení. Hlavním sledovaným parametrem je přitom efektivita odklizení mrvy. Pokud je totiž mrva nedostatečně odklizená, může docházet ke zhoršení kvality paznehtů a v neposlední řadě také k nárůstu počtu poranění dojnic v důsledku pádů kvůli kluzkému povrchu podlahy (Leinweber et al. 2019).

3.3.1. Krmné vozy (samochodné, tažené)

Obecnou vlastností krmných vozů je schopnost namíchat kompletní krmnou dávku dle předem nastavených parametrů. Z technologického hlediska se k dodání jednotlivých složek krmné směsi používají teleskopické manipulátory či řezací jednotky v závislosti na typu zařízení. Následně dochází k promíchání jednotlivých složek pomocí šnekovice uložené vertikálně či horizontálně v krmném vozu (Da Barso et al. 2017). Míchací proces a homogenita výsledné směsi závisí na pořadí, v jakém jsou komponenty přidávány. Obecně platí, že je vhodné přidávat jako první komponenty o nízké hustotě a s dlouhými či velkými částicemi. Naopak stopové prvky a komponenty či komponenty s menším rozměrem a vyšší hmotností je vhodné přidávat až v poslední části přípravy. V opačném případě může docházet k propadávání částic a jejich nerovnoměrnému zastoupení ve směsi (Schingoethe 2017).

Jako příklad krmného vozu lze uvést například Cemin C13, který dosahuje objemu až 13 m³ a jeho celková nosná hmotnost činí 4 550 kg. Jedná se o vertikální typ vozu, který je opatřený jednou vertikální šnekovicí, na níž lze pozorovat celkem 8 řezacích nožů, které napomáhají správnému zamíchání a nasekání jednotlivých složek krmné směsi (Vaculík & Smejtková 2019). Dalším z možných zástupců z řady krmných vozů je vůz Strautmann Verti – mix 1402 DF Double, obrázek č. 9, viz příloha.

3.3.2. Krmné roboty

Dalším z moderních trendů je zavádění krmných robotů. Krmné roboty fungují na podobném principu jako krmné vozy, jsou taktéž schopny doručit kompletní krmnou směs pro jednotlivé dojnice, a to s velmi vysokou přesností. Podobně jako u krmných vozů i zde se vyskytuje značná výhoda v nenáročnosti obsluhy a možnosti takřka libovolného počtu krmení. Typickým zástupcem krmných robotů je například robot Lely Vector. Na rozdíl od krmných vozů jsou krmné roboty poháněny zpravidla bateriemi a jejich pohyb je zajištěn pomocí indukčních a ultrazvukových senzorů (Oberschätzl-Kopp et al. 2018). Samotný proces přípravy a distribuce krmení začíná nabráním jednotlivých komponent pomocí integrovaného drapáku a následně dochází k přesnému navázení a zamíchání jednotlivých komponent krmné směsi. Robot poté podle předem nastavených intervalů sám distribuuje krmnou směs dojnícím. Z hlediska lidské práce zde dochází pouze ke kontrole skladových zásob krmných komponent a jejich průběžnému doplňování. To se odvíjí od kapacity úložiště, zpravidla však dochází k doplňování 23krát týdně (Vaculík & Smejtková 2019). Jak dále autoři uvádějí, oproti krmným vozům se zde vyskytuje výrazně nižší náklad na provoz krmných robotů, s to jak ve vztahu ke spotřebě elektrické energie, tak v úspoře pohonných hmot.

3.3.3. Přihrnovací roboty

Jak je již z názvu patrné, hlavní funkcí přihrnovacích robotů je přihrnování krmiva, které je již mimo dosah dojnic. Hlavním důvodem pro použití těchto robotů je vyšší efektivita a nižší ztrátovost krmiv v důsledku jejich biologické degradace. Podobně jako krmicí roboty jsou i přihrnovací roboty napájeny pomocí baterie (Pavkin et al. 2021). Dalším z důležitých faktorů je prodloužení doby příjmu krmiva dojnícemi a zamezení selekce jednotlivých složek krmné směsi. Bylo prokázáno, že dojnice vykazují odlišné preference k jednotlivým komponentům krmné směsi. Z části je tento jev potlačován homogenizací směsi, ale i přes tuto operaci dochází k částečné segregaci méně chutných částic a následně ke sníženému příjmu krmiva a nedodržení denní krmné dávky v optimálním poměru (Rumba & Nikitenko 2018).

Jak dále autoři uvádí, přihrnovací roboty jsou schopny krmivo přihrnovat v libovolné vzdálenosti od krmného stolu či žlabu v závislosti na jejich technologickém zpracování. Také počet přihrnování v rámci dne je variabilně nastavitelný. Tato variabilita byla často předmětem výzkumu a bylo prokázáno, že nadměrná četnost přihrnování či krmení vedla k nižší době přežvykávání u krav, což mělo za následek snížení celkové produkce mléka. Jako optimální je proto uváděna nižší četnost krmení či přihrnování, a to přibližně v počtu šesti opakování během dne (Mattachiny et al. 2019).

3.3.4. Štípací stroje na slámu

V dřívějších dobách nedocházelo k dalšímu využívání pšeničné slámy, často docházelo k jejímu zanechání, zaorání či spálení na poli během sklizně obilovin. Tím však docházelo k významným ekonomickým ztrátám a v neposlední řadě byly tyto operace časově i finančně poměrně nákladné. I z tohoto důvodu je v dnešní době častěji využívána zbytková sláma pro další zkrmování především pro přežvýkavce (Anjum et al. 2015).

Při zkrmování objemných krmiv dojnícím je velmi důležitým faktorem způsob podání těchto krmiv. Rozdílná technologická úprava může výrazně ovlivnit celkový příjem této krmné složky a také míru selekce krmiv dojnícemi, přičemž vyšší příjem objemové složky příznivě ovlivňuje zdravotní stav dojnic (Havekes et al. 2020). Jak dále uvádějí Coon et al. (2018), obecně jsou pozorovány lepší výsledky z hlediska nádoje při zkrmování kratší řezanky, proto je velmi důležitá její technologická úprava.

K tomuto účelu se v praxi využívá kombinovaných strojů, které jsou často víceúčelově zaměřeny a jsou schopny jak sklizně, tak samotné posklizňové úpravy. Tyto stroje jsou často složeny ze třech hlavních částí, kterými jsou sběrací, sekací a odebírací jednotka (Awad et al. 2022). Velikost řezanky i celková výkonnost jsou individuálně nastavitelné v závislosti na požadavcích a na velikosti daného stroje. V praxi jsou využívány stroje stacionární i plně mechanizované pro drobné i velké faremní chovy a zpracovatele (Nipa et al. 2021).

3.3.5. Stlačí stroje

Podobně jako u jiných mechanizačních procesů zaváděných do praxe farem je i zařazení stlačích strojů tlakem na snížení poměru lidské práce a její časové dotace pro jednotlivé úkony. Pro mechanizované nastýlání se v současné době dají využít některé typy kombinovaných míchacích strojů či přímo stroje určené primárně k rozmetání podestýlky (Boltianskyi et al. 2021). Podobně jako u krmných robotů či automatických krmných vozů či řezaček je i v případě stlačích strojů využíváno k posunu stlaného materiálu nejčastěji jednoho či více šneků či rotačních bubnů (Luo et al. 2022).

Na rozdíl od jiných mechanizovaných operací není stále technologie stlačích strojů zcela bezchybná a objevují se zde některé problémy – jedním z nejčastějších jsou vysoká prašnost během nastýlání a vyšší provozní náklady. Především z důvodů vyšší prašnosti během nastýlání je ze zoohygienického hlediska důležité provádět nastýlání v době, kdy nejsou dojnice v prostoru přítomny, což může vést k časovým či organizačním komplikacím v rámci denního režimu farmy (Boltianskyi et al. 2021).

3.4. Technologie dojení

Technologie dojení se dynamicky mění a inovuje vzhledem k nově nabytým poznatkům o fyziologickém a mechanickém fungování spouštění a sekrece mléka. K vývoji technologií přispívají poznatky ohledně pohody dojnic se snahou o maximalizaci nádoje, snížení časové dotace a snížení podílu lidské práce (Henchion et al. 2022). Nejnovějším trendem, podobně jako v technologii krmení a výživy dojnic, je využívání dojících robotů. Jedná se však o méně rozšířenou technologii, jež je zatím využívána spíše v menších provozech (Fausak et al. 2022).

3.4.1. Typy dojíren

Typ dojírny je přímo závislý na daných požadavcích jednotlivých farem, které jsou odvislé od velikosti farmy, počtu dojnic a nároků na pracovní sílu. Bez ohledu na tyto parametry je ale důležitým faktorem pohoda dojnic a správná technika dojení. Pokud nejsou tyto adekvátní podmínky splněny, může dojít ke zhoršení zdravotního stavu dojnic a snížení ekonomických výsledků podniku (Ivanyos et al. 2020).

Jedním z typů je dojírna tandemová či autotandemová. V tomto typu se dojnice postupně přesunují k jednotlivým stáním. Tento dojící systém zajišťuje možnost individuálního dojení jednotlivých dojnic, což vede při správné obsluze k maximalizaci nádoje vzhledem k odlišným nádojům jednotlivých dojnic a nedochází tak k dojení na sucho. U autotandemových typů dojíren je umožněno otevření dojícího stání pro každou jednotlivou dojnici zvlášť, což zvyšuje efektivitu celé dojírny (Calvo & Airoidi 2020).

Dalším z typů dojíren jsou takzvané rybinové dojírny (Wagner et al. 2001). Tento typ dojíren se vyznačuje obsluhou skupiny dojnic najednou, přičemž je zajištěn systém all in – all out (Calvo & Airoidi 2020). Dojnice stojí paralelně vedle sebe pod úhlem 45° vzhledem k chodbě pro obsluhu, což zvyšuje celkovou kapacitu dojírny a její efektivitu (Biradar et al. 2018).

Jak dále uvádějí Biradar et al. (2018), jedním z dalších známých typů dojíren je typ paralelní. V tomto systému ustájení stojí dojnice jedna vedle druhé (side - by - side) v pravém úhlu k obsluze dojírny, přičemž přístup obsluhy k vmenu je zajištěn ze zadní strany dojnice. Jedná se o velmi častý typ dojírny.

Posledním z běžně využívaných typů dojíren je typ rotační nebo také kruhový (Ivanyos et al. 2020). Tento typ se vyznačuje otočnou dojící platformou. Dojírny jsou různého rozměru, mohou dosahovat 10 až 80 dojících míst a obecně bývají využívány u větších producentů mléka (Biradar et al. 2018).

3.4.2. Čekárny a fixační mechanismy

V moderních chovech předchází samotnému přístupu do dojírny tzv. čekárny. Jedná se o prostor, kde jsou dojnice nashromážděny ve vyšších počtech a postupně je jim dle efektivity a typu dojírny umožněn přístup do dojíren (Ishiwata et al. 2005). Podobně jako ve stáji i zde je nutné dbát správných technologických a zootechnických pravidel. Z důvodu vyššího výskytu dojnic na omezeném prostoru může totiž docházet při nesprávném technologickém provedení dojírny k výskytu poranění způsobených kopáním či nárazy jiných dojnic nebo k pádům, které byly způsobeny kluzkou či jinak nevyhovující podlahou (Cerqueira et al. 2017). Mimo zdravotní riziko je pobyt v čekárnách pro dojnice potenciálně taktéž nepříjemnou a stresující situací. Dojnice navíc nemají možnost projevit bez omezení své přirozené chování, z hlediska welfare a pohody dojnic by tak měla být doba dojnic v dojírně co možná nejkratší (Dijkstra et al. 2012).

Prostory čekáren je možno využít také pro monitorování některých zdravotních či zootechnicky významných parametrů. Jedná se například o vizuální kontrolu a monitoring reprodukčních funkcí, celkové aktuální tělesné hmotnosti nebo kondice končetin (Maltz 2020). Pro správné měření je také nutné zvolit vhodného rozměru dojírny. Jak upřesňují Dijkstra et al. (2012), doporučený prostor na jednu dojnici je stanoven minimálně na 1,5 m².

3.4.3. Dojící roboty

Ačkoliv jsou první dojící roboty datovány již od roku 1992, větší rozvoj sledujeme až v posledních letech, kdy dochází k stále výraznějšímu a dynamičtějšímu vývoji vzhledem k nově nabytým zkušenostem a výsledkům mnoha nových studií zabývajících se problematikou automatických dojících systémů (Bogucki et al. 2017). Jak dále uvádějí Filho et al. (2020), dojící roboty jsou spolu s roboty na krmiva posledním trendem v chovu dojeného skotu – každoročně narůstá počet prodaných kusů a s tím i jejich využití v praxi.

Další z výhod dojících robotů je možnost vícečetného dojení v rámci dne, kdy může docházet k vyšší produktivitě jednotlivých dojnic, která může být potenciálně snížena za použití standardních dojíren (De Arruda Córdova et al. 2018). Jak upřesňují John et al. (2016), jedná se o další z pozorovaných trendů v obecném rámci chovu hospodářských zvířat, v němž je kladen důraz na individualitu a potřeby daného jedince a výrazně lépe kopíruje jeho dané potřeby. Vzhledem k výkonnosti a celkovému zpracování dojících robotů se obecně doporučují do praxe menších či rodinných farem s nižším počtem dojnic. Jako hlavní benefit se v tomto případě uvádí výrazně vyšší časová flexibilita a úspora lidské práce, což může být vážným argumentem především při nízkém personálním zastoupení (Voříšková et al. 2010).

Jelikož se jedná o poměrně mladou metodu, která stále podléhá dynamickému vývoji, lze zde pozorovat negativní projevy, a to především ve vztahu k samotnému zavádění robotů do provozu. Některé studie ukazují, že je zde časová prodleva, během které může dojít ke krátkodobému snížení celkového denního nádoje, a to v důsledku nedůvěry dojnic k nové technologii (Sitkowska et al. 2015).

Princip dojíacích robotů spočívá v kompletní automatizaci všech dojíacích procesů, jež byly dříve vykonávány personálem dojíren. Dojíací robot je osazen robotickým ramenem, které obsahuje samotné dojíací zařízení, jež je schopno detekovat jednotlivé struky vemene a postupně provést celý úkon dojení (Jiang et al. 2017).

Jak však udává výzkum Jacobse et al. (2012), lze v praxi pozorovat využívání dojíacích robotů i jisté nevýhody. Ty jsou patrné již z procesu automatizace, kdy chovatel spoléhá na ochotu krav a jejich samostatné jednání – musí totiž bez pomoci ošetřovatele dojít k dojíacímu robotu. V praxi běžně užívaných dojíren je proces rutinní a zároveň jsou dojnice stimulovány přítomností personálu, který je i v případě neochoty dostaví do čekárny či dojírny.

3.5. Technologie odchovu telat a jalovic

3.5.1. Odchov telat

Nejen u skotu ale i u jiných druhů hospodářských zvířat je odchov velmi důležitou částí života zvířete, jelikož nesprávnou technologií a vedením odchovu můžeme výrazným způsobem negativně ovlivnit výslednou produkci a realizaci jednotlivých zvířat (Wickramasinghe et al. 2022). V chovatelské praxi dojeného skotu je běžně využíván raný odchov telat, který je i přes svou vyšší náročnost z hlediska edukace personálu a z hlediska vyšší časové náročnosti využíván z důvodu maximalizace zisků z produkce konzumního mléka (De Passillé et al. 2011).

Jak již bylo v práci zmíněno, raný odchov je v praxi běžně využíván, a to i přes svou zvýšenou náročnost. Ta spočívá především v nadměrné míře stresu, kterému jsou telata v prvních dnech vystavena. Právě stres je hlavním faktorem, který může způsobit komplikace v rámci prvních dnů odchovu, nejčastěji se jedná o problémy spojené s gastrointestinálním traktem (GIT), případně poruchy příjmu potravy nebo její nedostatečně přijímané množství (Taylor et al. 2020). V prvních chvílích po porodu je telatům podáváno mlezivo. Mlezivo by mělo být teleti podáno do 12 hodin od porodu, a to v množství 3 litrů/kus (Mahendran et al. 2021). Následně je nahrazeno pravým mlékem, které se však v krátkém časovém horizontu nahrazuje mléčnými náhražkami a krmnými koncentráty určenými pro odchov mladých telat.

Základní princip, který je důležitý pro správný odchov telat, spočívá v optimálním rozvoji bachoru a dalších předžaludků, a postupném, v ideálním případě rychlém, přestupu z mléčné stravy na stravu rostlinnou (Patt et al., 2020).

Velmi často jsou pro odchov telat využívány individuální boxy, které však, jak některé studie naznačují, nemusí z hlediska rozvoje sociálních interakcí a správného dodržování welfare a pohody zvířat zcela vyhovovat. Z tohoto důvodu a důvodu zmírnění stresu z odstavu od matky je moderním trendem zařazování boxů s kapacitou nejčastěji 2 telat (Bolt et al. 2017). Rozměry jednotlivých individuálních boxů závisí na výrobci, obecný rozměr je však 2,2 m x 1,22 m x 1,38 m (d x š x v) (Mahendran et al. 2021).

Jak již bylo v práci uvedeno, obecně platným moderním trendem je modernizace chovů především ve vztahu k minimalizaci lidské práce, a to především z důvodu snížení faktoru lidské chyby a snížení mzdových nákladů na zaměstnance. Z tohoto důvodu je vyvíjen velký tlak také při praxi odchovu telat – bývají proto zaváděny automatické krmné systémy. Běžně používané systémy spočívají v imitacích kravských struků, na které telata velmi dobře reagují. Další často využívanou technikou je využití věder či hlubších nádob. Nevýhodou je však omezený a méně variabilní systém a kontrola příjmu potravy telat (Medrano-Galarza et al. 2017).

Automatizované systémy vykazují výrazně vyšší variabilitu a možnost přizpůsobení se jednotlivým telatům z hlediska jejich potřeb. Tyto systémy jsou řízeny počítačovými systémy, které průběžně vyhodnocují sledované parametry a mohou pružně reagovat na aktuální situace. Podobně jako u automatických dojících systémů a robotů se jedná o velmi progresivní, avšak stále méně prozkoumanou technologii, která stále podléhá dynamickým změnám a výzkumu (Sinnott et al. 2021). Z hlediska sledovaných parametrů lze pružně reagovat na aktuální živou hmotnost a zároveň celkovou kondici odchovávaného telete, kdy je při zjištění podlimitních hodnot možno ihned reagovat přidáním krmiva (mléčných náhražek, starteru) či naopak (Morrison et al. 2021).

Jedním ze zástupců mléčných automatů a automatů na tuhá krmiva (typicky starter) je například Lely Calm (mléčný automat) a Lely Cosmix M (automat na tuhá krmiva) od firmy Lely. Tyto automaty jsou schopny dle identifikačních zařízení na telatech přesně dávkovat a vyhodnocovat aktuální a přesnou krmnou dávku, zároveň vyžadují nízký stupeň lidské práce a celkové obsluhy (Lely 2023).

3.5.2. Odchov jalovic

Odchov jalovic volně navazuje na odchov telat. Podobně jako u odchovu telat se jedná o stěžejní část života budoucích dojnic, kdy správná technika odchovu významně ovlivňuje výslednou produkci. Jedná se o nejefektivnější ze způsobů, jak pravidelně obměňovat a případně rozšiřovat stavy dojnic (Hawkins et al. 2020).

Jedním z hlavních cílů odchovu jalovic je dosažení optimální chovatelské dospělosti, která umožní jejich následné zařazení do reprodukce. Obecně lze u mléčného skotu hovořit o otelení do stáří 24 měsíců jalovic (Palczynski et al. 2020).

Jak dále uvádí Akins (2016), věk při prvním otelení je jedním z hlavních markerů, které mohou definovat správný management odchovu telat a jalovic. Jako optimální rozmezí se uvádí 20. až 24. měsíc věku, a to především z hlediska ekonomiky chovu a snížení nákladů na krmivo a zahájení a případné prodloužení produkčního období dojnice.

Z hlediska odchovu dojnic pozorujeme dvě kritická období. Prvním obdobím je nástup puberty u jalovic, ta by měla nastávat při dosažení 45–50 % konečné tělesné hmotnosti jalovice. Tento faktor je důležitý pro další plánování a zařazení jalovice do reprodukce, jelikož pro zařazení do reprodukce a inseminaci je požadováno minimálně 60 % tělesné hmotnosti (Wellnitz et al. 2022). Druhým sledovaným faktorem je však právě zmíněná tělesná hmotnost, která kladně koreluje s výslednou produkcí mléka a kvalitou otelení. Bylo prokázáno, že se zvyšujícím se procentem tělesné hmotnosti dochází u jalovic během první laktace a prvního otelení k obecně vyššímu nádoji a k nižší četnosti porodních a poporodních komplikací než u jalovic s celkově nižší tělesnou hmotností při zapuštění a otelení (Handcock et al. 2021).

Jak dále uvádějí Handcock et al. (2021), za optimální průměrný denní přírůstek ve sledovaném období od 6 do 15 měsíců stáří lze považovat přírůstek 0,6 kg za den. Při nižším průměrném denním a konečném přírůstku nemusí dojít v optimálním čase k dosažení požadované hmotnosti. Tento fakt, jak upřesňují Wellnitz et al. (2022), může způsobit značné ekonomické ztráty, jelikož odchov jalovic a telat je jedním z nejvíce ekonomicky náročných úkonů v rámci celého fungování farmy, kdy, jak dále uvádí, se může podílet až na 65 % všech nákladů.

3.6. Moderní technologie managementu stáje

Jak je v práci opakovaně zmíněno, zavádění moderních technologií je velmi aktuálním tématem, které zažívá velmi dynamický vývoj. Je vyvíjena snaha o fúzi informačních

technologií a zootechnické praxe, přičemž stále více dochází k automatizovanému a přesnému krmení, dojení či kontrole chování jednotlivých dojnic (Ivanova et al. 2019).

3.6.1. Systémy detekce říje

Systém včasné detekce říje a následné zjištění gravidity jsou po samotném odchovu jalovic jedním z nejvýznamnějších ekonomických parametrů. Vzhledem k faktu, že říje se opakuje v cyklech, může při její chybné detekci dojít k prodloužení doby inseminace dojnice, následkem čehož dochází k značným ekonomickým ztrátám, a to jak vlivem vyšších nákladů na krmivo, tak také snížením produktivity dojnice (Lucy 2019).

Dalším z faktorů, který se časem ukázal jako neopomenutelný, je vliv negativní korelace mezi produkcí a reprodukci. V posledních dekáдах došlo k výraznému zvýšení produktivity dojnic, což mělo a má za následek snížení kvality jejich ovariálních cyklů, a to především z hlediska síly jejich projevu a snížení celkové doby trvání. Z toho důvodu je detekce říje nyní výrazně ztížena a v běžné praxi je tedy již velmi často využíváno moderních technologií (Mičiaková et al. 2018).

Jsou však známy i základní a více primitivní systémy detekce říje, které spočívají v opakované vizuální kontrole dojnic v rámci dne. Tento úkon je velmi často prováděn přímo zootechnikem či ostatním personálem, vyskytuje se zde tedy velký faktor lidské chyby nebo naopak zkušenosti a praxe, který může do značné míry ovlivnit výsledky zabřezávání dojnic (Walker 1996). Při této vizuální kontrole se pracovník zaměřuje na nejběžnější projevy říje, které lze objektivně posuzovat prostou vizuální kontrolou. Mezi takové můžeme řadit například toleranční reflex, při kterém kráva vykazuje ochotu pro páření projevovanou naskakováním jiné říjící se dojnice. Dalším z pozorovatelných jevů je zvýšená pohybová aktivita dojnice, jež se projevuje snížením doby příjmu krmiva a přežvykáním na úkor pohybu v rámci stáje (Mičianková et al. 2018).

Z důvodu těchto poznatků a snížení faktoru lidské chyby a přesnější detekci jednotlivých dojnic se v moderních zařízeních využívá různých monitorovacích zařízení, jež velmi často sledují zmiňovanou pohybovou aktivitu. Mezi takové monitorovací přístroje lze zařadit pedometry, akcelerometry či tlakové receptory (Moore et al. 2021).

Jak je v práci výše uvedeno, jedním z monitorovacích zařízení jsou akcelerometry. Ty jsou často implementovány do obojku nebo do pásků na končetinách dojnic. Obecným principem akcelerometrů je zachycení změny rychlosti, která se sestává z gravitačního zrychlení a setrvačné síly. Následně probíhá sběr dat, která jsou vyhodnocována příslušným softwarem, jenž automaticky vyhodnocuje a porovnává naměřená data, z nichž lze na základě

zvýšené aktivity odvodit nástup či již probíhající říji dojnice (Hendricks et al. 2020). Na obdobném principu fungují také pedometry, jejichž obecnou funkcí je měření pohybové aktivity, která se měří na základě počtu kroků dojnice za časový úsek. Podobně jako akcelerometry jsou pedometry umístěny ve spodní části končetin dojnic (Lorenzini et al. 2017). Na zcela jiném principu jsou pak založeny tlakové receptory, jejichž funkcí je zjištění a monitoring naskočení jiné dojnice. Tato zařízení se přikládají zpravidla nad kořen ocasu dojnice, naskočením jiné dojnice poté vzniká na čidla tohoto zařízení zvýšený tlak. Data jsou podobně jako u jiných zařízení na detekci říje softwarově zpracována a předána dále do systému a na základě takto získaných dat lze určit probíhající či nastávající říji dojnice (Moore et al. 2021).

3.6.2. Virtuální realita

Za jednu z absolutních novinek v praxi chovu hospodářských zvířat lze obecně považovat implementaci VR technologií do zemědělských procesů. Hlavním důvodem je usnadnění činnosti a okamžitá dostupnost informací pro obsluhující personál, který tak může pružně a přesně reagovat na vzniklé situace a zvýšit tak celkovou produktivitu a v neposlední řadě také welfare a pohodu jednotlivých zvířat (Caria et al. 2019). Dalším z možných důležitých aspektů zavádění virtuální reality do praxe je zvýšený tlak laické veřejnosti na co možná nejvyšší pohodu a welfare hospodářsky chovaných zvířat. Díky použití virtuální reality je možné uskutečnit řadu projektů sloužících jednak k propagaci chovů, jednak jako osvěta a jistá forma edukace pro širší veřejnost, a to zejména z důvodu snahy uklidnění aktuálních nálad ve společnosti, kdy jsou chovy v dnešní době často chybně označovány jako nevhodné z hlediska welfare (Schütz et al. 2022). Jak dále autor uvádí, mimo edukace veřejnosti lze tuto inovativní technologii využívat i v rámci školení a výuky odborných pracovníků, kteří tak mohou nabýt výrazně širší praxi, a to i v rámci mezinárodně aktuálních trendů.

3.6.3. Počítačové programy pro vedení stáje

Podobně jako v jiných odvětvích i v zemědělském sektoru se jako výhodné ukázalo použití specifických softwarů a počítačových programů, které provádí komplikované a náročné výpočetní či statistické operace (Kassahum et al. 2022).

Historicky daly vznik těmto komplexním systémům prosté záznamy vedené jednotlivými zaměstnanci farem. Následnou fúzí s odborníky z oboru informačních technologií došlo k vývoji a implementaci těchto systémů prakticky do všech moderních farem nejen v praxi dojeného skotu. Tato evoluce v rámci evidence a mapování jednotlivých parametrů byla

umožněna díky abnormálnímu nárůstu informačních technologií, ke kterému došlo a stále dochází v posledních dekadách (Fountas et al. 2015), přičemž první softwarově řízená zařízení začala být zařazována do chovů již v 80. letech minulého století (Maciuc et al. 2015). Jak dále uvádějí Fountas et al. (2015), nesmazatelným vlivem těchto technologií je enormní úspora lidské práce, zpřesnění sledovaných parametrů a rovněž zvýšení počtu sledovaných parametrů.

Obecně lze říci, že softwary a počítačové programy slouží ke sledování a výpočtu naměřených dat, ta nejběžnější se týkají reprodukčních aktivit dojnic (viz kapitola 3.7.1.) či jejich produkčních vlastností. V neposlední řadě je také ale objektivně měřena a zaznamenávána genetická hodnota a produkční vlastnosti jednotlivých dojnic. Tato data jsou následně hojně využívána šlechtitelskými společnostmi a odborníky, kteří tak mohou efektivněji a cíleněji provádět šlechtění dle aktuálních trendů a požadavků na daná plemena (Maciuc et al. 2015).

4. Závěr

Světový trend podléhá nejen v oblasti zemědělství velmi dynamickému vývoji, a to především v oblasti moderních technologií jakými jsou informační technologie v čele s robotizací a virtuální realitou. V rámci zemědělského sektoru se však stále jedná o poměrně mladou vědeckou disciplínu, která je stále podrobována dalším výzkumům. Již nyní je však patrné, že další vývoj a udržení se na poli konkurence jak světové, tak tuzemské bude bez použití aktuálně moderních technologií poměrně náročným úkolem jak pro malé, tak i velké zemědělské podniky. Spolu s tím je vyvíjen stále větší tlak na welfare a celkovou pohodu zvířat, kterou především koncoví konzumenti zemědělských produktů v posledních letech velmi ostře sledují a její dodržování významně ovlivňují.

Cestou, jak konečně zákazníky přesvědčit o kvalitě jednotlivých chovů, může být například v široké osvětě, ke které můžeme dojít za použití virtuálních technologií, které umožní živé exkurze pro široké spektrum potenciálních zákazníků. Mimo exkurze pro veřejnost je velký potenciál také v sektoru výuky a výzkumu, přičemž dnešní trend naznačuje postupné zavádění VR a obecně IT technologií do řady univerzitních, výzkumných či školicích zařízení, kdy by byla odstraněna mezinárodní bariéra a mohlo by dojít k propojení a urychlení výzkumu či zavádění nových moderních trendů.

Mimo výzkum a propagaci může k nárůstu efektivity a produktivity jednotlivých farem vést zařazování moderních technologií, a to především díky individuálnímu přístupu k jednotlivým dojnícím, který výrazně lépe kopíruje jejich individuální potřeby. Tyto farmy tak mohou dosahovat lepších produkčních výsledků a lze také zvýšit průměrný počet laktací za život dojnice.

Právě zvýšení průměrného věku a tím i počtu laktací je považováno za velmi důležitý faktor především z hlediska zvýšení výsledné produktivity a snížení nákladů na odchov nových dojnic. Obecně lze předpokládat, že v horizontu následujících let bude poptávka po kravském mléce jakožto po zemědělském produktu narůstat. Důvodem je stále se zvyšující lidská populace, a to především v rozvojových oblastech světa. Naproti tomu je vyvíjen tlak na snižování celkového počtu hospodářských zvířat. Tento fakt jen potvrzuje důležitost, se kterou je spojeno zavádění moderních technologií a celkové zkvalitnění života dojnic.

Vzhledem k všem výše uvedeným aspektům se jako efektivní řešení jeví bezstelivové ustájení s roboticky obsluženým provozem a stájí navazující na výběh. Při použití těchto technologií zvířata mohou svobodně rozhodovat o svém denním režimu a chovatel může ovlivnit projevy stáje navenek, jako jsou její zápach nebo prašnost. Je možné tvrdit, že při

správném nastavení všech podílejících se technologií, jako jsou automatické LED osvětlení, ventilace při maximálním využití demografických možností, prvky pro pohodlí zvířat jako drbadla, kvalitní střecha s prosvětlením a potenciálem pro fotovoltaickou elektrárnu, lze dosáhnout velmi dobrých výsledků a zároveň přitom maximalizovat welfare zvířat.

8. Literatura

Ablondi M, Sabbioni A, Stocco G, Cipolat-Gotet C, Dadousis C, Van Kaam J, Finocchiaro R, Summer A. 2022. Genetic Diversity in the Italian Holstein Dairy Cattle Based on Pedigree and SNP Data Prior and After Genomic Selection. *Frontiers in Veterinary Science*, 8.

Akins MS. 2016. Dairy Heifer Development and Nutrition Management. *Veterinary Clinics of North America-Food Animal Practice*, 32(2), 303–317.

Anjum A, Ghafoor A, Munir A, Iqbal M, Choudhary M. 2015. Design modification of conventional wheat straw chopper. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*. 17. 50-58.

Awad, M., Fouda, O. A., Fathy, W., Balkemy, W. E., Egela, M. E., El-Fakhrany, W. B., & Okasha, M. K. (2022). A combined machine for collecting and chopping rice straw. *Heliyon*, 8(8), e10412.

Baban M, Plavšić M, Trivunovic S, Radinović M, Bogdanović V. 2013. Influence of microclimatic conditions on the daily production of dairy cows. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 29(1), 45–51. <https://doi.org/10.2298/bah1301045k>

Barkema HW, Von Keyserlingk M, Kastelic JP, Lam TJ, Luby CD, Roy J, LeBlanc SJ, Keefe G, Kelton DF. 2015. Invited review: Changes in the dairy industry affecting dairy cattle health and welfare. *Journal of Dairy Science*, 98(11), 7426–7445.

Bianchi M, Bava L, Sandrucci A, Tangorra F, Tamburini A, Gislon G, Zucali M. 2022. Diffusion of precision livestock farming technologies in dairy cattle farms. *Animal*, 16(11), 100650.

Biradar D, Abraham J, Sachin S, Koundinya U. 2018. Development of Milking Systems and its Impact on Milk Quality. *International Journal of Livestock Research*, 8(12). 1-12.

Bolt S, Boyland NK, Mlynski DT, James R, Croft DP. 2017. Pair Housing of Dairy Calves and Age at Pairing: Effects on Weaning Stress, Health, Production and Social Networks. *PLOS ONE*, 12(1), e0166926.

Boltianskyi B, Sklyar R, Boltianska N, Boltianska L, Dereza S, Grigorenko S, Syrotyuk S, Jakubowski T. 2021. The Process of Operation of a Mobile Straw Spreading Unit with a Rotating Finger Body-Experimental Research. *Processes*, 9(7), 1144.

Calvo A, Airoidi G. 2020. Sizing Milking Groups in Small Cow Dairies of Mediterranean Countries. *Animals*, 10(5), 795.

Cerqueira J, Araújo JM, Blanco-Penedo I, Cantalapiedra JL, Sorensen J, Niza-Ribeiro J. 2017. Relationship between stepping and kicking behavior and milking management in dairy cattle herds. *Journal of Veterinary Behavior*, 19, 72–77.

Coon R, Duffield TF., DeVries TJ. 2018. Effect of straw particle size on the behavior, health, and production of early-lactation dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 101(7), 6375–6387.

Cow Signals, Jan Hulsen, Praha 2011, ISBN 978-80-86726-44-1.

Černý T, Večeřa M, Falta D, Chládek G. 2016. The Effect of the Season on the Behavior and Milk Yield of the Czech Fleckvieh Cows. *Acta Universitatis Agriculturae Et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 64(4), 1125–1130.

Da Borso F, Chiumenti A, Sigura M, Pezzuolo A. 2017. Influence of automatic feeding systems on design and management of dairy farms. *Journal of Agricultural Engineering*, 48–52.

De Arruda Córdova H, Alessio DRM, Cardozo LL, Neto AT. 2018. Impact of the factors of animal production and welfare on robotic milking frequency. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 53(2), 238–246.

De Passillé A, Borderas TF, Rushen J. 2011. Weaning age of calves fed a high milk allowance by automated feeders: Effects on feed, water, and energy intake, behavioral signs of hunger, and weight gains. *Journal of Dairy Science*, 94(3), 1401–1408.

Dijkstra C, Veermäe I, Praks J, Poikalainen V, Arney D. 2012. Dairy Cow Behavior and Welfare Implications of Time Waiting Before Entry into the Milking Parlor. *Journal of Applied Animal Welfare Science*.

Dikmen S, Larson CC, De Vries A, Hansen P. 2020. Effectiveness of tunnel ventilation as dairy cow housing in hot climates: rectal temperatures during heat stress and seasonal variation in milk yield. *Tropical Animal Health and Production*, 52(5), 2687–2693.

Dimov D, Marinov I. 2021. Factors determining the choice of bedding for freestall housing system in dairy cows farming - A review. *Journal of Central European Agriculture*, 22(1), 1–13.

Dorshorst B, Henegar C, Liao X, Almén MS, Rubin C, Ito S, Wakamatsu K, Stothard P, Van Doormaal B, Plastow G, Barsh GS, Andersson L. 2015. Dominant Red Coat Color in Holstein Cattle Is Associated with a Missense Mutation in the Coatmer Protein Complex, Subunit Alpha (COPA) Gene. *PLOS ONE*, 10(6), e0128969.

Dračková E, Filipčík R, Šubr T J. 2016. The Effect of Genotype (Purebred Czech Fleckvieh and Their Crosses) on Some Beef Quality Characteristics in Bulls. *Acta Universitatis Agriculturae Et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 64(3), 769–773. Ducháček, J., Codl, R., Pytlík, J., Gašparík, M., Ptáček, M., Stádník, L., & Vrhel, M. (2022). Growth ability of Czech Fleckvieh bulls in modern cattle fattening stable. *Journal of Applied Animal Research*, 50(1), 316–321.

Fausak ED, Lage CF A, Ferreira F. 2022. Automated Milking Systems (AMS) and dairy cows. *SearchRxiv*, 2022.

Fountas S, Carli G, Sørensen CG, Tsiropoulos Z, Cavalari C, Vatsanidou A, Liakos B, Canavari M, Wiebensohn J, Tisserye B. 2015. Farm management information systems: Current situation and future perspectives. *Computers and Electronics in Agriculture*, 115, 40–50.

Gaworski M. 2019. Free-Stall Use and Preferences in Dairy Cows: A Case Study on Neck Rails Covered by Foam. *Animals*, 9(10), 772.

Handcock RC, Jenkinson CMC, Laven R, Lr M, Lopez-Villalobos N, Back P, Hickson R. 2021. Linear versus seasonal growth of dairy heifers decreased age at puberty but did not affect first lactation milk production. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 64(1), 83–100.

Havelka Z, Kunes R, Kononets Y, Stokes JE, Smutny L, Olsan P, Kresan J, Stehlik R, Bartos P, Xiao M, Kriz P, Findura P, Roztocil D. (2022). Technology of Microclimate Regulation in Organic and Energy-Sustainable Livestock Production. *Agriculture*, 12(10), 1563.

Havekes C, Duffield TF, Carpenter A, DeVries TJ. 2020. Effects of wheat straw chop length in high-straw dry cow diets on intake, health, and performance of dairy cows across the transition period. *Journal of Dairy Science*, 103(1), 254–271.

Hawkins AC, Burdine KH, Amaral-Phillips DM, Costa J. 2020. Effects of Housing System on Dairy Heifer Replacement Cost from Birth to Calving: Evaluating Costs of Confinement, Dry-Lot, and Pasture-Based Systems and Their Impact on Total Rearing Investment. *Frontiers in Veterinary Science*, 7.

Hendriks S, Phyn C, Huzzey J, Mueller K, Turner S, Donaghy D, Roche J. 2020. Graduate Student Literature Review: Evaluating the appropriate use of wearable accelerometers in research to monitor lying behaviors of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 103(12), 12140–12157.

Herbut P & Angrecka S. 2017. Relationship between THI level and dairy cows' behaviour during summer period. *Italian Journal of Animal Science*, 17(1), 226–233.

Hu H, Mu T, Ma Y, Wang X, Ma Y. 2021. Analysis of Longevity Traits in Holstein Cattle: A Review. *Frontiers in Genetics*, 12.<

Charlton G, Haley DB, Rushen J, De Passillé A. 2014. Stocking density, milking duration, and lying times of lactating cows on Canadian freestall dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 97(5), 2694–2700.

Huson HJ, Sonstegard TS, Godfrey J, Hambrook D, Wolfe C, Wiggans G, Blackburn HD, VanTassell CP. 2020. A Genetic Investigation of Island Jersey Cattle, the Foundation of the Jersey Breed: Comparing Population Structure and Selection to Guernsey, Holstein, and United States Jersey Cattle. *Frontiers in Genetics*, 11.

Chov dojeného skotu, Doc.Ing. Josef Bouška, CSc. A kolektiv, 1. vydání Praha: Profi Press, 186 s., 2006, ISBN 80-86726-16-9.

Chov dojeného skotu, Doc.Ing. Oldřich Doležal, CSc., Ing. Stanislav Staněk, Ph.D., 2015, ISBN 978-80-86726-70-0.

Idris M, Uddin MJ, Sullivan ME, McNeill D, Phillips CJ C. 2021. Non-Invasive Physiological Indicators of Heat Stress in Cattle. *Animals*, 11(1), 71.

Ishiwata T, Uetake K, Kilgour R., Tanaka T. 2005. “Looking up” behavior in the holding area of the milking parlor: its relationship with step-kick, flight responses and productivity of commercial dairy cows. *Animal Science Journal*, 76(6), 587–593.

Ivanova I, Trotsenko I, Trotsenko V. 2019. Automation of Processes in Dairy Cattle Production. *IOP Conference Series*.

Ivanyos D, Monostori A, Németh C, Fodor I, Ózsvári L. 2020. Associations between milking technology, herd size and milk production parameters on commercial dairy cattle farms. *Mljekarstvo*, 70(2), 103–111.

Jacobs J, Siegford JM. 2012. Invited review: The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behavior, health, and welfare. *Journal of Dairy Science*, 95(5), 2227–2247.

Januś E. 2017. THE LEVEL OF SELECTED MILK PERFORMANCE TRAITS OF IMPORTED AND HOME-BRED MONTBÉLIARDE COWS BORN IN DIFFERENT SEASONS AND CALVING AT DIFFERENT AGES. *Acta Scientiarum Polonorum*.

Jiang H, Wang W, Li C. 2017. Innovation, practical benefits and prospects for the future development of automatic milking systems. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering*, 4(1), 37.

John A, Clark CR, Freeman MJ, Kerrisk KL, Garcia SMI, Halachmi I. 2016. Review: Milking robot utilization, a successful precision livestock farming evolution. *Animal*, 10(9), 1484–1492.

Kassahun A, Bloo R, Catal C, Mishra A. 2022. Dairy Farm Management Information Systems. *Electronics*, 11(2), 239.

Kic P. 2022. Influence of External Thermal Conditions on Temperature–Humidity Parameters of Indoor Air in a Czech Dairy Farm during the Summer. *Animals*, 12(15), 1895.

Laible G, Cole S, Brophy B, Wei J, Leath S, Jivanji S, Littlejohn MD, Wells D. 2021. Holstein Friesian dairy cattle edited for diluted coat color as a potential adaptation to climate change. *BMC Genomics*, 22(1).

Leinweber T, Záhner M, Schrade, S. 2019. Bewertung eines Entmistungsroboters bei Milchvieh aus ethologischer und verfahrenstechnischer Sicht. *Landtechnik*, 74(3).

Lely. 2023. Lely produkty pro chov dojnic. Technologie pro krmení, dojení a stáj. Lely. [23.3.2022] Dostupné z: https://www.lely.com/media/filer_public/cf/4f/cf4f1bcf-b8e4-4be1-bfbf-8ae32f89f14c/lely_dairy_equipment_2014_-_cs.pdf

Li H, Rong L, Zhang G. 2017. Reliability of turbulence models and mesh types for CFD simulations of a mechanically ventilated pig house containing animals. *Biosystems Engineering*, 161, 37–52.

Lim D, Kim TI, Park S, Ki K, Kim Y. 2021. Effects of photoperiod and light intensity on milk production and milk composition of dairy cows in automatic milking system. *Journal of Animal Science and Technology*, 63(3), 626–639.

Lorenzini I, Schindhelm K, Haidn B, Weingut F, Kossmann A, Reiter K, Misha E. 2017. Validation and Comparison of Two Different Pedometers that Could be Used for Automatic Lameness Detection in Dairy Cows. *Chemical Engineering Transactions*, 58, 187–192.

Lucy M. 2019. Symposium review: Selection for fertility in the modern dairy cow—Current status and future direction for genetic selection. *Journal of Dairy Science*, 102(4), 3706–3721.

Luo W, Wu F, Fengwei G, Xu H, Wang G, Wang B, Yang H, Hu Z. 2022. Optimization and Experiment of Fertilizer-Spreading Device for Wheat Wide-Boundary Sowing Planter under Full Rice Straw Retention. *Agronomy*, 12(10), 2251.

Mahendran SA, Wathes DC, Booth RA, Blackie N. 2021. The Health and Behavioural Effects of Individual versus Pair Housing of Calves at Different Ages on a UK Commercial Dairy Farm. *Animals*, 11(3), 612.

Maltz E. 2020. Individual dairy cow management: achievements, obstacles and prospects. *Journal of Dairy Research*, 87(2), 145–157.

Mathot M, Decruyenaere V, Lambert RW, Stilmant D. 2016. Deep litter removal frequency rate influences on greenhouse gas emissions from barns for beef heifers and from manure stores. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 233, 94–105.

Mattachini G, Pompe J, Finzi A, Guarino M, Riva E, Provolo G. 2019. Effects of Feeding Frequency on the Lying Behavior of Dairy Cows in a Loose Housing with Automatic Feeding and Milking System. *Animals*, 9(4), 121.

Medrano-Galarza C, LeBlanc SJ, Jones-Bitton A, DeVries TJ, Rushen J, De Passillé AM, Haley DB. 2017. Producer perceptions of manual and automated milk feeding systems for dairy calves in Canada. *Canadian Journal of Animal Science*, 98(2), 250–259.

Mičiaková M, Strapák P, Szencziová I, Strapáková E, Hanušovský O. 2018. Several Methods of Estrus Detection in Cattle Dams: A Review. *Acta Universitatis Agriculturae Et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 66(2), 619–625.

Moore S, Aublet V, Butler ST. 2021. Monitoring estrous activity in pasture-based dairy cows. *Theriogenology*, 160, 90–94.

Morrison J, Renaud DL, Churchill KJ, Costa J, Steele M, Winder CB. 2021. Predicting morbidity and mortality using automated milk feeders: A scoping review. *Journal of Dairy Science*, 104(6), 7177–7194.

M'hamdi N, Darej C, Attia K, Znaidi I, Khattab R, Djelailia H, Bouraoui R, Taboubi R, Marzouki L, Ayadi M. 2021. Modelling THI effects on milk production and lactation curve parameters of Holstein dairy cows. *Journal of Thermal Biology*, 99, 102917.

Neves S, Silva MA, Miranda JM D, Stilwell G, Cortez P. 2022. Predictive Models of Dairy Cow Thermal State: A Review from a Technological Perspective. *Veterinary Sciences*, 9(8), 416.

Niu K, An Z, Yao Z, Chen C, Yang L, Xiong J. 2023. Effects of Different Bedding Materials on Production Performance, Lying Behavior and Welfare of Dairy Buffaloes. *Animals*, 13(5), 842.

Nipa JA, Mondal MHT, Islam A. 2021. Design, development and performance evaluation of small-scale fodder chopping machine for farmers. *Research in Agricultural Engineering*, 67(3), 116–122.

Norring M, Manninen E, De Passillé A, Rushen J, Saloniemi H. 2010. Preferences of dairy cows for three stall surface materials with small amounts of bedding. *Journal of Dairy Science*, 93(1), 70–74.

Oberschätzl-Kopp R, Bühler J, Gräff A, Wörz S, Bernhardt H. 2018. Studies on electrical energy consumption of an automatic feeding system in dairy cattle farming</i> 2018 Detroit, Michigan July 29 - August 1, 2018.

Oberschätzl R, Haidn B, Neiber J, Nesor, S. 2015. Automatic feeding systems for cattle- A study of the energy consumption of the techniques. In Proc. of XXXVI CIOSTA CIGR V Conference, Saint Petersburg, the Russian Federation (pp. 1-9).

Oehm AW, Jensen KC, Tautenhahn A, Mueller K, Feist M, Merle R. 2020. Factors Associated with Lameness in Tie Stall Housed Dairy Cows in South Germany. *Frontiers in Veterinary Science*, 7.

Palczynski LJ, Bleach E, Brennan ML, Robinson P. 2020. Appropriate Dairy Calf Feeding from Birth to Weaning: “It’s an Investment for the Future.” *Animals*, 10(1), 116.

Patt A, Gygas L, Hillmann E, Keil NM. 2020. ‘Signs of hunger in dairy calves indicate suboptimal periods in two weaning methods.’, *agriRxiv*. CABI International *agriRxiv*.

Pavkin DY, Shilin DV, Nikitin EA, Kiryushin II. 2021. Designing and Simulating the Control Process of a Feed Pusher Robot Used on a Dairy Farm. *Applied Sciences*, 11(22), 10665.

Popescu S, Borda C, Diugan EA, Spinu M, Groza I, Sandru CD. 2013. Dairy cows welfare quality in tie-stall housing system with or without access to exercise. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 55(1).

Rajesh S. 2022. Dairy cattle bedding: Importance and recent advances.

Rahman MM, Chu CM, Kumaresen S, Yan F, Kim P, Mashud M, Rahman MM. 2014. Evaluation of the Modified Chimney Performance to Replace Mechanical Ventilation System for Livestock Housing.

Roveglia C, Niero G, Bobbo T, Penasa M, Finocchiaro R, Visentin G, Lopez-Villalobos N, Cassandro M. 2019. Genetic parameters for linear type traits including locomotion in Italian Jersey cattle breed. *Livestock Science*, 229, 131–136.

Rumba R, Nikitenko A. 2018. Development of free-flowing pile pushing algorithm for autonomous mobile feed-pushing robots in cattle farms. *Engineering for Rural Development*.

Ruud LE, Bøe KE. 2011. Flexible and fixed partitions in freestalls—Effects on lying behavior and cow preference. *Journal of Dairy Science*, 94(10), 4856–4862.

Sarentonglaga B, Sugiyama T, Fukumori R, Nagao Y. 2019. Effects of a tunnel ventilation system within the tie-stall barn environment upon the productivity of dairy cattle during the winter season. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32(5), 748–756.

Schingoethe DJ. 2017. A 100-Year Review: Total mixed ration feeding of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 10143–10150.

Schütz A, Kurz K, Busch G. 2022. Virtual farm tours—Virtual reality glasses and tablets are suitable tools to provide insights into pig husbandry. *PLOS ONE*, 17(1), e0261248.

Singh A, Bhakat C, Ghosh MK, Dutta T. 2021. Technologies used at advanced dairy farms for optimizing the performance of dairy animals: A review. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 19(4), e05R01).

Sinnott AM, Kennedy E, Bokkers EA. 2021. The effects of manual and automated milk feeding methods on group-housed calf health, behaviour, growth and labour. *Livestock Science*, 244, 104343.

Sitkowska B, Piwczynski D, Aerts J, Waśkiewicz M. 2015. Changes in milking parameters with robotic milking. *Archiv Für Tierzucht*, 58(1), 137–143.

Skládanka, Jiří. *Pastva skotu*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014. ISBN 978-80-7509-145-1.

Son J, Park J, Kang D, Belal SA, Cha J, Shim KS. 2020. Effects of white, yellow, and blue colored LEDs on milk production, milk composition, and physiological responses in dairy cattle. *Animal Science Journal*, 91(1).

Staněk S. 2012. Chov skotu – ustájení skotu - osvětlení stání pro dojnice. *Zootechnika*. [23.3.2023]. Dostupné z: <https://www.zootechnika.cz/clanky/chov-skotu/ustajeni-skotu/osvetleni-staji-pro-dojnice.html>

Svyazhenina MA. 2019. Exteriority of Holstein Cattle of Various Origins in the Conditions of the Tyumen Region. *KnE Life Sciences*.

Šoch, M, Miláček P, Novák P, Trávníček J. Stabilita vybraných mikroklimatických parametrů v zateplené zděné stáji pro dojnice během ročního sledování. Stability of selected microclimate parameters in thermal insulated stable ford dairy cows duuring one year observation. Sborník referátů z doprovodného odborného semináře výstavy AGROKOMPLEX 2004 „Vnútorná klíma poľnohospodárskych objektů“Slovenská spoločnosť pre techniku prostredia, Nitra, Slovenská republika, 23. augusta 2004, s. 78- 83. ISBN 80-969030-5-5

Taylor J, Gilliam JN, Mourer G, Stansberry C. 2020. Comparison of effects of four weaning methods on health and performance of beef calves. *Animal*, 14(1), 161–170.

Tucker CB, Jensen MB, De Passillé AM, Hänninen L, Rushen J. 2021. Invited review: Lying time and the welfare of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 104(1), 20–46.

Tresoldi G, Schütz KE, Tucker CB. 2018. Cooling cows with sprinklers: Spray duration affects physiological responses to heat load. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 4412–4423.

Vaculikova M, Komzáková I, Chládek G. 2017. The Effect of Low Air Temperature on Behaviour and Milk Production in Holstein Dairy Cows. *Acta Universitatis Agriculturae Et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 65(5), 1623–1627.

Van Eerdenburg, FJ, Ruud LE. 2021. Design of Free Stalls for Dairy Herds: A Review. *Ruminants*, 1(1), 1–22.

Vaculík P, Smejtková A. 2019. Assessment of selected parameters of automatic and conventional equipment used in cattle feeding. *Agronomy Research* 17(3), 879–889.

Voříšková J, Maršálek M, Reichová S, Zedníková J, Machálek A. 2010. Results of robotic milking on selected farms in the Czech Republic. *Journal of Agrobiology*.

Wagner AR, Palmer RW, Bewley JM, Jackson-Smith D. 2001. Producer Satisfaction, Efficiency, and Investment Cost Factors of Different Milking Systems. *Journal of Dairy Science*, 84(8), 1890–1898.

Walker W, Nebel R, McGilliard M. 1996. Time of Ovulation Relative to Mounting Activity in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, 79(9), 1555–1561.

Wellnitz K, Parsons CT, Dafoe JM, Boss DL, Wyffels SA, DelCurto T, Van Emon ML. 2022. Impacts of Heifer Post-Weaning Intake Classification on Performance Measurements of Lactating and Non-Lactating Two-, Five-, and Eight-Year-Old Angus Beef Females. *Animals*, 12(13), 1704.

Wickramasinghe H, Kaya C, Baumgard LH, Appuhamy J. 2022. Early step-down weaning of dairy calves from a high milk volume with glutamine supplementation. *Journal of Dairy Science*, 105(2), 1186–1198.

Witkowska D, Ponieważ A. 2022. The Effect of Housing System on Disease Prevalence and Productive Lifespan of Dairy Herds—A Case Study. *Animals*, 12(13), 1610.

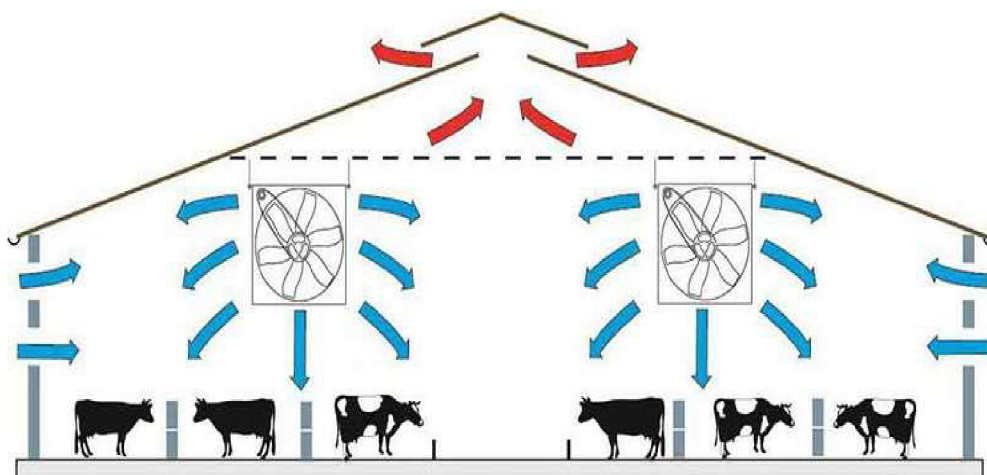
10. Samostatné přílohy



Obrázek č. 1. Kombinovaný box (Autor: Pavel Hron)



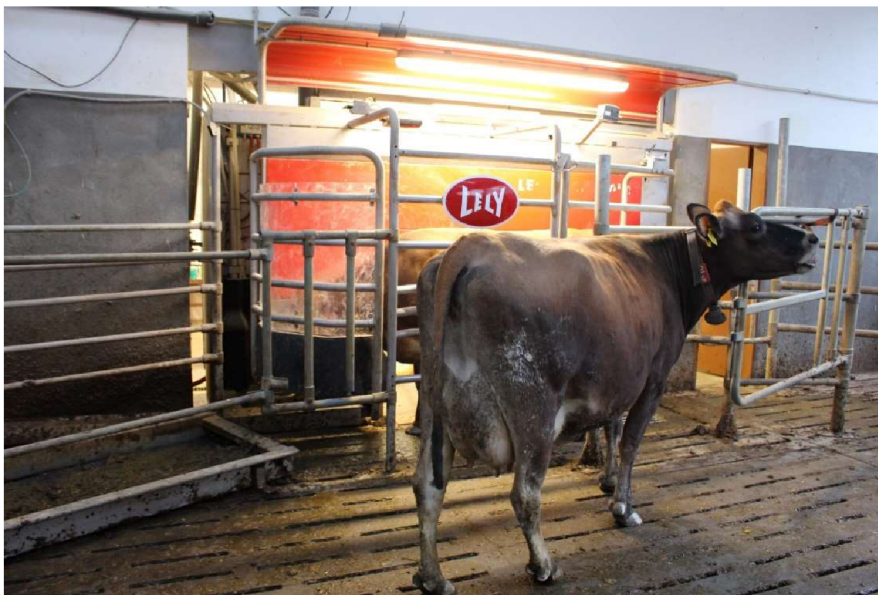
Obrázek č. 2. Volné boxové ustájení (Autor: Pavel Hron)



Obrázek č. 3. Proudění vzduchu



Obrázek č. 4. Vysoké boxové lože (Autor: Pavel Hron)



Obrázek č. 5. Automatické dojící zařízení Lely Astronaut (Autor: Pavel Hron)



Obrázek č. 6. Automatický krmný robot Lely Vector (Autor: Pavel Hron)



Obrázek č. 7. Automatický krmný robot Lely Vector (Autor: Pavel Hron)



Obrázek č. 8. Nakládací portálový jeřáb krmného robota (Autor: Pavel Hron)



Obrázek č. 9. Krmný vůz Strautmann Verti - Mix 1402 SF Double (Autor: Pavel Hron)



Obrázek č. 10. Automatické drbadlo Lely Luna (Autor: Pavel Hron)



Obrázek č. 11. Čistič stáje Lely Discovery (Autor: Pavel Hron)