

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra chovu hospodářských zvířat**



**Česká zemědělská  
univerzita v Praze**

**Možnosti optimalizace technologií v chovu u dojeného  
skotu**

**Bakalářská práce**

**Horáková Patricie**

**Obor studia: Živočišná produkce**

**Vedoucí práce Ing. Jaromír Ducháček, Ph.D.**



### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Možnosti optimalizace technologií v chovu u dojeného skotu" 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 neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 3.5.2021

\_\_\_\_\_

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu práce Ing. Jaromíru Ducháčkovi, Ph.D. za trpělivost, cenné rady a vedení a čas který mi při psaní bakalářské práce věnoval. Dále bych chtěla poděkovat rodině a přátelům za trpělivost a pevné nervy v době psaní mé práce.

# Možnosti optimalizace technologií v chovu u dojeného skotu

## Souhrn

Práce shromažďuje informace o aktuálně používaných technologiích ustájení v ČR a ve světě. Zabývá se faktory chovného prostředí ovlivňující dojnice, a to v rozdělení technologické, technické a klimatické, popisuje jednotlivé technologické postupy a klimatické podmínky a krátce se věnuje i technické stránce stáje.

Konkrétně se jedná o technologie vazného a volného ustájení, kubaturu stáje a chovné prostředí. V rámci klimatických podmínek se jedná o teplotu, vlhkost a stájové plyny spolu s možnostmi klimatizace a větrání. Dále se práce věnuje technologiím krmení, napájení a dojení. Součástí práce je přehled několika moderních technologií, podrobněji se práce věnuje dojícím robotům, automatickým krmným systémům, přihrnovačům krmiva, vysavačům kejdy, robotům pro úklid chlévské mrvy a dalším. V závěru je krátké shrnutí ekonomické situace mléčných farem v ČR.

Souhrn informací v této práci ukazuje intenzifikaci výroby v oblasti chovu skotu. Počet zvířat v ČR soustavně klesá přesto že produkce mléka stoupá. Chovatelé jsou nuceni k modernizaci z důvodu vyšších nároků dojnic, protože spolu s produkcí rostou i nároky. Výhodou modernizace stáje je menší potřeba kvalifikovaných zaměstnanců, kterých je obecně v zemědělství málo. Jedním z důvodů nedostatku kvalifikovaných zaměstnanců je těžká práce po celý rok, s ním vždy adekvátním platem. Ve shrnutí ekonomiky je viditelný rozdíl mezi náklady a výslednými příjmy, bez dotací by průměrný výsledek hospodaření mléčné farmy za rok byl 1,5 mil. v mínusu. Výsledkem práce je tedy potvrzení nutnosti dotací v Česku i v Evropě bez kterých by mléčná produkce byla ztrátová.

**Klíčová slova:** technologie; investice; welfare; dojený skot; optimalizace

# Possibilities of optimization of technologies in breeding in dairy cattle

## Summary

This thesis gathers informations about currently used stable housing technologies in the Czech Republic and all around the world. It deals with the factors of the the breeding enviroment affecting dairy cattle, namely the division of technological, technical and climatic management. It describes the individual technological procedures and climatic conditions, and it briefly deals even with the technical side of the stable.

Specifically, tiestall and freestall technologies, stable cubature and breeding environments. Climate conditions include temperature, humidity and stable gases, along with air conditioning and ventilation options. This thesis is also devoted to feeding, drinking and milking technologies. It also includes an overview of several modern technologies, more detailed work on milking robots, automatic feeding systems, feed pouchers, slurry vacuum cleaners, manure cleaning robots and more. The conclusion is a short summary of the economic situation of dairy farms in the Czech Republic.

The summary of information shows the intensification of production in the cattle sector. The number of dairy cattle in the Czech Republic has been steadily decreasing even though milk production is rising. Breeders are being forced to modernise because of higher demands on dairy cattle, as demand increases along with production. The advantage of modernising the stable is less need for qualified staff, which are generally hard to find in agriculture. One reason for the lack of qualified staff is the hard work throughout the year and under-payment.

In the summary of the economy there is a visible difference between the costs and the outcoming results, without the grands the average dairy farm outcome for the year would have been 1.5 million in the negative. The result of this thesis is confirmation of the need for grands in the Czech Republic and Europe, without them the dairy production would be loss-making.

**Keywords:** technology; investment; welfare; dairy cattle; optimatization

# Obsah

Seznam použitých zkratk.....	9
<b>1 Úvod .....</b>	<b>10</b>
<b>2 Cíl práce.....</b>	<b>11</b>
<b>3 Faktory chovného prostředí.....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 Technologické faktory .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2 Technické faktory .....</b>	<b>13</b>
<b>3.3 Klimatické faktory .....</b>	<b>13</b>
<b>4 Technologické systémy ustájení.....</b>	<b>14</b>
<b>4.1 Vazné ustájení.....</b>	<b>14</b>
<b>4.2 Volné ustájení .....</b>	<b>16</b>
4.2.1 Kombinované boxy .....	16
4.2.2 Volné boxové stáje.....	16
4.2.3 Kotcové ustájení s vysokou podestýlkou, sníženým krmištěm a spádovanou lehárnou17	
4.2.4 Ploché kotce se stlanou lehárnou a krmištěm.....	17
<b>5 Chovné prostředí.....</b>	<b>18</b>
<b>5.1 Kubatura stáje.....</b>	<b>19</b>
<b>5.2 Mikroklima.....</b>	<b>19</b>
5.2.1 Teplota .....	19
5.2.2 Vlhkost .....	20
5.2.3 Stájové plyny .....	21
5.2.4 Větrání a klimatizace.....	22
<b>5.3 Osvětlení.....</b>	<b>24</b>
<b>6 Podlahy a podestýlky .....</b>	<b>26</b>
<b>6.1 Podlahy .....</b>	<b>26</b>
6.1.1 Betonové podlahy .....	26
6.1.2 Železobetonové rošty .....	27
6.1.3 Gumové rohože.....	27
<b>6.2 Podestýlky.....</b>	<b>28</b>
6.2.1 Sláma.....	28
6.2.2 Písek .....	28
6.2.3 Separát .....	29
6.2.4 Piliny.....	29

6.2.5	Papír.....	29
6.2.6	Kompost.....	30
<b>7</b>	<b>Statková hnojiva.....</b>	<b>30</b>
7.1	<b>Odkliz.....</b>	<b>30</b>
7.2	<b>Skladování statkových hnojiv.....</b>	<b>32</b>
7.3	<b>Zpracování statkových hnojiv.....</b>	<b>32</b>
7.3.1	Zpracování kejdy.....	32
7.3.2	Zpracování chlévské mrvy.....	34
<b>8</b>	<b>Krmení a napájení.....</b>	<b>35</b>
8.1	<b>Krmení.....</b>	<b>35</b>
8.2	<b>Napájení.....</b>	<b>37</b>
<b>9</b>	<b>Dojení.....</b>	<b>37</b>
9.1	<b>Technologie dojení.....</b>	<b>37</b>
9.2	<b>Dojící zařízení.....</b>	<b>38</b>
<b>10</b>	<b>Moderní technologie.....</b>	<b>40</b>
10.1	<b>Robotické dojení.....</b>	<b>40</b>
10.2	<b>Moderní technologie v krmení.....</b>	<b>41</b>
10.3	<b>Ostatní moderní technologie.....</b>	<b>41</b>
<b>11</b>	<b>Ekonomika zemědělců v ČR.....</b>	<b>42</b>
<b>12</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>44</b>
<b>13</b>	<b>Literatura.....</b>	<b>45</b>
13.1	<b>Ostatní zdroje.....</b>	<b>53</b>



## **Seznam použitých zkratk**

AMSP – Asociace malých a středních podniků a živnostníků ČR

CRI – index barevnosti světla (color rendering index)

DOPS – dojnice produkční směs

OSVČ – osoba samostatně výdělečně činná

PR dieta - Parmigiano Reggianiho dieta

PVC - Polyvinylchlorid

THI – teplotně-vlhkostní index (temperature-humidity index)

TMR – směsná krmná dávka (total mixed ratio)

TS - trávící soustava

VKS – vyrovnávací krmná směs

# 1 Úvod

Optimalizace stájí pro dojnice je velké téma v zemědělském sektoru. Firmy produkující zemědělské technologie se předhánějí v nejmodernějším vybavením, na každoročních veletrzích a výstavách se snaží zaujmout chovatele, jako potenciálního investora. V této práci jsou shrnuty a zhodnoceny technologie aktuálně využívané v chovu dojného skotu a některé jejich moderní alternativy.

Jedním ze stěžejních faktorů pro chovatele je welfare, v této práci je nastíněno mnoho možností, jak ho zlepšit ve směru ustájení. Faktorů, ovlivňující pohodu a užitkovost, je mnoho. Následující práce rozebírá faktory chovného prostředí v rozdělení na technologické, technické a klimatické. Technologické faktory chápeme jako ustájení a jeho jednotlivé prvky (napájení, krmení, podestýlání), dále také způsob získávání mléka nebo způsob ošetřování zvířat.

Technickými faktory rozumíme rozměrové a materiálové kvality, způsoby stavby, prostředky pro optimalizaci technologických postupů jako jsou automatické systémy pro dojení, krmení či odkliz a zpracování výkalů. Klimatické faktory jsou nedílnou součástí stájového prostředí a mají vliv na produkci a zdravotní stav dojnic, patří sem teplota, vlhkost nebo stájové plyny ve stáji.

Součástí této práce je krátké shrnutí aktuální ekonomické situace zemědělských podniků České republiky a jejich schopnost modernizovat chovné prostředí spolu s mírou závislosti na dotacích. Chovatelé u nás mají možnost získat dotace od státu a od Evropské unie na modernizaci technologií, zvířata nebo půdu. V rámci programu rozvoje venkova je možné požádat o samostatnou dotaci na konkrétní projekt.

## **2 Cíl práce**

Cílem bakalářské práce bylo především formou literární rešerše vytvořit přehled o využívaných technologiích v chovu dojeného skotu. Součástí je shrnutí výsledků, které přináší moderní technologie v chovném prostředí, možnosti vylepšení starého chovného prostředí v souladu s welfare a ekonomickými požadavky chovu. Dílčím cílem poté bylo provedení menšího šetření v rámci možností farem modernizovat.

### 3 Faktory chovného prostředí

Člověk se snaží ochočit, zdomácnět a následně taky šlechtit už po tisíciletí. Tato snaha je k vlastnímu užitku (Doležal et al. 1996). Zdomácnělá zvířata mají individuální nároky, vycházející z jejich původních potřeb. Hodnoty těchto nároků se přizpůsobují a mění na základě užitekosti a výsledků šlechtění, například tělesný rámec se zvětšuje. Gálik et al. (2015), uvádí jako příklady tělesných rozměrů tab. č. 1, kde je zaznamenán poměr hmotnosti, výšky, délky a šířky dojnice. Skupina dojnic použitá v roce 2019 ve výzkumu Dirksen et al. (2020) ukazuje rostoucí trend velikosti dojnic, rozsah kohoutkové výšky holštýnských krav použitých ve výzkumu je mezi 142 a 163 cm. Na základě těchto informací se zvyšuje požadavek na prostor zvířat.

Tab. 1) příklady tělesných rozměrů dojnic

Hmotnost (kg)	Výška (mm)	Délka (mm)	Šířka (mm)
600	1370	1650	530
650	1390	1690	550
700	1410	1730	580
750	1430	1770	600

(Gálik et al. 2015)

Komplikovaný systém faktorů vnějšího prostředí působí na chovaná zvířata tím, že je člověk vyloučil z přirozeného prostředí, proto musí také přebrat odpovědnost za adekvátní podmínky, které naplňují jejich přirozené potřeby a nároky (Bouška et al. 2006). Péče o přirozené potřeby a nároky zvířat se nazývá welfare, cílem chovatele je zajistit zvířatům takové prostředí a životní podmínky, aby bylo postaráno o jejich fyzické a duševní zdraví (Horgan 2005). Welfare lze také definovat zákonem pěti svobod.

Pět svobod welfare:

1. svoboda od hladu, žízně a podvýživy
2. svoboda od nepohodlí
3. svoboda od bolesti, zranění a onemocnění
4. svoboda projevit přirozené chování
5. svoboda od stresu, strachu a úzkosti

Pro úspěšné vedení farmy je nutné dbát na správné řízení genetiky, výživy a reprodukce. Mimo to je důležitou součástí telení a péče o telata, individuální správa skotu, vysoký obrát stáda s malým počtem nedobrovolného utracení, pohodlí krav, vysoké standardy a důslednost zemědělských operací. Komunikace, spolupráce a spokojenost zaměstnanců farmy má přímý vliv na efektivitu a kvalitu vykonané práce, a proto se jedná o další z důležitých faktorů (Pulina et al. 2020). V poslední době roste zájem veřejnosti o životní podmínky zvířat, která požaduje chov v přirozeném prostředí nebo alespoň podmínky, které se k tomu přibližují. Chov vysokoužitkových dojnic na pastvě nepokrývá jejich metabolické nároky, proto se využívá vnitřní ustájení. Pokud to prostor dovoluje, je možná kombinace obou způsobů. Faktory ovlivňující výběr způsobu chovu a následnou produkci lze rozdělit na technologické, technické a klimatické (Charlton & Rutter 2017).

### 3.1 Technologické faktory

Technologické faktory jsou úzce spojeny s celým cyklem produkce stáda. Změny v technologii vyvolávají zátěž pro organismus zvířat, jehož odezva je snížení užitkovosti, nebo zhoršení zdravotního stavu (Doležal et al. 1996).

Mezi tyto faktory řadíme hlavně tyto systémy:

- ustájení
- krmení
- napájení
- osvětlení
- dojení
- ošetřování a uchovávání mléka
- odklizení hnoje a výkalů
- podestýlání

Tyto systémy jsou hodnoceny z hlediska výkonnosti, potřeby lidské práce, investiční náročnosti, spotřeby energie, vlivu na životní prostředí a welfare a řady dalších hledisek (Vegricht et al. 2008).

### 3.2 Technické faktory

Mezi technické faktory patří stavební řešení stájí, ty mohou zvířata ovlivňovat přímo nebo také nepřímo (Doležal et al. 1996)

Mezi přímé řadíme:

- pohybovou plochu
- plochu k odpočinku
- kvalitu podlahovin
- kvalitu stavby

Mezi nepřímé:

- tepelná bilance stáje
- uplatnění automatizace a mechanizace
- optimalizace technologických postupů

### 3.3 Klimatické faktory

Klimatické faktory neboli mikroklima je soubor faktorů, ovlivňující pohodu zvířat. Patří sem například fyzikální vlastnosti vzduchu (teplota, vlhkost, rychlost proudění), osvětlení, hluk, dále také obsah chemických látek v ovzduší (čpavek, sirovodík, oxid uhličitý, metan), nakonec i prach a množství mikroorganismů. Nevhodné mikroklima nepřímo ovlivňuje zdravotní stav a welfare. Teplota vzduchu přímo ovlivňuje metabolismus a produkci zvířat. Vliv mikroklimatu na zvířata je dán řadou faktorů, především konstrukcí a provedením stavby, způsobem větrání příp. klimatizace, provozem aj. (Gálik et al. 2015).

V rámci mikroklimatu se práce věnuje:

- Vlhkosti

- Teplotě
- Rychlosti proudění vzduchu
- Stájové plyny

## 4 Technologické systémy ustájení

### 4.1 Vazné ustájení

Vegricht et al. (2008) dokumentuje, že dle provozních šetření je více než 75 % dojnic ustájeno ve volných stájích. Je pravděpodobné, že v budoucnu bude na vazném ustájení jen malé procento dojnic, a to spíše ve výjimečných případech, pokusech, nebo v případě nutné individuální péče. Proto považuje vazné ustájení za zanikající, stejně tak kombinované boxové ustájení. Rozměry a technické vlastnosti vazného ustájení se vyvíjely v závislosti na ekonomických podmínkách, ale i na základě zohlednění požadavků na ochranu zvířat. Při omezení prostoru zvířat je nutné, aby prostor ustájení vyhovoval co nejvíc funkcím a potřebám zvířat (Bouška et al. 2006). Novela k zákonu na ochranu zvířat proti týrání vstupující v platnost v roce 2021 zakazuje celoroční vazné ustájení od roku 2027 (Vorlíček 2021).

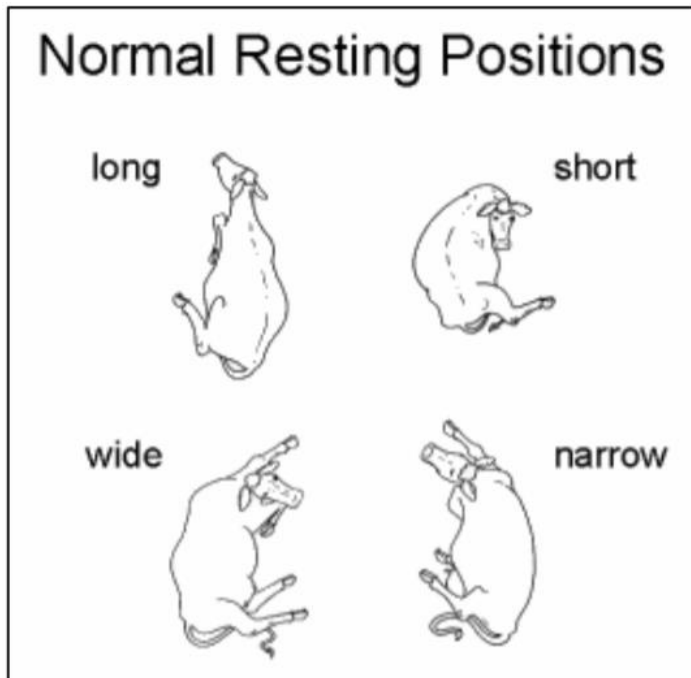
V 19. stol byl skot ustájován spolu s dalším dobytkem ve víceúčelových stodolách, změna nastala v druhém desetiletí dvacátého století, kdy byl rozmach stájí výhradně pro dojný skot. První patent pro vazné ustájení byl udělen 1897 ve Spojených státech, stání bylo pouze z hrazení, na jehož jedné straně bylo krmení a na druhé uvázán skot (Bewley 2017).

Dle Andersona (2008) je po příchodu do stáje možné zhodnotit, zda prostředí vyhovuje na základě chování zvířat, důležitá je doba a způsob ležení. Vyhovující stání by mělo umožňovat dojnicím zaujmout všechny čtyři základní pozice ležení (obr. 1) bez toho, aby si způsobovaly bolest, nebo jiná nepohodlí. Při nevyhovujícím místě k ležení vzniká stereotypní, nebo jinak nepřírozené chování, jako je například houpavý pohyb hlavou, vstávání jako kůň (nejdříve přední končetiny, pak zadní). Některému přirozenému chování je naopak nevyhovujícím stáním zamezeno, například délka řetězu nedovoluje zvířatům provádět péči o srst mezi zadními nohama. (Anderson 2008). Autor také vydal příručku pro rozměry stání ve vztahu k velikosti dojnice.

Rozměry odpovídají:

- Šířka stání = 2\* rozteč vrcholů kyčelních kostí
- Délka stání= 1,2\* výška zádě
- Výška přední zábrany= 0,8\* výška zádě

Obr. 1. Přirozené polohy odpočinku, vlevo nahoře natažená pozice, vlevo dole široká pozice, vpravo nahoře zkrácená pozice, vpravo dole úzká pozice



(Anderson 2008)

Pro malé chovatele skotu je stále vazné ustájení ekonomičtější variantou. Jednou z výhod je dojení na stání, které je v těchto případech používáno. Výstavba dojírny by znamenala velké náklady a při malém počtu zvířat i nedostatečné vytížení dojírny. Vazné ustájení není ideální pro zdraví zvířat, proto se chovatelé snaží maximalizovat prostředí stáje, aby vyhovovala potřebám krav (House 2019).

Pro přirozené lehání a vstávání skotu je nutné mít na přední straně stání dostatečně široký a vysoký prostor, aby žádné zábrany nezabraňovaly dojnicím si bezproblémově lehnout a vstát. Délka řetězu by měla být minimálně k hraně krmného stolu, správná délka řetězu se mění na základě technologie úvazu. Delší řetězy dovolují například silnější projevy říje. Délka samotného stání by měla dovolit zvířatům ležet v natažené pozici, a mít přitom všechny čtyři končetiny a ocas mimo krmný stůl a kaliště. Větší délka stání může způsobit zvýšení rizika mastitidy důsledkem většího znečištění krav. Prevence před tímto znečištěním je mírný sklon podlahy o 2-3 % (House 2019).

Snaha o vytvoření komfortu ve vazném ustájení není dostatečná a efekt snížené pracovní a zvýšené efektivity práce se nedostavuje v očekávané míře. Vysokoužitkové krávy navíc vyžadují pohyb jako svou nezbytnou životní potřebu, což vazné ustájení (i s eventuálním využíváním výběhu) s minimálním předozadním pohybem neumožňuje (Bouška et al. 2006). Proto dochází k omezování, přestavbě a prakticky nulovému vzniku nových vazných stájí. Nevýhody pracovní, horších reprodukčních a zdravotních ukazatelů byli nahrazeny vznikem systémů s volným ustájením (Bouška et al. 2006).

## 4.2 Volné ustájení

### 4.2.1 Kombinované boxy

Kombinovaný box je poměrně snadný a rychlý způsob modernizace vazných stájí při nedostatku finančních prostředků. Kombibox je ustájení na principu vazného ustájení, ale bez úvazu. Jedná se o krátké stání o délce 150-170 cm a šířce 115-120 cm. Skládá se z nízké požlabnice, stranových a žlabových zábran, které umožňují položení hlavy na požlabnici, nad žlabem je umístěna napáječka. Využívá se stelivová i bezstelivová varianta. Rizika jsou zde stejná jako u vazného ustájení. Rozdíl je ve stupni čistoty zvířat a efektivitě práce. Zvířata jsou zde čistší, ale riziko mastitid při znečištěné zadní části lóže zůstává. V tomto typu ustájení se již nepoužívá dojení ve stáji, ale přistavují se malé dojírny, např. dojírna 2x5 stání. Toto ustájení je udržitelné při počtu zvířat 80-100 kusů maximálně, dnes už ho najdeme spíše výjimečně, protože čistota zvířat i další aspekty chovu dojnic mají lepší výsledky ve volném boxovém ustájení (Bouška 2006).

### 4.2.2 Volné boxové stáje

Dobře řešená volná boxová stáj ať stelivová nebo bezstelivová představuje to nejlepší pro vysokoužitkovou dojnici (Doležal 1996). Tvar a výška bočních zábran může být různá, důležitá je délka, která by neměla být až na konec lóže, aby se o ni krávy při chůzi v uličce nezraňovaly, ale ani příliš krátká, aby zvířata nemohla chodit po zadní straně boxů. Důležitou součástí konstrukce jsou i hlavové a kohoutkové zábrany. Hlavová zábrana brání odcházení předem boxu, ale zároveň nesmí bránit přirozenému lehání a ležení v boxe. Kohoutková zábrana slouží k iniciaci couvnutí krav při vstávání, a brání tak znečištění lůžka. Všechny zábrany musí být přizpůsobeny velikosti zvířat, pravidelně kontrolovány, aby zvířatům nezpůsobovaly otlaky a jiná zranění (Gálik et al. 2015).

Podlaha boxu je buď s prohloubeným lůžkem, kdy je vpředu hrudní zábrana, obvykle z betonu, a vzadu stelivový práh ze dřeva nebo betonu. Správně nastlané lůžko má stelivo současně s hranou těchto ohraničení. Jako stelivo se často používá sláma, piliny, separát nebo písek. Nebo s vyvýšenou podlahou, celé lůžko tak vytváří schod, vpředu je opět hrudní zábrana. Na tento typ lze používat klasické stelivo, nebo tzv. bezstelivové ustájení. Místo steliva používáme matrace, a to dvou typů, prošíváné pásy, plněné gumovou štěpkou nebo celistvá matrace z kompaktní měkké gumy. Na matrace se obvykle přidává malé množství vápence nebo drcené slámy, aby byl zajištěn neklouzavý a suchý povrch, není to ale nutností (Gálik et al. 2015).

#### 4.2.2.1 Volné boxové stáje bezstelivové

Výzkum (Novák et al. 2003) prokázal, že, ačkoliv teoretické předpoklady o bezstelivovém ustájení působí více než kladně, jejich reálné výsledky jsou spíše opačné. Působí zde nedostatky, kterým nelze v praxi na 100 % předcházet. Je to například vydrolování materiálu podlah, kluzkost, nevyhovující mikroklima, při nedostatečném úklidu výkalů se rohovina paznehtů máčí v agresivních výkalech, a to vede ke vzniku onemocnění končetin.



Výhodou bezstelivového ustájení je vysoká produktivita práce a vyšší čistota zvířat. Tyto faktory jsou u stelivového ustájení hůře dosažitelné (Novák et al. 2003).

Bezstelivové ustájení využívá k změkčení lóže matrace s různou výplní a různými materiály. Výzkum Kristula et al. (2008) dokázal, že samotné matrace nemají dobré výsledky z hlediska hygienických parametrů, protože u dojnic na samotných matracích bylo zjištěno vysoké procento mikroorganismů ze strukových stěrů, konkrétně se tam nacházely *Coliformní* bakterie a *Klebsiella spp.*. Kolonie *Streptococcus spp.* měly podobné hodnoty ve všech testovacích variantách. Z tohoto výzkumu vyšel jako nejlepší materiál pro povrch matrací mletý vápenec. Špatně zvolený povrchový materiál matrací může způsobovat dojnicím zranění a nepohodlí, tento problém může vyřešit povrchové přistýlání, které usnadňuje čištění matrací a může prodloužit dobu ležení (Tucker & Weary 2004).

Výplň matrací je vyráběna z různých materiálů a jejich kombinací jsou to například:

- drcená guma
- molitan
- latex
- vodní polštář

Pro svrchní materiál se například využívá guma, PVC nebo koberce (Matrace pro skot 2017).

#### 4.2.2.2 Volné boxové stáje stelivové

Podestýlka je vhodnou variantou pro vytvoření čistého, měkkého lóže. Druh podestýlky závisí na dostupnosti, ceně ale i vlastnostech vzhledem k místnímu podnebí. U nás je nejpopulárnější sláma a separát, v zahraničí se hojně využívají i piliny nebo písek (Boxové lóže a typy podestýlek 2019). Pravidelné podestýlání a výměna podestýlky je časově náročná a ekonomicky nevýhodná. Také u ní není jednoduché dosáhnout stejné čistoty zvířat jako u bezstelivového ustájení (Novák et al. 2003).

#### 4.2.3 Kotcové ustájení s vysokou podestýlkou, sníženým krmištěm a spádovanou lehárnou

U nás je to téměř nepoužívaná technologie, ale využití nachází v okolních státech (Rakousko, Německo) při ustájení dojných stád v horských oblastech. Svě opodstatnění má ve svažitém terénu, kdy je hnůj shrnován nebo prošlapáván do hnojiště, které je zapuštěné pod úroveň terénu. Sklon podlahy je 3-4 ° má nevýhodu, že dojnice pak využívají jen horní 2/3 lehárny. Při využití dvouprostorového kotce (lehárna, krmiště) se spáduje podlaha směrem ke krmišti, i u jednoprostorového kotce je spád směrem k obvodovým stěnám (Staněk 2017)

#### 4.2.4 Ploché kotce se stlanou lehárnou a krmištěm

Jedná se o u další, u nás nerozšířenou technologii, která má opět varianty jedno a dvouprostorového kotce. Nevýhodou této varianty je nutnost disciplíny personálu pro správnou funkci. Pravidelné přistýlání s vyhrnováním chlěvské mrvy každý 3.-4. den zajistí dojnicím kvalitní lóže. V praxi pak můžeme vidět přistýlání 1-2 x týdně s vyhrnováním jednou za dva až tři týdny, což vede k nedostatečné hygieně a zdravotním problémům zvířat (Staněk 2017)

## 5 Chovné prostředí

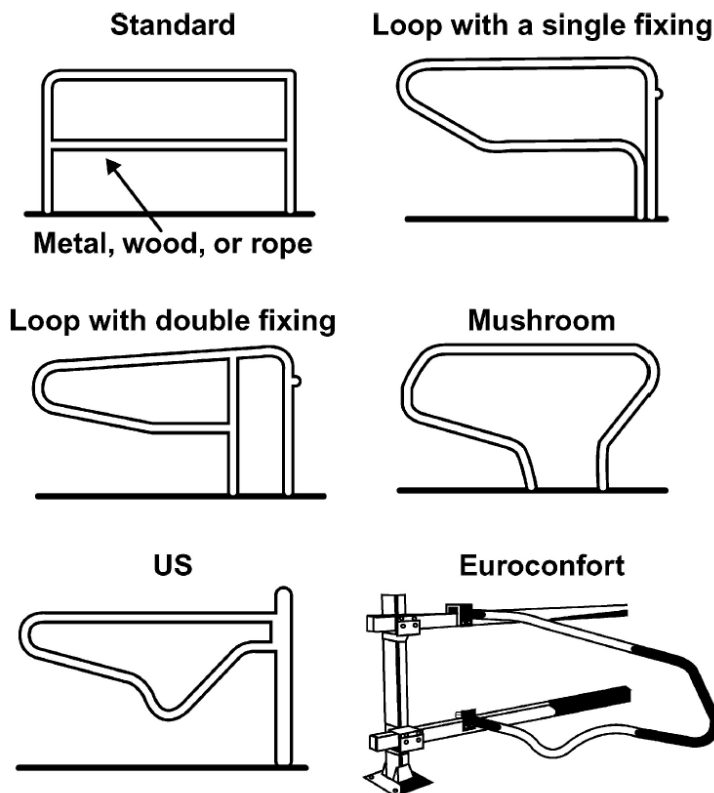
Moderní stáj musí splňovat podmínky welfare a zároveň technologicky a technicky umožňovat efektivitu práce a další požadavky chovatele. Pohybové plochy musí být dimenzovány tak, aby při pohybu zvířat nedocházelo ke zraněním, a udržela se pohoda zvířat. Rozměry boxových lóží jsou – délka 250 cm u stěny, 235 cm u protilehlých boxů, šířka je minimálně 120 cm. S rostoucím tělesným rámcem zvířat dochází i ke zvětšování rozměrů lóží, dnešní požadavky mohou být i 130 cm na šířku a 270-290 cm na délku. U výstavby stáje je nutné pracovat s rozměry konkrétního stáda a jejich předpokládaným progresem. Příliš velké postýlky dovolují dojnícím zaujímat nestandardní polohy, jako je ležet našikmo nebo stát v lóži všema čtyřma nohama. Celý koncept hrazení postýlek je sestavený tak, aby vytvořil pohodlné místo k ulehnutí a zároveň zůstal čistý a suchý, tím že se zabrání dojnícím do něj kalet (Vegricht et al. 2009). Parametry boxu lze zmenšit z důvodů místa, jsou to tzv. úsporné rozměry. Zkrácení boxů je možné, pokud má dojnice možnost pro prudký přední pohyb hlavou při vstávání a lehání. Místo je zajištěno protilehlým boxem nebo otevřenou stěnou (Gálik et al. 2015). Komfortní rozměry zábran rozdělené podle váhy dojnic jsou zobrazeny v tab. 2, jednotlivé části mohou mít různý tvar a materiál, například druhy bočních zábran můžeme vidět na obr. 2. Takovéto moderní stáje se v ČR staví přibližně od roku 2000 nejčastěji ve variantě šestiřadé volné boxové stáje (Hutla et al. 2013)

Tab. 2) Rozměry lóže různých váhových kategorií dojnic

Rozměry lóže (cm)	Váha dojnic (kg)			
	640	730	820	910
Šířka lóže	122	127	137	145
Délka lóže	274	305	305	320
Kohoutková zábrana od zadního konce lóže pro matrace (pro podestýlku)	173 (157)	178 (163)	183 (168)	191 (175)
Výška kohoutkové zábrany	122	127	132	137
Vzdálenost konce boční zábrany od konce lóže	23	23	23	23
Vnitřní průměr boční zábrany	84	91	91	91

(Cook 2021a)

Obr. 2. Typy a tvary zábran, levý sloupec shora standartní, smyčka s dvojitým upevněním, americký typ. Pravý sloupec shora smyčka s jednoduchým upevněním, tvar „houba“, typ euroconfort



(Veissier a kol. 2004)

## 5.1 Kubatura stáje

Kubatura je objem prostoru, spodní mezní hodnota doporučovaná na 100 kg živé váhy je 6 m<sup>3</sup> (Staněk 2009). Vysokoprodukční dojnice jsou výkonné organismy, a důležitou součástí jejich funkce je odvod přebytečného tepla, aby se zabránilo přehřívání. Z těchto důvodů jsou původní rekonstruované stáje (typy K96, K174) ve většině případů nevyhovující. Limitující jsou například rovné podhledy, které výrazně omezují kubaturu stáje. Pokud, chceme takovou stáj zrekonstruovat pro potřeby vysokoužitkových dojnic, budeme muset snížit kapacitu, nebo vytvořit tzv. přístřeškovou stáj. Ani jedna z variant obvykle není zájmem chovatelů. Stáje se proto využívají pro odchov jalovic, suchostojných dojnic a výkrm býků, kde je jejich konstrukce dostačující (Doležal & Staněk 2015).

## 5.2 Mikroklima

### 5.2.1 Teplota

Hranice termoneutrální zóny dnešních dojnic je 21 °C, a se zvyšující se produkcí se posouvá směrem k nule, proto je potřeba, aby ventilační systém fungoval bez přičinění člověka (Cook 2021b) Schüller et al. (2013), porovnával hodnoty teplot a vlhkosti z meteostanic a přímo ve stáji. Hodnoty se v neshodovaly ve 2 ze 7 případů, a na základě tohoto zjištění doporučuje

pro ovládání ventilačních systémů využívat měření hodnot přímo ve stáji pro větší přesnost a vyhnout se tepelnému stresu zvířat.

### 5.2.2 Vlhkost

Doporučená úroveň vlhkosti ve stáji pro dojnice je 50-70 %, u stájí s otevřenými stranami obvykle během roku tato úroveň nepřekročí kritickou hodnotu 70 % (Erbez et al. 2010). Spolu s rostoucí vlhkostí v ovzduší klesá tepelná tolerance dojnic a zvyšuje se riziko tepelného stresu (Schüller et al. 2013). Samotná vlhkost se obvykle ve stájích neměří, ale využívá se THI (A temperature-humidity index) neboli index teploty a vlhkosti vzduchu, který bere v úvahu kombinaci obou faktorů ovlivňující tepelný stres viz obr. 3. (Bohmanova et al. 2007).

Obr. 3. Hodnoty THI spojené s úrovní stresu dojnic. Bílá – bez stresu, žlutá – mírný stres, oranžová – silný stres, světle červená – kritický stres, tmavě červená - smrt

Temp		Relative Humidity (%)																
F	C	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
77	25.0						72	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77	MILD
78	25.6					72	73	73	74	74	75	75	76	76	77	77	77	STRESS
79	26.1				72	76	73	74	74	75	76	76	77	77	78	78	79	
80	26.7		72	72	73	76	74	74	75	76	76	77	78	78	79	79	80	
81	27.2	72	72	73	73	74	75	75	76	77	77	78	78	79	80	80	81	
82	27.8	72	73	73	74	75	75	76	77	77	78	79	79	80	81	81	82	
83	28.3	73	73	74	74	75	76	77	78	78	79	80	80	81	82	82	83	SEVERE
84	28.9	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	80	81	82	83	83	84	STRESS
85	29.4	74	75	75	76	77	78	79	79	80	81	81	82	83	84	84	85	
86	30.0	74	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	86	
87	30.6	75	76	77	77	78	79	80	81	81	82	83	86	85	85	86	87	
88	31.1	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	86	87	88	
89	31.7	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	89	
90	32.2	77	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	90	
91	32.8	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	90	91	
92	33.3	78	79	80	81	82	83	84	85	85	86	87	88	89	90	91	92	
93	33.9	79	80	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	VERY
94	34.4	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	SEVERE
95	35.0	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	STRESS
96	35.6	80	81	82	83	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	
97	36.1	81	82	83	84	85	86	87	88	89	91	92	93	94	95	96	97	
98	36.7	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	93	94	95	96	97	98	
99	37.2	82	83	84	85	87	88	89	90	91	92	93	94	96	97	98	99	
100	37.8	83	84	85	86	87	88	90	91	92	93	94	95	97	98	99	100	
101	38.3	83	86	86	87	88	89	90	92	93	96	95	96	97	99	100	101	
102	38.9	86	85	86	87	89	90	91	92	96	95	96	97	96	99	101	102	
103	39.4	86	86	87	88	89	91	92	94	95	96	97	98	100	101	102	103	
104	40.0	85	86	88	88	90	91	93	94	95	96	97	99	100	101	103	104	
105	40.6	86	87	88	89	91	92	93	96	96	97	98	99	100	101	104	105	DEAD
106	41.1	86	88	89	90	91	93	94	95	97	98	99	101	102	103	105	106	CATTLE
107	41.7	87	88	89	91	92	94	95	96	98	99	101	102	103	105	106	107	
108	42.2	87	89	90	92	93	94	96	97	98	100	101	102	104	105	106	108	
109	42.8	88	89	91	92	94	95	96	98	99	101	102	103	105	106	107	109	
110	43.3	88	90	91	92	94	96	97	98	100	101	102	104	105	106	108	110	
111	43.9	89	91	93	94	95	96	98	99	101	102	103	105	106	107	109	111	

(“Temperature Humidity Index: what you need to know about it” 2018)

### 5.2.3 Stájové plyny

Amoniak neboli  $\text{NH}_3$  vzniká při rozkladu organických dusíkatých látek, uvolňuje se do ovzduší, a dráždí sliznice především dýchacích cest. Množství dusíkatých látek ve výkalech a moči zvířat lze ovlivnit složením krmiva, a množství amoniaku ve stájovém vzduchu lze ovlivnit včasným odvodem výkalů pryč ze stáje (Monteny et al. 2002). Většina amoniaku v ovzduší je původem ze zemědělství a způsobuje závažné problémy v životním prostředí. Každá evropská země má dané emisní stropy, v České republice je aktuální emisní strop 71,8 kt/rok, a platí až do roku 2024, poté je v plánu snižování a to tak, že po roce 2030 bude emisní strop 60,2 na rok (Aktualizace národního programu snižování emisí České republiky 2019).

Balcells et al. (2020) zjistil, že kompostová podestýlka má vyšší emise než bezstelivové ustájení s pravidelným shrabováním kejdy, odvedené do skladovací jímky, což ukazuje důležitost výběru podestýlky.

Dalším významným plynem je methan, přispívá k oteplování atmosféry, a jedná se tedy o skleníkový plyn. Mezi jeho hlavní zdroje patří chov hospodářských zvířat, zpracování a těžba fosilních paliv nebo spalování biomasy (Methan 2019). Trávicí soustava zvířat produkuje methan a existují studie ohledně suplementů do krmné dávky, které by mohly methan navázat, nebo jinak zredukovat. Není ale mnoho studií na emise, uvolněné z povrchu nezakrytých jímek. Podle Leytem et al. (2017) může nezakrytá jímka produkovat až 48 % methanových emisí produkovaných na farmě. Gislou et al. (2020) testoval krmné dávky z několika druhů senáží (vojtěška, kukuřice, pšenice), a k tomu Parmigiano Reggianiho dietu (PR) na výrobu sýrů (kombinace vojtěšky a Italského žita), a zjistil, že pouze u PR diety byla produkce methanu zvířaty vyšší, ale jinak tyto složky krmné dávky produkci methanu významně neovlivnily.

Parker-Norman (2020) představuje 5 způsobů, jak mohou chovatelé snížit produkci methanu za pomoci krmné dávky.

1. Výběr krmných komponent - zvýšením množství koncentrovaných krmiv v TMR (TMR – total mixed ratio, směsná krmná dávka) zvyšuje produkci mastných těkavých kyselin a ty snižují produkci methanu
2. Rychlost průchodu trávicím traktem - přidání nestravitelné vlákniny napomáhá rychlejšímu průchodu TS.
3. Kvalita píce ovlivňuje stravitelnost
4. Doplnkové látky - česnekový extrakt, éterické oleje, sloučeniny izolované z mořských řas nebo syntetický 3-nitrooxypropanol, všechny tyto látky snižují produkci methanu a do budoucna se pravděpodobně stanou běžnou součástí krmné dávky dojnic
5. Modelové předpovědi emisí umožňují odborníkům vypočítat krmnou dávku s ohledem na životní prostředí

Sulfan nebo také sirovodík je plyn, páchnoucí po zkažených vejcích, vzniká v trávicí soustavě přežvýkavců a už v nízkých koncentracích naleptává sliznice a snižuje imunitu. Vysoké dávky mohou způsobit až smrt. Tento plyn se přirozeně v malém množství vyskytuje ve stájovém ovzduší, protože síra je nedílnou součástí krmné dávky dojnic (Preece et al. 2018).

Oxid uhličitý je plyn vydechovaný zvířaty, přípustná hodnota ve stájovém prostředí je 0,15-0,30 % obj. Ve špatně větraných stájích můžeme narazit i na hodnoty 0,50-1 % obj., kdy vysoké koncentrace oxidu uhličitého zpomalují životní projevy a produkce (Šoch et al. 2015).

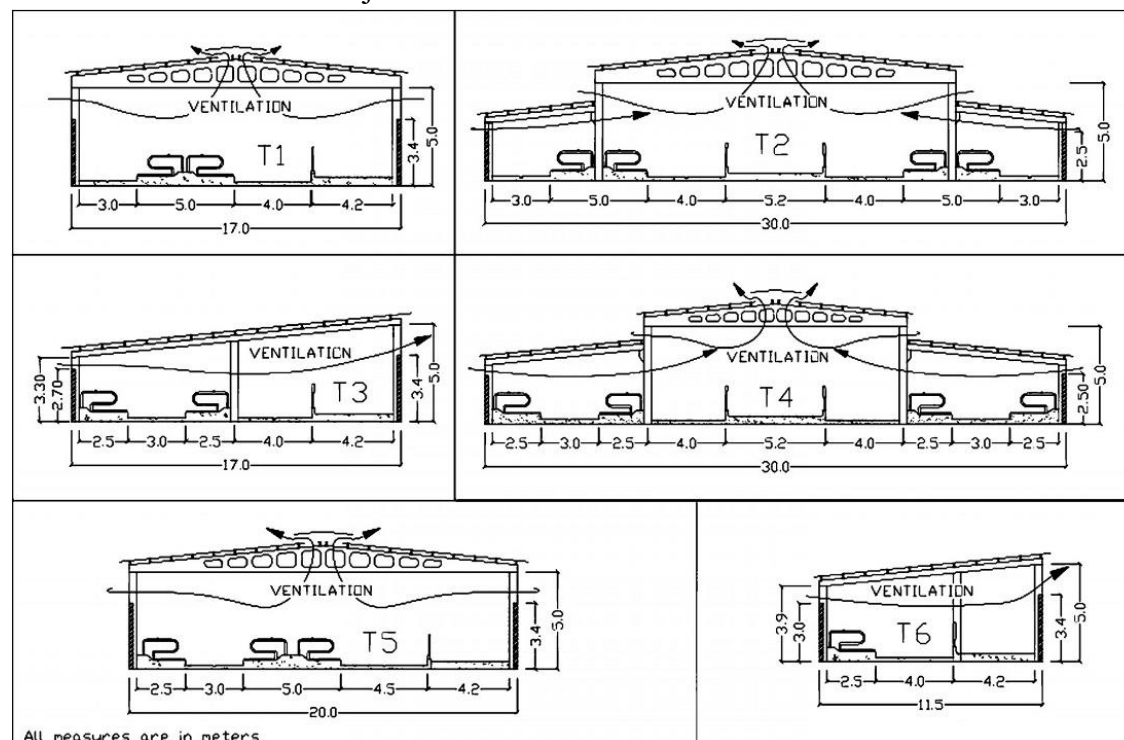
## 5.2.4 Větrání a klimatizace

Větrání a klimatizace stáje má velký vliv na celkové mikroklima. Neexistuje jeden ideální způsob, ať už je použito přírodní, křížové, tunelové, hybridní větrání nebo přetlakové systémy všechny technologie mají svá pro a proti. Každý chovatel a projektant musí zvážit především tři základní kritéria:

1. požadovaná rychlost vzduchu v zóně zvířat
2. odvod vlhkosti, tepla a nežádoucích plynů
3. pokrytí požadavků během všech čtyřech sezón v roce

Pro potřeby českých stájí pro dojnice se nejčastěji používá přirozené větrání (obr. 4.) za pomoci otevřených stěn a hřebenových štěrbin, s přidavkem ventilátorů v letním období (Kic & Brož 2000). V chladném počasí je doporučena rychlost vzduchu v úrovni zvířat 0,1-0,2 m/s, v horkém letním počasí je doporučena rychlost 3 m/s (Mondaca & Cook 2019). Otevřené stěny obvykle kryjí protiprůvanové sítě a rolovatelné plachty (obr. 5.), nebo polykarbonátové desky s výklopnými systémy. Míru otevření stěn obvykle koriguje systém čidel, meteostanice, nebo sám chovatel (Kic & Brož 2000). Rozměry ok sítí by měly bránit vzniku průvanu, ale neměly by zhoršovat prosvětlenost stáje, z tohoto důvodu je možné nahradit protiprůvanovou sítí pouhou „kari“ sítí, která neslouží proti průvanu, ale pouze chrání před oděrem vnější plachty zvířaty (Staněk 2017).

Obr.4. Přirozené větrání stáje



(Pereira et al. 2013)

Obr. 5. Uroveň svinovacích plachet (a) v létě (b) na jaře a na podzim (c) a v zimě



(a) NVD in summer



(b) early spring and autumn



(c) winter

(Saha et al. 2020)

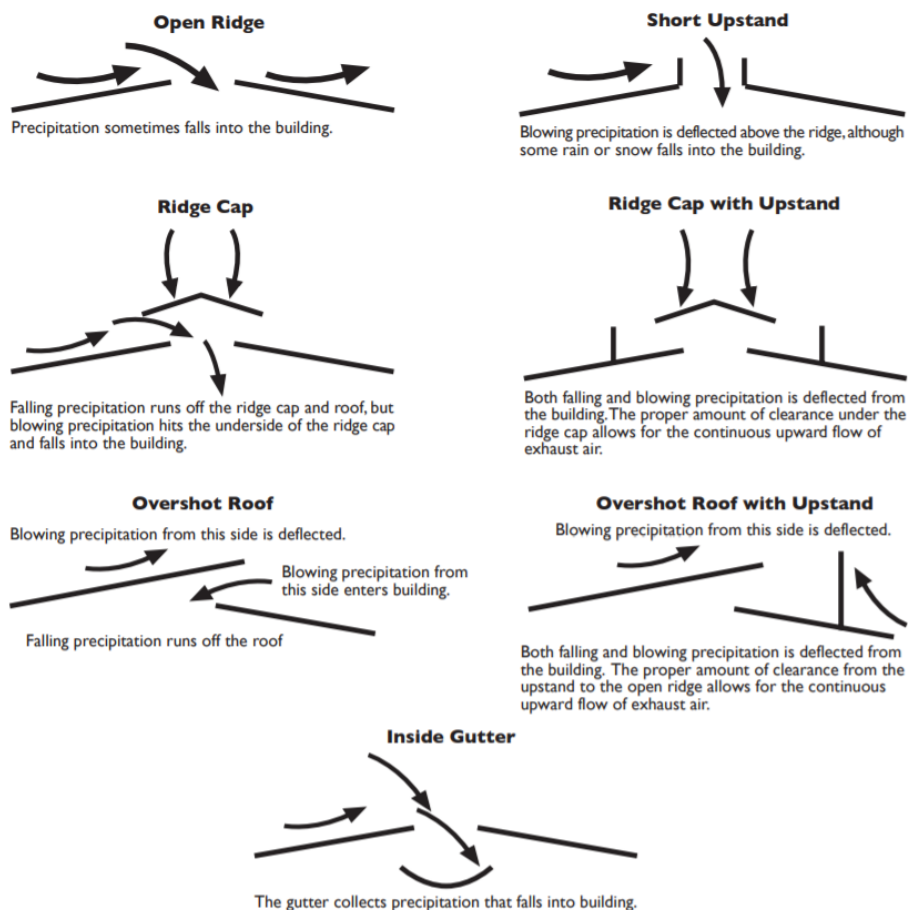
Pro odvod ohřátého vzduchu a škodlivin se využívá různě dimenzovaná hřebenová štěrbina (Obr. 6.). Často je zakrytá různě tvarovanou stříškou, která brání padání např. sněhu dovnitř stáje. V prostorách dojíren a čekáren se často využívá uzavíratelná štěrbina, zatímco ve stáji je častěji využívána štěrbina bez regulace (Cook 2021b).

Ventilátory jsou často využívanou technologií nuceného větrání, měli by hnát vzduch z jedné strany stáje na druhou, a ne být postavené proti sobě (Staněk 2017). Využívá se řada výkonných ventilátorů, s minimální nutností údržby a dlouhou životností. Na trhu je několik možností výkonu i konstrukce, pro větrání stáje jsou vhodné axiální ventilátory, které mají rotor s oběžnými lopatkami a stator, nebo levnější varianty bez statoru, kdy jsou lopatky nasazené přímo na hřídeli motoru (Kic & Brož 2000). Ventilátory se umísťují do výšky 3-4,6 m nad podlahou (Cook 2021b).

Zatímco u nás se nucené přetlakové systémy využívají hlavně v chovech drůbeže a prasat (Kic & Brož 2000), v zahraničí se využívá například tunelové nebo příčné větrání. V obou případech ventilátory vysávají ohřátý vzduch a odvádí ho ven, zatímco čerstvý se podtlakem nasává větracími otvory, nebo naopak přivádí čerstvý vzduch a vytlačují ohřátý (Cook 2021b).

Při vysokých teplotách se využívá k ochlazení mlžení, nebo rozstříkávání vody přímo na dojnice. Trysky se ukázaly jako vysoce účinný prostředek k ochlazení, jeho nevýhodou je ale vysoká spotřeba vody (Collier et al. 2004).

Obr. 6. Střešní štěrbin vlevo shora otevřená štěrbina (propad deště a sněhu do budovy), otevřená štěrbina se stříškou (propad ztížený ale možný z boku), převislá střecha (propad ze strany proti převisu), vpravo shora krátký hřeben (vítr se stočí nahoru, propad je stále možný), převislá střecha s hřebenem (propad minimální), dole uprostřed otevřená střecha s vnitřním žlabem (žlab nepustí propad do stáje)



(Wood Gay 2009)

### 5.3 Osvětlení

Osvětlení je obecně opomínanou částí projektů, přestože je pro dosažení co nejideálnějších podmínek a maximální možné užítkovosti základním faktorem. Délka a intenzita světla v aktivní zóně zvířat má vliv jak na samotnou užítkovost, tak například na poruchy plodnosti (Doležal & Staněk 2015). Výzkum Dahl et al. (2000) dokázal že prodloužení světelného dne z 12 h na 16-18 h navýšilo produkci dojnic o 2,5 kg ml/d. V období stání na sucho naopak Miller et al. (2000) dokázali pozitivní vliv zkráceného světelného dne (8 h světlo, 16 h tma), takto ovlivněné dojnice měly v příští laktaci vyšší užítkovost než dojnice, které byly v období stání na sucho vystavovány dlouhému světelnému dni (16 h světlo, 8 h tma). Doporučené hodnoty pro produkci jsou tedy 200 luxů, 16 hodin denně, s postupným stmíváním na noční svícení. Dojnice vnímají hodnotu 50 luxů a méně jako tmu (Zejdová et al. 2014).



Zdrojem přirozeného světla jsou veškeré otvory a světlíky ve stáji, proto je dobré dbát na jejich rozestavení už při výstavbě. Vhodný poměr světlíků ku podlahové ploše je 1:10, v ideálním rozložení cik-cak. Průhlednost a čistota protiprůvanových sítí a svinovacích plachet také výrazně ovlivňuje prosvětlenost stáje. Vzhledem k periodicitě světelného dne přirozeného světla je pro produkční účely a dosažení světelného dne 16/8 h nutné umělé dosvětlování (Staněk 2012). Při výběru dosvětlovací techniky zohledňujeme měrný výkon zdroje, užitečný život (doba funkce zdroje, během níž si jeho parametry zachovávají hodnoty ležící v určitých stanovených mezích), a vhodnost s ohledem na systém osvětlení. (Otrubová 2017). Využívanými zdroji světla jsou:

- LED žárovky (obr.7.)
- zářivky
- halogenové výbojky
- sodíkové výbojky (Chastain & Nicolai 2007).

Obr. 7. LED osvětlení ve stáji v Kanadě



(Moscho 2014)

Dosvětlování stájí je obvykle manuálně řízeno chovatelem, potažmo zaměstnanci farmy. Dojnice požadují pravidelnost, kterou manuálním řízením málokdy dosáhneme, je totiž nutné variabilně ovládat světla dle aktuálního počasí a intenzity přirozeného světla proudícího do stáje. Skokové změny intenzity světla nejsou vyhovující, proto by se mělo rozsvěcet, ale i zhasínat postupně. Osvětlujeme životní prostor krav, ideální umístění světel je max. 2,5 metru nad hřbety krav. Všechna osvětlovací tělesa musí být udržována v čistotě a plně funkční. Vhodnou variantou dosvětlení je automatické řízení pomocí čidel, umístěných ve stáji. Čidla je nutné správně umístit a pravidelně kontrolovat jejich funkčnost. Před uvedením do provozu se provádí testy, aby se mohlo provést případné odstínění nebo přesunutí čidla. Systém automatického řízení zajišťuje pravidelné osvětlení se stálou intenzitou na základě okolních podmínek. Světla se postupně zhasínají nebo rozsvěcí, a nedochází tak ke skokovým změnám (Doležal & Staněk 2015). Je možné nainstalovat do systému osvětlení časovač, který nefunguje

na základě intenzity světla, ale chovatelem nastaveného času, a je vhodnou alternativou, která dobře poslouží účelu pravidelnosti světelného dne podle potřeb chovatele (Wang et al. 2018).

Krávy mají dichromatické vidění, a jsou proto schopné lépe rozlišovat dlouhé vlnové délky barev (červená, oranžová, žlutá) než krátké (modrá, zelená). Mají ovšem dobře vyvinutou ostrost vidění (Marino & Allen 2017). Sluneční svit jako zdroj přirozeného světla slouží jako předloha, ke které se snažíme v barvě umělého osvětlení přiblížit tak, aby spustilo stejné fyziologické procesy. Schopnost zdrojů poskytnout správné barevné provedení světla měříme CRI (CRI - color rendering index) indexem, hodnoty bližší nule je modré nepřirozené světlo (House 2016a).

## 6 Podlahy a podestýlky

Dojnice stráví až 14 h denně ležením, z ekonomického hlediska je pro chovatele žádoucí dosáhnout rovnováhy mezi ležením a stáním, a to vhodným výběrem podlahovin a jejich struktury, v kombinaci s vhodně zvoleným systémem ležení. Nevhodné nebo poškozené podlahoviny mohou způsobovat zranění a poškození končetin, resp. paznehtů (Gooch 2013). Spolu s druhem podlahoviny je nutné zvolit vhodný způsob odkluzu výkalů pro zajištění maximální možné hygieny, a zabránit tak nadměrné maceraci paznehtů (Doležal & Staněk, 2015). Vhodná podlahovina poskytuje dojnícím suchý povrch, jistý došlap, a je odolná. Měla by být i částečně pružná a poskytovat tak dojnícím komfortní chůzi (Gooch, 2013)

### 6.1 Podlahy

#### 6.1.1 Betonové podlahy

Jedná se o velmi často používaný materiál, který má ale nejvyšší rizikovost při finální úpravě, kdy je velmi tenká hranice mezi příliš hrubým, a příliš kluzkým povrchem. Výhody betonu jsou v jeho odolnosti, relativně nízké ceně, nenáročné údržbě a kompatibilitě s většinou systémů a vyhrnování chlévské mrvy nebo kejdy. Nejčastěji je využíván na místě litý beton, který pak prochází povrchovou úpravou (obr. 8.) (Gooch, 2013).

Obr. 8. Betonová podlaha s podélným drážkováním, separát v hlubokém lóži



(Gooch 2017)

Mezi povrchové úpravy patří drážkování, které má rozteč 40 mm, a hloubku drážek 3-4 mm. Úprava probíhá po vyrovnání povrchu, a je potřeba použít drážkovací lištu a ne formu, jelikož drážky vytvořené pomocí formy se rychle obrousí. Směr drážkování u tohoto typu podlahy nemá vliv na zdraví paznehtů, ani kluzkost. Obvykle se proto směr drážek řídí možnostmi odtoku výkalů a moči (Čermák 1988). Analýza prokázala, že dojnice se pohybují s větší jistotou na takto drážkované podlaze, než na podlahách s rýhováním (Telezhenko et al. 2017).

Rýhované podlahy mají tři různá provedení – podélné, šestiúhelníkové a kosočtvercové. Šířka a hloubka drážek je mezi 10 a 20 mm a rozteč 80 až 100 mm, u šestiúhelníků je hrana 46 mm, šířka a hloubka drážky 10 mm (Doležal & Staněk 2015). Správné drážkování má rovný a plochý povrch mezi drážkami, hladké hrany a pravidelnou rozteč, hloubku i umístění. Drážky šikmé k povrchu paznehtu mají větší schopnost zabránit uklouznutí než podélné drážky, proto se drážkování řídí směrem průchodnosti daným místem (Gooch 2013).

V dojárnách je možné upravit podlahy pryskyřičným nátěrem, je nutné ale vybrat správný druh materiálu, aby povrch nebyl kluzký (Gooch 2013). K zdrsnění betonového povrchu lze použít posyp karbidem křemíku nebo oxidem hlinitým, a to hlavně v místech s menší frekvencí pohybu zvířat jako je například dojárna, protože na frekventovaných místech by mohl takový posyp nadměrně zvýšit obrus paznehtů (Čermák 1988). V pohybových chodbách je možné použít již odlité betonové panely, pro větší flexibilitu materiálu obsahují některé druhy panelů polypropylenová vlákna (Gooch 2013).

### **6.1.2 Železobetonové rošty**

Jedná se o oblíbený typ podlahy a na trhu lze zakoupit různé rozměry roštů s různými tvary otvorů, šířkou atp. Principem roštových podlah je prošlapávání výkalů do skladovací nádrže pod podlahou, odkud by měly být odvedeny do skladovací jímky. Na trhu jsou k dostání i roštové panely s pogumovanou nášlapnou plochou, nebo gumové rohože s výřezy, které se dají upevnit na rošty (Gooch 2019). Při změkčení roštů gumovými rohožemi je u dojnic viditelné zvýšení jistoty chůze, při možnosti výběru mezi betonem a gumovou rohoží dvě třetiny dojnic zvolilo rohože. Nevýhodou může být ulehávání v uličkách, kterému se lze vyvarovat řádným nastláním boxového lóže. Prošlapávání výkalů zůstává i s pogumováním neomezeno a funkce roštových podlah je tak zachována (Platz et al. 2008).

### **6.1.3 Gumové rohože**

Lze je použít jako změkčení betonové podlahy v pohybových chodbách. Stejně jako u pogumovaných roštů je nutné zajistit dojnicím kvalitní měkké lóže, tak aby se zabránilo ulehání v chodbách, a tím i zvýšenému riziku mastitid (Doležal & Staněk 2015). Změkčení povrchu pohybových ploch má výrazný vliv na výskyt paznehtních lézí a jiných poruch končetin. Dojnice mají jistější chůzi, zmenšila se četnost uklouznutí. Celkově tento materiál viditelně dojnicím vyhovuje více než samotný beton (Rushen & de Passillé 2006).

V čekárnách před dojením se používá další škála materiálů, jako je třeba knoflíková dlažba, čedič, a jiné. Zaroštované podlahy čekáren podle odborníků snižují množství spotřebované technologické vody, ale také se zjistilo, že skladování výkalů pod rošty vede k

zvýšenému výskytu hmyzu a nepříjemného zápachu. V některých uzavřených čekárnách může být čpavek až v škodlivé koncentraci (Doležal & Staněk 2015).

## 6.2 Podestýlky

Gálik et al. (2015) říkají, že dojnice upřednostňují měkkou, neklouzavou podlahu s dobrými izolačními vlastnostmi. Takové požadavky splňuje ideálně podestýlání a využívají se různé materiály. Kontroluje se u nich měkkost a výskyt jakýchkoliv velkých, ostrých částic a dalších aspektů, které by mohly vést k poranění nebo diskomfortu zvířat (Gálik et al. 2015). Podestýlka se často alkalizuje, tak aby nedocházelo k velkému množení patogenních mikroorganismů. Alkalizace je poprášení podestýlky jemně mletým vápencem nebo jiným alkalizačním prostředkem v dávce asi 200-300 g na jedno boxové lóže (Doležal & Staněk 2015). Důležitou funkcí podestýlky je zajistit měkké, stabilní lóže, s minimálním růstem patogenních organismů. Směrodatná je také odolnost, náklady a údržba (Ferraz et al. 2020). Probíhají výzkumy pro nalezení podestýlky, která nebude drahá, snadno dostupná, nepodporuje růst patogenů způsobujících mastitidu, a je využitelná ve většině způsobů zpracování chlévské mrvy (Hogan et al. 1990).

### 6.2.1 Sláma

Je to nejdostupnější stelivo a nejčastěji se používá obilná sláma, ale je možné použít i například řepkovou, která má ale horší fyzikálně-chemické vlastnosti, jako je vyšší lámavost, nižší savost a horší mechanickou odolnost. Hlavní žádané vlastnosti slámy jsou dobré termoizolační vlastnosti, mechanická odolnost, savost a taky dostupnost. Obilná sláma je podestýlkou do hlubokého lóže, savost má až 2-3 kg tekutin na 1 kg (Doležal & Staněk 2015). Hloubka podestýlky v boxe by měla být 150 mm, kdy je rovnoběžná s prahem boxového lóže. Ideální dávka je 2-4 kg slámy na box denně. Lůžko se pouze přistýlá, ideálně dvakrát denně po vyhrnutí mrvy. Při nedostatečném přistýlání vzniká prohlubeň v lůžku, valy na okrajích a dojnice taková lůžka nerady využívají (Gálik et al. 2015). Sláma se využívá i jako doplňkové krmivo, drobně drcená až prachová se využívá jako přistýlka na matrace, pro jejich snadné čištění, neklouzavost a vyšší čistotu zvířat. Pro použití slámy je klíčové dostatečné množství kvalitní podestýlky (Doležal & Staněk 2015).

### 6.2.2 Písek

Písek je populární podestýlka v zahraničí, zejména pak v USA. Jedná se o neorganický materiál, proto nepodporuje růst patogenních mikroorganismů (Ferraz et al. 2020). Mezi přednosti řadíme vysoký komfort zvířat, velmi dobrý stav mléčné žlázy, nebo jeho chladičí schopnost v letních měsících. Přesto ale není příliš vhodnou podestýlkou, protože nasávkavé schopnosti jsou jen 0,2-0,3 kg vody na 1 kg písku, což je asi desetina nasávkavosti slámy. V zimním období dochází k namrzání povrchu podestýlky, a lůžko je tak pro dojnice neatraktivní. Neopomenutelným faktorem je kvalita samotného písku, říční kamenitý písek může obsahovat ostré částice a nesplňuje nároky na komfort. Kvalitní podestýlkový písek musí být praný, prosátý, prostý hlinitých částic a hlavně suchý, neměl by tvořit hrudky a slepovat se. Ekonomicky znatelnou nevýhodou je výrazné opotřebování mechanizace spojené

s odklizem kejdy, usazování v podroštových kanálech, nutnost odkalování kejdy pro její další využití, a celkové nemalé náklady. Nutností je pravidelné rovnání a hrabání písku, aby se předešlo tvrdnutí lóže a nerovnostem v povrchu, které mohou narušit funkčnost hrazení, například kohoutkové zábrany (House 2016b).

### **6.2.3 Separát**

Jedná se o podestýlku, získávanou pomocí tlaku a tepla nebo odstředivé síly z kejdy. K tomu je potřeba separátor. Na trhu je několik různých druhů, splňující různě požadavky chovatele. Pokud chceme separát využívat k podestýlání, měl by mít minimální hodnotu sušiny 35 %, ale je možné vyrobit separát s hodnotou sušiny 70-80 %, ovšem ten už pro svou tvrdost není na podestýlku vhodný (Fournel et al. 2019). Právě sušina je důležitým ukazatelem kvality. Separát s nízkým procentem sušiny může v zimě namrzat, má větší sklony ke slepování a tvoření tvrdého lůžka. Je potřeba toto stelivo často kypřit, kromě hlubokého lóže (obr. 8.) se separát využívá i pro založení tzv. sendviče v kombinaci s vápencem a slámou. Alkalizace podestýlky zabraňuje pomnožení patogenních organismů. Další prevencí je biometrický záhřev při samotné separaci. Dalším využitím je posyp matrací proti prokluzu. Jedná se o ekonomicky výhodnou variantu, pokud chovatel provozuje kejdivé hospodářství (Doležal & Staněk 2015).

### **6.2.4 Piliny**

Piliny jsou odpadní materiál zpracování dřeva a jako podestýlka nejsou běžně využívány. Své využití mají jako posypový materiál matrací, kdy je třeba dbát na hrubost pilin, či hoblin, v kombinaci s dezénem matrace. Používají se piliny i hobliny, kdy u hoblin z tvrdého dřeva je obzvlášť nutné kontrolovat dostatečnou měkkost podestýlky, bez velkých kusů dřeva (Doležal & Staněk 2015). Ferraz et al. (2020) ve svém porovnání použila čtyři druhy dřevěných materiálů – sušené piliny, čerstvé piliny, dřevěnou štěpku a hobliny. Požadavky prošly tři druhy. Jen čerstvé piliny v testu prokázaly své nevýhody a nebyly shledány vhodné k podestýlání. Sušené piliny svými vlastnostmi odpovídaly kvalitní podestýlce (Ferraz et al. 2020). V Anglii jsou piliny a hobliny populární podestýlkou, za výhody pilin považují farmáři komfort, jednoduché zacházení, nebo schopnost absorpce, u hoblin je to navíc schopnost udržet lůžko čisté a suché (Smith et al. 2016). Stále se jedná o organickou podestýlku, a proto se chovatel nevyhne růstu mikroorganismů. V našich oblastech je ale největší problém dostupnost v dostatečném množství (Boxové lóže a typy podestýlek 2019).

### **6.2.5 Papír**

Papírová podestýlka se ve Spojených státech využívá ve formě recyklovaných novin. Splňuje většinu požadavků pro kvalitní podestýlku jako je dostupnost, nasákavost, je možné zpracování ve většině druhů odklizu chlévské mrvy a je cenově dostupná. Hogan et al. (1990) zjistil, že papír v určité míře podporuje růst patogenů, podíl původních namnožených a sekundárně vnesených mikroorganismů není znám. V tuzemských zemích není materiál k podestýlání skotu rozšířen, najdeme ho u koní, drobných hlodavců nebo ptáků. V zahraničních chovech se využívá granulát z recyklovaného papíru, například novin. Mokřý

papír může vytvořit dobrou živnou půdu pro patogeny, a proto je důležitá dezinfekční úprava (Kour 2017).

### 6.2.6 Kompost

Kompost není v tuzemských zemích využíván jako podestýlka, ale v zahraničí je využívána na velké ploše lehárny, kde se dojnice mohou volně pohybovat a svými výkaly kompost obohacovat. V lehárně je 1-1,5 m vysoká vrstva uzrálého kompostu, 2x denně se např. rotačním kypřičem otočí a načechrá vrchní vrstva, díky tomu se kompost provzdušní a výkaly se zapracují do spodních vrstev. Využití mikrobiální činnosti pro udržení kvalitní podestýlky a rozkladnými procesy se vytváří teplo, které zajišťuje hygienickou čistotu podestýlky. Ideální teplota je mezi 55-65°C. Na povrchu podestýlky je teplota stejná jako v prostředí, pokud má ale nízkou vlhkost (pod 50 %) dochází k zpomalení fermentace, čímž podestýlka chladne. Ani vlhkost přes 65 % kompostu neprospívá a zpomaluje procesy. Jako materiál lze používat organické materiály, například kukuřičné listy, slámu, piliny, hobliny, separát. Tyto složky lze kombinovat a dosáhnout tak lepších výsledků (Doležal & Staněk 2015).

## 7 Statková hnojiva

Optimální systém řízení chlévské mrvy a kejdy by měl být navržen tak, aby minimalizoval škodlivé dopady na životní prostředí a maximalizoval využití zdrojů a jejich opětovné použití v nejvyšší možné míře. Kejda a chlévská mrva jsou pro zemědělce a životní prostředí cenou surovinou, a využívají se jako přírodní hnojivo, ale v případě dnešních velkých farem je zpracování a skladování nákladem nutným pro chod podniku. Kejda se často po shrnutí ze stáje separuje na tekutou a pevnou složku pro jednodušší skladování a zpracování, zatímco chlévská mrva se odváží přímo na hnojiště. Skladování statkových hnojiv je legislativně upraveno, aby nedocházelo k znečištění povrchových a spodních vod (Font-Palma 2019).

### 7.1 Odkliz

Odkliz statkových hnojiv můžeme rozdělit na dva způsoby

- splachování (bezstelivové ustájení, dojírna, čekárny)
- shrabování
  - mobilní (stelivové ustájení, doplňkové zařízení)
  - statické (lopaty tažené lanem nebo řetězem)

**Splachovací systém** (obr. 9.) pracuje s tlakem vody a mírným spádem podlah. Spotřeba vody se odvíjí od velikosti plochy, spádu, frekvence a míry recyklace vody. Použití je možné jak ve stání dojírny, tak v pohybových uličkách stáje. Ke konkrétním účelům je nutné vybrat splachovací zařízení, které dosáhne potřebné hloubky a tlaku vody pro požadovanou čistotu prostoru. Pro potřeby čekáren a dojíren se využívá užitková voda, a v uličkách je pak možné používat vodu recyklovanou. Je možné tímto systémem docílit čistších podlah ve stáji, ale má i své nevýhody. V některých případech může být potřeba dodatečně shrabovat uličky, a v mrazivém počasí může docházet k úplnému zastavení chodu. Náročnost systému na vodu lze

korigovat vhodným managementem a recyklací vody, proto je splachování adekvátní variantou odklizení kejdy (Harner & Murphy 1997).

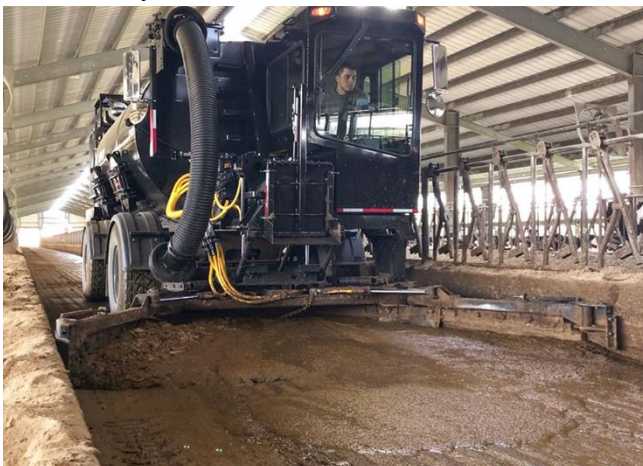
#### Splachovací systém ve stáji



(Manure Management Flush Systems 2021)

**Shrabování výkalů** je další možností odklizu kejdy. Na trhu je hned několik možností, pro dodatečné shrabování výkalů u splachovacích systémů je možné použít nakladač se lžící nebo speciálním nástavcem přímo ke shrnování kejdy. V některých podnicích se tento způsob využívá i jako každodenní zařízení. Další mobilní variantou je vysávací vůz (obr. 10.) či robot, kdy obě varianty mají vlastní cisternu. Nejčastější variantou jsou potom shrnovací lopaty, tažené řetězem nebo lanem. Žádná ze shrnovacích variant nevyžaduje vodu pro svoji funkci, ale při jejich využívání je potřeba myslet dopředu například při nastýlání, kdy se vlivem přebytečné podestýlky vynesené do uliček zvyšuje sušina shrnované kejdy, a může dojít k ucpání vysávacího zařízení, nebo vykolejení lopat (Lenkaitis 2014).

Obr. 10. Vysávací vůz



(Manure vacuum 2020)

## 7.2 Skladování statkových hnojiv

Chovatel je povinen vést evidenci o příjmu, výdeji, aplikaci a množství skladovaných hnojiv. „Při skladování tekutých statkových hnojiv je povinností zabránit úniku do okolí a vod, včetně zabezpečení systému zjištění úniku. Sklady musí mít zkoušky těsnosti (§ 39 zákona o vodách). Skladují se v nepropustných nádržích, v zemních jámkách nebo v podroštových prostorech ve stájích se zamezením přítoku povrchových nebo srážkových vod.“ (Klír & Kozlovská 2019). Objem jímek pro skladování tekutých statkových hnojiv musí odpovídat minimálně čtyřměsíční produkci kejdy. Tuhá statková hnojiva se skladují v k tomu určených budovách nebo hnojištích, s vyloučením přítoku povrchových nebo svedených srážkových vod, a jejich kapacita musí odpovídat produkci za 6 měsíců (Svoboda & Skopalová 2010). Tyto podmínky definuje vyhláška Ministerstva zemědělství č. 274/1998 Sb., o skladování a způsobu používání hnojiv § 4. Hnůj je také možné po tříměsíční fermentaci uložit na zemědělské půdě mimo zranitelné oblasti až na 24 měsíců (Vytejková 2014).

## 7.3 Zpracování statkových hnojiv

### 7.3.1 Zpracování kejdy

Pro jednodušší zpracování kejdy se často separuje na tekutou a pevnou část, velké množství různých separačních technologií se dá rozdělit do čtyř hlavních kategorií:

- Sedimentace se využívá v nádržích, které mohou mít tvar například sila, pevná část kejdy se odděluje ve spodní kuželovité části a z povrchu hladiny vede odtok vyseparované tekutiny. Přítok kejdy je potom přibližně nad polovinou nádrže, odebírání pevných částí probíhá ve spodní části nádrže. Jedná se o levný způsob separace a zařízení tohoto zpracování není technologicky náročné. Většina draslíku a amoniaku je rozptýlená v tekuté části separátu, dusík a fosfor se usazuje spolu s pevnými částicemi kejdy (Hjorth et al. 2010).
- Odstředění zahrnuje separaci pevných a tekutých částí odstředivou silou pro zrychlení usazování částic za použití odstředivky nebo hydrocyklony. Odstředivky se obvykle skládají z vodorovného nebo svislého válce, který se nepřetržitě otáčí při vysokých rychlostech (Foged et al. 2011). Odstředivé separace se vyrábějí ve vertikální i horizontální variantě. Kuželovitý tvar podporuje posun pevných částic do špičky nádrže odkud se odebírá a tekutou složku odvádí spirálovitý dopravník k rozšířené části nádrže kde může odtékat. Čerstvá kejda se přivádí do nádrže středem a organický dusík zůstává v pevné části separátu (Hjorth et al. 2010).
- Filtrování má mnoho komerčně vyráběných variant strojů na separaci. Používají se síta a filtrační pásy k zadržení pevných částic, kdy jsou běžnou součástí válce vyvíjející tlak. Tekutá frakce odtéká za pomoci gravitace a vlastní váhy případně za pomoci tlaku válců. Pevné částice pak ze sít a válců odstraňuje škrabka, nebo samovolný pád. Malé částice mohou ucpávat filtry a snižovat tak účinnost separace, čímž vzniká separát s nízkým

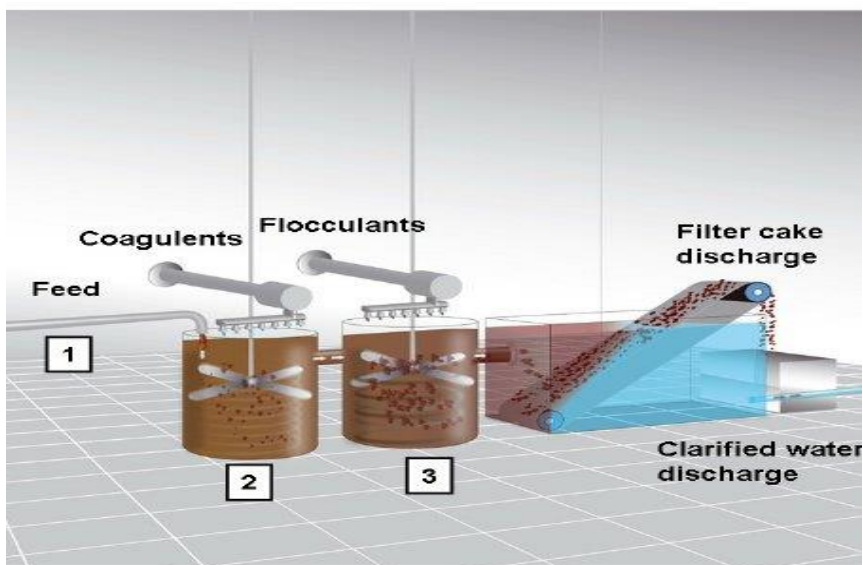


podílem sušiny. Konzistence kejdy od skotu je pro tento způsob separace vhodná (Hjorth et al. 2010).

- Tlaková separace je využívána u šnekových separátorů, materiál je přiváděn do válcovitého síta, obklopeného nádrží, kam odtéká tekutá složka. Kejda je šnekem nebo šroubem posouvána k druhému konci nádrže, dochází zde k poslednímu zvýšení tlaku o desku a ždímání zbylé vody, separát pak padá do sběrací nádrže (Hjorth et al. 2010). Jedná se o vyspělou technologii používanou napříč odvětvími průmyslu. V zemědělství se používá, protože je schopný snížit objem kejdy až o 15 % a šetří objem nádrží pro skladování kapalin. Separací se snižují emise skleníkových plynů, protože plyny se uzamknou v separátu, ten je možný používat jako podestýlku a při hnojení. Separát obsahuje 10-30 % původních živin (Bockhahn et al. 2020).

Pro podporu separace se v některých podnicích využívají chemická aditiva způsobující vločkování nebo srážení, v některých případech obě možnosti (Obr. 11). Po přidání aditiv je nutné kejdu míchat, aby došlo k cílenému výsledku. Nesprávná manipulace s kejdou po přidání aditiv může narušit proces srážení. Srážení probíhá za pomoci ionizace částic, a jako aditiva se používají různé polymery vápníku, železa a hliníku. Po koagulaci se kejda standardně separuje v separátoru, a finální produkt je používán k hnojení. Vodu lze z kapalných částí odstranit sušením. Jeden samostatný evaporátor je ekonomicky nevýhodný, proto se při využití této technologie používá několik takových strojů v řadě, kdy se využívá vzniklá pára pro další evaporátor. Ekonomicky výhodný se ukázal počet 3-6 strojů za sebou (Hjorth et al. 2010). Membrány jsou vhodné k izolování živin spojených s malými částicemi jako je třeba fosfor. Je možné použít různou pórovitost membrán až po nanofiltraci. Větší částice mohou membrány ucpávat. Tento problém se řeší pravidelným splachováním, i když efektivnost membrán je velká, rozpuštěné živiny vyseparovat neumí (Masse et al. 2007).

Obr. 11. Separace s přidávkou aditiv 1) kejda, 2) srážení, 3) vločkování, poslední je filtr odvádějící separát



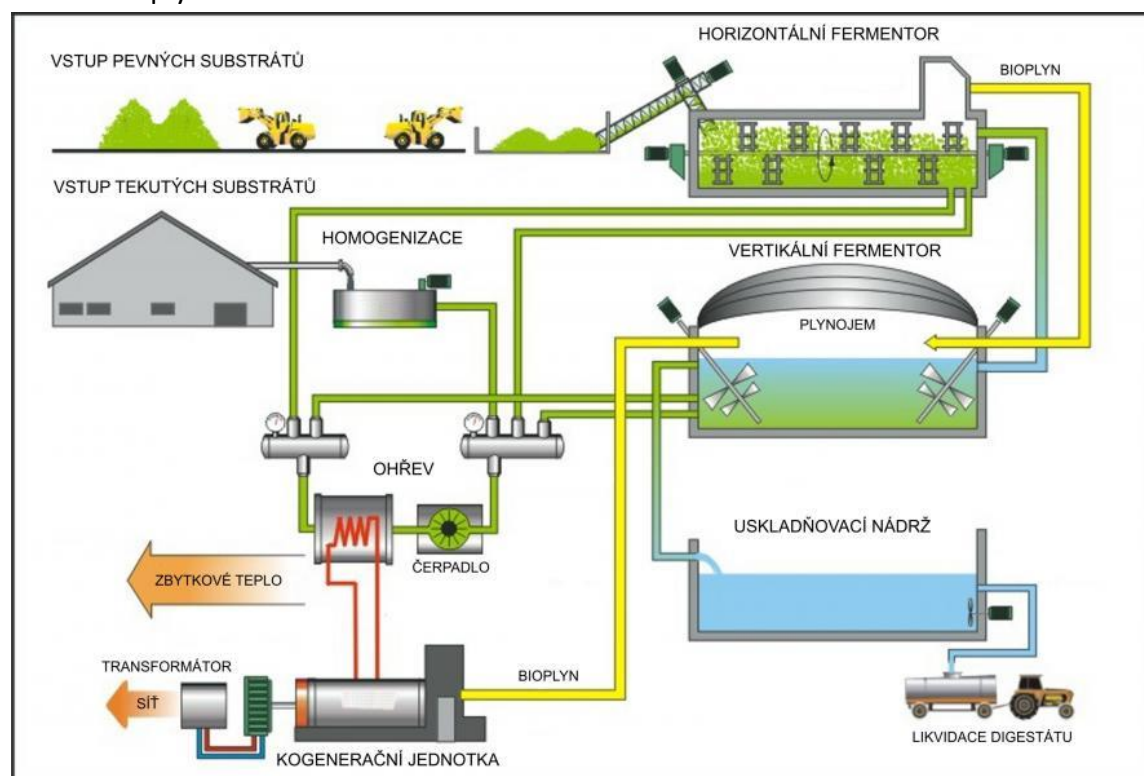
(Hjorth et al. 2011)

### 7.3.2 Zpracování chlévské mrvy

Chlévská mrva se po vyvezení ze stáje fermentuje a vzniká z ní chlévský hnůj, a ten se využívá k hnojení zemědělských půd. Fermentace částečně rozkládá chlévskou mrvu a usnadňuje tak zapracování živin do půdy. K aplikaci do půdy se používají rozmetadla, kdy je nutné hnojivo zapravit do půdy nejpozději do 24 h (Klír & Kozlovská 2019). Rozmetadla se dělí na traktorová, automobilová a samohodná. Každé rozmetadlo se skládá z ložného prostoru (korba), dopravního ústrojí (řetězový dopravník na dně ložného prostoru) a rozmetacího ústrojí, které ukrajuje z hnoje v ložném prostoru a rozmetá ho na zemědělskou půdu v rozsahu 8-10 metrů. Rozmetací ústrojí se podle konstrukce dělí na bubnová, lopatková, cepová a další (Frid & Vávra 2013).

Další možností zpracování je bioplynová stanice (Obr.12.). Hnůj obsahuje mikroorganismy z trávicího traktu zvířat a minerální látky, zároveň stabilizuje fermentovací procesy. Funkce bioplynové stanice pracuje na principu zahřátí a fermentace. Vstupní suroviny se promíchají a rozdrtí, vloží se do fermentátoru a při teplotě 42 °C se fermentuje. Vzniklý plyn se spaluje a generátor vyrábí elektrickou energii. ("Co je bioplyn?" 2020). U hnoje jako suroviny pro bioplynovou stanici je problém se slámou, která snižuje efektivitu fermentace. Firmy přicházejí s různými možnostmi předpřípravy hnoje, jsou to například různá aditiva nebo briketování pevné složky (Sherrard 2015). Ve srovnání s často využívanou kukuřičnou siláží je produkce bioplynu z hnoje 50-75 %, ale využívání běžných zemědělských surovin pro energetické účely je do budoucna neudržitelné (Štambaský 2018).

Obr.12 Bioplynová stanice



(Bioplynové stanice 2021)

## 8 Krmení a napájení

### 8.1 Krmení

Krmení dojnic má dopad na životní prostředí a emise produkované v zemědělství. Cílem chovatelů je krmit dojnice nutričně vyváženou krmnou dávkou s ohledem na životní prostředí. Správně vyvážená krmná dávka může omezit emise fosforu a dusíku až o 30 % (Banhazi et al. 2012). Početní stavy dojnic klesají, zatímco jejich produkce šlechtěním roste, pro krmení se používá TMR a k její mixování se využívají míchací krmné vozy. Na výslednou produkci mají vliv fyzikální vlastnosti TMR, její kvalita, nutriční hodnoty, ale i pravidelnost a množství krmení, nejčastěji se využívá krmení 3x denně nebo formou ad libitum (Fröhdeová et al. 2012). TMR se skládá ze základní krmné dávky a produkční směsi, kdy základní krmná dávka pokrývá záchovnou dávku dojnic a část produkce. Produkční směsi jsou pro doplnění živin a energetických potřeb dojnic s vysokou produkcí (Suchý et al. 2011). Při krmení by se dojnice neměly stresovat a prostor u krmného stolu/žlabu by měl odpovídat 60 cm na dojnici, minimální hodnota je 40 cm (Beran & Martinková 2011).

- Objemné krmivo
  - 2-3 druhy
  - Min. jedno glycidového původu
  - Min. jedno bílkovinného původu
- Vyrovnávací krmná směs (VKS)
  - Doplnění živin a minerálů
  - Jadrná krmiva, úsušky, minerální doplňky
  - Při nedostatku vlákniny sláma
  - Pro lepší soudružnost melasa nebo sulfitové výluhy
- Produkční směs
  - Průmyslově vyráběné
  - 1kg směsi produkce 3l mléka
  - Koncentrovaná směs
  - Označované DOPS (dojnice produkční směs)

Nejčastější technologie zpracování objemných krmiv je silážování (Obr. 13.). Tvorba siláže má ale rizikové faktory, které ohrožují kvalitu krmné dávky, jsou to:

- riziko kontaminace (mykotoxiny)
- nesprávné založení siláže (špatně udusané vrstvy, nedostatečně utěsněné)
- poměr živin v počáteční surovině (špatný termín sklizně)

Většině rizikům se dá správným technologickým postupem předejít. Proti vzniku plísní a následnému obsahu mykotoxinů existují různá aditiva. Pro správné založení siláže a termín sklizně je potřeba disciplína pracovníků a funkční technika (Ježková 2021).

TMR se připravuje za pomoci různých krmných vozů a rozdružovačů balíků. U nás jsou časté krmné vozy, tažené traktorem, využívají se ale i samojízdné s elektrickým, nebo spalovacím motorem, nebo také krmné vany v automatizovaných stájích (Javorka 2018). Důležité je stabilní složení TMR, proto se jednotlivé složky odvažují nejčastěji přímo v míchacím zařízení.

Struktura TMR je také důležitá, proto se míchá a homogenizuje, stává se, že nedbalostí obsluhy není dávka dostatečně homogenizována (Malat'ák & Vaculík 2009).

Obr. 13. Zakládání siláže



(Profesionální dusání siláže 2021)

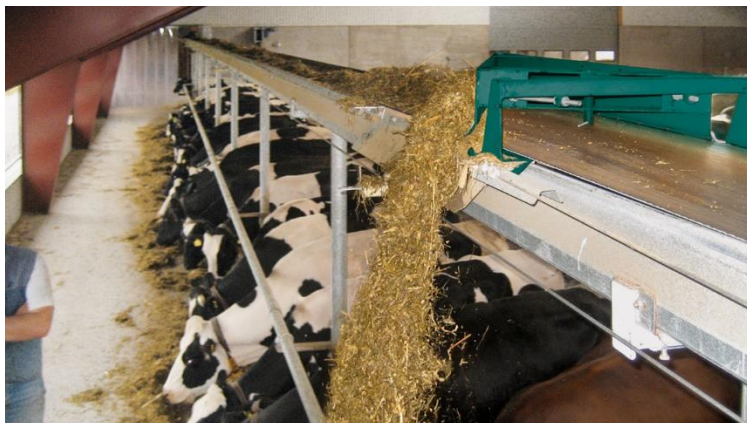
Krmné zařízení lze rozdělit na stacionární a mobilní, mezi stacionární řadíme:

- žlabové dopravníky (např. hrabičkové, pásové, vaničkové dopravníky, krmivo se unáší nebo hrne do prostoru krmných žlabů a stolů)
- nadžlabové dopravníky (obr. 14.) (např. pásové a šnekové dopravníky, sklopné, nebo se shrnovacím vozíkem)
- automatické krmné vozy
  - systém má tři části zásobovací boxy, pásový dopravník, míchací vanu
  - funguje pomocí centrálního řídicího systému
  - míchací vana se po homogenizaci krmiva pohybuje pomocí elektromotoru nebo spalovacího motoru po stáji a zakládá krmivo
  - díky absenci faktoru člověka (kromě doplňování zásobovacích boxů) je možné krmit 24 h denně (Fojt 2019).

mezi mobilní krmné zařízení řadíme:

- krmné vozy (pouze přeprava krmiv)
- míchací krmné vozy (příprava TMR, různé objemy míchacího prostoru, různé techniky míchání)
- samojízdné míchací vozy (mohou být samonakládací, velká pořizovací cena, vyplatí se pro větší stáda) (Malat'ák & Vaculík 2009).

Obr. 14. Pásový nadžlabový dopravník se shrnovacím vozíkem



(Automatic Feeding Belt Feeder 2021).

## 8.2 Napájení

Chovatel může využít hned několik zdrojů vody, jsou to: studny, povrchové vody, zakoupené vody. Zdroj musí splňovat kvality pitné vody a průtok vody v systému by měl odpovídat 2,3 l/s, pro rozstřikovače až 8 l/s. Požadavky vody na chov dojnic se skládají z napájecí a ochlazovací vody využitě ve stáji spolu s vodou využívanou na dojírně. Požadavky vody se mohou pohybovat mezi 270 a 700 litry za den na dojnici. Vysokoužitková dojnice vypije za den 100-150 l vody za den (Martin et al. 2019). Stejně jako u krmení potřebují dojnice určitý prostor, aby měly dostatečný přístup k vodě, vhodná velikost je 7,5 cm, minimální hodnota je 3,7 cm (Beran & Martinková 2011). Hloubka napajedel se pohybuje mezi 150-300 mm a měli by být situované mimo pohybové chodby, kde by se mohly tvořit fronty. Obvykle jsou instalovány na přechody mezi krmnou a hnojnou chodbou, ideálně tak, aby byla využita maximální plocha hran napajedla. Využívají se plováková nerezová napajedla, často s temperovacím (brání zamrznutí) nebo topným kabelem (ohřívá vodu na 15-18 °C). Adekvátní objem je 150-200 l, tlačítková a míčová napajedla jsou pro skot nevhodná. Výškové nastavení napajedla je 0,6\*kohoutková výška dojnic (Staněk 2017).

## 9 Dojení

### 9.1 Technologie dojení

Kvalita mléka závisí na třech klíčových faktorech:

1. rutina dojení,
2. zvířata a jejich prostředí
3. dojící zařízení.

Pro ideální rutinu dojení je potřeba dodržovat několik základních pravidel. Jedním z pravidel jsou rukavice dojičů. V dnešní době už zaměstnanci nosí rukavice standardně, opomíná se ale jejich čistota. Rukavice by měly být po celou dobu dojení udržovány čisté, k tomu účelu může být využívána nádoba s teplou vodou a desinfekce nebo kohoutky s pitnou vodou v prostoru dojírny. Odstříkávání a očištění struků je potřebnou součástí rutiny, v dnešní době se k očištění struků využívá pre-dip. Pro správnou funkci musí pěna pokrýt celý

struk a působit 20-30 s. Posledním krokem před nasazením dojícího stroje je osušení struku, k tomu se používají nejčastěji jednorázové desinfekční ubrousky. Je možné používat i látkové ubrousky, které se po každém dojení perou, vždy je ale nutné, aby měla každá dojnice vlastní ubrousek. Je důležité osušit celý struk, hlavně jeho hrot, ideální je pro usušení používat kruživý pohyb, který zajistí důkladné osušení bez prodlužování rutiny. Celá tato rutina by měla trvat 60 s, bezprostředně po osušení dojič nasadí dojící stroj (Johnson 2012).

Po podojení se dojící souprava automaticky stáhne, ovšem tuto funkci nemají všechny dojírny, ale dnes už patří mezi standartní vybavení dojíren. Ideální stav vemene po podojení je 250 ml mléka rovnoměrně rozdělených ve všech čtvrtích, pokud po podojení zbyde ve vemeni méně mléka, dojnice je předojená a systém automatického stažení dojící soupravy je špatně kalibrován. Posledním krokem je desinfekce po dojení. Zaměstnanci ve spěchu často tento krok odbývají a nepokryjí desinfekcí celý struk. Během dojení se mléko dostává do styku s velkou částí struku a mléčný povlak, který na povrchu struku zůstává, je živnou půdou pro mikroorganismy, pokud není struk pečlivě ponořen do desinfekce. Dobrým ukazatelem kvalitní rutiny dojičů je čistota filtrů po dojení. Pokud jsou filtry plné nečistot, je špatná hygiena dojení. Pokud jsou filtry plné sraženého mléka, poukazuje to na nekontrolování konzistence mléka při odstřikování, a dojiči tak zanedbávají počínající mastitidy (Johnson 2012).

## 9.2 Dojící zařízení

Dojící zařízení je systém, který je individuálně sestavován pro jednotlivé farmy v závislosti na prostorech, počtu zvířat a dalších faktorech. V základní sestavě přístrojů se ale zásadně neliší, protože každá dojírna má zařízení pro vakuum, pulzaci a sání, sestavu pro přepravu mléka a jeho skladování, chladicí jednotku, a nakonec dezinfekční a čistící systém. Samotná budova dojírny se obvykle skládá z čekárny prostoru, kde jednotlivé skupiny čekají na podojení, samotné dojírny s prostorem pro dojiče, mléčnice s chladíci tanky, kanceláře, stroje, šatny a skladu pro chemikálie, léčiva, a další nezbytnosti. Při konstrukci dojírny je nutné myslet na odolnost materiálů, funkčnost a praktičnost systému i umístění pro dosažení dobrého pracovního prostředí a kvalitního dojení zvířat (Kutz 2019).

Chladicí zařízení může pro úsporu energie využívat tepelné čerpadlo. Chladicí tank je vyroben dvouplášťově a cirkulující voda v meziprostoru chladí mléko, ohřátá voda odchází do čerpadla. Teplo lze využít např. k ohřevu vody nebo vytápění, návratnost investice bez dotací je přibližně 2,5 roku při využití 2 \* denně. Tento proces nazýváme rekuperace tepla (Vránek 2010). Pulzační systém se nastavuje individuálně podle konkrétního stáda, a to podle špičkového (maximálního) průtoku mléka, jeho hodnota do 7 l/min je v pořádku, u vyšších hodnot je nutné provést další měření. Doporučený podtlak je 36-40 kPa, podtlak se s rostoucím průtokem mléka mírně snižuje (cca 30 kPa). Správné nastavení zajistí rychlé a efektivní vydojení (Machálek et al. 2007).

Dojírny dělíme podle umístění prostoru pro dojiče (se sníženým prostorem a s prostorem ve stejné úrovni), podle typu postavení dojníc a typu vstupu a výstupu. Dojírny dle typu postavení se dělí na rybinové, tandemové, paralelní, tzv. parabone a abreast, a rotační u kterých je možné různé postavení dojníc. Rybinová dojírna naznačuje vzor rybí kosti, dojnice se řadí za sebe v úhlu asi 45° k prostoru dojičů (Kutz 2019). Šikmé postavení dojníc umožňuje úsporu

prostoru a dobrý přístup k vemeni (Doležal & Staněk 2015). U tandemového uspořádání je podélná osa krávy rovnoběžná s pracovním prostorem dojičů (Gálik et al. 2015).

Dojící stroj se nasazuje z boku, stejně jako u rybinového postavení. Specifický je individuální nástup a výstup dojníc a výborný přehled dojičů, díky tomu je možné provést i individuální péči o zvířata (Kutz 2019). Paralelní dojírna má dojnice postavené v pravém úhlu k dojičům, dojící stroj se nasazuje mezi zadníma nohama. Mezi jednotlivými stánými jsou zábrany, které jsou otočné, příchodem dojnice vzniká stání pro další. Vemena jsou u tohoto typu stání blízko a redukuje se tak vzdálenost, kterou musí dojič ujít (Kutz 2019). Rozteč stání pro dojnice je k dostání ve třech rozměrech a to 910, 1000, 1200 mm.

Parabone a abreast jsou typy stání používané v zahraničí. Parabone je podobná rybinové dojárně, dojnice stojí pod úhlem 70°, ale dojící stroj se obvykle nasazuje mezi zadníma nohama. U tohoto typu se používají tzv. swingover dojící stroje, kdy je řada strojů uprostřed dojírny a používá se střídavě na obou stranách. Hlavní výhodou je nižší cena při výstavbě dojírny (Kutz 2019). Abreast je druh paralelní dojírny, dojnice přichází chodbou dojiče a dojí se na podestách, kde stojí po dvou a mezi nimi je prostor pro dojiče (Gálik et al. 2015).

Rotační dojírny vynikají výkoností a snadností obsluhy. K postavení dojníc se používají stejné způsoby jako u statických dojíren (rybina, paralel, tandem). V minulosti se u těchto dojíren využívalo individuálního dávkování jádra, ale z důvodu kompletní krmné směsi a individuálním dávkovačům jádra se tento trend opouští (Doležal et al. 1996). Počet dojících míst se pohybuje mezi 10-80, někde i více. Zvířata přichází a odchází po jednom, na každé straně stojí jeden dojič, první provádí přípravu a nasazení stroje, druhý kontroluje sundání a vydojení dojnice, také zajišťuje aplikaci dezinfekce. V prostoru se pohybuje třetí dojič, který zajišťuje nasazení skopnutých strojů, a další potřebné úkony (Kutz 2019).

Vstupy a výstupy mohou být ovládány manuálně nebo za pomoci pneumatických válců, ovládání by mělo být umístěné na obou koncích dojících stání. Standardní výstup je jednoduchá branka, kterou dojnice odcházejí jedna po druhé. V moderních stájích se využívá rychlý výstup. Hrudní zábrana se zvedá nebo sklápí a dojnice mohou odcházet všechny najednou. Tento typ neplatí u tandemové dojírny, kde lze využít jen pneumatické nebo manuální otevírání (Kutz 2019).

Robotizace dojení se vyvíjí už od 70. let, první prototypy byly uvedené do provozu koncem 80. let. Dobrý dojící robot musí zvládnout celou škálu činností a dojnice musí splňovat specifické požadavky na exteriérové a fyziologické vlastnosti (Doležal & Staněk 2015).

Čekárny u dojíren bývají často v našich podmínkách příliš malé, zvyšuje se pak agresivita, cucání, nervozita nebo míra kálení, zhoršuje se poté i spouštění mléka v dojárně (Doležal 2017). Většinou jsou koncipované jako obdélníkové místnosti s přiháněcím zařízením, často se využívá sklon podlahy do 5 %, prostor pro 700 kilovou dojnici je 1,7 m<sup>2</sup>. V 90 % případů v České republice je využíváno plných podlah. Pro rychlejší nástup krav do dojírny se využívají přiháněče, měli by být využívány pouze s odstupem od dojníc, a ne jako přímý nátlak. Vzdálenost od poslední dojnice by měla být minimálně 1800 mm. Často můžeme vidět přiháněče opatřené elektrickým proudem, což je vzhledem k welfare a stresování zvířat nepřijatelné (Staněk 2017).

## 10 Moderní technologie

V této kapitole jsou popsány moderní alternativy některých výše zmíněných technologií, které zvyšují například welfare a efektivitu práce. Výsledky výzkumu Villettaz Robichaud et al. (2019) celkově naznačují že zvýšený komfort a welfare dojnic ve volných stájích zvyšuje produkci a profitovost stáda, pokud počítáme ze zisků mimo náklady na modernizaci.

### 10.1 Robotické dojení

Robotické dojení lze rozdělit na dojící roboty a robotické dojírny. Robotické dojírny uvedlo na trh jen několik málo firem, jejich výkonost se pohybuje od 50 až k 400 podojeným kusům a hodinu. Tyto systémy mohou být atraktivní pro farmy s pastevně ustájenými dojnicemi, jejich cena je ale velkou investicí (Jago et al. c2021). Výpočet ceny dle informací od prodejce firmy GEA, se za základ robotické dojírny o 40 stáních může vyšplhat až na 4 mil. \$ (bez chladících tanků, ceny samotné výstavby a okolních nákladů), což v přepočtu na koruny čítá přes 86 miliónů Kč.

Dojící roboty (obr. 15) vyžadují menší prostor než dojírna, jejich koupě je velká investice, ale jejich zakoupením farmář „předplatí“ práci, kterou by jinak zaplatil dojičům. Návratnost investice se pohybuje mezi 7 a 10 lety používání, životnost dojících robotů se uvádí 15 i více let (Davis 2017). Robotické dojení zvyšuje produkci a zlepšuje zdravotní stav zvířat, a to hlavně v dobrovolné variantě dojení, dojnice nemusí nikde dlouho stát na tvrdém betonu a je znatelný úbytek laminitid ve stádě. V některých stájích je lehárna oddělena od krmiště nebo pastvy separační brankou, která dojnici vpustí do robota nebo ke krmení. Je zde jednodušší řízení dojení pro chovatele, ale welfare je v porovnání s dobrovolným dojením horší (Rodenburg 2017). Kapacita robota je 60-70 ks na den, dojnice se dobrovolně chodí dojit přibližně třikrát denně. Salfer et al. (2017) uvádí ve své simulaci nákladů nákupní cenu v přepočtu na necelých 4,5 mil. korun, plus roční náklady na údržbu 200 tis korun českých.

Obr. 15. Dojící robot LELY Astronaut A5



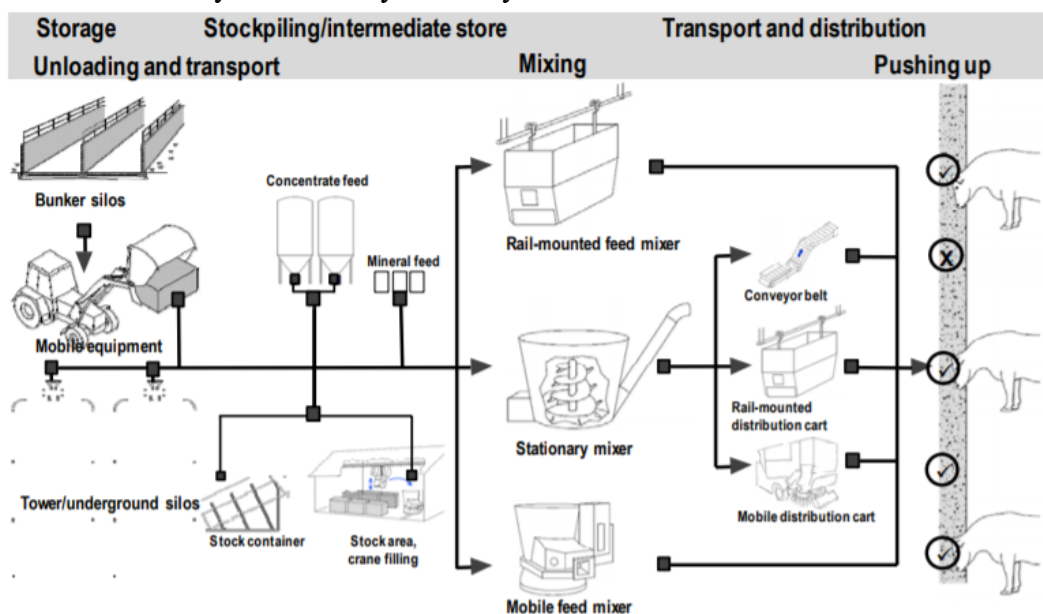
(AGRO-partner s.r.o. 2019)



## 10.2 Moderní technologie v krmení

Automatická krmná linka je zmíněna v kapitole 7.1 automatické krmné vozy. Linka může být více či méně automatizována. Na trhu jsou různé technologie a varianty, jejich rozdělení je na (obr. 16). Výzkum Oberschätzl et al. (2015) dokázal, že využívání automatické linky snižuje náklady na energii a pracovní sílu. V roce 2018 bylo ve světě víc než 1250 fungujících krmných linek. Denní náklady na krmnou dávku je krmná linka schopná snížit o 30 %. Autor uvádí pořizovací cenu v přepočtu 7 mil. korun. Při úspoře nákladů 30 % je návratnost investice 4-5 let, životnost systému se uvádí 7 let (Tangorra & Calcante 2018).

Obr. 16. Varianty automatických krmných linek



(Oberschätzl et al. 2015)

Další moderní, ale dnes už běžnou moderní technologií, jsou přihrnovače krmiva, využívají se pro přihrnování krmiva, které zvířata odstrkají ze svého dosahu. Přihrnovač projíždí stájí několikrát za den, v trasách určených chovatelem (Rumba & Nikitenko 2018). Moderní přihrnovače krmivo nejen přihrnou, ale mohou ho i kypřit a promíchávat, některé disponují zásobníkem na jaderné krmivo, které v malém množství zapracují do přihrnovaného krmiva a zvýší tak jeho chutnost. Snižuje se tím množství zbytkového krmiva, které by chovatel jinak vyhodil (Prýmas 2019).

## 10.3 Ostatní moderní technologie

Robot, zmiňovaný v kapitole 6.1, je moderní technologií, napomáhající čistotě roštových podlah. Na trhu je množství druhů od rozdílných firem, většinou se ale jedná o přízemní tiché zařízení, které protlačuje zbytky podestýlky, výkalů a moči skrz rošty. Vyrábí se varianty bez vodní nádrže, u kterých je riziko zaseknutí na příliš suché chlévské mrvě. Varianty s vodní nádrží aplikují vodu před sebe a ředí tak chlévskou mrvu, v bezstelivových ustájeních lze použít vysavač kejdy (Obr. 17), tato varianta je spíše pro pevné podlahy (LELY 2014).

Obr. 17. Vysavač kejdy Lely Discovery 120 Collector



(AGRO-partner s.r.o.)

Péče o srst je biologickou potřebou skotu, kromě uvolnění stresu má také zdravotní benefity, jako je zbavování se parazitů a staré srsti. Během let se využívaly kartáče vyrobené tzv. „na koleně“, často ale nespĺňují anatomické požadavky zvířat, a v některých případech mohou způsobovat i zranění. Na trhu lze najít stacionární kartáče, a to horizontální, vertikální, nebo kombinace obou. Jejich pořizovací cena je poměrně nízká (2000 Kč) a svoji funkci splní. Jejich moderní variantou jsou otáčivé kartáče, pomocí motoru reagují na přizvednutí dojnici a otáčí se určitou dobu. Některé jsou dokonce výklopné, takže si je dojnice může nadzvednout na kteroukoliv stranu a kartáče dosáhnou všude po těle. Pořizovací cena je okolo 50 tis. korun. a produkční benefity nemusí být natolik znatelné, aby byla možnost vypočítat návratnost investice. Zvýšení úrovně welfare ve stádě je ale znatelné (Black & Bewley).

## 11 Ekonomika zemědělců v ČR

Nedostatek pracovníků nutí farmy modernizovat a robotizovat, moderní technologie jsou ale drahé, proto není jednoduché na tyto technologie finančně dosáhnout. Čeští farmáři mají možnost zažádat o dotace z Evropské unie nebo od státu, ani ty ale nelze dostat bez určitého kapitálu, protože dotace nepokryjí kompletní náklady technologií (Švejdová 2019). Dle výzkumu AMSP (2019) firmy do 250 zaměstnanců a OSVČ (osoba samostatně výdělečně činná) příliš do robotizace a automatizace neinvestují, z vybraných respondentů v této oblasti investovalo v roce 2018 jen 15 %.

Krpálková et al. (2016) ve svém výzkumu dokázala, že stáda s vyšší produkcí mléka jsou výnosnější, i když náklady na složení TMR jsou vyšší. Také uvádí, že nejlepší způsob zvýšení

profitu pro české farmy je vrátit se k základním principům - vylepšit welfare, individuální péči a složení krmné dávky.

Podle dat z portálu FADN (2020) jsou průměrné náklady na podnik 9,9 mil korun a průměrné zisky 10,8 mil korun, z toho 22,5 % je průměrná dotace na provoz. Průměrné náklady na produkci mléka jsou 20,1 mil. korun a průměrná produkce pouhých 16,5 mil. korun, provozní dotace je 5,3 mil. korun. Situace je velmi podobná v ostatních odvětvích zemědělství, i v průměrných statistikách Evropy. Uvedená data jsou z roku 2019.

## 12 Závěr

Informace sdružené v této práci ukazují intenzifikaci výroby produkce mléka, ta je i důvodem nutnosti modernizace stájí. Momentálně využívané technologie často nedostačují k naplnění požadavků zvířat, organismy vysoce šlechtěných zvířat jsou náročnější a specifičtější ve svých požadavcích které chovatelé jen těžko mohou naplnit.

Hlavním aktuálním problémem českých farem je nedostatek kvalifikovaných pracovníků, těžkou dřinu bez odpovídajícího ohodnocení bude dnes dělat jen málokdo, a pro chovatele začíná být jistota pokaždé stejně kvalitně udělané práce atraktivní.

Automatické systémy jsou schopné fungovat téměř nepřetržitě a kvalita jejich práce je konzistentní, proto jsou investice do těchto technologií čím dál tím častější. Přestože tyto systémy jsou bezesporu budoucností chovu zvířat, po konzultaci s několika chovateli provozující některé tyto systémy (dojící robot, automatický přihrnovač), nejsem přesvědčená o autonomnosti těchto systémů, často potřebují lidský zásah a kontrolu a vyžadují náročnější školení zaměstnanců pro jejich obsluhu.

Podle výsledků statistik uvedených v kapitole 11 je zřejmé, že české ani evropské zemědělství se v současné době bez dotací neobejde.

## 13 Literatura

AGRO-partner s.r.o. Vysavač kejdy-Lely Discovery 120 Collector. Available at <https://www.agropartner.cz/vysavac-kejdy-lely-discovery-120-collector-p314.html> (accessed May 1, 2021).

AGRO-partner s.r.o. 2019. Dojící robot Lely Astronaut A5 zabojuje o Zlatou medaili, čeští farmáři si jej chválí. Available at <https://www.bvv.cz/animal-tech/aktuality/dojici-robot-lely-astronaut-a5-zabojuje-o-zlatou-m/> (accessed May 1, 2021).

AMSP. 2019. Digitální farma. Available at [https://amsp.cz/wp-content/uploads/2019/08/Digita%CC%81ni%CC%81-farma\\_v%C3%BDsledky-kom.-AMSP-%C4%8CR.pdf](https://amsp.cz/wp-content/uploads/2019/08/Digita%CC%81ni%CC%81-farma_v%C3%BDsledky-kom.-AMSP-%C4%8CR.pdf) (accessed May 1, 2021).

Anderson N. 2008. Cow Behaviour to Judge Free-stall and Tie-stall Barns,. OMAFRA. Available at <http://asapdairy.com/freestalldimensions.pdf> (accessed April 28, 2021).

Balcells J, Fuertes E, Seradj AR, Maynegre J, Villalba D, de la Fuente G. 2020. Study of nitrogen fluxes across conventional solid floor cubicle and compost-bedded pack housing systems in dairy cattle barns located in the Mediterranean area: Effects of seasonal variation. *Journal of Dairy Science* **103**:10882-10897.

Banhazi TM, Babinszky L, Halas M. 2012. Precision livestock farming: Precision feeding technologies and sustainable livestock production. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering* **5**:54-61.

Beran O, Martinková A. 2011. Jak vybrat správnou stáj pro dojnice. *Zemědělec*. Available at <https://www.zemedelec.cz/jak-vybrat-spravnu-staj-pro-dojnice/> (accessed April 30, 2021).

Bewley JM, Robertson LM, Eckelkamp EA. 2017. A 100-Year Review: Lactating dairy cattle housing management. *Journal of Dairy Science* **100**:10418-10431.

Black R, Bewley J. Brushing Up On Dairy Cow Brushes. University of Kentucky. Available at <https://afs.ca.uky.edu/dairy/brushing-dairy-cow-brushes> (accessed May 1, 2021).

Bockhahn J, Wright P, Gooch C. 2020. Screw Press Solid-Liquid Separation. Available at [https://ecommons.cornell.edu/bitstream/handle/1813/102695/Manure%20Treatment%20FS-screw%20press%20solid-liquid%20separation\\_11-2020.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ecommons.cornell.edu/bitstream/handle/1813/102695/Manure%20Treatment%20FS-screw%20press%20solid-liquid%20separation_11-2020.pdf?sequence=2&isAllowed=y) (accessed May 2, 2021).

Bohmanova J, Misztal I, Cole JB. 2007. Temperature-Humidity Indices as Indicators of Milk Production Losses due to Heat Stress. *Journal of Dairy Science* **90**:1947-1956.

Bouška J. 2006. Chov dojeného skotu. Profi Press, Praha.

Collier RJ, Dahl GE, VanBaale MJ. 2004. Major Advances Associated with Environmental Effects on Dairy Cattle. *Journal of dairy science* **89**.

Cook N. 2021a. Freestall dimensions. Available at <https://thedairylandinitiative.vetmed.wisc.edu/home/housing-module/adult-cow-housing/freestall-dimensions/> (accessed April 26, 2021).

Cook N. 2021b. Heat abatement and ventilation of adult cow facilities. Available at <https://thedairylandinitiative.vetmed.wisc.edu/home/housing-module/adult-cow-housing/ventilation-and-heat-abatement/> (accessed April 26, 2021).

Čermák J. 1988. Design of slip-resistant surfaces for dairy cattle buildings. *The bovine practitioner* **23**.

Dahl GE, Buchanan BA, Tucker HA. 2000. Photoperiodic Effects on Dairy Cattle: A Review. *Journal of Dairy Science* **83**:885-893.

Davis W. 2017. Milking parlor or milking robots? Consider the differences. *Progressive dairyman*. Available at <https://www.progressivedairy.com/topics/barns-equipment/milking-parlor-or-milking-robots-consider-the-differences> (accessed May 1, 2021).

Dirksen N, Gygax L, Traulsen I, Wechsler B, Burla J-B. 2020. Body size in relation to cubicle dimensions affects lying behavior and joint lesions in dairy cows. *Journal of Dairy Science* **103**:9407-9417.

Dirksen N, Gygax L, Traulsen I, Wechsler B, Burla J-B. 2020. Body size in relation to cubicle dimensions affects lying behavior and joint lesions in dairy cows. *Journal of Dairy Science* **103**:9407-9417.

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

Doležal O, Staněk S. 2015. *Chov dojeného skotu: technologie, technika, management.* Profi Press, Praha.

Erbez M, Falta D, Chládek G. 2010. The relationships between temperature and humidity outside and inside of a permanently open-sided cow's barn. *Acta universitatis inside of a agriculturae et silviculturae mendelianae brunensis* **58**.

FADN. 2020. *Ekonomika zemědělských podniků v ČR a zemích EU: Analytický pohled na hospodaření producentů mléka.* UZEI. Available at [https://www.fadn.cz/fadnweb/Z\\_DOWNLOAD/DOWN\\_21/21\\_02\\_16\\_ZAJIMAVOSTI\\_FADN\\_MLEKO.pdf](https://www.fadn.cz/fadnweb/Z_DOWNLOAD/DOWN_21/21_02_16_ZAJIMAVOSTI_FADN_MLEKO.pdf) (accessed May 1, 2021).

Ferraz PFP, Ferraz GA e S, Leso L, Klopčič M, Barbari M, Rossi G. 2020. Properties of conventional and alternative bedding materials for dairy cattle. *Journal of Dairy Science* **103**:8661-8674.

Foged HL, Schelde KM, Ripoll XF, Blasi AB, Aloy AM, Civit JP. 2011. Inventory of manure processing activities in europe. Available at [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/18943/21010\\_technical\\_report\\_I\\_inventory.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/18943/21010_technical_report_I_inventory.pdf?sequence=1&isAllowed=y) (accessed May 2, 2021).

- Fojt M. 2019. Výkrm skotu, druhy míchacích krmných vozů a zařízení. Agroportal24. Available at <https://www.agroportal24h.cz/clanky/vykrm-skotu-druhy-michacich-krmnych-vozu-a-zarizeni> (accessed April 30, 2021).
- Font-Palma C. 2019. Methods for the Treatment of Cattle Manure—A Review. *C* **5**. Available at <https://www.mdpi.com/2311-5629/5/2/27> (accessed April 28, 2021).
- Fournel S, Godbout S, Ruel P, Fortin A, Génèreux M, Côté C, Landry C, Pellerin D. 2019. Production of recycled manure solids for bedding in Canadian dairy farms: I. Solid–liquid separation. *Journal of Dairy Science* **102**:1832-1846.
- Fríd M, Vávra V. 2013. Stroje pro hnojení. Available at [http://kzt.zf.jcu.cz/wp-content/uploads/2013/11/stroje\\_pro\\_hnojeni.pdf](http://kzt.zf.jcu.cz/wp-content/uploads/2013/11/stroje_pro_hnojeni.pdf) (accessed April 29, 2021).
- Fröhdeová M, Mlejnková V, Doležal P. 2012. Zásady výživy vysokoprodukčních dojnic. *Zemědělec*. Available at <https://www.zemedelec.cz/zasady-vyzivy-vysokoprodukcnich-dojnic/> (accessed April 29, 2021).
- Gálik R, Mihina Š, Boďo Š, Knížková I, Kunc P, Celjak I, Štítková M, Botto L, Brestenský V. 2015. *Technika pre chov zvierat*. 1st edition. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Nitra.
- Gislon G, Colombini S, Borreani G, Crovetto GM, Sandrucci A, Galassi G, Tabacco E, Rapetti L. 2020. Milk production, methane emissions, nitrogen, and energy balance of cows fed diets based on different forage systems. *Journal of Dairy Science* **103**:8048-8061.
- Gooch. 2019. Flooring Considerations for Dairy Cows. Dairexnet. Available at <https://dairy-cattle.extension.org/flooring-considerations-for-dairy-cows/> (accessed April 28, 2021).
- Gooch CA. 2013. Flooring considerations for dairy cows. Pro dairy. Available at <https://ecommons.cornell.edu/bitstream/handle/1813/36948/floorconsid.pdf;jsessionid=DFB87FC0F9FCA7A72A99F4A75E4CF84F?sequence=1> (accessed April 28, 2021).
- Gooch CA. 2017. Concrete flooring for dairy cows. USA. Available at <https://www.progressivedairy.com/topics/barns-equipment/concrete-flooring-for-dairy-cows> (accessed April 28, 2021).
- Hjorth M, Christensen KV, Christensen ML, Sommer SG. 2011. Solid–Liquid Separation of Animal Slurry in Theory and Practice. 953-986in *Sustainable Agriculture Volume 2*. Springer Netherlands, Dordrecht. Available at [http://link.springer.com/10.1007/978-94-007-0394-0\\_43](http://link.springer.com/10.1007/978-94-007-0394-0_43) (accessed April 28, 2021).
- Hjorth M, Christensen KV, Christensen ML, Sommer SG. 2010. Solid—liquid separation of animal slurry in theory and practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development* **30**:153-180. Available at <http://link.springer.com/10.1051/agro/2009010> (accessed April 28, 2021).
- Hogan JS, Smith KL, Todhunter DA, Schoenberger PS. 1990. Bacterial Counts Associated with Recycled Newspaper Bedding. *Journal of Dairy Science* **73**:1756-1761.

Horgan. 2005. EU animal welfare legislation: current position and future perspectives. Chile and the EU: Shared Experiences and Future Objectives:19. Available at [http://www.sag.cl/sites/default/files/SEM\\_0905\\_PROCEEDINGS.PDF#page=21](http://www.sag.cl/sites/default/files/SEM_0905_PROCEEDINGS.PDF#page=21) (accessed May 2, 2021).

House HK. 2016a. Lighting Options for Free Stall Housing. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Toronto, Canada.

House. 2016b. Free-Stall Base Material and Bedding Options. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Toronto, Canada.

House HK, Anderson NG. 2019. Maximizing Comfort in Tiestall Housing. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* **35**:77-91.

Hutla P, Vyhlídko L, Šimon J. 2013. Osvětlení stáje pro dojnice. *Trevos*. Available at [https://trevos.eu/upload/articles/Osvetleni-staje-pro-dojnice\\_Trevos-2013\\_CZ.pdf](https://trevos.eu/upload/articles/Osvetleni-staje-pro-dojnice_Trevos-2013_CZ.pdf) (accessed May 2, 2021).

Charlton GL, Rutter SM. 2017. The behaviour of housed dairy cattle with and without pasture access: A review. *Applied Animal Behaviour Science* **192**:2-9.

Chastain JP, Nicolai R. 2007. Dairy lighting system for free stall barns and milking centers. *Milkproduction.cz*. Available at <http://www.milkproduction.com/Library/Scientific-articles/Housing/Dairy-lighting-system-for-free/#:~:text=Types%20of%20lamps%20that%20are,large%20parlors%20with%20high%20ceilings>. (accessed May 2, 2021).

Jago J, Jensen R, Ridsdale S, Ohnstand I. c2021. Automatic milking system. Dairy NZ, New zeland. Available at [https://www.dairynz.co.nz/media/581332/automatic\\_milking\\_systems\\_booklet.pdf](https://www.dairynz.co.nz/media/581332/automatic_milking_systems_booklet.pdf) (accessed May 1, 2021).

Javorka F. 2018. Technika pro krmení skotu. *Farmář*. Available at <https://www.mechanizaceweb.cz/technika-pro-krmeni-skotu/> (accessed May 3, 2021).

Ježková A. 2021. Silážování pro zdraví zvířat a bezpečnost lidí. *Náš chov*. Available at <https://www.naschov.cz/silazovani-pro-zdravi-zvirat-a-bezpecnost-lidi/> (accessed April 30, 2021).

Johnson AP. 2012. A Proper Milking Routine: The Key to Quality Milk. Available at [https://www.vetassociateshazelgreen.com/storage/app/media/A\\_Proper\\_Milking\\_Routine\\_the\\_key\\_to\\_quality\\_milk.pdf](https://www.vetassociateshazelgreen.com/storage/app/media/A_Proper_Milking_Routine_the_key_to_quality_milk.pdf) (accessed April 28, 2021).

Kic P, Brož V. 2000. Zařízení pro větrání a klimatizaci stájí. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, Praha.

Klír J, Kozlovská L. 2019. Hospodaření se živinami, péče o půdní úrodnost a ochrana prostředí, zejména vody před znečištěním. 1st edition. Institut vzdělávání v zemědělství, Praha. Available at



[https://www.zscr.cz/download/files/Hospodareni\\_se\\_zivinami,\\_pece\\_o\\_pudni\\_urodnost\\_a\\_oc\\_hrana\\_prostredi,\\_zejmena\\_vody\\_pred\\_znecistenim.pdf](https://www.zscr.cz/download/files/Hospodareni_se_zivinami,_pece_o_pudni_urodnost_a_oc_hrana_prostredi,_zejmena_vody_pred_znecistenim.pdf) (accessed April 28, 2021).

Knížková I. 2011. Automatické dojící systémy: vybrané faktory ovlivňující proces robotizovaného dojení : certifikovaná metodika. Výzkumný ústav živočišné výroby, Praha.

Kour S. 2017. Bedding Options for Dairy Cattle. *Journal of scientific achievements* **2**:43-45.

Kristula MA, Dou Z, Toth JD, Smith BI, Harvey N, Sabo M. 2008. Evaluation of Free-Stall Mattress Bedding Treatments to Reduce Mastitis Bacterial Growth. *Journal of Dairy Science* **91**:1885-1892.

Krpalkova L, Cabrera VE, Kvapilik J, Burdych J. 2016. Dairy farm profit according to the herd size, milk yield, and number of cows per worker. *Agricultural Economics (Zemědělská ekonomika)* **62**:225-234.

Kutz M. [2019]. Handbook of farm, dairy, and food machinery engineering. Third edition. Academic Press, San Diego, CA.

LELY. 2014. LELY dairy equipment: Milk, feeding and barn solutions. Available at [https://www.lely.com/media/filer\\_public/08/dd/08ddf42b-4bfd-47ab-ad23-65ab42cdef5f/lely\\_dairy\\_equipment\\_2014\\_-\\_en.pdf](https://www.lely.com/media/filer_public/08/dd/08ddf42b-4bfd-47ab-ad23-65ab42cdef5f/lely_dairy_equipment_2014_-_en.pdf) (accessed May 1, 2021).

Lenkaitis AC. 2014. Manure collection and transfer systems in livestock operations with digesters. Pro dairy. Available at <https://ecommons.cornell.edu/bitstream/handle/1813/36538/4.Andy.Lenkaitis.pdf?sequence=1> (accessed April 28, 2021).

Leytem AB, Bjorneberg DL, Koehn AC, Moraes LE, Kebreab E, Dungan RS. 2017. Methane emissions from dairy lagoons in the western United States. *Journal of Dairy Science* **100**:6785-6803.

Machálek A, Vegrícht J, Ambrož P, Doležal O. 2007. Postup pro nastavení podtlaku při dojení vysokoužitkových dojnic. Výzkumný ústav živočišné výroby, Praha.

Malat'ák J, Vaculík P. 2009. Současně používané systémy. *Zemědělec*. Available at <https://www.zemedelec.cz/soucasne-pouzivane-systemy/> (accessed April 30, 2021).

Marino L, Allen K. 2017. The Psychology of Cows. *Animal Behavior and Cognition* **4**:474-498.

Martin JG, Harner JP, Smith JF. 2019. Water System Design Considerations for Modern Dairies. Dairy cattle. Available at <https://dairy-cattle.extension.org/water-system-design-considerations-for-modern-dairies/> (accessed April 30, 2021).

Masse L, Massé DI, Pellerin Y. 2007. The use of membranes for the treatment of manure: a critical literature review. *Biosystems Engineering* **98**:371-380.

Miller ARE, Erdman RA, Douglass LW, Dahl GE. 2000. Effects of Photoperiodic Manipulation During the Dry Period of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* **83**:962-967.

- Mondaca MR, Cook NB. 2019. Modeled construction and operating costs of different ventilation systems for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* **102**:896-908.
- Monteny GJ, Smits MCJ, van Duinkerken G, Mollenhorst H, de Boer IJM. 2002. Prediction of Ammonia Emission from Dairy Barns using Feed Characteristics Part II: Relation between Urinary Urea Concentration and Ammonia Emission. *Journal of Dairy Science* **85**:3389-3394.
- Moscho E. 2014. LEDs give dairy facilities more light for less energy. Canada. Available at <https://www.progressivedairy.com/topics/facilities-equipment/leds-give-dairy-facilities-more-light-for-less-energy> (accessed April 28, 2021).
- Novák P, Valášková S, Šoch M, Šlégerová S, Odehnal J. 2003. Vliv zoohygienických podmínek prostředí chovu na zdravotní stav končetin dojnic. Available at <http://www.cbks.cz/sbornikRackova03/sections/2/Novak.pdf> (accessed April 28, 2021).
- Oberschätzl R, Haidn B, Nesper S, Neiber J. 2015. Automatic feeding systems for cattle – A study of the energy consumption of the techniques. Available at [https://www.researchgate.net/publication/285592337\\_Automatic\\_feeding\\_systems\\_for\\_cattle\\_-\\_A\\_study\\_of\\_the\\_energy\\_consumption\\_of\\_the\\_techniques](https://www.researchgate.net/publication/285592337_Automatic_feeding_systems_for_cattle_-_A_study_of_the_energy_consumption_of_the_techniques) (accessed May 1, 2021).
- Otrubová M. 2017. Světlo je živina. Světlo je lék. Agropress. Available at <https://www.agropress.cz/svetlo-je-zivina/> (accessed April 25, 2021).
- Parker-Norman S. 2020. 5 ways nutritionists can reduce methane in dairy cows. Dairy global. Available at <https://www.dairyglobal.net/Nutrition/Articles/2020/10/5-dairy-nutritionist-approaches-to-reduce-methane-653471E/> (accessed April 28, 2021).
- Pereira JM, Ivarez CJA, Barrasa M. 2013. Prediction of Dairy Housing Construction Costs. *Journal of dairy science* **86**.
- Platz S, Ahrens F, Bendel J, Meyer HHD, Erhard MH. 2008. What Happens with Cow Behavior When Replacing Concrete Slatted Floor by Rubber Coating: A Case Study. *Journal of Dairy Science* **91**:999-1004.
- Preece SLM, Casey KD, Auvermann BW. 2018. Hydrogen Sulfide Emissions from Open/Dry-Lot Cattle-Feeding Operations. Texas A&M AgriLife Extension Service. Available at <https://cdn-ext.agnet.tamu.edu/wp-content/uploads/2018/12/E-620-hydrogen-sulfide-emissions-from-open-dry-lot-cattle-feeding-operations.pdf> (accessed April 28, 2021).
- Prýmas L. 2019. Přihřnovač který také načechrává. *Náš chov*. Available at <https://www.naschov.cz/prihrnovac-ktery-take-nacechrava/> (accessed May 1, 2021).
- Pulina G, Tondo A, Danieli PP, Primi R, Matteo Crovetto G, Fantini A, Macciotta NPP, Atzori AS. 2020. How to manage cows yielding 20,000 kg of milk: technical challenges and environmental implications. *Italian Journal of Animal Science* **19**:865-879.
- Rodenburg J. 2017. Robotic milking: Technology, farm design, and effects on work flow. *Journal of Dairy Science* **100**:7729-7738.

- 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. Available at <http://tf.llu.lv/conference/proceedings2018/Papers/N477.pdf> (accessed May 1, 2021).
- Rushen J, de Passillé AM. 2006. Effects of Roughness and Compressibility of Flooring on Cow Locomotion. *Journal of Dairy Science* **89**:2965-2972.
- Saha CK, Yi Q, Janke D, Hempel S, Amon B, Amon T. 2020. Opening Size Effects on Airflow Pattern and Airflow Rate of a Naturally Ventilated Dairy Building—A CFD Study. *Applied Sciences* **10**. Available at <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/17/6054> (accessed April 27, 2021).
- Salfer JA, Minegishi K, Lazarus W, Berning E, Endres MI. 2017. Finances and returns for robotic dairies. *Journal of Dairy Science* **100**:7739-7749.
- Sherrard A. 2015. Sláma jako substrát pro bioplynové stanice zpracovávající hnůj a její výtežnost. *Bioenergy international*. Available at <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/slama-jako-substrat-pro-bioplynovy-stanice-zpracovavajici-hnuj-a-jeji-vyteznost> (accessed April 29, 2021).
- Schüller LK, Burfeind O, Heuwieser W. 2013. Short communication: Comparison of ambient temperature, relative humidity, and temperature-humidity index between on-farm measurements and official meteorological data. *Journal of Dairy Science* **96**:7731-7738.
- Smith MM, Simms CL, Aber JD. 2017. Case Study: Animal bedding cost and somatic cell count across New England dairy farms. *The Professional Animal Scientist* **33**:616-626.
- Staněk S. 2017. Technologie v chovu dojného skotu ustájení skotu, krmení, dojení a uskladňování kejdy. Available at [http://www.ekomonitor.cz/sites/default/files/filepath/prezentace/sbornik\\_podzim.pdf](http://www.ekomonitor.cz/sites/default/files/filepath/prezentace/sbornik_podzim.pdf).
- Staněk S. 2009. Základy ustájení skotu- Dojnice. *Zootechnika.cz*. Available at <https://www.zootechnika.cz/clanky/chov-skotu/ustajeni-skotu/zaklady-ustajeni-skotu---dojnice.html> (accessed April 25, 2021).
- Staněk S. 2012. Osvětlení stájí pro dojnice. *zootechnika.cz*. Available at <https://www.zootechnika.cz/clanky/chov-skotu/ustajeni-skotu/osvetleni-staji-pro-dojnice.html> (accessed April 25, 2021).
- Suchý P, Straková E, Herzig I, Skřivanová E, Zapletal D. 2011. Výživa a dietetika II. díl – Výživy přežvýkavců. 1st edition. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, Brno. Available at [https://fvhe2.vfu.cz/files/skripta\\_vyziva-a-dietetika\\_ii-dil-vyziva-prezvykavcu.pdf](https://fvhe2.vfu.cz/files/skripta_vyziva-a-dietetika_ii-dil-vyziva-prezvykavcu.pdf) (accessed April 29, 2021).
- Svoboda J, Skopalová O. 2010. Skladování, použití a evidence hnojiv. *Zemědělec*. Available at <https://www.zemedelec.cz/skladovani-pouziti-a-evidence-hnojiv/> (accessed April 28, 2021).

- Šoch M, Šimková A, Smutný L, Krupka F, Švejdová K. 2015. Stájové mikroklima. AUTOMA. Available at [https://automa.cz/Aton/FileRepository/pdf\\_articles/53847.pdf](https://automa.cz/Aton/FileRepository/pdf_articles/53847.pdf) (accessed April 28, 2021).
- Štambaský J. 2018. Hnuj místo kukuřice – reálná změna substrátu. *Energie 21*. Available at <https://www.energie21.cz/hnuj-misto-kukurice-realna-zmena-substratu/> (accessed April 29, 2021).
- Švejdová Z. 2019. Čeští zemědělci stále víc investují do robotizace a digitálních technologií. Jak funguje farma 21. století? Available at <https://radiozurnal.rozhlas.cz/cesti-zemedelci-stale-vic-investuji-do-robotizace-a-digitalnich-technologii-jak-8042729> (accessed May 1, 2021).
- Tangorra FM, Calcante A. 2018. Energy consumption and technical-economic analysis of an automatic feeding system for dairy farms: Results from a field test. *Journal of Agricultural Engineering* **49**:228-232.
- Telezhenko E, Magnusson M, Bergsten C. 2017. Gait of dairy cows on floors with different slipperiness. *Journal of Dairy Science* **100**:6494-6503.
- Tucker CB, Weary DM. 2004. Bedding on Geotextile Mattresses: How Much is Needed to Improve Cow Comfort? *Journal of Dairy Science* **87**:2889-2895.
- Van Horn HH, Wilkie AC, Powers WJ, Nordstedt RA. 1994. Components of Dairy Manure Management Systems. *Journal of Dairy Science* **77**:2008-2030.
- Vegricht J, Fabiánová M, Miláček P, Šimon J. 2009. Vliv technických parametrů stájí. in *Zemědělec*. Available at <https://www.zemedelec.cz/vliv-technickyh-parametru-staji/> (accessed May 2, 2021).
- Vegricht J, Machálek A, Fabiánová M, Miláček P, Ambrož P. 2008. Inovace technických a technologických systémů pro chov dojníc: metodická příručka. 1st edition. Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha.
- Veissier I, Capdeville J, Delval E. 2004. Cubicle housing systems for cattle: Comfort of dairy cows depends on cubicle adjustment1. *Journal of Animal Science* **82**:3321-3337.
- Villetaz Robichaud M, Rushen J, de Passillé AM, Vasseur E, Orsel K, Pellerin D. 2019. Associations between on-farm animal welfare indicators and productivity and profitability on Canadian dairies: I. On freestall farms. *Journal of Dairy Science* **102**:4341-4351.
- Vorlíček P. 2021. Novela zákona na ochranu zvířat. Svaz chovatelů Holštýnského skotu. Available at <https://www.holstein.cz/cz/clanky/legislativa/178-novela-zakona-na-ochranu-zvirat#:~:text=Novela%20z%C3%A1kona%20na%20ochranu%20zv%C3%AD%C5%99at%20proti%20t%C3%BDr%C3%A1n%C3%AD,vstup%C3%AD%20v%20%C3%BA%C4%8Dinnost%20od%201.&text=%C3%BA%20n%C3%AD%20bude%20zak%C3%A1z%C3%A1n%20chovat,stavby%20slou%C5%BE%C3%ADc%C3%AD%20k%20chovu%20skotu.> (accessed April 25, 2021).
- Vránek I. 2010. Využití odpadního tepla jako druhotného produktu zemědělské výroby pomocí tepelného čerpadla. Bakalářská práce. České budějovice.

Vytejšková V. 2014. Skladování statkových hnojiv s závaznost informací v LPIS. Envi profi. Available at [https://www.enviprofi.cz/33/skladovani-statkovych-hnojiv-a-zavaznost-informaci-v-lpis-uniqueidgOke4NvrWuOKaQDKuox\\_Z2hr6rVry2plMEOJR2Z3Dzs/](https://www.enviprofi.cz/33/skladovani-statkovych-hnojiv-a-zavaznost-informaci-v-lpis-uniqueidgOke4NvrWuOKaQDKuox_Z2hr6rVry2plMEOJR2Z3Dzs/) (accessed April 28, 2021).

Wang A, Dadmun CH, Hand RM, O'Keefe SF, Phillips J'NB, Anders KA, Duncan SE. 2018. Efficacy of light-protective additive packaging in protecting milk freshness in a retail dairy case with LED lighting at different light intensities. *Food Research International* **114**:1-9.

Wood Gay S. 2009. Natural Ventilation For Freestall Dairy Barns. Virginia cooperative extension. Communications and Marketing, College of Agriculture and Life Sciences, Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia. Available at <https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/56809/442-763.pdf?sequence=1> (accessed April 27, 2021).

Zejdová P, Chládek G, Falta D. 2014. Vliv stájového prostředí na chování a mléčnou užitkovost dojníc. Mendelova univerzita, V Brně.

### 13.1 Ostatní zdroje

Aktualizace národního programu snižování emisí České republiky. 2019. Ministerstvo životního prostředí ČR. Available at [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/strategicke\\_dokumenty/\\$FILE/000-Aktualizace\\_NPSE\\_2019-final-20200217.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/strategicke_dokumenty/$FILE/000-Aktualizace_NPSE_2019-final-20200217.pdf).

Automatic Feeding Belt Feeder. c2021. Available at <https://www.gea.com/en/products/milking-farming-barn/dairyfeed-feeding-systems/automated-feeding-systems/automatic-feeding-belt-feeder.jsp> (accessed May 1, 2021).

Bioplynové stanice. c2021. Available at <https://www.power-energo.cz/produkty/bioplynovestanice.html> (accessed April 29, 2021).

Boxové lože a typy podestýlek. 2019. Available at <https://www.agropress.cz/boxove-loze-a-typy-podestylek/> (accessed April 26, 2021).

Co je bioplyn? 2020. Available at <https://www.czba.cz/co-je-bioplyn.html> (accessed April 29, 2021).

Flushing manure systems for dairy facilities. 1997. Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports:19-23. Available at <https://newprairiepress.org/kaesrr/vol0/iss2/359> (accessed April 28, 2021).

Manure Management Flush Systems. c2021. Available at <https://www.dairydesign.com/projects/manure-management-flush-systems/> (accessed April 28, 2021).

Manure vacuum. c2020. Available at <https://menschmfg.com/manure-vacuum.html> (accessed April 28, 2021).

Matrace pro skot. c2017. Best-cover. Available at <https://www.best-cover.cz/zemedelske-technologie/vybaveni-staji/matrace-pro-skot/> (accessed April 26, 2021).

Methan. 2019. Ministerstvo životního prostředí ČR. Available at [https://www.irz.cz/sites/default/files/latky/Methan\\_Karta\\_latky\\_11012019.pdf](https://www.irz.cz/sites/default/files/latky/Methan_Karta_latky_11012019.pdf) (accessed April 28, 2021).

Profesionální dusání siláže. Available at <http://www.agrimachines.cz/aktuality?idz=11> (accessed April 30, 2021).

Temperature Humidity Index: what you need to know about it. 2018. Available at <https://www.pericoli.com/RU/news/120/Temperature-Humidity-Index-what-you-need-to-know-about-it.html> (accessed April 27, 2021).

