



Zemědělská  
fakulta  
Faculty  
of Agriculture

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**  
**ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

**DISERTAČNÍ PRÁCE**

**Možnosti využití automatického vážení krav k vyhodnocení zdravotního  
a výživového stavu stáda**

**Ing. Šárka Smutná**

**2021**

**Školitel:** **prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.**  
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Zemědělská fakulta

Ráda bych poděkovala vedoucímu disertační práce **prof. Ing. Miloslavu Šochovi, CSc., dr. h. c.** za pomoc a cenné rady, které mi poskytoval v průběhu doktorandského studia a RNDr. Pavlu Křížovi, Ph.D. za odborné konzultace.

Dále bych ráda poděkoval svému manželovi a celé rodině za podporu v průběhu celého studia.

Tato práce byla zpracována za přispění projektu NAZV QJ 1210144.

Prohlašuji, že jsem disertační práci vypracovala samostatně na základě vlastních zjištění a za pomoci uvedené literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své disertační práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce.

.....  
Ing. Šárka Smutná

V Českých Budějovicích dne 30.10.2021

## ABSTRAKT

Cílem disertační práce bylo na základě údajů z automatizovaného systému vážení živé hmotnosti dojnic vypracovat metodiku využitelnou pro vyhodnocování zdravotního a výživného stavu stáda. K získání hmotnostních údajů dojnic byla využita jednotka pro vážení v dojícím robotu Astronaut A3 od společnosti Lely. Ke sledování byly vybrány 2 farmy s dojnicemi plemene Holštýn. Pro stanovení obecné rovnice hmotností křivky bylo vybráno 55 dojnic. Hmotnostní křivka byla rozdělena na 5 významných bodů. Z nemocí se na hmotnostní křivce projevila pouze ketóza. Zpracovaná metodika je připravena k sestavení algoritmu pro naprogramování modulu pro vážení dojnic.

**Klíčová slova:** dojnice, tělesná hmotnost, zdraví, hmotnostní křivka

## **ABSTRACT**

The aim of the dissertation was to develop a methodology for evaluating the health and nutritional status of a dairy herd based on data from an automated liveweight weighing system. A weighing unit in the Astronaut A3 milking robot from Lely was used to obtain dairy cow weight data. Two farms with Holstein dairy cows were selected for monitoring. 55 dairy cows were selected to determine the general equation of the weight curve. The weight curve was divided into 5 significant points. Of the diseases, only ketosis was present on the weight curve. The worked methodology is ready to build an algorithm to program the module for weighing dairy cows.

**Keywords:** dairy cows, body weight, health, weight curve

# Obsah

Obsah .....	6
1 ÚVOD.....	9
2 LITERÁRNÍ PŘEHLED .....	11
2.1 Holštýnsko-fríský skot.....	11
2.2 Chovný cíl .....	12
2.3 Věk a hmotnost dojnic.....	14
2.4 Vliv výživy dojnic na hmotnost a laktaci .....	15
2.5 Vliv šlechtění na produkci, pohodu a zdravotní stav dojnic.....	16
2.6 Mikroklima .....	17
2.6.1 Tepelný stres .....	18
2.6.2 Hodnocení tepelného stresu .....	19
2.7 Tělesná hmotnost.....	19
2.7.1 Hmotnostní křivka .....	20
2.7.2 Vážení .....	22
2.7.3 Průchozí váha .....	23
2.8 Laktace .....	24
2.8.1 Laktační křivka .....	24
2.8.2 Vliv klimatických podmínek na laktaci .....	26
2.9 Mléčná užitkovost .....	27
2.9.1 Vliv automatického dojení na mléčnou užitkovost .....	27
2.10 Složení mléka.....	27
2.10.1 Vliv automatizovaného dojení na složení kravského mléka.....	29
2.10.2 Vlivy působící na mléčnou užitkovost .....	29
2.11 Stavba mléčné žlázy.....	30
2.12 Fyziologie mléčné žlázy.....	31
2.13 Vliv výživy na složení mléka .....	32
2.14 Zdraví dojnic .....	33
2.14.1 Zdraví dojnic a automatizované dojící systémy .....	34
2.14.2 Vliv výživy na zdraví dojnic .....	34
2.15 Trávení u skotu a pochody v předžaludcích .....	35

2.15.1 Trávení ve slezu .....	36
2.15.2 Ukládání krmiva v předžaludku .....	37
2.15.3 Motorická činnost předžaludku .....	37
2.15.4 Pohyby čepce.....	37
2.15.5 Pohyby bachoru.....	38
2.15.6 Pohyby knihy .....	38
2.15.7 Chemické a mikrobiální procesy v bachoru .....	38
2.15.8 Metabolismus bílkovin .....	39
2.16 Metabolismus živin.....	39
2.16.1 Metabolismus sacharidů.....	39
2.16.2 Trávení škrobu .....	40
2.16.3 Trávení celulózy .....	41
2.16.4 Metabolismus tuků.....	41
2.16.5 Vitamíny .....	42
2.16.6 Minerální látky.....	42
2.17 Technologické systémy dojení.....	43
2.17.1 Stacionární dojírny.....	43
2.17.2 Rotační dojírny .....	45
2.18 Dojící roboty .....	47
2.18.1 Historie automatizace dojení.....	47
2.18.2 Používané typy dojících robotů .....	48
2.18.3 Dodavatelé dojících robotů v ČR.....	49
2.18.4 Posouzení výhodnosti AMS .....	51
2.18.5 Předpoklady podniku pro pořízení dojícího robota .....	52
2.19 Technologické trendy .....	53
3 CÍL DISERTAČNÍ PRÁCE .....	56
4 MATERIÁL A METODIKA .....	57
4.1 Materiál.....	57
4.1.1 Farmy.....	57
4.1.2 Robot Lely Astronaut A3 .....	61
4.2 Metodika .....	65
5 VÝSLEDKY, HODNOCENÍ A DISKUZE .....	67

5.1	Stanovení hmotnostní křivky .....	67
5.2	Vztah mezi celoroční hmotností a mléčnou produkcí.....	76
5.3	Hmotnostní křivky nemocných dojnic .....	78
6	ZÁVĚR.....	80
7	PŘÍNOS PRO CHOVATELSKOU PRAXI A ROZVOJ OBORU.....	82
8	SEZNAM LITERATURY .....	83
9	INTERNETOVÉ ZDROJE.....	93
10	SEZNAM PŘÍLOH.....	94
11	PŘÍLOHY.....	96
12	SEZNAM VLASTNÍCH PUBLIKOVANÝCH PRACÍ .....	119



# 1 ÚVOD

Mléko a obilí u nás znamenají většinu tržeb zemědělských podniků. V průběhu let 2010–2019 mléko zajišťovalo 27 % tržeb zemědělských podniků, obilí 25 %. Na prvním a druhém místě v pořadí tržeb zemědělských podniků v ČR se v dlouhodobém horizontu střídají komodity obilí a mléko a dohromady zajišťují více než polovinu tržeb. Zemědělský svaz ČR uvádí, že v roce 2019 to bylo 55 %. Chov dojného skotu je tedy v našich podmínkách nezastupitelným odvětvím prvovýroby. Zároveň je také vzhledem ke své investiční náročnosti, pracovní vytiženosti, vysokým materiálovým nákladům a organizační složitostí nejnáročnějším odvětvím chovu hospodářských zvířat.

V posledních desetiletích je vyvíjen stále silnější tlak na zvýšení produktivity v zemědělském odvětví. Zemědělci musí uspokojit budoucí poptávku, zajistit stálou nebo vyšší kvalitu produktů a dosáhnout tohoto cíle udržitelným způsobem, aniž by došlo k nenapravitelnému poškození životního prostředí. Chytré technologie nabízí a umožňují zemědělcům naplnění těchto cílů – produktivnější, efektivnější a udržitelnější činnosti v celé agrární oblasti. Podporují farmáře v jejich rozhodování a účelném řízení zákroků.

Chytré technologie v živočišné výrobě (SMART FARMING) lze rozdělit do těchto oblastí:

1. Manažerské informační systémy (inteligentní zemědělství) - jedná se o sběr, zpracování a šíření dat ve formě potřebné k řízení farmy.
2. Precizní zemědělství – systém s cílem optimalizovat návratnost vstupů při zachování zdrojů.
3. Zemědělská automatizace a robotizace – použití robotů, automatizovaných systémů řízení a technik umělé inteligence.

Největší potenciál chytrých technologií spočívá v monitorování a analýze jednotlivých zvířat. Individuální přístup, uspokojování potřeb zvířat a zabezpečení welfare pro každého jedince, to vše je díky moderním technologiím již možné ve velkých stádech. Individuální sledování dojnic vychází z měření vybraných fyziologických parametrů (velikost nádoje, kvalita nadojeného mléka, pohybová aktivita, doba žraní a přežvykávání, využití krmiva, tělesná hmotnost apod.). Tyto přesné, a navíc časově nezpožděné údaje vstupují do informačního systému, který se zabývá biologicko-ekonomickým hodnocením výrobního procesu v reálném čase. Důkladná analýza dat umožňuje včas reagovat na vzniklé problémy a provést účinné korekční zásahy.

Hmotnost dojnice ovlivňuje celá řada faktorů (stáří, počet laktací, stav březosti, příjem krmiva a tekutin, dojení). Pravidelným vážením a zpracování údajů lze zjistit chyby ve výživě (při poklesu u většiny kusů) nebo nesprávný vývoj plodu, popřípadě další zdravotních problémů (u jednotlivců). Cílem disertační práce bylo na základě údajů z automatizovaného vážního systému vypracovat metodiku využitelnou pro vyhodnocování zdravotního a výživného stavu stáda. Na základě získaných údajů byla sestavena váhová křivka s mezními hodnotami změn hmotnosti.

## 2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 2.1 Holštýnsko-fríský skot

Holštýnsko-fríský skot pochází ze severní části Holandska a Fríska. Nástup holštýnského skotu se datuje po roce 1900. Holštýnsko-fríský skot se považuje nejstarší ušlechtilé mléčné plemeno, které je vyšlechtěné z původního černostrakatého skotu. Plemeno se vyskytovalo od Belgie přes Holandsko, Frísko, Šlesvicko-Holštýnsko, Jutsko až po Baltské státy. V průběhu minulého století bylo intenzivně šlechtěno na mléčný typ s vysokou užitkovostí (ADAMOVÁ, 2005; BOUŠKA et al., 2006).

Různé přírodní i ekonomické podmínky vedly ke vzniku několika užitkových typů. V Evropě bylo plemeno šlechtěno na exteriérově vyvážený typ středního rámce s velmi dobrou mléčnou užitkovostí, vyšším obsahem mléčných složek a dobrým osvalením. Na území Severní Ameriky byl jednostranně šlechtěn na mléčnou produkci. V polovině minulého století se proces šlechtění i v dalších zemích začal více orientovat na mléčnou užitkovost a genofond holštýnského plemene z USA a Kanady se začal masově využívat ve většině chovatelsky vyspělých zemích celého světa. Určitá část zvířat je nositelem recesivní homozygotní alely červeného zbarvení (10–15 %) a pro tato zvířata se vžilo označení RED Holštýn. V některých zemích je tato RED varieta chována cíleně, jinde je využívána k zušlechťování strakatých plemen skotu (SAMBRAUS, 2006; ADAMOVÁ, 2005; BOUŠKA et al, 2006).

Holštýnské plemeno je známé svým černostrakatým zbarvením. Dominantní černý gen přinesl do populace severního Holandska skot z Jutského poloostrova. Původní černostrakaté plemeno bylo z velké míry vyhubeno po roce 1700 při záplavách a moru. Velké ztráty byly nahrazeny skotem z Jutského poloostrova a tím došlo k vnesení dominantního černého genu do populace. Některým jedincům se projeví recesivní homozygotní červené zbarvení. Jedince nalezneme pod označením RED Holštýn (ADAMOVÁ, 2005; BOUŠKA et al., 2006; SAMBRAUS, 2006).

V České republice je první chov černostrakatého skotu datován do období 60. let 20. století. První jedinci byli dovezeni z Dánska, Holandska a Německa. Na konci 20. století se chov zaměřil na Holštýnsko-fríské plemeno. Plemeno bylo náročnější v porovnání s původním domácím skotem i dováženým skotem kombinovaného typu. V průběhu druhé světové války a těsně po jejím skončení bylo plemeno téměř zlikvidováno. Další vzestup plemene se stal po druhé světové válce, ale z důvodu nevyhovujících podmínek chovu nedošlo k většímu rozšíření. Další vlna dovozů se uskutečnila v letech 1991–1996,

kdy bylo dovezeno více než 20 000 březích jalovic za významné dotační podpory státu. Importována byla kvalitní zvířata, která se stala základem řady vynikajících stád (MOTYČKA, 2006).

Utváření těla odpovídá mléčnému užitkovému typu, který je charakterizován poměrně málo vyvinutým svalstvem, hlubokým a prostorným hrudníkem a suchými (málo masnými) končetinami. Tělo vytváří dojem hranatého celku. Vemeno je pevně upnuté, dlouhé a prostorné. Zbarvením je plemeno černobíle strakaté s černou hlavou a bílými odznak. Oči jsou rámované pigmentovanou pokožkou. Přikřížením se postupně zvyšuje podíl okrsků bílé pokožky na těle a odznaků na hlavě. S rostoucím podílem holštýnsko-fríské krve se zvyšuje tělesný rámec plemene. K roku 2014 je naměřená užitkovost 9 552 kg mléka s obsahem 3,77 % tuku a 3,3 % bílkovin. Užitkovost je srovnatelná s rokem 2013, kdy byly naměřeny průměrné hodnoty užitkovosti na 9 426 kg mléka s obsahem 3,73 % tuku a 3,30 % bílkovin (SAMBRAUS, 2006).

## 2.2 Chovný cíl

Cílem šlechtění holštýnského skotu zůstává systematické zlepšování celkové rentability chovu na základě genetického zlepšování vlastností zvířat. Systematické šlechtění a současné vytváření vhodných podmínek chovu směřuje k získání bezproblémové a rentabilní dojnice s dostatečnou výkonností a dlouhověkostí. Dosažení potřebné rentability chovu dojnic předpokládá kromě vysoké mléčné užitkovosti i dobrou úroveň funkčních vlastností jako je plodnost, zdraví a funkční utváření zevnějšku. Z hlediska plodnosti a zdraví je cílem pravidelné zabřezávání a produkce životaschopných telat, odolnost proti mastitidám a dalším onemocněním. Funkční zevnějšek krávy je charakterizován vhodným utvářením tělesných partií, zejména vemene a končetin, které umožňuje bezproblémový chov zvířat v používaných systémech technologie ustájení a dojení. Dostatečná kapacita těla a konverze krmiv je předpokladem příjmu a využití velkého množství statkových krmiv. Selektce na funkční znaky sleduje zlepšení dlouhověkosti zvířat a omezení nákladů při dostatečně vysoké mléčné užitkovosti. Rentabilita chovu je rovněž podmíněna dobrou růstovou schopností a dostatečnou raností zvířat, které umožní otelení krav ve věku 23 až 27 měsíců při dosažení živé hmotnosti cca 570 kg (SChHS, 2012).

S ohledem na rozdílné podmínky chovů a možné požadavky zpracovatelů a také na dosaženou úroveň základních užitkových vlastností a znaků se projevuje nutnost zejména:

- zaměřit selekci ve větší míře na další ekonomicky významné znaky, i když nejsou v chovném cíli konkretizovány
- vytvořit šlechtěním podmínky pro zvýšenou alternativní nabídku jeho produktů (sperma býků, embrya apod.) s využíváním nových možností molekulární genetiky.

Konkrétní požadavky lze vyjádřit následujícími parametry hlavních ukazatelů s tím, že v jednotlivých chovech se mohou odlišovat v souladu s jejich výrobními podmínkami a ekonomickými potřebami. Přehled a vývoj parametrů lze porovnat v tab. 1 a 2.

**Tabulka 1:** Přehled základních parametrů chovného cíle od založení

Ukazatel		1993	2001	2014	2019
Produkce mléka (kg)	prvotelky	5800	7500-7800	8000-8500	9000
	krávy	7000	8500-8700	9000-10000	10000
Tučnost (%)	prvot., krávy	3,3			3,9
Bílkoviny (%)	prvot., krávy	3,3	3,3 a více	3,3 a více	3,4 a více
Výška v kříži (cm)	prvotelky	138	141-145	141-145	145-149
	krávy	142	149-153	149-153	151-155
Živá hmotnost (kg)	prvotelky	550	560-580	560-580	580-600
	krávy	650	650-680	650-680	680-720
Věk při 1. otelení		28	do 26	23-27	
Mezidobí		do 400	do 400	do 400	do 400
Celoživotní užitkovost (kg)			28000	33000	35000 a více
Počet ukončených laktací			3,5	3,5	3,5

Zdroj: SChHS (2021)

**Tabulka 2:** Vývoj stavů a ukazatelů výkonnosti holštýnských krav od roku 1995

Ukazatel	1995	2000	2005	2010	2015	2018
Počet krav v KU celkem	667973	481162	421708	359163	358004	349262
H včetně kříženek 50 % a více	227381	218657	228981	205290	212597	207998
Podíl holštýnského plemene (%)	34,04	45,44	54,3	57,89	59,38	59,6
Užitkovost včetně kříženek (kg)	4651	6490	7887	8785	9546	10 030
Tučnost (%)	4,26	4,13	3,86	3,74	3,78	3,83
Tuk (kg)	198	268	305	329	361	384
Bílkoviny (%)	3,23	3,31	3,26	3,27	3,34	3,39
Bílkoviny (kg)	150	215	257	288	319	340
Věk při 1. otelení (měs./dny)	28/25	27/28	27/01	25/27	25/05	24/22
Mezidobí (dny)	398	405	423	419	412	402

Zdroj: SChHS (2020)

### 2.3 Věk a hmotnost dojnic

Výše mléčné užitkovosti je ovlivněna věkem a hmotností krav při prvním otelení. Za optimální věk prvotetek se považuje rozmezí mezi 24 až 34 měsícem. Významnější, než věk prvotetek je jejich hmotnost. Prodloužíme-li však dobu odchovu jalovic, abychom docílili vyšší hmotnosti, zvýší se chovatelům náklady na samotný odchov. Prodloužením odchovu o jeden měsíc, se nám zvýší produkce mléka o 34,5 kg již při první laktaci. Významnější je zvýšení živé hmotnosti o 10 kg, které se nám pozitivně odrazí na zvýšení produkce mléka v průměru o 46 kg za laktaci. Z toho vyplývá, že dojnice o vyšší hmotnosti je schopna přijmout větší množství krmiva, s tím i větší množství sušiny, které se pak pozitivně odrazí na vyšší mléčné produkci, tím se kompenzují náklady při delším odchovu (MIKŠÍK a ŽIŽLAVSKÝ, 2005).

V práci Tělesná hmotnost jalovic dojených plemen má pozitivní vztah k reprodukci a přežitelnosti (HANDCOCK, 2020) byl zkoumán vztah mezi tělesnou hmotností jalovic dojených plemen, jejich přežitelností a reprodukčními parametry. Přežitelnost byla definována jako pravděpodobnost dosažení určitého věku za předpokladu, že zvíře mělo možnost tohoto věku dosáhnout. Už dříve bylo zdokumentováno, že ve stádech s vyšší mírou přežitelnosti je vyšší počet dospělých dojnic s vysokou užitkovostí a je zapotřebí nižšího podílu jalovic pro doplnění základního stáda. Např. bylo zjištěno, že ve Velké Británii se prvního otelení nedožije okolo 14 % holštýnských jalovic. Jako datová základna byly pro tuto studii použity údaje prvních tří laktací téměř 190 tisíc novozélandských jalovic plemen holštýn, jersey a jejich kříženek. Z tohoto celkového počtu se 92 % jalovic poprvé skutečně otelilo ve 2 letech, 76 % podruhé ve 3 letech a 61 % potřetí ve 4 letech věku. Kříženky v tomto sledování obecně dosahovaly lepších parametrů reprodukce než čistokrevná zvířata. Čistokrevná zvířata plemen holštýn a jersey dosáhly obdobné parametry reprodukce v období do prvního otelení, na druhém a třetím otelení měly lepší výsledky dojnice plemene jersey. Jalovice, které byly v 6, 12 a 15 měsících těžší, měly větší pravděpodobnost přežít ve stádě po dobu první, druhé a třetí laktace než jalovice lehčí, a to bez ohledu na plemennou příslušnost. Neplatilo to však pro jalovice, které dosahovaly pásma nejvyšší hmotnosti. U nich byl naopak zaznamenán mírný pokles přežitelnosti a reprodukční výkonnosti v porovnání s jalovicemi, jejichž hmotnost se pohybovala ve středním pásmu hmotnostního rozsahu. Proto u jalovic, jejichž hmotnost byla nadprůměrná, platí, že benefit vyšší hmotnosti před zapuštěním bude malý a v extrémních případech může přinést dokonce mírné snížení přežitelnosti. Avšak u jalovic, jejichž hmotnost byla v daném souboru podprůměrná, by zlepšení podmínek odchovu a následné zvýšení hmotnosti přineslo značný benefit v podobě zvýšení přežitelnosti ve stádě.

Rozsah hmotností, pro který byla na základě sledovaných parametrů zjištěna vysoká míra reprodukční výkonnosti, byl poměrně značný, např. u kříženek holštýn x jersey činil 255 až 396 kg v 15 měsících věku. U jalovic nacházejících se v pásmu nejvyšších hmotností před zapuštěním však byl zaznamenán mírný pokles reprodukční výkonnosti v porovnání s jalovicemi, jejichž hmotnost se pohybovala ve středním pásmu hmotnostního rozsahu. V předchozí studii stejných autorů, která vycházela z dat stejných zvířat, bylo zjištěno, že těžší jalovice produkovaly následně více mléka v první laktaci a kumulativně za první tři laktace než jalovice lehčí. Je však známo, že mléčná produkce a reprodukce jsou negativně geneticky korelovány, což v důsledku znamená, že selekce skotu na produkci mléka je spojena se snížením plodnosti. Tato negativní genetická korelace může částečně vysvětlovat sníženou reprodukční výkonnost u jalovic, které měly značně vysokou hmotnost před zapuštěním. Dalším možným vysvětlením je výraznější a dlouhodobější negativní energetická bilance, jejíž rozvoj po otelení je pravděpodobnější u těžších zvířat s vysokým skóre tělesné kondice. Tyto dojnice mají zvýšenou schopnost mobilizovat tělesné rezervy pro zajištění vysoké produkce mléka a je u nich výskyt výrazné negativní energetické bilance vyšší než u dojnic s užitkovostí nižší.

## 2.4 Vliv výživy dojnic na hmotnost a laktaci

Výživa skotu je nejdůležitějším faktorem ovlivňující hmotnost skotu. Tento faktor je ovlivněn věkem, živou hmotností zvířete, genetickými dispozicemi, ale z největší části ji ovlivňuje sám chovatel. Spotřeba živin na 1 kg přírůstu se s postupujícím věkem zvyšuje (SKLÁDANKA et al., 2014). Nejvíce náročné na výživu a její úroveň jsou vysokoužitková stáda. Krávy po otelení a v období prvních sto dní laktace jsou nejnáročnější, kdy v tomto období musíme k jejich výživě přistupovat obzvláště zodpovědně. Pro zajištění optimální plnohodnotné výživy slouží směsná krmná dávka (TMR). Tato směs musí být optimálně spočítána podle požadavků dojnice s ohledem, v jaké fázi reprodukčního cyklu se nachází. Správné složení krmné dávky způsobuje stabilitu prostředí v bachoru a správnou činnost mikroorganismů. Činnost bachoru je důležitá pro dokonalé využití krmiv. Při přípravě směsné krmné dávky se doporučují celoročně jen konzervovaná krmiva. Krmná směs musí obsahovat vyhovující obsah bílkovin pro dosahování vysoké produkce mléka. Základem krmné směsi je kvalitní objemová píce doplněná jadrným krmivem (ŽIŽLAVSKÝ et al., 2008).

Živiny důležité pro optimální růst mléčné žlázy a přípravu na laktaci jsou vitamíny, lipidy, uhlovodíky, minerální a dusíkaté látky. Množství živin přijatých organismem ovlivňuje

přisun energie. Pokud je přisun energie při laktaci v deficitu, dochází ke snižování mléčné produkce. Toto snížení má horší dopad na začátku laktace, než když dojde k deficitu v pozdější části. Pokud je kráva v negativní energetické bilanci na vrcholu laktace, vyrovnává tento schodek z vlastních tělesných tukových rezerv. Složení mléka se při kolísavém příjmu proteinů výrazně neovlivní. Dojde-li k výraznému snížení příjmu proteinů, ovlivní negativně tento úbytek mléčnou produkci. Obsah mléčného tuku je geneticky ovlivněn a je nejvariabilnější mléčnou složkou. Výrazná dieta však může tvorbu i složení mléčného tuku ovlivnit (DOLEŽAL et al., 2000). Základním kamenem pro stavbu tkání a vzniku mléčné bílkoviny jsou aminokyseliny. Maximální produkci mléka ovlivňuje množství stravitelných aminokyselin přijatých z krmiva. Abychom dosáhli a zachovali vysokou užitkovost dojnic, musíme splnit potřebu množství postruminálního proteinu. Tento protein je upraven tak, aby v bachoru byla snížena jeho degradabilita. K trávení proteinu pak dochází až ve dvanáctníku, díky tomu se zvyšuje denní produkce mléka a obsah proteinu i kaseinu je také vyšší (KŘÍŽOVÁ et al., 2006).

## 2.5 Vliv šlechtění na produkci, pohodu a zdravotní stav dojnic

Způsob chovu mléčného skotu se neustále vyvíjí a intenzita jeho využití roste. Ještě v nedávné době bylo celosvětově rozšířeným trendem šlechtit dojný skot především na vysokou mléčnou užitkovost (MIGLIOR et al., 2005; MOTYČKA, 2004). Tato selekce vedla sice ke zvýšení užitkovosti, avšak na úkor plodnosti, zdravotního stavu zvířat (URIBE et al., 1995, BERRY et al., 2003) a délky jejich produkčního života (ŠŤASTNÝ, 2004).

Tento trend se jeví jako nejvýznamnější u nejrozšířenějších plemen mléčného skotu, v našich podmínkách tedy zejména u holštýnského plemene. Zatímco krávy českého strakatého plemene se dožijí v průměru 2,8 laktace (KUČERA a KRÁL, 2004), u dojnic holštýnského plemene je to pouze 2,3 laktace (MOTYČKA, 2004). ŠŤASTNÝ (2004) uvádí, že například ve Skotsku holštýnské plemeno způsobilo nárůst průměrné dojivosti, ale mléko mělo horší kvalitu, především v důsledku nižšího obsahu sušiny. Také u českého strakatého skotu však dochází ke zvyšování mléčné užitkovosti (KUČERA a KRÁL, 2004).

Za prvotní příčinu obtíží vysoce produkčních dojnic se považuje především nevyrovnaná energetická bilance. Selektace na dojivost totiž zvětšuje rozdíl mezi příjmem a výdejem energie v průběhu časných fází laktace (MOTYČKA, 2004; VEERKAMP a BROTHERSTONE, 1997). Podle TOSHNIWALA et al. (2008) genetická selekce na mléčnou produkci vedla sice k současnému zvyšování příjmu sušiny, vyústila však také ve zvyšování



negativní energetické bilance a mobilizace tělesných tkání v průběhu časné fáze laktace. Zejména v první třetině laktace přijímají zvířata nedostatečné množství sušiny, a tedy energie, kterou nutně potřebují pro tvorbu mléka (MOTYČKA, 2004; ŠŤASTNÝ, 2004). Zvýšený příjem krmiva, ke kterému dochází společně se selekcí na mléčnou produkci, může pokrýt jen 40–48 % energetických požadavků vysokoprodukčních zvířat (van ARENDOMK et al., 1991). Většina zbývajících požadavků na energii na produkci mléka musí přijít z mobilizace tkání (VEERKAMP a BROTHERSTONE, 1997).

Dnes již dochází ke změně směru šlechtění od jednostranné orientace na znaky produkce a co nejvyšší výkon zvířat na šlechtění na celkový genotyp zvířete, jehož výsledkem mají být zvířata nejen s vysokou produkcí, ale hlavně ekonomická, zdravá, dlouhověká, s dobrou plodností (SChHS, 2008).

## 2.6 Mikroklima

Stájové mikroklima je možné charakterizovat jako určitý stav vzdušného prostředí ve stáji, které je tvořeno fyzikálními, chemickými a biologickými faktory. Mezi fyzikální faktory se řadí teplota, vlhkost a proudění vzduchu, ochlazovací hodnota prostředí (katahodnota), sluneční záření, osvětlení, atmosférický tlak a hluk. Chemické faktory jsou tvořeny plyny, které vznikají ve stáji mezi ustájenými zvířaty. Jedná se zejména o oxid uhličitý, metan, amoniak a sirovodík. Biologické faktory jsou tvořeny prachem a mikroorganismy, které jsou rozptýlené v ovzduší. KNÍŽKOVÁ (2004) uvádí, že fyzikální, chemické a biologické prvky působí v komplexu podmínek vnějšího prostředí nejen na organismus, ale i na techniku. Mikroklimatické parametry jsou ovlivňovány vnějšími povětrnostními podmínkami, způsobem větrání a vytápění prostoru, tepelnou zátěží prostoru, vlivem technologie, množstvím a činností lidí i zvířat, strojů, přístrojů i osvětlení a tepelně-technickými vlastnostmi stavby. Zajištění optimálních podmínek stájového prostředí by mělo být prioritou každého chovatele, neboť vhodnými podmínkami mikroklima stáje je možné dosáhnout optimální konverze krmiva a tím i přírůstku (NOVÁK, 2006). Stájové mikroklima je nepopíratelně jedním z nejvýznamnějších faktorů ovlivňující organismus zvířat (VEČEŘE, 2012). Stájový vzduch je významným faktorem, bezprostředně obklopuje ustájená zvířata. Jeho složení je vysoce proměnné a je vždy odlišné od vzduchu venkovního (DOLEŽAL, 2015).

Podmínky vnějšího prostředí mají na organismus dojníc významný vliv. Z mikroklimatických faktorů se při působení na zvířata uplatňuje zejména teplota prostředí,

relativní vlhkost vzduchu a rychlost proudění vzduchu, které se u zvířat podílí na příjmu a výdeji tepla. Při extrémních podmínkách prostředí působí na zvířata tepelný, resp. chladový stres. Vzhledem k fyziologii skotu se u těchto zvířat častěji uplatňuje a také je v literatuře častěji diskutován tepelný stres.

### 2.6.1 Tepelný stres

Vysoká teplota a vlhkost, způsobují zvířatům stres, současně mají negativní vliv na jejich produkci, zdraví a pohodu (de la CASA a RAVELO, 2003). Podle LEEHO (1965) stres odráží míru vnějších sil, které vyvádějí systém organismu z jeho klidového nebo základního stavu.

Laktující dojnice produkují velké množství metabolického tepla a akumulují přídavné teplo z radiační energie (WEST, 2003). Zvýšení teploty zvířat při tepelném stresu vede k aktivaci kompensatorních a adaptačních mechanismů (STOTT, 1981). Dojnice vykazují snížený příjem krmiva, sníženou aktivitu, vyhledávají stinná místa a místa s mírným průvanem, dochází ke zvýšení dechové frekvence, zvyšuje se periferní prokrvení a stupeň pocení. Tyto odpovědi mají nepříznivý vliv jak na produktivitu, tak na fyziologický stav zvířat (WEST, 2003). JOHNSON a RAGSDALE (1959) popsali, že tepelný stres negativně ovlivňuje také růst mladých zvířat.

Mezi faktory prostředí, které ovlivňují zvířata z hlediska tepelného stresu, patří relativní vlhkost a rychlost proudění vzduchu, stupeň slunečního záření a tepelné radiace (ST. PIERRE, 2003). STOTT (1981) uvádí, že vysoká teplota prostředí, relativní vlhkost vzduchu a radiační energie snižují schopnost zvířete zbavit se nadbytečného tepla. Podle ROSELERÁ a kol. (1997) je důležitá také možnost ochlazení zvířat v průběhu noci. Podle týchž autorů nejvíce ovlivňuje např. příjem sušiny tepelný stres s vysokou vlhkostí bez možnosti ochlazení v průběhu noci.

Podle BERMANA (2005) se zvyšováním mléčné produkce stoupá také náchylnost zvířat k tepelnému stresu a snižuje se prahová teplota, při níž dochází k poklesu nádoje. Ve studiích prováděných v kontrolovaném prostředí bylo zjištěno, že pro zvířata, která nejsou přizpůsobena horkému klimatu, jsou horním kritickým limitem teploty mezi 24 a 27 °C (FUQUAY, 1981).

## 2.6.2 Hodnocení tepelného stresu

Při hodnocení prostředí z hlediska tepelného stresu se všeobecně využívá teplotně-vlhkostní index – THI g (THOM, 1958; BERRY a kol., 1964), protože zohledňuje současné působení teploty a vlhkosti vzduchu na schopnost zvířat zbavovat se nadbytečného tepla (WEST, 1999).

Existují různé způsoby výpočtu THI, jak uvádějí např. BROUČEK a kol. (2006), de la CASA a RAVELO (2003), DAVIS et al. (2003), FOX a kol. (1992), MAUST a kol. (1972). Pro výpočet lze využít např. střední teplotu a rosný bod, maximální denní teplotu a vlhkost, teplotu suchého a vlhkého teploměru. Komplexním hodnocením THI a jeho vlivu na příjem potravy a mléčnou produkci se zabývá mnoho autorů (BOURAOUI et al., 2002, JOHNSON et al., 1963; INGRAHAM, 1979; IGONO et al., 1992; ARMSTRONG, 1994; RAVAGNOLO et al., 2000). Většinou jsou podmínky, které jsou pro dojnice příznivé, vyjádřeny hodnotou THI přibližně do 70. Další postup hodnocení se u jednotlivých autorů liší.

## 2.7 Tělesná hmotnost

Tělesná hmotnost je vysoce dědičný znak (TOSHNIVAL et al., 2008), který má pozitivní vztah k mléčné produkci zvířat (MILLER A MCGILLIARD, 1959). Jedná se však o znak poměrně proměnlivý, a to jak v různých zemích (BERRY et al., 2005), tak v rámci jednoho stáda (KOENEN a GROEN, 1998; KOENEN et al., 1999).

Na hmotnosti zvířete se podílí jednak „prázdné tělo“ a jednak náplň gastrointestinálního traktu. Za „prázdné tělo“ zvířete se považuje 85 % živé hmotnosti (NRC, 2001). WILLIAMS et al. (1989) uvádí, že změny tělesné hmotnosti jsou výsledkem změn v náplni gastrointestinálního traktu, složení těla, růstu kostry a plodu. V průběhu některých fází laktace může živou hmotnost vysokoprodukčních dojnic zásadně zvyšovat množství uloženého tuku (VEERKAMP a BROTHERSTONE, 1997).

Hmotnost dojnic ovlivňuje také období otelení (KOENEN et al., 1999, SCHULTZE a DAVIS, 1961). McDOWELL a McDANIEL (1968) dospěli k závěru, že krávy otelené v období od dubna do září spotřebují o 10 % energie z potravy méně než zvířata otelená ve zbylých šesti měsících.

Hmotnost dojnice se v průběhu dne mění v důsledku vysokého příjmu vody a krmiva na straně jedné, a zároveň produkce mléka, močení a kálení na straně druhé (JAGO

a WAGHORN, 2006, PEIPER et al., 1993). Podle PEIPERA et al. (1993) se hmotnost zvířat pohybuje v rozmezí 5 až 10 kg okolo jejich průměrné hmotnosti, MALTZ et al. (1997) uvádí rozmezí 1–3 kg. ROSELER et al. (1997) zjistili, že změna týdenní hmotnosti kolísá v rozmezí -18 až +23 kg za týden.

Organismus roste od narození až do dospělosti pravidelnou, ale neustále se snižující rychlostí (TOUCHBERRY a BATRA, 1976). Fenotypové odlišnosti ve hmotnosti jsou částečně (KOENEN et al., 1999).

Obecně lze říci, že všechny tělesné míry a tělesná hmotnost se zvyšují s paritou (SIEBER et al., 1988). Z růstových křivek (např. BERRY et al., 2005; COFFEY et al., 2006) je zřejmé, že krávy rostou nejintenzivněji do necelých dvou let věku. Potom růstová křivka stoupá pozvolněji v průběhu první a druhé laktace. První otelení by mělo nastat až v době, kdy kráva dosáhla hmotnosti 550 až 600 kg, tj. ve 22-24 měsících věku (JAMES, 2001). Zvýšená potřeba živin, kterou zvířata v době první a druhé březosti potřebují na vlastní růst, se projevuje porody přibližně o 3 kg lehčích telat oproti telatům od dojníc na třetí a vyšší laktaci (HOLLAND a ODDE, 1992). Kostra dosahuje konečné velikosti přibližně ve věku 5 let, ale růst tělesné hmotnosti se zastavuje až kolem 7. roku života zvířete (MATTHEWS a FOHRMAN, 1954).

### 2.7.1 Hmotnostní křivka

Po porodu dochází u krav k výraznému poklesu hmotnosti. Je to dáno odchodem plodu, plodových obalů, plodových tekutin a placenty, a zároveň nízkým stupněm náplně gastrointestinálního traktu. Výrazný pokles hmotnosti je patrný zejména v časně fázi laktace (GRUMMER a RASTANI, 2003; KOENEN et al., 1999; MALTZ et al., 1997; MAUST et al., 1972; PEIPER et al., 1993), ustává v 8. až 9. týdnu laktace (TOUCHBERRY a BATRA, 1975). Vzestupná část hmotnostní křivky má podle MALTZE et al. (1997) dvě fáze: strmou (mezi 4. a 11. týdnem po porodu) a mírně vzestupnou (od 1. týdne po porodu).

Vývoj hmotnostní křivky poměrně těsně sleduje energetické poměry v těle zvířat, které se všeobecně označují jako energetická bilance. Energetickou bilanci lze charakterizovat jako rozdíl mezi energií, kterou zvíře přijme, a energií, kterou zvíře potřebuje na záchovu, růst, produkci a vývoj plodu (GRUMMER a RASTANI, 2003). V průběhu časně fáze laktace dojnice mobilizuje energii z tělesných tkání, aby zajistila dostatek energie na mléčnou produkci v tomto

období. Během střední a pozdní fáze laktace naopak nahrazuje mobilizované tkáňové rezervy, aby měla dostatek zásob na následující laktaci (NRC, 2001).

Nejvíce energie je potřeba na tvorbu mléka. Podle COPPOCKA (1985) činí u 600kg dojnice produkující 40 kg mléka s obsahem tuku 4 % tepelná produkce z metabolických funkcí přibližně 31 % z příjmu energie. Krávy podobné velikosti a plemene se však mohou lišit ve svých požadavcích na množství zachované energie, v podmínkách s kontrolovaným pohybem dokonce i o 8–10 % (NRC, 2001).

Také požadavky na energii při březosti a růstu jsou relativně malé v porovnání s požadavky na energii na mléčnou produkci (GRUMMER a RASTANI, 2003).

U krav se objevuje negativní energetická bilance již před otelením, většinou však trvá jen krátce. Jakmile začne zvíře produkovat velké množství mléka, závažnost negativní energetické bilance se nadále prohlubuje (GRUMMER, 2006). Krávy však nejsou schopné v této době přijímat dostatečné množství krmiva. Využívají jako zdroj energie své tukové zásoby a ztrácí hmotnost (GRUMMER a RASTANI, 2003; GRUMMER, 2006, ROCHE et al., 2006). MALTZ et al. (1997) uvádějí, že příjem sušiny dosahuje maximální hodnoty přibližně v době, kdy vzestup tělesné hmotnosti je u konce první fáze a množství vyprodukovaného mléka se snižuje.

Doba potřebná na dosažení pozitivní energetické bilance závisí především na množství energie, které je obsažené v krmné dávce. GRUMMER a RASTANI (2003) ve své studii uvádějí, že v 90 % případů (44 ze 49) bylo dosaženo pozitivní energetické bilance do 63 dnů po porodu. Co nejrychlejší obnovení pozitivní energetické bilance je velice důležité, protože negativní energetická bilance může ovlivnit hormonální rovnováhu a metabolismus dojnice (GRUMMER, 2006), následkem čehož může být dramaticky ovlivněna produkce, metabolické zdraví a reprodukční schopnosti zvířete (GRUMMER a RASTANI, 2003).

Energii na zachovu, laktaci a přibývání tělesných tkání přijímá zvíře v potravě (JONES et al., 1999, VEERKAMP a BROTHERSTONE, 1997), její nedostatek nebo nadbytek v krmné dávce se primárně odráží ve změnách tělesných zásob, tj. zejména vnitřního a vnějšího tuku (NRC, 2001).

Dostatečné krmení zvířat však není nezbytností jen v období po porodu, kdy krávy vykazují negativní energetickou bilanci. Například SPITZER et al. (1995) uvádí, že podvýživa

krav před otelením může způsobit snížení rychlosti růstu plodu, a tak snížit porodní hmotnost telete.

### 2.7.2 Vážení

Pro hodnocení kondice krav na farmách se dnes nejčastěji používá tzv. body condition score (BCS). Jedná se však o metodu poměrně pracnou a subjektivní, hodnocení by měla provádět pouze jedna osoba. Je prokázáno, že změny v BCS mohou odrážet změny v energetické bilanci (GRUMMER a RASTANI, 2003; TOSHNIWAL et al., 2008). Je však známo, že BCS reaguje na změny ve vnitřním prostředí dojnice jen pomalu. ROCHE et al. (2007) zjistili, že nejnižší hodnoty BCS dosáhla dojnice v průměru za 48 laktačních dní, zatímco nejnižší tělesné hmotnosti průměrně za 27 laktačních dní.

V současnosti nabízí společnost DeLaval (DE LAVAL, 2021) chovatelům každodenní přesné hodnocení tělesné kondice krav, jehož výsledky je možné zobrazovat a využívat přímo z faremního počítače. DeLaval systém hodnocení tělesné kondice se skládá ze dvou hlavních komponent: z kamery, která pořizuje 3D snímek krávy a ze speciálního softwaru, který je propojen s programem DelPro. *DeLaval kameru BCS* lze umístit na dojící roboty VMS nebo na třídící branky v dojrně. Kamera potom automaticky odesílá hodnocení krávy po každém průchodu robotem VMS nebo třídící brankou do *softwaru DelPro* a v přehledném grafickém formátu prezentuje vyhodnocení ve vztahu k cyklu laktace. Chovatelé mohou vidět a sledovat, které krávy (pokud takové jsou), se nacházejí nad nebo pod profilovou křivkou nastavenou pro danou farmu.

Mezi živou hmotností a BCS existuje silná genetická korelace (VEERKAMP a BROTHERSTONE, 1997) a jejich vztahem se zabývá mnoho autorů. Například Fox et al. (1999) zjistili, že průměrná změna hmotnosti „prázdného těla“ na jednu jednotku změny BCS (5 stupňů) činí 13,7 %. Objektivita měření tělesné hmotnosti a možnost automatizace jejího získávání na farmě dělá z tělesné hmotnosti potencionálně důležitý nástroj (ROCHE et al., 2007). Podle MALTZE et al. (1997) lze záznamů o tělesné hmotnosti v hospodářské praxi využít zejména ve dvou oblastech:

1. oblast diagnostická - např. zjišťování říje, diagnostika nemocí,
2. oblast manažerská - např. nastavení krmné dávky podle aktuální hmotnosti tak, aby se předešlo nadměrnému tloustnutí zvířat.

Dnes se v praxi používají různé typy vah: průchozí váhy (PEIPER et al., 1993; ŠŤASTNÝ, 2002), váhy u individuálních krmných boxů (DEVIR et al., 1995; MALTZ et al., 1997), nebo váhy, které jsou součástí dojícího robota (PASTEL et al., 2006).

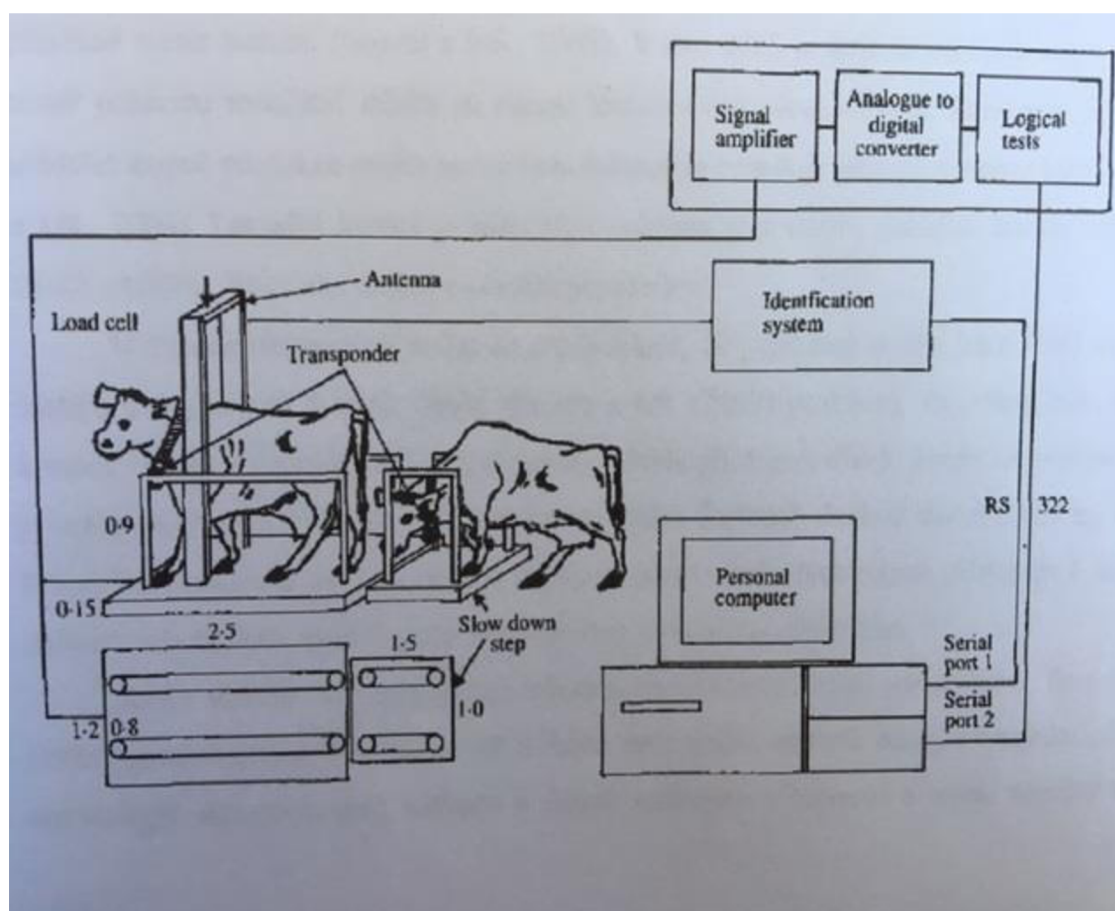
### 2.7.3 Průchozí váha

Přesné vážení zvířat v pohybu je složité, protože síly mezi plochou váhy a nohama zvířete mají proměnlivý charakter (PEIPER et al., 1993).

Pokud používáme průchozí váhu na odchodu z dojírny, nelze se vyhnout tomu, aby zvířata nevstupovala na váhu těsně za sebou. Tento problém lze vyřešit různým způsobem: mechanicky, např. instalací „zpomalovacího schodu“ před vlastní váhu, viz. obr. 1 (PEIPER et al., 1993), adaptací softwaru (CVETICANIN, 2003), instalací vstupních a výstupních dveří (ŠŤASTNÝ, 2002).

Abychom mohli stanovit hmotnostní odchylku, musíme nejprve zjistit průměrnou hmotnost zvířete (PEIPER et al., 1993). Při použití váhy spojené s krmným boxem je to poměrně snadné, protože za den získáme reprezentativní počet záznamů, z nichž můžeme průměr spočítat (MALTZ et al., 1997). U průchozí váhy v návaznosti na dojírnu lze minimalizace odchylek dosáhnout měřením hmotnosti zvířat vždy ve stejnou hodinu a ve stejném režimu (PEIPER et al., 1993).

Obrázek 1: Schématické znázornění komponent průchozí váhy



Zdroj:(PEIPER et al., 1993)

## 2.8 Laktace

Laktací rozumíme složitý fyziologický proces sekrece, shromažďování a spouštění mléka (JELÍNEK et al., 2003). Mléko, které produkuje mléčná žláza, slouží po porodu k výživě mláďat. U některých druhů domácích zvířat však bylo dlouhodobou selekcí docíleno výrazného prodloužení produkce mléka, které se tak může uplatnit v lidské výživě.

### 2.8.1 Laktační křivka

Normovaná délka laktace u mléčného skotu činí 305 dnů. Pro hodnocení laktace se dnes nejčastěji používá grafické znázornění průměrného denního nádoje jednotlivých dojnic v čase, které se označuje jako laktační křivka. Hodnocení průběhu laktace je velmi užitečným prostředkem pro monitoring trendu produkce mléka ve stádě vzhledem k času (HOFIREK et al., 2004).

Již od začátku 20. století můžeme zaznamenat snahu vědců přirovnat laktační křivku k nějaké matematické funkci, která by pomohla předpovědět další průběh laktace jedné nebo



více dojnic (BEEVER et al. 1991). Oproti prvním funkcím se dnešní sofistikované modely snaží zohlednit také různé faktory, jako je např. plemeno nebo země, ve které je zvíře chováno. Přesto však nejrozšířenější funkcí zůstává stále tzv. Woodova funkce (WOOD, 1979).

Laktační křivka má přibližně 60–90 dní po otelení vzestupný charakter, a pak je přibližně měsíc stabilní (SOYSAL et al., 2005). V této době je dojnice schopná vyprodukovat téměř polovinu množství mléka za danou laktaci (VOKŘÁLOVÁ, 2005). Schopnost dosáhnout určitého stupně produkce mléka po vrcholu laktace se označuje jako perzistence laktace (MUIR et al., 2004). Laktační křivka je ovlivněna zejména plemenem, pořadím laktace, obdobím telení, výživou, frekvencí dojení a zevním prostředím.

U vysoce užitkových zvířat se předpokládá, že produkce mléka bude ještě vyšší při častějším dojení než dvakrát denně. BEERDA et al. (2007) prokázali, že pokud jsou dojnice krmeny vysoce energetickou krmnou dávkou, dojde při dojení třikrát denně ke zvýšení jejich průměrného nádoje (34,5 kg + 0,7) oproti dojnicím dojených dvakrát denně (30,4 kg + 0,7). Pro zvýšení nádoje a zlepšení pohody dojnic se proto v některých stájích přistupuje k instalaci dojnicích robotů, kam mají dojnice volný přístup v průběhu celého dne.

Roční období ovlivňuje laktaci zejména svými klimatickými podmínkami. FERRIS et al. (1985) zaznamenali u krav otelených v lednu nebo únoru nejvyšší nádoj s vysokým píkem a nejrychlejší sestupnou fází, zatímco u dojnic otelených v červenci a srpnu nejnižší nádoj.

Kromě absolutního množství nádoje je však důležitý také tvar laktační křivky. Zdá se, že z hlediska produkce mléka, snížení stresu a zlepšení celkového zdravotního stavu dojnic je výhodnější plošší laktační křivka s delší perzistencí než křivka s vysokým píkem (HOFIREK et al., 2004; MUIR et al., 2004).

Plemenná příslušnost ovlivňuje vzhled i produkci dojnic zcela zásadně. V České republice jsou nejčastěji chovanými dojnými plemeny skotu holštýnské plemeno, český strakatý skot, montbeliard a skot plemene jersey. Nejvyšší průměrnou užitkovost vykazuje holštýnské černostrakaté plemeno (8527 kg mléka za laktaci), mléko však obsahuje pouze 3,77 % tuku a 3,24 % bílkovin. Skot plemene jersey vyprodukuje průměrně nejméně mléka za laktaci (5803 kg), obsah tuku (5,94 %) a bílkovin (3,77 %) je však nejvyšší ze všech uvedených plemen (SChHS, 2008).

### 2.8.2 Vliv klimatických podmínek na laktaci

Podle literatury představuje pro dojnice zátěž zejména období tepelného stresu. Tepelný stres může ovlivnit příjem krmiva, který do značné míry souvisí s množstvím nádoje (ROSELER et al., 1997). McDOWELL et al. (1969) popisují, že množství energie potřebné na tvorbu mléka se liší se změnou teploty okolního prostředí a délkou jejího trvání.

Jestliže je dojnice vystavena tepelnému stresu v počáteční fázi laktace a dojde ke snížení příjmu krmiva, dojde také k poklesu nádoje z důvodu přijetí nedostatečného množství živin. Pokud se dojnice dostane do tepelného stresu v pozdní fázi laktace, dává přednost růstu tělesných tkání na úkor mléčné produkce (MAUST et al., 1972). V důsledku tepelného stresu se snižuje mléčná produkce krav až o 21 % (MALLONEE, 1985; DU PREZZ et al., 1990; BOURAOUI et al., 2002).

S tepelným stresem souvisí také změny ve složení mléka a počtu somatických buněk a četnost výskytu mastitid (RODRIGUEZ et al., 1985; IGONO et al., 1987; DU PREZZ et al., 1990). Výše uvedení autoři se shodují na tom, že vlivem tepelného stresu dochází ke zvýšení počtu somatických buněk v mléce. Některé studie prokázaly také zvýšený výskyt mastitid v souvislosti s tepelným stresem. Existují však také práce, ve kterých se tvrdí, že tepelný stres sám o sobě nemůže ovlivnit počet somatických buněk v neinfikovaných vemenech (PAAPE et al., 1973).

V horkých a vlhkých podmínkách je nutné zajistit dojnícím takové podmínky, aby nebyl příliš narušen příjem krmiva, a tedy příliš neklesla doживost. Podle WESTA (2003) je důležité zvířatům poskytnout stín (stromy, přístřešky), případně je aktivně ochlazovat (ventilátory, skrápěče). Bylo prokázáno, že pokud byla zvířata ve stínu a byla ochlazována ventilátory a rozprašováním vody, byla jejich mléčná produkce vyšší (IGONO et al., 1985). Je rovněž nezbytné zajistit zvířatům přístup k velkému množství pitné vody. Pro zachování dostatečného příjmu sušiny je vhodné změnit krmný režim (DAVIS et al., 2003). Krmivo by se mělo dojnícím předkládat pozdě odpoledne, přičemž několik hodin před tím by neměly mít krávy ke krmivu přístup.

V naší klimatické oblasti jsou poměrně významné také zimní podmínky, které jsou charakteristické výskytem nízké teploty prostředí a vysoké relativní vlhkosti vzduchu. Jejich negativní působení na zvířata je prohloubeno délkou jejich trvání.

Je známo, že vysoká vlhkost vzduchu při nízké teplotě stájového prostředí negativně působí na zvířata zejména tím, že urychluje výdej tepla z organismu (STEINHAUSER et al.,

2000), což může vést k vyšší spotřebě krmiva, a dokonce k poklesu nádoje. SCHMIER et al. (2003) však prokázali, že dojnice ve Finsku chované v otevřené stáji měly ve všech ročních obdobích přibližně stejný nádoj jako krávy chované v zateplené stáji, což svědčí o velké přizpůsobivosti těchto zvířat zejména vůči chladnějším podmínkám prostředí.

## 2.9 Mléčná užitkovost

U skotu je mléčná užitkovost nejdůležitější a nejhospodárnější užitková vlastnost. Při produkci mléka jsou totiž živiny využity hospodárněji než při výkrmu. Uvádí se, že živiny podané v krmivu vrací ve vyrobených živočišných produktech při chovu mléčného užitkového typu hovězího skotu 20–30 % energetické hodnoty, zatímco při výkrmu jen 8–12 % (BOTTO et al., 1984). Produkce mléka je u skotu nejcennější a nejdůležitější vlastnost. Dojnost vyjadřuje dědičně podmíněnou schopnost produkovat mléko a pod pojmem dojivost se rozumí množství získaného mléka od dojnice dojením. Schopnost uvolňování mléka při dojení se nazývá dojitelnost (FRELICH et al., 2001)

### 2.9.1 Vliv automatického dojení na mléčnou užitkovost

Možnou metodou zvýšení mléčné užitkovosti je vícečetné dojení. Mléčná produkce je v pozitivním vztahu k frekvenci dojení – zvýšením frekvence dojení se zvýší mléčná užitkovost DOLEŽAL et al. (1999). FLEISCHMANNOVÁ (2005) potvrzuje, že častější dojení vede ke zvýšení tvorby mléka a laktační křivka má vyšší a velmi vyrovnaný průběh. Dle ABENIHO et al. (2005) 30 % krav dojených pomocí dojících robotů preferuje interval mezi dojeními 7–8 hodin. KOPEČEK a MACHÁLEK (2010) uvádějí, že po zavedení robotů se ve srovnání s dojímami zvyšuje dojivost krav o cca 5 až 15 %. SPOLDERS (2002) argumentuje, že ve srovnání s dojením dvakrát za den v dojárnách, bylo při dojení roboty zjištěno zvýšení dojivosti dokonce o 3 až 20 %.

## 2.10 Složení mléka

KUDRNA a HOMOLKA (2007) říkají, že tvorba mléka probíhá v sekrečních buňkách mléčné žlázy z látek, které jsou těmito buňkami odebírány z krve. Pro produkci 50 kg mléka denně musí protéci mléčnou žlázou 25000 litrů krve, tj. na 1 kg mléka 500 litrů krve. LOUDA et al. (1994) uvádí, že mléko nemá stálé chemické složení ani výživnou hodnotu. Tyto vlastnosti se mění v průběhu dojení, v průběhu dne a laktace. Složení mléka záleží také na plemeni, složení

krmiv, technice chovu, zdravotním stavu a způsobu dojení. Chemické složení mléka kolísá působením mnoha činitelů genetické i negenetické povahy (KOPECKÝ et al., 1981).

Syrové kravské mléko obsahuje v průměru 4 % tuku, 3,2 % bílkovin (2,6 % kaseinu a 0,6 % syrovátkových bílkovin), 4,6 % laktózy a 0,7 % popelovin. Konkrétní hodnoty jsou však značně variabilní, nejvíc obsah tuku. Odchytky obsahu bílkovin a laktózy nepřesahují obvykle několik desetín procenta (KOUŘIMSKÁ, 2007). BOUŠKA et. al. (2006) uvádí hodnoty složení v zralého kravského mléka v tabulce 3.

Koeficienty dědivosti pro procentuální obsah mléčných složek se obecně pohybují v rozmezí 0,40 - 0,60 h<sup>2</sup>: pro procentuální obsah tuku 0,35 – 0,45 h<sup>2</sup>: obsah bílkovin 0,40 - 0,50 h<sup>2</sup>: celkovou produkci tuku cca 0,35 a celkovou produkci bílkovin 0,35 – 0,40 (URBAN et al., 1997).

**Tabulka 3:** Složení zralého mléka

Složka mléka	Zralé mléko	Složka mléka	Zralé mléko
Voda	88 %	Sodík	21,8 mmol/l
Laktóza	5,0 %	Hořčík	4,1 mmol/l
Celkový protein	3,3 %	Vápník	30 mmol/l
Kasein	2,7 %	Fosfor	32,3 mmol/l
Tuk	3,7 %	Železo	29,5 mmol/l

Zdroj: BOUŠKA et al. (2006)

Kravské mléko obsahuje 3–4 % bílkovin (BOTTO, 1984). Krávy plemene Jersey vykazují nejvyšší obsah bílkovin (3,7 %). Nejnižší naopak krávy plemene Holštýn (3,1 %), což je spojeno s jejich vysokou doživostí (DOLEŽAL et al., 2000).

V kravském mléce převládá kasein, který tvoří asi 80 % z celkových bílkovin (LOUDA et al., 1994). Kasein je technologicky nejhodnotnější složkou a řadí kravské mléko mezi mléka kaseinová (DOLEŽAL et al., 2000).

Mléčný tuk, v němž jsou nejvíce zastoupeny kyseliny stearová, palmitová a olejová, je v mléce rozptýlen ve formě tukových kapének. Obsah tuku v mléce značně kolísá vlivem plemene a výživy (LOUDA et al., 1994). Nejvyšší obsahy tuku v mléce vykazují plemena Jersey a Guernsey, střední obsahy plemena s kombinovanou užitkovostí a nejnižší pak plemena

mléčná. Průměrné obsahy v dodavatelském mléce u nás stanovují minimálně 33 gramů tuku na 1 litr mléka (DOLEŽAL et al., 2000).

Laktóza je velmi stabilním parametrem mléka. Je to látka osmoticky aktivní, jejíž obsah rozhoduje o množství nadojeného mléka. Výživou je ovlivněna nepatrně (ŠKARDA et al., 2000). Fyziologické kolísání obsahu laktózy má rozpětí cca od 4,55 do 5,30 %. Hodnoty pod 4,55 nebo 4,60 % často souvisí s mastitidním onemocněním (DOLEŽAL et al., 2000).

#### 2.10.1 Vliv automatizovaného dojení na složení kravského mléka

Dle DOLEŽALA et al. (1999) má příznivý vliv vícečetnost dojení na výslednou produkci tuku (dosaženou zvýšením mléčné užitkovosti). Za 305 dní laktace byla při dojení 3x denně získána o 12,3% vyšší produkce tuku proti dojení 2x denně. Naproti tomu ABRAMSON (2009) udělal statistiku ze třiceti farem za roky 1999–2002 a zjistil, že se s rostoucím počtem dojení obsah tuku a bílkovin v mléce snižuje, viz, tabulka 4.

**Tabulka 4:** Vliv četnosti dojení na obsah tuku a bílkovin v mléce

Četnost dojení	Tuk	Bílkoviny
Dvakrát denně	3,54 %	3,21 %
Třikrát denně	3,38 %	3,11 %
Čtyřikrát denně	3,34 %	3,09 %

Zdroj: ABRAMSON (2009)

#### 2.10.2 Vlivy působící na mléčnou užitkovost

LOUDA et al. (1994) uvádí, že užitkovost dojnice ovlivňuje z 25 % její genetický původ a ze 75 % úroveň výživy, technika krmení a zootechnická péče chovatele. Funkce mléčné žlázy je závislá jak na genetických dispozicích, tak na vývoji její činnosti, na níž se spolupodílejí také vlivy hormonální. Intenzita funkce mléčné žlázy je úzce spojena s celkovým metabolismem a nervovou soustavou organismu dojnice a přirozeně s množstvím krve, které projde vemenem za časovou jednotku, a jejím využitím (URBAN et al., 1997).

Na produkci mléka působí vnitřní a vnější činitele. Z vnitřních činitelů to je plemenná příslušnost, individualita, dědičnost, činnost mléčné žlázy, žlázy s vnitřní sekrecí, krevní oběh, dýchací soustava, plodnost, zdravotní stav a věk dojnice (URBAN et al., 1997).

Kvalita, hygienická jakost a zdravotní nezávadnost mléka je výslednicí vnitřních a vnějších faktorů a další celou škálou vzájemného ovlivňování. Výživa a samotná technika

krmení, ale také kvalita krmiv, nutriční hodnota, stravitelnost živin a také jejich hygienická jakost významnou měrou ovlivňují množství vyprodukovaného mléka, obsah mléčných složek a jeho další vlastnosti (DOLEŽAL et al., 2007).

Kromě správného způsobu čištění struků před dojením se také doporučuje zkrmovat kvalitní siláže, aby se zachoval nízký obsah spor v kejďe a podestýlce. Rovněž dokonalé mechanické čištění stání, ustájovacích boxů, chodeb atd. a jejich dezinfekce významným způsobem snižují stájovou únavu a přítomnost spor v životním prostředí dojnic, zejména jsou – li celoročně ustájeny ve stáji (JEŽKOVÁ, 2008).

## 2.11 Stavba mléčné žlázy

Mléčná žláza (u hospodářských zvířat vemeno) je uložena ve stydké krajině a je u krav rozdělena na pravou a levou polovinu. Každá polovina je dále rozdělena na přední a zadní čtvrtě, má oddělené a nezávislé krevní a nervové zásobení. Žláznatá tkáň je nazývána parenchymem mléčné žlázy. Naopak vmezeřené vazivo vytvářející vazivovou „kostru“ se nazývá stroma (NAJBRT et al., 1982).

Základní funkční jednotkou, která v mléčné žláze tvoří mléko, je sekreční alveolus. Několik alveolů spojených dohromady je označováno jako lalůček. Lalůčky vazivové přepážky spojují ve větší laloky. Od jednotlivých sekrečních jednotek vycházejí četné vývody, které se spojují a tvoří mlékovody. Mlékovody ústí do mlékojemu, který má dvě části, a to část žlázovou a část strukovou (BOUŠKA et al., 2006).

Mléko ze struku vychází strukovým kanálkem, který je těsně uzavřen svalovým svěračem. Sliznice strukového kanálku je rozbrázděna vertikálními rýhami, které se nahoře od vnitřního otvoru strukového kanálku radiálně rozbíhají a vytváří růžici strukového kanálku, zvanou Fürstenbergova rozeta, tyto slizniční řasy pomáhají udržet mléko ve vemenu (REECE, 1998).

Mléko se shromažďuje jednak v alveolech a počátečních oddílech vývodných cest – alveolární mléko, jednak v mlékovodech a mléčné cisterně – cisternové mléko. Shromažďovací schopnost vemene rozhoduje významným způsobem o vhodných intervalech mezi dojeními, aby nedošlo ke snížení intenzity sekrece mléka (JELÍNEK et al., 2003).

Hlavním místem sekrece mléka jsou alveolární buňky mléčné žlázy, ve kterých probíhají složité biochemické procesy za účasti různých enzymů. Na laktaci se však podílí celý organismus. Přeměna látek potravy na prekurzory mléka probíhá převážně mimo mléčnou žlázu. Většina prekurzorů mléka se vytváří v játrech ze živin, přicházejících z trávicího ústrojí a krví se dopravují do mléčné žlázy, kde se přeměňují ve složky mléka. Na tvorbu 1 l mléka musí protéci mléčnou žlázou asi 500 l krve (JELÍNEK et al., 2003).

Hlavní přívod krve do každé poloviny mléčné žlázy zajišťuje zevní stydká tepna, která se dále rozděluje na přední a zadní vemennou tepnu (REECE, 1998).

## 2.12 Fyziologie mléčné žlázy

Vývoj mléčné žlázy označujeme jako mamogenezi. Zvýšená mamogeneze začíná u samic v pubertě a je dokončena během březosti. Laktogeneze je začátek sekrece mléka po porodu, protože v té době nastávají potřebné hormonální změny (MARVAN et al., 1992).

Sekrece mléka je nepřetržitý proces. Množství vyprodukovaného mléka závisí na tlaku uvnitř mléčné žlázy. Snížený intraalveolární tlak, což je typické jen pro období po vydojení nebo vysátí mléka, usnadní transport nově vytvořeného mléka do dutiny alveol. Omytí vemene, které stimuluje spouštění mléka, zdatelně zvyšuje nitrovemenní tlak (DOLEŽAL et al., 2000).

Důležitou úlohu v regulaci sekrece mléka hraje mozková kůra, která diferencuje vzruchy přicházející z vemene, analyzuje frekvenci a charakter podráždění receptorů struků a ostatních recepčních polí. Mléčná žláza je dobře vybavena různými interoreceptory a exteroceptory, tj. mechanoreceptory a termoreceptory uloženými zvláště v kůži struku, baroreceptory a chemoreceptory ve stěnách dutinového systému mléčné žlázy. Podráždění receptorů mléčné žlázy (sání, masáž, dojení) napomáhá k udržení reflexních mechanismů, jež se účastní procesu laktace, ve funkčním tonu (JELÍNEK et al., 2003).

Stimulace struků vemene má za následek reflexní sekreci oxytocinu ze zadního laloku hypofýzy, který po dosažení myoepiteliálních buněk zapříčiní jejich smrštění. Tento jev, spojený s kontrakcí myoepiteliálních buněk, je obecně nazýván jako spouštění mléka. Po 10 - 15 minutách je v důsledku vyčerpání oxytocinu spouštění mléka ukončeno (URBAN et al., 1997). Od prvního doteku rukou na struku do nasazení dojícího stroje musí uplynout

alespoň jedna minuta, aby hormonálně řízené spouštění mléka dobře proběhlo a nadojilo se maximum mléka (PEŠEK, 1999).

Reflex spouštění mléka je inhibován různými stresovými faktory (bolest, strach atd.). Stresové stimuly uvolní adrenalin a noradrenalin. Tyto katecholaminy poté způsobují kontrakci hladkých svalů, tím se uzavřou vývodné cesty, krevní cévy a zabrání oxytocinu v dosažení myoepiteliálních buněk (DOLEŽAL et al., 2000).

### 2.13 Vliv výživy na složení mléka

WILCOX et al. (1999) uvádí, že pro tvorbu mléčného tuku má velký význam obsah vlákniny v krmné dávce zvířat, neboť vláknina je zdrojem kyseliny octové, hlavního prekurzoru při tvorbě mléčného tuku.

Vyrovnaná výživa nejen dojnic v laktaci, je považována za jeden z nejdůležitějších intravitálních faktorů ovlivňujících jak celkové množství mléka, tak i jeho složení, technologické vlastnosti, ale také hygienickou jakost (DOLEŽAL et al., 2003).

Výživa dojnic je limitujícím faktorem mléčné užitkovosti, reprodukce a zdravotního stavu zvířat. Obsah bílkovin v mléce je determinován geneticky a je významně ovlivněn výživou a úrovní bachorové fermentace. Koncentraci tuku v mléce lze výživou poměrně snadno a rychle upravit. Obsah laktózy, minerálních látek, hořčiku, draslíku a síry je výživou ovlivněn velmi málo. Naopak koncentraci sodíku, zinku a selenu výživou ovlivnit můžeme (ILLEK, 2003).

Typické aroma a chuť čerstvého mléka je ovlivněno nejen zdravou mléčnou žlázou, celkovým dobrým zdravotním stavem dojnice, ale také kvalitní výživou. Pachy z krmiv se totiž velmi snadno dostávají do mléka jednak pasivně tím, že jsou vázány na velký povrch tukových kuliček. Nahořklou chuť mléka způsobují např. vyšší dávky luštěnin (hrachu, soji - 6 - nebo extrahovaných šrotů), zatuchlou příchut' způsobují např. plesnivá a zapařená krmiva. Krmivy popř. nevhodnou technikou krmení lze rovněž negativně ovlivnit i vizuální vjem – barvu mléka (DOLEŽAL et al., 2003).

Krmná dávka dojnic by měla být vyvážená, nedostatek bílkovin v krmivu je mj. spojen s poklesem užitkovosti a obsahu proteinu v mléce. Příznivě působí na kvalitu mléka zkrmování zelené píce a pastva (HADROVÁ a KRÍŽOVÁ, 2007).



Snížený obsah tuku v mléce se objevuje častěji v letním horkém období, při sníženém přežvykování a bachorových acidózách, protože v bachorové tekutině klesá podíl kyseliny octové (KYSILKA, 2010).

Dle LUKÁŠOVÉ et al. (1999) je obsah mastných kyselin ovlivňován složením krmné dávky. Rozdíly v poměru mastných kyselin jsou dány letním a zimním krmením. CHOUINARD et al. (1997) dodává, že různě technologicky upravené sójové boby tvoří významnou součást krmných dávek vysokoprodukčních dojnic, protože jsou cenným zdrojem energie a vysoce kvalitních proteinů.

Z bílkovin převládá v mléce kasein – v kravském mléce tvoří až 80 % z celkových bílkovin. Jelikož z nutričního hlediska jsou bílkoviny nejvýznamnější složkou, je tendence jejich obsah zvyšovat. Toho lze dosáhnout plemenářskou prací, ale také výživou. Hlavní úlohu při zvyšování bílkovin v mléce má obsah energie v krmné dávce – kukuřice (LOUDA et al., 1994).

## 2.14 Zdraví dojnic

Zdraví zvířat nemá trvalý charakter, utváří se a vyvíjí se v závislosti na řadě vnitřních a vnějších faktorů, jejichž vliv může být jak pozitivní, tak negativní.

Soustředování zvířat do početných souborů přináší do posuzování zdraví nové prvky. Současná metodika sledování zdravotního stavu respektuje názor, že stádo zvířat ve velkokapacitních provozech, skládající se z jedinců jednoho druhu a kategorie, kteří jsou vnímaví pro stejné choroby, je nutno chápat jako zdravotně jednotný celek. Tím se odborná pozornost, směřující k tvorbě a ochraně zdraví, obrací od zdraví individuálního ke zdraví kolektivnímu. Péče o kolektivní zdraví zvířat klade důraz na:

- pravidelnou kontrolu klinického zdravotního stavu celého stáda, přičemž vždy vychází také z individuálního zjištění prvních příznaků
- včasné odhalování příčin začínajícího poklesu užitkovosti
- rychlé určení onemocnění a operativní zásah v léčbě a profylaxi tak, aby bylo zajištěno udržení, respektive rychlé obnovení zdraví celého zástavu (KURSA et al., 1998).

Dle MATĚJČKA (2004) mají produkční choroby velmi často subklinický průběh, probíhají mnohdy velmi dlouhou dobu, a když jsou diagnostikovány na základě klinických příznaků, je již organismus velmi často výrazně poškozen a náprava je velmi obtížná. Dojnice je většinou vyřazena z chovu pro některá z vážných onemocnění, jako jsou zejména sterilita, snížená užitkovost, onemocnění paznehtů, onemocnění orgánů gastrointestinálního traktu a jater.

#### 2.14.1 Zdraví dojnic a automatizované dojící systémy

MACHÁLEK et al. (2011) uvádí, že pravidelné inspekce ve stáji včas odhalí zdravotní problémy, které vedou k brakaci krav. Dále připomíná, že velmi důležitá je rychlá reakce ošetřovatelů na informace ze softwaru dojícího robota, která způsobí zlepšení zdravotního stavu dojnic, rychlejší uzdravení, lepší reprodukci, sníží rizika poškození plodu a komplikace při porodu.

Dle STÁDNÍKA et al. (2000) patří mezi nejčastější důvody vysokého počtu somatických buněk výskyt subklinických, popřípadě klinických mastitid.

Dojící robot upozornuje na podezření mastitidy v případě, že:

- Vodivost mléka z příslušné čtvrti vemene se odlišuje  $\geq 15\%$  od jedné z ostatních čtvrtí.
- Robot hlásí odchylku barvy mléka.
- Neočekávaný problém při nasazování, v kombinaci s delším intervalem mezi dojeními.
- Dojivost je výrazně nižší oproti očekávání (HULSEN, 2011).

MACHÁLEK et al. (2011) doplňuje, že v dojícím robotu nemají probíhat žádné zooveterinární zákroky, pro tyto účely má být využit jiný způsob fixace.

#### 2.14.2 Vliv výživy na zdraví dojnic

Z praktického pohledu krmení vysokoprodukčních zvířat je nutné si uvědomit, že za optimálních podmínek je produkce mikrobiálního proteinu v bacheru konstantní a rovněž obsah dusíku v něm je konstantní. Navíc, aby byla syntéza mikrobiálního proteinu optimální, musí být v bacheru krmivem dodáno optimální množství energie. Krmíme-li krmiva s rychle degradovatelným proteinem, nemusí být dusík krmiva plně využit na produkci, a to zejména při nedostatku energie v krmné dávce (Kudrna a HOMOLKA, 2009).

HARAZIM a HOMOLKA (2002) píší, že v první fázi laktace mnohdy dochází k dysbalanci mezi příjmem živin v krmné dávce a jejich výdejem. Překročili-li tato dysbalance kompenzační možnosti dojnice, dochází k subklinickým, nebo klinickým projevům onemocnění, jako je např. ketóza. GRUMMER (1993) dodává, že pokles příjmu sušiny může mít původ v metabolických nesrovnalostech činnosti jater.

## 2.15 Trávení u skotu a pochody v předžaludcích

V průběhu fylogenetického vývoje se trávicí trakt přežvýkavců dokonale přizpůsobil k využívání rostlinného krmiva bohatého na celulózu. Žádný býložravec, včetně přežvýkavců, neprodukuje vlastní enzym, který by celulózu trávil (JELÍNEK et al., 2003). Od ústí jícnu postupuje po pravé stěně čepce spirálně probíhající čepcový žlab, který je ohraničen pravým a levým rtem a který ústí u čepcoknihového ústrojí a na něj navazuje knihový žlab, který končí u knihoslezového ústí. Sliznice žlabu je hladká. Při sevření čepcových rtů a při těsném přiložení volných okrajů primárních listů knihy vznikne kanálek, jímž protéká u sajících mláďat mléko z jícnu přímo do žláznatého slezu (ČERVENÝ, 1999).

Předžaludek přežvýkavců je adaptován pro bakteriální fermentaci přijaté potravy. Tento proces umožňuje získat energii, která by se jiným způsobem získat nedala. Mikrobiální buňky dokážou trávit rostlinné buňky fermentací. Fermentace vyžaduje řízené podmínky pro dosažení maximální rychlosti degradace. Vyvrhováním soust k přežvykování a samotné přežvykování napomáhá fermentaci tím, že se potrava rozmělnuje na jemnější částice s větším povrchem, což umožňuje lepší mikrobiální fermentaci (REECE, 1998).

Objem batoru u dospělých přežvýkavců je 100-120 litrů. Sliznice předžaludků je pokryta vícevrstevným dlaždicovým, silně zrohovatělým epitelem. Její povrch je v různých částech předžaludků různě utvářený. V batoru se nacházejí nízké kuželovité papily, sliznice čepce je zformována do 4-6 bočních komor oddělené navzájem přehrádkami a sliznice knihy vytváří různě vysoké listy, které rozdělují dutinu na početné komory (VODRÁŽKA et al., 1986).

Sliznice a podslizniční vazivo v předžaludcích neobsahují žádné žlázy. Slizniční svalovina pomáhá svými kontrakcemi mechanicky zpracovávat potravu. Předžaludky mají speciální význam hlavně při využití celulózy. Celulóza se v nich rozkládá působením mikroflóry, která je nevyhnutelnou součástí jejich obsahu a má velký význam při bílkovinné bilanci. Zpracování potravy v předžaludcích trvá delší čas. Potrava se po hltech periodicky vrací

zpět do úst, kde se dodatečně přežvýkává. Přežvýkavci totiž spolknou potravu při pasení nebo krmení bez rozžvýkání. V předžaludcích se tak ustavičně míchá nová potrava se starou, proto nemůžeme hovořit o pravidelném přechodu obsahu jako u zvířat s jednoduchým komorovým žaludkem (VODRÁŽKA et al., 1986).

Přežvýkavci mají před vlastním žaludkem (slezem) tři předžaludky: čepec, bachor a knihu. Předžaludek je vystlán vrstevnatým rohovatějícím epitelem a tvoří jícnovou oblast žaludku přežvýkavců (REECE, 1998).

Jednotlivé oddíly předžaludku se zakládají již v prvních padesáti dnech embryonálního vývoje. Vzájemný vztah objemu jednotlivých oddílů složitého žaludku se v průběhu ontogenetického vývoje mění, neboť jejich růst probíhá nerovnoměrně (JELÍNEK et al., 2003; BRAUN et al., 2013).

#### 2.15.1 Trávení ve slezu

Trávicí procesy v žaludku přežvýkavců probíhají stejně jako v jednodukomorovém žaludku. Vylučování žaludečních šťáv u skotu je podle velikosti okolo 100 litrů denně a jejich pH je 2-4. Sekrece slezu je pod vlivem podmíněných a nepodmíněných reflexů. Štěpení základních živin, bílkovin, sacharidů a tuků probíhá stejně jako v jednodukomorových žaludcích (VODRÁŽKA et al., 1986).

Nadbytek bílkovin nebo sacharidů tlumí vyprazdňování žaludku. Činnost slezu je řízena nervovými mechanismy (enterogastrické reflexy) a humorálními mechanismy (HARTWELL et al., 2000).

Slez je největším oddílem u novorozených mláďat přežvýkavců. Vývoj předžaludků souvisí s příjmem objemného krmiva a je nedostatečný u telat, která jsou krmena pouze mlékem. Mláďata přežvýkavců obvykle začínají přijímat omezené množství objemných krmiv ve věku 1-2 týdnů a brzy poté se objevují první krátká období přežvykování. Slez, jako vlastní žaludek, umožňuje běžné funkce žaludku. Trávení rozloženého objemného nebo koncentrovaného krmiva začíná u zbytků fermentace, které se dosud nevstřebaly. Tráví se zde i mikrobi namnožení při fermentaci v předžaludku. Právě možnost trávení vlastních mikrobů je velkou výhodou přežvýkavých býložravců (REECE, 1998; LONGENBACH a HEINRICHS, 1998).

### 2.15.2 Ukládání krmiva v předžaludku

Za normálních okolností se předžaludek přežvýkavců nikdy zcela nevyprazdňuje. Ve ventrálním bachorovém vaku vždy zbývá část obsahu z předchozího krmení a nově přijímané krmivo se na něj vrství. Větší část nově přijatého krmiva, které je lehčí, se nachází v dorzálním bachorovém vaku. Při kontrakcích ventrálního vaku se část tekutého obsahu přelévá do dorzálního vaku a do čepce a obsah předžaludku se postupně promíchává a přeměňuje v aromatickou kašovitou hmotu hnědožluté, šedozelené nebo temně zelené barvy. V jednotlivých oddílech předžaludku má obsah různou konzistenci a různé pH v závislosti na krmné dávce (JELÍNEK et al., 2003).

### 2.15.3 Motorická činnost předžaludku

Rytmické pohyby předžaludku, přerušované pravidelnými dobami klidu, jsou důležitým faktorem zajišťující relativní stálost bachorového prostředí a normální funkci mikroorganismů. První pohyby předžaludku se objevují při přechodu na objemné krmivo. Motorická činnost předžaludku je řízena reflexně. Rozhodující význam má dráždění tenzioreceptorů, které nejen stimuluje kontrakce stěny předžaludku, ale má vliv i na dýchání a krevní tlak. Jak dostředivé, tak i odstředivé dráhy reflexního oblouku jsou součástí především bloudivého nervu, jehož dorzální jádra v prodloužené míše jsou hlavním regulačním centrem. Toto centrum je ve spojení s vyššími nervovými centry, včetně mozkové kůry (JELÍNEK et al., 2003).

Oboustranné přerušení bloudivého nervu vede k narušení koordinované činnosti předžaludku, k zastavení přežvykování, krkání a k ochabnutí svalstva předžaludku. V důsledku nadměrného nahromadění plynů dochází k nadmutí a po určité době nastává smrt. Pohyby předžaludku jsou i pod vlivem dalších částí nervové soustavy – retikulární formace, hypotalamu, limbické části čichového mozku, podkorových ganglií, včetně mozkové kůry (JELÍNEK et al., 2003).

### 2.15.4 Pohyby čepce

Kontrakce svaloviny čepce probíhá ve dvou fázích. První fáze začíná od čepcového žlabu a jako kontrakční vlna se šíří po stěnách čepce. Objem čepce se zmenší asi o jednu třetinu až jednu polovinu a tekutý obsah je vytlačen do knihy. Po krátkém uvolnění svalového napětí navazuje druhá kontrakční fáze, při které se původní objem čepce zmenší o dvě třetiny i více a jeho obsah se vytlačuje do bachorové předsíně a částečně do bachoru, kde se dále zpracovává.

Čepec se znovu naplní po ochabnutí jeho stěny obsahem z bachoru (JELÍNEK et al., 2003; REECE, 1998).

#### 2.15.5 Pohyby bachoru

Podstata bachorových pohybů spočívá ve střídavém smršťování dorzálního a ventrálního vaku. Při kontrakci svaloviny dorzálního bachorového vaku je svalovina ventrálního bachorového vaku ochablá a naopak. Obsahy obou částí se důkladně mezi sebou promíchávají. Pohyby bachoru a čepce spolu úzce souvisejí a jsou označovány jako čepcobachorové cykly. Frekvence čepcobachorových cyklů za hodinu jsou v průměru 60 cyklů v době klidu, 50 cyklů v době ruminace a kolem 100 cyklů při příjmu potravy (JELÍNEK et al., 2003).

#### 2.15.6 Pohyby knihy

Pohyby knihy souvisejí s čepcobachorovým cyklem. Začínají u čepcobachorového otvoru, odkud přecházejí na předsíň, most a tělo knihy. Současně s kontrakcí čepce dilataje čepcoknihový svěrač, klesá tlak v kanálu knihy a obsah přechází z čepce do knihy. Po ukončení kontrakce dochází ke smrštění předsíně, mostu a nakonec stěny knihy. Čepcoknihový otvor při kontrakcích třídí obsah podle velikosti. K úplnému vyprázdnění bachoru zpravidla nedochází. Za 48 hodin po nakrmení zůstává v bachoru ještě téměř polovina krmiva a po pěti dnech 10 %. V průměru se krmivo zadržuje v bachoru dva a půl až tři dny a v knize do osmi hodin (JELÍNEK et al., 2003).

#### 2.15.7 Chemické a mikrobiální procesy v bachoru

Fermentace, která v bachoru a čepci přežvýkavců probíhá, je způsobena činností bakteriálních a protozoálních mikroorganismů. Bakterie realizují asi 4/5 bachorového metabolismu. Prvoci – nálevníci provádějí asi 1/5 bachorového metabolismu. Tyto organismy jsou anaerobní, tedy žijí bez přístupu kyslíku (WALLACE, 1996). Jako vedlejší produkty fermentace vznikají metan a oxid uhličitý, které se hromadí jako plynné vrstvy nad bachorovým obsahem (FRANDSON et al., 2013).

### 2.15.8 Metabolismus bílkovin

Kvalita bílkovin závisí na zastoupení jednotlivých aminokyselin, které určují jejich biologickou hodnotu. Organismus není schopen využít bílkoviny v jejich původní formě, proto je musí nejprve procesem trávení rozložit na základní jednotky aminokyseliny. Trávení bílkovin začíná ve slezu. Působením žaludeční kyselosti bílkoviny denaturují, čímž se stanou přístupnější účinku proteolytických enzymů. V silně kyselé žaludeční šťávě je proteolytický enzym pepsin. Působením pepsinu vzniká z denaturované bílkoviny směs polypeptidů. Hlavním místem trávení bílkovin je tenké střevo. Zdroji enzymů jsou pankreatická a střevní šťáva. Z enzymů pankreatické šťávy se na hydrolýze bílkovin podílí trypsin, chymotrypsin, elastáza a karboxypeptidáza. Střevní šťáva obsahuje aminopeptidázu štěpící vyšší peptidy, dále jsou zde dipeptidázy (enzymy štěpící dipeptidy), které rozklad bílkovin dokončí (ELLIOTT a ELLIOTT, 1997).

## 2.16 Metabolismus živin

### 2.16.1 Metabolismus sacharidů

Sacharidy jsou nejdůležitějším zdrojem energie a také primární prekurzory mléčného tuku a laktózy. Rostlinné sacharidy mohou být rozděleny dle místa zabudování na sacharidy buněčného obsahu, sacharidy vyskytující se v mezibuněčném prostoru a sacharidy buněčných stěn. Sacharidy buněčného obsahu a mezibuněčného prostoru jsou nazývány nestrukturální sacharidy. Mezi ně patří: jednoduché sacharidy, organické kyseliny, škrob, fruktany,  $\beta$ -glukany a pektiny. Strukturální sacharidy zahrnují hemicelulózu (xylany, glukomanany), celulózu, ligniny a jsou součástí buněčných stěn (SKŘIVÁNEK, 2000).

Sacharidy tvoří 50 až 80 % sušiny pícnin. Sacharidy jsou zdrojem energie jak pro přežvýkavce, tak pro bacherové mikroorganismy. Bacherová fermentace je velmi precizně biologicky a nutričně regulovaný kompletní systém spolupůsobení výše jmenovaného mikrobiálního ekosystému, krmiva a zvířat. Odpovídající zastoupení cukrů, škrobu, pektinů, hemicelulózy, celulózy a proteinu v KD umožňuje optimální tvorbu bacherových kyselin, růst bakterií, reguluje pH hodnotu bacheru, přežvykování zvířete a příjem krmiva. Výsledným produktem bacherové fermentace jsou těkavé mastné kyseliny (TMK) – octová, propionová a máselná, které se vstřebávají do krve přes bacherovou stěnu a slouží tak k nezbytné úhradě energetických potřeb zvířete. Vzájemný poměr produkce acetátu a propionátu závisí na zastoupení vlákniny a koncentrátů v krmné dávce, proto je nutné ve výživě přežvýkavců

vycházet ze speciálního způsobu přeměny krmiv v jejich trávicím traktu na konečné živočišné produkty. Nutriční hodnota píce u přežvýkavců velice závisí na poměru buněčného obsahu a buněčných stěn a na schopnosti bachorových mikroorganismů degradovat buněčné stěny rostlin a fermentovat dostupné sacharidy. Toto je v podstatě určeno chemickým složením krmiva (KOUKOLOVÁ et al., 2010).

Z důvodu správné fermentace bachoru jsou důležité určité populace mikroorganismů a jejich množství. Mezi hlavní živiny potřebné pro mikroorganismy patří sacharidy a bílkoviny. Trávení bílkovin způsobuje produkci peptidů, které se hromadí v bachoru. Peptidy jsou poté hydrolyzovány na aminokyseliny, z čehož následně vzniká amoniak. Ačkoli peptidy, aminokyseliny a čpavek můžou sloužit jako zdroj dusíku pro různé mikroby, přesto má nejlepší vliv na růst populací kombinace těchto směsí. Podobným způsobem jsou sacharidy tráveny na oligosacharidy, které jsou také k dispozici pro smíšenou populaci mikroorganismů (HOOVER a STOKES, 1991).

#### 2.16.2 Trávení škrobu

Ve větším množství je škrob obsažen pouze v okopaninách a zrninách, a to ve formě škrobových zrn. Rychlost trávení škrobu závisí na druhu a velikosti škrobových zrn a na jeho fyzikálním stavu. Tepelná úprava narušuje krystalickou strukturu škrobu a značně urychluje jeho trávení (JELÍNEK et al., 2003).

Štěpení škrobu se neváže jen na bachor. Škrob v bachoru nejprve zkvašuje a přitom uniká energie ve formě metanu. Na štěpení škrobu se účastní i bakterie. Zkvašováním cukrů se získává energie, přičemž z glukózy, fruktózy a sacharózy vzniká kyselina mléčná, octová, propionová a máselná. Za normálních okolností se v bachoru nachází jen zbytky kyseliny mléčné, která se přeměňuje na těkavé mastné kyseliny (VODRÁŽKA et al., 1986).

Je-li složení potravy převážně z cukrů, množením bakterií mléčného kvašení vznikne přebytek kyseliny mléčné v bachoru, která se nemůže rychle štěpit, a proto nastává pokles pH, snižuje se koncentrace těkavých mastných kyselin a ubývá protozoí. Vysoká koncentrace kyseliny mléčné v bachoru způsobuje poruchy motoriky předžaludků (VODRÁŽKA et al., 1986).



### 2.16.3 Trávení celulózy

Celulóza je lineární polymer glukózy. Její molekulová hmotnost je vyšší než u bílkovin. Vlákna celulózy vytvářejí svazky nazývané základní fibrily, jejichž uspořádání je pravidelné jako anorganické krystaly, a proto se této části celulózy říká krystalická. Krystalické části jsou v pravidelných intervalech přerušovány amorfními (neuspořádanými) oblastmi. Na krystalickou oblast (uspořádanou), připadá 50–90 % veškeré celulózy a jsou hůře degradovatelné než v oblasti amorfní. Proto stravitelnost celulózy závisí na množství krystalické celulózy (JELÍNEK et al., 2003).

Protofibrily jsou obaleny tenkou vrstvou hemicelulózy a ligninu. Lignin je pro bachorové mikroorganismy téměř nestravitelný. Přítomnost ligninu v celulóze snižuje aktivitu celuláz, a tím její stravitelnost. Rostliny obsahují 20-40 % celulózy. Na jejím trávení se podílejí různé druhy celulotických bakterií a bachorové anaerobní houby, jejichž enzymy se liší vazebným místem a specifitou působení (JELÍNEK et al., 2003).

### 2.16.4 Metabolismus tuků

Lipidy jsou v bachoru fermentovány z nenasycených mastných kyselin na nasycené mastné kyseliny. Hlavní druhy lipidů v krmivě jsou triglyceridy, fosfolipidy a galaktolipidy. Bachorové mikroorganismy fermentují lipidy pomocí lipáz a biohydrogenáz (JENKINS et al., 2008).

Přeměna tuků v bachoru probíhá úplnou hydrolýzou nenasycených mastných kyselin z krmiva. Proto tuk přežvýkavců obsahuje v porovnání s jinými zvířaty jen stopy kyseliny linolenové, která se v bachoru přeměňuje na kyselinu linolovou a stearovou. Obsah bachoru vykazuje značnou lipolytickou aktivitu. Glycerín v bachoru se mění na nižší mastné kyseliny a vyšší mastné kyseliny se přesouvají do kaudálních částí trávicí soustavy. Z toho vyplývá, že úlohou bachoru je trávit tuky (VODRÁŽKA et al., 1986).

Glycerol a galaktóza jsou rychle fermentovány na VFA. Glycerol převážně na kyselinu propionovou a galaktóza na kyselinu octovou, propionovou a máselnou. Na hydrolýze lipidů v předžaludku se podílejí hlavně anaerobní lipolytické bakterie, v menší míře protozoa a enzymy rostlinného původu (JELÍNEK et al., 2003). Nenasycené mastné kyseliny mají v bachoru poměrně krátkou existenci, jelikož jsou velmi rychle hydrogenovány. Jedná se o způsob ochrany bachorových mikroorganismů před toxickými účinky. Ačkoli jsou lipidy vydatným zdrojem energie, přidavek lipidů do krmné dávky může významně ovlivnit mikrobiální fermentaci, snížením stravitelnosti ostatních zdrojů energie. Přidání 10 %

degradovatelných lipidů může díky toxicitě nenasycených mastných kyselin klesnout stravitelnost strukturálních sacharidů až o 50 % (JENKINS, 1993). Významně tak klesá produkce metanu, vodíku, VFA (hl. acetát) (NÁMĚSTKOVÁ et al., 2005). Také je potlačena fermentace proteinů. Degradace škrobu většinou ovlivněna nebývá (JENKINS et al., 2008).

#### 2.16.5 Vitamíny

Vitamíny jsou organické sloučeniny, nutné k udržení všech životně důležitých funkcí v organismu (zdraví, reprodukce, tvorby užitekosti apod.). Jsou to také exogenní nezbytné organické katalyzátory metabolických dějů v organismu. Doposud je známo 14 vitamínů, z toho 4 rozpustné v tucích (A, D, E a K), ostatní jsou rozpustné ve vodě. Do krmných dávek vysokoužitkových dojnic se zpravidla doplňuje 4 – 5 vitamínů (A, D, E, B<sub>1</sub>, niacin). Vitamin A má pozitivní vliv na omezení výskytu mastitid a na počet somatických buněk v mléce. Vitamin E mj. umožňuje dobré využití selenu a niacin zlepšuje využití živin (zejména tuku) a je využíván k prevenci ketózy (URBAN et al., 1997). Obecně u dospělých přežvýkavců jsou vitamíny skupiny B většinou v dostatečném množství syntetizovány bachorovými mikroorganismy a dostatečná je také tvorba kyseliny askorbové (vitamín C). Výjimkou mohou být niacin, vitamín B<sub>1</sub>, případně cholin. Vyskytnout se může také deficit vitamínu B<sub>12</sub> v souvislosti s nedostatečným příjmem kobaltu (KUDRNA et al., 1998; REECE, 1998).

#### 2.16.6 Minerální látky

V těle rostlin a živočichů je obsažena většina prvků periodické soustavy. Prvky, které jsou nezbytné pro život organismů, se nazývají biogenní. Existují čtyři základní funkce minerálních prvků, a to: strukturální, fyziologická, katalytická a regulační funkce (JELÍNEK et al., 2003).

Minerální látky obsažené v organismu živočichů tvoří 4–5 % jejich hmotnosti. Biologická významnost jednotlivých minerálních látek je velká a jejich nedostatek často způsobuje vážné zdravotní komplikace. V současné době se krmná dávka dojnic doplňuje minimálně o 5 makroprvků (Ca, P, Na, Mg, Cl) a 6 mikroprvků, nazývaných také stopové prvky (Cu, Co, Se, I, Mn a Zn) (REECE, 1998).

## 2.17 Technologické systémy dojení

V posledních letech došlo v České republice v chovu dojnic k významným změnám, a to jak z hlediska počtu dojených krav, tak i z hlediska jejich ustájení a s tím související technologie dojení. Z údajů získaných z periodického šetření ekonomiky výroby mléka vyplývá, že ještě v roce 1996 bylo u nás ustájeno 71 % dojnic ve vazných stájích s dojením na stání. V roce 2005 se vazné ustájení používalo již jen u 16 % stájí a v roce 2010 jen 10 %. Naopak počet dojnic ve volných boxových stájích s dojením v dojrnách výrazně vzrostl (HEJLÍČEK et al., 1987, DOLEŽAL 2015).

V současné době se na moderních farmách u nás i v zahraničí využívá pro ustájení dojnic téměř výhradně volné ustájení dojnic a dojení v dojrně. Dojrna se s rozvojem techniky stala nejdůležitější částí farmy. Výpočetní technika umožňuje automatické získávání a zpracování důležitých údajů o užitkovosti, zdravotním stavu či reprodukci. Tato data jsou podkladem pro řízení výživy, reprodukce a pro důležitá chovatelská rozhodnutí (VEGRICHT et al., 2008). DOLEŽAL (2012, 2015) uvádí, že dojirny dnešní doby by měly také splňovat požadavky na welfare a pohodu dojičů. Požadavky jsou proto kladeny na nekluzkou podlahu, jednoduchý a nenáročný přístup k vemeni, snadný vstup i výstup krav a podobně. V dojrně by mělo být dodržováno 5 chovatelských zásad:

1. světlo v dojrně,
2. snížení hlučnosti v prostoru dojirny a čekárny,
3. v zimě musí být v dojrně teplo a v létě chlad,
4. eliminace zápachu v čekárně a dojrně,
5. eliminace výskytu much.

Technické vybavení dojiren různých výrobců se příliš neliší z hlediska kvality. Analýza a hodnocení se proto zaměřuje na vlastnosti různých typů dojiren. Dojirny se liší hlavně řešením a uspořádáním dojících stání, počtem stání, způsobem výstupu a nástupu, řešením a polohou pracovního místa dojiče. Dnes používané dojirny lze rozdělit na dojirny stacionární a dojirny rotační (VERGRICHT et al., 2008).

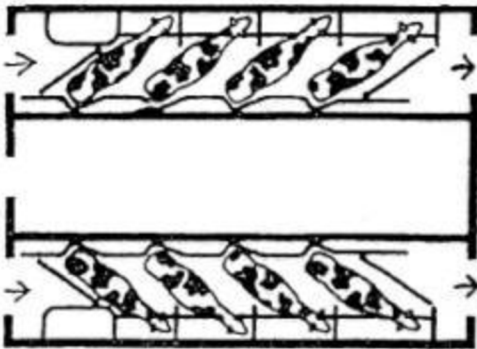
### 2.17.1 Stacionární dojirny

Vyznačují se tím, že dojící stání je pevně a nepohyblivě spojeno se stavbou dojirny. Dojnice na jednotlivé stání nastupují a vystupují samy s variantou individuálního nebo skupinového odchodu (VERGRICHT et al., 2008, DOLEŽAL, 2015, NOVÁK et al., 2016).

a) Rybinové dojírny (obrázek 2)

- nejpopulárnější a nejrozšířenější typ dojíren
- vhodné především pro střední a velká stáda
- dojnice jsou postaveny šikmo vedle sebe
- vytváří příznivé pracovní podmínky pro obsluhu
- výkonnost těchto dojíren s 2x5 dojících stání se pohybuje v rozmezí 40-60 dojnic za hodinu (VERGRICHT et al., 2008)

Obrázek 2: Rybinová dojírna

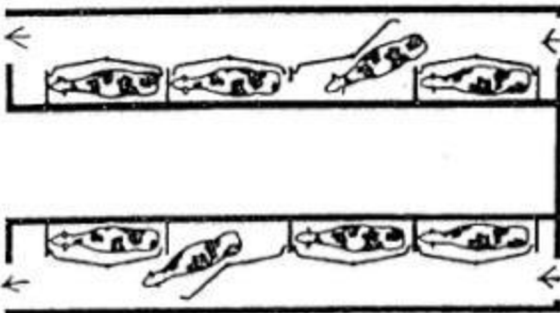


Zdroj: URBAN et al. (1997)

b) Tandemové dojírny (obrázek 3)

- především pro malé a střední velikosti stád
- dokonalý přehled o tělesném rámci dojnice
- individuální přístup ke zvířeti
- vysoká produktivita práce
- ovládání branek je pomocí ručních pákových mechanismů nebo pneumatických válců, případně je plně automatické (autotandem)
- výkonnost autotandemu 2x3 se pohybuje v rozmezí 36-48 dojnic za hodinu (VERGRICHT et al., 2008)

Obrázek 3: Tandemová dojírna

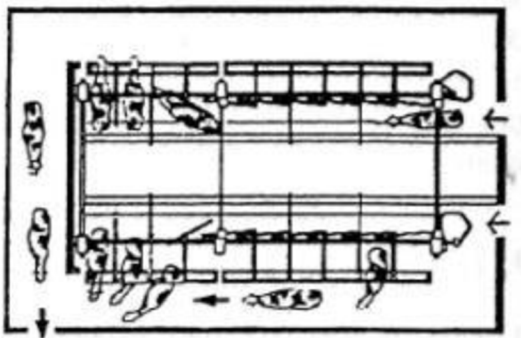


Zdroj: URBAN et al. (1997)

### c) Paralelní dojírny (obrázek 4)

- konstrukce stání side by side (vedle sebe) určené pro dojení zezadu
- vhodné především pro velká stáda
- minimální délka zkracuje nástupní časy krav do dojírny
- vysoká produktivita práce, zkrácení přechodu obsluhy
- minimalizace skopnutí dojícího stroje
- nevýhodou je špatná možnost kontroly zdravotního stavu mléčné žlázy, úzký prostor pro nasazování dojící soupravy a nefyziologický postoj dojiče při nasazování
- výkonnost těchto dojíren je v podstatě srovnatelná s rybinovými dojírnami (VERGRICHT et al., 2008).

Obrázek 4: Paralelní dojírna



Zdroj: URBAN et al. (1997)

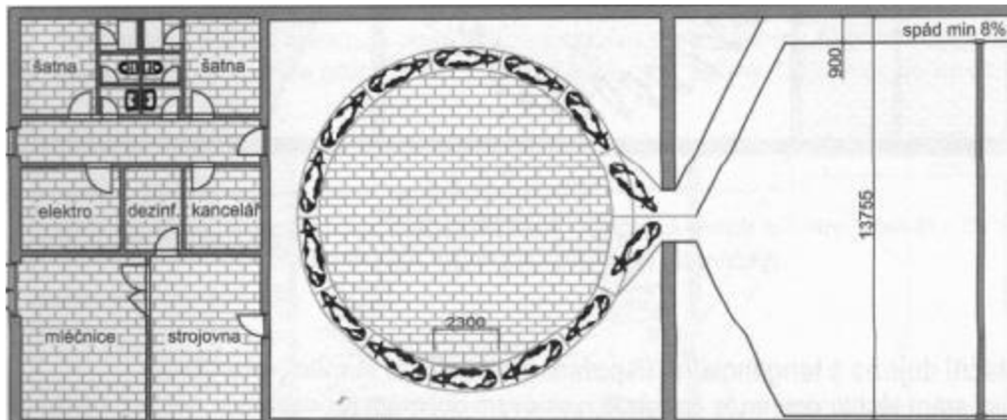
### 2.17.2 Rotační dojírny

Vyznačují se tím, že dojící stání se s dojnící během dojení pohybuje. Jedná se o dojírny s nejvyšším výkonem. Podle pozice se rozdělují na dojírny rotační tandemové (rototendem), rotační rybinové (rotorybina), rotační paralelní (rotoradiál).

#### a) Rotační dojírna s tandemovým dojícím stáním – rototandem (obrázek 5)

- dojnice zaujímají místa za sebou, po obvodu kruhu
- výborný přehled o zvířatech
- kapacita 6–16 dojnic
- náročné na plochu (URBAN et al., 1997)

**Obrázek 5: Rototandemová dojírna**

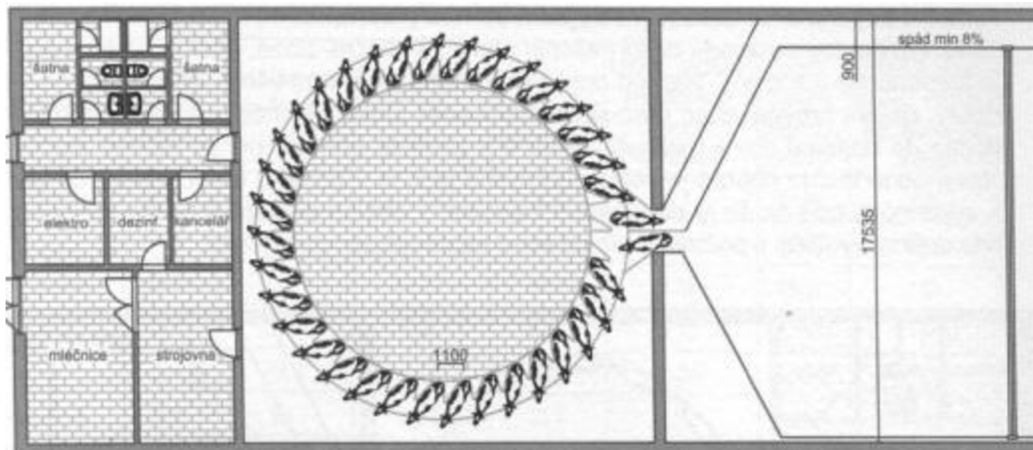


Zdroj: VERGRICHT (2008)

b) Rotační dojírna s tangenciálně uspořádaným dojícím stáním – rotorybina (obrázek 6)

- dojnice zaujímají místa šikmo vedle sebe
- menší nároky na prostor
- velká výkonnost
- kapacita 18–60 dojnic (URBAN et al., 1997).

**Obrázek 6: Rotorybinová dojírna**

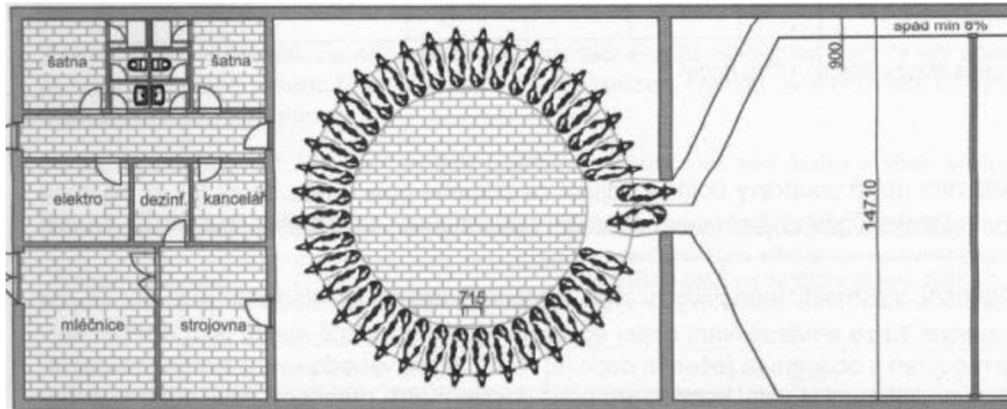


Zdroj: VERGRICHT (2008)

c) Rotační dojírna s radiálním uspořádáním dojících stání – rotoradiál (obrázek 7)

- dojnice zaujímají místa kolmo na směr pohybu plošiny
- struky se nasazují zezadu
- dokonalé využití prostoru
- kapacita až 60 dojnic (URBAN et al., 1997).

**Obrázek 7: Rotoradiál**



Zdroj: VERGRICHT (2008)

## 2.18 Dojící roboty

### 2.18.1 Historie automatizace dojení

Počátek automatizace dojení spadá do 70. let 20. století, kdy vznikaly první reálné pokusy úplné automatizace dojení. Tyto pokusy se uskutečňovaly v zemích, kde vzrůstala cena práce dojičů a kde velice náročná práce na farmách dojnic začala snižovat kvalitu života farmářů. Skutečný přechod k automatickému dojení znamenal až patent firmy Alfa Laval z roku 1983 (KVAPILÍK, 2005). Nejrychlejší vývoj dojících robotů probíhal v Nizozemsku, kde byl také v roce 1992 uveden do provozu první průmyslově vyráběný automatizovaný systém dojení (automatic milking system – AMS). Na jeho vývoji se podílelo několik vyspělých průmyslových firem a výzkumných pracovišť (KVAPILÍK, 2005). Po roce 1992 vzrůstal počet AMS v celosvětovém měřítku velice rychle a v současné době je v provozu již více než 10 000 robotů (MACHÁLEK, 2009).

V České republice byl první dojící robot (Lely Astronaut A2) instalován v roce 2003 na farmě Selektu Pacov a.s. Hlavní důvod instalace AMS byl nedostatek kvalifikovaných pracovníků, kteří by byli ochotni za průměrnou mzdu pracovat ve zhoršených pracovních a hygienických podmínkách. Největší nárůst počtu instalací proběhl v letech 2006 a 2007, kdy bylo shodně nainstalováno 28 robotizovaných systémů. Od roku 2008 se začínají montovat roboty VMS (firma Delaval) a Galaxy (firma Insentec) (MACHÁLEK, 2009). Nárůst počtu AMS v České republice byl způsoben stabilní cenou mléka, posilováním koruny, příznivou dotační a zemědělskou politikou státu a nedostatkem kvalifikovaných dojičů. U soukromých farem sehrála významnou roli také snaha zachovat rodinný charakter farmy a přitom zvětšit prostor pro využití času pro rodinu i pro zkvalitnění života (MACHÁLEK 2009).

Použití v Evropě AMS jsou v zemích EU instalovány na malých, většinou rodinných farmách, kde je hlavní motivací při rozhodování flexibilní uspořádání pracovního času, zlepšení pracovních podmínek a nezávislost na cizí pracovní síle (MACHÁLEK 2009). Tyto farmy mají většinou jeden až tři dojící boxy, existují však i provozy s více než deseti boxy. Přes 90 % farem s dojícími roboty se nachází v severozápadní Evropě. Nejvíce těchto farem se nachází v Nizozemsku (přes 2000), tato technologie je ovšem nejvíce zastoupena ve skandinávských zemích (VERGRICHT, 2000). Pouze v ojedinělých případech jsou v provozu i větší farmy (např. farma v Dánsku – 320 ks, farma ve Švédsku – 500 ks, v Itálii – nad 1 000 ks). AMS jsou dnes přijímány ve všech rozvinutých oblastech s mléčnou produkcí i přes vysoké požadavky na technickou podporu, a to díky dobře fungujícímu servisu. V méně rozvinutých oblastech je přijetí tohoto systému výzvou s ohledem na údržbu (VERGRICHT, 2000).

V ČR je situace poněkud jiná, protože na českých mléčných farmách jsou velké koncentrace dojnic (většinou 200-1500 dojnic). Jednou z hlavních motivací při rozhodování managementu je nedostatek kvalifikovaných dojičů ochotných pracovat v náročných pracovních a hygienických podmínkách mnohdy již od velmi časných hodin a v noci (VERGRICHT, 2000).

Dosud pouze málo podniků s většími stády instalovalo automatické systémy dojení, i když je možné již pozorovat tendenci k jejich zavádění. Důležité je, aby byla zajištěna dlouhodobá produkce mléka a neztratilo se příliš mnoho výhod spojených s řízením velkých stád. Roboty jsou pro velké podniky zajímavé pouze tehdy, nemají-li k dispozici odpovídající samostatnou budovu pro kruhovou dojírnu, jestliže mají problém pro práci v dojárně zajistit kvalifikovaný personál a jestliže dojde zavedením robotů k uvolnění pracovních sil pro jiné práce. Dominantní postavení na trhu s dojícími roboty zaujímá firma Lely, jejíž roboty využívá téměř 75 % farem s AMS. Druhým nejvýznamnějším dodavatelem je firma DeLaval, jejíž systém využívá 15,3 % farem. Na českých farmách jsou v provozech ještě AMS od firem Insentec, Fullwood a GEA Farm Technologies (WEBER, 2010).

#### 2.18.2 Používané typy dojících robotů

KVAPILÍK (2005) uvádí, že z hlediska managementu stáda dojnic jsou automatické systémy dojení v současné době představovány dvěma základními typy:

- jednoboxový systém – dojnice mají volný přístup jak k robotu, tak ke krmivu



- víceboxový systém – dojnice se dostane ke krmivu pouze přes „dojící box“ (robot).

Nedostatky jednoboxového systému spočívají v tom, že existují krávy, které bez problému přijímají ve vymezeném prostoru krmiva, ale neprojevují zájem nechat se dojit. U víceboxového systému se vyskytují případy, kdy dojnice s vysokou užitkovostí nemohou přijmout dostatek krmiv, jelikož je jim znemožněn přístup k robotu a tím i „ke žlabu“. Další rozdělení uvádí server GENOSERVIS.CZ:

- a) jednomístný – jedno dojící místo obsluhuje jedna řídicí jednotka, tento systém je schopen podojit 55–60 krav
- b) vícemístný – 2-8 dojících míst obsluhuje jedna řídicí jednotka, tento systém je schopen podojit 80–150 krav

Z hlediska nasazování dojící soupravy se roboty rozdělují na dvě skupiny:

- a) dojící nástavce jsou nasazovány společně
- b) dojící nástavce jsou nasazovány a snímány jednotlivě (VERGRICHT,2008)

### 2.18.3 Dodavatelé dojících robotů v ČR

#### 1. Lely industries- ASTRONAUT (A2, A3, A4, A5)

V současné době je typ Astronaut v různých modelových řadách v provozu na 111 farmách 220 robotů. Nejvíce robotů na farmě je 8 a to v ZD Pluhův Žďár a Agrodružstvu Sebranice.

**Obrázek 8:** Lely Astronaut A4



Zdroj: [www.lely.com](http://www.lely.com)

## 2. DeLaval – VMS

De Laval má v ČR v provozu 120 robotů.

**Obrázek 9:** VMS

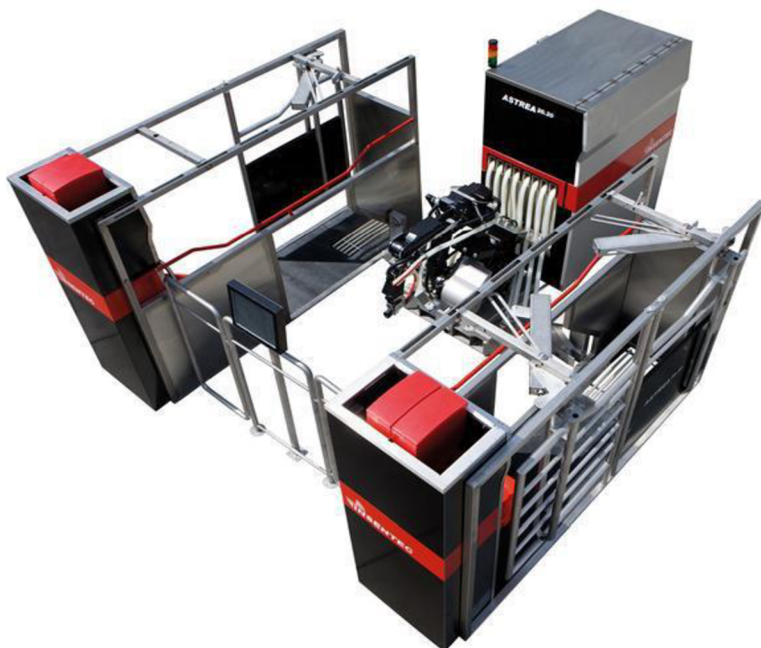


Zdroj: [www.delaval.com](http://www.delaval.com)

## 3. Insentec – GALAXY STARLINE

Tento typ využívají v ČR 3 farmy

**Obrázek 10:** Galaxy



Zdroj: [www.insentec.com](http://www.insentec.com)

#### 4. Fullwood – MERLIN

Od roku 2011 je v provozu 20 robotů.

**Obrázek 11:** Merlin



Zdroj: [www.fullwood.com](http://www.fullwood.com)

Všechny typy dojících robotů mají kromě své hlavní funkce – dojení – také funkci sběru cenných informací o stádě, skupině, či konkrétním zvířeti. Pokud jsou tyto informace správně interpretovány, vytvářejí důležitou zpětnou vazbu o nastavení a fungování celého systému.

#### 2.18.4 Posouzení výhodnosti AMS

VERGRICHT (2008) uvádí hlavní důvody pro pořízení robota:

- Snížení lidské práce (viz. Tabulka 5 a 6)
- Odstranění potřeby přítomnosti člověka při dojení a tím zlepšení pracovních podmínek
- Nabídnout dojnícím možnost vlastního výběru doby a četnosti dojení podle potřeby a tím přispět ke zvýšení užitkovosti a zlepšení zdravotního stavu mléčné žlázy
- Zlepšení pracovního postupu dojení a hygieny při získávání mléka
- Automatické získávání údajů o zdravotním stavu dojnice měřením hodnot (vodivost, teplota, nádoj, ...).

**Tabulka 5:** Časy lidské práce na dojení různých systémů dle VERGRICHT (2008)

Typ dojírny	Průměrný počet krav v podniku	Počet dojících souprav na dojiče	Potřeba práce na dojení (h/krávu/rok)	Z toho čištění (h/krávu/rok)
rybinová	80	8	21,6	3,2
paralelní	101	9,6	20,8	3
tandemová	70	5	23,8	3,2
rotační	243	18,7	9,7	1,8
AMS	70	1,4	6,1	1,8

**Tabulka 6:** Podíl práce na operace v chovu během roku dle VERGRICHT (2008)

Pracovní operace	Potřeba lidské práce, h/dojnice/rok	
	dojírny	AMS
dojení	21	6,5
krmení	6	5,3
čištění boxů, podestýlání	3	3,7
řízení stáda	7	13,9
celkem	37	27,6

### 2.18.5 Předpoklady podniku pro pořízení dojícího robota

Technologie AMS se hodí zejména pro farmy rodinného charakteru, nicméně dojící roboty se uplatňují i ve stádech s vyšším počtem dojnic. Např. na farmě v kanadském Québecu je pro dojení 1100 krav v provozu 19 robotů. Po celém světě existuje celá řada farem, kde je osm a více instalovaných robotů (MACHÁLEK, 2005).

#### Předpoklady:

- Zemědělci, kteří se rozhodnou pro nákup AMS, musí mít odpovídající technické znalosti.
- Důležitá je schopnost krav používat robota, tato schopnost se dá naučit.
- Neměly by být přehnaná očekávání na zvýšení dojivosti (z počátku udávaný růst dojivosti při použití AMS 10–15 % je ve většině podniků nereálný, obvyklý nárůst činí 3–5 % v závislosti na počtu dojení (MACHÁLEK, 2005)).
- V podniku by měly být známy aktuální finanční a výrobní ukazatele.
- Podnik by měl patřit k 25 % nejlépe hodnocených podniků v hospodaření.

- Všichni pracovníci musí být kromě technické způsobilosti také přesvědčení o vhodnosti použití AMS.
- Musí být zváženy výhody a nevýhody při úplně jiném řízení stáda.
- Zcela zásadní význam má spolehlivost a dostupnost servisu a intenzivní vzdělávání a kvalifikace vlastních pracovníků.
- Zohledněny musí být také možné žádoucí vlivy vztahující se ke zlepšení výrobně – technických parametrů (užitkovost, zdraví, příjem sušiny, plodnost, ...) (KVAPILÍK, 2005).

Před pořízením dojícího robota je nezbytné naplánovat jeho umístění, které je velice důležité pro počet dojení. Je důležité plánovat příchod a odchov krav a nesnažit se ho omezovat. Chovatel by měl také počítat s prostorem pro kontrolu a ošetřování zvířat.

Před pořízením robota je také důležitý dobrý zdravotní stav paznehtů a minimalizace zánětů mléčné žlázy (riziko zavlečení a šíření nemocí vemene je vyšší, protože se používají stejné strukové násadce u všech krav (VERGRICHT, 2008).

Klíčovým faktorem pro úspěšné použití automatického dojícího systému je také správné krmení. Dojnice nejprve musí dostat krmivo, na které potom navazuje užitkovost. Při zavedení robota je nutné nabídnout zvířatům chuťově lákavé krmivo dobré kvality, aby se krávy dostavily k dojení (VERGRICHT, 2008).

## 2.19 Technologické trendy

Vývoj informačních technologií významně ovlivňuje i vývoj v lidské společnosti. Jeden ze zakladatelů společnosti Intel, Gordon Moore, vyslovil zákon, který jednoduše říká, že výkon počítačů se přibližně každých osmnáct měsíců zdvojnásobuje (KAKU, 2013). Nejen, že se zvětšuje výkonnost, zásadně se mění i způsob, jak se tato síla využívá.

Čtvrtá průmyslová revoluce shrnuje změny, díky kterým došlo a stále dochází ke zefektivnění i automatizaci procesu v samotné výrobě (JHA a SWAMI, 2020; KURKA a SALAZAR, 2019; ZHU et al., 2021), zdravotnictví (KUO et al., 2020; RAMANI a SHANTHAMALAR, 2020), geografii (HERAS et al., 2019), oblasti dopravy (JEONG et al., 2021; SANGNOREE a CHAMNONGTHAI, 2017, BRUNO et al., 2012, CHEN et al., 2020) či v komunikaci přes digitální technologie. Současné technologické trendy jsou navíc ovlivněné

pandemií koronaviru, která se v některých ohledech zapříčinila o jejich rychlejší ukotvení. Firmy, které plánovaly přesun do online prostředí a nasazení moderních technologií v rámci několika let zvládly najednou celý proces během několika měsíců (FALTEJSKOVÁ, 2021). Průmysl 4.0 – představuje současný trend digitalizace a s ní související zavádění automatizace a robotizace do výroby. Vznik „chytrých továren“, které budou využívat kyberneticko-fyzikální systémy. Podle průzkumu Deloitte 87 % respondentů očekává, že čtvrtá průmyslová revoluce povede k větší sociální a ekonomické rovnosti a stabilitě. Dva ze tří si myslí, že byznys bude mít na formování budoucnosti Průmyslu 4.0 větší vliv, než vlády a další subjekty (TOMAC, 2018). Za průmyslem nezaostává ani zemědělství. To demonstrují příklady analýza chování drůbeže (LI, 2020), diagnostika zdravotních problémů (ZHAO, 2018), identifikace poškození semen v rostlinné výrobě (MONTEIRO, 2018) nebo detekce chorob rostlin (IQBAL, 2018, VISHNOI, 2021).

ZEMĚDĚLSTVÍ 4.0 – po technické stránce a metodami zpracování dat předbíhá Zemědělství 4.0 Průmysl 4.0. Je to způsobeno 2 faktory:

1 – zemědělství je závislé na klimatických podmínkách

2 – zemědělství pracujeme s živými tvory

Podle jednotlivých směrů Zemědělství 4.0 (robotizace, automatizace, využití umělé inteligence) lze nalézt tyto příklady v chovu dojnic. Největšími lídři v této oblasti jsou firma Lely svým spektrem robotických výrobků a GEA nejnovějším typem robotizované kruhové dojírny.

Automatizace označuje použití samočinných řídicích systémů k řízení technologických zařízení a procesů - např. řízení mikroklimatu ve stáji, automatické krmné boxy, čipový scanner s měřením teploty, precizní dojení, sledování aktivity, indikátor otelení, atd.

Robotizace je v podstatě implementování a využívání robotů na pracovištích, kde nahrazují lidskou práci – př. dojící robot, přihrnovací robot, robotický krmič, robotická distribuce podestýlky, robotická obsluha na klasické dojárně, čistící robot, atd.

Umělá inteligence – Artificial intelligence (AI) - je schopnost strojů napodobovat lidské schopnosti, jako je uvažování, učení se, plánování nebo kreativita,

Praktické vysvětlení: využití existujících dat k předpovídání výsledků na nových datech – např. zpracování obrazu při výpočtu stájových indexů, diagnostika zdravotních problémů,

identifikace jednotlivých kusů zvířat, predikce vývoje jedince z hlediska produkce, reprodukce a ekonomického přínosu, odhad růstové křivky, sledování cow comfortu na stáji atd.

### **3 CÍL DISERTAČNÍ PRÁCE**

Cílem badatelské práce je na základě údajů z automatizovaného systému vážení živé hmotnosti dojnic vypracovat metodiku využitelnou pro vyhodnocování zdravotního a výživového stavu stáda.

Hypotéza: živá hmotnost dojnic a její změny během dne mají vztah k zdravotnímu a výživovému stavu stáda.



## 4 MATERIÁL A METODIKA

### 4.1 Materiál

Do sledování byly zahrnuty 2 farmy s chovem holštýnského skotu, kde dojení a vážení probíhá prostřednictvím robotu Lely 3. Výběr stájí s dojícími roboty vycházel ze skutečnosti, roboty jsou vybaveny váhou. Průchozí váhy zařazené ve stájích s klasickou dojírnou nabízí většina výrobců dojíren. Bohužel tato zařízení jsou v provozu pouze omezeně a vykazují nepřesnosti způsobené problémy s identifikací nebo nastavením a kalibrací vážních jednotek.

#### 4.1.1 Farmy

##### Farma A

Farma se nachází v bramborářsko - obilnářské oblasti, 5 km od Tábora. Celková výměra půdy, která činí 310 ha (z toho 60 ha trvalých travních porostů), je využívána jako zdroj suroviny pro výrobu kvalitního krmiva pro skot (senáž, siláž, jádro). Na farmě se chová celkem 120 ks holštýnského skotu, z toho 65 dojených krav, 55 v produkční části stáje a odděleně 10 krav zaprahých a před otelením, 39 jalovic + holštýnského skotu, zbytek telata. Užítkovost v letech 2004–2007 se pohybovala kolem 11 200 litrů mléka na laktaci, v roce 2014 byla 11 600 l mléka a v roce 2020 12 580 litrů mléka na laktaci. V roce 2007 byl na této farmě nainstalován dojící robot Lely Astronaut A3, který dojnícím při vlastním dojení také přidává jádro a minerálie v závislosti na užítkovosti v rozmezí 1-9 kg na kus (0,4kg /litr mléka), nejen jako doplněk krmné dávky pro zvýšení produkce, ale především jako motivační faktor k vlastnímu procesu dojení. Směsná krmná dávka je zakládána 1x denně krmným vozem. Přihrnování je ruční. Napájení je z napájecích žlabů, ustájení dojníc je řešeno ve volné, vzdušné, prosvětlené stáji, rozdělené uprostřed krmnou chodbou. Na pravé straně od krmné chodby se nachází produkční stáj přímo napojená na dojící robot. Uspořádání lehacích boxů je 3x jednořad. Podlaha je betonová se slámou stlaným provozem. Vyhrnování exkrementů se provádí traktorem s radlicí a nakladačem. Na levé straně stáje boxy pro jalovice, kotce pro zaprahlé dojnice a porodna. Celá levá polovina je volně průchozí do venkovního ležení. Všechna zde ustájená zvířata mohou kdykoliv využít výhodu a pohodlí zastřešeného, ale vzdušného venkovního výběhu. Větrání je z pravé strany zabezpečeno shrnovacími plachtami a uprostřed stáje je elektronicky řízený ventilátor. Osvětlení si řídí chovatel manuálně. Na stáji jsou umístěna drbadla s elektrickým pohonem. Technologická data jsou zpracovávána programem Lely. Dojící robot Lely Astronaut 3 je osazen i vážní jednotkou

a elektronická identifikace je spojena se sledováním pohybové aktivity a doby přežvykování. Před instalací dojícího robota byly krávy dojeny na tandemové dojárně 2 x 2.

Dojnice jsou nejpozději do 24 hodin po porodu převedeny do produkční části, kde jsou dojeny robotem, přičemž mlezivo je MQC (Milk Quality Control) systémem separováno od normálního mléka ostatních dojnic. V případě výskytu poporodní parézy je zvířeti podán perorálně lék Cal-gel (vápník, hořčík, kobalt, panthotenan vápenatý a vitamíny D3, E, B1, B2 a B12), pokud dojde k metabolické poruše nebo dokonce k rozvoji ketózy, je použit Ketomin forte gel, rovněž ústní dutinou. Inseminaci provádí insemináčnická technika. Pro detekci říje se využívají měřiče aktivity zavěšené na krku dojnice. U prvotetek se zhruba 3 měsíce po porodu provádí bonitace (hodnocení zevnějšku). Dojnice se zasušují pod antibiotickou clonou 2 měsíce před očekávaným porodem. Všechny čtvrtě se důkladně vydojí, vydezinfikují a aplikuje se Fatoximin přímo do každého strukového kanálku. Dojnice je převedena do neprodukční části pro přípravu na porod. Krmení je díky průjezdnosti stále zajišťováno krmným vozem, který umožňuje homogenizaci objemové složky krmné dávky s mineráliemi a šrotem. Základní krmná dávka je pro všechny laktující dojnice stejná, optimalizuje se na průměrnou užitkovost skupiny, v dojícím robotu je pak každé dojnici individuálně přidělena dávka koncentrovaného krmiva podle užitkovosti a fáze laktace. Krmná dávka je sestavena částečně za pomoci odborného poradce z výživářské firmy, který zabezpečuje především rozbory jednotlivých krmiv. Sestava krmné dávky pro dojnice, jalovice a telata je uvedena v tabulce 7.

**Tabulka 7:** Krmná dávka

<b>Dojnice v laktaci</b>	<b>Suchostojné, jalovice a telata od 3 měsíců</b>
Jetelotravní senáž (25 kg)	Jetelotravní senáž
Kukuřičná siláž (25 kg)	Seno
Minerálie (0,5 kg)	Minerálie
Šrot – mačkaná pšenice + kukuřice, extrah. sója a extrah. řepka (5 kg)	
DOPS směs – dojící robot	

Ihned po otelení se tele nechá napít od matky, dále je mu podáno mlezivo s přídatkem Gamavitu, což je vitamínový doplněk s podpůrnými látkami. Během prvních 24 h života je

přemístěno do venkovní boudy pro vzdušný odchov. Tele narozené v noci je do boudy dáno dopoledne, pokud je narozené během dne, putuje do boudy večer a večerní tele se stěhuje hned ráno. První 4 dny je tele krmeno mlezivem od matky, následující 2 dny míchanou směsí z mléka a mléčné náhražky v poměru 1:1 a později jen mléčnou náhražkou. Telata jsou do 3 měsíců ustájena ve venkovních boudách, potom jsou přemístěna do jednoho ze 4 kotců (postupně dle věku) v odchovně jalovic. Jalovice se prvně zapouští ve věku okolo 18 měsíců.

**Tabulka 8:** Farma A

Produkce mléka (kg)	prvotelky	9711
	krávy	12580
Tučnost (%)	prvotelky, krávy	3,79
Bílkoviny (%)	prvotelky, krávy	3,47
Výška v kříži (cm)	prvotelky	153
	krávy	155
Živá hmotnost	prvotelky	640
	krávy	730
Věk při 1. otelení	prvotelky	23.X
Mezidobí	prvotelky, krávy	393
Celoživotní užitkovost (kg)	prvotelky, krávy	39800
Počet ukončených laktací	prvotelky, krávy	3

## Farma B

Farma se nalézá mezi Tábořem a Mladou Vožicí v nadmořské výšce 512-552 m n.m. v bramborářském výrobním typu s podtypem ječný a pšeničný. Farma hospodaří celkem na 750 hektarech orné půdy. Od května 2008 začali s dojením na dojících robotech. Na farmě se chová celkem 280 ks skotu holštýnského plemene, z toho 140 dojnic, z nich 115 v produkční stáji. Celková užitkovost je 11 641 litrů. Momentálně je užitkovost 39 litrů na dojenou krávu, 31,5 litrů na ustájenou krávu. Krmení je prostřednictvím míchacího krmného vozu, vyladěním krmné dávky se zvedla užitkovost o 5 litrů na krávu. Přihrnování robotickým přihrnovačem. Instalací přihrnovače Lely Juno 150, který přihrnuje krmivo každou hodinu ve dne a každé dvě hodiny v noci, došlo ke zvýšení příjmu objemného krmiva a tím i užitkovosti o 0,6 litru na krávu a den. Napájení je zabezpečeno napájecími žlaby. Odkliz exkrementů se provádí pomocí BOBCAT. Podlaha, krmíště, hnojná chodba jsou z betonu, přechody mezi hnojnými

chodbami jsou upraveny příčným rýhováním. Lehací boxy jsou betonové s podestýlkou ze slámy. Uspořádání stáje je trojřadé. Boční stěny jsou zděné s otevíratelnými okny, větrání je přirozené střešní větrací štěrbinou. V roce 2020 se do stáje instalovaly ventilátory. Pravidelnou úpravou paznehtů 2x do roka plošně, jednou za týden léčebně a pravidelným koupáním jednou měsíčně se zvedla užitkovost o dalších 5 litrů na krávu. Dojení zastávají 2 roboty Lely Astronaut A3. Technologická data jsou zpracovávána programem Lely, řízení stáda programem Farmsoft. V roce 2020 byly instalovány drbadla LUNA od firmy Lely.

Po porodu je krávě vždy podán nápoj, který zajišťuje okamžitý přísun energie, vitamínů a iontů. Ulehnutí krav řeší preventivně podáním vápníkového gelu Calci best u všech krav, u krav na 3. a vyšší laktaci pak vápníkových bolusů Quadricalc s různou délkou uvolňování Ca.

Po narození se tele nechá olízat a osušit matkou a pak se odváží do venkovní boudy, kde je co nejdříve napojeno mlezivem své matky. První 4 dny je tele krmeno mlezivem od matky, pak se začne krmit mléčnou náhražkou až do odstavu, který je u býků ve dvou měsících a u jaloviček ve dvou a půl měsících. Telata jsou do 10 dnů ustájena ve venkovních boudách, potom jsou přemístěna do jednoho ze 2 kotců v odchovně jalovic, kde mají krmný automat URBAN U40. Jalovice se prvně zapouští ve věku okolo 12 měsíců.

**Tabulka 9:** Farma B

<b>FARMA B</b>		
Produkce mléka (kg)	prvotelky	10079
	krávy	12879
Tučnost (%)	prvotelky, krávy	3,54
Bílkoviny (%)	prvotelky, krávy	3,42
Výška v kříži (cm)	prvotelky	150
	krávy	155
Živá hmotnost	prvotelky	570
	krávy	780
Věk při 1. otelení	prvotelky	22.1
Mezidobí	prvotelky, krávy	380
Celoživotní užitkovost (kg)	prvotelky, krávy	27243
Počet ukončených laktací	prvotelky, krávy	2,3

#### 4.1.2 Robot Lely Astronaut A3

Přehled základních technických prvků, softwarově ovládaných procesů a vybavení dojícího robotu Lely Astronaut (LELY, 2020, LELY, 2021):

- prostorný box s měkkou pryžovou podlahou, pozice dojnice je zjišťována bezdotykově pomocí vážící jednotky,
- monitor jako součást robotu a jeho vybavení komunikačními a kontrolními systémy,
- senzorický systém MQC (Milk Quality Control) zajišťuje zpětnou vazbu ke každé čtvrti vemene tím, že průběžně měří, vyhodnocuje a podle potřeby ovládá následující provozně technické faktory vztahující se ke zdraví dojnice a kvalitě mléka:
  - 1 Kontrola barvy mléka
  - 2 Měření konduktivity mléka
  - 3 Měření průtoku mléka
  - 4 Kontrola podtlaku
  - 5 Zajištění proměnné asynchronní pulzace (50/50; 60/40; 70/30) pro každou čtvrt' vemena
  - 6 On-line systém zjišťování počtu somatických buněk rovněž dle jednotlivých čtvrtí
- optimalizuje rychlost dojení,
- rameno robota kombinuje trojrozměrné pohyby se zvětšeným dosahem a zajišťuje efektivní nasazení strukových násadců na výše i níže umístěná vemena a je robustní konstrukce, které odolává možnosti poškození způsobené dojnici,
- je vybaven detekčním senzorem pro rychlé vyhledávání polohy struku. Je použita technologie třírozměrného skenování pro rychlé nasazení strukových násadců a pohyby ramena - sTDS (static Teat Detection Sensor) k aktuálnímu zaměření struků a porovnání zjištěných souřadnic s údaji za posledních 8 dojení. Při kladném zjištění se strukové násadce orientují do vhodné polohy pro jejich následné sekvenční nasazení na jednotlivé struky při současném otevření vstupu podtlaku do podstrukových komor násadců. V následujícím intervalu (cca 20 s) dojnice spouští mléko a průtokoměr detekuje jeho průtok do sběrné nádoby. Nedojde-li ke spuštění mléka nebo je-li strukový násadec skopnut dojnici je okamžitě zablokovan vstup podtlaku do strukového násadce a robotické rameno strukový násadec znovu nasadí,
- zlepšení představuje použití zvláštního pulsátoru pro každou jednotlivou čtvrt' vemene, která je tak dojena samostatně, nezávisle na ostatních. Použitý pulzátor 4Effect dokáže

reagovat na okamžitý průtok mléka změnou pulzační frekvence a umožní tak rychlejší a úplnější vyprázdnění mléčné žlázy. Po ukončení dojení jsou strukové násadce opět vzájemně nezávisle snímány a dojení je ukončeno dezinfekcí každého struku zvlášť,

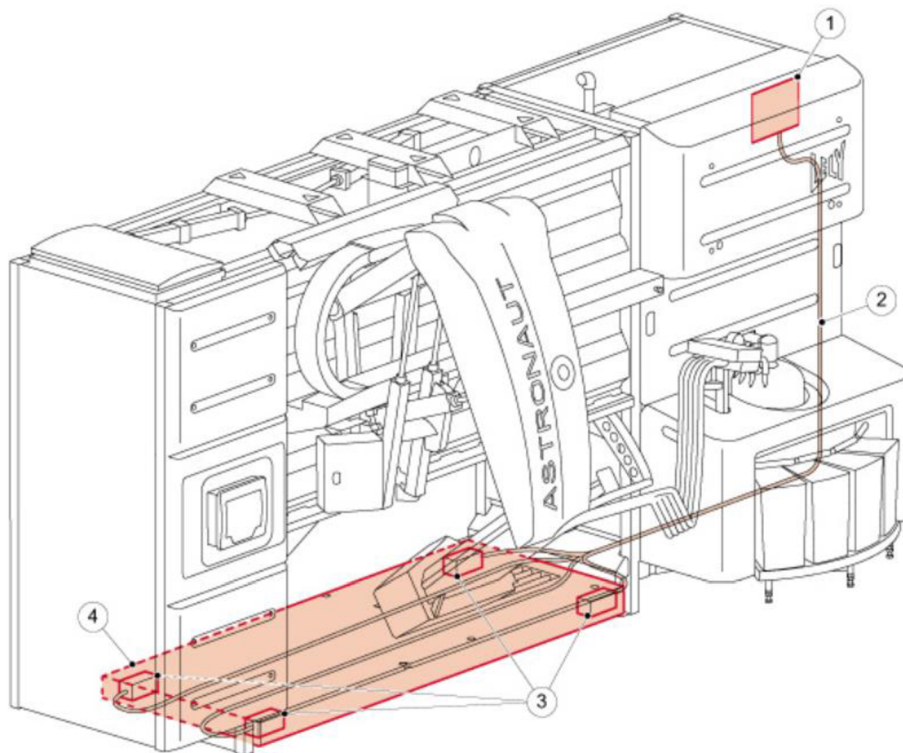
- mléčné hadice jsou chráněny uvnitř ramena a čisticí kartáčky zajišťují vynikající očistu se současnou stimulací struku za účelem vyvolání ejekčního efektu,
- součástí robotu je i systém separace mléka pro separaci kolostra a nestandardního mléka,
- použitý centrální řídicí systém čištění CRS+ automaticky řídí a synchronizuje proplachy všech mléčných cest včetně mléčného tanku. Nestandardní nebo kontaminované mléko např. antibiotiky, je přečerpáno do zvláštních nádob a systém následně provede proplach dotčených cest. Dvakrát až třikrát denně probíhá hlavní čištění celého systému robotu vroucí vodou a dezinfekčními prostředky,
- obsahuje komplexní manažerský systém T4C, který zajišťuje úplnou kontrolu nad chovaným stádem. Jeho základem jsou jednoduchá a dobře organizovaná zobrazení na displeji, včetně obsáhlých grafických přehledů. Samozřejmostí je i mobilní verze tohoto systému,
- zjednodušení obsluhy přináší instalace dotykové obrazovky X-Link, která umožňuje provádět veškeré operace přímo na robotu.

Zpracovaná data z počítačového programu Lely se zobrazují uživateli na obrazovce ve formě tabulek a grafů. Ukázky jsou uvedeny v příloze (obrázek 17, 18, 19).

Pro zpracování disertační práce byla zásadní součástí dojícího robota váhící jednotka, tzv. Gravitor (viz, obrázek 13 níže a obrázek 20 v příloze).

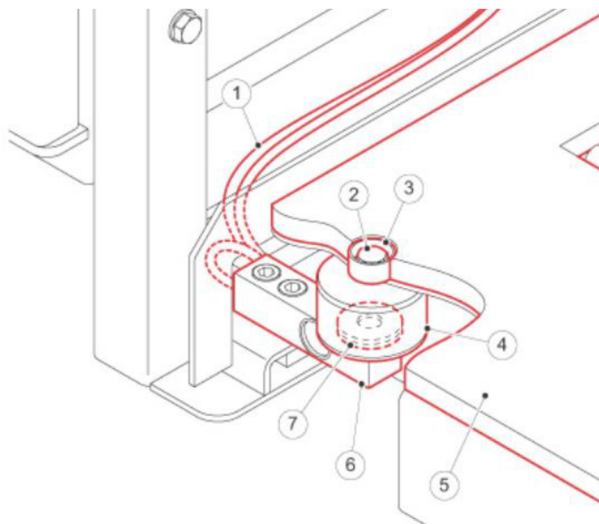
- 1) Váží tenzometrické jednotky (3) zabudované do nerezové podlahy boxu robotu (4) a připojené do zařízení Gravitor (1) – náčrt viz. obrázek 12, níže.
- 2) Každá jednotka má unikátní kalibrační hodnotu, která je součástí certifikátu každé jednotky. Hodnota se zadává do dotykové obrazovky robotu.
- 3) Jednotky posílají zatížení v mV do elektronické desky Gravitor.
- 4) Gravitor počítá celkovou hmotnost dojnice.

**Obrázek 12:** Váha v robotu



Zdroj: [www.lely.com](http://www.lely.com)

**Obrázek 13:** Detail Gravitor



Zdroj: [www.lely.com](http://www.lely.com)

- 5) Gravitor počítá těžiště krávy, které se využívá k určení polohy dojnice. Tím se neustále sleduje poloha dojnice v boxu robotu v podélném směru a rameno tak zůstává vzhledem k dojnici ve stejné poloze.

6) Součástí údržby je zajistit, aby se podlaha robotu po stranách nedotýkala a aby byla váha pravidelně tárována.

#### 7) Specifikace

Kapacita: 1000 kg (2205 lbs)

Rozměry:

Šířka: 31.7 mm (1.25 in)

Výška: 31.7 mm (1.25 in)

Délka: 130.0 mm (5.1 in).

Napájení:

Vstupní napětí: 5 VDC

Výstup: 3.0 mV/V



## 4.2 Metodika

Pro navržení metodiky, která bude sledovat hmotnostní křivky dojníc a upozorňovat na odchylky překračující fyziologicky přípustné změny hmotnosti, bylo třeba nejprve sestavit obecnou hmotnostní křivku. Základem pro sestavení obecné hmotnostní křivky se stala data z automatizovaného systému vážení robotem Astronaut 3. Jednotlivé reporty byly vytvořeny pro každou dojnici zvlášť. Report obsahoval následující údaje:

- evidenční: číslo kusu a skupiny, číslo respondéru
- reprodukční: datum otelení, pořadí laktace, reprodukční stav
- technologické: počet dojení, počet neúspěšných dojení, počet odmítnutí
- denní: datum, laktační den, hmotnost, denní produkce, kvalita nádoje

Data o pořadových dnech laktace a jim odpovídající hmotnosti byly načteny do jednotlivých souborů v MS Excel pro každou dojnici k dalšímu zpracování. V příloze je uvedena tabulka č.1 – Souhrnná data vážených dojníc podle laktací. Z naměřených hmotností v jednotlivých dnech po otelení byl vytvořen graf závislosti hmotnosti na pořadovém dni laktace příslušné dojnice. Vzhledem k vysoké míře fluktuace měřených hmotností byla provedena hrubá filtrace dat klouzavým průměrem. Hmotnost v daném dni tak byla nahrazena aritmetickým průměrem z celkem devíti hmotností, a to naměřených v daný den a dále ve čtyřech dnech předcházejících a čtyřech dnech následujících po daném dni. Takto filtrovaná data byla přidána jako druhá řada do příslušného grafu pro vizuální kontrolu.

Ze vzorku celkem 64 krav byly nejdříve odstraněny duplicitní záznamy (4 záznamy). U všech zbývajících 60 vzorků byla k dispozici unikátní data hmotností. Proto byla nadále zpracovávána jen tato část záznamů. Průběh jednotlivých křivek filtrovaných hmotností byl modelován pomocí lomené čáry stanovené pomocí pořadového dne a hmotnosti celkem pěti bodů, prvního a posledního měřeného dne laktace a tří bodů mezi těmito dvěma okrajovými dny (ve výpočtech označovány jako body zlomu). Tyto body zlomu rozdělují celkový interval měření na 4 dílčí intervaly:

- <1. měřený den; 1. zlom>,
- <1. zlom; 2. zlom>,
- <2. zlom; 3. zlom>,
- <3. zlom; poslední měřený den>.

Na každém dílčím intervalu byla metodou nejmenších čtverců stanovena lineární závislost mezi hmotností a pořadovým dnem laktace a určen residuální součet čtverců. Pro konkrétní trojici zlomových bodů byl následně určen celkový residuální součet čtverců jako prostý součet residuálních součtů čtverců získaných na dílčích intervalech. Změnou polohy zlomových bodů docházelo ke změnám modelových lineárních závislostí, tím i dílčích residuálních součtu čtverců a také celkového residuálního součtu čtverců. Jako optimální kombinace zlomových bodů byla zvolena ta varianta, u které bylo dosaženo minima celkového součtu residuálních součtů čtverců na dílčích intervalech. Pro optimalizované body zlomu byla určena modelová hmotnost jako aritmetický průměr z obou hmotností vypočtených na příslušných lineárních modelech nalevo a napravo od zlomového bodu. Modelová lomená čára pak pouze spojuje první měřený den, jednotlivé optimalizované body zlomů a poslední měřený den.

U všech dojnic byl použit stejný, výše popsáný postup a stanoveny celkem tři body zlomu. Vzhledem k tomu, že byla k dispozici data z vysoce variabilní celkovou délkou měření (od 126 dní až po 581 dní) a u všech průběhů byly použity pouze tři body zlomu, nebylo tak možno připravit odpovídající model postihující v rozumné míře všechny vzorky. Proto byl v druhém kroku vytvořený algoritmus použit u všech dojnic pouze na hmotnosti měřené do 120. dne laktace. K dalším měřeným hmotnostem se nepřihlíželo. V dalším statistickém zpracování dat byl použit Turkeyho HSD test. K tomuto zpracování a zobrazení je nutné využít doplněk Excelu XRealStats.xlms.

## 5 VÝSLEDKY, HODNOCENÍ A DISKUZE

### 5.1 Stanovení hmotnostní křivky

Algoritmem stanovené pořadové dny optimalizovaných bodů zlomu byly vloženy do souboru viz. tabulka 11 – Přehled (8.,9.,10. sloupec), kde jsou dále určeny jejich aritmetické průměry, výběrové směrodatné odchytky, maximální a minimální hodnoty a variační rozpětí. Takovýto model dobře vystihuje dny, kdy optimálně dochází ke zlomu v modelovém průběhu hmotnosti dojnice, ale bohužel neřekne nic o optimální modelové hmotnosti v tento den.

V dalším kroku byla proto data hmotností každé dojnice normována, přičemž jako výchozí stav (100 %) byla zvolena hmotnost 6. den laktace, protože u většiny vzorků (celkem 55) byla tato hodnota již k dispozici. Ukázka závislosti relativní hmotnosti v % na laktačním dni je uvedena v Příloze v grafech 1–6. Tato úprava žádným způsobem neovlivňuje polohu zlomových bodů, ale odstraňuje nedostatek spočívající v rozdílné počáteční hmotnosti jednotlivých dojnic a umožňuje určit navzájem porovnatelnou normovanou modelovou hmotnost ve zlomových dnech. Ve výše zmíněném souboru jsou k dispozici i tyto hmotnosti (sloupce S, T, U), dále normovaná hmotnost první měřený den (sloupec R) a normovaná hmotnost 120. den laktace (sloupec V). Stejně jako pro pořadové dny zlomových bodů, tak i pro normované hmotnosti byl určen aritmetický průměr, výběrová směrodatná odchytky, maximální a minimální hodnota a variační rozpětí. Výsledky pro zlomové body (aritmetický průměr  $\pm$  výběrová směrodatná odchytky) jsou také shrnuty v následující tabulce 10.

**Tabulka 10:** Výsledky pro zlomové body

	den laktace	normovaná hmotnost
1. zlom	22,33 $\pm$ 11,44	95,30 $\pm$ 2,81
2. zlom	59,53 $\pm$ 11,74	94,80 $\pm$ 5,25
3. zlom	95,30 $\pm$ 12,03	95,28 $\pm$ 5,85

V tabulce 11 – Přehled je možné i filtrovat získaná data (filtr umístěn do řádku 9). Příslušné statistické charakteristiky (řádky 3 až 8) se pak počítají pouze ze zobrazených neofiltrovaných dat. Zřejmě nejlogičtější se jeví filtrování dat podle pořadí laktace. Proto byla příslušná data rozdělena do pěti skupin podle tohoto parametru, přičemž do páté oblasti byly zařazeny všechny dojnice s pátou a vyšší laktací. Následně byla získaná data statisticky testována na rozdíl středních hodnot mezi jednotlivými skupinami pomocí Tukeyho HSD testu na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . Výsledky jsou k dispozici v Příloze v tabulce 2 A–H: Porovnání.

**Tabulka 11: Přehled**

Soubor	laktace	průběh do 120. dne									relativní modelový průběh do 120. dne vzhledem k 6. dni						
		1. měřený den	poslední měřený den	původní hmot	koncová hmot	hmot 120. den	1.zlom	2.zlom	3.zlom	resss	hmot 6. den	původní hmot	1.zlom hmot	2.zlom hmot	3.zlom hmot	koncová hmotnost 120. den	resss
počet		55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
průměr		3,40	245,36	710,22	711,65	668,91	21,09	59,07	96,13	847,58	701,51	100,28	95,30	94,80	95,28	96,03	17,09
smodch		1,15	78,06	82,28	73,03	62,56	6,87	10,20	10,59	549,16	82,67	1,05	2,81	5,25	5,85	5,98	11,21
maximum		6	438	896	883	812	43	84	113	2787,57	874	102,22	102,86	115,44	117,49	118,05	64,97
minimum		1	126	517	543	545	12	37	57	97,26	511	98,16	87,46	83,36	85,06	85,02	2,07
rozpětí		5	312	379	340	267	31	47	56	2690,31	363	4,06	15,40	32,07	32,43	33,02	62,91
							20	60	100								
Report 2	1	6	126	660	676	678	17	55	112	186,20	660	98,16	95,63	98,44	100,20	101,84	4,27
Report 7	1	6	141	665	638	630	32	54	87	336,81	665	98,24	92,52	94,24	92,03	94,84	7,62
Report 8	3	3	147	699	673	663	15	56	99	638,06	682	101,80	98,89	96,71	97,80	97,25	13,72
Report 10	2	3	155	745	681	635	26	51	85	1285,76	722	100,66	94,45	90,75	90,72	90,55	24,67
Report 11	1	2	155	632	623	614	18	54	110	347,05	630	100,39	94,63	93,25	95,75	96,92	8,74
Report 12	3	4	156	713	686	695	23	61	76	423,56	711	100,20	95,52	95,69	94,39	97,19	8,38
Report 13	1	4	157	517	543	545	28	48	98	289,90	511	98,84	102,09	101,76	106,03	105,99	11,10
Report 14	2	3	162	730	740	733	31	64	89	957,32	718	100,29	100,25	100,14	100,28	101,36	18,57
Report 15	1	3	162	667	638	626	16	50	93	629,47	655	101,35	96,09	92,32	95,36	94,78	14,67
Report 16	1	4	166	623	604	585	15	43	75	1555,72	627	98,73	94,56	90,09	92,55	93,40	39,57
Report 17	1	4	166	569	606	592	16	54	92	684,90	562	100,03	97,31	100,21	103,16	105,42	21,68

Soubor	laktace	1. měřený den	poslední měřený den	původní hmot	koncová hmot	průběh do 120. dne					hmot 6. den	relativní modelový průběh do 120. dne vzhledem k 6. dni						
						hmot 120. den	1.zlom	2.zlom	3.zlom	resss		původní hmot	1.zlom hmot	2.zlom hmot	3.zlom hmot	koncová hmotnost 120. den	resss	
počet		55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
průměr		3,40	245,36	710,22	711,65	668,91	21,09	59,07	96,13	847,58	701,51	100,28	95,30	94,80	95,28	96,03	17,09	
smodch		1,15	78,06	82,28	73,03	62,56	6,87	10,20	10,59	549,16	82,67	1,05	2,81	5,25	5,85	5,98	11,21	
maximum		6	438	896	883	812	43	84	113	2787,57	874	102,22	102,86	115,44	117,49	118,05	64,97	
minimum		1	126	517	543	545	12	37	57	97,26	511	98,16	87,46	83,36	85,06	85,02	2,07	
rozpětí		5	312	379	340	267	31	47	56	2690,31	363	4,06	15,40	32,07	32,43	33,02	62,91	
							20	60	100									
Report 18	2	3	169	713	682	699	16	45	89	923,35	729	99,26	95,42	99,59	95,72	95,09	17,37	
Report 19	2	3	169	650	602	600	14	74	91	508,28	622	102,05	94,54	95,99	95,39	95,79	13,14	
Report 20	1	3	169	678	684	675	19	51	106	706,46	682	99,94	96,28	96,85	97,17	99,06	15,19	
Report 21	4	3	172	827	758	738	13	57	96	947,83	820	99,84	96,30	90,39	88,82	90,34	14,10	
Report 22	2	4	173	714	679	655	25	42	57	1201,47	704	100,02	95,00	97,10	92,28	93,88	24,24	
Report 23	4	4	191	821	774	753	24	67	89	1011,48	827	98,88	93,55	93,80	89,24	91,40	14,79	
Report 24	2	2	194	745	711	589	18	66	113	683,72	744	99,92	93,63	94,18	91,91	93,17	12,35	
Report 25	2	2	200	736	746	728	16	69	104	937,03	761	99,60	96,11	98,77	97,57	97,18	16,18	
Report 26	1	3	204	663	636	607	18	64	100	2547,44	669	99,00	91,96	93,70	93,35	92,63	56,92	
Report 27	2	2	214	714	749	743	16	60	94	869,43	715	100,22	96,17	97,54	101,40	103,00	17,01	
Report 28	2	2	215	642	648	644	20	60	98	621,54	634	100,07	96,05	98,23	101,09	100,99	15,46	
Report 29	4	3	216	872	883	812	29	68	97	1141,61	874	99,65	89,98	90,62	93,05	92,50	14,94	
Report 30	1	3	223	683	687	637	14	58	89	791,97	649	102,03	96,33	95,44	96,29	97,82	18,80	

Soubor	laktace	1. měřený den	poslední měřený den	původní hmot	koncová hmot	průběh do 120. dne					hmot 6. den	relativní modelový průběh do 120. dne vzhledem k 6. dni						
						hmot 120. den	1.zlom	2.zlom	3.zlom	resss		původní hmot	1.zlom hmot	2.zlom hmot	3.zlom hmot	koncová hmotnost 120. den	resss	
počet		55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
průměr		3,40	245,36	710,22	711,65	668,91	21,09	59,07	96,13	847,58	701,51	100,28	95,30	94,80	95,28	96,03	17,09	
smodch		1,15	78,06	82,28	73,03	62,56	6,87	10,20	10,59	549,16	82,67	1,05	2,81	5,25	5,85	5,98	11,21	
maximum		6	438	896	883	812	43	84	113	2787,57	874	102,22	102,86	115,44	117,49	118,05	64,97	
minimum		1	126	517	543	545	12	37	57	97,26	511	98,16	87,46	83,36	85,06	85,02	2,07	
rozpětí		5	312	379	340	267	31	47	56	2690,31	363	4,06	15,40	32,07	32,43	33,02	62,91	
							20	60	100									
Report 31	4	3	227	824	710	698	18	78	89	1756,64	811	100,68	95,66	89,69	85,22	86,09	26,71	
Report 32	2	2	229	668	630	612	15	64	96	2787,57	655	100,80	92,04	93,65	92,75	92,11	64,97	
Report 33	2	3	234	777	770	752	14	58	103	521,84	787	99,71	96,86	93,67	96,33	96,29	8,43	
Report 34	9	3	243	752	627	631	12	43	85	700,46	741	99,82	92,43	83,36	85,06	85,02	12,76	
Report 35	4	3	245	896	796	801	27	65	105	1632,84	870	102,01	93,08	87,69	88,37	91,40	21,57	
Report 36	1	5	251	632	652	612	26	69	106	433,62	628	100,50	99,01	95,11	97,34	97,70	10,99	
Report 37	1	1	252	631	696	625	16	58	97	605,67	615	101,38	95,83	100,33	100,91	102,94	16,01	
Report 38	1	3	255	541	586	562	34	61	111	156,73	540	100,42	96,30	97,69	104,07	104,29	5,37	
Report 39	3	2	256	805	813	737	14	61	94	711,05	790	100,44	95,05	91,84	91,86	92,60	11,39	
Report 40	2	2	256	756	778	721	36	62	107	1095,89	746	99,22	93,52	95,39	97,40	96,57	19,69	
Report 41	1	4	260	643	683	616	29	53	96	872,82	623	101,66	87,46	90,64	94,35	98,81	22,49	
Report 42	1	5	263	626	646	557	15	37	77	443,64	606	99,31	92,90	87,03	87,95	92,29	12,08	
Report 43	3	4	269	695	730	702	27	77	107	688,74	679	101,23	98,81	99,87	101,11	102,72	14,94	

Soubor	laktace	1. měřený den	poslední měřený den	původní hmot	koncová hmot	průběh do 120. dne					hmot 6. den	relativní modelový průběh do 120. dne vzhledem k 6. dni						
						hmot 120. den	1.zlom	2.zlom	3.zlom	resss		původní hmot	1.zlom hmot	2.zlom hmot	3.zlom hmot	koncová hmotnost 120. den	resss	
počet		55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
průměr		3,40	245,36	710,22	711,65	668,91	21,09	59,07	96,13	847,58	701,51	100,28	95,30	94,80	95,28	96,03	17,09	
smodch		1,15	78,06	82,28	73,03	62,56	6,87	10,20	10,59	549,16	82,67	1,05	2,81	5,25	5,85	5,98	11,21	
maximum		6	438	896	883	812	43	84	113	2787,57	874	102,22	102,86	115,44	117,49	118,05	64,97	
minimum		1	126	517	543	545	12	37	57	97,26	511	98,16	87,46	83,36	85,06	85,02	2,07	
rozpětí		5	312	379	340	267	31	47	56	2690,31	363	4,06	15,40	32,07	32,43	33,02	62,91	
							20	60	100									
Report 44	2	3	272	819	728	711	18	43	103	803,88	798	102,22	94,41	89,67	88,18	86,93	12,62	
Report 45	4	3	281	813	714	687	14	50	95	771,87	779	102,10	97,13	88,72	87,82	88,36	12,72	
Report 47	1	4	282	694	732	664	29	52	92	97,26	686	100,25	97,82	95,47	95,09	96,42	2,07	
Report 48	1	3	291	666	694	618	14	77	100	417,65	644	101,80	98,48	95,00	94,80	95,91	10,07	
Report 49	3	3	298	837	818	777	17	55	106	419,93	832	99,98	93,21	91,73	91,78	92,57	6,07	
Report 50	1	6	298	726	701	648	22	66	87	819,44	726	99,18	91,79	88,34	89,32	87,94	15,55	
Report 51	5	5	300	764	766	697	18	60	97	617,84	770	99,37	96,05	93,53	91,69	90,06	10,42	
Report 52	1	5	311	593	693	645	25	61	95	627,98	596	100,00	99,01	105,61	106,89	108,47	17,68	
Report 53	1	4	327	679	758	634	43	60	103	353,41	676	100,10	96,57	96,56	92,47	93,67	7,73	
Report 54	4	3	334	813	781	750	18	61	103	746,69	803	101,40	93,53	94,01	93,55	93,85	11,58	
Report 55	2	4	333	794	787	693	21	56	97	2320,93	790	101,42	89,46	86,47	89,00	89,58	37,19	
Report 57	2	3	375	779	856	732	23	73	102	915,34	748	99,47	94,95	100,34	99,62	97,23	16,36	
Report 58	3	6	387	662	694	607	30	84	107	1093,27	662	98,80	93,89	95,65	95,16	94,29	24,95	

Soubor	laktace	1. měřený den	poslední měřený den	původní hmot	koncová hmot	průběh do 120. dne					hmot 6. den	relativní modelový průběh do 120. dne vzhledem k 6. dni						
						hmot 120. den	1.zlom	2.zlom	3.zlom	resss		původní hmot	1.zlom hmot	2.zlom hmot	3.zlom hmot	koncová hmotnost 120. den	resss	
počet		55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
průměr		3,40	245,36	710,22	711,65	668,91	21,09	59,07	96,13	847,58	701,51	100,28	95,30	94,80	95,28	96,03	17,09	
smoch		1,15	78,06	82,28	73,03	62,56	6,87	10,20	10,59	549,16	82,67	1,05	2,81	5,25	5,85	5,98	11,21	
maximum		6	438	896	883	812	43	84	113	2787,57	874	102,22	102,86	115,44	117,49	118,05	64,97	
minimum		1	126	517	543	545	12	37	57	97,26	511	98,16	87,46	83,36	85,06	85,02	2,07	
rozpětí		5	312	379	340	267	31	47	56	2690,31	363	4,06	15,40	32,07	32,43	33,02	62,91	
							20	60	100									
Report 59	2	5	430	674	787	643	26	41	77	376,35	668	99,39	95,77	96,66	93,36	98,06	8,43	
Report 60	2	2	438	732	829	717	25	69	104	544,68	726	100,33	96,00	96,18	96,65	98,56	10,33	
Report 62	2	3	364	664	773	650	22	51	102	782,31	647	101,54	95,23	96,90	100,62	99,91	18,69	
Report 63	3	3	388	632	745	690	12	69	103	732,87	586	100,78	102,86	115,44	117,49	118,05	21,34	
Report 65	5	3	344	797	821	725	21	64	102	1541,55	782	100,97	93,28	86,13	92,52	90,44	25,21	

Zdroj: vlastní



Při statistických testech byly sledovány statistické rozdíly mezi jednotlivými skupinami, a to jak v pořadovém čísle dne laktace, tak i v normované hmotnosti pro daný bod zlomu. Zároveň byl testován statistický rozdíl mezi skupinami v normované hmotnosti první měřený den a 120. den laktace. Nebyly zjištěny žádné statisticky významné rozdíly mezi středními hodnotami pořadových dnů bodů zlomu a mezi normovanými hmotnostmi první měřený den napříč všemi skupinami. Ve většině případů se statisticky významně neliší ani střední hodnoty ostatních normovaných hmotností. Výjimku tvoří normovaná hmotnost ve druhém bodu zlomu, kde je statisticky významný rozdíl mezi skupinou dojníc na 3. a 4. laktaci ( $m_3 = 98,13 \%$ ,  $m_4 = 90,70 \%$ ;  $p = 0,039$ ) a také mezi skupinou dojníc na 3. laktaci a na laktacích vyšších než čtvrté ( $m_3 = 98,13 \%$ ,  $m_5 = 87,67 \%$ ;  $p = 0,019$ ). Obdobně jsou statisticky významné rozdíly v normovaných hmotnostech ve třetím bodu zlomu mezi skupinou na 1. a 4. laktaci ( $m_1 = 96,75 \%$ ,  $m_4 = 89,44 \%$ ;  $p = 0,022$ ) a mezi skupinou dojníc na 3. a 4. laktaci ( $m_3 = 98,51 \%$ ,  $m_4 = 89,44 \%$ ;  $p = 0,019$ ). Zajímavé je také porovnání středních hodnot normovaných hmotností 120. den laktace, kde ve skupině dojníc na 4. laktaci vychází statisticky významný rozdíl se skupinou dojníc na 1. laktaci ( $m_1 = 98,06 \%$ ,  $m_4 = 90,56 \%$ ;  $p = 0,018$ ) a 3. laktaci ( $m_3 = 99,24 \%$ ,  $m_4 = 90,56 \%$ ;  $p = 0,027$ ). Analogická situace je u skupiny dojníc na vyšších laktacích než čtvrté, kde je normovaná hmotnost 120. den také statisticky významně odlišná od skupin na 1. laktaci ( $m_1 = 98,06 \%$ ,  $m_5 = 88,51 \%$ ;  $p = 0,041$ ) a 3. laktaci ( $m_3 = 99,24 \%$ ,  $m_5 = 88,51 \%$ ;  $p = 0,038$ ). Je tedy možné říct, že u krav na vyšších laktacích dochází k návratu na původní hmotnost významně pomaleji než u dojníc na nižších laktacích. Na základě analýzy 55 průběhů hmotností od prvního měřeného dne až po 120. měřený den bylo statisticky určeno celkem pět význačných (uzlových) bodů pro tvorbu modelové hmotnostní křivky. U každého bodu bylo určeno průměrné pořadové číslo dne a průměrná relativní hmotnost vztažená k hmotnosti 6. den po otelení (u všech 55 vzorků krav byla známa hodnota hmotnosti v tento den) včetně jejich směrodatných odchylek. Souhrn výsledků je v následující tabulce 12 – Pět význačných bodů:

**Tabulka 12:** Pět význačných bodů

	den laktace	relativní hmotnost
	$d \pm s_d$	$m \pm m_d$
první měřený den	3,40 ± 1,15	100,28 ± 1,05
1. zlom	21,09 ± 6,87	95,30 ± 2,81
2. zlom	59,07 ± 10,20	94,80 ± 5,25
3. zlom	96,13 ± 10,59	95,28 ± 5,85
120. den laktace	120,00 ± 0,00	96,03 ± 5,98

Zdroj: vlastní

Těchto pět určených bodů rozdělí prvních 120 dní laktace na čtyři intervaly:

- $I_1 = \langle 3,40; 21,09 \rangle$
- $I_2 = \langle 21,09; 59,07 \rangle$
- $I_3 = \langle 59,07; 96,13 \rangle$
- $I_4 = \langle 96,13; 120,00 \rangle$

V každém intervalu byla z parametrů krajních bodů určena přímka ve tvaru  $m = k \cdot d + q$ , kde  $m$  je relativní průměrná hmotnost (3. sloupec tabulky výše) v daný průměrný den laktace  $d$  (druhý sloupec tabulky výše),  $k$  je směrnice hledané přímky a  $q$  je průsečík přímky se svislou osou. Pro parametry  $k, q$  rovnice platí:

$$k = \frac{m_P - m_L}{d_P - d_L} \text{ a } q = \frac{m_L \cdot d_P - d_L \cdot m_P}{d_P - d_L},$$

kde indexy  $L$  (respektive  $P$ ) označují relativní hmotnost  $m$  a den laktace  $d$  levého (respektive pravého) krajního uzlového bodu příslušného intervalu.

Následně byly určeny i jejich odchylky dle vztahů:

$$s_k = \sqrt{\left[ -\frac{m_P - m_L}{(d_P - d_L)^2} \cdot s_{d_L} \right]^2 + \left[ \frac{m_P - m_L}{(d_P - d_L)^2} \cdot s_{d_P} \right]^2 + \left[ -\frac{1}{d_P - d_L} \cdot s_{m_L} \right]^2 + \left[ \frac{1}{d_P - d_L} \cdot s_{m_P} \right]^2},$$

$$s_q = \sqrt{\left[ -\frac{d_P \cdot (m_P - m_L)}{(d_P - d_L)^2} \cdot s_{d_L} \right]^2 + \left[ \frac{d_L \cdot (m_P - m_L)}{(d_P - d_L)^2} \cdot s_{d_P} \right]^2 + \left[ \frac{d_P}{d_P - d_L} \cdot s_{m_L} \right]^2 + \left[ -\frac{d_L}{d_P - d_L} \cdot s_{m_P} \right]^2}.$$

Výsledné hodnoty parametrů včetně odchylek pro jednotlivé intervaly jsou shrnuty v následující tabulce ( $k \pm s_k, q \pm s_q$ ):

**Tabulka 13:** Hodnoty parametrů

$I_1 = \langle 3,40; 21,09 \rangle$	$I_2 = \langle 21,09; 59,07 \rangle$	$I_3 = \langle 59,07; 96,13 \rangle$	$I_4 = \langle 96,13; 120,00 \rangle$
$k = (-0,28139 \pm 0,20266)$	$k = (-0,01315 \pm 0,15696)$	$k = (0,01278 \pm 0,21219)$	$k = (0,03147 \pm 0,35070)$
$q = (101,24 \pm 1,46)$	$q = (95,58 \pm 5,26)$	$q = (94,05 \pm 16,52)$	$q = (92,25 \pm 38,04)$

Zdroj: vlastní

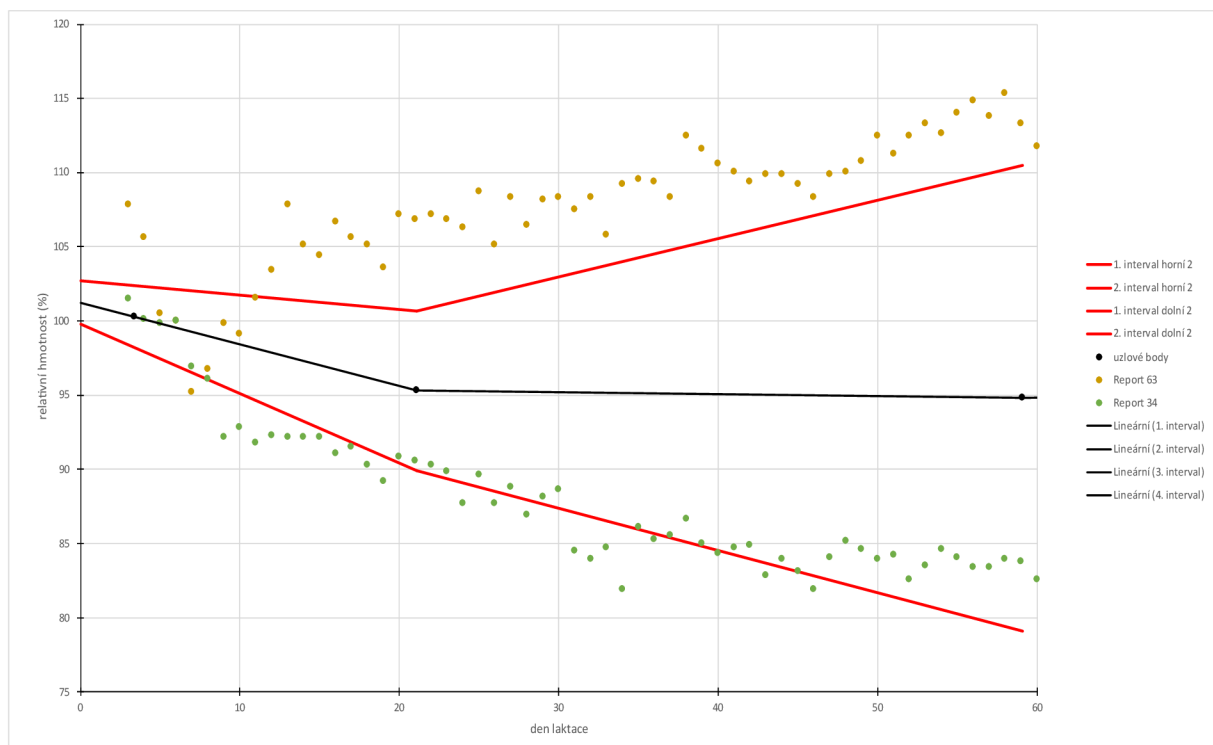
Odhad hodnoty relativní hmotnosti  $\hat{m}$  pro daný den  $d$  na modelové křivce se vypočte z rovnice úsečky s parametry odpovídajícími danému intervalu, do něhož den  $d$  spadá,

tzn.  $\hat{m} = k \cdot d + q$ . Modelová křivka hmotností z těchto odhadů relativní hmotnosti  $\hat{m}$  je znázorněna v grafu (viz. graf 1 - Modelová křivka) plnou černou čarou procházející jednotlivými uzlovými body. Odchylka odhadu této hmotnosti je určena ze vztahu:

$$\hat{s}_m = \sqrt{(d \cdot s_k)^2 + s_q^2}$$

Ve všech třech bodech zlomu byl poté ještě určen aritmetický průměr  $\bar{s}_m$  z obou odchylek odhadu  $\hat{s}_m$  jejich hmotnosti, které odpovídají jak levému intervalu, tak i pravému intervalu, do nichž zlomový bod patří. V grafu je nakonec pomocí červených lomených čar znázorněn interval  $\langle \hat{m} - \bar{s}_m; \hat{m} + \bar{s}_m \rangle$ , do něhož by měla spadat relativní hmotnost dojnice v daný den laktace.

**Graf 1:** Modelová křivka



Zdroj: vlastní

## 5.2 Vztah mezi celoroční hmotností a mléčnou produkcí

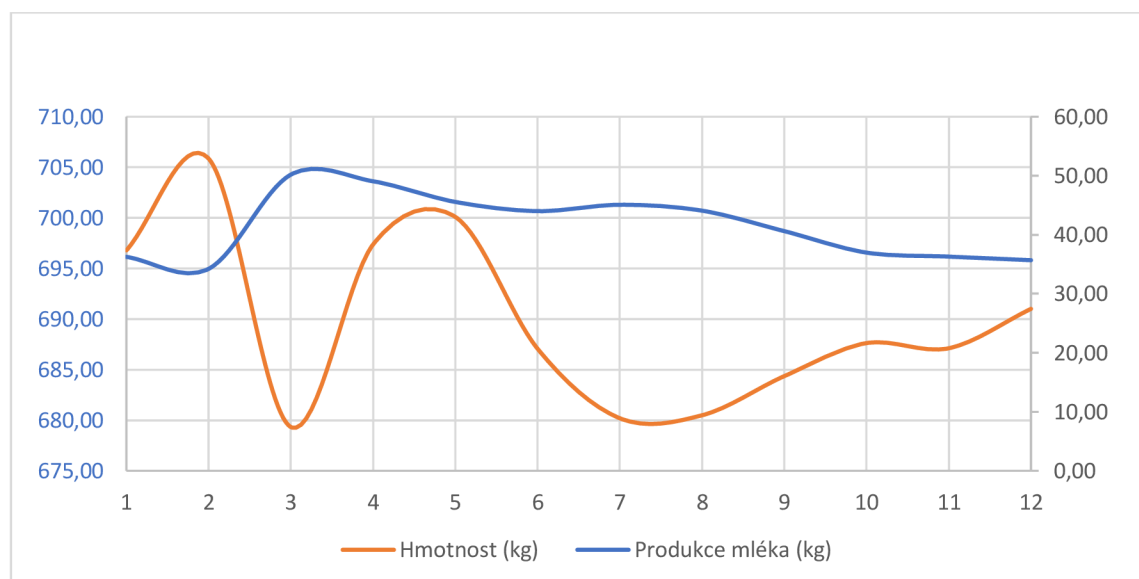
Při sledování roční mléčné produkce a ročnímu vývoji hmotností se každodenně spočítala průměrná denní produkce a průměrná hmotnost dojnice. Do hodnocení se zařadil ještě průměrný laktační den.

**Tabulka 14:** Vztah mezi ročním průběhem hmotnosti, mléčnou produkcí a laktačním dnem

Měsíc	Ø Hmotnost (kg)	Ø Produkce mléka (kg)	Ø Laktační den
I	696,79	36,25	188,55
II	705,85	34,22	208,16
III	679,33	50,18	84,97
IV	697,37	49,05	91,55
V	700,09	45,56	91,60
VI	687,07	44,00	86,97
VII	680,20	45,07	92,78
VIII	680,49	44,07	106,60
IX	684,36	40,61	117,58
X	687,62	36,97	125,26
XI	687,11	36,29	147,67
XII	691,00	35,68	171,02

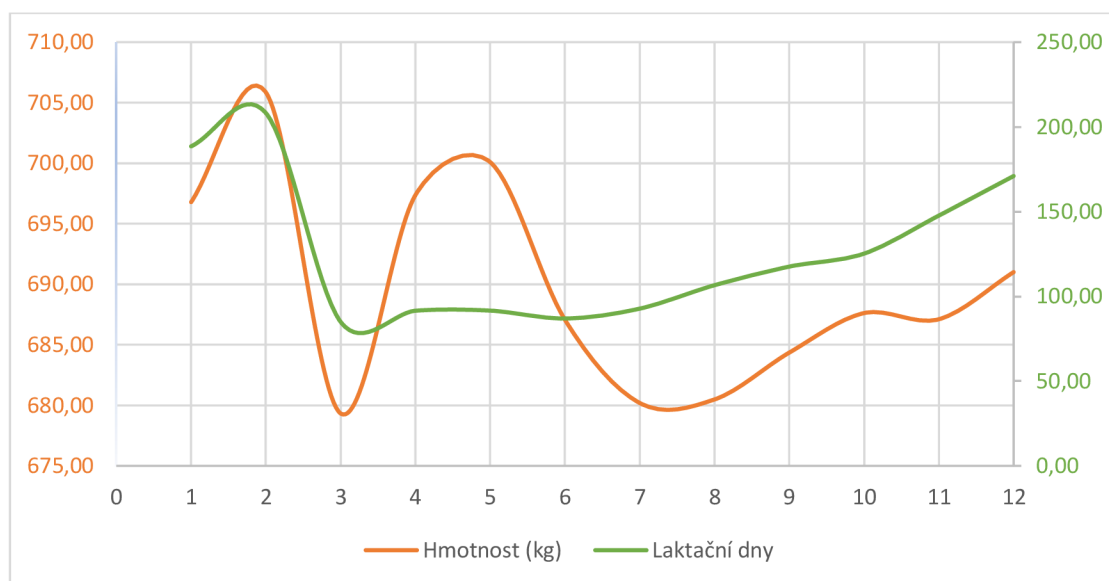
Zdroj: vlastní

**Graf 2:** Vztah mezi prům. měsíční produkcí a prům. hmotností dojnic



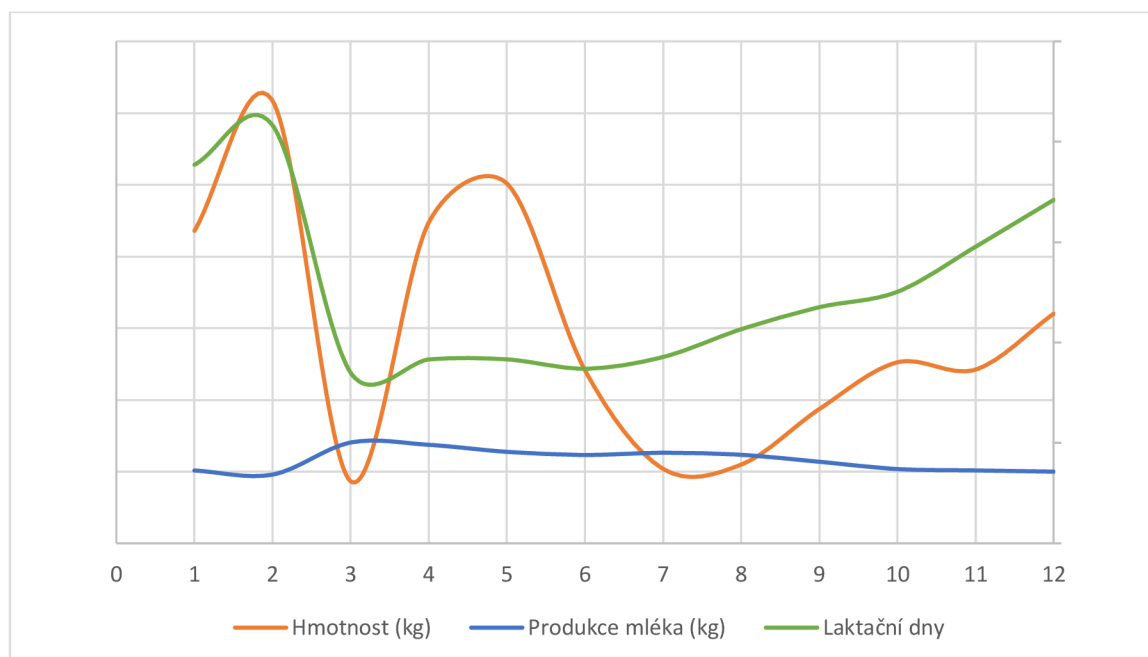
Zdroj: vlastní

**Graf 3:** Vztah mezi prům. hmotnostmi dojnic a prům. laktačním dnem



Zdroj: vlastní

**Graf 4:** Vztah mezi prům. měsíční produkcí, prům. hmotností dojnic a průměrným laktačním dnem



Zdroj: vlastní

Z tabulky 14 a grafů 2 – 4 je zřejmé, že k významnému úbytku průměrné hmotnosti dojnic dochází na přelomu února a března. Tento úbytek průměrné hmotnosti způsobil vyšší počet telení. Tato skutečnost je potvrzena i nízkým průměrným laktačním dnem. Další významný úbytek hmotnosti přichází v měsíci červenci. Tato skutečnost odpovídá práci NOVÁKA et. al.

(2004), který potvrzuje pokles hmotnosti po otelení a vliv tepelného stresu na produkci a hmotnost dojnic.

### 5.3 Hmotnostní křivky nemocných dojnic

Nejčastější onemocnění vyskytující se u dojnic jsou zdravotní problémy s končetinami, reprodukční problémy, onemocnění mléčné žlázy a metabolické poruchy. Toto členění používá např. SMUTNÝ (2015). Údaje o onemocnění a léčení dojnic byly převzaty převážně ze Záznamu o použití léčebných prostředků, a to na obou farmách. Tabulka byla zpracována dle návodu z literatury (HEDGES et al., 2001), kdy se udává četnost onemocnění na sto krav. V tabulce 15 je uvedena frekvence výskytu četnosti onemocnění na 100 krav v ročním průměru.

**Tabulka 15:** Průměrná roční četnost onemocnění na 100 krav

	Farma A	Farma B
Onemocnění mléčné žlázy	40	30
Onemocnění končetin	5	15
Reprodukční problémy	7	12
Metabolické poruchy	8	2

Zdroj: vlastní

Dojnicím, u kterých bylo zjištěno onemocnění, byla kontrolována data o hmotnosti 10 dní před zápisem diagnózy a 10 dní po něm. U onemocnění mléčné žlázy a reprodukčních problémů nebyl prokázán úbytek na hmotnosti, hmotnostní křivky vykazovaly průběh s drobnými úbytky i nárusty hmotnosti nepřesahující fyziologickou změnu.

Onemocnění paznehtů souvisí se zkrácenou laktací, nízkým obsahem tuku v nadojeném mléce a náhlým a výrazným úbytkem hmotnosti (MANSON, 1988). Ve vyhodnocení dat obou farem došlo při zjištění zdravotních poruch s končetinami pouze k drobným úbytkům na váze, nepřesahujícím fyziologické změny. Toto zjištění neodpovídá výsledkům u Mansona, Vysvětlení této zkušenosti je dáno přísnou kontrolou zdravotního stavu zvířat a včasnými zákroky a zároveň stavem vhodného stájového prostředí pro dojnice.

K významnému úbytku hmotnosti došlo u dojnic, u kterých byla diagnostikována ketóza. Toto onemocnění postihne zhruba 20–25 % dojnic v prvních 100 dnech laktace (ILLEK, 2008). V našem případě došlo během sledování farem ke 3 zachyceným výskytům ketózy. Úbytky na hmotnosti dojnic vlivem ketózy jsou zobrazeny v tabulce 16.

**Tabulka 16:** Úbytek na hmotnosti dojníc vlivem ketózy

Dojnice	Začátek		Bod zlomu		Rozdíl		Úbytek		Nejvyšší úbytek
	Den laktace	Hmotnost	Den laktace	Hmotnost	Den laktace	Hmotnost	Kg za den	v %	Za 3 dny
1	3	739 kg	30	456 kg	27	283 kg	10,5 kg	1,4	<b>55 kg, 7,5 %</b>
2	2	997 kg	27	808 kg	25	189 kg	7,6 kg	0,8	<b>68 kg, 6,8 %</b>
3	1	795 kg	42	443 kg	41	352 kg	8,6 kg	1,1	<b>62 kg, 7,8 %</b>

Zdroj: vlastní

## 6 ZÁVĚR

Cílem disertační práce bylo na základě údajů z automatizovaného systému vážení živé hmotnosti dojnic vypracovat metodiku využitelnou pro vyhodnocování zdravotního a výživového stavu stáda.

Vlastní vážení zvířat vychází ze dvou typů dojící technologie – klasická stáj s dojírnou a stáj s dojícím robotem. Údaje o hmotnosti dojnic by měla být přesnější z průchozího vážního systému. Dojnice se váží při odchodu z dojírny, tj. každodenně za stejných podmínek. U dojícího robota může být hmotnost zkreslená množstvím mléka ve vemeni.

Zpracovaná metodika by měla být algoritmizována pro vytvoření software. Toto může být součástí kompletního programového vybavení spojeného s identifikací, řídicí elektronikou a přenosem dat nebo jako samostatný modul s vlastní řídicí elektronikou včetně programového vybavení, displejem a cloudovým řešením.

Metodika vychází z těchto podmínek:

Pro individuální sledování hmotnosti

- každý den dochází ke zvážení zvířete (pokud dojde ke krátké poruše (např. selhání identifikace) doplní se hmotnost z předcházejícího dne
- každý den se porovnává průměrná denní hmotnost s průměrnou denní hmotností z předcházejících dvou dnů a s přepočtenou hmotností křivkou (tj. s relativní hmotností) pro danou dojnici
- k výstražnému oznámení dojde v případě, že relativní hmotnost dojnice dosáhne velikosti povolených odchylek relativní hmotnostní křivky nebo při třech po sobě následujících vážení hmotnost dojnice klesne na úroveň úbytku relativní hmotnosti nad 5 %
- k alarmu dochází v případě, že relativní hmotnost dojnice přesáhne velikosti povolených odchylek relativní hmotnostní křivky nebo při třech po sobě následujících vážení hmotnost dojnice klesne na úroveň úbytku relativní hmotnosti nad 7 %

Pro skupinové sledování hmotnosti se vychází ze stejných parametrů výstražného oznámení. Porovná se ale průměrná denní hmotnost i průměrná relativní hmotnost všech vážených dojnic.



Při naprogramování algoritmu by se zvolily 2 typy režimu: nastavený podle výše uvedených parametrů pro výstrahy a alarmy a hmotnostní křivku nebo režim uživatelský, kdy by byly parametry volitelné.

Vytýčená hypotéza: živá hmotnost dojnic a její změny během dne mají vztah k zdravotnímu a výživovému stavu stáda. Tato hypotéza byla potvrzena a ověřena pro případ změny hmotnosti při metabolickém onemocnění (ketóza). Změna hmotnosti vzhledem k výživovému stavu ověřena nebyla. Obě sledované farmy odpovědně pracují a kontrolují výživu zvířat. Využívají služeb výživového poradce. Pravidelně zakládají a zodpovědně přihrují krmivo. Během roku nedochází ke změně krmné dávky.

## 7 PŘÍNOS PRO CHOVATELSKOU PRAXI A ROZVOJ OBORU

Přínos pro praxi lze rozdělit do tří hledisek. Prvním hlediskem je technické řešení systému, druhým sledování zdravotního stavu dojnic a třetím je náročnost lidské práce.

Technické řešení pro průchozí vážení plně odpovídá trendům Zemědělství 4.0. Samostatná váha s lidskou obsluhou je nahrazena plně automatizovaným vážním systémem, skládajícím se z vlastní váhy (zpravidla tenzometrické), elektronické identifikace, vyspělého IT řešení a napojení na cloudový systém. Toto zpracování dat přináší automatizované zakládání dat o hmotnosti do databáze kompletních dat o dojnici. Vyhodnocením těchto dat pak lze předat výstražnou informaci přes mobil, tablet nebo osobní PC. Upozornění se týká především:

- Výrazné snížení hmotnosti u jednotlivce nebo stáda.
- Sledování kondice v průběhu laktace z důvodu výrazného snížení nebo navýšení hmotnosti.
- Nahrazení práce bonitéra.
- Porovnání hmotnostní křivky s křivkami: laktační, příjmu krmiva, pohybové aktivity a reprodukčním kalendářem

Zemědělství se celosvětově potýká s nedostatkem pracovních sil. Nezájem je především o tradiční namáhavé práce. Zavádění řešení na principu Smart Farming 4.0 přispěje k povýšení zemědělství na moderní a zajímavý obor a tím snad i zvýšení zájmu u nastupující generace do tohoto oboru.

Výsledky práce mohou být použity v rámci dalšího výzkumu.

## 8 SEZNAM LITERATURY

- ABENI, F., CALAMARI, L., CALZA, F., SPERONI, M., BERTONI, G. & PIRLO, G. (2005): *Welfare Assessment Based on Metabolic and Endocrine Aspects in Primiparous Cows Milked in a Parlor or with an Automatic Milking System*. J. Dairy Sci., 88, pp. 3542–3552.
- ABRAMSON, S. (2009): *Vicečetné dojení a jeho vliv na produkci, zdravotní stav a kondici*. *Náš chov*, 5, 22 s. ISSN: 0027-8068
- ARMSTRONG, D. V. (1994): *Heat stress interaction with shade and cooling*. J. Dairy Sci. 77. pp. 2044-2050.
- BEERDA, B., OUTWELTJES, W., SEBEK, L. B. J. WINDIG, J. J. & VEERKAMP, R. F. (2007): *Effects of genotype by environment interactions on milk yield, energy balance, and protein balance*. J. Dairy Sci. 90, pp. 219-228.
- BEEVER, D. E., ROOK, A. J. FRANCE, J., DHANOA, M. S. & GILL, M. (1991): *A review of empirical and mechanistic models of lactational performance by the dairy cow*. Livest. Prod. Sci., 29, pp. 115-130.
- BERMAN, A. J. (2005): *Estimates of heat stress relief needs for Holstein dairy cows*. J. Anim. Sci., 83, pp. 1377-1384.
- BERRY I. L., SHANKLIN, M. D. & JOHNSON, H. D. (1964): *Dairy shelter design based on milk production decline as affected by temperature and humidity*. Trans. Am. Soc. Ag. Eng., 7, pp. 329-331.
- BERRY, D. P., HORAN, B. & DILLON, P. (2005): *Comparison of growth curves of three strains of female dairy cattle*. Anim. Sci., 80, pp. 151-160.
- BOTTO, V., KONÍČEK, R. & PAŠEK, V. (1988): *Chov hovädzieho dobytku*. Príroda Bratislava, 503 s.
- BOURAOUI, R., LAHMAR, M., MAJDOUB, A., DJEMALI, M. & BELYEA, R. (2002): *The relationship of temperature-humidity index with milk production of dairy cows in Mediterranean climate*. Anim. Res., 5, pp. 479-494.
- BOUŠKA J., DOLEŽAL O., JELÍNEK F., KUDRNA V. & KVAPILÍK J. (2006): *Chov dojného skotu*. Praha: Profi Press, 186 str.
- BOUŠKA, J., DOLEŽAL, O. & JÍLEK, F. (2006): *Chov dojeného skotu*. Profi Press, s.r.o, Praha, 186 s. ISBN: 80-86726-16-9
- BRAUN, U., KRÜGER, S. & HÄSSIG, M. (2013): *Ultrasonographic examination of the reticulum, rumen, omasum and abomasum during the first 100 days of life in calve*. Research in Veterinary Science, 95 (2), pp. 326-333.
- BROUČEK, J., MIHINA, Š., RYBA, S. TONGEL, P., KIŠAC, P., UHRINČATI, M. & HANUS, A. (2006): *Effects of high air temperatures on milk efficiency in dairy cows*. Czech J. Anim. Sci., 51, pp. 93-101.
- BRUNO, L. et al. (2012). *Improved traffic signal detection a classification via image processing algorithms*. *Procedia – Social a Behavioral Sciences*, 53:810-820

- COFFEY, M. P., HICKEY, J. & BROTHERSTRONE, S. (2006): *Genetic aspects of growth of Holstein-Friesian dairy cows from birth to maturity*. J. Dairy Sci., 89, pp. 322-329.
- COPPOCK, C. E. (1985): *Energy nutrition and metabolism of the lactating dairy cow*. J. Dairy Sci., 68, pp. 3403-3410.
- CVETICANIN, D. (2003): *New approach to the dynamic weighing of livestock*. Bios. Eng, 86, pp. 247-252.
- ČERVENÝ, Č., KOMÁREK, V. & ŠTĚRBA, O. (1991): *Systema gastropulmonalo – trávící a dýchací soustava*. Koldův atlas veterinární anatomie, GRADA Publishing, Praha, pp. 231-315.
- DAVIS, M. S., MADER, T. L., HOLT, S. M. & PARKHUST, A. M. (2003): *Strategies to reduce feedlot cattle heat stress: Effects on tympanic temperature*. J. Anim. Sci., 8 (1), pp. 649-661.
- DE LA CASA, A. C. & RAVELO, A. C.: *Assessing body temperature and humidity conditions for dairy cattle in Córdoba*. Argentina. Int. J. Biometeorol., 48, pp. 6-9.
- DEVIR, S., ZUR, B., MALTZ, E., GENIZI, A. & ANTLER, A. (1995): *A model for the prediction of dairy cow body weight based on a physiological timescale*. J. Agric. Sci., 125, pp. 415-424.
- DOLEŽAL O. et al. (2000): *Mléko, dojení, dojírny*. Praha: Agrostroj. 239 s.
- DOLEŽAL, O. (2006): *Moderní nebo módní rutiny dojení, sn: Vliv výrobních faktorů a welfare na zdraví, plodnost dojnic, kvalitu a bezpečnost mléka jako potravinové suroviny*. VÚCHS Rapotín, pp. 47-51. ISBN 80-903142-6-0
- DOLEŽAL, O. BÍLEK, M. & DOLEJŠ, J. (2004): *Zásady welfare a nové standardy EU v chovu skotu*. Výzkumný ústav živočišné výroby, 70 str. ISBN – 80-86454-51-7.
- DOLEŽAL, O. et al. (1999): *Vliv četnosti dojení na zdravotní stav, užitkovost a ekonomiku výroby mléka*. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 50 s. ISBN: 80-7271-036-2
- DOLEŽAL, O., BÍLEK, M. & DOLEJŠ, J. (2004): *Zásady welfare a nové standardy EU v chovu skotu*. Výzkumný ústav živočišné výroby Praha-Uhřetěves, Praha, 70 s. ISBN 80-86454-51-7
- DOLEŽAL, O., Staněk, S. (2015): *Chov dojeného skotu*, PP Praha 2015, ISBN 978-80-86726-70-0.
- DU PREZZ, J. H. HATTING, P. J., GIESECKE, W. H. & EISENBERG, B. E. (1990): *Heatstress in dairy cattle and other livestock under Southern African conditions. III. Monthly temperature-humidity index mean values and their significance in the performance of dairy cattle*. Onderstepoort J. Vet. Res., 57, pp. 243-248.
- EBERRY, D. P., BUCKLEY, F. DILLON, P., EVANS, R. D., RATH, M. & VEERKAMP, R. F. (2003): *Genetic relationships among body condition score, body weight, milk yield and fertility in dairy cows*. J. Dairy Sci., 86, pp. 293-2204.
- ELLIOTT, W. H. & ELLIOTT, D. C. (1997): *Biochemistry and Biology*. II. Title, Oxford: Oxford University Press, 437 p.
- FALTEJSKOVÁ, R. (2021) *Umělá inteligence přináší průmyslu řadu příležitostí*, Komora 9/21
- FERRISS, T. A., MAO, I. L. & ANDERSON, C. R. (1985): *Selecting for lactation curve and milk yield in dairy cattle*. J. Dairy Sci., 68, pp. 1438-1448.

- FLEISCHMANNOVÁ, H. (2005): *Dojící roboti v podmínkách české prvovýroby mléka. Náš chov*, 1, 12 s. ISSN 0027–8068
- FOX, D. G., SNIFFEN, C. J., O'CONNOR, J. D., RUSSELLI, J. B. & VAN SOEST, P. J. (1992): *A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy*. J. Anim. Sci., 70, pp. 3578-3596.
- FOX, D. G., VAN AMBURGH, M. E. & TYLUTKI, T. P. (1999): *Predicting requirements for growth, maturity, and body reserves in dairy cattle*. J. Dairy Sci., 82, pp. 1968-1977.
- FRANDSON, R. D., WILKE, W. L. & FAILS, A. D. (2013). *Anatomy and physiology of farm animals: Edition 7*. John Wiley & Sons.
- FRELICH, J., et al. (2001): *Chov skotu*, JU ZF v Českých Budějovicích, 211 s. ISBN 80-7040 512-0
- FUQUAY, J.W. (1981): *Heat stress as it affects animal production*. J. Anim. Sci., 52, pp. 164-174.
- GRUMMER, R. R. (2006): *Optimization of transition period energy status for improved health and reproduction*. World buiatrics congress, Nice, France.
- GRUMMER, R. R. (1993): *Etiology of lipid-related metabolic disorders in periparturient dairy cows*. J. Dairy Sci., 76, 3882 p.
- GRUMMER, R. R. & RASTANI, R. R. (2003): *Review: When should lactating dairy cow reach positive energy balance?* Prof Anim. Scient., 19, pp. 197-203.
- HADROVÁ, S. & KŘÍŽOVÁ, L. (2007): *Vliv krmné dávky na obsah proteinů a tuku v mléce. Výživa dojníc a kvalita mléka*, VÚCHS Rapotín, pp. 10-12. ISBN 80-903142-8-7
- HANDCOCK, R., C., Lopez-Villalobos, N., McNoughton, L. R., Back, P., J., Edwards, G., R., Hickson, R. E. (2020): *Body weight of dairy heifers is positively associated with reproduction and stayability*. Journal of Dairy Science (2020), 103, 5, 4466-4474
- HARAZIM, J. & HOMOLKA, P. (2002): *Stanovení degradovatelnosti a střevní stravitelnost dusíkatých látek krmiv u přežvýkavců*. Farmář, 9, pp. 30-31. ISSN 1210–9789
- HARTWELL, J. R., CECAVA, M. J. & DONKIN, S. S. (2000): *Impact of dietary rumen undegrable protein and rumen protected choline on intake peripartum liver 113 triacylglyceride plasma metabolites and milk production in transition dairy cows*. Journal of Dairy Science, 83, pp. 2907-2917.
- HEJLÍČEK, K. et al. (1987): *Mastitidy skotu*. 1. vyd. Praha: SZN, 201 s.
- HERAS, V. et al. (2019). *Urban heritage monitoring, using image precessing techniques a data collection with terrestrial laser scanner (tls), case study cuenca-Ecuador*. ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing a Spatial Information Sciences, 42(2):609-613
- HEDGES, V. J., et al. (2001). *Alongitudinal field trial of the effect of biotin on lamenes in dairy cows*. J. Dairy Sci., 84, 1969–1975
- HOFÍREK, B. PECHOVÁ, A., DOLEŽEL R., PAVLATA, L. DVOŘÁK, R. & FLEISCHER, P. (2004): *Produkční a preventivní medicína v chovech skotu. Část klinická*. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. ISBN 80-7305-501-5. 24-25

- HOLLAND, M. D. & ODDE, K. G. (1992): *Factors affecting calf birth weight*. Theriogenology, 38, pp. 769-798.
- HOOVER, W. & STOKES, S. (1991): *Balancing carbohydrates and Proteins for Optimum Rumen Microbial Yield*. Journal of Dairy Science, 10, pp. 3630-3644.
- HULSEN, J. (2011): *Robotické dojení*, Future farming, 52 s. ISBN 978-90-8740-043-9
- CHEN, W. et al. (2020). *Lane departure warning systems a lane line detection methods based on image processing semantic segmentation: A review*. Journal of Traffic a Transportation Engineering (English Edition), 7(6):748-774.
- CHOUINARD, P. Y., LE<sup>c</sup> VESQUE, J., GIRARD, V. & BRISSON, G. J. (1997): *Dietary soybeans extruded at different temperatures: Milk composition and in situ fatty acid reactions*. J. Dairy Sci., 80, pp. 2913-2924. ISSN 0022-0302
- IGONO, M. O., BJOTVEDT, G. & SANFORD-CRANE, H.T. (1992): *Environmental profile and critical temperature effects on milk production of Holstein cows in desert climate*. Int. J. Biometeorol., 36, pp. 77-87.
- IGONO, M. O., JOHNSON, H. D., STEVENS, B. J., KRAUSE, G. F. & SHANKLIN, M. D. (1987): *Physiological, productive, and economic benefits of shade, spray, and fan system versus shade for Holstein cows during summer heat*. J. Dairy Sci. 70, pp. 1069-1079.
- IGONO, M. O., STEEVENS, B. J., SHANKLIN, M. D. & JOHNSON, H. D. (1985): *Spray cooling effects on milk production, milk and rectal temperature of cows during a moderate temperate summer season*. J. Dairy Sci., 68, pp. 979-985.
- ILLEK, J. (2003): *Aktuální výživářské aspekty dojníc směřované ke kvalitě mléka. Šlechtitelské a technologické aspekty chovu dojených krav a kvality mléka*, VÚCHS Rapotín, pp. 36-39. ISBN 80-903142-1-X
- INGRAHAM, R. H., STANLEY, R. W. & WAGNER, W. C. (1979): *Seasonal effects of tropical climate on shaded and nonshaded cows as measured by rectal temperature, adrenal cortex hormones, thyroid hormone, and milk production*. Am. J. Vet. Res., 40, pp. 1792-1797.
- IQBAL, Z. et al. (2018). *An automated detection a classification of citrus plant diseases using image processing techniques: A reiew*. Computers a Electronics in Agriculture, Elsevier, 153(8):12-32.
- JAGO, J. & WAGHORN, G. (2006): *The effect of stage of lactation on cow movement in a pasture-based automatic milking system*. Proc New Zealand Soc Anim Prod., 66, pp. 258-262.
- JAMES, R. E. (2001): *Growth standards and nutrient requirements for dairy heifers - weaning to calving*. Adv. Dairy Tech., 13, pp. 63-77.
- JELÍNEK, P., KOUDELA, K. DOSKOČIL, J., ILLEK, J., KORTBÁČEK, V., KOVÁŘŮ, F. KROUPOVÁ, V., KUČERA, M., KUDLÁČ, E. TRÁVNÍČEK, J. & VALENT, M. (2003): *Fyziologie hospodářských zvířat*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, pp. 343-361. ISBN - 80-7157-644-1
- JENKINS, T. C., WALLACE, R. J., MOATE, P. J. & MOSLEY, E. E. (2008): *Board-invited review: Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem*. J. Anim. Ccience 86, pp. 397-412.

- JEONG, S. et al. (2021). *Multi-regime analysis for computer vision – based traffic surveillance using a change-point detection algorithm*, 9:40980–40995.
- JHA, R. K. a SWAMI, P. D. (2020). *Intelligent fault diagnosis of rolling bearing a gear system under fluctuating load conditions using image processing technique*. *Journal of Mechanical Science a Technology*, 34(10):4107–4115.
- JEŽKOVÁ, A. (2008): *Základní zásady zoohygieny při dojení*. *Náš chov*, 68 (6), pp. 53-54.
- JOHNSON, H. D., RAGSDALE, A. C., BERRY, I. L. & SHANKLINN, M. D. (1963): *Temperature-humidity effects including influence of acclimation in feed and water consumption of Holstein cattle*. *Missouri Agric. Exp. Sta. Res. Bul.*, 846 p.
- JONES, H. E., WHITE, I. M. S. & BROTHERSTONE, S. (1999): *Genetic evaluation of Holstein Friesian sires for daughter condition-score changes using a random regression model*. *Anim. Sci.*, 68, pp. 467-475.
- KAKU, M. (2013) *Fyzika budoucnosti – jak se bude do roku 2100 utvářet lidský osud a náš každodenní život*, Agro, Praha 2013, ISBN 978-80-257-0812-5.
- KNÍŽKOVÁ, I., Kunc, P., Knížek, J. (2004): *Rekonstrukce stáji a mikroklima*. *Farmář*, 2004, 2, s.40-42.
- KOENEN, E. P. C. & GROEN, A. F. (1998): *Genetic evaluation of body weight of lactating Holstein heifers usány body measurements and conformation trakte*. *J. Dairy Sci.*, 81, pp. 1709-1713.
- KOENEN, E. P. C., GROEN, A. F. & GENGLER, N. (1999): *Phenotypic variation in live weight and live-weight changes of lactating Holstein-Friesian cows*. *Anim. Sci.*, 68, pp. 109-114.
- KOPECKÝ, J., BIERMAN, L. & ČERNÁ, E. (1981): *Chov skotu*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 504 s.
- KOUŘIMSKÁ, L., KOSINOVÁ, R. & BABIČKA, L. (2007): *Když se mluví o kravském mléce*. *Náš chov*, 67 (5), pp. 108-111.
- KŘÍŽOVÁ, L., HADROVÁ, S. & TRINÁCTÝ, J. (2006): *Vliv esenciálních aminokyselin na kvalitu mléka dojníc*. Příspěvek ve sborníku, Výzkumný ústav pro chov skotu s.r.o., pracoviště Pohorelice, ISBN: 80-903142-6-0.
- KUČERA, J. & KRÁL, P. (2004): *Šlechtění českého strakatého skotu. Sborník příspěvků ze semináře na téma Moderní postupy v kontrole užitkovosti skotu jako základ úspěšného šlechtění*. pp. 43-52.
- KUDRNA, V., ČERMÁK, B., DOLEŽAL, O., FRYDRYCH, Z., HERMANN, H., HOMOLKA, P., ILLEK, J., LOUČKA, R., MACHÁČOVÁ, E., MARTÍNEK, V., MIKYSKA, F., MRKVIČKA, J., MUDŘÍK, Z., PINĎÁK, J., PODĚBRADSKÝ, Z., PULKRÁBEK, J., SKŘIVANOVÁ, V., ŠANTRŮČEK, J., ŠIMEK, M., VESELÁ, M., V., V., ZELENKA, J. & ZEMANOVÁ, D. (1998): *Produkce krmiv a výživa skotu*. Agrospoj, Praha.
- KUO, C. F. J. et al. (2020). *Applied image processing techniques in video laryngoscope for occult tumor detection*. *Biomedical Signal Processing a Control*, 55.
- KURKA, P. R. G. a SALAZAR, A. A. D. (2019). *Applications of image processing in robotics a instrumentation*. *Mechanical Systems a Signal Processing*, 124:142–169.

- KURSA, J., JÍLEK, F. & VÍTOVEC, J. (1998): *Zoohygiena a prevence chorob hospodářských zvířat*. JU ZF České Budějovice, 200 s. ISBN: 80-7040-290-3
- KVAPILÍK, J. (2005): *Automatizované dojení krav (dojící roboty): dosavadní poznatky a názory*. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby, 59 s. ISBN 80-86454-58-4
- KYSILKA, P. (2002): *Složky – kvalita mléka – zdraví*. Chov skotu, 7 (5), 130 s. ISSN 1801-5409
- LEE, D. H. R. (1965): *Climatic stress indices for domestic animals*. Int. J. Biometeorol., 9, pp. 29-31.
- LI, G. et al. (2020). *Analysis of feeding and drinking behaviors of group-reared broilers via image processing*. Computers and Electronics in Agriculture. Elsevier, 175(5).
- LONGENBACH, J. I. & HEINRICH, A. J. (1998): *A review of the importance and physiological role of curd formation in the abomasum of young calves*. Animal Feed Science and Technology, 73 (1-2), pp. 85-97.
- LOUDA, F., KRATOCHVÍL, L., MOTYČKA, J. & PYTLOUN, J. (1994): *Základy chovu mléčných plemen skotu*. Institut výchovy a vzdělávání Mze ČR Praha, 35 s. ISBN 80-7105-070-9
- LOUDA, F., ŠMERHA, J. & KONÍČEK, R. (1984): *Cvičení z reprodukce hospodářských zvířat I.*, Agronomická fakulta VŠZ Praha, 185 s.
- LUKÁŠOVÁ J. et al. (1999): *Hygiena a technologie produkce mléka*. VFU Brno, 101 s. ISBN 80-85114-53-4
- MACHÁLEK, A., ŠIMON, J. & FABIANOVÁ, M. (2011): *Analýza a metodika hodnocení interakcí systému člověk – zvíře – robot na farmách dojnic*, Certifikovaná metodika, Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., Praha, ISBN 978- 80-86884-63-9
- MALLONEE, P. G., BEEDE, D. K., COLLIER, R. J. & WILCOW, C. J. (1985): *Production and physiological responses of dairy cows to varying dietary potassium during heat stress*. J. Dairy Sci., 68, pp. 1479-1487.
- MANSON, F. J., LEAVER, J. D. (1988): *The influence of concentrate amount on locomotion and livability in dairy cattle*. Animal Production, vol. 47, 185 - 190
- MALTZ, E. (1997): *The body weight of the dairy cow: III. Use for on-line management of individual cows*. LiveSt. Prod. Sci., 48, pp. 87-200.
- MARVAN, F., HAMPL, A., HLOŠÁNKOVÁ, E., KŘESAN, J., MASSANYI, L. & VERNEROVÁ, E. (1992): *Morfologie hospodářských zvířat*. Zemědělské nakladatelství Brázda, Praha, 303 s. ISBN 80-213-1172-X
- MATTHEWS, C. A. & FOHRMANN, M. H. (1954): *Beltsville growth standards for Holstein cattle*. USDA, Tech. Bull., 1099 p.
- MAUST, L. E., MCDOWELL, R. E. & HOOVEN, R. E. (1972): *Effect of summer weather on performance of Holstein cows in three stages of lactation*. J. Dairy Sci., 55, pp. 1133-1139.
- MCDOWELL, R. E., MOODY, E. G., VAN-SOEST, P. J., LEHRMANN, R. P. & FORD, G. L. (1969): *Effect of heat stress on energy and water utilization of lactating cows*. J. Dairy Sci., 52, pp. 188-194.



- MIGLIOR, F., MUIR, B. L. & VAN DOORMAAL, B. J. (2005): *Selection indices in Holstein cattle of various countries*. J. Dairy Sci., 88, pp. 1255-1263.
- MIKŠÍK J. & ŽIŽLAVSKÝ J., 2005: *Chov skotu*. Brno: MZLU, 149 s.
- MILLER, R. H. & MCGILLIARD, L. D. (1959): *Relations between weight at first calving and milk production during the first lactation*. Michigan agricultural experiment station. Animal Science and Zoology, 59, 1932 p.
- MONTEIRO, R. de C. M. et al. (2020). *Image processing to identify damage to soybean seeds*. Ciencia Rural, 51(2):1-8.
- MOTYČKA, J. (2004): *Kam směřuje šlechtění holštýnského plemene. Sborník příspěvků ze semináře na téma Moderní postupy v kontrole užítkovosti skotu jako základ úspěšného šlechtění*. pp. 35-43.
- MOTYČKA, J., VACEK, M., ŠLEJTR, J., CHLÁDEK, G., VONDRÁŠEK, L. & PAZDERA J. (2006): *Šlechtění holštýnského skotu*. Sborn. Svaz chovatelů holštýnského skotu. pp. 9-15.
- MUIR, B. L., FATEHI, J. & SCHAEFFER, L. R. (2004): *Genetic relationships between persistency and reproductive performance in first-lactating canadian Holsteins*. J Dairy Sci., 87, pp. 3029-3037.
- NAJBRT, R., BEDNÁŘ, K., ČERVENÝ, Č., KOMAN, J., MIKYSKA, E. & ŠTARHA, O. (1982): *Veterinární anatomie 2*. MZe ČR Praha, 594 s.
- NÁMĚSTKOVÁ, P., ČERMÁK, B. & HOMOLKA, P. (2005): *Mastné kyseliny ve výživě skotu*. Náš chov, 65, pp. 11-19.
- NOVÁK, P., KRÁČMAR, S., VOKŘÁLKOVÁ, J., NOVÁK, L. (2004): *The relation between the body mass decrease of dairy cows and temperature conditions to the milk production during the first one hundred days of lactation*. Sborník zoobioklimatologie.
- NOVÁK, P., PASCKA, A., NOVÁK, L., ŠLÉGROVÁ, S., VOKŘÁLOVÁ, J., OPATŘIL, M., ZEMAN, L. (2006) : *Požadavky na stájové prostředí v chovech prasat*. Farnář, 2006, 1, s.34-36.
- NOVÁK, P., MALÁ, G., PEKÁRIKOVÁ, L. (2016): *Průvodce chovatele dojeného skotu*, VÚŽV Praha Uhřetěves, ISBN 978-80-7403-153-3.
- NRC (Nutrient requirements of dairy cattle) (2001): 7. revidované vydání Natl. Acad. Sci., Washington, DC., pp. 13-27.
- PAAPE, M. J., SCHULTZE, W. D., MILLER, R. H. & SMITH J. W. (1973): *Thermal stress and circulating erythrocytes, leucocytes, and milk somatic cells*. J. Dairy Sci., 56, pp. 84-91.
- PASTELL, M., TAKKO, H., GRÖHN, H., HAUTALA, M., POIKALAINEN, V., PRAKS, J., VEERMÄE, I., KUJALA, M. & AHOKAS, J. (2006): *Assessing cows welfare: weighing the cow in a milking robot*. BioSystems. Eng., 93, pp. 81-87.
- PEIPER, U. M., EDAN, Y., DEVIR, S. BARAK, M. & MALTZ, E. (1993): *Automatic weighing of dairy cows*. J. Agric. Eng. Res., 56, pp. 13-24.
- PEŠEK, M. (1999): *Ošetřování, hodnocení jakosti a zpracování mléka na farmě*. Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR Praha, 38 s.

- RAMANI, R. G. a SHANTHAMALAR, J. J. (2020). *Improved image processing techniques for optic disc segmentation in retinal fundus images*. Biomedical Signal Processing a Control, 58.
- RAVAGNOLO, O., MISZAL, I. & HOOGENBOOM, G. (2000): *Genetic component of heat stress in dairy cattle, development of heat index function*. J. Dairy Sci., 83, pp. 2120-2125.
- REECE, W. (1998): *Fyziologie domácích zvířat*. GRADA, Praha, pp. 257- 312. ISBN 978-80-247-3282-4.
- RODRIGUEZ, L. W. MEKONNEN, G. WILCOX, C. J., MARTIN, F. G. & KRIŠNO, W. A.(1985): *Effects of relative humidity, maximum and minimum temperature, pregnancy and stage of lactation on milk composition and yield*. J. Dairy Sci., 68, pp. 973–978.
- ROCHE, J. R., BERRY, D. P. & KOLVER, E. S. (2006): *Holstein-Friesian strain and feed effects on milk production, body weight and body condition score profiles in grazing dairy cows*. J. Dairy Sci., 89, pp. 3532-3543.
- ROSELER, D. K., FOX, D. G., CHASE, L. E., PELL, A. N. & STONE, W. C. (1997): *Development and evaluation of equations for prediction of feed intake for lactating Holstein dairy cows*. J. Dairy Sci., 80, pp. 878-893.
- SChHS (Svaz chovatelů holštýnského skotu ČR), 2008.
- SCHNIER, C., HIELM, S. & SALONIEMI, H.S. (2003): *Comparison of milk production of dairy cows kept in cold and warm loose-housing systems*. Prev. Vet. Med., 61, pp. 295-307.
- SCHULTZE, A. B. a DAVIS, H. P. (1961): *Changes in body weight during the first pregnancy for Holstein heifers calving at different seasons*. J. Dairy Sci., 44, pp. 1717-1720.
- SAMBRAUS, H. (2006): *Atlas plemen hospodářských zvířat*. Brázda s.r.o., Praha. 295 str.
- SANGNOREE, A. a CHAMNONGTHAI, K. (2017). *Thermal-image processing and statistical analysis for vehicle category in nighttime traffic*. Journal of Visual Communication and Image Representation, 48:88-109.
- SKLÁDANKA, J., et al. (2014): *Chov skotu*. Brno. Mendelova univerzita v Brně, 286 str. ISBN: 978-80-7509-258-8.
- SKŘIVÁNEK, M. (2000): *Výživa a zdraví dojníc*. Farmář, 3, pp. 34–38.
- SMUTNÝ, L. (2015): *Funkčnost dojcích robotů a jejich vliv na welfare dojníc*, DiP
- SOYSAL, M. I. MUTLU, F. & GURCA, E. K. (2005): *A study of the lactation biometry of blafland white dairy cows raised in private farms in Turkey*. Trakia J. Sci., 3, pp. 11-16.
- SPITZER, J. C., MORRISON, D. G., WETTEMANN, R. P. a FRAULKNER, L. C. (1995): *Reproductive responses and calfbirth and weaning weights as affected by body condition at parturition and postpartum weight gain in promiparous beef cows*. J. Anim. Sci., 73, pp. 1251-1257.
- SPOLDERS, M. (2002): *Effekte eines automatischen Systems des Milchenzugs („Melkroboter,“) auf Futteraufnahme, -rhythmik, Kau – und Wiederkauaktivität sowie stoffwechsel – und leistungsbioologische Zusammenhänge bei Hochleistungskühen im Vergleich zum herkömmlichen Melksystem*. Diss, Teirärztliche Hochschule Hannover, 170 s.

- STÁDNÍK, L & VACEK, M. (2007): *Užitkové vlastnosti skotu a jejich hodnocení*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, přírodních a potravinových zdrojů, Praha, 26 s.
- STEINHAUSER, L. et al. (2000): *Produkce masa*. LAST, pp. 171-211. ISBN – 80-900260
- STOTT, G. H. (1981): *What is animal stress and how is it measured?* J. Anim. Sci., 52, pp. 150-153.
- ŠKARDA, J. & ŠKARDOVÁ, O. (2000): *Program péče o produkci a zdraví stáda dojníc, Ústav zemědělských a potravinářských informací*. Praha, 68 s. ISBN: 80-7271-058-3
- THOM, E. C. (1958): *Cooling degree-days*. Air conditioning, heating and ventilation. pp. 65-72.
- TOMAC, W. J. (2018) - *The Fourth Industrial Revolution is here—are you ready?*, Deloitte Development LLC., 2018
- TOSHNIWAL, J. K., DECHOW, C. D., CASSELL, B. G., APPUHAMY, J. A. D. R. N. & VARGA, G. A. (2008): *Heritability of electronically recorded daily body weight and correlations with yield, dry matter intake, and body condition score*. J. Dairy Sci., 91, 3201-3210.
- TOUCHBERRY, R. W. & BARTA, T. R. (1976): *Body weight changes in lactating purebred and crossbreddairy cattle*. J. Dairy Sci., 59, pp. 733-743.
- URBAN, F., BOUŠKA, J., ČERMÁK, V., DOLEŽAL, O., FULKA, J., FULKA, J. jr., FUTEROVÁ, J., HOMOLKA, P., JÍLEK, F., KUDRNA, V., MAROUNEK, M., VÁCHAL, J., LOUČKA, R., MACHÁČOVÁ, E., MIKŠÍK, J., MUDŘÍK, Z., PETR, J., PODĚBRADSKÝ, Z., ŠEREDA, L., SKŘIVANOVÁ, V., VETÝŠKA, J. & ŽIŽLAVSKÝ, J. (1997): *Chov dojeného skotu*. Apros, Praha, 288 str. ISBN 80-90 1100-7-X
- URIBE, H. A., KENNEDY, B. W., MARTIN, S. W. & KELTON, D. F. (1995): *Genetic parameters for common health disorders of Holstein cows*. J. Dairy Sci., 78, pp. 421-430.
- VAN ARENDONK, J. A. M., NIEUWHOF G. J., VOS, H. & KORVER, S. (1991): *Genetic aspects of feed intake and efficiency in lactating dairy heifers*. Livest. Prod. Sci., 29, pp. 263-275.
- VEERKAMP, R. F. & BROTHERSTONE, S. (1997): *Genetic correlations between linear type traits, food intake, live weight and condition score in Holstein Friesian dairy cattle*. Anim. Scient., 64, pp. 385-392.
- VEČEŘA, M., Falta, D., Chládek, G., Máchal, L. (2012): *The effect of low and high barn temperatures on behaviour and performance of holstein dairy cows*. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 2012, s. 343-350.
- VEGRICHT, J. (2000): *Studie využitelnosti automatických dojicích systémů (AMS) v ČR*. Náš chov, 11, pp. 38-42.
- VEGRICHT, J. et al. (2008): *Inovace technických a technologických systémů pro chov dojníc: Metodická příručka MZe ČR*. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 80s. ISBN 978-80-86884.37-0
- VISHNOI, V. K. et al. (2021) *Plant disease detection using computational intelligence a image processing*. Journal of Plant Diseases a Protection, 128:19–53.

- VODRÁŽKA, J., ARENDARČÍK, J., BARTKO, P., BREZA, M., FEDERIČ, F., GAMČÍK, P., HEJLÍČEK, K., HANKO, J., HORÁKOVÁ, A. & HOVORKA, J. (1986): *Anatómia - Tráviaca sústava*. Veterinárska medicína a farmakológia, Osvěta, pp. 23-34.
- VOKŘÁLOVÁ & J. NOVÁK, P. (2005): *Klimatické extrémy laktace*. *Náš chov*, 9, pp. 40-42.
- WALLACE, R. J. (1996): *Ruminal microbial metabolism of peptides and amino acids*. *J. Nutr.*, 126, pp. 1326-1334.
- WEST, J. W. (1999): *Nutritional strategies for managing the heat-stressed dairy cow*. *J. Anim. Sci.*, 77, pp. 21-35.
- WEST, J. W. (2003): *Effects of heat-stress on production in dairy cattle*. *J. Dairy Sci.*, 86, pp. 2131-2144.
- WILCOX, C. J. et al. (1999): *Large dairy herd management*. Amer. Dairy Science Assoc., 446 p. ISBN 9780963449108.
- WOOD, P. D. P. (1979): *A simple model of lactation curves for milk yield, food requirement and body weight*. *Anim. Prod.*, 28, pp. 55-63.
- ZHAO, K. et al. (2018). *Automatic lameness detection in dairy cattle based on leg swing analysis with an image processing technique*. *Computers a Electronics in Agriculture*, 148(4):226–236.
- ZHU, J. et al. (2021). *Automobile tire life prediction based on image processing a machine learning technology*. *Advances in Mechanical Engineering*, 13(3):1–13.
- ŽIŽLAVSKÝ, J. et al. (2008): *Chov hospodářských zvířat*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 209 str. ISBN: 978-80-7157-615-0.

## 9 INTERNETOVÉ ZDROJE

- ADAMOVIÁ H. (2005): *Dojená plemena skotu ve světě*. [online]. [cit. 2014-11-02] Dostupné na <http://naschov.cz/dojena-plemena-skotu-ve-svete/.html>.
- DE LAVAL (2021): *Automatické hodnocení tělesné kondice na mléčných farmách*. Dostupné na <https://www.delaval.com/cs/about-us/cs/vice-informaci/automaticke-hodnoceni-tlesne-kondice-na-mlenych-farmach/>
- ILLEK, J. (2008): *Poruchy zdraví v průběhu mezidobí*, NAZV č.1G46086, dostupný na <http://www.agroweb.cz/Poruchy-zdravi-v-prubehu-mezidobi>
- KOPEČEK, P. & MACHÁLEK, A. (2009): *Ekonomická analýza výroby mléka na farmách s dojením roboty a v dojárnách*. Dostupné na: [http://www.dojeniroboty.cz/docs/ekonomicka\\_analyza.pdf](http://www.dojeniroboty.cz/docs/ekonomicka_analyza.pdf) (online 2012). Citováno 7.2.2017
- KOUKOLOVÁ, V., HOMDA, P. & KUDRNA, V. (2010): *Vliv strukturních sacharidů na bachorovou fermentaci, zdraví zvířat a kvalitu mléka*. [online] 2010 [cit. 2017- 28-08] Dostupné na [http://mnet.mendelu.cz/mendelnet2011/articles/24\\_zejdova\\_496.pdf](http://mnet.mendelu.cz/mendelnet2011/articles/24_zejdova_496.pdf).
- KUDRNA, P. & HOMOLKA, V. (2007): *Vliv krmné dávky dojníc na množství a kvalitu mléčného tuku*. Dostupné na <https://vuzv.cz/wp-content/uploads/2018/04/Vliv-krmne-davky-dojnic-2007-23007.pdf> (online 2012). Citováno 7.2.2017
- KUDRNA, V. & HOMOLKA, P. (2009): *Vliv diety, zejména obsahu dusíkatých látek, na množství a kvalitu mléčné bílkoviny a zdraví dojníc*. Dostupné na <https://vuzv.cz/wp-content/uploads/2018/03/Dojnice-2009.pdf> (online 2012). Citováno 10.2. 2017
- LELY (2021): *MLÉKO 2025*, <https://slideslive.com/38952773/mleko-2025-den-1-11-3-2021-zaznam-ziveho-prenosu>
- LELY (2021): <https://www.lely.com>, <https://www.agropartner.cz>
- MATĚJÍČEK, M. (2004): *Využití metabolických testů k hodnocení výživy u skotu*. Informační magazín VVS Verměřovice. Dostupné na: [http://www.vvs.cz/vvs\\_info/jaro2004](http://www.vvs.cz/vvs_info/jaro2004) (online 2012). Citováno 10.2.2017
- ŠŤASTNÝ, M. (2002): *Elektronické váhy*. Dostupné na: <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=1&typ=1&val=7811&ids=129>
- ŠŤASTNÝ, M. (2004): *Chov skotu ve Skotsku*. Seminář firmy Nutratech s.r.o., Brno. Dostupné na: <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=1&typ=1&val=33737&ids=415>

## 10 SEZNAM PŘÍLOH

### Obrázky

Obrázek 1: Lely – 20 000 prodaných robotů

Obrázek 2: De Laval

Obrázek 3: Řídicí panel kruhové dojírny De Laval

Obrázek 4: Využití systému dojícího robota na kruhové dojírně GEA

Obrázek 5: Satelitní snímek farmy A

Obrázek 6: Vstup do stáje

Obrázek 7: Vstup do robota

Obrázek 8: Pohled do stáje

Obrázek 9: Lehací boxy v produkční stáji s robotem v pozadí

Obrázek 10: Zázemí robota

Obrázek 11: Satelitní snímek farmy B

Obrázek 12: Celková pohled na stáj

Obrázek 13: Přihrnovač LELY Juno 150

Obrázek 14: Dojnice s obojkem Lely

Obrázek 15: Kancelář s řídicím PC Lely

Obrázek 16: Dojnice při výstupu z robota

Obrázek 17: Výstupní sestava Lely

Obrázek 18: Výstupní sestava Lely

Obrázek 19: Výstupní graf Lely

Obrázek 20: Gravitor

### Tabulky

Tabulka 1: Souhrnná data vážených dojnic podle laktací

Tabulka 2 A-H: Porovnání

## **Grafy**

Graf 1: Závislost relativní hmotnosti v % na laktačním dni

Graf 2: Závislost relativní hmotnosti v % na laktačním dni

Graf 3: Závislost relativní hmotnosti v % na laktačním dni

Graf 4: Závislost relativní hmotnosti v % na laktačním dni

Graf 5: Závislost relativní hmotnosti v % na laktačním dni

Graf 6: Závislost relativní hmotnosti v % na laktačním dni

# 11 PŘÍLOHY

HANNOVER

Obrázek 1: Lely – 20 000 prodaných robotů



Zdroj: vlastní

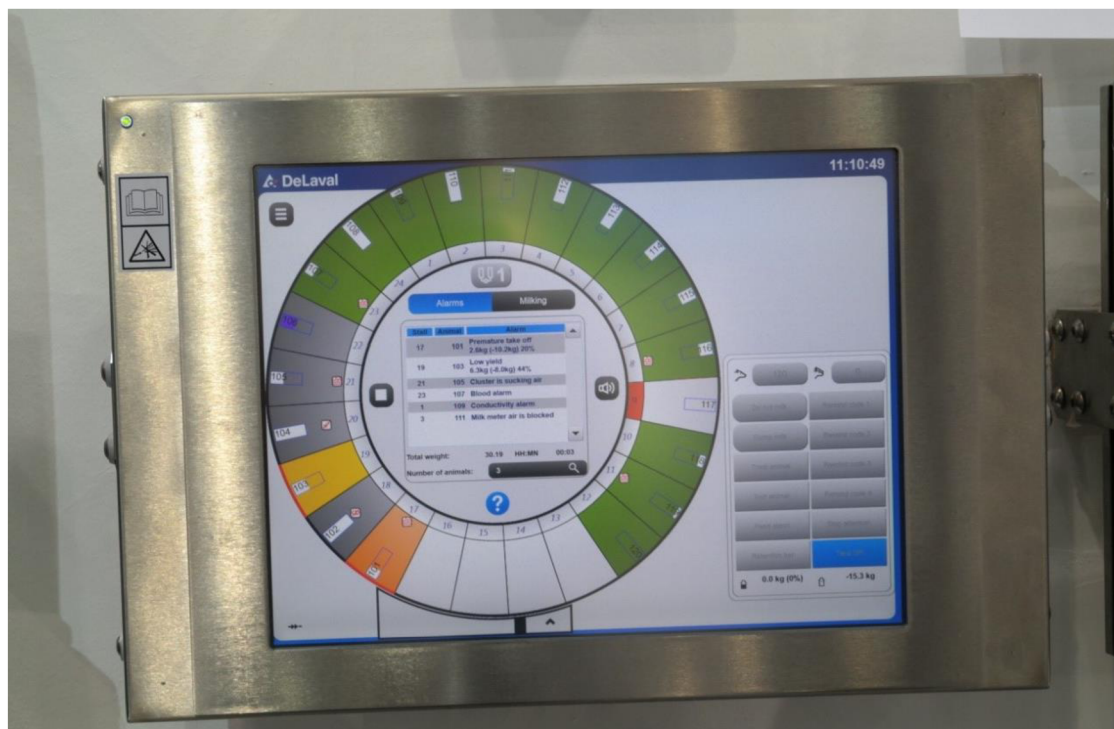
Obrázek 2: De Laval



Zdroj: vlastní



Obrázek 3: Řídicí panel kruhové dojímky De Laval



Zdroj: vlastní

Obrázek 4: Využití systému dojičního robota na kruhové dojímě GEA



Zdroj: vlastní

## FARMA A

Obrázek 5: Satelitní snímek farmy A



Zdroj: mapy.cz

Obrázek 6: Vstup do stáje



Zdroj: vlastní

Obrázek 7: Vstup do robota



Zdroj: vlastní

Obrázek 8: Pohled do stáje



Zdroj: vlastní

Obrázek 9: Lehací boxy v produkční stáji s robotem v pozadí



Zdroj: vlastní

Obrázek 10: Zázemí robota



Zdroj: vlastní

## FARMA B

Obrázek 11: Satelitní snímek farmy B



Zdroj: mapy.cz

Obrázek 12: Celková pohled na stáj



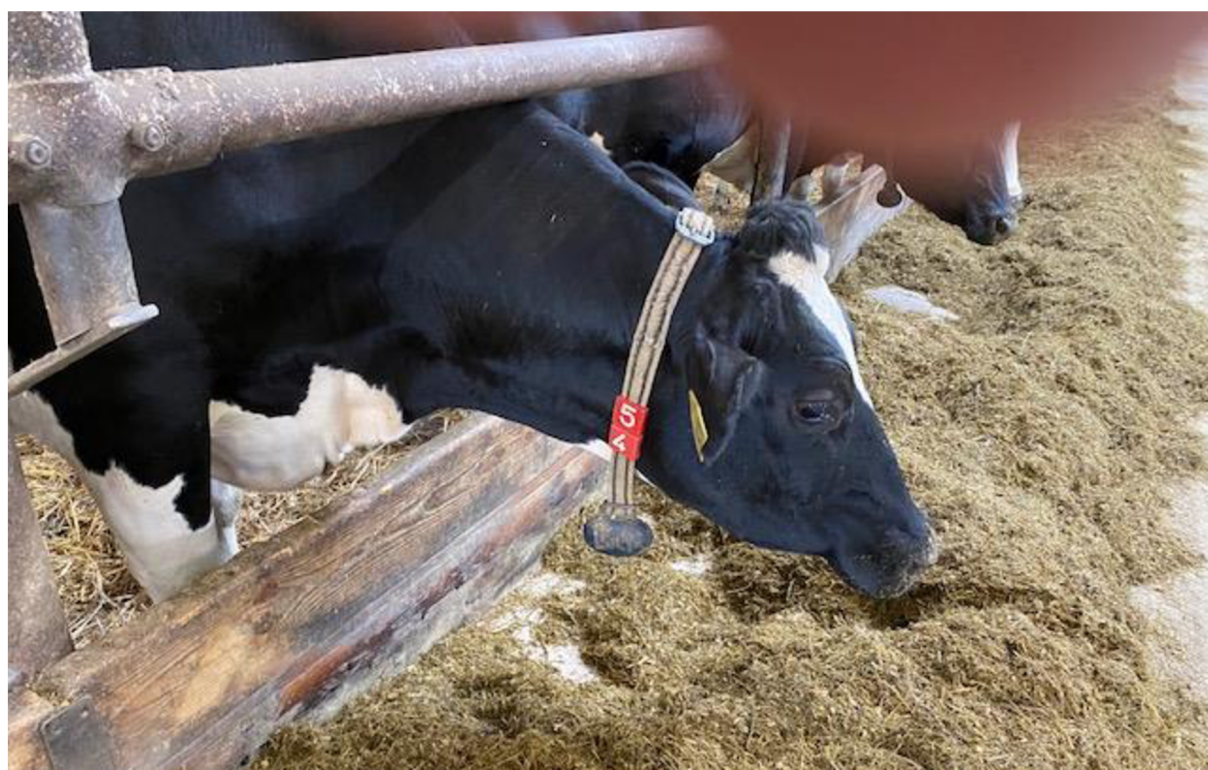
Zdroj: vlastní

Obrázek 13: Přihřovač LELY Juno 150



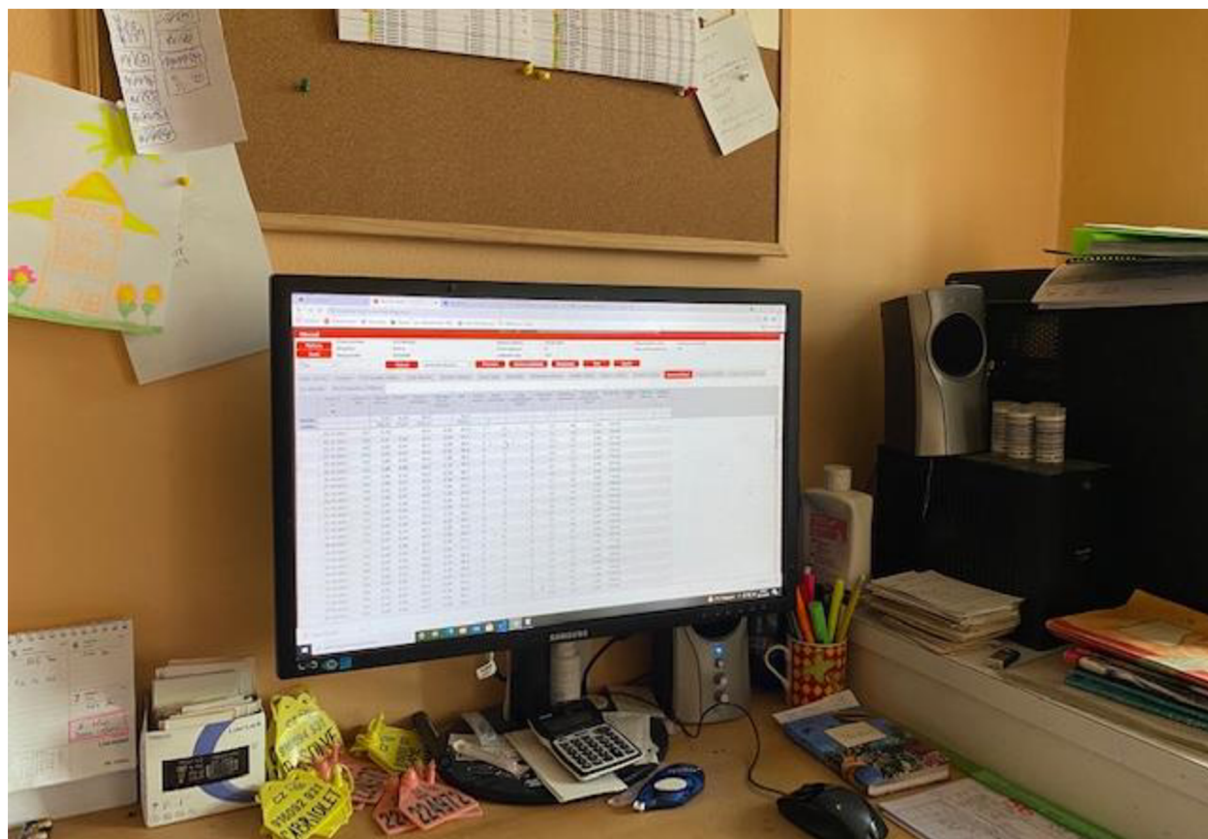
Zdroj: vlastní

Obrázek 14: Dojnice s obojkem Lely



Zdroj: vlastní

Obrázek 15: Kancelář s řídicím PC Lely



Zdroj: vlastní

Obrázek 16: Dojnice při výstupu z robotu



Zdroj: vlastní

Obrázek 17: Výstupní sestava Lely

Obecně																
Číslo zvířete	: 154(635431)	Datum otelení	: 12-06-2021	Reprodukční stav	: Inseminovaná(29)											
Skupina	: Krávy	Číslo laktace	: 4	Dny od inseminace	: 29											
Respondér	: 3332867	Laktační dny	: 144													
Datum	Laktační dny	Celkově určeno	Zbytek	Denní produkce	Odchylka denní dojivosti	ISK	Počet dojení	Počet odmítnutí	Počet neúspěšných dojení	Průměrné dojení	Průměrné odmítnutí	Průměrně neúspěšných dojení	Hmotnost	Indikace tuku	Indikace bílkovin	Indikace laktózy
<b>PRŮM. SUMA</b>		5,70	0,17	47,0		53,9										
		825,93	24,30	6815,6		7539,3										
03-11-2021	144	5,58		41,1	0,30	55,1	1	4	0	3,1	5,3	0,00	763,00			
02-11-2021	143	5,59	0,12	40,2	-0,60	53,9	4	7	0	3,4	5,0	0,00	764,00			
01-11-2021	142	5,68	0,08	39,3	-1,60	52,7	3	2	0	3,4	4,1	0,00	782,00			
31-10-2021	141	5,64	0,08	41,8	0,60	56,1	3	15	0	3,4	4,0	0,00	755,00			
30-10-2021	140	5,65	0,14	40,3	-1,10	54,0	4	2	0	3,6	2,3	0,00	762,00			
29-10-2021	139	5,70	0,08	39,9	-1,60	51,0	3	5	0	3,4	2,7	0,00	752,00			
28-10-2021	138	5,73	0,12	39,8	-2,20	51,0	4	2	0	3,4	2,4	0,00	745,00			
27-10-2021	137	5,78	0,10	38,3	-4,00	49,1	3	2	0	3,4	2,7	0,00	744,00			
26-10-2021	136	5,89	0,11	42,1	-0,70	53,9	4	1	0	3,4	2,9	0,00	749,00			
25-10-2021	135	5,81	0,08	43,9	0,90	56,2	3	1	0	3,4	3,0	0,00	749,00			
24-10-2021	134	5,83	0,13	42,2	-0,90	54,0	4	3	0	3,4	3,4	0,00	749,00			
23-10-2021	133	5,86	0,08	40,6	-2,70	52,0	3	5	0	3,4	3,6	0,00	737,00			
22-10-2021	132	5,89	0,08	41,0	-2,60	52,5	3	3	0	3,4	4,1	0,00	735,00			
21-10-2021	131	5,92	0,11	40,9	-3,00	52,3	4	4	0	3,6	3,9	0,00	747,00			
20-10-2021	130	5,95	0,10	41,3	-2,90	52,8	3	3	0	3,6	3,7	0,00	772,00			
19-10-2021	129	5,98	0,11	40,9	-3,60	52,3	4	2	0	3,4	3,3	0,00	761,00			
18-10-2021	128	5,99	0,09	43,6	-1,20	55,8	3	4	0	3,4	3,1	0,00	751,00			
17-10-2021	127	6,04	0,12	44,2	-0,70	56,5	4	4	0	3,4	2,7	0,00	762,00			
16-10-2021	126	6,22	0,08	42,9	-2,30	54,9	3	9	0	3,3	2,3	0,00	749,00			
15-10-2021	125	6,02	0,12	46,1	0,70	59,0	4	1	0	3,4	1,3	0,00	752,00			
14-10-2021	124	6,06	0,12	43,8	-1,30	56,1	4	3	0	3,4	1,9	0,00	759,00			
13-10-2021	123	6,18	0,07	45,3	0,30	57,9	2	0	0	3,4	1,6	0,00	766,00			
12-10-2021	122	6,01	0,11	45,9	0,90	58,8	4	1	0	3,6	1,9	0,00	763,00			
11-10-2021	121	6,04	0,09	44,7	0,00	57,2	3	1	0	3,4	2,6	0,00	760,00			
10-10-2021	120	6,14	0,10	44,9	0,60	54,8	3	1	0	3,6	3,7	0,00	765,00			
09-10-2021	119	6,15	0,10	44,5	0,50	54,3	4	2	0	3,6	4,0	0,00	756,00			
08-10-2021	118	6,12	0,09	45,2	1,10	55,1	4	5	0	3,6	6,1	0,00	767,00			
07-10-2021	117	6,20	0,13	45,6	1,70	55,6	4	1	0	3,4	6,1	0,00	778,00			

Zdroj: vlastní

Obrázek 18: Výstupní sestava Lely

Obecně					
Číslo zvířete	: 153(635420)	Datum otelení	: 10-07-2021	Reprodukční stav	: Březí(47)
Skupina	: Krávy	Číslo laktace	: 4	Očekávané telení	: 24-06-2022
Respondér	: 3331957	Laktační dny	: 116	Očekávané zasušení	: 05-05-2022

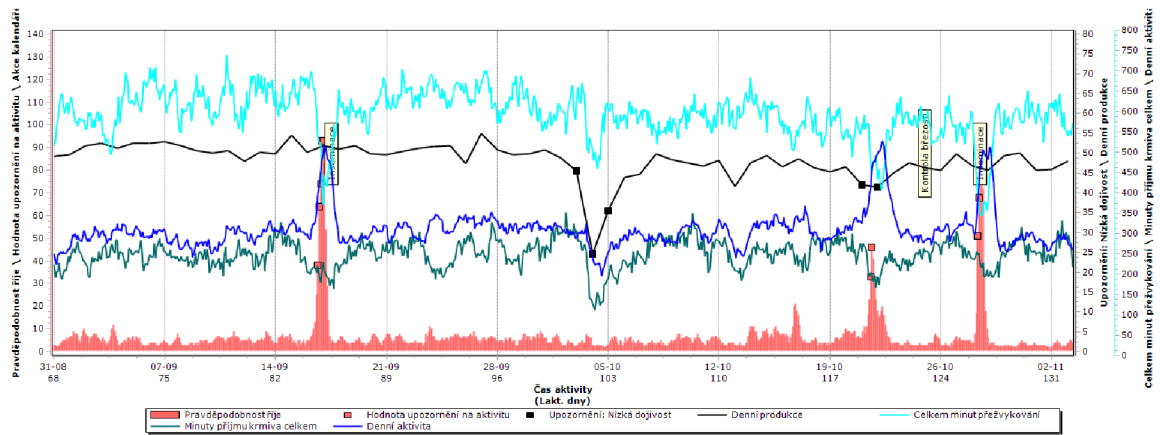
  

Kráva 153			
Číslo	153	Barva srsti	Neurčena ()
Respondér	3331957	Březost	285
Datum narození	25-09-2015		
Skupina	Automatic	Typ krve	Procento
Umístění	Farm	Vyberte	Nevybráno%
Stítek	neznámý	Popis	
Zachovat			
Pohlaví			
Jméno	635420		
Zivotní číslo	CZ 635420931		
Identifikace a registrace	420931		
Použit jako plemeníka			
Zivotní číslo otce			
Otec č. (jméno)			
Zivotní číslo matky	CZ 439934931		
Matka č. (jméno)	58 (439934)		

Zdroj: vlastní



Obrázek 19: Výstupní graf Lely



Zdroj: vlastní

Obrázek 20: Gravitor



Zdroj: LELY

Tabulka 1: Souhrnná data vážených dojnic podle laktací

Soubor	laktace	1.měřený den	poslední měřený den	původní hmotnost	koncová hmotnost	průběh do 120. dne					relativní modelový průběh do 120. dne vzhledem k 6. dni							
						hmotnost 120. den	1.zlom	2.zlom	3.zlom	resss	hmotnost 6. den	původní hmotnost	1.zlom hmotnost	2.zlom hmotnost	3.zlom hmotnost	koncová hmotnost 120. den	resss	
počet		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
průměr	<b>1</b>	3,90	222,95	639,40	658,80	618,50	22,30	56,25	96,30	645,21	632,50	100,07	95,63	95,40	96,75	98,06	15,93	
smodch		1,33	63,46	51,79	51,53	36,70	8,09	9,00	10,30	554,45	51,70	1,17	3,22	4,58	5,29	5,33	12,68	
maximum		6	327	726	758	678	43	77	112	2547,44	726	102,03	102,09	105,61	106,89	108,47	56,92	
minimum		1	126	517	543	545	14	37	75	97,26	511	98,16	87,46	87,03	87,95	87,94	2,07	
rozpětí		5	201	209	215	133	29	40	37	2450,18	215	3,87	14,63	18,58	18,94	20,54	54,85	

Soubor	laktace	1.měřený den	poslední měřený den	původní hmotnost	koncová hmotnost	průběh do 120. dne					relativní modelový průběh do 120. dne vzhledem k 6. dni						
						hmotnost 120. den	1.zlom	2.zlom	3.zlom	resss	hmotnost 6. den	původní hmotnost	1.zlom hmotnost	2.zlom hmotnost	3.zlom hmotnost	koncová hmotnost 120. den	resss
počet		18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
průměr	<b>2</b>	2,83	254,56	725,11	732,00	680,94	21,22	58,22	95,06	1007,59	717,44	100,34	94,99	95,62	95,57	95,90	19,76
smodch		0,86	93,33	50,67	68,32	52,59	6,13	10,64	12,90	618,46	53,54	0,93	2,18	3,73	4,17	4,29	13,16
maximum		5	438	819	856	752	36	74	113	2787,57	798	102,22	100,25	100,34	101,40	103,00	64,97
minimum		2	155	642	602	589	14	41	57	376,35	622	99,22	89,46	86,47	88,18	86,93	8,43
rozpětí		3	283	177	254	163	22	33	56	2411,22	176	3,00	10,79	13,87	13,22	16,07	56,55

Soubor	laktace	1.měřený den	poslední měřený den	původní hmotnost	koncová hmotnost	průběh do 120. dne					relativní modelový průběh do 120. dne vzhledem k 6. dni						
						hmotnost 120. den	1.zlom	2.zlom	3.zlom	resss	hmotnost 6. den	původní hmotnost	1.zlom hmotnost	2.zlom hmotnost	3.zlom hmotnost	koncová hmotnost 120. den	resss
počet		7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
průměr	<b>3</b>	3,57	271,57	720,43	737,00	695,86	19,71	66,14	98,86	672,50	706,00	100,46	96,89	98,13	98,51	99,24	14,40
smodch		1,27	97,21	74,31	59,16	53,74	6,97	10,99	11,16	227,08	82,26	0,96	3,44	8,14	8,99	9,01	6,77
maximum		6	388	837	818	777	30	84	107	1093,27	832	101,80	102,86	115,44	117,49	118,05	24,95
minimum		2	147	632	673	607	12	55	76	419,93	586	98,80	93,21	91,73	91,78	92,57	6,07
rozpětí		4	241	205	145	170	18	29	31	673,34	246	3,00	9,65	23,70	25,71	25,47	18,88

Soubor	laktace	1.měřený den	poslední měřený den	původní hmotnost	koncová hmotnost	průběh do 120. dne					relativní modelový průběh do 120. dne vzhledem k 6. dni						
						hmotnost 120. den	1.zlom	2.zlom	3.zlom	resss	hmotnost 6. den	původní hmotnost	1.zlom hmotnost	2.zlom hmotnost	3.zlom hmotnost	koncová hmotnost 120. den	resss
počet		7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
průměr	<b>4</b>	3,14	238,00	838,00	773,71	748,43	20,43	63,71	96,29	1144,14	826,29	100,65	94,17	90,70	89,44	90,56	16,63
smodch		0,38	55,20	32,60	58,26	47,00	6,29	8,90	6,18	401,39	34,74	1,24	2,42	2,40	2,61	5,47	
maximum		4	334	896	883	812	29	78	105	1756,64	874	102,10	97,13	94,01	93,55	93,85	26,71
minimum		3	172	813	710	687	13	50	89	746,69	779	98,88	89,98	87,69	85,22	86,09	11,58
rozpětí		1	162	83	173	125	16	28	16	1009,95	95	3,22	7,15	6,31	8,33	7,76	15,13

Soubor	laktace	průběh do 120. dne									relativní modelový průběh do 120. dne vzhledem k 6. dni						
		1.měřený den	poslední měřený den	původní hmotnost	koncová hmotnost	hmotnost 120. den	1.zlom	2.zlom	3.zlom	resss	hmotnost 6. den	původní hmotnost	1.zlom hmotnost	2.zlom hmotnost	3.zlom hmotnost	koncová hmotnost 120. den	resss
počet		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
průměr		3,67	295,67	771,00	738,00	684,33	17,00	55,67	94,67	953,28	764,33	100,05	93,92	87,67	89,76	88,51	16,13
smodch	<b>5+</b>	1,15	50,64	23,30	99,98	48,26	4,58	11,15	8,74	511,13	21,08	0,82	1,89	5,25	4,09	3,02	7,95
maximum		5	344	797	821	725	21	64	102	1541,55	782	100,97	96,05	93,53	92,52	90,44	25,21
minimum		3	243	752	627	631	12	43	85	617,84	741	99,37	92,43	83,36	85,06	85,02	10,42
rozpětí		2	101	45	194	94	9	21	17	923,71	41	1,60	3,62	10,17	7,46	5,42	14,79

Zdroj: vlastní

Tabulka 2 A: Porovnání

laktace	1	2	3	4	>4				
den zlomu	17	26	15	13	18		1	2	0,989
	32	31	23	24	21		1	3	0,917
	18	16	14	29	12		1	4	0,973
	28	14	27	18			1	5	0,739
	16	25	17	27			2	3	0,989
	15	18	30	14			2	4	0,999
	16	16	12	18			2	5	0,869
	19	16					3	4	1,000
	18	20					3	5	0,980
	14	15					4	5	0,953
	26	14							
	16	36							
	34	18					červená statisticky nevýznamná		
	29	21					zelená statisticky významná		
	15	23							
	29	26							
	14	25							
	22	22							
	25								
	43								

TUKEY HSD/KRAMER						alpha	0,05
group	mean	n	ss	df	q-crit		
1	22,3	20	1242,2				
2	21,22222	18	639,1111				
3	19,71429	7	291,4286				
4	20,42857	7	237,7143				
>4	17	3	42				
		55	2452,454	50	4,0018		

Q TEST									
group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
1	2	1,077778	1,608944	0,669866	-5,3609	7,516451	0,989	6,438673	0,153891
1	3	2,585714	2,174795	1,188946	-6,11738	11,28881	0,917	8,703094	0,369203
1	4	1,871429	2,174795	0,860508	-6,83167	10,57452	0,973	8,703094	0,267213
1	>4	5,3	3,066117	1,728571	-6,96999	17,56999	0,739	12,26999	0,756764
2	3	1,507937	2,205897	0,683593	-7,31962	10,33549	0,989	8,827557	0,215312
2	4	0,793651	2,205897	0,359786	-8,03391	9,621208	0,999	8,827557	0,113322
2	>4	4,222222	3,088255	1,367187	-8,13636	16,5808	0,869	12,35858	0,602873
3	4	0,714286	2,647076	0,26984	-9,87878	11,30735	1,000	10,59307	0,10199
3	>4	2,714286	3,41736	0,794264	-10,9613	16,38988	0,980	13,67559	0,387561
4	>4	3,428571	3,41736	1,003281	-10,247	17,10416	0,953	13,67559	0,489551

Zdroj: vlastní

Tabulka 2 B: Porovnání

laktace	1	2	3	4	>4				
relativní hmotnost zlomu vzhledem k 6. dni	95,63	94,45	98,89	96,30	96,05		1	2	0,955
	92,52	100,25	95,52	93,55	93,28		1	3	0,842
	94,63	95,42	95,05	89,98	92,43		1	4	0,760
	102,09	94,54	98,81	95,66			1	5	0,860
	96,09	95,00	93,21	93,08			2	3	0,552
	94,56	93,63	93,89	97,13			2	4	0,965
	97,31	96,11	102,86	93,53			2	5	0,972
	96,28	96,17					3	4	0,376
	91,96	96,05					3	5	0,543
	96,33	92,04					4	5	1,000
	99,01	96,86							
	95,83	93,52							
	96,30	94,41				červená statisticky nevýznamná			
	87,46	89,46				zelená statisticky významná			
	92,90	94,95							
	97,82	95,77							
	98,48	96,00							
	91,79	95,23							
99,01									
96,57									

TUKEY

HSD/KRAMER

alpha

0,05

group	mean	n	ss	df	q-crit
1	95,629	20	196,9831		
2	94,99136	18	80,96254		
3	96,89063	7	71,11738		
4	94,17443	7	35,01094		
>4	93,92078	3	7,159177		
		55	391,2331	50	4,0018

Q TEST

group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
1	2	0,637634	0,642626	0,992232	-1,93403	3,209295	0,955	2,571661	0,22795
1	3	1,261634	0,868632	1,452439	-2,21446	4,737725	0,842	3,47609	0,451025
1	4	1,454563	0,868632	1,674545	-2,02153	4,930653	0,760	3,47609	0,519996
1	>4	1,70822	1,224633	1,394883	-3,19252	6,608958	0,860	4,900738	0,610676
2	3	1,899269	0,881054	2,155678	-1,62653	5,425071	0,552	3,525802	0,678975
2	4	0,816929	0,881054	0,927217	-2,70887	4,342731	0,965	3,525802	0,292046
2	>4	1,070586	1,233476	0,867942	-3,86554	6,006708	0,972	4,936123	0,382727
3	4	2,716197	1,057265	2,56908	-1,51476	6,94716	0,376	4,230962	0,971021
3	>4	2,969854	1,364923	2,17584	-2,49229	8,432003	0,543	5,462149	1,061701
4	>4	0,253657	1,364923	0,18584	-5,20849	5,715806	1,000	5,462149	0,09068

Zdroj: vlastní

Tabulka 2 C: Porovnání

laktace	1	2	3	4	>4					
den zlomu	55	51	56	57	43			1	2	0,972
	54	64	61	67	60			1	3	0,171
	54	45	61	68	64			1	4	0,434
	48	74	77	78				1	5	1,000
	50	42	55	65				2	3	0,388
	43	66	84	50				2	4	0,726
	54	69	69	61				2	5	0,994
	51	60						3	4	0,991
	64	60						3	5	0,547
	58	64						4	5	0,764
	69	58								
	58	62								
	61	43					červená statisticky nevýznamná			
	53	56					zelená statisticky významná			
	37	73								
	52	41								
	77	69								
	66	51								
	61									
	60									

TUKEY

HSD/KRAMER

alpha

0,05

Group	mean	n	ss	df	q-crit
1	56,25	20	1539,75		
2	58,22222	18	1923,111		
3	66,14286	7	724,8571		
4	63,71429	7	475,4286		
>4	55,66667	3	248,6667		
		55	4911,813	50	4,0018

Q TEST

group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
1	2	1,972222	2,276992	0,866153	-7,13984	11,08429	0,972	9,112066	0,198985
1	3	9,892857	3,077789	3,214274	-2,42384	22,20955	0,171	12,31669	0,998127
1	4	7,464286	3,077789	2,425211	-4,85241	19,78098	0,434	12,31669	0,753099
1	>4	0,583333	4,339196	0,134434	-16,7813	17,94793	1,000	17,36459	0,058855
2	3	7,920635	3,121804	2,537198	-4,5722	20,41347	0,388	12,49284	0,799142
2	4	5,492063	3,121804	1,759259	-7,00077	17,9849	0,726	12,49284	0,554115
2	>4	2,555556	4,370526	0,584725	-14,9344	20,04553	0,994	17,48997	0,257839
3	4	2,428571	3,746165	0,648282	-12,5628	17,41997	0,991	14,9914	0,245028
3	>4	10,47619	4,836278	2,166168	-8,87763	29,83001	0,547	19,35382	1,056982
4	>4	8,047619	4,836278	1,664011	-11,3062	27,40144	0,764	19,35382	0,811954

Zdroj: vlastní

Tabulka 2 D: Porovnání

laktace	1	2	3	4	>4				
relativní hmotnost zlomu vzhledem k 6. dni	98,44	90,75	96,71	90,39	83,36		1	2	1,000
	94,24	100,14	95,69	93,80	93,53		1	3	0,685
	93,25	99,59	91,84	90,62	86,13		1	4	0,176
	101,76	95,99	99,87	89,69			1	5	0,079
	92,32	97,10	91,73	87,69			2	3	0,757
	90,09	94,18	95,65	88,72			2	4	0,152
	100,21	98,77	115,44	94,01			2	5	0,070
	96,85	97,54					3	4	0,039
	93,70	98,23					3	5	0,019
	95,44	93,65					4	5	0,886
	95,11	93,67							
	100,33	95,39							
	97,69	89,67				červená statisticky nevýznamná			
	90,64	86,47				zelená statisticky významná			
	87,03	100,34							
	95,47	96,66							
	95,00	96,18							
	88,34	96,90							
	105,61								
96,56									

TUKEY

HSD/KRAMER

alpha

0,05

group	mean	n	ss	df	q-crit
1	95,4038	20	399,3992		
2	95,62302	18	236,849		
3	98,13427	7	397,1902		
4	90,70154	7	34,59859		
>4	87,67486	3	55,22353		
		55	1123,261	50	4,0018

Q TEST

group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
1	2	0,219221	1,088882	0,201327	-4,13827	4,576709	1,000	4,357488	0,046252
1	3	2,730468	1,471832	1,85515	-3,15951	8,620444	0,685	5,889976	0,576079
1	4	4,702254	1,471832	3,194831	-1,18772	10,59223	0,176	5,889976	0,992089
1	>4	7,728941	2,07505	3,724701	-0,57499	16,03288	0,079	8,303935	1,630665
2	3	2,511247	1,49288	1,682149	-3,46296	8,485455	0,757	5,974208	0,529827
2	4	4,921475	1,49288	3,296631	-1,05273	10,89568	0,152	5,974208	1,038341
2	>4	7,948162	2,090032	3,80289	-0,41573	16,31205	0,070	8,363892	1,676917
3	4	7,432722	1,791456	4,148983	0,263672	14,60177	0,039	7,16905	1,568168
3	>4	10,45941	2,31276	4,522479	1,204205	19,71461	0,019	9,255204	2,206744
4	>4	3,026687	2,31276	1,308691	-6,22852	12,28189	0,886	9,255204	0,638576

Zdroj: vlastní

Tabulka 2 E: Porovnání

laktace	1	2	3	4	>4					
den zlomu	112	85	99	96	85			1	2	0,997
	87	89	76	89	97			1	3	0,984
	110	89	94	97	102			1	4	1,000
	98	91	107	89				1	5	0,999
	93	57	106	105				2	3	0,935
	75	113	107	95				2	4	0,999
	92	104	103	103				2	5	1,000
	106	94						3	4	0,992
	100	98						3	5	0,981
	89	96						4	5	1,000
	106	103								
	97	107								
	111	103				červená statisticky nevýznamná				
	96	97				zelená statisticky významná				
	77	102								
	92	77								
	100	104								
	87	102								
	95									
	103									

TUKEY

HSD/KRAMER

alpha

0,05

group	mean	n	ss	df	q-crit
1	96,3	20	2016,2		
2	95,05556	18	2826,944		
3	98,85714	7	746,8571		
4	96,28571	7	229,4286		
>4	94,66667	3	152,6667		
		55	5972,097	50	4,0018

Q TEST

group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
1	2	1,244444	2,510753	0,495646	-8,80309	11,29198	0,997	10,04753	0,113867
1	3	2,557143	3,393761	0,753483	-11,024	16,1383	0,984	13,58115	0,233979
1	4	0,014286	3,393761	0,004209	-13,5669	13,59544	1,000	13,58115	0,001307
1	>4	1,633333	4,784667	0,341368	-17,5139	20,78061	0,999	19,14728	0,14945
2	3	3,801587	3,442296	1,104376	-9,97379	17,57697	0,935	13,77538	0,347846
2	4	1,230159	3,442296	0,357366	-12,5452	15,00554	0,999	13,77538	0,11256
2	>4	0,388889	4,819214	0,080696	-18,8966	19,67442	1,000	19,28553	0,035583
3	4	2,571429	4,130755	0,622508	-13,959	19,10188	0,992	16,53045	0,235286
3	>4	4,190476	5,332781	0,785796	-17,1502	25,5312	0,981	21,34072	0,383429
4	>4	1,619048	5,332781	0,303603	-19,7217	22,95977	1,000	21,34072	0,148143

Zdroj: vlastní



Tabulka 2 F: Porovnání

laktace	1	2	3	4	>4					
relativní hmotnost zlomu vzhledem k 6. dni	100,20	90,72	97,80	88,82	85,06			1	2	0,958
	92,03	100,28	94,39	89,24	91,69			1	3	0,942
	95,75	95,72	91,86	93,05	92,52			1	4	0,022
	106,03	95,39	101,11	85,22				1	5	0,221
	95,36	92,28	91,78	88,37				2	3	0,723
	92,55	91,91	95,16	87,82				2	4	0,085
	103,16	97,57	117,49	93,55				2	5	0,406
	97,17	101,40						3	4	0,019
	93,35	101,09						3	5	0,132
	96,29	92,75						4	5	1,000
	97,34	96,33								
	100,91	97,40								
	104,07	88,18				červená statisticky nevýznamná				
	94,35	89,00				zelená statisticky významná				
	87,95	99,62								
	95,09	93,36								
	94,80	96,65								
	89,32	100,62								
	106,89									
92,47										

TUKEY

HSD/KRAMER

alpha

0,05

group	mean	n	ss	df	q-crit
1	96,75263	20	531,2047		
2	95,56932	18	295,9499		
3	98,51012	7	485,1703		
4	89,43916	7	51,94576		
>4	89,75583	3	33,47214		
		55	1397,743	50	4,0018

Q TEST

group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
1	2	1,183303	1,214658	0,974186	-3,67752	6,044123	0,958	4,86082	0,223804
1	3	1,757489	1,641843	1,070437	-4,81284	8,327815	0,942	6,570325	0,332402
1	4	7,31347	1,641843	4,454428	0,743144	13,8838	0,022	6,570325	1,383231
1	>4	6,996799	2,314738	3,022717	-2,26632	16,25992	0,221	9,26312	1,323338
2	3	2,940793	1,665323	1,7659	-3,7235	9,60508	0,723	6,664288	0,556206
2	4	6,130166	1,665323	3,681069	-0,53412	12,79445	0,085	6,664288	1,159428
2	>4	5,813496	2,331452	2,493509	-3,51651	15,1435	0,406	9,330003	1,099534
3	4	9,070959	1,998387	4,53914	1,073814	17,0681	0,019	7,997145	1,715634
3	>4	8,754288	2,579907	3,393258	-1,56998	19,07856	0,132	10,32427	1,65574
4	>4	0,316671	2,579907	0,122745	-10,0076	10,64094	1,000	10,32427	0,059893

Zdroj: vlastní

Tabulka 2 G: Porovnání

laktace	první měřený den								
	1	2	3	4	>4				
relativní hmotnost zlomu vzhledem k 6. dni	98,16	100,66	101,80	99,84	99,82		1	2	0,929
	98,24	100,29	100,20	98,88	99,37		1	3	0,915
	100,39	99,26	100,44	99,65	100,97		1	4	0,724
	98,84	102,05	101,23	100,68			1	5	1,000
	101,35	100,02	99,98	102,01			2	3	0,999
	98,73	99,92	98,80	102,10			2	4	0,967
	100,03	99,60	100,78	101,40			2	5	0,992
	99,94	100,22					3	4	0,997
	99,00	100,07					3	5	0,981
	102,03	100,80					4	5	0,926
	100,50	99,71							
	101,38	99,22							
	100,42	102,22					červená statisticky nevýznamná		
	101,66	101,42					zelená statisticky významná		
	99,31	99,47							
	100,25	99,39							
	101,80	100,33							
	99,18	101,54							
	100,00								
100,10									

TUKEY

HSD/KRAMER

alpha

0,05

group	mean	n	ss	df	q-crit
1	100,0656	20	25,97571		
2	100,3438	18	14,76676		
3	100,461	7	5,532571		
4	100,6498	7	9,29187		
>4	100,0518	3	1,354265		
		55	56,92117	50	4,0018

Q TEST

group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
1	2	0,278173	0,245119	1,134846	-0,70275	1,259091	0,929	0,980918	0,260713
1	3	0,395416	0,331325	1,193437	-0,93048	1,721314	0,915	1,325898	0,370597
1	4	0,584146	0,331325	1,763059	-0,74175	1,910044	0,724	1,325898	0,547482
1	>4	0,013787	0,467117	0,029514	-1,85552	1,883093	1,000	1,869307	0,012921
2	3	0,117243	0,336064	0,348872	-1,22762	1,462103	0,999	1,34486	0,109884
2	4	0,305974	0,336064	0,910463	-1,03889	1,650834	0,967	1,34486	0,286769
2	>4	0,291959	0,470489	0,620544	-1,59084	2,174763	0,992	1,882804	0,273634
3	4	0,18873	0,403276	0,467993	-1,4251	1,802562	0,997	1,613832	0,176885
3	>4	0,409203	0,520628	0,785979	-1,67425	2,492651	0,981	2,083448	0,383519
4	>4	0,597933	0,520628	1,148485	-1,48552	2,681381	0,926	2,083448	0,560403

Zdroj: vlastní

Tabulka 2 H: Porovnání

laktace	120. den								
	1	2	3	4	>4				
relativní hmotnost zlomu vzhledem k 6. dni	101,84	90,55	97,25	90,34	85,02		1	2	0,721
	94,84	101,36	97,19	91,40	90,06		1	3	0,986
	96,92	95,09	92,60	92,50	90,44		1	4	0,018
	105,99	95,79	102,72	86,09			1	5	0,041
	94,78	93,88	92,57	91,40			2	3	0,621
	93,40	93,17	94,29	88,36			2	4	0,173
	105,42	97,18	118,05	93,85			2	5	0,182
	99,06	103,00					3	4	0,027
	92,63	100,99					3	5	0,038
	97,82	92,11					4	5	0,980
	97,70	96,29							
	102,94	96,57							
	104,29	86,93					červená statisticky nevýznamná		
	98,81	89,58					zelená statisticky významná		
	92,29	97,23							
	96,42	98,06							
	95,91	98,56							
	87,94	99,91							
	108,47								
93,67									

TUKEY

HSD/KRAMER

alpha

0,05

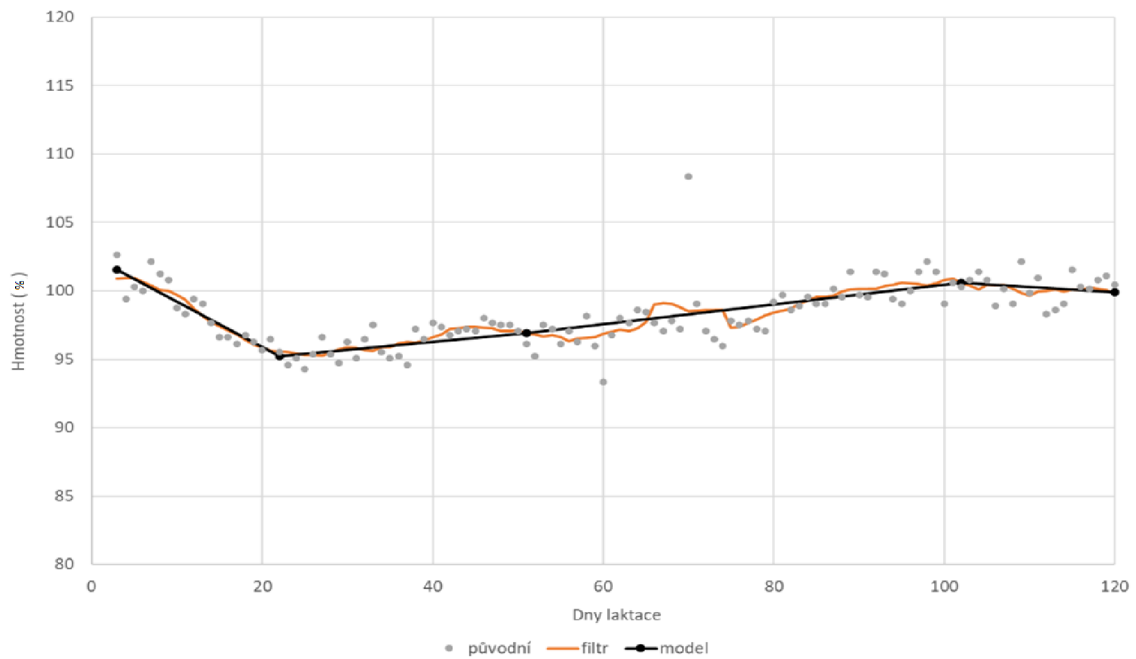
group	mean	n	ss	df	q-crit
1	98,05714	20	540,0776		
2	95,90369	18	313,3799		
3	99,23704	7	487,0658		
4	90,56212	7	40,85038		
>4	88,50885	3	18,29764		
		55	1399,671	50	4,0018

Q TEST

group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
1	2	2,15345	1,215496	1,771664	-2,71072	7,017623	0,721	4,864172	0,407012
1	3	1,179902	1,642975	0,71815	-5,39495	7,754759	0,986	6,574856	0,223007
1	4	7,495021	1,642975	4,56186	0,920165	14,06988	0,018	6,574856	1,416592
1	>4	9,548289	2,316335	4,122154	0,278781	18,8178	0,041	9,269508	1,804669
2	3	3,333353	1,666471	2,000247	-3,33553	10,00224	0,621	6,668883	0,630018
2	4	5,341571	1,666471	3,205319	-1,32731	12,01045	0,173	6,668883	1,00958
2	>4	7,394839	2,333059	3,169589	-1,9416	16,73128	0,182	9,336437	1,397657
3	4	8,674923	1,999765	4,337971	0,672263	16,67758	0,027	8,00266	1,639599
3	>4	10,72819	2,581686	4,155499	0,396802	21,05958	0,038	10,33139	2,027676
4	>4	2,053268	2,581686	0,795321	-8,27812	12,38466	0,980	10,33139	0,388077

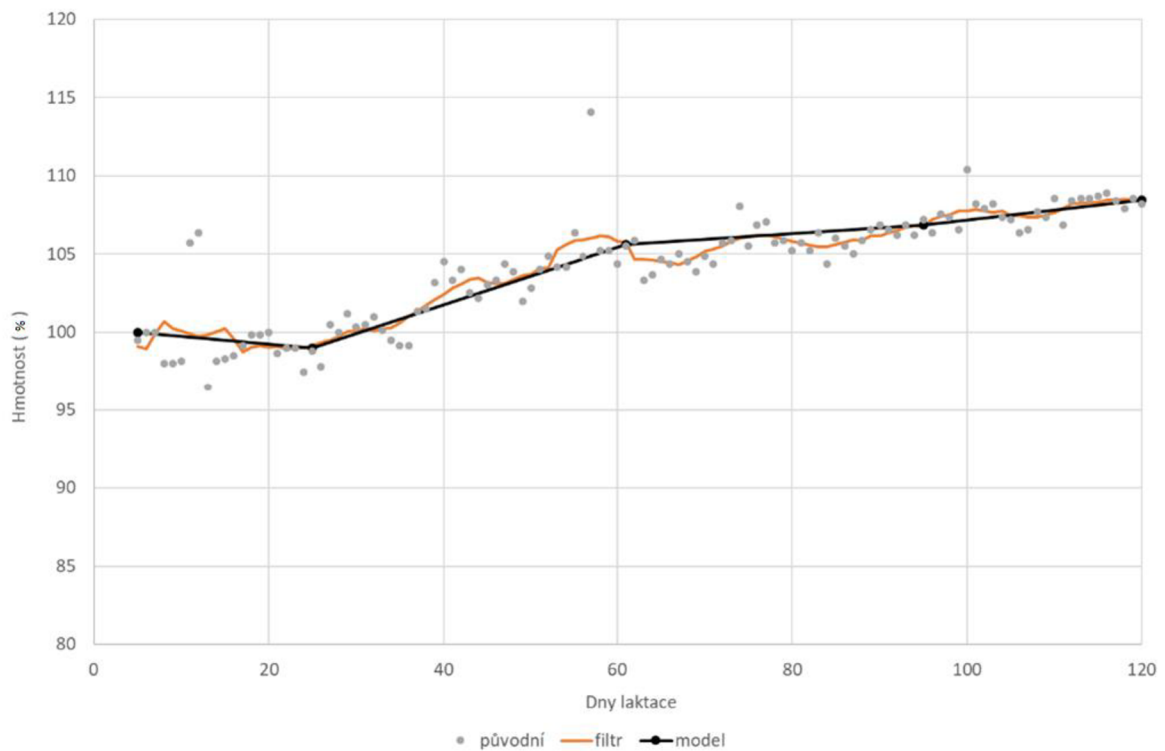
Zdroj: vlastní

Graf 1: Závislost relativní hmotnosti v % na laktačním dni – report 62



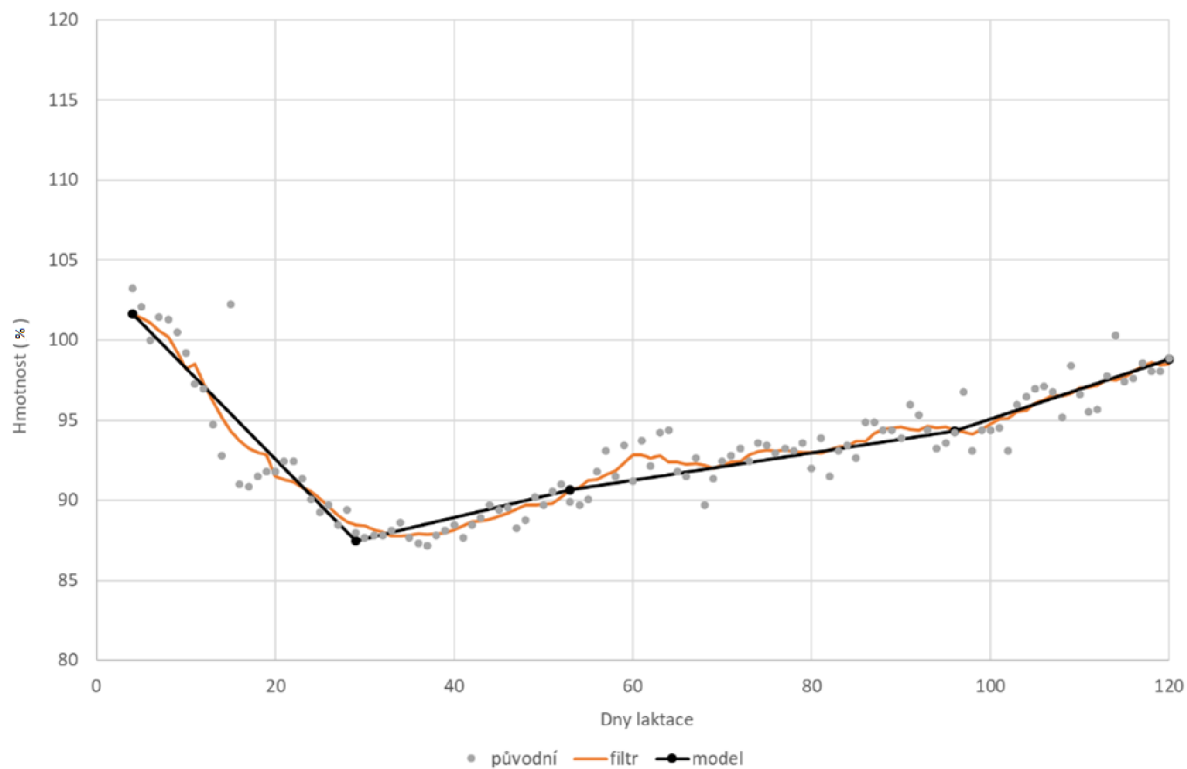
Zdroj: vlastní

Graf 2: Závislost relativní hmotnosti v % na laktačním dni – report 52



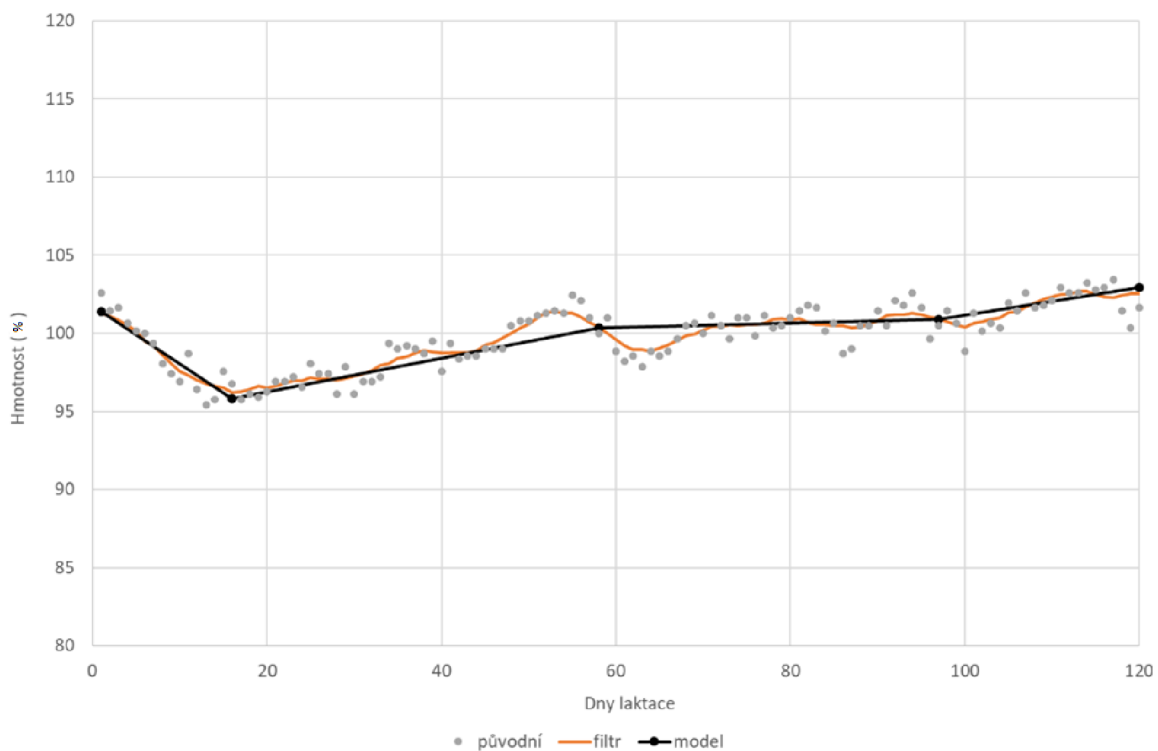
Zdroj: vlastní

Graf 3: Závislost relativní hmotnosti v % na laktačním dni – report 41



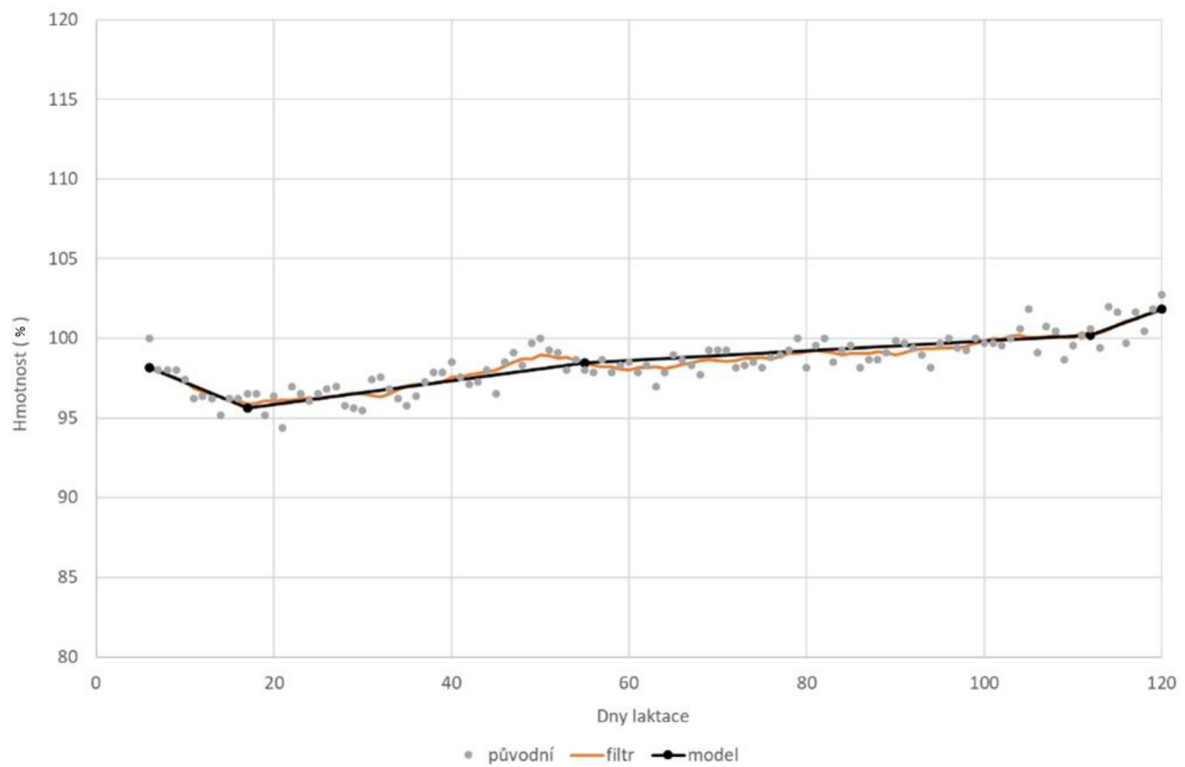
Zdroj: vlastní

Graf 4: Závislost relativní hmotnosti v % na laktačním dni – report 37



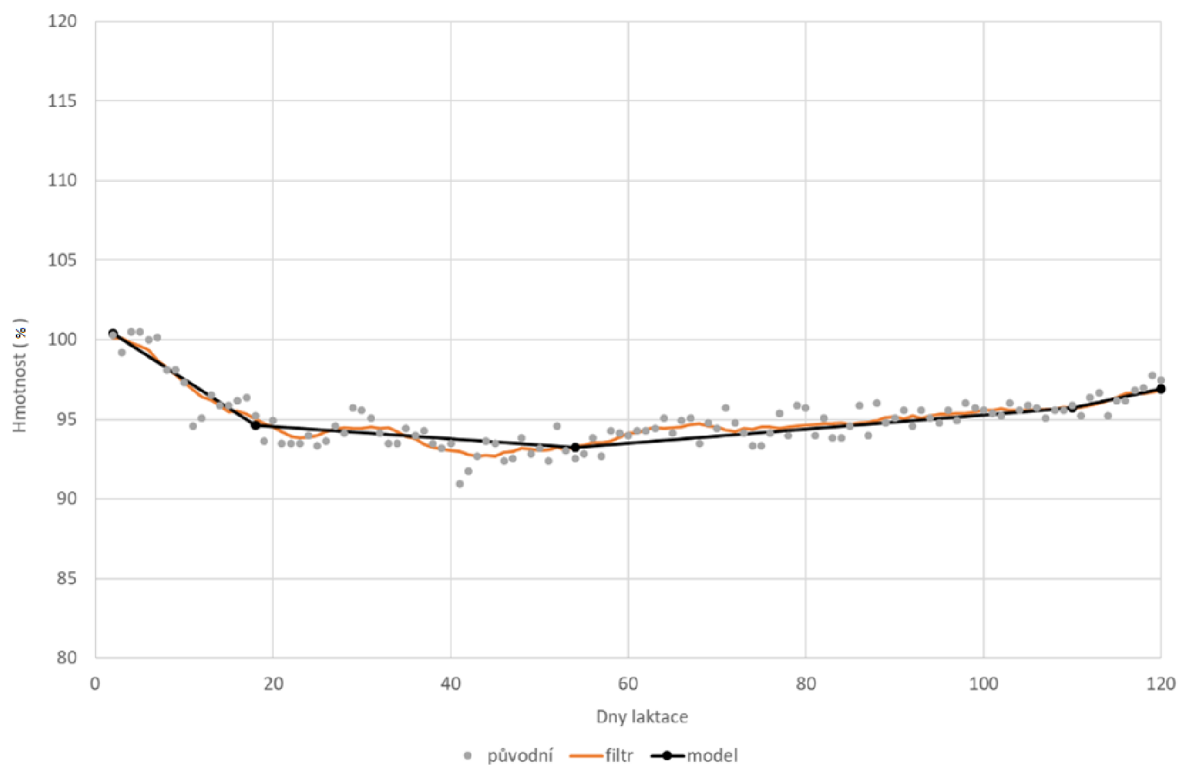
Zdroj: vlastní

Graf 5: Závislost relativní hmotnosti v % na laktčním dni – report 02



Zdroj: vlastní

Graf 6: Závislost relativní hmotnosti v % na laktčním dni – report 11



Zdroj: vlastní

## 12 SEZNAM VLASTNÍCH PUBLIKOVANÝCH PRACÍ

### Impaktované články

ZÁBRANSKÝ, L., ŠOCH, M., BROUČEK, J., NOVÁK, P., TEJML, P., PÁLKA, V., PETRÁŠKOVÁ, E., RAABOVÁ, M., SMUTNÝ, L., SMUTNÁ, Š. (2015): *Influence of selected feeding supplements on the growth and health in calves depending on sex, period of the birth, and number of mother's lactations*. Acta Veterinaria Brno, 2015, roč.48, č.3, s.269 – 275

### Podané patenty

SMUTNÝ, L., KRUPKA, F., ŠOCH, M., ZÁBRANSKÝ, L., ŠIMKOVÁ, A., SMUTNÁ, Š.: *Způsob řízení chovných podmínek uvnitř stáje a zařízení k provádění tohoto způsobu*, podáno 15. 6. 2015, PV 2015-401

SMUTNÝ, L., KRUPKA, F., SMUTNÁ, Š., ŠOCH, M., ZÁBRANSKÝ, L., ŠVEJDOVÁ, K., SMUTNÝ, D., ŠOCH, J., LANG, A.: *Způsob bezkontaktního měření tělesné teploty zvířete spojený s elektronickou identifikací a zařízení k provádění tohoto způsobu*, podáno 15. 6. 2015, PV 2015 – 400

### Publikace

LÍBALOVÁ, K., ŠOCH, M., ŠŤASTNÁ, J., TEJML, P., PÁLKA, V., RAABOVÁ, M., PODLAHOVÁ, Š. (2010): *Vliv klimatických podmínek působících na hematologické ukazatele krve ovcí chovaných v podhorských podmínkách*. Aktuální otázky bioklimatologie zvířat, Praha, Výzkumný ústav živočišné výroby, s. 37-39. ISBN 978-80-7403-075-8.

PODLAHOVÁ, Š., SMUTNÝ, L., ŠOCH, M. (2011) *Potential Utilization of Automatic Cows Weighing for Evaluation of Health and Nutritional Condition of Herd*. Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies: Lucrari Stiintifice Zootehnie si Biotehnologii, roč. 44, č. 1, s. 308-313.

LÍBALOVÁ, K., ŠOCH, M., TEJML, P., PÁLKA, V., RAABOVÁ, M., ŠTENGL, R., PODLAHOVÁ, Š., ZÁBRANSKÝ, L., BENDA, M. (2011): *Hematologické ukazatele krve ovcí chovaných v klimatických podmínkách podhorských oblastí*. Aktuální otázky bioklimatologie zvířat, Praha, Výzkumný ústav živočišné výroby, s. 56-58. ISBN 978-80-7403-086-4.

ZÁBRANSKÝ, L., ŠOCH, M., ŠŤASTNÁ, J., LÍBALOVÁ, K., RAABOVÁ, M., BENDA, M., PEKSA, Z., VOLFOVÁ, K., TEJML, P., PODLAHOVÁ, Š. (2011): *Možnosti využití*

*nekonvenčních postupů a potravních doplňků v prevenci a péči o zdraví telat. Aktuální otázky bioklimatologie zvířat, Praha, Výzkumný ústav živočišné výroby, s. 118-121. ISBN 978-80-7403-086-4.*

PODLAHOVÁ, Š., SMUTNÝ, L., ŠOCH, M. (2012): *Influence of diseases and metabolic disorders on*, Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies: Lucrari Stiintifice Zootehnie si Biotehnologii, roč. 45, č. 2, s. 343-346.

SMUTNÁ, Š., SMUTNÝ, L., ŠOCH, M. (2012): *Možnosti využití automatického vážení krav k vyhodnocování zdravotního a výživného stavu stáda. Aktuální otázky bioklimatologie zvířat, Praha, Výzkumný ústav živočišné výroby, s. 110-113. ISBN 978-80-7403-104-5.*

SMUTNÝ, L., KINDLOVÁ, J., SMUTNÁ, Š., ŠOCH, M. (2012): *Využití vitalimetrů k etologickým sledování. Aktuální otázky bioklimatologie zvířat, Praha, Výzkumný ústav živočišné výroby, s. 137-139. ISBN 978-80-7403-104-5.*

ZÁBRANSKÝ, L., ŠOCH, M., ŠVEJDOVÁ, K., ŠIMKOVÁ, A., ČERMÁK, B., SMUTNÁ, Š., SMUTNÝ, L. (2013): *The effect of selected dietary supplements on the occurrence of coccidia in the alimentary tract of chicken. Book of Abstracts Scientific Conferences.*

SMUTNÝ, L., SMUTNÁ, Š., KINDLOVÁ, J., ŠOCH, M., ŠKEŘÍK, V., ZÁBRANSKÝ, L. (2013): *The usage of information technology for evaluation of animal welfare. Acta Universitatis Cibiniensis. Series E: Food Technology, roč. XVII, č. 2, s. 137-144.*

ŠOCH, M., FIALA, O., ŠŤASTNÁ, J., BROUČEK, J., TEJML, P., SMUTNÝ, L., SMUTNÁ, Š., ČERMÁK, B., ZÁBRANSKÝ, L., ŠIMKOVÁ, A., ŠVEJDOVÁ, K., RAABOVÁ, M., PÁLKA, V. (2013): *Assessment of the impact of automatic milking on the selected parameters of dairy cows welfare. Acta Universitatis Cibiniensis. Series E: Food Technology, roč. XVII, č. 2, s. 69-76.*

ŠIMKOVÁ, A., ŠOCH, M., ŠVEJDOVÁ, K., ZÁBRANSKÝ, L., SMUTNÝ, L., SMUTNÁ, Š., ČERMÁK, B. (2013): *Options of Microclimate Optimization in Stable Objects with Respect to Thermal Comfort. Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies, roč. 46, č. 1, s. 321-324.*

ŠVEJDOVÁ, K., ŠOCH, M., ŠIMKOVÁ, A., ZÁBRANSKÝ, L., SMUTNÝ, L., SMUTNÁ, Š., ČERMÁK, B. (2013): *Technological possibilities of contactless measuring surface temperature. Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies, roč. 46, č. 1, s. 325-328.*

ZÁBRANSKÝ, L., ŠOCH, M., PAZDERKOVÁ, L., ŠIMKOVÁ, A., ŠVEJDOVÁ, K., SMUTNÝ, L., SMUTNÁ, Š., ŠŤASTNÁ, J., ČERMÁK, B. (2013): *The Effect of Selected Dietary Supplements on the Occurrence of Coccidia in the Alimentary Tract of Chicken. Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies, roč. 46, č. 2, s. 40-44.*



ŠOCH, M., ZÁBRANSKÝ, L., JANOUŠKOVÁ, A., ŠIMKOVÁ, A., ŠVEJDOVÁ, K., ČERMÁK, B., SMUTNÝ, L., SMUTNÁ, Š., ŠŤASTNÁ, J., MARŠÁLEK, M. (2014) *Influence of Alternative Methods in Treatment and Precaution of Cow Mastitis*. Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies, roč. 47, č. 2, s. 342-346.

ŠOCH, M., BROŽOVÁ, J., ZÁBRANSKÝ, L., SMUTNÝ, L., SMUTNÁ, Š., ŠŤASTNÁ, J. (2014): *Vliv ionizace vzduchu na vzdušnou prašnost stáje*. Náš chov: časopis chovatelů hospodářských zvířat, roč. 74, č. 6, s. 50-52.

NOVOTNÁ, I., ŠOCH, M., SMUTNÝ, L., SMUTNÁ, Š., ZÁBRANSKÝ, L., ŠIMKOVÁ, A., ŠVEJDOVÁ, K., ŠVARCOVÁ, A., FREJLACH, T. (2014): *Řízení chovu s vylepšeným českým softwarem*. Aktuální otázky bioklimatologie zvířat, Praha : Výzkumný ústav živočišné výroby, s. 61-63. ISBN 978-80-7403-127-4.

ŠVARCOVÁ, A., ŠOCH, M., ZÁBRANSKÝ, L., KŘÍŽOVÁ, Z., FREJLACH, T., NOVÁK, P., BROUČEK, J., SMUTNÝ, L., SMUTNÁ, Š., ŠVEJDOVÁ, K., ŠIMKOVÁ, A. (2015): *Influence of feed supplements to selected microelements in the blood calves*. Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies, roč. 48, č. 1, s. 216-219.

ŠIMKOVÁ, A., ŠOCH, M., ŠVEJDOVÁ, K., ŠIMÁK LÍBALOVÁ, K., SMUTNÝ, L., SMUTNÁ, Š., ČERMÁK, B., NOVOTNÁ, I. (2015): *The effect of air temperature on yield of Holstein dairy cattle*. Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies, roč. 48, č. 1, s. 279-282.

ZÁBRANSKÝ, L., ŠOCH, M., BROUČEK, J., NOVÁK, P., TEJML, P., JIROTKOVÁ, D., PETRÁŠKOVÁ, E., RAABOVÁ, M., SMUTNÝ, L., JAHNOVÁ, Z., SMUTNÁ, Š. (2015): *Influence of selected feed supplements on the growth and health of calves depending on the sex, season of birth, and number of the dam's lactation*. Acta Veterinaria Brno, roč. 84, č. 3, s. 269-275.

ZÁBRANSKÝ, L., ŠOCH, M., ŠÍP, P., BROUČEK, J., NOVÁK, P., SMUTNÝ, L., JIROTKOVÁ, D., KADLEC, J., VOLFOVÁ, K., SMUTNÁ, Š. (2015): *Influence of Selected Feeding Supplements on the Occurrence of Coccidias in Digestive Tract of Pheasants*. Advances in Environmental Science and Energy Planning. Tenerife, Canary Islands, Spain : WSEAS Press, s. 202-205. ISBN 978-1-61804-280-4.

JIROTKOVÁ, D., ŠOCH, M., KERNEROVÁ, N., SMUTNÁ, Š., ZÁBRANSKÝ, L., TEJML, P., VOLFOVÁ, K., ŠIMKOVÁ, A., ŠVEJDOVÁ, K., BROUČEK, J. (2015): *Utilization of nanotechnologies in agriculture*. Advances in Environmental Science and Energy Planning, Tenerife, Canary Islands, Spain : WSEAS Press, s. 321-325. ISBN 978-1-61804-280-4.

NOVOTNÁ, I., SMOLÍK, P., ŠOCH, M., SMUTNÁ, Š., SMUTNÝ, L., KRUPKA, F. (2015): *Vliv teplot na etologické projevy skotu*. Mezinárodní fyziologická konference. České Budějovice : Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, s. 4-8. ISBN 978-80-7394-535-0.

SMUTNÝ, L., SMUTNÁ, Š., SMOLÍK, P., NOVOTNÁ, I., ŠOCH, M., ZÁBRANSKÝ, L. (2015): *Welfsoft – programové vybavení k hodnocení welfare*. Mezinárodní fyziologická konference. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, s. 58-61. ISBN 978-80-7394-535-0.

NOVOTNÁ, I., SMOLÍK, P., ŠOCH, M., SMUTNÁ, Š., SMUTNÝ, L., KRUPKA, F. (2015): *Vliv technologií na vnitřní prostředí stájových objektů*. Sborník z konference Aktuální otázky bioklimatologie zvířat, Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby Praha - Uhřetěves, 2015, s. 20-25. ISBN 978-80-7403-145-8.

ŠIMKOVÁ, A., ŠVEJDOVÁ, K., ŠOCH, M., SMUTNÝ, L., SMUTNÁ, Š. (2015): *The effect of summer temperatures on behaviour of holstein dairy cows*. EPISTEME Czasopismo Naukowe - Kulturalne, roč. 26, č. 2, s. 253-258.

ŠVEJDOVÁ, K., ŠIMKOVÁ, A., ŠOCH, M., SMUTNÝ, L., SMUTNÁ, Š. (2016): *Housing and welfare of dairy cows*. EPISTEME Czasopismo Naukowe - Kulturalne, roč. 26, č. 2, s. 265-270.

POBORSKÁ, A., ŠOCH, M., ZÁBRANSKÝ, L., SMUTNÝ, L., NOVOTNÁ, I., SMOLÍK, P., FREJLACH, T., KŘÍŽOVÁ, Z., ŠIMKOVÁ, A., ŠVEJDOVÁ, K., SMUTNÁ, Š., VACEK, M. (2016): *Monitoring Lameness in Cattle Using the Vitalimeter*. Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies, roč. 49, č. 2, s. 246-252.

SMUTNÝ, L., KRUPKA, F., SMUTNÁ, Š., ŠOCH, M., ZÁBRANSKÝ, L., ŠVEJDOVÁ, K., SMUTNÝ, D., ŠOCH, J., LANG, A. (2016): *Způsob automatického sledování zdravotního stavu zvířete*.

SMUTNÝ, L., KRUPKA, F., ŠOCH, M., ZÁBRANSKÝ, L., ŠIMKOVÁ, A., SMUTNÁ, Š. (2016): *Způsob řízení chovných podmínek uvnitř stáje*.

SMUTNÝ, L., SMUTNÁ, Š., SMOLÍK, P., ŠOCH, M., ZÁBRANSKÝ, L., TEJML, P. (2016): *Průchozí vážní systém*.

JANDA, P., ŠOCH, M., SMUTNÝ, L., SMOLÍK, P., KRUPKA, F., BRŮŽKOVÁ, M., PROVAZNÍKOVÁ, I., SMUTNÁ, Š. (2017): *Regulace stájového mikroklimatu pro optimální pohodu zvířat*. Aktuální otázky bioklimatologie zvířat, Brno: Mendelova univerzita v Brně, s. 23-26. ISBN 978-80-7403-170-0.

PROVAZNÍKOVÁ, I., ŠOCH, M., SMOLÍK, P., SMUTNÁ, Š., SMUTNÝ, L., JANDA, P., ROZTOČIL, D., BRŮŽKOVÁ, M. (2017): *Vliv teplot na organismus hospodářských zvířat*. Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2017. Brno: Mendelova univerzita v Brně, s. 61-64. ISBN 978-80-7403-170-0.

SMUTNÝ, L., ŠOCH, M., BRŮŽKOVÁ, M., PROVAZNÍKOVÁ, I., KLUIBER, P., SMUTNÁ, Š., DUDÁK, P., ŠKEŘÍK, V. (2017): *Využití indexu cow comfortu k hodnocení welfare zvířat s využitím moderních informačních technologií*. Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2017, Brno: Mendelova univerzita v Brně, s. 73-75. ISBN 978-80-7403-170-0.

SMUTNÝ, L., ZÁBRANSKÝ, L., PROVAZNÍKOVÁ, I., SMOLÍK, P., DUDÁK, P., SMUTNÁ, Š., PÁTEK, J. (2019): *Use of software to monitor the health of dairy cows*. Animal Physiology, Nutrition and Welfare 2019, České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, s. 207-212. ISBN 978-80-7394-771-2.