



Zemědělská
fakulta
Faculty
of Agriculture

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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

AUTOREFERÁT DISERTAČNÍ PRÁCE

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

Ing. Šárka Smutná

2021

Autoreferát disertační práce

Doktorand: Ing. Šárka Smutná

Studijní program: Zootechnika

Studijní obor: Obecná zootechnika

Název práce : Možnosti využití automatického vážení krav k vyhodnocení zdravotního a výživového stavu stáda

Školitel : prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.

Oponenti: prof. Ing. Václav Řehout, CSc.

doc. Dr. Ing. Zdeněk Havlíček

doc. Ing. Milan Podsedníček, CSc.

Obhajoba disertační práce se koná dne 15. 12. 2021, v 10:00 hod. v zasedací místnosti vědecké rady ZF JU v Českých Budějovicích.

S disertační prací se lze seznámit na studijním oddělení Zemědělské fakulty JU v Českých Budějovicích.

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	5
1 ÚVOD.....	9
2 LITERÁRNÍ PŘEHLED	10
2.1 Holštýnsko-fríský skot.....	10
2.2 Chovný cíl	10
2.3 Věk a hmotnost dojnic.....	11
2.4 Vliv výživy dojnic na hmotnost a laktaci	12
2.5 Vliv šlechtění na produkci, pohodu a zdravotní stav dojnic.....	12
2.6 Mikroklima	12
2.6.1 Tepelný stres	13
2.6.2 Hodnocení tepelného stresu	13
2.7 Tělesná hmotnost.....	13
2.7.1 Hmotnostní křivka	15
2.7.2 Vážení.....	16
2.7.3 Průchozí váha	17
2.8 Laktace	18
2.8.1 Laktační křivka	18
2.9 Mléčná užitkovost	18
2.9.1 Vliv automatického dojení na mléčnou užitkovost.....	19
2.10 Složení mléka.....	19
2.10.1 Vliv automatizovaného dojení na složení kravského mléka.....	20
2.10.2 Vlivy působící na mléčnou užitkovost	20
2.11 Vliv výživy na složení mléka	21
2.12 Zdraví dojnic	21
2.12.1 Zdraví dojnic a automatizované dojící systémy	21
2.12.2 Vliv výživy na zdraví dojnic	22
2.13 Technologické systémy dojení.....	22
2.13.1 Stacionární dojírny.....	23
2.14 Dojící roboty	23
2.14.1 Historie automatizace dojení.....	23

2.14.2	Používané typy dojících robotů	24
2.14.3	Dodavatelé dojících robotů v ČR.....	24
2.14.4	Posouzení výhodnosti AMS	25
2.15	Technologické trendy	25
3	CÍL DISERTAČNÍ PRÁCE	27
4	MATERIÁL A METODIKA	28
4.1	Materiál	28
4.1.1	Farmy.....	28
4.1.2	Robot Lely Astronaut A3	29
4.2	Metodika	33
5	VÝSLEDKY, HODNOCENÍ A DISKUZE	35
5.1	Stanovení hmotnostní křivky	35
5.2	Vztah mezi celoroční hmotností a mléčnou produkcí.....	39
5.3	Hmotnostní křivky nemocných dojnic	40
6	ZÁVĚR.....	43
7	PŘÍNOS PRO CHOVATELSKOU PRAXI A ROZVOJ OBORU	45
8	SEZNAM LITERATURY	46
9	INTERNETOVÉ ZDROJE.....	53
10	SEZNAM PŘÍLOH.....	54
11	SEZNAM VLASTNÍCH PUBLIKOVANÝCH PRACÍ	58

1 ÚVOD

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 dojníc vychází z měření vybraných fyziologických parametrů (velikost nádoje, kvalita nadojeného mléka, pohybová aktivita, doba žraní a přežvykování, 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

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).

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.

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 užítkovost (kg)			28000	33000	35000 a více
Počet ukončených laktací			3,5	3,5	3,5

Zdroj: SChHS (2021)

2.3 Věk a hmotnost dojnic

Výše mléčné užítkovosti 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).

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.

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).

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. 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 nejdůležitějších 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).

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 kompenzačních 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.

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).

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 dojnic 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 naplně 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).

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 záchovu, 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 dojárně. 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.,

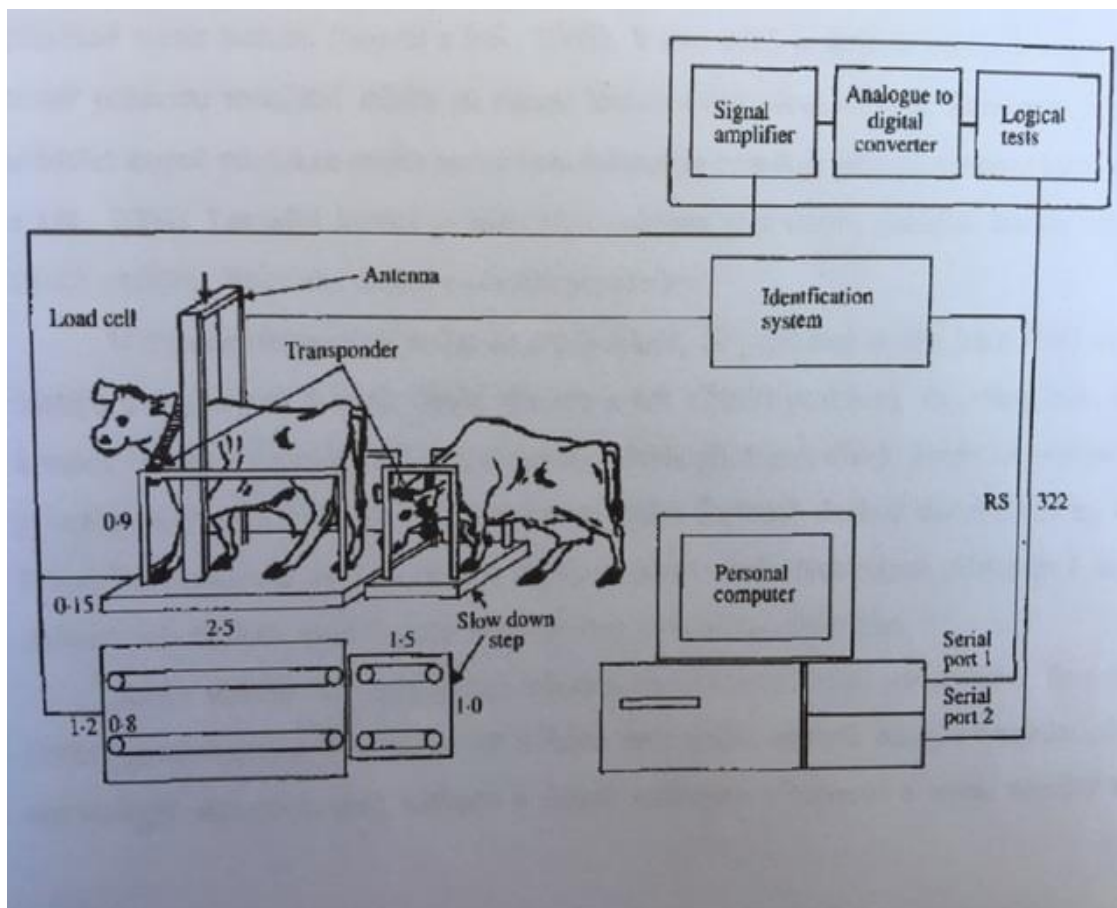
2007). Podle MALTZE et al. (1997) lze záznamů o tělesné hmotnosti v hospodářské praxi využít zejména ve dvou oblastech:

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

2.7.3 Průchozí váha

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).

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

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).

2.9 Mléčná užitkovost

U skotu je mléčná užitkovost nejdůležitější a nejchopitelnější 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.

2.9.1 Vliv automatického dojení na mléčnou užitkovost

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. KOPEČEK a MACHÁLEK (2010) uvádějí, že po zavedení robotů se ve srovnání s dojírnami zvyšuje dojivost krav o cca 5 až 15 %. SPOLDERS (2002) argumentuje, že ve srovnání s dojením dvakrát za den v dojírnách, bylo při dojení roboty zjištěno zvýšení dojivosti dokonce o 3 až 20 %.

2.10 Složení mléka

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). BOUŠKA et al. (2006) uvádí hodnoty složení v zralého kravského mléka v tabulce 2.

Tabulka 2: 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 dojivostí (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 3.

Tabulka 3: 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 činitelé. 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 kejdě 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 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.

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 píče 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).

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).

2.12 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.

2.12.1 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 upozorňuje na podezření mastitidy v případě, že:

- Vodivost mléka z příslušné čtvrti vemene se odlišuje ≥ 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.

2.12.2 Vliv výživy na zdraví dojnic

Z praktického pohledu krmení vysokoprodukčních zvířat je nutné si uvědomit, že za optimálních podmínek je produkce mikrobiálního proteinu v bachoru konstantní a rovněž obsah dusíku v něm je konstantní. Navíc, aby byla syntéza mikrobiálního proteinu optimální, musí být v bachoru 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. Překročí-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.

2.13 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 dojírnách 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 dojárně. Dojírna 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 dojírny 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 dojárně by mělo být dodržováno 5 chovatelských zásad:

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

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

2.13.1 Stacionární dojírny

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

2.14 Dojírcí roboty

2.14.1 Historie automatizace dojení

V České republice byl první dojírcí 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).

2.14.2 Používané typy dojících robotů

KVAPILÍK (2005) uvádí, že z hlediska managementu stáda dojníc 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)

2.14.3 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.

2. DeLaval – VMS

De Laval má v ČR v provozu 120 robotů.

3. Insentec – GALAXY STARLINE

Tento typ využívají v ČR 3 farmy

4. Fullwood – MERLIN

Od roku 2011 je v provozu 20 robotů.

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.

2.14.4 Posouzení výhodnosti AMS

VERGRICHT (2008) uvádí hlavní důvody pro pořízení robota:

- Snížení lidské práce
- 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, ...).

2.15 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).

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. 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

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.

Tabulka 4: 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 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.

Tabulka 5: Farma B

FARMA 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

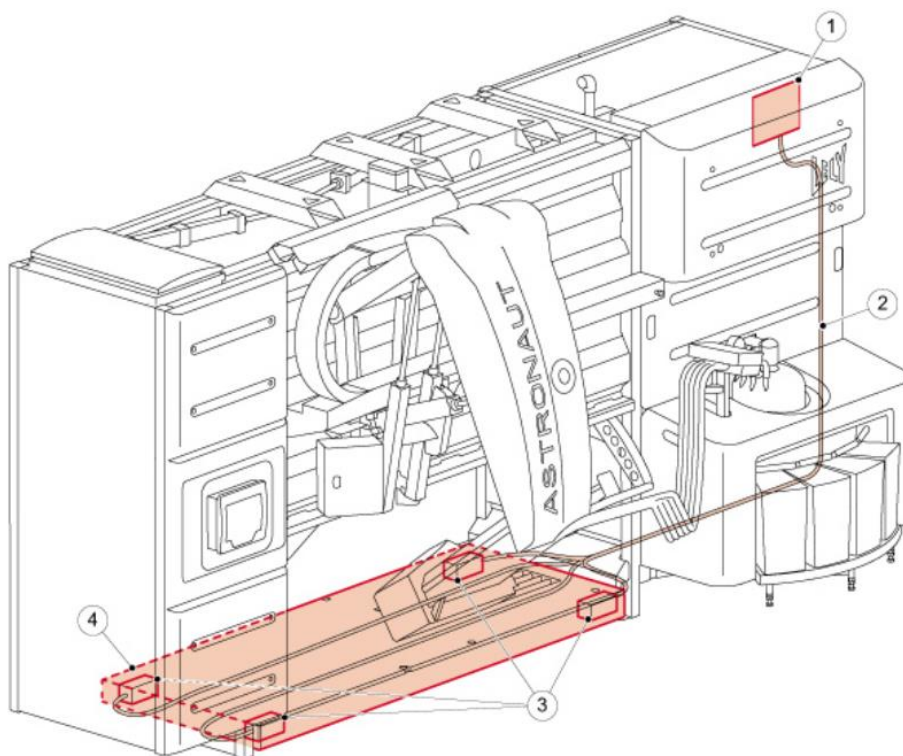
- 4 Kontrola podtlaku
 - 5 Zajištění proměnné asynchronní pulzace (50/50; 60/40; 70/30) pro každou čtvrt' vemena
 - 6 On-line systém zjišťování počtu somatických buněk rovněž dle jednotlivých čtvrtí
- optimalizuje rychlost dojení,
 - rameno robota kombinuje trojrozměrné pohyby se zvětšeným dosahem a zajišťuje efektivní nasazení strukových násadců na výše i níže umístěná vemena a je robustní konstrukce, které odolává možnosti poškození způsobené dojnicí,
 - 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.
 - 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).

Pro zpracování disertační práce byla zásadní součástí dojícího robota váhící jednotka, tzv. Gravitor (viz. obrázek 2).

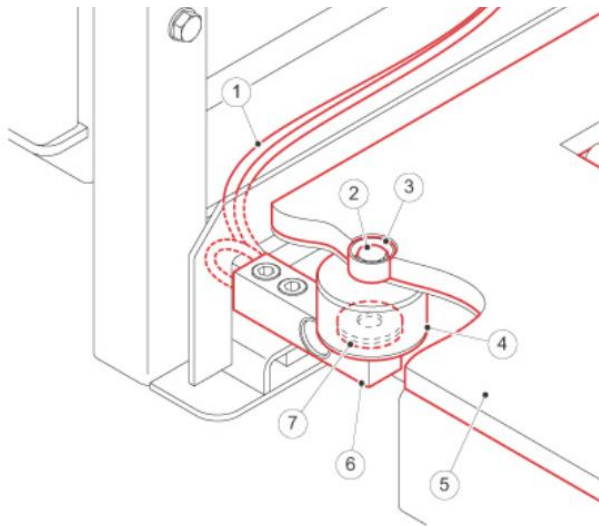
- 1) Váží tenzometrické jednotky (3) zabudované do nerezové podlahy boxu robota (4) a připojené do zařízení Gravitor (1) – náčrtes viz. obrázek 2, níže.
- 2) Každá jednotka má unikátní kalibrační hodnotu, která je součástí certifikátu každé jednotky. Hodnota se zadává do dotykové obrazovky robota.
-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

Obrázek 2: Váha v robotu



Zdroj: www.lely.com

Obrázek 3: Detail Gravitor



Zdroj: 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.

4.2 Metodika

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 dojnic 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 součtů 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 7 – Přehled (8.,9.,10. sloupec), kde jsou dále určeny jejich aritmetické průměry, výběrové směrodatné odchylky, 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 grafu 1. 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 odchylka, maximální a minimální hodnota a variační rozpětí. Výsledky pro zlomové body (aritmetický průměr \pm výběrová směrodatná odchylka) jsou také shrnuty v následující tabulce 6.

Tabulka 6: 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 7 – 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 neodfiltrovaných 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 $\alpha = 0,05$.

Tabulka 7: 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

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 dojnic na 3. a 4. laktaci ($m_3 = 98,13 \%$, $m_4 = 90,70 \%$; $p = 0,039$) a také mezi skupinou dojnic 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 dojnic 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 dojnic na 4. laktaci vychází statisticky významný rozdíl se skupinou dojnic 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 dojnic 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 dojnic 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 8 – Pět význačných bodů:

Tabulka 8: Pět význačných bodů

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

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.

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

Tabulka 8: Hodnoty parametrů

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

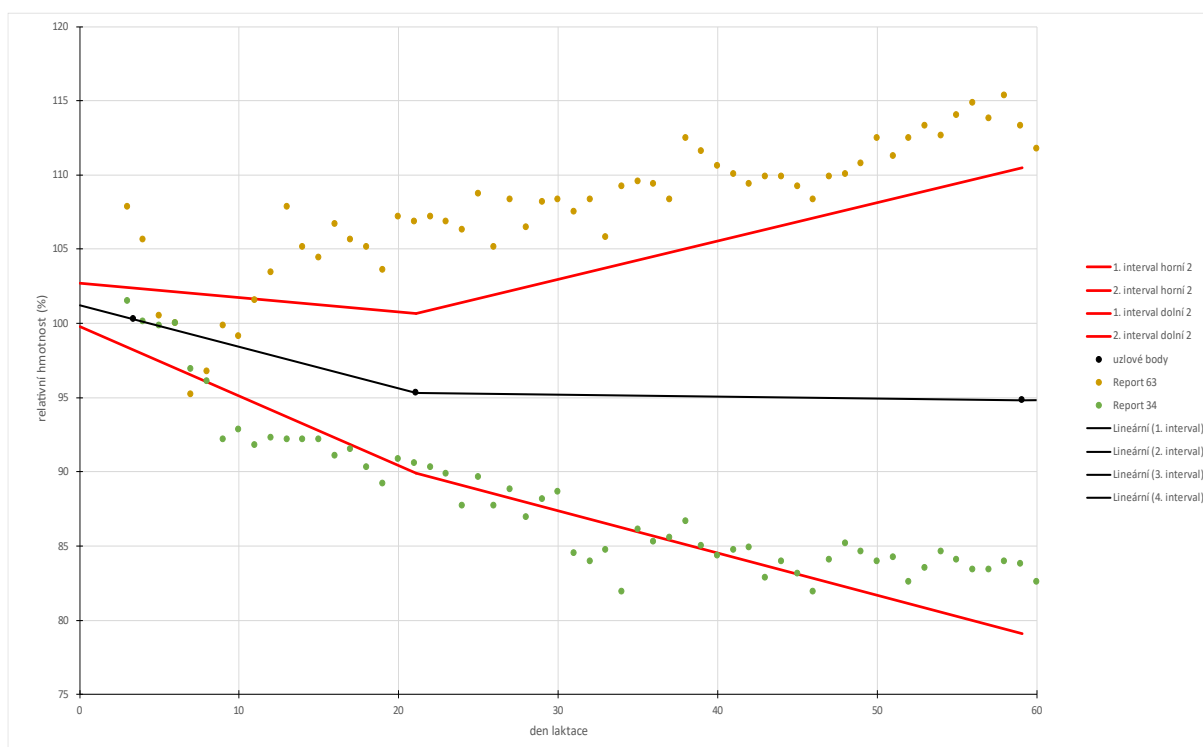
Zdroj: vlastní

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:

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

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

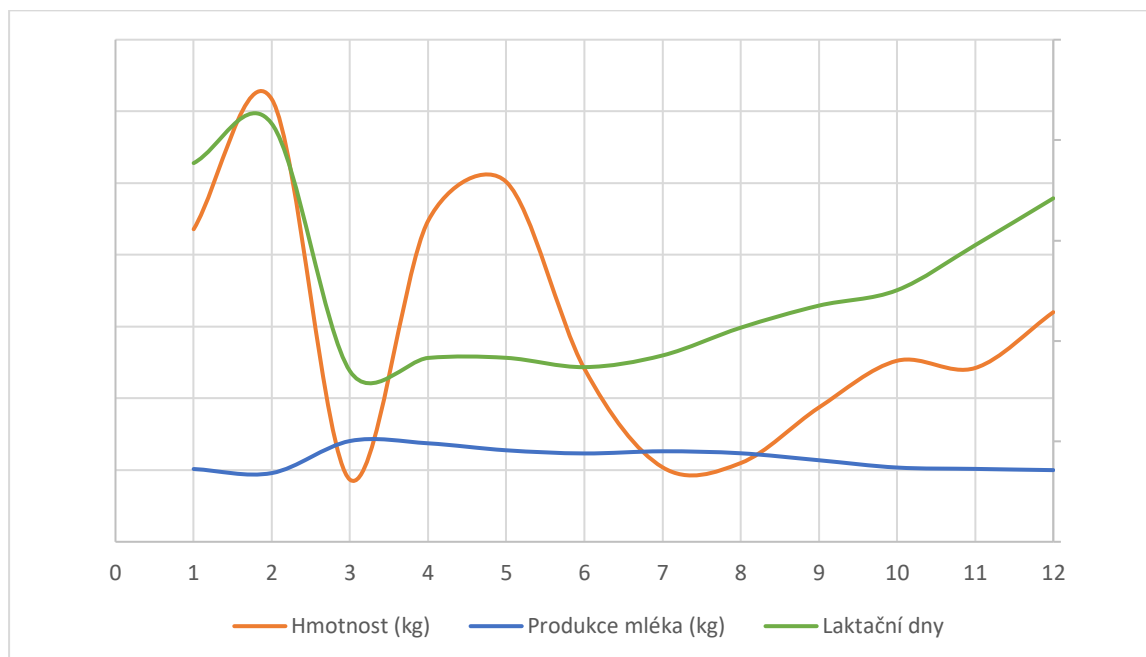
5.2 Vztah mezi celoroční hmotností a mléčnou produkcí

Tabulka 9: 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, prům. hmotností dojnic a průměrným laktačním dnem



Zdroj: vlastní

Z tabulky 9 a grafu 2 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 10 je uvedena frekvence výskytu četnosti onemocnění na 100 krav v ročním průměru.

Tabulka 10: 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 11.

Tabulka 11: Úbytek na hmotnosti dojníc vlivem ketózy

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

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 algoritmována 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

- ABRAMSON, S. (2009): *Vícečetné dojení a jeho vliv na produkci, zdravotní stav a kondici*. *Náš chov*, 5, 22 s. ISSN: 0027-8068
- 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.
- BERMAN, A. J. (2005): *Estimates of heat stress relief needs for Holstein dairy cows*. *J. Anim. Sci.*, 83, pp. 1377-1384.
- 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 dobytka*. *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
- BRUNO, L. et al. (2012). *Improved traffic signal detection a classification via image processing algorithms*. *Procedia – Social a Behavioral Sciences*, 53:810-82
- 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.
- 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.
- 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
- 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. & KRÍŽOVÁ, L. (2007): *Vliv krmné dávky na obsah proteinů a tuku v mléce. Výživa dojnic 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
- 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.
- 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.
- 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 dojnic směřované ke kvalitě mléka. Šlechtitelské a technologické aspekty chovu dojených krav a kvality mléka*, VÚCHS Rapotín, pp. 36-39. ISBN 80-903142-1-X
- IQBAL, Z. et al. (2018). *An automated detection a classification of citrus plant diseases using image processing techniques: A review*. 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
- 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. & SHANKLIN, 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 stájí 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.
- 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 Pohořelice, 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.
- 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.
- 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
- MACHÁLEK, A., ŠIMON, J. & FABIANOVA, M. (2011): *Analýza a metodika hodnocení interakcí systému člověk – zvíře – robot na farmách dojníc*, Certifikovaná metodika, Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., Praha, ISBN 978- 80-86884-63-9
- MANSON, F. J., LEAVER, J. D. (1988): *The influence of concentrate amount on locomotion and cli al nielameness in dairy cattale*. 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
- 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.
- 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 užitkovosti 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.
- 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*. Farmář, 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.
- 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.
- 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.
- SMUTNÝ, L. (2015): *Funkčnost dojících robotů a jejich vliv na welfare dojnic*, 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 ad postpartum weight gain in promiparous beef cows*. *J. Anim. Sci.*, 73, pp. 1251-1257.
- 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 dojnic, 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.

- 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 dojících systémů (AMS) v ČR*. Náš chov, 11, pp. 38-42.
- VERGRICHT, 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.
- VOKŘÁLOVÁ & J. NOVÁK, P. (2005): *Klimatické extrémy laktace*. Náš chov, 9, pp. 40-42.
- 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.
- 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 dojírnách*. Dostupné na: 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.
- 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>
- MATĚJČEK, M. (2004): *Využití metabolických testů k hodnocení výživy u skotu*. *Informační magazín VVS Verměřovice*. Dostupné na: 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

Tabulky

Tabulka 1: Souhrnná data vážených dojnic podle laktací

Grafy

Graf 1: Závislost relativní hmotnosti v % na laktačním dni

Graf 2: Závislost relativní hmotnosti v % na laktačním dni

Tabulka 1: Souhrnná data vážených dojnic podle laktací

Soubor	laktace	1.měřený den	poslední měřený den	průběh do 120. dne							relativní modelový průběh do 120. dne vzhledem k 6. dni						
				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		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
průměr	1	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	průběh do 120. dne							relativní modelový průběh do 120. dne vzhledem k 6. dni						
				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		18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
průměr	2	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

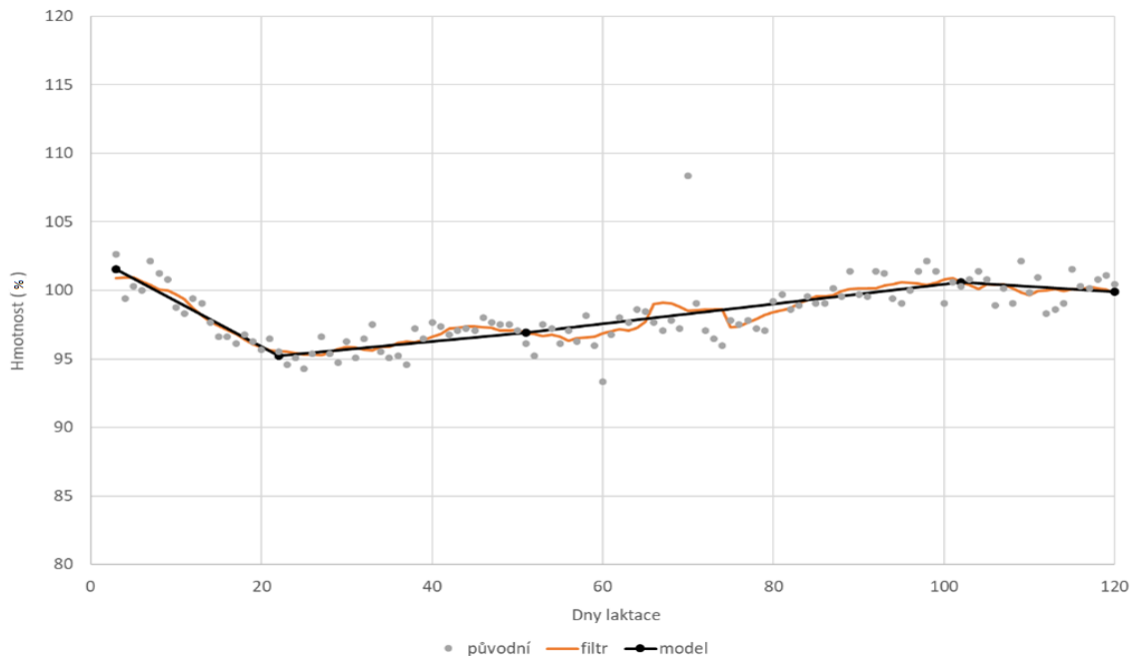
Soubor	laktace	1.měřený den	poslední měřený den	průběh do 120. dne							relativní modelový průběh do 120. dne vzhledem k 6. dni						
				původní hmotnost	koncová hmotnost	hmotnost 120. den	1.zlom	2.zlom	3.zlom	resss	hmotnost 6. den	původní hmotnost	1.zlom hmotnost	2.zlom hmotnost	3.zlom hmotnost	koncová hmotnost 120. den	resss
počet		7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
průměr	3	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	průběh do 120. dne							relativní modelový průběh do 120. dne vzhledem k 6. dni						
				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		7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
průměr	4	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	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	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		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	5+	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

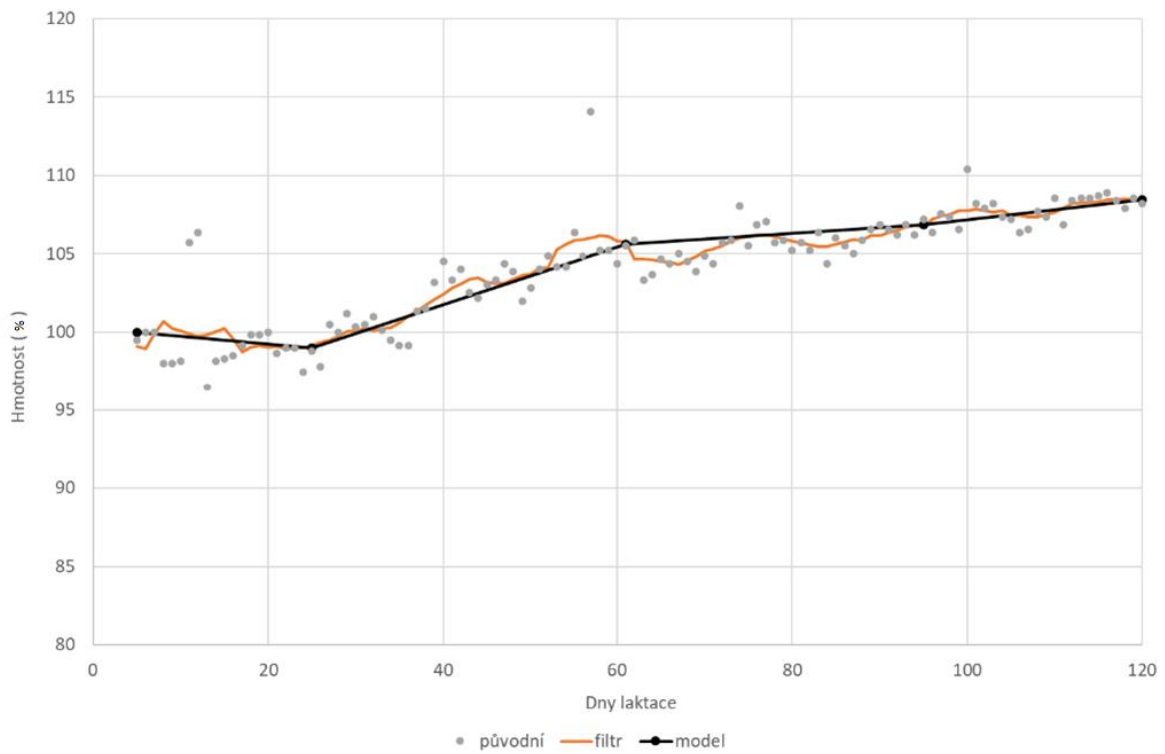
Zdroj: vlastní

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

11 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.

