

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chovu hospodářských zvířat



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Moderní technologie pro detekci říje jako nástroj
výrazného zlepšování reprodukce dojnic**

Bakalářská práce

Petr Matěna

Chov hospodářských zvířat

Ing. Jaromír Ducháček, Ph.D.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Moderní technologie pro detekci říje jako nástroj výrazného zlepšování reprodukce dojnic" jsem vypracoval(a) samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 16.4.2024

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval svému vedoucímu práce Ing. Jaromíru Ducháčkovi, PhD., za jeho cennou pomoc při vypracování této bakalářské práce. Dále děkuji mé přítelkyni a rodině za podporu. V neposlední řadě děkuji podniku ZS. Svobodné a.s. za poskytnutí potřebných dat a jejich vstřícnost.

Moderní technologie pro detekci říje jako nástroj výrazného zlepšování reprodukce dojnic

Souhrn

Tato bakalářská práce se zabývá moderními technologiemi pro detekci říje a jejich vlivem na zlepšení reprodukce dojnic ve stájích.

Teoretická část je založena na literární rešerši, která začíná komplexním pohledem na význam reprodukce jako takové. Následně popisuje dospělosti skotu, včetně pohlavní, tělesné a chovatelské a v této souvislosti uvádí dobu zařazení jalovic do plemenitby.

V další části práce je popsán význam inseminace a přínosy této metody ve srovnání s přirozenou plemenitbou. Následně je věnována kapitola ukazatelům reprodukce a jejich hodnocení v praxi. Další část se zabývá diagnostikou březosti, zahrnující jak tradiční, tak moderní metody a uvádí nejčastější poruchy plodnosti a jejich léčení.

Jelikož se práce zaměřuje na detekci říje, je podrobně popsána fyziologie říje, včetně definice, fází říjového cyklu, synchronizace a souvisejících hormonů. Dále jsou popsány projevy říje, jak změny v chování, tak v reprodukční soustavě. Následuje rozsáhlá část věnovaná metodám detekce říje, která je rozdělena do dvou hlavních kapitol: tradiční a moderní metody. V kapitole tradičních metod jsou zahrnuty metody jako vizuální pozorování, mikroskopický test z cervikálního hleny, využití tlakových detektorů a prubíře. V kapitole moderních metod detekce říje je popsána historie a vývoj pedometrů až do současnosti a princip fungování aktivometrů a jejich umístění na těle. Následně jsou popsány další moderní metody pro detekci říje, jako jsou bolusy do bacheru, intravaginální senzory, chytré kamery a možnost detekce z nádoje a teploty mléka. Ke konci kapitoly je uvedena ekonomická návratnost těchto systémů a praktická ukázka výstupních dat z krčních respondérů.

V praktické části je provedena charakteristika analyzovaného podniku. V rámci popisu podniku je porovnána mléčná užitkovost s populací holštýnského plemene v České republice. Následuje praktická ukázka monitoringu zdraví pomocí krčních respondérů a nejčastější výskyt poruch plodnosti v chovu. V další části práce je provedeno srovnání vývoje ukazatelů reprodukce v chovu za sledované období s populací. Analyzované období zahrnuje roky 2012 až 2024. Veškerá data jsou prezentována prostřednictvím tabulek a grafů. Důraz je kladen i na ekonomické aspekty aplikace moderních technologií pro detekci říje ve stáji.

Závěrem je zjištěno, že moderní technologie pro detekci říje mohou efektivně přispět ke zlepšení reprodukce dojnic a ekonomiky stáje. Jejich správná implementace a využití v praxi může vést k optimalizaci procesů reprodukce a snížení nákladů, což může vést k lepšímu hospodaření a celkovému zlepšení podmínek v chovech dojeného skotu.

Klíčová slova: říje, zabřezávání, aktivometr, ekonomika reprodukce

Modern technology for estrus detection as a tool to significantly improve dairy cows reproduction

Summary

This bachelor thesis deals with modern technologies for estrus detection and their impact on improving the reproduction of dairy cows in stables.

The theoretical part is based on a literature search that starts with a comprehensive view of the importance of reproduction as such. It then describes the maturity of cattle, including sexual, physical and breeding maturity, and in this context, the timing of the inclusion of heifers in breeding.

The next part of the paper describes the importance of insemination and the benefits of this method compared with natural breeding. Subsequently, a chapter is devoted to reproduction indicators and their evaluation in practice. The next part deals with the diagnosis of pregnancy, including both traditional and modern methods, and lists the most common fertility disorders and their treatment.

Since the focus of the paper is on estrus detection, the physiology of estrus is described in detail, including definition, phases of the estrus cycle, synchronization and related hormones. Furthermore, the manifestations of estrus, both behavioural and reproductive changes, are described. This is followed by an extensive section on estrus detection methods, which is divided into two main sections: traditional and modern methods. In the traditional methods chapter, methods such as visual observation, microscopic test from cervical mucus, use of pressure detectors, and drill. The chapter on modern methods of estrus detection describes the history and development of pedometers up to the present day and the principle of the activometers and their placement on the body. Subsequently, other modern methods for oestrus detection such as rumen boluses, intravaginal sensors, smart cameras and the possibility of detection from the rumen and milk temperature are described. Towards the end of the chapter, the economic returns of these systems and a practical demonstration of output data from cervical responders are presented.

In the practical part, the characteristics of the analysed company are presented. The description of the enterprise compares the milk yield with the population of the Holstein breed in the Czech Republic. This is followed by a practical demonstration of health monitoring using cervical responders and the most frequent occurrence of fertility disorders in the breed. In the next part of the paper a comparison of the development of reproductive parameters in the breed over the period under study with the population is made. The analyzed period includes the years 2012 to 2024. All data are presented through tables and graphs. Emphasis is also placed on the economic aspects of the application of modern technologies for estrus detection in the barn.

In conclusion, it is found that modern technologies for heat detection can effectively contribute to the improvement of dairy cow reproduction and barn economics. Their proper implementation and use in practice can lead to optimization of reproduction processes and cost reduction, which can lead to better management and overall improvement of conditions in dairy cattle farms.

Keywords: estrus, breeding, activometer, economics of reproduction

Obsah

1 Úvod	5
2 Cíl práce.....	6
3 Literární rešerše.....	7
3.1 Reprodukce	7
3.1.1 Důležitost reprodukce	7
3.1.2 Dospělosti skotu.....	7
3.1.2.1 Pohlavní dospělost	7
3.1.2.2 Chovatelská dospělost	7
3.1.2.3 Tělesná dospělost.....	8
3.1.3 Inseminace	8
3.1.4 Ukazatelé reprodukce skotu.....	9
3.1.4.1 Inseminační interval.....	9
3.1.4.2 Inseminační index.....	9
3.1.4.3 Servis perioda	10
3.1.4.4 Mezidobí	10
3.1.4.5 Procento zabřezávání po první inseminaci	11
3.1.4.6 Interinseminační interval	11
3.1.4.7 Test nepřeběhlých (non-return test)	11
3.1.4.8 Natalita krav.....	12
3.1.4.9 Míra březosti (Pregnancy rate)	12
3.1.4.10 Míra početí (Conception rate).....	12
3.1.5 Diagnostika březosti	12
3.1.5.1 Rektální palpce.....	13
3.1.5.2 Ultrasonografické vyšetření	13
3.1.5.3 Poruchy plodnosti	14
3.1.5.4 Progesteronový test.....	15
3.1.5.5 Detekce březosti pomocí PAG a P-testu.....	15
3.2 Fyziologie říje.....	16
3.2.1 Hormony související s říjí	16
3.2.2 Definice říje	17
3.2.3 Fáze říjového cyklu.....	17
3.2.3.1 Proestrus	18
3.2.3.2 Estrus	18
3.2.3.3 Metestrus	19

3.2.3.4	Diestrus	19
3.2.4	Synchronizace říje.....	19
3.2.5	Projevy říje.....	21
3.2.5.1	Změny v chování.....	21
3.2.5.2	Změny v reprodukční soustavě	21
3.3	Metody detekce říje.....	22
3.3.1	Důležitost detekce říje	22
3.3.2	Tradiční metody	22
3.3.2.1	Vizuální pozorování	22
3.3.2.2	Barvy a tlakové detektory na záda	23
3.3.2.3	Prubíř.....	24
3.3.2.4	Mikroskopický test cervikálního hlenu	24
3.3.3	Moderní technologie	25
3.3.3.1	Historie pedometrů.....	25
3.3.3.2	Aktivometry	27
3.3.3.3	Princip fungování	27
3.3.3.4	Umístění	28
3.3.3.5	Bolusy do bachoru.....	29
3.3.3.6	Nádoje a teplota mléka.....	29
3.3.3.7	Intravaginální senzory	30
3.3.3.8	Chytré kamery	30
3.3.3.9	Ekonomická návratnost systému	31
3.3.3.10	Aplikace a software pro sledování údajů o zvířeti	32
4	Metodika	36
4.1	Analýza vybraného podniku	36
4.1.1	Charakteristika podniku	36
4.1.2	Reprodukce ve vybraném podniku	37
4.1.2.1	Minulost	37
4.1.2.2	Současnost.....	38
4.1.3	Použitá technologie pro detekci říje.....	39
5	Výsledky	41
5.1	Mléčná užitkovost	41
5.2	Monitoring zdraví	41
5.3	Reprodukce.....	42
5.1.1	Poruchy plodnosti	44
5.4	Vývoj reprodukčních ukazatelů v chovu během let.....	45
5.5	Ekonomické zhodnocení	50

6	Diskuze	51
7	Závěr	54
8	Literatura.....	55
9	Seznam použitých zkratk a symbolů	67
10	Seznam tabulek, obrázků a grafů.....	68
11	Samostatné přílohy	69

1 Úvod

Moderní doba přináší do různých oblastí lidské činnosti inovace, které nejen usnadňují práci, ale také zvyšují efektivitu a produktivitu. V zemědělství, jednom z nejdůležitějších odvětví lidského života, nejsou výjimkou. Stále se hledají nové metody a technologie, které by přispěly ke zlepšení výsledků a zvýšení konkurenceschopnosti. Jednou z klíčových oblastí je reprodukce dojnic, která má přímý vliv nejen na ekonomiku chovu, ale i na celkové fungování zemědělských podniků. S rozvojem moderních technologií se otevírají nové možnosti v oblasti detekce říje, což může být klíčovým nástrojem pro výrazné zlepšení reprodukčních výsledků a ekonomiky chovů. Jejich správné využití a implementace může vést k optimalizaci procesů spojených s reprodukcí a ke zvýšení efektivity chovu dojeného skotu. Přesto však zůstává klíčovým elementem lidský faktor a odbornost chovatele, který má na starosti celkové řízení a péči o zvířata.

Práce se v následujících kapitolách bude zabývat jak teoretickými aspekty moderních technologií pro detekci říje, tak i praktickými aplikacemi a jejich dopadem na reprodukční výkonnost dojnic. Cílem je poskytnout komplexní pohled na tuto problematiku a přispět k lepšímu porozumění možnostem, které moderní technologie přinášejí do oblasti zemědělství a živočišné výroby. V závěru práce budou analyzovány výsledky ukazatelů reprodukce ve vybraném stádě během sledovaného období s cílem identifikovat přínosy a účinnost zavedených technologií.

2 Cíl práce

Cílem bakalářské práce bylo vytvoření literárního přehledu o moderních technologiích detekce říje. Obecným cílem bylo popsat technologie vedoucí ke zlepšování reprodukce a tím i ekonomiky stáje. Dílčím cílem bylo provést i praktické hodnocení formou analýzy použitých technologií na vybraném podniku s chovem dojeného skotu.

3 Literární rešerše

3.1 Reprodukce

3.1.1 Důležitost reprodukce

V chovu skotu je výkonnost reprodukce klíčovým faktorem pro úspěšné hospodaření a celkovou reprodukci ve stádě stáda (Peters et al. 2008). Zatímco je tele výsledkem plodnosti, je nová laktace zahajována průběhem telení. Z toho plyne důležitost reprodukce pro všechny užitkové typy skotu (Říha 2004). Ukazatelem dobré reprodukce je stav, kdy se nám jalovice raných plemen otelí ve stáří kolem 24 měsíců, kdy od jedné krávy dostaneme za život 4-6 telat při plnohodnotných laktacích, kdy se hodnota mezidobí pohybuje v rozmezí 365 až 395 dní a kdy vyřazování plemenic pro poruchy nepřesáhne 10 až 15 % z celkového počtu brakovaných plemenic (Burdych et al. 2021). Pro dosažení dobré reprodukce je také důležitá správná kombinace rodičovských párů (Louda 2008). Reprodukčním cílem pro chov skotu je vrátit po otelení do reprodukce alespoň 90 % krav a vytvořit podmínky pro jejich dlouhověkost (Burdych et al. 2021).

3.1.2 Dospělosti skotu

3.1.2.1 Pohlavní dospělost

Pohlavní dospělost je definována jako období, kdy jedinci obou pohlaví začínají vlivem endokrinologických změn v organismu produkovat zralé a oplození schopné samčí nebo samičí pohlavní buňky. Tento proces je pozvolný, trvá určité časové období, je mimo jiné doprovázen řadou změn v chování a utváření zevnějšku, nazývá se pubertou (Louda 2008).

Liší se u jednotlivých plemen skotu. Rozlišujeme tzv. raná, středně raná a pozdní plemena. Ranost definujeme jako schopnost intenzivnějšího růstu a dřívějšího ukončení tělesného vývinu, než je průměr v porovnání s jinými plemeny (Strapák et al. 2013). U skotu se pohlavní dospělost dostavuje v 7 až 12 měsících věku. U jalovic k ní dochází ve věku cca 9 měsíců, u býků v 10-11 měsících věku (Louda 2008).

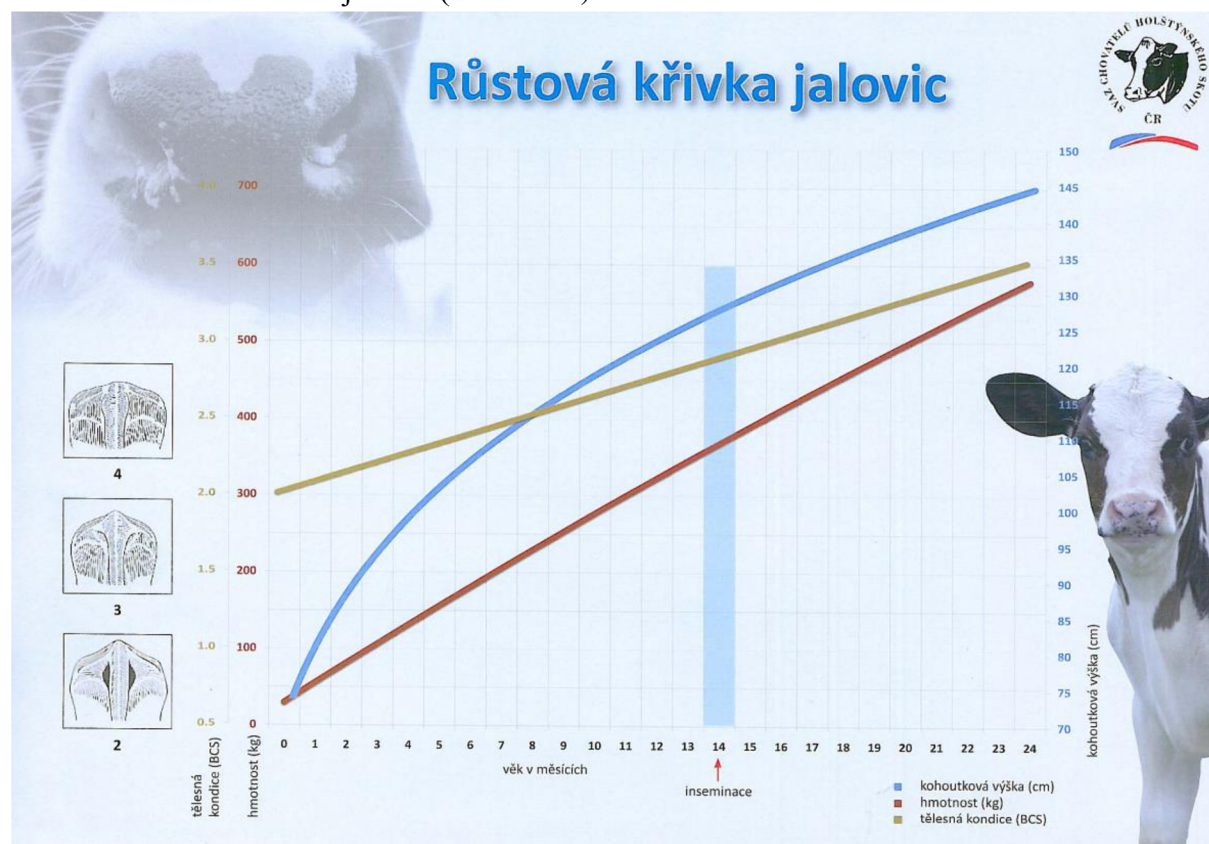
3.1.2.2 Chovatelská dospělost

Chovatelská dospělost je věk, kdy lze býky a jalovice využít poprvé k plemenitbě bez negativního vlivu na dokončení jejich růstu a vývinu. Nástup chovatelské dospělosti je závislý na plemenné příslušnosti, úrovni výživy i managementu v chovu. Jalovice se zapouštějí po dosažení 65-75 % živé hmotnosti v dospělosti. U dojených plemen se jalovice poprvé zapouští ve věku 14-16 měsíců, u masných plemen později, v 18-20 měsících věku (Louda 2008). Toto vše demonstruje graf č. 1, kde je zobrazena růstová křivka hmotnosti, optimální tělesná kondice a optimální věk, respektive hmotnost při zapuštění u jalovice plemene holštýnského skotu.

Jalovice, které jsou správně vyvinuté a dosáhly optimální hmotnosti, mají větší šanci zabřeznout, zvládnout březost a porodit bez komplikací (Rai 2023). Kdybychom nechali zabřeznout jalovici brzy, to znamená před ukončením tělesného růstu, může dojít k zastavení

růstu, snížení užitkovosti, ztíženým porodům nebo snížení životaschopností potomstva (Říha et al. 2003).

Graf č. 1: Růstová křivka jalovic (SHS 2023).



3.1.2.3 Tělesná dospělost

Tělesná dospělost je charakterizovaná dokončením tělesného růstu a vývoje všech orgánů zvířete. Tělesné rozměry se již nezvětšují, mění se pouze v závislosti na výživném stavu (Louda 2008). U skotu je tělesná dospělost ovlivněna nejen plemennou příslušností a stupněm prošlechtění, ale i výživou. Vyšší úroveň výživy ovlivňuje příznivě dosažení chovatelské i tělesné dospělosti. Skot dosahuje tělesné dospělosti mezi 4. a 5. rokem života (Strapák et al. 2013).

3.1.3 Inseminace

Umělá inseminace byla první reprodukční technologií použitou u skotu, nejprve v Rusku a Dánsku na počátku 20. století (Moore & Hasler 2017). Snahy o efektivnější využití býků s vynikajícím genofondem se staly impulzem pro další poznání v oblasti rozmnožování, využití nejlepších býků umožnilo úspěšné zvládnutí dlouhodobé konzervace spermií (Hofirek et al. 2009). Hlavním cílem provádění umělé inseminace u skotu je dosáhnout trvalého genetického pokroku ve stádě (Bó & Baruselli 2014). Inseminací nejlepších plemenic ve stádě získá chovatel potomstvo s vysokou plemennou hodnotou, které využije ke genetickému pokroku ve svém stádě (Louda 2007). Mezi největší výhody umělé inseminace patří genetické vylepšení populace, možnost přístupu ke genetice z celého světa, snížení počtu potřebných

býků, vytváření vhodných genetických párů, lepší zootechnická evidence a snížení rizika pohlavních přenosných onemocnění (Watson 2017). Využití této technologie reprodukce přispívá k pokroku v produkci mléka a genetické hodnotě stáda dojníc (Thatcher & Santos 2022). Dalším velkým uplatněním v oblasti umělé inseminace skotu je rozvoj dalších reprodukčních biotechnologií, například plánovaná umělá inseminace, synchronizace říje nebo superovulace. Významným krokem rozvoje bylo vyvinutí sexovaného spermatu, které přineslo slibné výsledky jak v rámci inseminace, tak při produkci embryí z důvodu produkce cíleného pohlaví (Morotti et al. 2021). V České republice se převážně používají sexované inseminační dávky v chovem mléčných nebo kombinovaných plemen, a tudíž s cílem mít co nejvíce jaloviček. Tato dávka obsahuje až z 90 až 98 % spermií požadovaného pohlaví, ale má daleko méně spermií oproti klasické inseminační dávce (Burdych et al. 2021).

3.1.4 Ukazatelé reprodukce skotu

Pro hodnocení reprodukce ve stádech skotu využíváme různých ukazatelů reprodukce. Mezi nejčastěji používané reprodukční ukazatele patří – inseminační interval, inseminační index, servis perioda, mezidobí, procento zabřezávání po první inseminaci, natalita a spíše v zahraničí používané conception a pregnancy rate (Agropress 2022).

3.1.4.1 Inseminační interval

Je časové období od otelení do první inseminace po porodu (Bouška et al. 2006). Jeho délka závisí na průběhu involuce dělohy po porodu, na nástupu ovariální a ovulační aktivity doprovázené projevy říje (Louda 2008). Z fyziologie průběhu puerperia krav vyplývá, že před 42. dnem po porodu nemá smysl usilovat o inseminaci plemenic (Bouška et al. 2006). Interval by se měl hodnotit dle výše mléčné užitkovosti a jeho hodnota by se měla pohybovat u vysoko užitkových dojníc mezi 65 až 80 dny (Burdych et al. 2021). V tabulce č. 1 je uvedeno hodnocení inseminačního intervalu.

Tabulka č. 1: Hodnocení inseminačního intervalu (Burdych et al. 2021).

Výborný	61-75 dnů
Vyhovující	76-80 dnů
Nevyhovující	81-90 dnů
Špatný	nad 90 dnů

3.1.4.2 Inseminační index

Vyjadřuje průměrný počet inseminací na dosaženou březost. Vypočítá se tehdy, když se celkový počet inseminací provedených u březích krav za určité období podělí počtem těchto březích krav (Hofírek et al. 2009). Nezahrnuje inseminace vyřazených krav a nejsou do něj zahrnuty reinseminace (Burdych et al. 2021). Tento index slouží chovateli jako ukazatel frekvence výskytu poruch plodnosti a k plánování nákupu inseminačních dávek (Louda 2008).

Tento index poskytuje informace o celkové míře zabřezávání skotu. U jalovic je tento ukazatel vždy nižší (Bouška et al. 2006). V tabulce č. 2 je uvedeno hodnocení inseminačního indexu.

Tabulka č. 2: Hodnocení inseminačního indexu (Burdych et al. 2021).

	Krávy	Jalovice
Velmi dobrý	do 1,6	do 1,2
Dobrý	1,6-1,9	1,2-1,4
Nepříznivý	2,0-2,2	1,5-1,7
Nevyhovující	nad 2,2	nad 1,7

3.1.4.3 Servis perioda

Udává počet dní od porodu do úspěšné inseminace, resp. zabřeznutí (Bouška 2006). Servis periodu 110-125 dnů je možno tolerovat u vysoko užitkových dojnic holštýnského skotu (H), pokud mezidobí nepřekročí 400 dnů (Louda 2008). Příčiny prodloužené servis periody lze hledat v nedostatečném vyhledávání říjí, zejména u přebíhajících se krav, ale i ve fyziologických a zdravotních důvodech (Burdych et al. 2021). Pokud je servis perioda v souladu s inseminačním intervalem, je organizace reprodukce v podniku v pořádku (Louda 2008). V tabulce č.3 je uvedeno hodnocení servis periody.

Tabulka č. 3: Hodnocení servis periody (Burdych et al. 2021).

Výborná	81-95 dnů
Vyhovující	96-110 dnů
Nevyhovující	111-120 dnů
Špatná	nad 120 dnů

3.1.4.4 Mezidobí

Je časový úsek mezi dvěma porody jednoho zvířete. Stanovuje se tedy pro zvířata, která se telila nejméně dvakrát (Bouška et al. 2006). Mezidobí u vysoko užitkových dojnic (H) se bude lišit především v závislosti na velikosti chovu a jeho užitkovosti (Louda 2008). Nové poznatky naznačují, že při vysokých užitkovostech nemusí být delší mezidobí (400 až 410 dnů) ekonomicky nevýhodné (Burdych et al. 2021). V tabulce č. 4 je uvedeno hodnocení mezidobí.

Tabulka č. 4: Hodnocení mezidobí (Burdych et al. 2021)

Velmi dobré	365-380 dnů
Dobré	381-395 dnů
Méně vyhovující	396-405 dnů
Nevyhovující	nad 405 dnů

3.1.4.5 Procento zabřezávání po první inseminaci

Březost po první inseminaci se vyjadřuje jako procento krav, které skutečně zabřezly (Burdych et al. 2021). Hodnota březosti po první inseminaci nad 50-60 % je považována za výbornou až dobrou ve stádě. U jalovic je dosahována ještě vyšší březost po první inseminaci o 15-20 % (Louda 2008). V tabulce č. 5 je uvedeno hodnocení procent zabřezávání po první inseminaci.

Tabulka č. 5: Hodnocení úspěšnosti zabřezávání po první inseminaci (Burdych et al. 2021).

	Zabřezlých po 1. ins.	Zabřezlých po dalších ins.	Zabřezlých plemenic ve stádě/rok
Výborné zabřezávání	nad 60 %	88-100 %	96-100 %
Dobré zabřezávání	51-60 %	71-87 %	86 %-95 %
Průměrné zabřezávání	35-50 %	62-70 %	75-85 %
Špatné zabřezávání	pod 35 %	pod 62 %	pod 75 %

3.1.4.6 Interinseminační interval

Říjový cyklus je pravidelně se opakující období mezi říjemi. Již více než čtyři desetiletí je popisována průměrná délka estrálního cyklu dojnic 21 dní s rozmezím 18 až 24 dní (Greenham et al. 2019). Interinseminační interval se tak může stát užitečným nástrojem při odhalování příčin snížené reprodukční výkonnosti stáda (Louda 2008). Zkrácený cyklus (18 dnů) nám může poukázat na časté výskyty folikulárních cyst a poruchy hormonálních funkcí. Vyšší frekvence nepravidelných cyklů (nad 25 dnů) poukazuje na výskyt embryonální mortality (Burdych et al. 2021). V tabulce je uvedeno hodnocení interinseminačního intervalu.

Tabulka č. 6: Hodnocení interinseminačního intervalu (Burdych et al. 2021).

Zkrácené cykly	pod 18 dnů
Normální cykly	18-25 dnů
Prodloužené cykly	nad 25 dnů

3.1.4.7 Test nepřeběhlých (non-return test)

Tento ukazatel udává přibližnou orientaci o úrovni zabřezávání, která se předpokládá vždy o něco nižší (Bouška et al. 2006). Udává procento zabřezlých plemenic v 30., 60., 90. a někdy i 120. dnech po první inseminaci. Hodnoty u krav ve 30. dnech by měly dosahovat 70 % a u jalovic 80 % (Staněk 2009). Krávy, které nejsou znova v říji, jsou buď skutečně březí, znova prodělaly říji, ztratily mladou březost nebo se jim nepodařilo zjistit říji (Holloway 2023).

3.1.4.8 Natalita krav

Hrubá natalita

Vyjadřuje počet celkově narozených telat od 100 krav a jalovic v daném roce (Hofírek et al. 2009).

Čistá natalita

Vyjadřuje počet živě narozených telat za jeden rok od 100 kusů krav v daném stádě. Do výpočtu se nezapočítávají telata narozená za stejné období od jalovic (Louda 2008). V tabulce č. 7 je uvedeno hodnocení natality krav.

Tabulka č. 7: Hodnocení natality krav (Burdych et al. 2021).

Velmi dobrá natalita	více než 95 telat
Dobrá natalita	91-95 telat
Průměrná natalita	80-90 telat
Nevyhovující natalita	méně než 80 telat

3.1.4.9 Míra březosti (Pregnancy rate)

Pregnancy rate je klíčovým ukazatelem, který chovatelé měří, aby získali přehled o reprodukční účinnosti a v konečném důsledku i o ziskovosti jejich stáda. Tento ukazatel představuje riziko úspěchu nebo neúspěchu za jednotku času a vypočítá se vydělením počtu zabřeznutých krav během 21denního cyklu počtem zapuštěných krav téhož 21denního období. Míra březosti nad 25 % je považována za dobrou a míra nad 30 % je považována za vynikající (Global 2023). Například pokud by stádo dojnic mělo v „plemenném stádě“ 40 krav možných na inseminaci a během 21denního období bylo 20 z nich zachyceno v říji a inseminováno a 10 z 20 inseminovaných zabřezlo na tuto inseminaci, tak pregnancy rate za toto 21denní období je $10 \div 40$, tj. 25 % (Heersche 2023).

3.1.4.10 Míra početí (Conception rate)

Conception rate je počet inseminací, které byly nutné ke zajištění březosti, nebo jako procento zabřeznutí stáda vzhledem k celkovému počtu poskytnutých inseminací. Průměrná míra početí se obvykle pohybuje kolem 35-40 % u dojnic a 55-60 % u jalovic, ale může se lišit v závislosti na mnoha faktorech (Global 2023).

3.1.5 Diagnostika březosti

Obecně je včasná a přesná diagnostika březosti důležitou součástí dobrého managementu a pomáhá maximalizovat reprodukční výkonnost ve stádě (Bekele et al. 2016). Nejběžnější dvě metody používané v praxi, které umožňují rychlou diagnostiku březích zvířat, jsou: palpace *per rectum* a transrektální ultrasonografie (Romano et al. 2006).

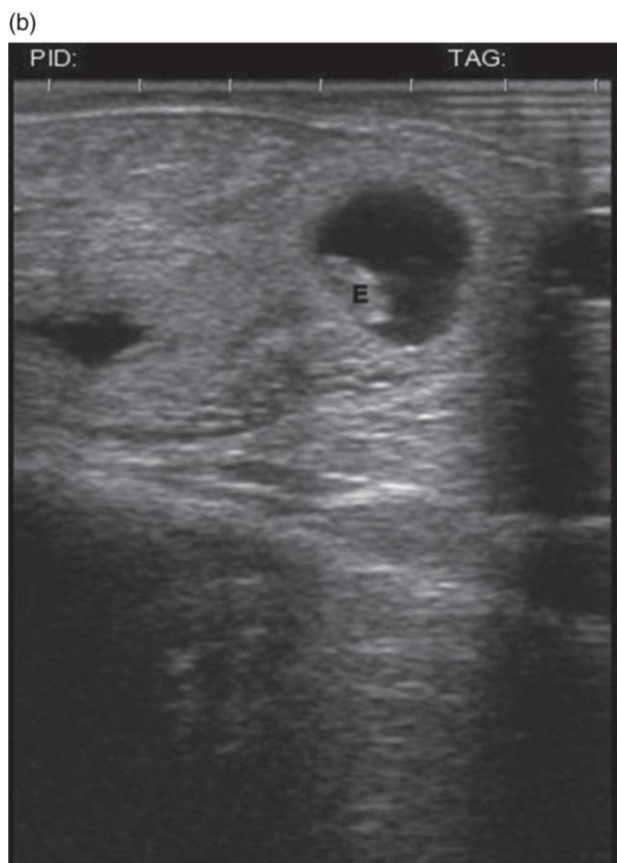
Potvrzení březosti pomocí obou těchto metod vyžaduje důkladné ověření v následujících nejméně dvou cyklech, jak uvedl Louda (2008). Jak uvádí Fricke et al. (2016) důležité je potvrzení březosti okolo 60.-80. dne z důvodu možnosti ztráty březosti. V počátcích gravidity bývá plod vstřebán, v pozdějším období může být záhy po odumření vypuzen (*abortus*) nebo je v děloze zadržen, přičemž podléhá postmortálním změnám (mumifikace a macerace plodu). Výskyt těchto embryonálních mortalit se odhaduje na 10 až 20 % (Burdych et al. 2021).

3.1.5.1 Rektální palpce

Rektální palpce je pravděpodobně nejčastěji používanou metodou pro diagnostiku březosti (Hutton et al. 2002). Nicméně popisuje se vyšší riziko embryonální mortality v období březosti, když je prováděna diagnostika březosti pomocí transrektální palpce (Bekele et al. 2016). Zkušený technik je schopen určit stav březosti pomocí palpce *per rectum* již od 35. dne po inseminaci (Romano et al. 2006). Diagnostika v rané fázi spočívá ve zjištění zvětšení děložního rohu, v pozdějších fázích se dostavuje tzv. fenomén dvojité děložní stěny (Burdych et al. 2021).

3.1.5.2 Ultrasonografické vyšetření

Je to diagnostická metoda, která využívá vysokofrekvenční zvukové vlny k mapování orgánů a tkání (Louda 2007). Použití ultrasonografu umožní diagnostiku březosti již 28. den po inseminaci nebo i dříve (Bekele et al. 2016). K diagnostice pohlavní aktivity a poruch plodnosti u jalovic a krav se využívá transportních typů ultrasonografických a diagnostických přístrojů zobrazující tzv. B-způsobem zobrazení, tedy v reálném čase (Hofírek et al. 2009). Tato metoda vyšetření poskytuje další informace o ovariálních strukturách, identifikaci dvojčat a určení životaschopnosti plodu, jeho vývoje a pohlaví (Bekele et al. 2016). Mezi 25. a 26. dnem lze již na sonografu vidět srdeční činnost plodu. Kolem 40. dne březosti je pozorovatelný pupeční provazec. Později lze rozeznat končetiny a první pohyby plodu a po 70. dni březosti lze rozlišit placentomy (Brestenský et al. 2015). Na obrázku č. 1 je zobrazeno vyvíjející se embryo ve stáří 28 dnů zachycené na ultrasonografickém vyšetření.



Obrázek č. 1: 28denní embryo (Colloton 2017).

3.1.5.3 Poruchy plodnosti

Základním a důležitým stavebním kamenem předcházení problémům se zabřezáváním plemence je vlastní porod a průběh poporodního období (*puerperia*). Pokud není u plemence zjištěna říje do 60 dní po otelení, je tento stav charakterizován jako poporodní (*postpartální*) anestrus, ve kterém mohou být jak cyklující, tak i necyklující plemence (Burdych et al. 2021).

Ultrasonografické vyšetření využíváme při prevenci problémové reprodukce (Louda 2008). Vyšetřením můžeme například zjistit zánět v děloze nebo poruchy ovariální aktivity (Hofírek et al. 2009). Tyto poruchy způsobují nízkou úroveň zabřezávání. Toto chovatel musí intenzivně řešit, neboť to má vliv na základní ekonomické ukazatele chovu (Burdych et al. 2021).

Perzistující žluté tělísko

Je to chorobný stav vznikající na vaječnicích za nejrůznějších chorobných stavů organismu (zánět dělohy, nádor, odúmrtí embrya, poruchy v řídicích mechanismech vaječnickových funkcí) (Burdych et al. 2021). Aktivní přítomnost luteální tkáně na vaječniku vede k anovulačnímu stavu, kdy folikuly rostou, ale k ovulaci nedojde. Při perzistujícím žlutém tělísku na vaječniku nejsou krávy v říji a mohou být mylně považovány za březí (MSD 2023). Přesnou diagnózu a léčení je možné stanovit jen po opakovaném rektálním vyšetření (Burdych et al. 2021).

Perzistující tělísko ošetříme *luteolytickými* dávkami PGF2 α a lze to kombinovat s GnRH (gonadotropin uvolňující hormon) přibližně o 48-56 hodin později, aby se stimulovala ovulace. Krávy je možné inseminovat v indukované říji (MSD 2023).

Ovariální cysty

Ovariální cysty jsou diagnostikovány několik málo týdnů po otelení a často mizí samy, pokud jsou ale na vaječniku znatelné i 60. den po otelení a kráva nevykazuje příznaky říje, je nutné přistoupit k ošetření (Weerda et al. 2021). Tyto cysty postihují především krávy mléčného užitkového typu na vrcholcích laktací (až 30-40 % všech případů porušené plodnosti). Projevem ovariálních cyst jsou nepravidelné pohlavní cykly, nymfomanie nebo anestrus (Burdych et al. 2021). Příčiny vzniku cyst mohou být například nedostatek minerálních látek, zvýšený počet mykotoxinů obsažený v krmné dávce, genetické predispozice nebo ostatní onemocnění, např. poporodní paréza a zadržené lůžko zdvojnásobí riziko, že se v průběhu laktace budou vytvářet cysty na vaječnicích (Weerda et al. 2021).

Ovariální cysty je možné nahmatat palpací a rozmáčknout, ale je s tím spojeno nebezpečí, že vaječník bude poškozen. Tato metoda v praxi vede k úspěšnému vyřešení problémů s cystami asi jen v třetině případů (Weerda et al. 2021). Cysty ošetříme injekčním podáním GnRH (gonadotropin uvolňující hormon) nebo hCG (humánní choriový gonadotropin) či progesteronem (Weerda et al. 2021).

3.1.5.4 Progesteronový test

Progesteron u skotu a je primárně produkován a vylučován žlutým tělískem na ováriích během druhé poloviny říjového cyklu a při březosti (Fricke et al. 2016). V období říje je hladina progesteronu nulová, po zabřeznutí se hladina progesteronu zvyšuje a zůstává vysoká po celou dobu březosti (Hering et al. 2020). U této diagnostiky se využívají laboratorní metody radioimunologického stanovení obsahu progesteronu v mléce mezi 23. - 28. dnem březosti. Využívá se zjištění, že progesteron se vylučuje mlékem a jeho koncentrace odpovídá stádiu pohlavního cyklu a stupni březosti. Koncentrace progesteronu v mléce je 2 - 4x vyšší než v krvi a je odvislá od produkce mléka.

Z těchto důvodů je možno oddělit dojnice v říji, u kterých je koncentrace progesteronu v mléce do 1,5 ng/ cm³, od dojnic březích, u kterých je koncentrace progesteronu v mléce od 17 do 22 ng/ cm³ (Louda 2007).

3.1.5.5 Detekce březosti pomocí PAG a P-testu

Glykoproteiny spojené s březostí (PAG) jsou produkovány dvoujadernými obrovskými buňkami placenty přežvýkavců. Jejich přítomnost v mateřském krevním séru je již považována za indikátor březosti (Roberts et al. 2015). Březost lze tímto určit s 95 % spolehlivostí od 35. dne po zapuštění plemenice (Burdych et al. 2021). Vzhledem k tomu, že zbytky PAG z předchozí březosti jsou zjištělné i po otelení, je důležité tyto testy používat u krav nejdříve 60 dní po porodu (LeBlanc 2013).

Je možné diagnostikovat březost pomocí P-testu z moči. Ten funguje na bázi rozpoznání „hormonu březosti“ estronu-sulfátu z moči. Přesnost detekce březosti se udává z 92 % (Emlab 2023).

3.2 Fyziologie říje

3.2.1 Hormony související s říjí

Důležitou roli v plodnosti nejen samic, ale i samců hraje hormonální řízení. Jde o dráhu hypotalamus -- hypofýza (přední i zadní lalok) -- pohlavní orgány (gonády) (Staněk 2013). Uvolňování pohlavních hormonů ze žláz s vnitřní sekrecí je řízeno centrálně nervovým systémem (CNS) (Burdych et al. 2021). Hypotalamus uvolňuje gonadotropní releasing hormon (GnRH), který ovlivňuje hypofýzu (Staněk 2013). Ten způsobuje, že hypofýza v mozku uvolní další dva hormony: folikulostimulační hormon a luteinizační hormon (Food & Drug 2019). Tyto hormony působí na vaječníky, které posléze začnou produkovat svoje vlastní hormony (estrogeny a progesteron) (Burdych et al. 2021).

Folikulostimulační hormon (FSH)

Je vylučován z adenohipofýzy (Burdych et al. 2021) a jeho funkce je tvorba nových ovariálních folikulů (Food & Drug 2019).

Luteinizační hormon (LH)

Je vylučován předním lalokem (adenohipofýzou) (Burdych et al. 2021). Nárůst LH hormonu způsobuje ovulaci dominantního folikulu (Graafova) (Salverson 2020) a jeho další funkce je při tvorbě žlutého tělíska (Staněk 2013).

Progesteron

Je produkován žlutým tělískem (Staněk 2013). Připravuje dělohu na březost, udržuje březost a pokud dojde k oplodnění, potlačuje příznaky říje a ovulaci (Salverson 2020).

Estrogeny

Patří sem estradiol, estron, estriol (Staněk 2013). Estrogen je produkován dominantním ovariálním folikulem a způsobuje, že jalovice nebo kráva vykazuje známky říje (Food & Drug 2019).

Prostaglandin F2 alfa (PGF2 α)

Tento hormon je vylučován endometriem dělohy a ovlivňuje také struktury na vaječníku, čímž pomáhá iniciovat ovulaci tím, že způsobuje zánik žlutého tělíska (*corpus luteum* – CL) (Rasby et al. 2023).

Oxytocin

Je tvořen v jádrech hypotalamu, pomáhá při spouštění mléka, působí stahy děložního svalstva a jeho významná úloha je i při říji, kdy výrazně pomáhá transportu spermií pohlavní soustavou směrem k místu oplození (Burdych et al. 2021).

3.2.2 Definice říje

Říjový cyklus je období od jedné říje (samotné říje a fáze pohlavní připravenosti) do další říje (Parish 2016). Tento cyklus plemence začíná v období puberty, je doprovázen ovarinální aktivitou – říjí (Louda 2007). Skot patří mezi polyestrická zvířata, tzn. že se říje dostavuje opakovaně v pravidelných intervalech zpravidla celoročně (Bouška et al. 2006). Délka normálního pohlavního cyklu se pohybuje v rozmezí 17-25 dnů s průměrem u jalovic 20 a u krav 21 dnů. Vlastní říje trvá u skotu obvykle 15 hodin, ale může trvat 6 hodin až do 24 hodin (Salverson 2020). Během období říje lze pozorovat individuální chování jednotlivých plemenic (každá plemence projevuje říjí jinak) (Erhard et al. 2011). Dalo by se to obecně charakterizovat jako období, kdy kráva projevuje sexuální aktivitu a nechá na sebe naskakovat ostatní plemence (Salverson 2020). U krav se také občas vyskytuje tichá říje, tj. když pohlavní cyklus probíhá normálně, avšak bez zjevných příznaků. Často se vyskytuje u krav, které jsou chovány v podmínkách, které nevyhovují jejich potřebám (ustájení, ošetřování, výživa) (Agropress 2020).

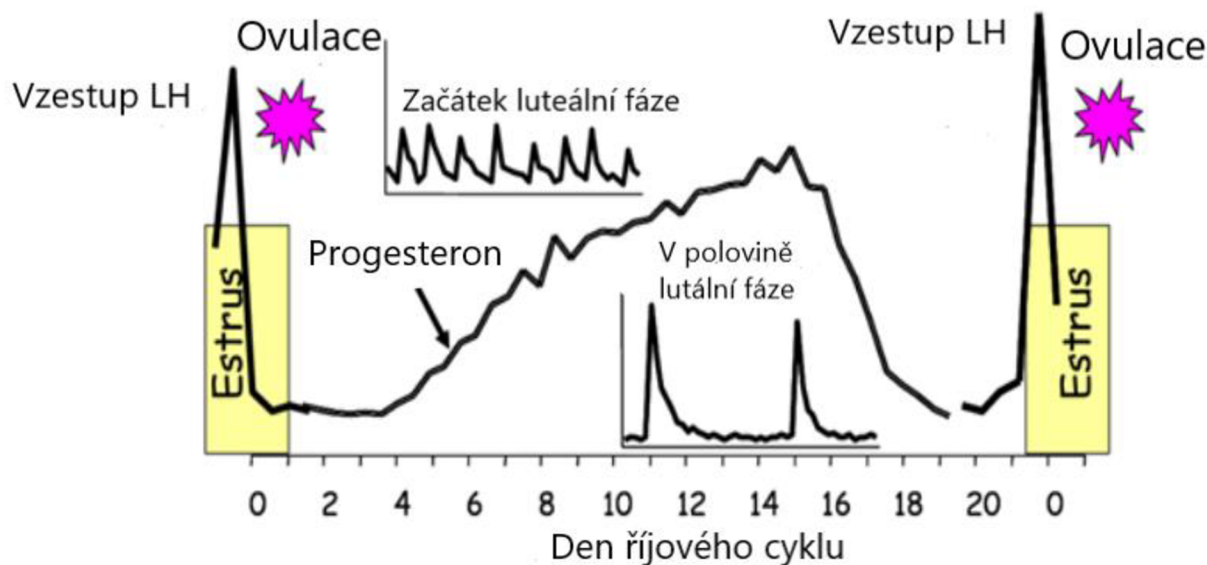
Jak uvádí Coleman (2021) promeškání říje může být pro chovatele finančně náročným problémem. Například pokud chovatel promešká říjí a jeho náklady jsou na krávu 69 Kč na den, říje se opakuje 21 dní, přijde o 1449 Kč na krávu za cyklus. Pokud období říje promeškává i nadále, mohou se tyto náklady rychle nasčítat.

3.2.3 Fáze říjového cyklu

Říjový cyklus představuje cyklickou povahu aktivity vaječnicků, a to umožní samicím přejít do reprodukční aktivity. Cyklus je řízen hormony sekretovanými hypofýzou, vaječnicí a dělohou (Říha 2004). Cyklus se skládá ze dvou samostatných fází: luteální fáze (14-18 dní) a folikulární fáze (4-6 dní). Luteální fáze je období po ovulaci, kdy se tvoří žluté tělísko (CL), zatímco folikulární fáze je období po zániku žlutého tělíska (luteolýza) až do ovulace (Crowe 2011). Pohlavní cyklus tvoří 4 fáze – proestrus (3-4 dny), estrus (12-18 hodin), metestrus (4-5 dnů) a diestrus (11-13 dnů) (Hofírek et al. 2009).

Graf č.2 nám demonstuje celý říjový cyklus, křivky popisují vzestupy a sestupy hladiny progesteronu, FSH a LH a dobu ovulace.

Graf č. 2: Říjový cyklus (Kojima 2003).



3.2.3.1 Proestrus

Proestrus představuje přechodnou fázi, ve které končí luteální fáze předcházejícího pohlavního cyklu a začíná fáze folikulární, cyklu nového (Hofírek et al. 2009). Toto období trvá přibližně 2 až 3 dny a je charakterizováno závěrečnou fází růstu ovulačního folikulu (Graffova) a regresi žlutého tělíska (Salverson 2020). Dochází tím vlivem působení děložního prostaglandinu $\text{PGF}2\alpha$ (Louda 2007). Jak se hladina progesteronu v krvi sníží, LH a estrogen se navzájem pozitivně ovlivňují, takže dochází k rychlému zvýšení hladiny estrogenu v krvi, který vytváří ovulační folikul (Salverson 2020). Zvyšuje se přívod krve do pohlavních orgánů, dochází ke zduření a silné proliferaci sliznic vývodných cest, uvolňuje se děložní krček a z vulvy začíná vytékat řídký hlen. Pod vlivem zvýšeného množství estrogenů dochází i ke změně chování plemenic (Burdych et al. 2021). V tomto stadiu se plemence shlukují dohromady, chodí okolo sebe, mají menší zájem o krmivo a může se u nich snižovat dojivost (Hegedušová 2010). Plemence se snaží skákat na druhé krávy (Louda 2007). V tomto období si chovatel začíná zvířete více všimnout, neboť se blíží vhodný čas pro zapouštění (Burdych et al. 2021).

3.2.3.2 Estrus

Estrus (říje) představuje z chovatelského hlediska nejdůležitější fázi pohlavního cyklu, kterou lze zevně detekovat a ve které je třeba zajistit přirozené zapuštění nebo inseminaci (Hofírek et al. 2009). Vulva i pochva jsou oteklé, zarudlé se světlým, jasným, hustším, průzračně sklovitým hlenem, který vytéká ven z vulvy (Hegedušová 2010). Na vaječniku je dokončena regrese žlutého tělíska a folikul dorostl do tzv. Graafova folikulu, který je vyplněn folikulární tekutinou, v níž dozrává vajíčko. Graafův folikul dokončí růst a ke konci tohoto období dochází k ovulaci (prasknutí Graffova folikulu a uvolnění zralého vajíčka) (Burdych et al. 2021). Hladina LH se během říje zvyšuje na vysokou úroveň (Salverson 2020). Toto způsobí, že plemence na sebe nechá skákat – reflex nehybnosti a zaujímá postoj k páření (Hegedušová

2010). Plemenice má mírně zvýšenou teplotu a sníženou chuť k žrádlu. Při normálním průběhu říje trvá toto období 12–24 hodin (Burdych et al. 2021). Je dokázáno, že u vysokoužitkových krav trvá vlastní říje kratší dobu, v průměru 8 hodin (Peek et al. 2017). Nejlepší výsledky březosti jsou dosahovány, když je plemenice inseminována ke konci tohoto období (Burdych et al. 2021).

3.2.3.3 Metestrus

Následuje po ovulaci od 1. do 4. dne cyklu (Louda 2007). Na místě prasklého Graafova folikulu je po krátkou dobu prasklinka, která je vyplněná krví, ale ihned začíná růst žluté tělísko (Burdych et al. 2021). Hladina progesteronu je stále nízká, protože žluté tělísko nemá dostatečnou kapacitu produkovat velké množství progesteronu. Během metestru se mírně zvyšuje (Salverson 2020). Toto množství progesteronu stačí pro tlumení sekrece FSH a LH z předního laloku hypofýzy. Postupně mizí příznaky říje na pohlavních orgánech, plemenice se uklidňuje (Louda 2008). Mizí překrvení vnitřních a vnějších orgánů a uzavírá se děložní krček. Ovulované vajíčko se dostává z nálevky vejcovodu do vejcovodu, kde dochází k oplození (Burdych et al. 2021). U některých zvířat (především u jalovic) 1.-3. den po ovulaci dochází ke krvavě hlenovitému výtoku z pochvy (Hofírek et al. 2009). V tomto období se plemenice již neinseminuje (Louda 2007). Pokud plemenice po inseminaci nezabřezla, měla by přijít další říje za 18 dní po objevení krvavého výtoku (Burdych et al. 2021).

3.2.3.4 Diestrus

Diestrus, období pohlavního klidu – je období nástupu luteální aktivity, která začíná obvykle okolo 4. dne po ovulaci a končí regresí žlutého tělíska (Louda 2008). Žluté tělísko, které roste na vaječnicku, produkuje během prvních dnů stále větší množství progesteronu (Salverson 2020). Mezi 8. a 15. dnem cyklu se na vaječnicku vyskytuje rostoucí folikul. Je to meziovulační folikul a mohou se vyskytnout i příznaky nepravé říje kolem 10. dne cyklu v souvislosti s tímto folikulem (Burdych et al. 2021). Tyto meziovulační folikuly jsou jednou z příčin neúspěšných inseminací (Hofírek et al. 2009). Pokud plemenice zabřezla, žluté tělísko přetrvává – perzistuje a zabraňuje nástupu nové říje – folikulární fáze a ovulace (Louda 2007). Pokud nedojde po inseminaci k oplození, přichází z dělohy kolem 18. dne signál v podobě děložního prostaglandinu PGF_{2α} (Burdych et al. 2021). Ten způsobí rozklad žlutého tělíska (Salverson 2020). Na povrchu vaječnicku po rozložení žlutého tělíska zůstane drobná jizvička (Wikiskripta 2020). Pokles hladiny progesteronu v krevní plazmě ovlivní vzestup sekrece FSH a LH a nastupuje nový pohlavní cyklus (Louda 2007).

3.2.4 Synchronizace říje

Synchronizace říje je komplex opatření k aktivaci a zesílení hypotalamo-hypofyzárně-ovariálního systému, což má za následek výraznou říji doprovázenou dozráváním Graafova folikulu na vaječnicku a ovulaci. Používá se u jalovic a krav se slabými projevy říje, u těch, co nejsou v říji, nebo u zvířat se sníženou nebo zcela zastavenou cyklickou ovariální aktivitou (Brestenský et al. 2015). Jde o manipulaci s estrálním cyklem samic, aby mohly být všechny plemenice připuštěny ve stejnou dobu (Dyer et al. 2017). U krav lze ovulaci synchronizovat

kombinací progestagenů a estrogenů, jednou nebo dvěma dávkami PGF_{2α} nebo kombinací GnRH a PGF_{2α} (Rnooma 2021).

Programy (OvSynch, DoubleOvSynch a PreSynch) připravují plemence k inseminaci na konkrétní a předem dohodnuté dny (Burdych et al. 2021) nebo mohou zkrátit dobu anestrického intervalu po porodu a tím zahájit nový říjový cyklus (Salverson & Perry 2020). Schéma protokolů – OvSynch + PreSynch je vyobrazeno na obrázku č. 4 níže pod textem.

OvSynch

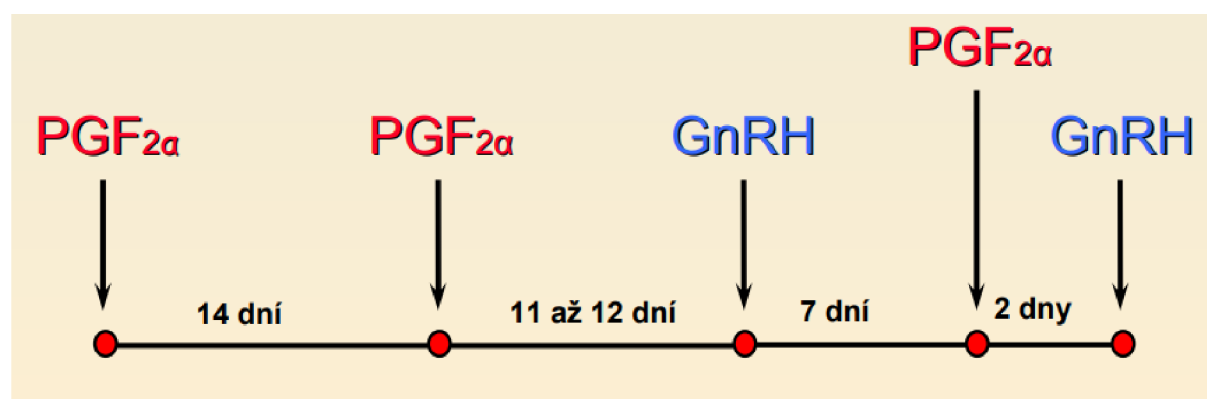
OvSynch je jedním z "nejklasičtějších" a nejznámějších systémů v oblasti synchronizačních protokolů. Tuto synchronizaci uplatňujeme hlavně u dojníc, které neprojevují výrazné známky říje, nebo u zvířat trpících zdravotními problémy, které zabraňují plnému projevu říje (DeJarnette 2023). Protokol se skládá ze dvou injekcí GnRH oddělených jedním podáním PGF_{2α} (Nowicki et al. 2017). Inseminace následně proběhne 8–24 hodin po poslední aplikaci GnRH (DeJarnette 2023). Toto demonstruje obrázek č. 2, kde je zobrazeno schéma protokolu OvSynch + PreSynch.

PreSynch

Metoda PreSynch je rozšířením Metody OvSynch s cílem řídit celý reprodukční cyklus až do prvního přípuštění, které nastává 62. až 63. den po porodu (DeJarnette 2023). Protokol PreSynch se skládá ze dvou injekcí PGF_{2α} v intervalu 14 dní a 12 dní před zahájením protokolu OvSynch. Předsynchronizační metody se používají u programů OvSynch ke zvýšení počtu březostí na jednu inseminaci. PGF_{2α} dokáže synchronizovat cyklus před zahájením protokolu OvSynch (Moreira et al. 2001).

Double ovSynch

Provádí se dříve než samotný OvSynch protokol a zahrnuje hormonální léčbu, aby se zlepšila účinnost následné synchronizace estru a ovulace (Sandeem 2023). Double OvSynch se provádí prostřednictvím dvou protokolů OvSynch s odstupem sedmi dnů a po druhém protokolu je plánovaná inseminace (Souza et al. 2008).



Obrázek č. 2 Schéma protokolu OvSynch + PreSynch (Fricke 2023).

Superovulace

Taky je možné vyvolat tzv. superovulaci pomocí aplikace PMSG (Pregnant Mare Serum Gonadotropin – gonadotropinu séra březích klisen) a FSH (Burdych et al. 2021). Ta je důležitá pro produkci velkého počtu embryí (Kimura 2016), to se využívá při odběru a přenosu živým příjemcům pomocí embryotransferu nebo ke zmrazení (kryokonverzaci) pro uchování genetického materiálu (Brower 2018).

3.2.5 Projevy říje

Intenzita projevu říje a frekvence zvýšené pohybové aktivity a skákání na druhé plemence v době říje je vyšší u dojnic s dobře ošetřenými končetinami, při volném ustájení a vhodném stání. Extrémní teploty – vysoké nebo nízké snižují dobu projevu říje (Louda 2007). V mnohých stádech, kde se užitkovost pohybuje na normovanou laktaci 12 000 kg mléka a více, bývají viditelné projevy říje pod 10 hodin, někdy pouhých 2 až 5 hodin (Burdych et al. 2021). Metabolická přeměna steroidních hormonů související s vysokou produkcí mléka pravděpodobně snižuje behaviorální projevy říje (Roelofs et al. 2010). Je známo, že až 50 % říjí probíhajících v době vhodné pro zapuštění plemenic, bývá promeškáno vlivem selhání lidského faktoru (Louda 2007).

3.2.5.1 Změny v chování

Chování krávy se mění v důsledku hormonálních změn předcházejících ovulaci. Nejvýraznějším příznakem říje je nehybné stání při naskakování ostatních krav (Roelofs et al. 2010). To se dostavuje v druhé polovině říje (Burdych et al. 2021). Před skokem se kráva opře nebo otře bradou o ocas nebo hřbet krávy, na kterou chce naskočit (Welch 2018). Krávy, které se od pokusu o naskočení vzdálí, nejsou v říji (Welch 2018). Následkem naskočení na záda se odře srst na hřbetu a ocasu (Pesa 2023). Během říje se výrazně zvýší pohybová aktivita (Valenza et al. 2012). V porovnání se dnem před říjí se doba aktivity v den říje u každé krávy zvýšila o 342 % v rozmezí od 21 % do 913 % (Kerbrat et al. 2004). Plemence je zvědavá, vokalizuje (bučí), stříhá ušima, mrská ocasem a častěji močí (Burdych et al. 2021). Denní čas přežvykování v době říje je také v průměru výrazně nižší než ve dnech bez říje (Reith & Hoy 2012). U většiny krav v den říje se výrazně snižuje produkce mléka, což však nesouvisí s chováním. Podle Schofield et al. (1991) se průměrně sníží produkce mléka v říji o 2,25 kg. To se projeví snížením dojivosti při prvním dojení na počátku říje a následným kompenzačním zvýšením produkce mléka při dalším dojení (Roelofs et al. 2010). Celková teplota krávy a mléka je při říji zvýšená (Brestenský et al. 2015). Také očichávání a olizování vulvy jiných krav se vyskytuje mnohem častěji u krav před říjí a během ní (Welch 2018).

3.2.5.2 Změny v reprodukční soustavě

Během říje je vulva oteklá, vlhká a je zarudlá na vnitřní straně (Welch 2018). Výrazné je i překrvení dělohy, které lze nahmatat při rektální palpaci (Burdych et al. 2021). Nepřímým důsledkem zvýšené hladiny estrogenů je tvorba cervikálního hlenu v sliznici děložního čípku, který se spolu s dalšími tekutinami hromadí v pochvě před říjí, během ní a krátce po ní (Pesa 2023). Ten lze popsat jako dlouhý, vazký a sklovitý pramen visící z vulvy nebo je rozmazaný

na ocase. Ideální říjový hlen je zachycen na fotografii v příloze č. 8. Někdy se však hlen navenek neobjeví, dokud není kráva při inseminaci prohmátána (Welch 2018). Spermiiím tento hlen poskytuje zásadité prostředí v jinak kyselém prostředí pochvy (Burdych et al. 2021).

3.3 Metody detekce říje

3.3.1 Důležitost detekce říje

Nízká úroveň detekce říje u krav je v současné době celosvětový problém (Hofírek et al. 2009). Nesprávná detekce říje je spojena se snížením zisku v důsledku prodloužení intervalů mezi oteleními, ztrátou mléka, veterinárními náklady atd. Proto je dobrá detekce říje v chovu dojnic velmi důležitá (Roelofs et al. 2010). Moderní systémy pro detekci říje mohou ušetřit čas a z dlouhodobého hlediska i peníze (Runck 2019).

Pro dobrou detekci říje je třeba vzít v úvahu mnoho faktorů. Na jedné straně musí kráva projevovat říji a na druhé straně ji musí chovatel detekovat (Roelofs et al. 2010). Při výběru vhodného systému detekce říje je nutné zvážit náklady, pracovní sílu a systém celého chovu (Thomas & Monning 2021). Všeobecně se považuje účinnost detekce říje vyšší než 80 % za výbornou. Hodnoty mezi 70–80 % ukazují na účinnost dobrou. Detekce mezi 60–70 % je označována za slabou a výsledky pod 50 % již vyžadují podrobnější analýzu k odhalení příčin (Agropress 2002). Přesnost detekce říje je rovněž velmi důležitá. Pokud jsou krávy chybně identifikovány v období říje nebo jsou identifikovány příliš pozdě, nebudou mít šanci zabřeznout, protože v době inseminace už nebudou schopné zabřeznutí (Sterry & Schlessler 2023).

Z hlediska říjivosti a detekce říje je vhodný volný pohyb a vzájemný kontakt zvířat a navíc je potřeba dostatečná koncentrace zvířat v jedné sekci umožňující vzájemný kontakt několika zvířat v periestrálním období, aby proběhla vzájemná stimulace (Hofírek et al. 2009).

3.3.2 Tradiční metody

Tradičním způsobem detekce říje na základě vizuální kontroly zevních příznaků je v současnosti podchyceno maximálně 50 % z probíhajících ovulací (Hofírek et al. 2009). Tyto metody detekce říje už nejsou tak účinné a efektivní (Hubner et al. 2022). Příčinou tohoto stavu jsou na jedné straně vysoké koncentrace zvířat a neustálé snižování počtu pracovníků v chovech, což způsobuje snižování intenzity individuálního pozorování zvířat, na straně druhé zvyšování výskytu tichých a krátkých říjí (Hofírek et al. 2009).

3.3.2.1 Vizuální pozorování

Vizuální detekce říje spočívá v pozorování chování zvířat několikrát denně s cílem zjistit neobvyklé chování, jako je časté postávání, naskakování nebo olizování jiných zvířat (Xu et al. 1998). Při vizuálním pozorování říje má na míru detekce velký vliv doba dne, ve které pozorujeme, a čas strávený pozorováním (Roelofs et al. 2010). Standardizované vizuální pozorování říje se provádí třikrát denně po dobu dvaceti minut v 6:00, 14:00 a 22:00 hodin (Nelson 2017). Pro zvýšení přesnosti vizuálního pozorování se doporučuje pozorovat zvířata alespoň 20 minut před ranním a odpoledním dojením (Xu et al. 1998). Chovatel většinou

pozoruje říji během dojení a krmení, tedy v době, kdy jsou zvířata uměle zneklidňována, a zastírá se tak z velké části rozdíl mezi chováním říjících se a neříjících se krav, což účinnost detekce výrazně snižuje. Nejvyšší účinnost detekce říje založené na pozorování zevních příznaků říje (84,1 % z krav, které ovulovaly) byla popsána při detekci říje prováděné 4x denně po dobu 30 minut v termínech 8.00, 14.00, 21.00 a 24.00 hodin. Tedy ani při takto vysoké intenzitě detekce říje není rozpoznána říje u přibližně 1/6 krav před ovulací (Hofírek et al. 2009).

3.3.2.2 Barvy a tlakové detektory na záda

Tyto metody se převážně používají v pastevním chovu (Hofírek et al. 2009).

Barvy na ocas

Nejlevnější metodou detekce říje je označení kraniálního konce kořene ocasu barvou nebo značkovací křídou. Když na samici naskočí jiné zvíře, barva nebo křída se z ocasu setře. Barvu je třeba denně znovu nanášet a správná identifikace, zda byla barva setřena skokem nebo z jiného důvodu, může vyžadovat určité zkušenosti (Thomas & Monning 2021). Barvu barvy je vhodné denně měnit, aby bylo možné určit, které krávy byly připuštěny a které ne (Xu et al. 1998).

KaMaR detektory

Reflex nehybnosti je často považován za spolehlivý indikátor říje, nicméně představuje pouze 1 % celkového časového rozpětí říje, což ztěžuje jeho pozorování (Hegedušová 2010). Proto jednou z nejběžnějších pomůcek pro detekci říje jsou tlakové detektory KaMaR, které se lepí na kraniální konec kořene ocasu (Thomas & Monning 2021). Tento systém zaznamenává okamžik nástupu reflexu nehybnosti a počet vzeskoků zvířete (Hegedušová 2010).

V momentě, když na krávu s detektorem KaMaR naskočí jiná kráva ze stáda, dochází ke konstantnímu tlaku z hrudníku naskakujícího zvířete (BHD 2023). Při doskoku takového zvířete tlakem dojde v barvivu k chemické reakci projevující se změnou barvy (Hofírek et al. 2009). Ten se rozsvítí červenou barvou. Zanechává tak viditelnou indikaci, že na krávu někdo naskočil, a proto může být v říji (BHD 2023). Na aktivaci čidla se vyžadují alespoň tři sekundy tlaku ze strany naskakujícího zvířete. Minimální doba držení při vzeskoku jiných zvířat je u říjících se krav 5-7 sekund (Hofírek et al. 2009). Detektory KaMaR jsou relativně levné a mohou zlepšit přesnost detekce říje, zejména pokud jsou zvířata pozorována pouze dvakrát denně (Thomas & Monning 2021).

Chill ball markers/ bradový kuličkový detektor

Jedná se o velké kuličkové markery připevněné na ohlávce a nošené v krajině spodní čelisti detekčního zvířete, kterým může být vasektomizovaný anebo penisu zbavený býk nebo zvíře, které bylo androgenizováno za účelem zvýšení sexuální touhy (Thomas & Monning 2021). Funguje na principu propisovací tužky. U detekovaných plemenic se svolností k páření nacházíme na hřbetě dlouhé lineární čáry, zatímco u plemenic bez svolnosti jsou zpravidla jen bodové označení na zádi nebo na bocích (Hofírek et al. 2009).

3.3.2.3 Prubíř

Při zjišťování říje se běžně používají býci, kteří podstoupili vasektomii, aby se stali neplodnými. Přestože nemohou oplodnit žádný kus dobytka, dokáží rozpoznat říji stejně dobře jako kterýkoli jiný plemenný býk (McBride 2022). Dále je možnost využít na vyhledávání říje testosteronem androgenizované volky, krávy nebo jalovice, příp. nymfomanické krávy nebo krávy stimulované estradiolem (Hofirek et al. 2009). Androgenizace jalovic se provádí hormonálně sérií deseti injekcí testosteronu (Louda 2008).

3.3.2.4 Mikroskopický test cervikálního hlenu

Test arborizace cervikálního hlenu se provádí mikroskopickým pozorováním roztěru hlenu na podložním sklíčku určeném k mikroskopování. Mikroskopování je možné jednoduchým školním mikroskopem umožňujícím zvětšení 100–120násobné. Odběr cervikálního hlenu se provádí sterilní pipetou z oblasti růžice děložního krčku nebo zadní (kaudální) části děložního krčku (Louda 2008). Ten je produkován hlenotvornými látkami, které vystylají rýhy a záhyby připomínají "slepé záhyby", které se nacházejí v epitelu děložního krčku (Mullins et al. 1989). V době říje se vylučuje hojněji a objem hlenu může dosáhnout až 100 ml (Tsiligianni et al. 2001). Podle krystalizace hlenu posuzujeme fyziologický průběh říje, hladinu estrogenů, metabolické poruchy, minerální poruchy a zánětlivé procesy. Největší pravděpodobnost pro zabřeznutí je při kaprad'ovitě krystalizaci (Beran et al. 2011). V tabulce č. 8 je uvedeno hodnocení cervikálního hlenu dle krystalizace zjištěné pod mikroskopem. Za každým typem krystalizace je napsáno doporučení k inseminaci.

Tabulka č. 8: Hodnocení cervikálního hlenu (Hegedüšová 2010).

Druh krystalizace	Označení	Inseminace	Poznámka
Větvičkovitá	V	Předčasná	Inseminovat za 10-14 hodin a opakovat kontrolu krystalizace
Plavuňovitá	P	Předčasná, je ji ale možné provést	Pokud přetrvávají příznaky říje za 10-12 hodin provést reinseminaci
Smíšená forma	V+P	Předčasná	x
Kaprad'ovitá	K	Vhodná	x
Zbobotnalá	Z	Nevhodná	Poříjové období
Atypická	A	Nevhodná	Metabolické poruchy
Celularizace	C	Nevhodná	Záněť

3.3.3 Moderní technologie

Běžně se říje zjišťuje vizuálním pozorováním příznaků, což je však obtížné zejména ve velkých chovech dojnic kvůli krátké době pozorování projevů říje během krmení a dojení (Firk et al. 2002). Uvádí se, že moderní automatické technologie mají o 80 % větší úspěšnost detekce říje než vizuální pozorování (Sauls et al. 2017).

Kromě toho je zjišťování říje pomocí manuálního pozorování složité, protože krávy vykazují příznaky říje hlavně v noci a podmínky prostředí, včetně podmínek ustájení, velikosti stáda a způsobu řízení, ovlivňují specifickou říjnost jednotlivých krav (Palmer et al. 2010).

Během posledních 10 let došlo k výraznému pokroku v oblasti detekčních systémů. V současné době je k dispozici řada plně automatizovaných technologií včetně systémů snímání tlaku, měřičů aktivity, videokamer, záznamů vokalizace a také měření tělesné teploty a koncentrace progesteronu v mléce. Nejlepší možností detekce říje je kombinace údajů z monitorování aktivity a informací z několika dalších metod, což může vést k nejlepším výsledkům, pokud jde o citlivost a specifickou detekce (Reith & Hoy 2018).

S rozvojem technologie bezdrátového přenosu, senzorové technologie a technologie baterií jsou aktivometry a pedometry nejslibnější pro dosažení a měření přesných výsledků na farmách. Tato kombinace technologií je do budoucna nejlepším řešením včasného vyhledávání říje u skotu (Shu et al. 2021).

Aktivometry se v současné době používají převážně v chovech dojného skotu, a to jak pro dojnice, tak i pro jalovice. Lze je však využít i v chovech masného skotu (u krav bez tržní produkce mléka). Nespornou výhodou těchto systémů je i to, že umožňují nepřetržitě sledovat zvířata, aniž by narušovaly přirozené projevy jejich chování (Krejčová 2021).

3.3.3.1 Historie pedometrů

Z počátku šlo o čistě mechanické přístroje a jednoduchá počítadla. Lidé objevili pedometry (krokoměry) v polovině 60. let minulého století (Novotná et al. 2015). Aktivita (měřená krokoměry) dojnic během říje byla poprvé studována už na počátku 50. let minulého století. Tato studie ukázala, že období říje je u dojnic charakterizováno zvýšeným počtem kroků (Roelofs et al. 2005). První elektronické pedometry pro zvířata byly testovány v roce 1977 (Novotná et al. 2015). Dříve většina krokoměrů vypadala trochu jako kapesní hodiny a fungovala na základě působení síly na závaží připojeného k pružině. Rameno se pohybovalo nahoru a dolů v reakci na pohyb a pohánělo řadu ozubených koleček připojených k ciferníku na přední straně přístroje (Kiddy 1977).

Následující generace pedometrů byla založena na rtuťovém senzoru, který snímal pohyb pouze ve vertikálním směru. Při každém otřesu senzorem nad stanovenou hladinu byly generovány impulzy odpovídající intenzitě otřesů, ty se zpracovávaly pomocí mikroprocesoru. Počet impulzů byl načítán s použitím antén umístěných v dojárně. Při každém průchodu zvířete do dojírny byl načten počet impulzů. Z času předchozího průchodu byl vypočítán počet impulzů (kroků) za dané časové období. Algoritmus detekce odchylky těchto pedometrů porovnával aktuální hodnotu s průměrnou hodnotou za poslední dva dny. Jestliže odchylka přesáhla stanovenou mez, bylo detekováno zvíře jako říjící (Novotná et al. 2015).

Novější generace byly opatřeny senzorem, který se používal v prvních kardiostimulátorech. Šlo o zcela pasivní 3D senzor, který se skládal z cívky a magnetické kuličky. Kostra cívky měla uprostřed kulový prostor, do kterého byla umístěna kulička. Při otřesech se kulička pohybovala v kulovém prostoru a vytvářela tak elektrické napětí na cívce, které bylo následně zesilováno a snímáno mikroprocesorem. Nevýhodou tohoto senzoru bylo, že citlivost nebyla ve všech směrech stejná a nebylo možné rozpoznat směr pohybu. Díky všesměrovému snímání je ho možné použít k detekci pohybu na krku i na noze (Novotná et al. 2015).

Technologie od této doby udělala velké pokroky. Bezdrátový datový přenos je levnější a spolehlivější. Sensory se od té doby velmi vylepšily, dříve snímaly počet kroků, identifikaci krav a vodivost mléka (Endres 2019), ta se využívá pro včasnou diagnostiku mastitidy u krav (Borlisherdline 2023). Snímací technologie (kamera, mikrofon) jsou skladnější a lépe odolávají drsnému prostředí stáje. Náklady na koupi zařízení se snížily a byly vyvinuty moderní systémy, včetně aplikací do telefonu a cloudové připojení pro sběr a analýzu dat (Endres 2019). V současné době většina výrobců používá k detekci pohybu akcelerometry. Ty během posledních pěti let prošly velkým vývojem (Novotná et al. 2015).

K porovnání vývoje pedometrů v průběhu let jsou zde uvedeny fotografie těchto zařízení. Na obrázku č. 3 je zachycen pedometr v plastovém obalu z roku 1977, zatímco na obrázku č. 4 je prezentován moderní pedometr s vylepšenými funkcemi.



Obrázek č. 3: Pedometr z roku 1977 (Kiddy 1977).



Obrázek č. 4 moderní pedometr (Mackenzie 2011).

3.3.3.2 Aktivometry

Používání pedometrů (krokoměrů) a aktivometrů (měřičů aktivity) zaujímá přední místo mezi nejdoporučovanějšími metodami zjišťování říje v chovu skotu (MilkingCloud 2019). Ty nám dopomáhají ke zlepšení výsledků v oblasti inseminace a plodnosti (Schweinzer et al. 2020). Používají se k monitorování zvýšené fyzické aktivity a generování dat, které rozezná software a upozorní chovatele na probíhající říji. Výzkumy ukázaly, že citlivost, specifická a pozitivní prediktivní hodnoty jednotlivých senzorů se velmi liší. Ukázalo se také, že umístění senzoru může ovlivnit výsledky. Obojky v některých případech kombinují údaje o aktivitě a přežvykávání, aby identifikovaly říji. Ušní známky sledují pohyb čelisti. Krokoměry detekují krávy v říji na základě analýzy změn pohybové aktivity (Roberts 2020).

Výjimečnost těchto zařízení spočívá v jejich citlivosti, díky níž mohou detekovat veškerou aktivitu zvířat, i tu, kterou nedokážeme detekovat vizuálním pozorováním. Když zjistí neobvyklou aktivitu, okamžitě o tom informují chovatele/pracovníky prostřednictvím SMS (MilkingCloud 2019).

3.3.3.3 Princip fungování

Jak již bylo zmíněno v kapitole Historie pedometrů, většina výrobců používá k detekci pohybu akcelerometr. Procesor v akcelerometru má funkci čtení a analyzování zrychlení v osách, využívá detekční algoritmus k identifikaci druhu pohybu zvířete a eliminuje rotaci pedometru. Z tří aktuálních hodnot zrychlení se vytváří vektor, porovnáváný s předchozím; překročení stanovené odchylky indikuje pohyb zvířete. Součet dílčích pohybů za určité období

poskytuje informace o chůzi zvířete. Před vlastním přenosem mikroprocesor pedometru data částečně zpracuje tak, aby byly do počítače bezdrátově přenášeny pouze relevantní informace (např. počet pohybů za danou periodu) (Novotná et al. 2015). Následně senzor začne vysílat výkonné vysokofrekvenční signály do antény, která je umístěna ve stáji (Galon 2010). V příloze č.6 je vyfocena anténa ve stáji na podniku ZS Svobodné a.s. Jedna anténa dokáže pokrýt prostor o poloměru přibližně 50 až 70 metrů ve stáji a až 200 metrů na volném prostranství. V případě potřeby je možné instalovat více antén (Novotná et al. 2015). Anténa převede analogová data z pedometru na digitální sekvenci a odešle data do softwaru. Ten může být nainstalován na osobním počítači, tabletu nebo telefonu (Galon 2010).

Přenos dat probíhá nepřetržitě v reálném čase (cca každých 10–15 minut), se zálohou dat v pedometru až 12 hodin. To znamená, že se data zaznamenají a uchovají i pokud dojde k výpadku systému. Spolehlivých výsledků lze dosáhnout přibližně tři týdny po nasazení pedometru (Otrubová 2020).

V malých stájích s omezeným prostorem snižuje schopnost pedometru detekovat říji. Z toho důvodu by mělo proběhnout nastavení pedometru podle konkrétních podmínek farmy: rozlohy, počtu dojení za den, vzdálenosti mezi stáji a dojírnou a ostatních aktivit (Galon 2010).

3.3.3.4 Umístění

Z názvu zařízení je patrné, že z počátku byly pedometry připevňovány na nohu zvířete. Krabička, ve které je obsažena elektronika, se páskem přitáhla na nohu. Pásek však býval poměrně značně znečištěn zvířecími výkaly, které se stávaly zdrojem infekce. I to byl důvod, proč bylo od umístování pedometru na nohu upuštěno a začaly se vyvíjet jiné možnosti jako upevnění obojku na krk nebo čip do ucha (Novotná et al. 2015).

3.3.3.4.1 Pedometr na nohu

Krokoměry připevněné k noze krávy zaznamenávají počet kroků za jednotku času jako ukazatel pohybové aktivity, která se výrazně zvyšuje během předříjového a říjového období dojnic (Gatius et al. 2005), jak udává Galon (2010) je to dvakrát až čtyřikrát oproti jejich individuálnímu normálnímu (průměrnému) počtu kroků. Moderní pedometry dokáží sledovat vybrané behaviorální ukazatele s významnými rozdíly (doba stání, doba ležení, doba chůze, kroky, přesuny, doba střídání stání a chůze) (Wang et al. 2022). Doba ležení je velmi důležitá, protože je prokázáno, že každá další hodina strávená vleže zvyšuje produkci mléka o dalších 1,7 kg) (Roberts 2020). Pedometr nasazený na přední končetině je z hlediska detekce říje o 6 % přesnější než při umístění na noze zadní. Významnou roli hraje to, že pedometr na přední noze krávy může měnit svou polohu v rozmezí až 90°, což umožňuje velmi citlivé zachycení a odhalení typu aktivity (Krejčová 2021).

3.3.3.4.2 Obojek na krk

Senzory se snímači jsou v zařízení, které je zavěšeno na krku krávy (Lee & Seo 2021). Při tomto upevnění akcelerometru na krku je třeba použít mnohem složitější detekční algoritmus než při upevnění na noze. Akcelerometr nám stále dokáže přesně detekovat aktivitu pohybu, ale nedokáže určit konkrétní počet vstávání (Novotná et al. 2015). Některé typy obojků

mohou být vybaveny teplotním snímačem, který měří teplotu, to může být další výstupní údaj, který nám říká další informace o zdravotním stavu zvířete (Lee & Seo 2021).

Podle četných studií je doba přežvykování ovlivněna říjí, krávy bez říje průměrně strávily přežvykováním 429 (± 107) minut denně. V den říje to bylo v průměru o 67 minut méně (Reith & Hoy 2012). V tom mají obojky oproti akcelerometrům umístěným na noze výhodu, dokáží nám detekovat právě ty pohyby, při kterých dochází k příjmu potravy a přežvykování, což nám dohromady s krokoměrem dovolí lépe nahlédnout do celkového pohodlí zvířat (Davison et al. 2020).

Je známo, že při říji dojde ke zvýšení vokálních projevů plemenic (Wang et al. 2023a). Za tímto účelem byla provedena studie, která zkoumala detekci říje pomocí vokálního projevu. Na obojek byla připevněna krabička s mikrofonom a SD karta. Ta snímala vokální projevy v říjovém a předříjovém období a bylo zjištěno, že lze takto detekovat říji s přesností 87 % (záleží na konkrétních projevech zvířete). Mikrofony by se mohly v budoucnu implementovat do obojek. Tím by mohla být zlepšena automatická detekce říje a další systémy pro sledování zdravotního stavu zvířat a welfare (Röttgen et al. 2020).

3.3.3.4.3 Senzor do ucha

Senzory se většinou umísťují do středu ucha (Lee & Seo 2021). Senzor obsahuje 3D akcelerometr, který sbírá data z pohybu hlavy zvířete (Roberts 2020) a může měřit i teplotu (Lee & Seo 2021). Následně tyto informace ze zařízení jsou zpracovány a chovateli systém vyhodnotí aktivitu zvířete, zdravotní stav, dobu přežvykování a přesnou lokalizaci na stáji (Borchers et al. 2016). Výhodou je to, že je to malý a lehký senzor, ale nevýhodou tohoto zařízení je to, že 15-20 % těchto senzorů do ucha se za jeden rok používání ztratí, což může být značná ekonomická ztráta (Roberts 2020).

3.3.3.5 Bolusy do batoru

Současné komerčně dostupné systémy monitorování batoru se zaměřují na zjišťování říje, odhalování výskytu nemocí. Bolusy měří biomarkery jako např. teplotu, pH, koncentrace histaminu, koncentrace těkavých mastných kyselin a aktivitu. Pomocí těchto výstupních hodnot lze detekovat i onemocnění, jako např. SARA (porucha batorové fermentace), mastitidu, produktivitu a reprodukční výkonnost (Han et al. 2022). Je známo, že se tělesná teplota dojnic během říje zvýší o 0,4 °C; tímto způsobem mohou být batorové bolusy využity ke sledování období říje (Vicentini et al. 2018).

Bolus je podáván orálně farmářem nebo veterinářem pomocí standardní bolusové pistole. Po vložení zůstane bolus v batoru (konkrétně v retikulu). Každý bolus má jedinečné ID, které lze přiřadit ke zvířeti. Je vytvořen z kyselinovzdorné pryskyřice, která chrání elektronické části a nezpůsobuje žádné poškození uvnitř zvířete. Baterie, která je v bolusu, má životnost více než 6 let (Moonsyst 2023).

3.3.3.6 Nádoje a teplota mléka

Existují plně automatizované systémy v dojárnách, které dokáží stanovit přesnou hodnotu progesteronu v mléce (Asmussen 2010). Vzhledem k tomu, že koncentrace

progesteronu v krvi úzce souvisí s jeho koncentrací v mléce, lze analýzu progesteronu ze vzorků mléka použít k určení reprodukčního stavu dojnice (Saint-Dizier & Maillard 2012). Pro účely sledování říjového cyklu systém odebírá několik mililitrů mléka od každé dojnice (Friggens et al. 2008). Tyto odebrané vzorky během dojení se shromažďují v analytické jednotce připojené k počítači (Saint-Dizier & Maillard 2012). Ta měří křivku koncentrace progesteronu za posledních několik dní. Systém upravuje četnost testů v závislosti na období po otelení a na fázi cyklu tak, aby v průměru bylo provedeno 6-7 testů progesteronu za jeden říjový cyklus. Z výsledné křivky progesteronu algoritmus klasifikuje krávy do tří kategorií: anestru po porodu, v říjovém cyklu a potenciálně březí (Friggens et al. 2008). U krav s říjovým cyklem spustí software výstrahu, jakmile hodnota progesteronu klesne pod 4 ng/ml (Friggens & Chagunda 2005). Úspěšnost detekce říje ve stádě touto metodou je více než 95 % včetně tichých říjí (Asmussen 2010).

3.3.3.7 Intravaginální senzory

Říji je možné detekovat i pomocí bezdrátové intravaginální sondy, ta se umísťuje kraniálně do pochvy (Andersson et al. 2015). Sonda dokáže změřit vaginální teplotu a elektrickou vodivost cervikálního hlenu (Higaki et al. 2019), kdy během říjového cyklu se obě tyto hodnoty mění. Společná kombinace těchto dvou fyziologických parametrů pro detekci říje by měla maximalizovat účinnost detekování pravé říje (Andersson et al. 2015).

Změny v elektrickém odporu

Během říje se zvyšuje hladina estrogenů. To může změnit aktivitu metabolických drah a produkci adrenokortikotropní hormonu a aldosteronu (Noakes et al. 2019), který zvyšuje hladinu chloridu sodného, (NaCl) ve vaginálním hlenu. V důsledku toho dochází ke snížení hladiny NaCl a elektrického odporu poševního hlenu během říje (Fehring 1996). Sekret v pochvě má v luteální fázi vysoký odpor, ve folikulární fázi nižší a během estru nejnižší (Říha 2004). Podle studie byla v diestru hodnota elektrického odporu 106.8 ± 1.4 ohm a v estru 82.2 ± 2.2 ohm (Tadesse et al. 2011).

Změny v teplotě

Detekce říje na základně měření vaginální teploty se zdá účinná, pokud senzor zaznamená zvýšení teploty o nejméně 0,4 °C po dobu 3 nebo více hodin, tak zvíře je nejspíš v říji. Ve studii byla zkoumána přesnost tohoto měření a bylo detekováno 89,4 % zkoumaných zvířat v říji. (Kyle et al. 1998). Avšak nevýhodou je to, že se během krmení může zvednout teplota v průměru o 0,5 °C nebo během stresu o 0,7 °C (Tadesse et al. 2011).

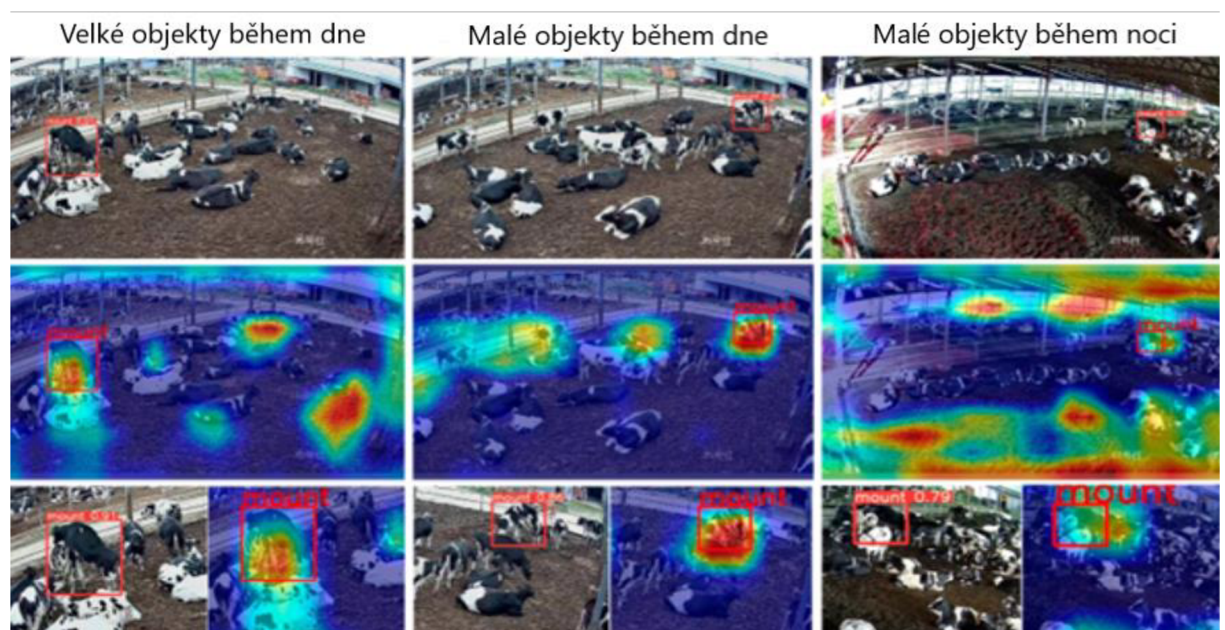
3.3.3.8 Chytré kamery

Tento systém vyžaduje pouze kameru umístěnou ve stáji a počítač pro analýzu nahraných videí. Systém se skládá z čtyř modulů: detekce krav, identifikace částí těla, rozpoznání chování během říje a následná analýza (Lodkaew et al. 2023).

Při detekci krav systém zachytí snímek krávy a vytvoří z něj oříznutý obraz, který je poté využit k identifikaci částí těla. Zaměřuje se na tři hlavní části: mulec, tělo a hřbet ocasu,

protože během říje krávy navazují fyzický kontakt právě pomocí těchto částí těla, například se dotýkají, naskakují, nebo se opírají hlavou o ostatní plemenice. Složitý modul poté rozpoznává chování jednotlivých plemenic a rozlišuje, zda jsou v říji nebo ne (Lodkaew et al. 2023). Tento detekční systém reaguje rychle a dokáže identifikovat projevy říje i v tmavých a špatně osvětlených prostředích (Wang et al. 2022c). Jeho přesnost při detekci říje dosahuje 91 % s chybovostí 23 % (Dairynz 2023).

Na obrázku č. 5 jsou snímky z kamery a termokamery detekující plemenice během říje ve stáji, jak ve dne, tak během noci. Hlavním projevem tohoto období je na těchto záběrech naskakování na ostatní plemenice (tzv. mounting behavior). Zároveň je zkoumána schopnost těchto zařízení detekovat velikost objektů a správně identifikovat plemenice i v obtížných světelných podmínkách, jako je prostředí stáje v noci.



Obrázek č. 5: Záznam z kamery pro detekci říje (Wang et al. 2022c).

3.3.3.9 Ekonomická návratnost systému

V závislosti na typu použití technologie pro detekci říje (akcelometry na obojku, pedometru nebo v uchu) většina studií ukázala, že doba návratnosti investice se pohybuje od tří a půl do osmi let (Adenuga et al. 2020) v závislosti velikosti farmy, počtu koupených zařízení a ceny systému. Například pedometry jsou vždy aktivní a k vlastní činnosti tedy potřebují zdroj elektrické energie (baterie). Tento faktor je pro uživatele do značné míry limitující. Doba provozu obojků a pedometrů různých výrobců je odlišná a pohybuje se od tří do deseti let. Baterii většinou nelze vyměnit, protože pedometr je vyplněn nerozebíratelnou hmotou. Po vybití baterie je nutné koupit nové zařízení (Novotná et al. 2015). U ušních senzorů se životnost liší výrobcem, v průměru se životnost baterie odhaduje na 2-5 let (Lee & Seo 2021). Dále je také nutnost mít kvalifikovaný personál, který dokáže z výstupních výsledků detekovat, jestli

se jedná o skutečnou aktivitu zapříčiněnou vrcholkem říje, nebo se jedná pouze o uměle vyvolanou zvýšenou aktivitu pohybu (Galon 2010).

Používání bachorových bolusů v chovu skotu ještě není rozšířené kvůli vysoké ceně senzorů ve srovnání s jinými senzory, např. v uchu, na noze nebo na umístěné na obojku (Hajnal et al. 2022). Oproti tomu pořízení chytrých kamer není až tak finančně náročné a lze je využít i pro časnou detekci telení. V budoucnosti se očekává rozšířené využití těchto pohybových kamer pro detekci říje (Bruyère et al. 2012).

3.3.3.10 Aplikace a software pro sledování údajů o zvířeti

Sledování jednotlivých znaků již v dnešní době není možné podchytit jednoduše, natož sledovat je v delším časovém úseku. Trendem poslední doby je využití nových informačních technologií, jako jsou programy na řízení stáda, automatické systémy detekce říje a monitoringu zdravotního stavu zvířat (Prýmas 2017).

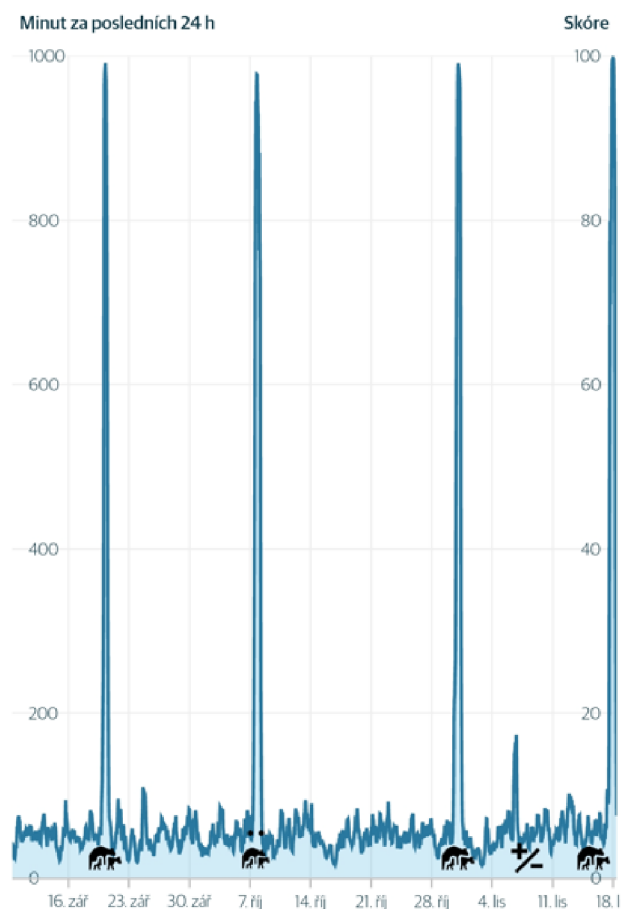
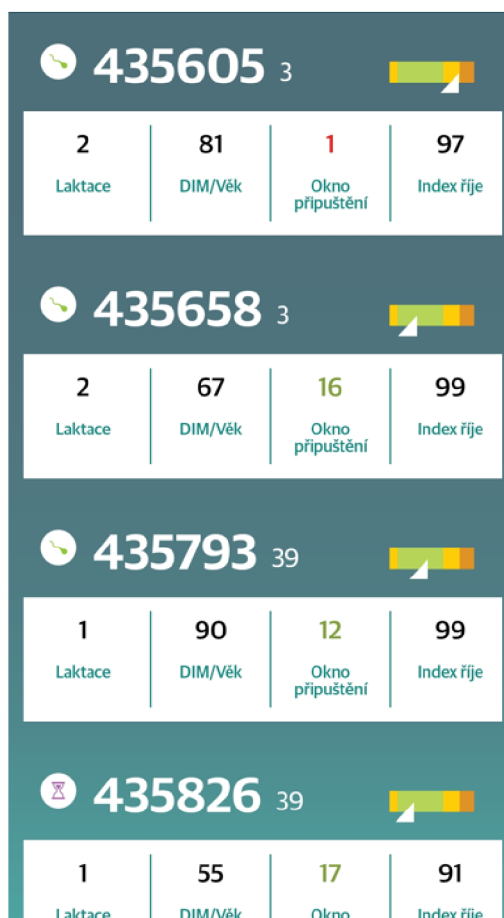
Všechna data z respondéru jsou analyzována a chovatelům dostupná přes internet pomocí PC, tabletu či smartphonu v podobě přehledných grafů a tabulek. Systém navíc umožňuje zaslání upozornění formou SMS nebo e-mailu (Prýmas 2017).

Vyhodnocení říje

Systém sleduje chování plemenic, jako je přežvykování v kombinaci s vysokou aktivitou, a sdílí chovatelům upozornění, že je plemence "potenciálně v říji", "podezření na říji" a "v říji". Kliknutím na konkrétní upozornění si můžete zobrazit graf aktivity jednotlivé krávy, v jaké fázi říje je, případnou březost, necyklující krávy a potencionální potraty. U každé plemence v říji se zobrazí „inseminační okno“, které chovatelům dá zpětnou vazbu o optimální době inseminace (kdy začala říje, kolik hodin zbývá do konce říje a kdy je vhodné inseminovat) (CowManager 2023).

Na obrázku č. 6 lze vidět aktuální seznam plemenic v říji. Chovatel si může rozkliknout individuální zvíře, zobrazí se mu základní údaje (dny po otelení a číslo laktace), index říje (jak výrazná je říje na stupnici 0-100) a „inseminační okno“. Například plemence s č. 435 605 je již na konci říje a byla by malá pravděpodobnost zabřeznutí po inseminaci. Oproti tomu plemenci s č. 435 658 je ideální v tomto časovém období inseminovat. Na grafu č. 3 je zobrazení říje konkrétní plemence v řádech měsíců. Můžeme vidět opakující se pravidelnou říji po 21 dnech. Tyto snímky jsou pořízeny autorem z chovatelského programu SenseHub (Merck et al. 2024).

Graf č. 3 zachycení říjového cyklu (foto autor).



Obrázek č. 6 plemence v říji (foto autor).

Aktivita

Měření pohybové aktivity hospodářských zvířat poskytuje důležité informace nejen ke zjištění říje, ale i ke sledování zdravotního stavu (Novotná et al. 2015). Krávy v období říje tráví výrazně méně času ruminací (přežvykáním) a úroveň aktivity se v tomto období výrazně zvyšuje (Reith et al. 2014). Aktivita je důležitá pro celkové zdraví zvířete. Úroveň pohybu nám udává Index aktivity, který lze definovat jako poměr kolísání hodinové úrovně aktivity ve srovnání se stejným časovým obdobím v předchozích třech dnech. Tím dá chovateli zpětnou vazbu o pohybu zvířete (Wang et al. 2022b). Ruminační aktivita krávy se může snížit až pozastavit na několik hodin, pokud je ve zdravotních potížích. Chovatelé jsou na tuto pauzu v přežvykávání okamžitě upozorněni a umožní jim poskytnout okamžitou pomoc zvířeti, než se následky stanou fatálními (Rabinovich 2021).

Graf č. 4 a 5 nám demonstruje aktivitu, příjem krmiva a ruminaci sledované plemence. Na grafu č. 4 vidíme pravidelně se opakující říje, aktivitu a ruminaci v rámci jednoho měsíce. Graf č.5 nám demonstruje jednu konkrétní říji. Lze vidět propad v ruminaci, ta je zapříčiněna snížením příjmu krmiva. Oproti tomu vzrostla pohybová aktivita zvířete, a to mělo za následek zvýšení indexu chování v říji.

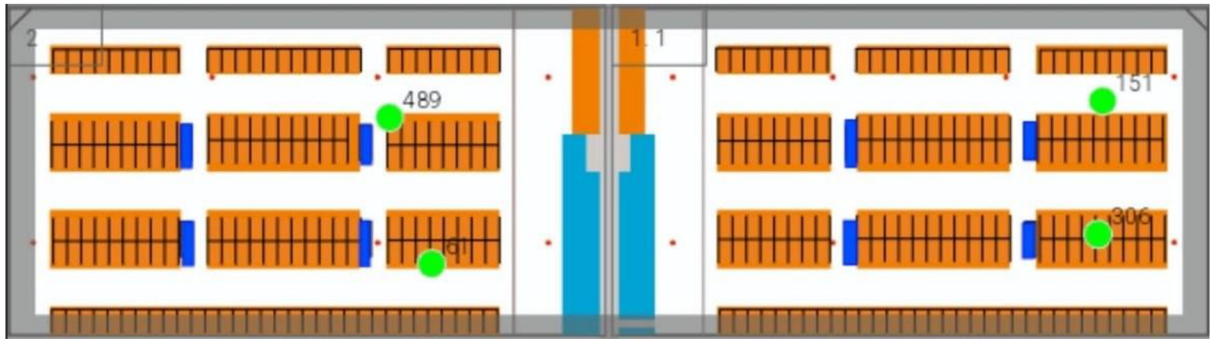
Graf č. 4 zobrazení ruminace a aktivity (foto autor). Graf č. 5 detail říje (foto autor).



Lokalizace

Rostoucí dostupnost aktivometrů a jejich vývoj odemyká potenciál využití údajů o poloze zvířat v reálném čase ve prospěch chovatele (Benaissa et al. 2020). Ten má k dispozici náhled vlastní stáje a jednotlivá zvířata jsou zobrazena přesně tam, kde se momentálně pohybují. Díky tomu pak jde „najisto“ a nemusí ztrácet čas hledáním zvířat, čímž se zvyšuje produktivita práce (Prýmas 2017). Princip lokalizačního systému je založen na měření doby letu rádiové vlny od vysílače po přijímač – podobně, jako je tomu u radaru. K detekci musí být přítomny minimálně tři přijímací antény, aby bylo možné triangulací vypočítat pozici vysílače (Novotná et al. 2015).

Obrázek č.7 demonstruje systém lokalizace dojnice na stáji. V přesném schématu stáje je zobrazena přesná lokalizace dojnice ve stáji s přesností na metry. Lze pozorovat, že se dojnice s identifikačním číslem 489 leží v konkrétním lehacím boxu. Chovateli tím tato technologie ušetří a čas s chozením po stáji a hledáním jednotlivých dojnic.



Obrázek č. 7 Lokalizace dojnic ve stáji (foto autor).

4 Metodika

4.1 Analýza vybraného podniku

4.1.1 Charakteristika podniku

Zemědělská společnost Svobodné a. s. sídlí v obci Havlovice, nacházející se v LFA (méně příznivá oblast) oblasti v Královéhradeckém kraji. Historicky se podnik formoval od roku 1992, dokdy působil jako jednotné zemědělské družstvo. V roce 1993 došlo k transformaci na zemědělské družstvo s názvem Svobodné. Na podzim roku 1996 prošla společnost další změnou, tentokrát na akciovou společnost, v jejíž formě působí dodnes.

Společnost hospodaří na celkové výměře 570 ha orné půdy a 360 ha připadá na trvale travní porosty. Hlavní náplní rostlinné výroby je zajištění potřebného množství kvalitního krmiva pro potřebu živočišné výroby. Mezi hlavní plodiny patří pšenice ozimá, ječmen ozimý, triticales ozimé, žito, oves a řepka ozimá. Každoročně je zhruba na výměře 100 ha pěstována kukuřice na siláž. Z trvale travních porostů se vyrábí siláž o vyšší sušíně a v menší míře seno. V rostlinné výrobě pracuje 6 lidí.

Živočišná výroba je primárně zaměřena na chov holštýnského skotu a produkci mléka. V této oblasti pracuje celkem 8 zaměstnanců. V roce 1997 bylo zahájeno převodové křížení z plemene český strakatý skot na holštýnské plemeno. Současné složení stáda je z 60 % červený holštýnský skot (Red Holstein) a z 40 % černostrakatý holštýnský skot. Červené holštýnské plemeno je nositelem recesivní alely, dosahuje nižší dojivosti jak černostrakaté, ale oproti tomu má větší obsah bílkovin a tuků v mléce (Svaz chovatelů holštýnského skotu 2024). Obrat stáda je uzavřený.

Areál je rozdělen na dvě střediska, jedno středisko se nachází v Havlovicích a druhé v Maršově u Úpice. Zde se nachází odchovna mladého dobytka (OMD). V Havlovicích se nachází hlavní mléčné stádo, teletník a dojírna. K 16. lednu 2024 je zde ustájeno 292 krav, z toho 258 aktuálně dojených, 34 suchostojných krav, 26 vysokobřezích jalovic a 152 telat do 6 měsíců věku.

V roce 2006 byla postavena nová dojírna od firmy Farmtec. Jedná se o rybinovou dojírnu s kapacitou 2 x 8 dojících stání. Čekárna před dojírnou je s roštovou podlahou s kapacitou pro 56 kusů. Dojení krav probíhá dvakrát denně v intervalu 12 hodin, s pravidelným odvozem mléka do mlékárny Pragolaktos a.s. Před vystavěním nové dojírny bylo dojení prováděno ve stájích na středisku v Maršově na stání.

V roce 1996 dosahovala užitkovost stáda 4 100 kg mléka za laktaci. Od té doby společnost prošla významnými změnami. K roku 2022 se zvýšila průměrná užitkovost na 9 957 kg mléka. Nicméně k lednu 2024 klesla užitkovost za normovanou laktaci na přibližně 9 200 kg mléka. Tento pokles produkce mléka od roku 2022 byl způsoben změnou složení krmné dávky z ekonomického důvodu.

Dříve byly dojnice ustájeny vazně na středisku v Maršově. V současnosti jsou ustájeny volně ve dvou stájích, označovaných jako K1 a K2 v Havlovicích. Tyto stáje jsou 2 x denně vyhrnovány a po každém vyhrnutí zastlány slámou. Krmení pro zvířata je připravováno jednou denně pomocí krmného míchacího vozu Sgaribordi. Krmivář připravuje tři odlišné TMR (total mixture ration – úplná směsná krmná dávka) pro každou skupinu zvířat zvlášť. Jednu pro

produkční, druhou pro vysokobřezí a třetí pro suchostojné dojnice. Následně je během dne krmení v průměru 12 x denně přihrnuto smykovým nakladačem.

Stáj K1 byla postavena v roce 2006 a má 3 řady lehačích boxů s celkovou kapacitou pro 174 kusů. Tato stáj je rozdělena do 3 sekcí: pro prvotelky, otelené krávy a prvotelky a pro produkční dojnice po tranzitním období. V roce 2012 proběhla kompletní přestavba stáje K100 (stáj pro 100 kusů) na stáj K2, která má 2 řady lehačích boxů s celkovou kapacitou 104 kusů. Stáj K2 je rozdělena do dvou sekcí a slouží pro ustájení vysokobřezích a vyřazených dojnic z reprodukce.

Dále se v podniku nachází stáj K3, která je určena pro suchostojné krávy a vysokobřezí jalovice. Dvě třetiny rozlohy stáje zabírá hluboká podestýlka a jedna třetina krmiště. Kapacita této stáje je pro 80 kusů dobytka. Porodna je rozdělena na dvě oddělení – jedno pro vysokobřezí jalovice před porodem a druhé pro krávy před porodem. Ustájení je skupinové na hluboké podestýlce. Tyto dva porodní kotce mají kapacitu pro 20 kusů.

Telata jsou ustájena ve VIB (venkovních individuálních boxech) po dobu 60 dnů, kde probíhá krmení pomocí mléčné krmné směsi a starterové výživy. V 60 dnech věku je proveden odstav. Do 6 měsíců věku jsou telata ustájena na hluboké podestýlce rozdělené do 8 kotců dle věku, pohlaví a hmotnosti. Následně jsou převezena do druhého střediska, které se nachází v Maršově u Úpice.

Ve středisku Maršov u Úpice se nachází OMD, která je rozdělena do 14 kotců podle věku, hmotnosti, pohlaví a u jalovic podle stádia březosti. Denně je prováděno vyhrnování hnoje a zastýlání slámou.

Probíhá zde první vyhledávání říje a zapouštění, následně i ultrasonografické vyšetření březosti. Vysokobřezí jalovice jsou poté převezeny zpět do střediska v Havlovicích do stáje K3.

Probíhá zde i výkrm býků do porážkové hmotnosti. Býci se odvázejí v porážkové hmotnosti 600 kg na smluvené jatka Hampl do Trutnova. Kapacita této stáje je pro 300 kusů dobytka.

K lednu roku 2024 se ve stáji nachází 208 jalovic od 6 měsíců stáří do 7 měsíců březosti a 67 býků na výkrm ve věku od 6 měsíců do 24 měsíců stáří.

4.1.2 Reprodukce ve vybraném podniku

4.1.2.1 Minulost

Detekce říje u krav do roku 2018 probíhala pouze vizuálním pozorováním ošetřovatelů a zootechnikem. Ti v pravidelných intervalech procházeli stáj a aktivně vyhledávali plemenice v říji, přičemž úspěšnost detekce říje tímto způsobem dosahovala 40 %. Anestrické říje plemenic byly řízeny přes hormony, které aplikovala veterinářka během ultrasonografického vyšetření v druhém měsíci po otelení. Pokud zvíře nezabřezlo do 4. inseminační dávky, přistoupilo se k přirozené plemenitbě. Dojnice byla přemístěna k plemennému býkovi, který byl holštýnského plemena. Přirozená plemenitba byla zrušena na podzim roku 2015.

4.1.2.2 Současnost

V únoru roku 2016 byly zakoupeny identifikační krční respondéry pro detekci říje u jalovic a následně v prosinci roku 2018 i pro krávy. Od té doby se říje detekuje převážně pomocí výstupních dat z těchto krčních respondérů se senzorem SCR od firmy SenseHub – Allflex. Tyto respondéry jsou zachyceny na fotografiích v příloze č. 1. a 5. Zootechnik stále minimálně 4 x denně prochází stáj a aktivně vyhledává říjící se plemence. Úspěšnost detekce říje pomocí krčních respondérů dosahuje 90 %. Zbývajících 10 % říjí je zajištěno přes hormony a vizuální pozorování.

Inseminaci v podniku zajišťuje firma Chovservis. Inseminační technik z firmy Chovservis jezdí do podniku každý den. V příloze č. 7. je na fotografii zachycen inseminující technik v podniku. Inseminace se provádí mezi 45. a 60. dnu po porodu, což odpovídá 2. říjovému cyklu. U krav se standardně používá na připouštění konvenční inseminační dávka. V případě potíží se zabřeznutím plemence, se inseminuje dávkou „Extra“, která obsahuje větší množství spermií, nebo je plemence inseminována masným býkem, např. belgický modrobílý nebo limousine.

Jalovice jsou inseminovány ve věku 13 měsíců, při dosažení 70% živé hmotnosti v dospělosti, to je cca při 390 kg tělesné váhy a kohoutkové výšce 127 cm. Při prvních dvou inseminacích u jalovic je vždy použita sexovaná inseminační dávka.

Z 80 % dodávku inseminačních dávek zajišťuje firma Chovservis zbytek CRV. Z firmy CRV převažuje holandská genetika, zatímco z firmy Chovservis kanadská, francouzská a domácí genetika. Mezi používané býky v chovu patří např. RED – 754, RED – 799, NEO – 977 NXB – 889, NXB – 17, NEO 839, NXB – 398, ZIL – 970 nebo ZBM – 334. Přípařovací plán je zpracováván společností CRV, ten se nazývá SireMatch. Ten při tvorbě přípařovacích sestav používá všechna dostupná data. Pro účely přípařování kombinuje plemenné hodnoty býků a krav. Ty získává buď z oficiálně publikovaných dat, nebo si je dopočítává s využitím oficiálních plemenných hodnot otce a otce matky a ve výpočtech zohledňuje i hodnocení utváření zevnějšku plemenic (CRV 2024). Momentální chovný cíl při připouštění stáda pro rok 2024 je stanoven na 60 % produkce, 25 % exteriér a 15 % funkční změny. Dále se šlechtí 10 % na tělesný rámec, 60 % vemeno a 30 % končetiny.

Detekci březosti provádí veterinářka pomocí ultrasonografického vyšetření jednou týdně. Březost se vyšetřuje 30. až 36. den od poslední inseminace. Druhé kontrolní šetření probíhá v 90. dni březosti. Toto ultrasonografické vyšetření březosti je zachyceno na fotografických snímcích v příloze č. 9. a 10. U dojnic, které neprojevují žádné příznaky říje, se provádí vyšetření na sterilitu. Následně podle diagnózy určené veterinářkou se aplikuje vhodný hormonální přípravek.

Dvě nejčastější poruchy plodnosti vyskytující se v chovu jsou perzistující žluté tělísko a cysty. Pro léčbu perzistujících žlutých tělísek se obvykle používá prostaglandin PGF₂α, který rozpouští žluté tělísko do 2-3 dnů a následně zvíře projevuje příznaky říje, což umožňuje provedení inseminace. V případě diagnózy cysty je použit Depherelin v dávce 2 ml.

4.1.3 Použitá technologie pro detekci říje

Nákup krčních respondérů od firmy Eurofarm byl zvolen z důvodu dlouhodobé spolupráce s touto firmou a spolehlivostí systému zjištěných od pozitivních referencí ostatních chovatelů. Hlavním důvodem zakoupení krčních respondérů bylo zlepšení reprodukčních výsledků – lepší a přesnější detekce říje, zefektivnění a částečné nahrazení pracovní činnosti zaměstnanců. Během krátké doby se krční respondéry osvědčily v optimalizaci reprodukčních procesů a zároveň vedly ke snížení spotřeby hormonů, úspoře práce a času.

Zakoupené krční respondéry sledují základní sledovatelné parametry, jako je např. doba příjmu krmiva a délka ruminace, detekce porodů, sledování zdravotního stavu, vyhledávání říje a monitorování celkového stavu reprodukce ve stádě. Důležitou součástí programu je celková evidence v chovu, která umožní chovateli rychlý a komplexní přehled o evidenci všech zvířat v chovu, protože program SenseHub je propojen s ústřední evidencí. Program eviduje seznam anestrických krav, s nepravidelnou říjí, podezření na zmetání, krávy, které jsou pravděpodobně březí a očekávané porody. Na základě všech dostupných údajů o reprodukci je program schopen vytvořit základní shrnutí plodnosti.

Jalovice

Vzhledem k tomu, že na středisku je k dispozici pouze 52 krčních respondérů, což představuje zhruba 25 % jalovic na OMD, musí zootechnik využít systém tzv. "rotace obojků". Tento systém funguje tak, že jeden měsíc před plánovaným zapouštěním (ve věku 12 měsíců) je na jalovici nasazen krční respondér. Ten sleduje její chování, jako je pohybová aktivita, doba příjmu krmiva a ruminaci a další klíčové sledovatelné parametry. Tímto způsobem se zlepšuje účinnost detekce říje ve srovnání s pouhým sledováním úrovně aktivity. Systém zpracovává tyto výstupní údaje a pomocí algoritmu vyhodnocuje, zda jalovice projevuje říji. Každá říje je zaznamenávána pomocí tzv. "indexu říje", který je hodnocen na škále 0–100. Tímto způsobem systém dokáže s dostatečným předstihem informovat chovatele o jalovici, která projevuje říji, a poskytuje jim informaci o intenzitě a kvalitě dané říje.

Poté, co je jalovice zapuštěna, jí veterinářka provede ultrasonografické vyšetření březosti mezi 30. až 36. dnem po poslední inseminaci. Pokud je zvíře shledáno březí, zootechnik sundá respondér z jalovice. Následně je přendán na novou jalovici, která je připravena jít do plemenitby. V případě, že zvíře není březí, zůstává respondér na téže jalovici a sleduje se její říjové chování nadále.

Krávy

Nákup krčních respondérů pro detekci říje u jalovic se v podniku osvědčil, a proto bylo na středisko v Havlovicích zakoupeno dalších 135 krčních respondérů od firmy Eurofarm v prosinci roku 2018. Tento krok byl proveden s cílem zlepšit reprodukci a také získat lepší přehled o zdravotním stavu dojnic. Krční respondéry upozorňují na potíže dojnic v reálném čase. Například pokud kráva přestane přežvykovat po delší dobu, může to naznačovat akutní problém. Systém automaticky vyhodnotí situaci a pošle chovateli upozornění na libovolné zařízení (na mobil, tablet či počítač) na potenciální problémy, což mu umožní předejít fatálním následkům (Merck & Worth 2021).

Aktuálně má krční respondér nasazených 44 % krav v chovu, z tohoto důvodu musí zootechnik využívat systém „rotace obojků“. Krční respondér je nasazován krávám a vysokobřezím jalovicím při přesunu ze stáje K3 na porodnu, a to 14 dní před porodem. Algoritmus má dostatek času načíst běžné chování krávy a v případě potřeby informovat chovatele při rozeznání abnormálního chování, např. může upozornit na potíže při porodu. Respondér monitoruje zdravotní stav v *puerperiu* a vyhledává první říje v tomto období. Inseminace probíhá na 45. – 60. dnu po porodu. Pokud veterinářka při ultrasonografickém vyšetření zvíře shledá březí, je respondér přesunut na novou dojnici. Pokud zvíře není březí, krční respondér zůstává na krávě a vyhledává nadcházející říje, přičemž se využívá stejného systému jako u jalovic.

5 Výsledky

5.1 Mléčná užitkovost

Tabulka č. 9. porovnává v rámci popisu podniku užitkovost mezi stádem v Havlovičích a populací holštýnského plemene v České republice za rok 2022–2023. Z této tabulky lze vyčíst, že stádo v Havlovičích dosahuje nižšího nádoje za normovanou laktaci, a to o 1 607 kg mléka méně, než je v populaci holštýnského plemene u nás v České republice. Avšak stádo v Havlovičích má vyšší procentuální zastoupení pevných složek v mléce. Tuk má vyšší o 0,06 % a bílkovinu o 0,12 %.

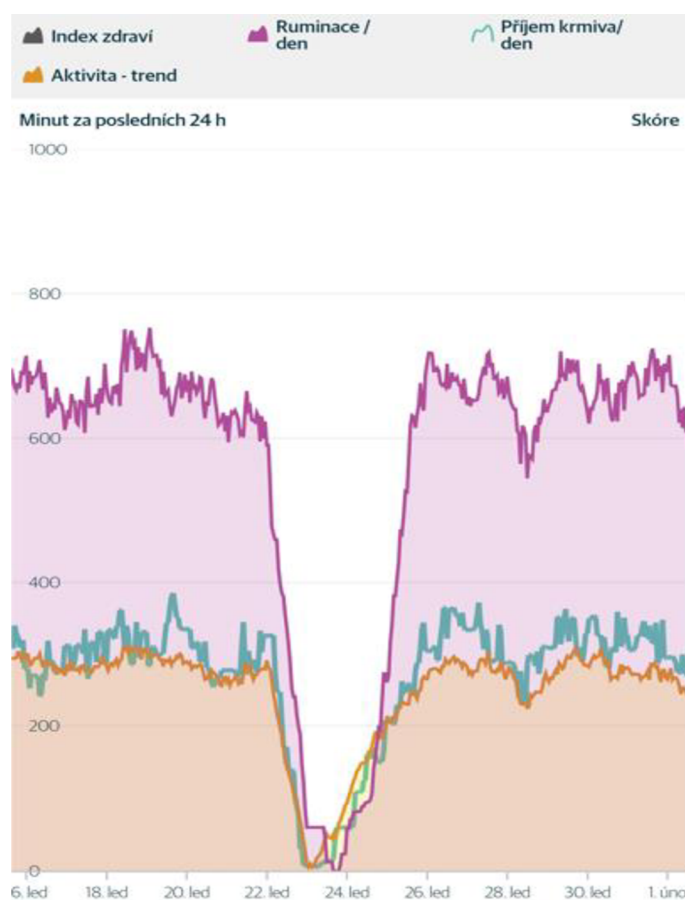
Tabulka č. 9: Přehled užitkovosti na normovanou laktaci za rok 2022–2023 (Svaz chovatelů holštýnského skotu 2024).

Laktace	1.		2.		Celkem	
	ZS. Svobodné a.s.	Populace ČR	ZS. Svobodné a.s.	Populace ČR	ZS. Svobodné a.s.	Populace ČR
Nádoj (kg)	8 125	9 717	9 685	11 336	9 197	10 804
Tuk (%)	4,00	3,88	3,89	3,83	3,90	3,84
Bílkovina (%)	3,54	3,38	3,50	3,40	3,49	3,37

5.2 Monitoring zdraví

Krční respondéry monitorují zdravotní stav dojnic a chovatele upozorňují na výkyvy zdravotního stavu dojnic ve stádě. Toto demonstruje graf č. 6, který je zobrazen níže. Je to snímek z chovatelského programu SenseHub, který zobrazuje informace o dojnici s nasazeným krčním respondérem. Z grafu lze vyčíst, že během 24 hodin dojnice přestala přijímat krmivo a ruminace se přiblížila k minimu z původního průměru 620 minut za 24 hodin. Také došlo ke snížení pohybové aktivity z 320 minut na minimum. Systém včas vyhodnotil přicházející zdravotní potíže a odeslal upozornění chovateli, který tak mohl včasné zasáhnout. Ukázalo se, že dojnici byla diagnostikována klinická mastitida s patogenem *Escherichia coli*, okamžitě byla zahájena léčba. Je patrné, že po zahájení léčby dojnice začala pravidelně přezvykovat a projevila se její normální pohybová aktivita. Respondér tak dokázal včas a s předstihem upozornit chovatele na přicházející zdravotní potíže, dříve, než bych si jich sám všiml.

Graf č. 6: Sledování zdravotního stavu v programu SenseHub (foto autor).



5.3 Reprodukce

Tabulka č. 10 porovnává ukazatele reprodukce mezi stádem v Havlovicích a populací holštýnského plemene v České republice za rok 2022–2023. Z této tabulky lze vyčíst že stádo v Havlovicích má velmi podobné procento zabřezávání po 1. inseminaci u jalovic a u krav o 1,8 % nižší ve srovnání s populací. Úspěšnost zabřezávání po všech inseminacích je vyšší u jalovic o 1,8 % a u krav o 2,3 % ve stádě v Havlovicích než v celkové populaci. Servis perioda je výrazně nižší v Havlovicích, a to o 16,5 %, přičemž inseminační interval také kratší o 9 %. Inseminační index se pohybuje na velmi podobné úrovni jako v populaci. Věk po prvním otelení je o 19 dní nižší než v populaci. Mezidobí je nižší ve stádě v Havlovicích, a to o 16,4 dní oproti populaci.

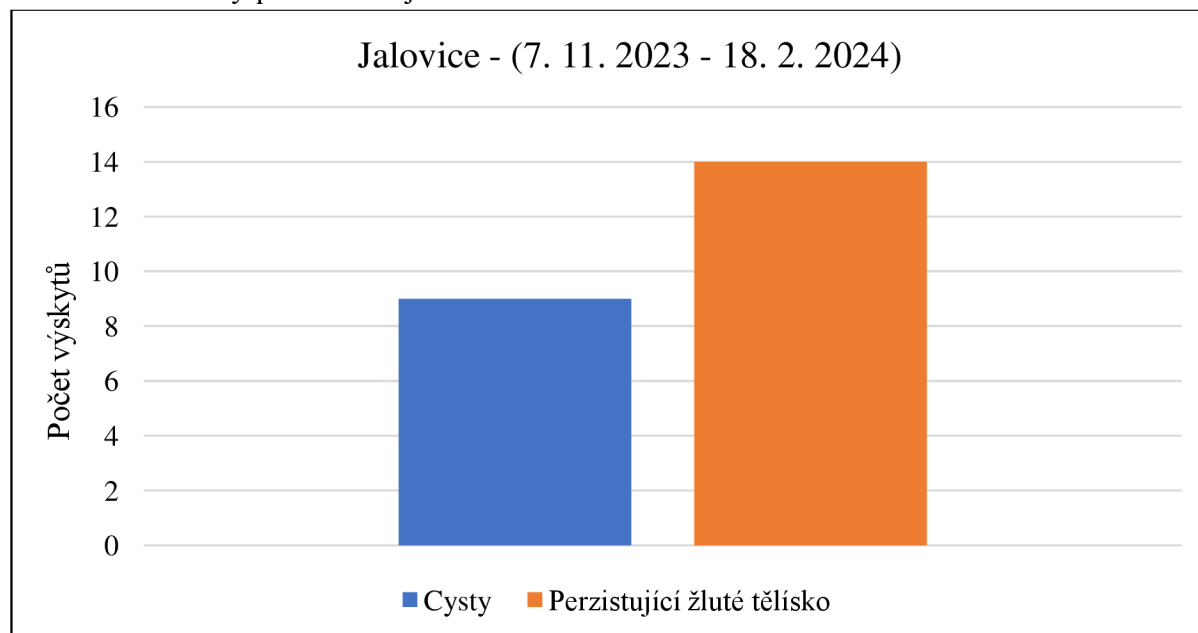
Tabulka č. 10: Výsledky reprodukce za rok 2022-2023 (Svaz chovatelů holštýnského skotu 2024).

Stádo	Zvíře	Březost po 1. ins. (%)	Březost po všech ins. (%)	Servis perioda (dny)	Inseminační interval (dny)	Inseminační index	Mezidobí/věk otelení (dny)
ZS. Svobodné a.s.	<i>Krávy</i>	37,1	41,3	97,2	63,0	2,1	374,8
Populace v ČR	<i>Krávy</i>	38,9	39,0	113,7	72,5	2,1	391,2
ZS. Svobodné a.s.	<i>Jalovice</i>	58,4	58,4	x	x	1,7	710,3
Populace v ČR	<i>Jalovice</i>	58,0	56,6	x	x	1,6	729,0

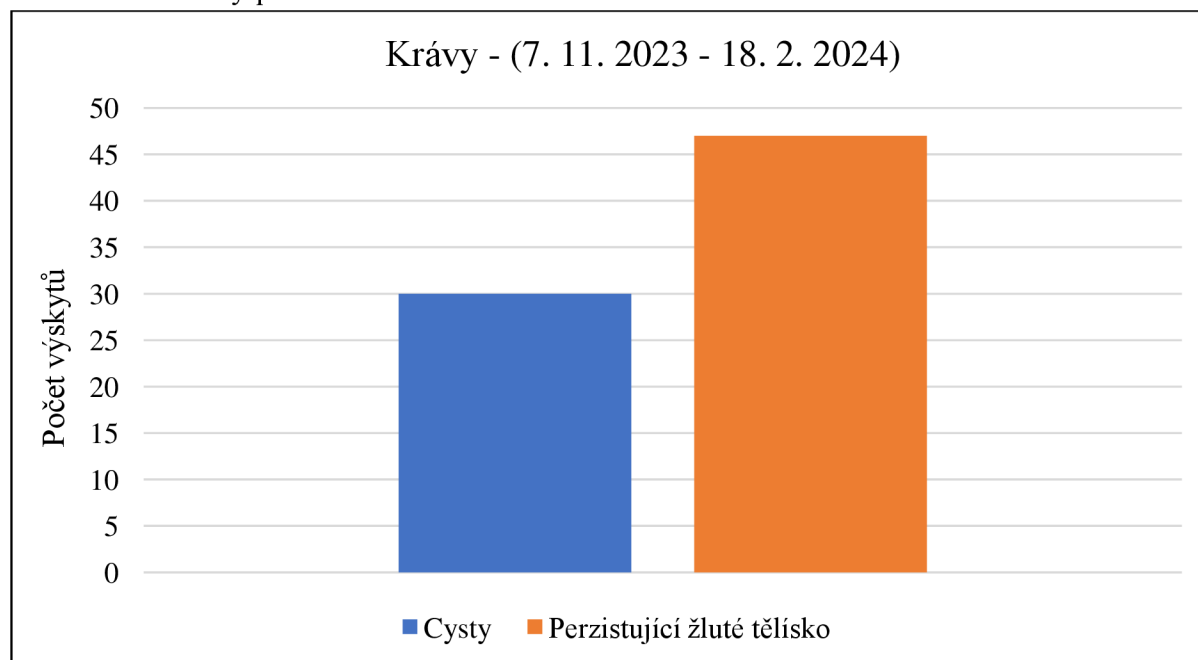
5.3.1 Poruchy plodnosti

Grafy č. 7 a č. 8 demonstrují výskyt poruch plodnosti u jalovic a krav. Během sledovaného období (7. 11. 2023 - 18. 2. 2024) byly v chovu sledovány poruchy plodnosti, ty byly zjišťovány pomocí ultrasonografického vyšetření. U jalovic se vyskytlo 9 cyst a 14 perzistujících žlutých tělísek ze 72 kusů, to představuje 23 % jalovic v reprodukci za sledované období. U krav se vyskytlo 30 cyst a 47 perzistujících žlutých tělísek ze 128 kusů, to představuje 60 % krav v reprodukci za sledované období.

Graf č. 7: Poruchy plodnosti u jalovic.



Graf č. 8: Poruchy plodnosti u krav.



5.4 Vývoj reprodukčních ukazatelů v chovu během let

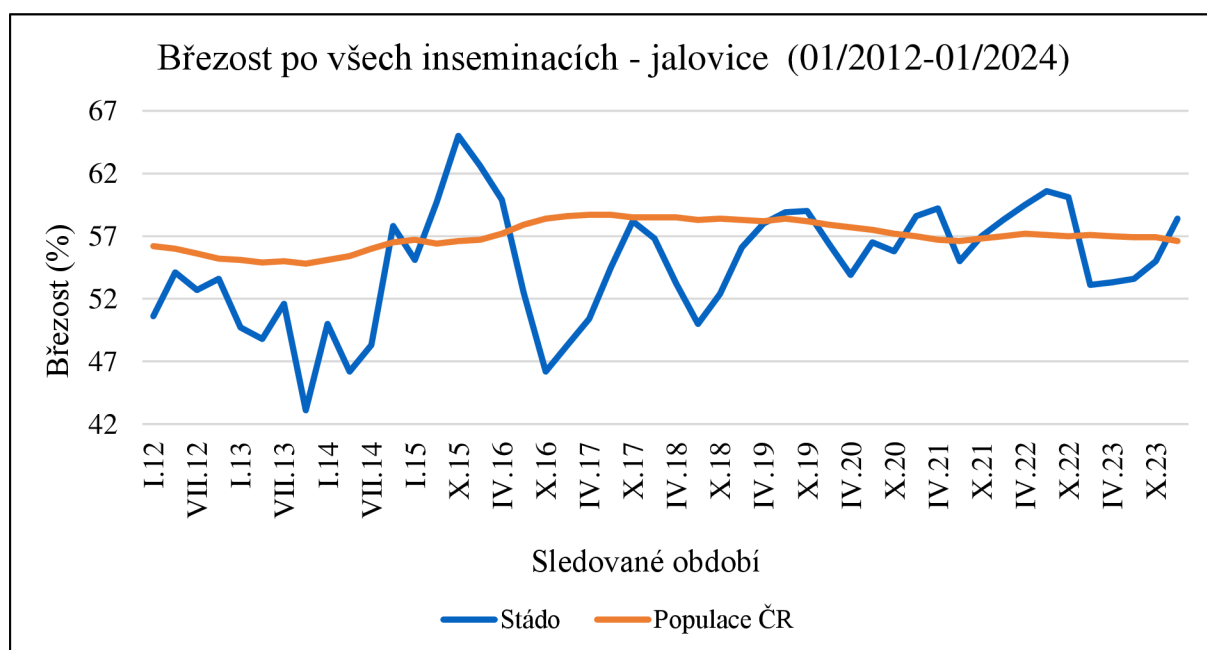
V následujících podkapitolách výsledků bude ve spojnicových grafech zaznamenán vývoj ukazatelů reprodukce za sledované období. Je porovnán vývoj březosti po všech inseminacích u jalovic a krav, servis perioda, inseminační interval a mezidobí. Následně jsou uvedeny souvislosti s vedením chovu a řízením reprodukce. Modrou barvou v grafu je zaznamenané stádo v Havlovicích a oranžovou barvou populace holštýnského plemena v ČR. Sledované období bylo od ledna roku 2012 do ledna 2024. Grafy a veškerá data jsou čerpána z webu Svazu holštýnského skotu ze sekce analýza stáda.

Tyto grafy nabízí důležitý pohled na efektivitu reprodukčního procesu v chovu krav a ilustrují pozitivní dopad implementace nových technologií na reprodukční výkonnost stáda.

Březost po všech inseminacích

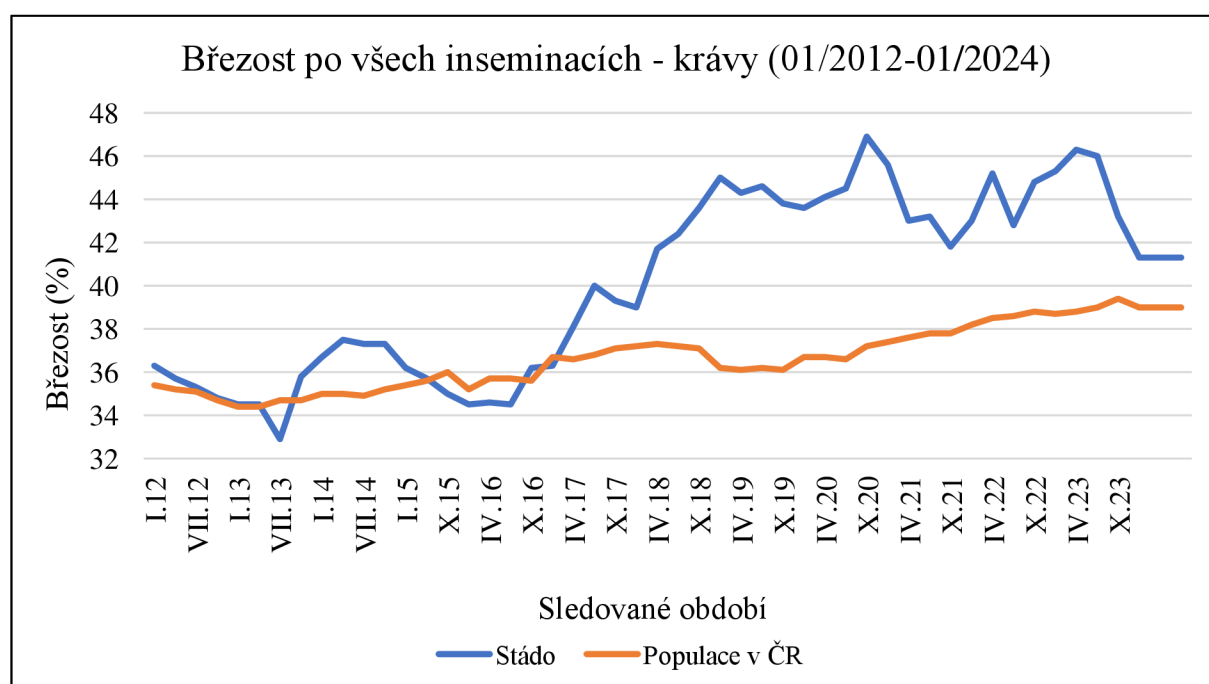
V grafu č. 9, který je zobrazen níže, je zaznamenán vývoj úspěšnosti zabřezávání jalovic po všech inseminacích za sledované období. Do ledna 2016 byla průměrná úspěšnost zabřezávání jalovic 49,9 %. Od února 2016, kdy byly zavedeny krční respondéry pro detekci říje u jalovic, došlo k postupnému zlepšení úspěšnosti zabřezávání. K lednu 2024 od implementace nové technologie je průměrná úspěšnost zabřezávání jalovic po všech inseminacích 53,9 %, což představuje průměrné zvýšení o 4 % od roku 2016. Nejnižší procento zabřezávání za celé sledované období u jalovic bylo v říjnu roku 2013, a to 43,1 %, oproti tomu nejvyšší v říjnu 2015, a to 65 %, poté následoval prudký pokles z důvodu implementace nové technologie a navyknutí pracovníků na novou technologii pro detekci říje, následně následoval nárůst procent. Po většinu doby sledovaného období se březost pohybuje pod úrovní populace, avšak v posledních letech dochází k navýšení procent zabřezávání a tím zlepšení nad populaci.

Graf č. 9: Vývoj křivky zabřezávání u jalovic po všech inseminacích za sledované období (Svaz chovatelů holštýnského skotu 2024).



V grafu č. 10 je prezentován vývoj úspěšnosti zabřezávání krav po všech inseminacích za sledované období. Do prosince 2018, před nákupem krčních respondérů, dosahovala průměrná úspěšnost zabřezávání u krav hodnoty 36,88 %. Po zavedení krčních respondérů do chovu došlo k významnému zlepšení, kdy se průměrné procento zabřezávání zvýšilo o 7,32 % na hodnotu 44,2 %. Nejnižší úspěšnost zabřezávání byla v červenci roku 2013, a to 32,9 %. Oproti tomu nejvyšší úspěšnost byla v říjnu 2020, a to 46,9 %, od té doby nastal mírný pokles. Jedním z mnoha důvodů je změna krmné dávky. Po většinu doby sledovaného období má stádo v Havlovičích lepší průměr zabřezávání po všech inseminacích.

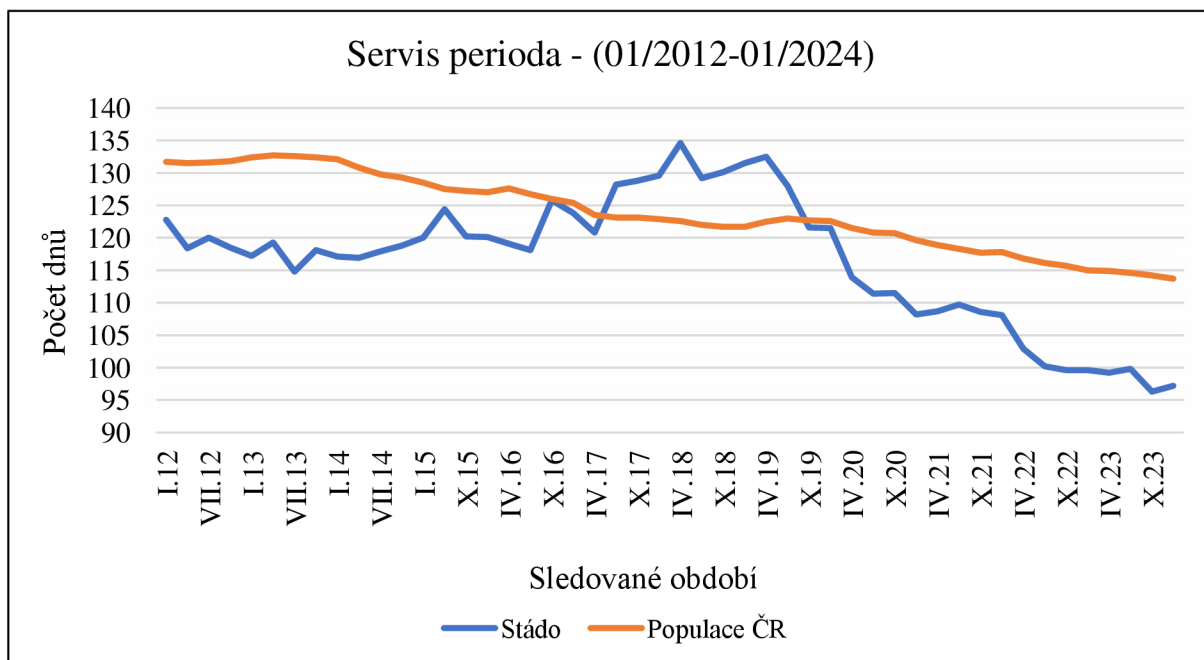
Graf č. 10: Vývoj křivky zabřezávání u krav po všech inseminacích za sledované období (Svaz chovatelů holštýnského skotu 2024).



Servis perioda

Graf č. 11 zachycuje vývoj servis periody v průběhu sledovaného období. V období od ledna 2012 do prosince 2018 byla průměrná doba servis periody 121,95 dní. Od prosince 2018 do ledna 2024 klesla servis perioda v průměru o 12 dní na 110 dní. Nejvyšší servis perioda byla v dubnu roku 2018 a dosahovala 134,6 dne. Oproti tomu nejnižší je v současnosti v lednu 2024 a dosahuje 97,2 dne. To je změna o 37,4 dne v největším výkyvu. Po většinu doby sledovaného období je servis perioda v podniku nižší oproti průměru v populaci, pouze od července 2017 do října 2019 byla servis perioda v populaci nižší jak ve stádě v Havlovičích.

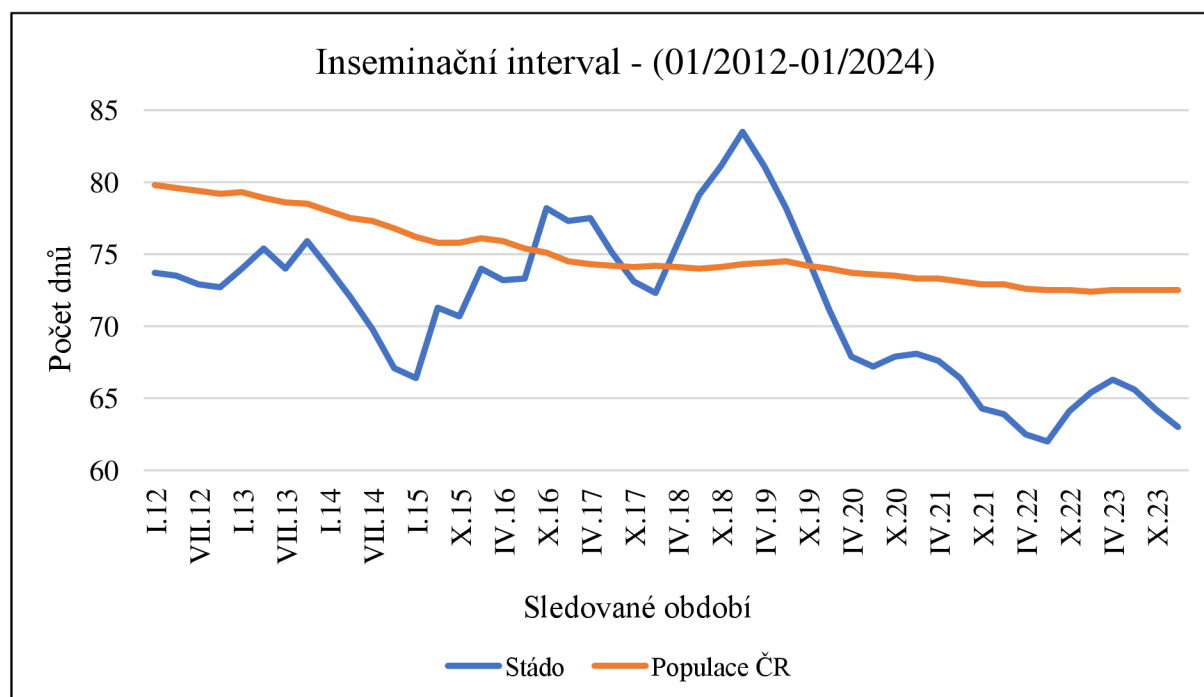
Graf č. 11: Vývoj křivky servis periody za sledované období (Svaz chovatelů holštýnského skotu 2024).



Inseminační interval

V grafu č. 12 je zaznamenán vývoj křivky inseminačního intervalu během sledovaného období. V období od ledna 2012 do prosince 2018 byla v průměru doba inseminačního intervalu 72,3 dne. Od prosince 2018 do ledna 2024 klesl inseminační interval v průměru o 4,73 dní na 67,57 dní. Nejvyšší inseminační interval byl v lednu 2019 a dosahoval 83,5 dne, od té doby do ledna 2024 došlo k rapidnímu poklesu o 20 dní na hodnotu 63,5 dne. Tendence zkracování inseminačního intervalu je patrná i v celorepublikovém průměru populace, od začátku sledovaného období se snížila o 9 dní. Po většinu doby sledovaného období mělo stádo kratší dobu inseminačního intervalu, až na období od října 2016 do roku 2019, kde byl celorepublikový průměr nižší než ve stádě.

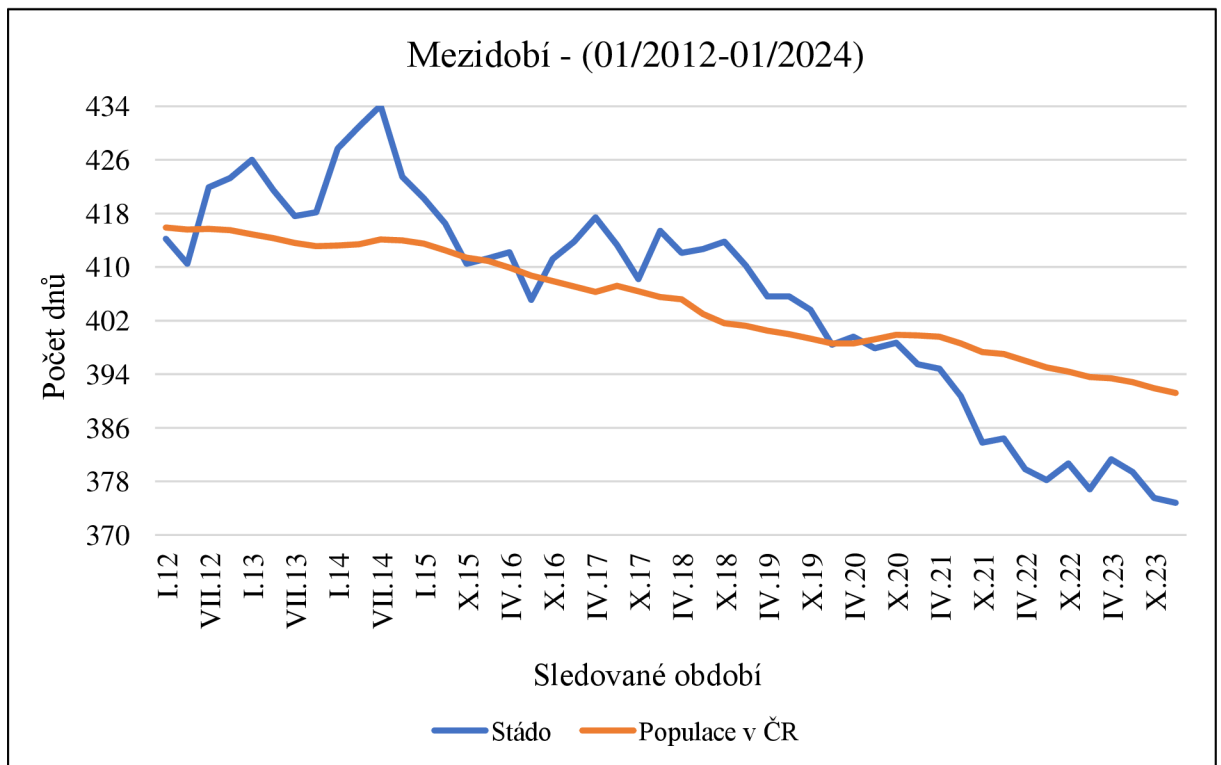
Graf č. 12: Vývoj křivky inseminačního intervalu za sledované období (Svaz chovatelů holštýnského skotu 2024).



Mezidobí

V grafu č. 13 je zaznamenán vývoj křivky mezidobí v průběhu sledovaného období. V prosinci 2018, kdy společnost investovala do nové technologie, dosahovalo mezidobí průměrně hodnoty 410,2 dní. K lednu 2024 došlo ke zkrácení tohoto mezidobí na 374,8 dní, což představuje snížení o 35,4 dní. Nejvyšší mezidobí v chovu bylo v červenci 2014, a to 434,1 dní, oproti tomu nejnižší 374,8, to znamená snížení za tuto dobu o 59,3 dne. Tendence zkracování mezidobí je i v celorepublikovém průměru populace, od začátku sledovaného období kleslo o 24,7 dne. Z grafu lze vyčíst, že po většinu doby sledovaného období je horší mezidobí než v populaci, ale od července roku 2020 do ledna 2024 má stádo nižší mezidobí, než je průměr v populaci.

Graf č. 13: Vývoj křivky mezidobí za sledované období (Svaz chovatelů holštýnského skotu 2024)



5.5 Ekonomické zhodnocení

Prvotní investice do zakoupení 52 krčních respondérů pro jalovice na středisku v Maršově u Úpice dosáhla částky 228 000 Kč. Tato částka zahrnovala nejen samotné krční respondéry, ale i antény, terminál a práci spojenou s instalací. Cena jednoho respondéru do roku 2018 činila 3 300 Kč, dnes se cena pohybuje na úrovni 3 850 Kč. Výrobce SenseHub – Allflex udává životnost baterie 7 let, avšak z praxe vyplývá, že u jalovic přestalo fungovat pouze 10 % krčních respondérů za tuto dobu. U krav byly poruchy ještě méně časté, kdy za dobu od nákupu přestaly fungovat pouze 2 krční respondéry. Bohužel není možné provést výměnu baterie, a tak je nutné po této době pořídit nový kus.

Druhý nákup 135 krčních respondérů pro středisko v Havlovicích společnost vyšel na částku 445 500 Kč. Tato částka zahrnovala nejen samotné krční respondéry, ale i instalaci antén a nastavení programu. Ztráta krčních respondérů u jalovic se pohybuje průměrně mezi 2 a 3 kusy za rok, zatímco u krav se toto stává méně často, a to přibližně jednou za rok, protože krávy vykazují klidnější chování ve stáji. U jalovic je důležité, aby byl krční respondér pověšen s dostatečným volným prostorem, aby se zohlednil jejich neustálý růst. Nesprávné zavěšení respondéru, ať už příliš volné nebo příliš těsné, může negativně ovlivnit jeho funkčnost. Správné nasazení krčního respondéru je klíčové pro zajištění pohodlí a bezpečnosti zvířat, stejně jako pro optimální výkon senzorů. Příliš volné nebo příliš těsné zavěšení může narušit senzorické čtení a měření, což může ovlivnit přesnost detekce chování zvířat nebo vést k ztrátě respondéru. V přílohách 2–4 jsou prezentovány fotografie, které ilustrují správné nasazení krčního respondéru na krávu umístěnou ve fixační kleci.

Během let bylo dokoupeno dalších 20 krčních respondérů v celkové hodnotě 71 500 Kč. Tyto krční respondéry byly pořízeny z důvodu doplnění stavu krčních respondérů v důsledku nefunkčnosti či ztráty během jejich používání.

V lednu 2019 po zavedení krčních respondérů byla servis perioda v chovu 130,1 dne. V současnosti, v lednu 2024, činí 97,2, což je snížení o 32,9 dne. Zkrácení servis periody u dojnic znamená zkrácení reprodukčních cyklů, rychlejší obnovu stáda a rychlejší genetický pokrok z generací na generaci. Také zkrácení servis periody má ekonomické následky, například při snížení počtu použití inseminačních dávek, kde se cena za jednu konvenční inseminační dávku pohybuje v rozmezí 390–800 Kč dle vybraného býka. To dělá v celkovém počtu 292 krav značnou finanční částku. Dalším velkým ekonomickým faktorem při snížení servis periody, je snížení nákladů za krmení. Když vezmeme v potaz, že krmný den dojnic je v průměru 200 Kč a v chovu máme 258 dojnic, znamená to, že každodenní náklady na krmení jsou 51 600 Kč jenom za produkční dojnice.

Pokud se dříve zapouští dojnice a zvířata jsou dříve březí, zkracuje se průměrný počet dní v laktaci. To má za následek vyšší počet dojnic dosahujících vrcholu laktace ve stáji, což vede ke zvýšené doživosti stáda a tím vyšší dodávce mléka. Z chovatelské perspektivy je preferováno krmit krávy s vyšší doživostí než s nižší, což představuje úsporu nákladů na krmivo a má značný dopad na celkovou ekonomiku provozu.

6 Diskuze

Pro srovnání stáda v Havlovičích s populací byly analyzovány hodnoty nádoje na normovanou laktaci a obsahu pevných složek v mléce. Po tomto srovnání lze říci, že stádo v Havlovičích dosahuje nižšího nádoje na normovanou laktaci, ale má vyšší zastoupení pevných složek v mléce ve srovnání s populací (Svaz chovatelů holštýnského skotu 2024). Tato odlišnost od populace je způsobena především vyšším zastoupením červeného holštýnského skotu ve stádě a vnějšími vlivy.

Burdych et al. (2021) udává, že servis perioda je jedním z ekonomicky nejvýznamnějších ukazatelů. Servis perioda před zakoupením krčních respondérů pro detekci říje v říjnu 2018 byla 130,1 dní. Podle hodnocení od Burdych et al. (2021) je servis perioda nad 120 dní považována za špatnou. Také udává, že příčiny prodloužené servis periody lze hledat v nedostatečném vyhledávání říjí, zejména u přebíhajících se krav, ale i ve fyziologických a zdravotních důvodech. Zpětně lze říct, že největší problém v minulosti s reprodukcí byl v nedostatečném vyhledávání říjí.

V současnosti k lednu 2024 se servis perioda pohybuje na úrovni 97,2 dní. Tato hodnota se podle Burdych et al. (2021) považuje za vyhovující. Jak uvádí Louda (2008) servis periodu 110-125 dnů je možno tolerovat u vysoko užitkových dojnic holštýnského skotu (H), pokud mezidobí nepřekročí 400 dnů. Také lze říct, že v České republice je pozitivní trend v reprodukci holštýnského plemene, od roku 2012 se průměrná délka servis periody snížila o 18 dní. (Svaz chovatelů holštýnského skotu 2024). Tento trend je patrný i ve sledovaném podniku, kde se délka servis periody snížila o 32 dní za stejnou dobu. Tento výrazný pokles naznačuje významné zlepšení v porovnání s celkovou populací holštýnského skotu v České republice.

Délka inseminačního intervalu je dalším zásadním ukazatelem reprodukčního zdraví dojnic a závisí na řadě faktorů. Podle Loudy (2008) délka inseminačního intervalu závisí na průběhu involuce dělohy po porodu, na nástupu ovariální a ovulační aktivity doprovázené projevy říje. Burdych et al. (2021) udává, že by se měl hodnotit dle výše mléčné užitkovosti. Co se týče stáda v Havlovičích, délka inseminačního intervalu v říjnu 2018 činila 83,5 dní. Tato hodnota byla podle Burdych et al. (2021) považována za nevyhovující. Bouška et. al (2006) uvádí, že nejčastějšími příčinami prodlouženého intervalu patří technika chovu na farmě, špatný management reprodukce a nízká úroveň plodnosti krav. Tyto faktory přispěly ke zhoršení situace v reprodukci v daném chovu. V průběhu let došlo ke zlepšení managementu a zavedení krčních respondérů pro detekci, díky tomu došlo ve stádě k výraznému poklesu délky inseminačního intervalu na 63 dní k lednu 2024. Tento pokles byl podle Burdych et al. (2021) považován za výborný výsledek a naznačuje efektivitu nové technologie při zlepšování reprodukčních výsledků dojnic ve stádě.

Podle Loudy (2008) je hodnota březosti po první inseminaci nad 50-60 % považována za výbornou až dobrou ve stádě. V lednu 2024 dosahovala březost po první inseminaci u krav v podniku hodnoty 37,1 %, což podle Burdych et al. (2021) představuje průměrné zabřezávání. U jalovic je dosahována ještě vyšší březost po první inseminaci o 15-20 % (Louda 2008). V podniku dosahovala březost po první inseminaci u jalovic o 21,3 % více než u krav. Což je způsobeno tím, že na jalovice není kladen tlak ze strany produkce mléka i jejich mladším věkem. Celkově je březost po první inseminaci v porovnání s celorepublikovým průměrem na

podobné úrovni (Svaz chovatelů holštýnského skotu 2024), což naznačuje, že aktuální situace v chovu je adekvátní, ale v budoucnosti by se mohla ještě zlepšit.

Úspěšnost zabřezávání po všech inseminacích u jalovic v průběhu let výrazně vzrostla. Od zakoupení nové technologie se zabřezávání jalovic zlepšilo o 4 %. Toto zlepšení je přičítáno přesnější detekci říje díky používání krčních respondérů, což umožnilo lépe načasovat inseminaci a zvýšit šance jalovic na úspěšné zabřeznutí. U krav došlo také ke zlepšení zabřezávání, a to o 7,32 %. Nicméně tato míra úspěšnosti je výrazně nižší než u jalovic. V publikaci od Burdych et al. (2004) je zdůrazněno, že zhoršující se zabřezávání krav je dáno trendem stoupající užítkovosti dojnic.

Podle Boušky (2006) inseminační index poskytuje informace o celkové míře zabřezávání skotu. U krav se pohybuje na úrovni 2,1, to je podle hodnocení od Burdych et al. (2021) také považováno za nepříznivé. Jak uvádí Bouška et al. (2006), u jalovic by měl být tento ukazatel vždy nižší. U jalovic dosahuje inseminační index hodnoty 1,7, což je také dle hodnocení od Burdych et al. (2021) považováno za nepříznivé. Celorepublikový průměr holštýnského skotu se pohybuje na stejné úrovni (Svaz chovatelů holštýnského skotu 2024). To je primárně způsobeno tím, že se jedná o vysoko užítkové dojnice a je na ně kladen velký tlak ze strany produkce mléka, např. oproti chovu masnému.

Louda (2008) uvádí, že mezidobí u vysoko užítkových dojnic (H) se bude lišit především v závislosti na velikosti chovu a jeho užítkovosti. Mezidobí před zakoupením krčních respondérů pro detekci říje v říjnu 2018 bylo 413,8 dní. Podle hodnocení od Burdych et al. (2021) se to považuje za nevyhovující. Nové poznatky naznačují, že při vysokých užítkovostech nemusí být delší mezidobí (400 až 410 dnů) ekonomicky nevýhodné (Burdych et al. 2021). V současnosti k lednu 2024 se mezidobí pohybuje na 374,8 dne, což je podle Burdych et al. (2021) považováno jako velmi dobré. Strapák et al. (2013) uvádí, že na ekonomické úrovni je plodnost hodnocená mezidobím. Ideální mezidobí trvá 365 dní, což znamená, že každá kráva se každý rok pravidelně jednou otelí. Každý den, o který se mezidobí prodlouží nad uvedenou hranici, představuje pro chovatele finanční ztrátu, která je tvořena nižším počtem narozených telat, nižší produkcí mléka, nižším přírůstkem a vyššími náklady na chovné stádo. Ze všeobecného hlediska platí klasické zootechnické tvrzení „bez reprodukce není produkce“. Celkově lze říci, že se během let od zavedení krčních respondérů výrazně snížilo mezidobí a to o 39 dne, a to má podle Strapák et al. (2013) a Burdych et al. (2021) pozitivní vliv na ekonomiku.

Ježková (2010) uvádí, že optimální věk při prvním otelení u holštýnských jalovic je 23–24 měsíců, a to i z hlediska užítkovosti v první laktaci. V chovu je věk při prvním otelení 23,66 měsíce (710,3 dní). Ve srovnání s populací je o 18,7 dne kratší (Svaz chovatelů holštýnského skotu 2024), což by odpovídalo dřívějšímu připouštění o jeden říjový cyklus v Havlovicích.

Jak uvádí Burdych et al. (2021), nepravidelné pohlavní cykly a problémy způsobující nízkou úroveň zabřezávání musí chovatel intenzivně řešit, neboť mají vliv na základní ekonomické ukazatelé chovu. V chovu se nejčastěji vyskytují dvě poruchy plodnosti: perzistující žluté tělísko a cysty. Cysty se vyskytují podle Burdych et al. (2021) až ve 30–40 % všech případů porušené plodnosti. U krav byl výskyt cyst u 39 % šetřených krav na poruchu plodnosti a u jalovic se jednalo o totožné číslo (39,1 %). Výskyt perzistujícího tělíska u krav byl 61 % a u jalovic 60,9 %. Tyto hodnoty jsou srovnatelné s Burdych et al. (2021). K řešení

této problematice může přispět optimalizace managementu chovu, zlepšení podmínek ve stáji, kvalitní výživa a udržování dobré kondice zvířat.

7 Závěr

Z této bakalářské práce je zřejmé, že moderní technologie pro detekci říje představují významný pokrok v oblasti chovu dojeného skotu. Tyto technologie nabízejí širokou škálu vylepšení, která umožňují efektivnější a spolehlivější způsob detekce říje v porovnání s tradičními metodami. Využití senzorů umístěných na těle zvířat, jako jsou aktivometry a pedometry, umožňuje kontinuální monitorování a zaznamenávání aktivit dojnic, což přispívá ke zlepšení efektivity a spolehlivosti detekce říje. Dále je možné očekávat další pokrok v této oblasti, zejména v rozšíření bolusů do bachoru nebo využívání chytrých kamer ve stáji pro monitorování chování dojnic ve stáji a následné automatické vyhodnocení jejich stavu.

Důležitou součástí této práce bylo porovnání vývoje ukazatelů reprodukce v chovu za sledované období s populací. Detailně jsem analyzoval vývoj březosti po všech inseminacích u jalovic a krav, stejně jako servisní dobu, délku inseminačního intervalu a mezidobí. Z výsledků vyplývá, že zavedení nové technologie pro detekci říje vedlo ke zlepšení těchto ukazatelů. Od implementace nové technologie do stáje došlo ke zvýšení zabřezávání u jalovic o 4 % a u krav o 7,32 %. Dále došlo ke snížení servisní doby o 12 dní, inseminačního intervalu o 4,73 dne a mezidobí o 35,4 dne, což naznačuje efektivitu nové technologie při zlepšování reprodukčních výsledků dojnic ve stádě.

Závěrem je třeba zdůraznit, že využití moderních technologií pro detekci říje má významný potenciál vylepšit reprodukci dojnic a ekonomickou situaci v chovech. Jak ukázala literární rešerše a praktická část, správná implementace a využívání těchto technologií v praxi vede k optimalizaci reprodukčních procesů a snižování provozních nákladů. Jejich implementace by měla být nadále podporována a do budoucna zkoumána s cílem dosáhnout ještě lepších výsledků v chovech dojeného a masného skotu.

8 Literatura

Agropress, 2002. Detekce říje u plemenic – hodnocení její přesnosti a účinnosti. Agropress. Available from: <https://naschov.cz/detekce-rije-u-plemenic-hodnoceni-jeji-presnosti-a-ucinnosti/> (accessed December 2023).

Agropress, 2020. Říje a vhodná doba k inseminaci u skotu. Agropress. Available from: <https://www.agropress.cz/rije-a-vhodna-doba-k-inseminaci-u-skotu/> (accessed December 2023).

Agropress, 2022. Efektivní přehled ukazatelů reprodukce u skotu. Agropress. Available from: <https://www.agropress.cz/zakladni-ukazatele-reprodukce-skotu/> (accessed February 2022).

Andersson LM, Okada H, Zhang Y, Itoh T, Miura R, Yoshioka K. 2015. Wearable wireless sensor for estrus detection in cows by conductivity and temperature measurements. *Ieee sensors* 1-4.

Asmussen T. 2010. Herd navigator or “How to benefit from frequent measurements”. Available from: https://www.icar.org/Documents/technical_series/ICAR-Technical-Series-no-14-Riga/Asmussen.pdf (accessed November 2023).

Bekele N, Addis M, Abdela N, Ahmed WM. 2016. Pregnancy diagnosis in cattle for fertility management. *Global veterinaria* **16**: 355-364.

Benaissa S, Tuytens FAM, Plets D, Trogh J, Martens L, Vandaele L, Joseph W, Sonck B. 2020. Calving and estrus detection in dairy cattle using a combination of indoor localization and accelerometer sensors. *Computers and electronics in agriculture* **168**: 1-10.

Beran J, Štolc L, Trnovská J. 2011. Hodnocení kvality cervikálního hlenu. Available from: https://katedry.czu.cz/storage/198/5240_hodnocenihlen.pdf (accessed November 2023).

BHD AID. 2023. Kamar heatmount detector. Available from: https://www.cobaselect.com/wp-content/uploads/2023/06/KamarClear_tech-sheet.pdf (accessed November 2023).

Bó GA, Baruselli PS. 2014. Synchronization of ovulation and fixed-time artificial insemination in beef cattle. *Animal* **8**: 144-150.

Borchers MR, Chang YM, Tsai IC, Wadsworth BA, Bewley JM. 2016. A validation of technologies monitoring dairy cow feeding, ruminating, and lying behaviors. *Journal of dairy science* **99**: 7458-7466.

Borlisherdlne. 2023. Diagnostic significance of electrical conductivity in milk. Borlisherdlne Available from: <https://brolisherdlne.com/electrical-conductivity-in-milk/> (accessed November 2023).

- Bouška J, et al. 2006. Chov dojeného skotu. Praha: Profi Press.
- Brestenský V, et al. 2015. Chov hospodárskych zvierat. Nitra: Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra.
- Brower M. 2018. Overview of the reproduction of laboratory mice and rats. In: Encyclopedia of reproduction elsevier **6**: 711-721.
- Bruyère P, Hétreau T, Ponsart C, Gatien J, Buff S, Disenhaus C, Giroud O, Guérin P. 2012. Can video cameras replace visual estrus detection in dairy cows? Theriogenology **77**: 525–530
- Burdych V, et al. 2004. Reprodukce ve stádech skotu, Chovservis a.s.
- Burdych V, Kocmánek J, Holásek R, Andrlíková M, Kořínek D, Kučera J. 2021. Reprodukce skotu. Hradištko: Družstvo pro kontrolu užitkovosti v ČR.
- Coleman D. 2021. Detecting estrus in dairy cattle. Available from: https://www.aces.edu/wp-content/uploads/2021/05/ANR-0496-Detecting-Estrus-in-Dairy-Cattle_050521L-G.pdf (accessed October 2023).
- Colloton J. 2017. Reproductive ultrasound of female cattle. Veterian Key. Available from: <https://veteriankey.com/reproductive-ultrasound-of-female-cattle/> (accessed October 2023).
- Cowmanager, 2023. Cow monitoring made easy. CowManager. Available from: https://www.cowmanager.com/cow-management/system/?&utm_campaign=20528638011&utm_content=673320599173&utm_term=cow%20tracking%20system&utm_networkg&utm_devicec&utm_placement&gad_source=1&gclid=CjwKCAiAu9yqBhBmEiwAHTx5pzaSMCzQT9H2v6pVH0T3NNvU1XZiaTipuhFwytErgAwuPzwBoC3ygBoCaRwQAvD_BwE (accessed November 2023).
- Crowe MA. 2011. Reproduction, events and management. Estrous Cycles: Characteristics. Encyclopedia of dairy sciences 428-433.
- CRV. 2024. SireMatch. CRV. Available from: <https://crvcz.cz/cs/service/sirematch> (accessed January 2024).
- Dairynz. 2023. Automated heat detection technology. Dairynz. Available from: <https://www.dairynz.co.nz/animal/reproduction-and-mating/automated-heat-detection-technology/> (accessed November 2023).

Davison C, Michie C, Hamilton A, Tachtatzis C, Andonovic I, a Gilroy M. 2020. Detecting heat stress in dairy cattle using neck-mounted activity collars. *Agriculture* **10**: 210.

Dejarnette M, 2023. Ovsynch, co-synch, presynch and kitchensynch: how did breeding cows get so complicated? 1-6. Available from: https://www.infodairy.com/infodairy_upload_files/Cows_heifers_calves/Reproduction/0301ovsynch_cosynch_presynch.pdf (accessed November 2023).

Dyer TG, Graves WM, 2017. Estrous synchronization procedures for beef cattle 1-4. Available from: https://secure.caes.uga.edu/extension/publications/files/pdf/B%201232_5.PDF (accessed November 2023).

Emlab. 2023. P-test™ (livestock) Available from: <https://www.emlabgenetics.com/product-page/p-test-livestock-1-pk> (accessed November 2023).

Endres M. 2019. The future of precision dairy farming. University of Minnesota. Available from: <https://extension.umn.edu/dairy-news/future-precision-dairy-farming> (accessed November 2023).

Erhard HW, Kommissrud E, Aldrin M, Tvete IF, Buckley F, Waldmann A. Ropstad E. 2011. Behavior of lactating Holstein-Friesian cows during spontaneous cycles of estrus. *Journal of dairy science* **94**: 1289-1301.

Fehring RJ. 1996. A comparison of the ovulation method with the CUE ovulation predictor in determining the fertile period. *Am acad nurse pract* **8**: 461-466.

Firk R, Stamer E, Junge W, a Krieter J. 2002. Automation of oestrus detection in dairy cows: a review. *Livestock production science* **75**: 219-232.

Food and drug. 2019. The cattle estrous cycle and FDA-approved animal drugs to control and synchronize Estrus—a resource for producers. U.S. Food and Drug. Available from: <https://www.fda.gov/animal-veterinary/product-safety-information/cattle-estrous-cycle-and-fda-approved-animal-drugs-control-and-synchronize-estrus-resource-producers> (accessed November 2023).

Fricke, PM. 2023. Příprava laktujících krav na ch krav na první poporodní načasovanou inseminaci Available from: https://www.vvs.cz/wp-content/uploads/2018/10/Priprava_na_prvni_ins_po_porodu.pdf (accessed November 2023).

Fricke PM, Ricci A, Giordano JO, Carvalho PD. 2016. Methods for and implementation of pregnancy diagnosis in dairy cows. *veterinary clinics of north america: Food animal practice* **32**: 165-180.

Friggens NC, Bjerring M, Ridder C, Højsgaard S, Larsen T. 2008. Improved detection of reproductive status in dairy cows using milk progesterone measurements. *reproduction in domestic animals* **43**: 113-121.

Friggens N, Mizeck C, Chagunda GG. 2005. Prediction of the reproductive status of cattle on the basis of milk progesterone measures: model description. *Theriogenology* **64**: 155-190.

Gatius LF, Santolaria P, Mundet I, Yániz JL. 2005. Walking activity at estrus and subsequent fertility in dairy cows. *Theriogenology* **63**: 1419-1429.

Global, Abs. 2023. What is Pregnancy Rate in cattle? Available from: <https://www.absglobal.com/uk/what-is-pregnancy-rate-in-cattle/> (accessed October 2023).

Greenham T, Oikonomou G, Grove-white DH. 2019. A description of interestrus and interservice intervals and associated fertility in United Kingdom dairy herds. *Journal of dairy science* **102**: 824-832.

Hajnal É, Kovács L, Vakulya G. 2022. Dairy cattle rumen bolus developments with special regard to the applicable artificial intelligence (AI) methods and sensors **22**: 6812.

Han CS, Kaur U, Bai H, Roqueto Dos Reis B, White R, Nawrocki RA, Voyles RM, Kang MG, Priya S. 2022. Invited review: Sensor technologies for real-time monitoring of the rumen environment. *Journal of dairy science* **105**: 6379-6404.

Heersche G. 2023. Ways to measure dairy reproductive. available from: https://afs.ca.uky.edu/files/ways_to_measure_dairy_reproductive_performance.pdf (accessed November 2023).

Hegedúšová Z. 2010. Detekce říje v chovech skotu – cesta ke zlepšení úrovně reprodukce. Rapotín: Agrovýzkum Rapotín.

Hering P, Říha J, Vachoušková J, Loukota M, Hegedúšová Z, Hanuš O. 2020. Metody hodnocení obsahu progesteronu v mléce při diagnostice březosti dojníc pomocí přístroje frimtec. *Věda a výzkum / Science and research* **31**: 1-9.

Higaki S, Miura R, Suda T, Andersson LM, Okada H, Zhang Y, Itoh T, Miwakeichi F, Yoshioka K. 2019. Estrous detection by continuous measurements of vaginal temperature and conductivity with supervised machine learning in cattle. *Theriogenology* **123**: 90-99.

Hofírek, B. et. al. 2009. Nemoci skotu. Brno: Noviko.

Holloway I. 2023. Non-return Rates. Available from: <https://vetlife.co.nz/non-return-rates/> (accessed October 2023).

Hubner AM, Canisso IF, Peixoto PM, Conley AJ, Lima FS. 2022. Effect of gonadotropin-releasing hormone administered at the time of artificial insemination for cows detected in estrus by conventional estrus detection or an automated activity-monitoring system. *Journal of dairy science* **105**: 831-841.

Hutton H, Ermis L, Marriott, Stetter C. 2002. Pregnancy diagnosis palp. *Instructional Materials service Texas A&M University* **8818**: 1-12.

Ježková A. 2010. Zásady řízení reprodukce skotu. *Náš Chov*. Available from: <https://naschov.cz/zasady-rizeni-reprodukce-skotu/> (accessed February 2023).

June MK, Saacke RG. 1989. Study of the functional anatomy of bovine cervical mucosa with special reference to mucus secretion and sperm transport. *The anatomical record* **225**: 106-117.

Kerbrat S, Disenhaus C. 2004. A proposition for an updated behavioural characterisation of the oestrus period in dairy cows. *Applied animal behaviour science* **87**: 223-238.

Kiddy CA. 1977. Variation in physical activity as an indication of estrus in dairy cows. *Journal of dairy science* **60**: 235-243.

Kimura K. 2016. Superovulation with a single administration of FSH in aluminum hydroxide gel: a novel superovulation method for cattle. *Journal of reproduction and development* **62**: 423-429.

Kojima FN. 2003. The estrous cycle in cattle: Physiology, endocrinology, and follicular waves. contribution from the missouri agriculture experiment station. *The professional animal scientist* **19**: 83-95.

Krejčová H. 2021. Monitorovací systémy. *Frostacademy*. Available from: <http://www.forstacademy.cz/skot/monitorovaci-systemy/> (accessed November 2023).

Kyle BL, Kennedy AD, Small JA. 1998. Measurement of vaginal temperature by radiotelemetry for the prediction of estrus in beef cows. *Theriogenology* **49**: 1437-1449.

Leblanc SJ. 2013. Short communication: Field evaluation of a pregnancy confirmation test using milk samples in dairy cows. *Journal of dairy science* **96**: 2345-2348.

Lee M, Seo S. 2021. Wearable wireless biosensor technology for monitoring cattle: *Animals* **11**: 2779.

Lodkaew T, Pasupa K, Kiong Loo C. 2023. CowXNet: An automated cow estrus detection system. *Expert systems with applications* **211**: 118550.

Louda F. 2007. *Zásady využívání plemenných býků v podmínkách přirozené plemnitby: metodika*. Rapotín: Výzkumný ústav pro chov skotu.

Louda F. 2008. *Uplatnění biologických zásad při řízení reprodukce plemenic*. Rapotín.

Mackenzie G. 2011. Next generation of dairy cow pedometer measures rest and activity. *Farmers weekly*. Available from: <https://www.fwi.co.uk/livestock/dairy/next-generation-of-dairy-cow-pedometer-measures-rest-and-activity> (accessed November 2023).

Mcbride R. 2022. Value of a teaser bull. *Moocall*. Available from: <https://www.moocall.com/value-of-a-teaser-bull/> (accessed November 2023).

Merck I. 2024. Allflex Livestock Intelligence. *SenseHub*. Available from: <https://www.allflex.global/product/sensehub-beef/> (accessed March 2024).

Merck K, Worth K. 2021. Monitoring přežvykování. *Allflex Livestock Intelligence*, 1-8. Available from: https://eurofarm.cz/sites/default/files/documents/2022_Rum_8_A4_CZ_2021_1.pdf (accessed February 2023).

Milkingcloud. 2019. Efficient usage of activity meters during heat period. *MilkingCloud*. Available from: <https://www.milkingcloud.com/blog/to-get-the-best-out-of-pedometers-during-heat/> (accessed November 2023).

Moonsyst. 2023. Smart rumen bolus. *Moonsyst cattle monitoring*. Available from: <https://moonsyst.com/bolus> (accessed December 2023).

Moore SG, Hasler JF. 2017. A 100 – Year Review: Reproductive technologies in dairy science. *Journal of dairy science* **100**: 10314-10331.

Moreira F, Orlandi C, Risco CA, Mattos R, Lopes F, Thatcher WW. 2001. Effects of presynchronization and bovine somatotropin on pregnancy rates to a timed artificial insemination protocol in lactating dairy cows. *Journal of dairy science* **84**: 1646-1659.

Morotti F, Lorenzetti E, Seneda MM. 2021. Artificial insemination program in cattle. *Sustainable agriculture*.

- MSD. 2023. Persistent corpus luteum. Partners in reproduction. Available from: <https://www.partners-in-reproduction.com/diseases-disorders/estrus-disorders/corpus-luteum-persistent/> (accessed March 2024).
- Nadav N. 2010. The use of pedometry for estrus detection in dairy cows in Israel. *Journal of reproduction and development* **56**: 48-52.
- Nelson ST, Haadem CS, Nødtvedt A, Hessle A, Martin AD. 2017. Automated activity monitoring and visual observation of estrus in a herd of loose housed hereford cattle: diagnostic accuracy and time to ovulation. *Theriogenology* **87**: 205-211.
- Noakes DE, Parkinson TJ, Gary CW. 2019. *Veterinary reproduction and obstetrics*. Tenth edition. Elsevier.
- Novotná I, Smolík P, Smutný L. 2015. Sledování pohybové aktivity hospodářských zvířat. Automatizace v zemědělské výrobě a v ochraně životního prostředí. 16-18. Available from: https://automa.cz/Aton/FileRepository/pdf_articles/53848.pdf (accessed November 2023).
- Nowicki A, Barański W, Baryczka A, Janowski T. 2017. OvSynch protocol and its modifications in the reproduction management of dairy cattle herds. *Journal of veterinary research* **61**: 329-336.
- Otrubová M. 2020. Co dělají dojnice, když se nedíváte? Monitorovací systém Track a))) Cow v otázkách a odpovědích. *Agropress*. Available from: <https://www.agropress.cz/co-delaji-dojnice-kdyz-se-nedivate-monitorovaci-system-track-a-cow-v-otazkach-a-odpovedich/> (accessed November 2023).
- Palmer MA, Olmos G, Laura A, John F, Boyle M, 2010. Estrus detection and estrus characteristics in housed and pastured Holstein–Friesian cows. *Theriogenology* **74**: 255-264.
- Parish J. 2016. The estrous cycle of cattle. Extension. 1-8. Available from: https://extension.msstate.edu/sites/default/files/publications/publications/p2616_0.pdf (accessed October 2023).
- Peek SF, Divers TJ. 2018. *Rebhun's diseases of dairy cattle*. 3rd edition. St. Louis, Missouri.
- Pesa D. 2023. Signs of Heat. Dairy pesa. Available from: <https://www.dairypesa.com/farming-facts/signs-of-heat/1000/> (accessed November 2023).
- Peters AR, Ball PJH. 1987. *Reproduction in cattle*. Boston: Butterworths.

Prýmas L. 2017. Komplexní systém na řízení reprodukce stáda. Náš chov. Available from: <https://naschov.cz/komplexni-system-na-rizeni-reprodukce-stada/> (accessed November 2023).

Rabinovich R. 2021. Jeden z nejúčinnějších systémů monitorování skotu. Eurofarm. Available from: <https://eurofarm.cz/jeden-z-nejucinnestsich-systemu-monitorovani-skotu>. (accessed November 2023).

Rai S. 2023. Cattle Maturity, What is the ideal age of cattle mating? Farmers trend. Available from: <https://farmerstrend.co.ke/trending/cattle-maturity-what-is-the-ideal-age-of-cattle-mating/> (accessed October 2023).

Rasby R, Vinton R, Steele J, 2023. Estrous cycle learning module. Unl beef. Available from: <https://beef.unl.edu/learning/estrous.shtml> (accessed November 2023).

Reith S, Hoy S. 2012. Relationship between daily rumination time and estrus of dairy cows. Journal of dairy science **95**: 6416-6420.

Reith S, Hoy S. 2018. Behavioral signs of estrus and the potential of fully automated systems for detection of estrus in dairy cattle. Animal **12**: 398-407.

Reith S, Brandt H, Hoy S. 2014. Simultaneous analysis of activity and rumination time, based on collar-mounted sensor technology, of dairy cows over the peri-estrus period. Livestock science **170**: 219-227.

Rnooma J. 2021. Hormonal control of estrus in cattle. Veterinary manual. Available from: <https://www.msdevetmanual.com/management-and-nutrition/hormonal-control-of-estrus/hormonal-control-of-estrus-in-cattle> (accessed November 2023).

Roberts A. 2020. Heat detection technology – Which system to go for? Promar international. Available from: <https://promar-international.com/heat-detection-technology-which-system-to-go-for/> (accessed November 2023).

Roberts JN, Byrem TM, Grooms DL. 2015. Application of an elisa milk pregnancy test in beef cows. Reproduction in domestic animals **50**: 651-658.

Roelofs J, Gatius LF, Hunter RHF, Van Eerdenburg FJCM, Hanzen Ch. 2010. When is a cow in estrus? Clinical and practical aspects. Theriogenology **74**: 327-344.

Roelofs J, Van Eerdenburg FJCM, Soede-Nicoline M, Kemp B. 2005. Pedometer readings for estrous detection and as predictor for time of ovulation in dairy cattle. Theriogenology **64**: 1690-1703.

- Romano JE, Thompson JA, Forrest DW, Westhusin ME, Tomaszewski MA, Kraemer DC, 2006. Early pregnancy diagnosis by transrectal ultrasonography in dairy cattle. *Theriogenology* **66**: 1034-1041.
- Röttgen V, Schön PC, Becker F, Tuchscherer A, Wrenzycki C, Döpjan S, Puppe B. 2020. Automatic recording of individual oestrus vocalisation in group-housed dairy cattle: development of a cattle call monitor. *Animal* **14**: 198-205.
- Runck M. 2019. Cattle heat detection options. University of Minnesota Available from: <https://extension.umn.edu/beef-cow-calf/cattle-estrus-detection> (accessed November 2023).
- Říha J, Petelíková J, Čerovský J, Bažant J, Bochenek M, Pytloun J. 2003. Plemenitba hospodářských zvířat. Rapotín: Asociace chovatelů masných plemen.
- Říha J. 2004. Reprodukce v procesu šlechtění skotu: Reproduction in cattle improvement system. Rapotín: Asociace chovatelů masných plemen.
- Saint-Dizier M, Chastant MS. 2012. Towards an automated detection of oestrus in dairy cattle. *Reproduction in domestic animals* **47**: 1056-1061
- Salverson R, Perry G. 2020. Understanding estrus synchronization of cattle. *Livestock*. Available from: <https://extension.sdstate.edu/sites/default/files/2020-09/P-00169.pdf> (accessed November 2023).
- Salverson R. 2020. The bovine estrous cycle. Available from: <https://extension.sdstate.edu/sites/default/files/2020-09/P-00167.pdf> (accessed October 2023).
- Sandeen A. 2023. Timed ai protocols: double ovsynch. Available from: <https://extension.psu.edu/timed-ai-protocols-double-ovsynch> (accessed March 2024).
- Sauls JA, Voelz BE, Hill SL, Mendonça LGD, Stevenson JS, 2017. Increasing estrus expression in the lactating dairy cow. *Journal of dairy science* **100**: 807-820.
- SHS. 2023. Růstová křivka jalovic. Svaz Chovatelů holštýnského skotu. Available from: <https://www.holstein.cz/cz/soubory-ke-stazeni/slechtění/240-rustova-krivka-jalovic/file> (accessed November 2023).
- Shu H, Wang W, Guo L, Bindelle J. 2021. Recent advances on early detection of heat strain in dairy cows using animal-based indicators: A Review. *Animals* **11**: 980.

Schofield SA, Phillips CJC, Owens AR, 1991. Variation in the milk production, activity rate and electrical impedance of cervical mucus over the oestrous period of dairy cows. *Animal reproduction science* **24**: 231-248.

Schweinzer V, Gusterer E, Kanz P, Krieger S, Süss, D, Lidauer L, Berger A, Kicking F, Öhlschuster M, Auer W, Drillich M, Iwersen M. 2020. Comparison of behavioral patterns of dairy cows with natural estrus and induced ovulation detected by an ear-tag based accelerometer. *Theriogenology* **157**: 33-41.

Souza AH, Ayres H, Ferreira RM, Wiltbank MC, 2008. A new presynchronization system (Double-Ovsynch) increases fertility at first postpartum timed (AI) in lactating dairy cows. *Theriogenology* **70**: 208-215.

Staněk S. 2009. Inseminace a plodnost krav. *Zootechnika.cz*. Available from: <https://www.zootechnika.cz/clanky/chov-skotu/porod---teleni-jalovic-a-krav/inseminace-a-plodnost-krav.html> (accessed October 2023).

Staněk S. 2013. Hormonální řízení reprodukce. *Zootechnika.cz*. Available from: <https://www.zootechnika.cz/clanky/zaklady-chovatelstvi/obecna-zootechnika/inseminace-reprodukce/hormonalni-rizeni-reprodukce.html> (accessed November 2023).

Sterry R, Schlessner H, 2023. Estrus detection & estrus detection aids. Extension. Available from: <https://dairy.extension.wisc.edu/files/2023/08/Estrus-Detection-Aug-2023.pdf> (accessed November 2023).

Strapák P, et al. 2013. Chov hovädzieho dobytku. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre.

Svaz chovatelů Holštýnského skotu. 2024. Available from: <https://www.holstein.cz/cz/> (accessed January 2024).

Tadesse M, Thiengtham J, Pinyopummin A, Prasanpanich S, Tegegne A. 2011. The use of vaginal electrical resistance to diagnose estrus and early pregnancy and its relation with size of the dominant follicle in dairy cattle **45**: 435–443.

Thatcher WW, Santos JEP. 2022. Reproduction, Events and management: pregnancy. *Encyclopedia of dairy sciences*. Elsevier, s. 1010-1020.

Thomas J, Monnig J. 2021. Detection of estrus in beef cattle herds. extension, 1-4. Available from: <https://extension.missouri.edu/media/wysiwyg/Extensiondata/Pub/pdf/agguides/ansci/g02021.pdf> (accessed November 2023).

- Tsiligianni Th, Karagiannidis A, Brikas P, Saratsis Ph, 2001. Chemical properties of bovine cervical mucus during normal estrus and estrus induced by progesterone and/or PGF 2α . *Theriogenology* **56**: 41-50.
- Valenza A, Giordano JO, Lopes G, Vincenti L, Amundson MC, Fricke PM. 2012. Assessment of an accelerometer system for detection of estrus and treatment with gonadotropin-releasing hormone at the time of insemination in lactating dairy cows. *Journal of dairy science* **95**: 7115-7127.
- Vicentini RR, Bernardes PA, Ujita A, Oliveira AP, Lima MLP, Lenira el F, Santanna AC. 2021. Predictive potential of activity and reticulo-rumen temperature variation for calving in Gyr heifers (*Bos taurus indicus*). *Journal of thermal biology* **95**: 102793
- Wang J, Zhang Y, Zhao K, Li X, a Liu B, 2022 (a). Using machine-learning technique for estrus onset detection in dairy cows from acceleration and location data acquired by a neck-tag. *Biosystems engineering* **214**: 193-206.
- Wang J, Zhang Y, Bell M, Liu G. 2022 (b). Potential of an activity index combining acceleration and location for automated estrus detection in dairy cows. *Information Processing in agriculture* **9**: 288-299.
- Wang J, Si Y, Li X, Zhao K, Liu B, a Zhou Y. 2023. Discrimination strategy using machine learning technique for oestrus detection in dairy cows by a dual-channel-based acoustic tag. *Computers and electronics in agriculture* **210**: 107949.
- Wang R, Gao Z, Li Q, Zhao C, Gao R, Zhang HLS, Feng L. 2022 (c). Detection method of cow estrus behavior in natural scenes based on improved yolov5. *Agriculture* **12**: 1339.
- Watson A. 2017. Artificial breeding in beef cattle. *Agriculture and food*. Monday, Available from: <https://www.agric.wa.gov.au/genetics-selection/artificial-breeding-beef-cattle?page=0%2C0> (accessed November 2023).
- Weerda M, Mahlkow NK, Fiedler A. 2021. 50 nejčastějších chorob skotu: rozpoznání, prevence, léčba. Praha: Profi Press.
- Welch S. 2018. How to determine when a cow is in heat. *Farm and Dairy*. Available from: <https://www.farmanddairy.com/top-stories/how-to-determine-when-a-cow-is-in-heat/464746.html> (accessed November 2023).
- Wikiskripta. 2020. Ovariální cyklus. Wikiskripta.eu Available from: https://www.wikiskripta.eu/w/Ovari%C3%A1ln%C3%AD_cyklus (accessed November 2023).

Xu ZZ, Mcknight DJ, Vishwanath R, Pitt CJ, Burton LJ. 1998. Estrus Detection using radiotelemetry or visual observation and tail painting for dairy cows on pasture. *Journal of dairy science* **81**: 2890-2896.

9 Seznam použitých zkratek a symbolů

PGF2 α – prostaglandin F2 alfa

GnRH – gonadotropin uvolňující hormon

hCG – humánní choriový gonadotropin

PAG – glykoproteiny spojené s březostí

CNS – centrální nervový systém

FSH – folikulostimulační hormon

LH – lutenizační hormon

CL – *corpus luteum* – žluté tělísko

PMSG – gonadotropin séra březích klisen

SARA – porucha bachorové fermentace

LFA – znevýhodněná oblast pro zemědělské podnikání – podhorská oblast

OMD – odchovna mladého dobytka

K1, K2, K3 – označení stáji na podniku

K100 – označení stáje pro 100 kusů

VIB – venkovní individuální boxy

(H) – holštýnský skotu

SCR – označení senzoru

\pm – plus mínus

10 Seznam tabulek, obrázků a grafů

- Graf č. 1: Růstová křivka jalovic
- Graf č. 2: Říjový cyklus
- Graf č. 3: Zachycení říjového cyklu
- Graf č. 4: Zobrazení ruminace a aktivity
- Graf č. 5: Detail říje
- Graf č. 6: Sledování zdravotního stavu v programu SenseHub
- Graf č. 7: Poruchy plodnosti u jalovic
- Graf č. 8: Poruchy plodnosti u krav
- Graf č. 9: Vývoj křivky zabřezávání u jalovic po všech inseminacích za sledované
- Graf č. 10: Vývoj křivky zabřezávání u krav po všech inseminacích za sledované období
- Graf č. 11: Vývoj křivky servis periody za sledované období
- Graf č. 12: Vývoj křivky Inseminačního intervalu za sledované období
- Graf č. 13: Vývoj křivky mezidobí za sledované období

- Obrázek č. 1: 28denní embryo
- Obrázek č. 2: Schéma protokolu OvSynch + PreSynch
- Obrázek č. 3: Pedometr z roku 1977
- Obrázek č. 4: Moderní pedometr
- Obrázek č. 5: Záznam z kamery pro detekci říje
- Obrázek č. 6: Plemenice v říji
- Obrázek č. 7: Lokalizace dojnic ve stáji

- Tabulka č. 1: Hodnocení inseminačního intervalu
- Tabulka č. 2: Hodnocení inseminačního indexu
- Tabulka č. 3: Hodnocení servis periody
- Tabulka č. 4: Hodnocení mezidobí
- Tabulka č. 5: Hodnocení úspěšnosti zabřezávání po první inseminaci
- Tabulka č. 6: Hodnocení interinseminačního intervalu
- Tabulka č. 7: Hodnocení natality krav
- Tabulka č. 8: Hodnocení cervikálního hleny
- Tabulka č. 9: Přehled užitkovosti na normovanou laktaci za rok 2022–2023
- Tabulka č. 10: Výsledky reprodukce za rok 2022-2023

- Příloha č. 1: Krční respondér SCR od firmy Sensehub – Allflex, který využívá ZS Svobodné a.s.
- Příloha č. 2: Nasazování krčního respondéru ve fixační kleci
- Příloha č. 3: Detail na nasazování krčního respondéru
- Příloha č. 4: Správně nasazený krční respondér
- Příloha č. 5: Pohled na spokojené dojnice při krmení s nasazeným krčním respondérem
- Příloha č. 6: Přijímací anténa pro krční respondéry ve stáji
- Příloha č. 7: Inseminační technik inseminuje vybranou dojnici
- Příloha č. 8: Kontrola říjového hleny inseminačním technikem
- Příloha č. 9: Vyšetření březosti na 90. dnu po inseminaci pomocí ultrasonografu
- Příloha č. 10: Březí děloha na 90 dnech zachycena při ultrasonografickém vyšetření

11 Samostatné přílohy

Všechny přiložené přílohy jsou foceny autorem.



Příloha č. 1: Krční respondér SCR od firmy SenseHub – Allflex, který využívá ZS Svobodné a.s.



Příloha č. 2: Nasazování krčního respondéru ve fixační kleci.



Příloha č. 3: Detail na nasazování krčního respondéru.



Příloha č. 4: Správně nasazený krční respondér.



Příloha č. 5: Pohled na spokojené dojnice při krmení s nasazeným krčným respondérem.



Příloha č. 6: Přijímací anténa pro krční respondéry ve stáji.



Příloha č. 7: Inseminační technik inseminuje vybranou dojnici.



Příloha č. 8: Kontrola říjového hleny inseminačním technikem.



Příloha č. 9: Vyšetření březosti na 90. dnu po inseminaci pomocí ultrasonografu.



Příloha č. 10: Březí děloha na 90 dnech zachycena při ultrasonografickém vyšetření.