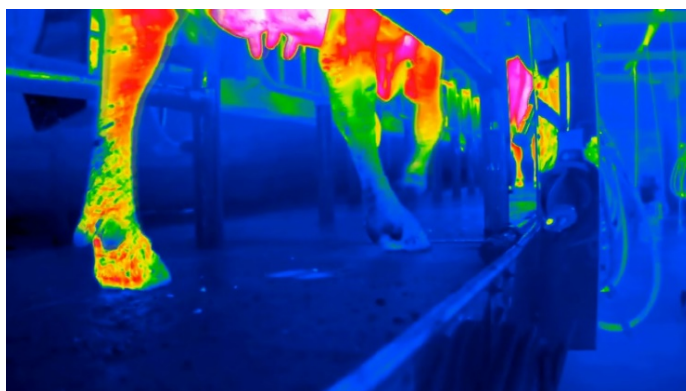


Inovační způsob diagnostiky onemocnění končetin dojnic

Zdeněk Havlíček a kol.



Brno 2021

Česká plemenářská inspekce

Slezská 100/7, Praha 2, 120 00

v y d á v á

OSVĚDČENÍ

4564/2021-ČPI

o uznání metodiky v souladu s podmínkami Metodiky hodnocení výzkumných organizací a programů účelové podpory výzkumu, vývoje a inovací, schválené usnesením vlády dne 8. února 2017, číslo 107 a její samostatné přílohy č. 4 schválené usnesením vlády dne 29. listopadu 2017 č. 837.

Název metodiky: **Inovační způsob diagnostiky onemocnění končetin dojníc**

Autoři: Zdeněk Havlíček, Petr Řezáč, Ivana Novotná, Lucie Langová, Petra Němcová, Oldřich Žďárský, Pavel Michalička, Václav Straka, Pavel Zítek

Název organizace/cí: Mendelova univerzita v Brně

Místo vydání: Mendelova univerzita v Brně

Rok vydání: **2021**

Metodika byla vypracována v rámci výzkumného projektu/podpory na rozvoj výzkumné organizace č. PRV MZE ČR - Inovace 16.1.1. - č.: 17/005/1611a/453/000114

Jméno zástupce odborného útvaru státní správy:

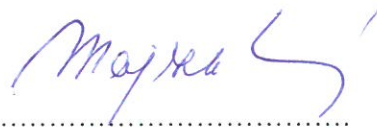
Ing. Zdenka Majzlíková

Funkce zástupce odborného útvaru státní správy:

ředitelka

V Praze dne 12. 7. 2021

Česká plemenářská inspekce
Slezská 100/7
120 00 Praha 2
1



Podpis/elektronický podpis zástupce
odborného útvaru státní správy

Souhlas ředitele Odboru vědy, výzkumu a vzdělávání MZe:

V Praze dne 19. 7. 2021



Podpis/elektronický podpis
ředitele/ředitelky Odboru vědy, výzkumu
a vzdělávání

Zdeněk Havlíček¹, Petr Řezáč¹, Ivana Novotná¹, Lucie Langová¹, Petra Němcová¹,
Oldřich Žďárský², Pavel Michalička², Václav Straka³, Pavel Zítek³

¹) Mendelova univerzita v Brně

²) ŽIVA zemědělská obchodní, a.s. Klášterec nad Orlicí

³) "TMV SS" spol. s r.o.

V této publikaci byly použity výsledky projektu PRV MZe ČR, čís. 17/005/1611a/453/000114 „Inovace způsobů diagnostiky onemocnění končetin dojníc“.

Oponenti:

MVDr. Soňa Šlosárková, Ph.D. – Výzkumný ústav veterinárního lékařství, v.v.i.

Ing. Zdenka Majzlíková – Česká plemenářská inspekce

Certifikát: 4564/2021-ČPI

© Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno

ISBN: 978-80-7509-791-0

Obsah

1. Cíl metodiky	4
2. Vlastní popis metodiky	5
3. Srovnání „novosti postupů“	26
4. Popis uplatnění metodiky	28
5. Ekonomické aspekty.....	33
6. Seznam použité související literatury	34
7. Seznam publikací, které předcházely metodice.....	37
8. Jména oponentů.....	39
9. Dedikace	40

1. Cíl metodiky

Hlavní cíl metodiky spočívá v poskytnutí návodu pro ranou diagnostiku onemocnění paznehtů dojnic metodou infračervené termografie. Obsah předložené metodiky umožní implementovat termovizní diagnostiku jako nástroj, umožňující identifikaci změn zdravotního stavu končetin, dříve, než se plně rozvinou klinické příznaky onemocnění končetin, s projevem kulhání dojnic, což je významným předpokladem k účinné a efektivní léčbě dojnic.

Druhým cílem metodiky je vzhledem k tomu, že se práce částečně věnuje i dezinfekci paznehtů dojnic, navrhnout postup, který umožní chovatelům zjistit skutečnou účinnost dezinfekčních prostředků určených k ošetřování paznehtů, především pak v zimním období, kdy je z důvodu nízkých teplot jejich účinnost často omezená.

2. Vlastní popis metodiky

2.1. Úvod











Moderní prvky precizního zemědělství jsou v chovech hospodářských zvířat postaveny na monitoringu jednotlivých faktorů ovlivňujících produkci, životní projevy a zdravotní stav. Moderní společnost se zajímá nejen o bezpečnost a kvalitu potravin, ale diskutuje i o principech udržitelného zemědělství, zajímá se o zdraví chovaných zvířat a zajištění dobré životní pohody, při přijatelném dopadu živočišné výroby na životní prostředí. Z těchto a dalších důvodů roste potřeba monitorovat mnoho proměnných ukazatelů charakterizujících zdravotní stav a životní projevy zvířat.

2.2. Tradiční způsoby monitoringu

V minulosti byla veškerá rozhodnutí o chovu hospodářských zvířat téměř vždy založena na pozorování, úsudku a zkušenosti farmáře, který všechna zvířata dokonale znal z důvodu každodenní individuální péče každému zvířeti. To v dnešních chovech s kapacitou řady stovek zvířat a skupinami o vyšších počtech zvířat možné není.

V případě kontroly zdravotního stavu končetin se opíráme o základní vyšetření zvířat, zahrnující posouzení lokomočního skóre, tedy o hodnocení kulhavosti krav. Kulhání je posuzováno podle stupně postižení a vyjádřeno tzv. lokomočním skóre, které je od 1 do 5. Jednička značí chůzi zdravé krávy a pětka, že zvíře nezatěžuje končetinu vůbec (Šlosárková, 2016). Charakteristika stupnice pohybového skóre a linie hřbetu dojnic je shrnuta v tabulce č. 1 Podle Hulsena (2011) je kráva s pohybovým skorém jedna v pořádku, při dvojce už potřebuje sledovat, ve třetím případě je žádoucí okamžitá úprava paznehtů, a to samé u čtyřky. V posledním případě se jedná o velmi kulhající krávu, potřebující intenzivní péči a profesionální úpravu paznehtů. Při pohybovém skóre 3 a více, by měly začít nápravné kroky (Sprecher et al., 1997).

Tabulka 1 Hodnocení pohybového skóre (Zdroj: Sprecher et al. (1997), Flower a Weary (2006), Haskell et al. (2006), Rajkondawar et al. (2006))

Skóre		Charakteristika	Linie hřbetu	
			Stojí	Chůze
1	normální chůze	- Normální chůze - Žádné známky kulhání		
2	nerovnoměrná chůze	- Chůze téměř normální - Hřbet krávy je rovný, pokud stojí - Při chůzi mírně klenutý - Žádné známky sklánění hlavy při chůzi		
3	mírné kulhání	- Hřbet krávy do oblouku (při stání i při chůzi) - Žádné známky sklánění hlavy, není možno určit, která noha je postižena		
4	kulhání	- Kráva zjevně kulhá na 1 nebo více nohou, - Hřbet je do oblouku při stání i chůzi - Ve většině případů je hlava skloněna dolů		
5	těžké kulhání	- Kráva zjevně kulhá na 1 nebo více nohou - Kráva vůbec nepřenáší váhu na postiženou nohu - Hřbet je do oblouku při stání i chůzi - Hlava skloněná při chůzi		

Na první pohled se u hodnocení lokomočního skóre jedná o zdánlivě jednoduchý proces, který je ale náročný jak časově, tak pracovně, neboť hodnotící osoba mnohdy zaznamená pouze zvířata, která se pohybují na konci skupiny. U těchto zvířat jsou nejpatrnější známky bolestivosti končetin, které způsobí pomalou chůzi s vyklenutým hřbetem a snahou odlehčit nemocnou končetinu. Pokud není bolest končetin plně rozvinuta, chovatel si tohoto stavu v provozu mnohdy vzhledem k mírným projevům nevšimne. Pro maximálně úspěšnou léčbu je ale potřeba vyhledávat právě zvířata, u kterých není kulhání plně rozvinuto, případně zvířata, u kterých je onemocnění teprve v počátku a zatím nezpůsobuje jakékoliv odchylky v motorice, případně zvíře jej zatím negativně nevnímá.

2.3. Inovativní postup monitoringu

V dnešní době se z pohledu techniky nabízí celá řada automatizovaných systémů sledování zvířat, která jsou prováděna kontinuálně, pravidelně každý den či několikrát za den, a to bez nutné účasti obsluhy. Takto pojaté řešení, vycházející z principů „Průmysl 4.0“, bylo uplatněno i u námi testované diagnostiky onemocnění pohybového aparátu dojníc, kde byl využit stacionární termografický systém firmy TMV SS, spol. s r.o. Využití termografie vychází z předpokladu, že onemocnění končetin jsou zánětlivého původu a jsou tedy doprovázena lokálně zvýšenou teplotou.

2.4. Onemocnění paznehtů s projevem lokálně zvýšené teploty

Podle Šlosárkové a Fleischera (2009) může být výskyt kulhajících krav v České republice až 50 %. Z nich je 85–90 % způsobeno poruchami paznehtů a okolní kůže.

Různé typy poruch paznehtů mohou být klasifikovány jako infekční (např. interdigitální dermatitida a digitální dermatitida) a neinfekční (např. chodidlový vřed a onemocnění bílé čáry). Každá porucha paznehtů má specifický účinek na produkci krávy (Charfeddine, Pérez-Cabal, 2017). Citlivost na léze je primárně ovlivněna kvalitou ro hoviny a ta je ovlivněna vnitřními a vnějšími podmínkami, jako je hygiena, výživa, hormonální změny během otelení a laktace, věk zvířete nebo genetická predispozice (Novotná et al., 2019). Ve většině případů se jedná o zánětlivá onemocnění, která jsou doprovázena lokálně zvýšenou teplotou.

Digitální dermatitida = zánět kůže prstu = jahodová nemoc = malina

Digitální dermatitida je nejčastější vysoce infekčním, zánětlivým onemocněním kůže paznehtů skotu. Poprvé byla popsána Cheli a Mortellaro (1974) a od té doby se často nazývá jako Mortellaroova choroba. Způsobuje zánět a poškození kůže. Jak postupuje, léze se stává erozivnější a postižená oblast se rozšiřuje (Peterse, 1992). Existuje stále více důkazů, že digitální dermatitida může být spojena s jinými lézemi končetin, jako je interdigitální dermatitida, což ztěžuje její diagnostiku (Watson, 1999). Vyskytuje se především na kůži patek, či v koronární oblasti kůže. Primárními původci onemocnění jsou treponemy, které se uplatní především u zvířat se sníženou imunitou a u zvířat, která mají mechanicky narušenou kůži. Rozvoji tohoto onemocnění napomáhá chov v nehygienických podmínkách či vysokém vlhku.

Digitální dermatitida zapříčiňuje u krav bolest, která způsobuje kulhání. Dochází k omezení pohybu, nižšímu příjmu krmiva, s následkem snížené produkce mléka. Jedná se o onemocnění, které může přetrvávat měsíce u jednotlivých zvířat i ve stádě (Peterse, 1992; Bečvář, 2000).

Léze se velmi rychle vyvíjí a nevydrží dlouho v jedné fázi. Akutní forma začíná drobnými záněty velikosti špendlíkové hlavičky (M1), které se zvětšují až do velikosti s průměrem až 4 cm (fáze M2). V tomto stádiu lze vzhledem přirovnat k jahodě, protože ložiska s průměrem až 4 cm mají červenou granulaci, přičemž dochází k uvolňování výpotku, který slepuje chlupy na postižené kůži (Šterc, 2010). U chronické formy se postupně vytvářejí tvrdé výrůstky, avšak ty už nekrvácí (Šterc, 2006). Prvními příznaky dermatitidy je kulhání. Jde o odlehčování postižené či postižených končetin a poté dochází k výraznému kulhání spjatým s našlapováním na špičku paznehtu. Nejčastěji postihuje pánevní končetiny.

Fáze onemocnění:

M0 – zdravá končetina (hodnocené teplotní pole beze změn)

M1 – leze menší jak 2 cm, hrozí progrese do fáze M2

M2 – akutní fáze, červený povrch, velice bolestivé

M3 – méně bolestivá, černá rána v procesu hojení

M4 - neléčená nebo špatně léčená fáze M2. Chronická fáze, která se vrací do otevřené formy. Dochází k hypertrofii kůže, může se vrátit do fáze M2, dochází k hyperkeratóze, proliferaci a tvorbě chlupaté bradavice. Pod strupem přežívají treponemy, které mohou při jejím prasknutí infikovat prostředí

M4.1 – přichází nové bolestivé leze s velikostí do 2 cm, jako následek neúspěšné léčby

U mnoha zvířat probíhá neustále přechod mezi M0 a M1 fází, což je nebezpečná situace, protože se může velmi rychle zvrátit na fázi M2. Ošetřená

léze M3 se pak může změnit na M2 nebo M4. Nejhorší situace na farmě je neustálý přechod lézí ve fázích M4.1 a M2, protože dochází k infekci dalších zvířat jejich pohybem po chodbách. Je potřeba připustit, že vždy bude určité procento zvířat postiženo některým stádiem DD.

Interdigitální dermatitida = zánět kůže v meziprstní štěrbině

Interdigitální dermatitida je považována za povrchovější infekci než digitální dermatitida, proto nemusí být patrný rozdíl od zdravých dojnic (Cruz et al., 2005). Nejčastější výskyt je v době vlhkého počasí a v nehygienických podmínkách stájí. Vzniku onemocnění napomáhají i chyby ve výživě, které způsobují průjmy a deficitu vitamínu A a zinku (Šterc, 2006). Při tomto onemocnění může být narušen celkový zdravotní stav zvířete. Zvyšuje se teplota (mnohdy se uvádí až 40 °C) a tepová i dechová frekvence. Zhoršuje se příjem krmiva. Zvíře většinu času tráví vleže. Dochází i k poklesu dojivosti. Podle Hulsena (2011) je to infekce podobná ekzému, která začíná mezi paznehty a pokračuje k patce, kde vznikají malé praskliny i rýhy. Příčinou jsou bakterie, kterými jsou nejčastěji *Dichelobacter nodosus*, *Fusobacterium necrophorum*, *Prevotella spp.* (Bennett et al., 2009).

Nekrobacilóza

Nekrobacilóza je definována jako akutní nebo subakutní nekrotizující zánět kůže. Kráva kulhá a často má horečku. Chuť k příjmu krmiva je snížena a produkce mléka prudce klesá. Přítomný je i výpotek se zápachem. Jestliže nemoc postupuje, je nutná amputace paznehtů nebo porážka (Alban et al., 1995).

Původce tohoto onemocnění je *Fusobacterium necrophorum* (Novák et al., 2003), *Porphyromonas levii* a *Prevotella intermedia*. Anaerobní bakterie *Fusobacterium necrophorum*, dříve *Sphaerophorus necrophorum*, byla dlouho považována za centrálně zapojenou do patogeneze, ale jsou zde i další bakterie, jako jsou *Porphyromonas levii* a *Prevotella* (Van Metre, 2017). Bennett et al. (2009) ukázali, že *D. nodosus* a *F. necrophorum* se vyskytují společně ve výrazně vyšší míře. Jakmile jsou *D. nodosus* a *F. necrophorum* usazeny na povrchu paznehtu způsobují onemocnění. Mohly by se rozšířit na jiná místa infekce na jiných hostitelích. Na zvýšený výskyt nekrobacilózy má vliv vyšlapaný a nerovný povrch stájí. Přímo působí na poranění rohoviny a kůže (Novák et al., 2003). Při tomto onemocnění ale může působit více faktorů.

Rusterholzův vřed (specificko-traumatický zánět škáry paznehtu, chodidlový)

Rusterholzův vřed je poškození patkové škáry. Nachází se v přechodu chodidla na rohové patky. Nejčastěji postihuje vnější paznehty pánevních končetin (Hofírek, 2009). Rusterholzovy vředy se objevují častěji na vnějším prstu pánevní končetiny (Alsaad et al., 2015). Méně často se vyskytují na hrudních končetinách. Predispozicí pro tato onemocnění je vysoká užitkovost a problémy s metabolickými chorobami. Rozvoji onemocnění může přispět i ustájení v nevyhovujících podmínkách (Hofírek, 2009).

Má 4 stádia onemocnění (Hofírek, 2009, Šterc, 2010), od skrytého stádia (hypertrofie šlachy ohybače prstu bez klinických příznaků), stádia neotevřeného až k otevřenému stádiu jednoduchému nebo komplikovanému. V otevřených komplikovaných stádiích vznikají hnisavé a nekrotické záněty škáry až celého prstu. Podle stádia onemocnění dochází k projevům kulhání u dojnice.

Ve stádech, u kterých se projevoval chodidlový vřed, se také objevilo krvácení a abnormální tvar paznehtů, který je s tímto onemocněním spojován (Manske et al., 2002a). Vřed může být spojen s laminitidou a vzniká nejčastěji v chovech s kluzkou podlahou a nerovným povrchem (Hulsen, 2011). Ve srovnání se zdravými kravami, měly dojnice, trpící chodidlovým vředem trhavější pohyb hlavy, v pohybu zkrácené kroky a nerovnoměrné rozložení váhy mezi končetinami (Flower a Weary, 2006).

Nemoc bílé čáry

Bílá čára umožňuje určitou pružnost a mobilitu v paznehtu. Snížená kvalita a tvrdost rohoviny způsobuje, že struktura je náchylnější k poškození a vaskulárním poruchám (Warnick et al., 2001). Jedná se o léze, které se nachází v oblasti bílé čáry. Dochází zde ke změně barvy rohoviny nebo drobení a vyplnění léze nečistotami (Šterc, 2006). Příčinou tohoto onemocnění je chybné zatěžování paznehtů. Dále se může jednat o poruchu krevního zásobení škáry stěnové následkem schvácení paznehtů (Holland, 2006). Většinou se vyskytuje u starších krav a má ojedinělou povahu. Objevuje se v postranních prstech pánevních končetin (Warnick et al., 2001).

Rozšiřující se bílá čára může způsobit vznik dvojité stěny. V situaci, kdy dojde k zasáhnutí škáry, dochází k infekci a vzniku hnisu ve vytvořené dvojité stěně (Kováč, 2001).

2.5. Termovizní monitoring

Celý systém, nazvaný TMVSS Veterinary, byl vyvinut ve spolupráci s firmou „TMV SS“. Skládá se z termografické kamery 640x480 px, 50 mK, IR okna a krytu kamery (na jeden koridor je dostačující 1 kamera), kamery

pracující ve viditelném pásmu fixně umístěné v průchozím koridoru, rozvaděče pro kameru 600x400x250 včetně řídicí jednotky a rozšiřujících modulů pro komunikaci se systémem provozu, jako je identifikace jednotlivých kusů nebo ovládání selekční branky. Termografický systém je umístěn ve zcela vodotěsném krytu, který je mechanicky chráněn proti všem vnějším vlivům a obecně jakémukoliv mechanickému poškození ze strany monitorovaných jedinců. Ve stejném provedení jsou všechny ostatní komponenty monitorovacího systému TMVSS Veterinary. Automaticky jsou vyhodnocovány teploty jednotlivé části končetiny a rozložení zdánlivých teplotních polí na určených částech končetin. Tato měření jsou následně ukládána do vnitřní paměti řídicí jednotky a automaticky porovnávána s trendem z předcházejících měření. Systém je zcela automatický a nevyžaduje od operátora další analýzu dat, jako je manuální procházení termogramů nebo manuální vyhodnocování teplot. Softwarové rozhraní je rozděleno na provozní/operátorské pracoviště a na diagnostické pracoviště.

Významným posunem a pomocí tohoto zařízení v diagnostice onemocnění končetin je plně automatizovaný a neinvazní sběr dat, který nijak neomezuje hodnocená zvířata a probíhá samostatně bez přítomnosti člověka. Využívané termografické měření probíhá po automatickém načtení kusu radiofrekvenčním identifikátorem (RF-ID) při průchodu krav kolem kamery, aniž by toto online měření narušovalo pohyb zvířete nebo mu způsobovalo bolest, či jakýkoli stres. Pro přesnou identifikaci dojnic se tedy využívá respondérů, kterými farmy disponují pro identifikaci krav v dojrně či v krmných boxech. Smyslem tohoto technického nástroje je nahradit práci chovatele (časově náročná, problém sjednocení stupnice více hodnotitelů apod.) a využít každodenní, mnohdy dokonce vícečetné automatické sledování jednotlivých kusů.

2.6. Vyhodnocování automatizovaných záznamů

Zásadní aspektem úspěšnosti automatizovaných systémů monitoringu je správný algoritmus vyhodnocování získaných dat. V „našem“ (ověřovaném) systému hodnotící algoritmus automaticky zaznamenávaných dat vychází ze skutečnosti, že jednotlivá zvířata, podobně jako všechny živé organismy vykazují individuální, časovou a fyziologickou variabilitu naměřených hodnot. Z tohoto důvodu se nelze spokojit s doposud využívaným stavem, kdy jsou jednotlivé kusy hodnoceny z důvodu složitosti a celkové variability k průměru populace, která se většinou považuje za systém v ustáleném stavu. Proto byl do algoritmu hodnocení jednotlivých sledovaných veličin zanesen prvek skupinové, individuální, ale i časové odlišnosti.

2.7. Podmínky úspěšného nastavení hodnotících procesů získaných dat

Klíčové pro automatizovaný termografický systém je správné nastavení hodnotících procesů, tj. software vyhodnocující získaná data. Pro úspěšnost hodnotících procesů musí být splněny 3 podmínky:

1. Jednotlivé **hodnocené faktory zvířat musí být měřeny nepřetržitě**, resp. co nejčastěji. To je zajištěno u tohoto systému každodenním průchodem zvířat kolem termografické kamery při každém vchodu do dojírny.
2. Pro efektivní uplatnění celého termografického systému hodnocení zdravotního stavu končetin je nutný multidisciplinární biologicko-technický přístup s **plně automatizovaným sběrem nadefinovaných dat a jejich online hodnocení**.
 - Všechna naměřená data jsou ukládána

- Mimo diagnostiku onemocnění končetin, která jsou doprovázena lokálně zvýšenou teplotou, dávají nástroj pro hodnocení efektivity léčby jednotlivých chorob na základě průběhu naměřených teplotních veličin na postižených končetinách.

3. Analýza dat a jejich interpretace:

- Na **výsledek**, který upozorňuje na změnu zdravotního stavu končetin nelze čekat a **musí být chovateli k dispozici během několika minut**.
- **Výsledek o změně zdravotního stavu je obsahem tiskové sestavy**, či informací pro separační branky, vedoucí (sloužící) k indikaci neodkladného ošetření jednotlivých zvířat. Může se jednat o onemocnění jako jsou dermatitida, nekrobacilóza či zánět škrápy paznehtní, kterým před začátkem nástupu bolestivosti předchází lokálně zvýšená teplota, červenání, otok a porucha funkce. Včasná diagnostika tohoto změněného zdravotního stavu umožní efektivní zásah v preklinické fázi nemoci, který je předpokladem pro zvládnutí celé situace bez dopadů na užitkovost, s malými náklady na léčbu až k případně celkovému odvrácení nemoci. Takto fungující systém se tedy svojí podstatou řadí k preventivním opatřením v každodenním řešení onemocnění končetin, jejichž výskyt na mnohých farmách převyšuje deset, někde i desítky procent.

Automatizace veškerých měřících a hodnotících procesů je způsobem, jak celý proces nejen výrazně zefektivnit, ale zejména jej učinit výrazně citlivějším na první příznaky rozvíjejících se odchylek.

2.8. Hlavní výhody automatizovaného systému termografie

➤ **Jednotnost posuzování** včetně nastavení mezních hodnot stavů

Pokud je termodiagnostika prováděna pověřeným pracovníkem, vždy jsme závislí na jeho znalostní úrovni a schopnosti rutinně ovládat jak kameru, tak vyhodnocovat pořízené termogramy (záznamy z měření). Oproti tomu automatizovaný systém používá konzistentní algoritmus s možností nastavení víceúrovňových mezních hodnot. Je tedy možno snadno generovat sestavy s přehledem aktuálního teplotního skóre, tak porovnání naměřených hodnot mezi jednotlivými stády i chovy.

➤ **Četnost měření** až několikrát denně

Automatizovaný systém měří každý kus procházející vytýčeným koridorem, například vstupem do dojírny. V reálném provozu to znamená (pokud jsou osazeny kamerami například oba vstupy na dojírnu), **že každý kus je změřen několikrát za den**. To umožňuje jak záchyt prvotních odchylek zdravotního stavu, tak verifikaci záchytu, případně sledování dynamiky onemocnění nebo efektivitu nastavené a aplikované léčby. Stejně tak díky automatizovanému zpracování dat je možno snadno vytvářet trendy nebo pokročilé analýzy příčin onemocnění.

➤ **Časová nenáročnost** z hlediska obsluhy

Automatizovaný systém vyžaduje z hlediska obsluhy pouze očištění kamerového systému vodou v případě jeho znečištění, například

exkrementy. Zootechnickým výstupem je tabulka s výpisem jednotlivých zvířat, s kategorizací dle zařazeného teplotního skóre. Pokud chce pověřený operátor, většinou zootechnik, data hlouběji analyzovat, má **k dispozici data jednotlivých záznamů za delší časové období.**

➤ **Možnost ovládání selekčních prvků**

Vzhledem k tomu, že **hodnocení je plně automatizované a probíhá v reálném čase**, monitorovací systém umožňuje poskytnout data pro oddělení, a to i automatické (selekční branky), podezřelých zvířat a umožnit tak zootechnikovi či veterináři ověření nálezu monitoringu.

➤ **Archivace dat a dlouhodobé hodnocení trendů**

Důraz je kladen nejen na sledování aktuálního stavu, ale též na preventivní opatření zabráňující rozvoji onemocnění. Toto generuje jednoznačný požadavek na zpětnou, dlouhodobou a detailní analýzu prováděných měření, případně vyhledávání souvislostí s externími vlivy. V praxi je toto velmi obtížné, pokud je prováděno pouze pochůzkové měření pověřeným pracovníkem. Není reálně proveditelné, aby zootechnik v pravidelných intervalech analyzoval stovky termogramů, přiřazoval je ke konkrétním zvířatům a zanášel manuálně do systému pro pozdější analýzu. Tento systém tuto funkci využívá.

➤ **Finančně výhodnější v porovnání s „ručními měřeními“**

Pokud porovnáme primární investiční náklady mezi automatizovaným, a především funkčním systémem a přenosnou termokamerou střední kategorie, automatizovaný systém bude vycházet jako finančně náročnější řešení. Jedná se však o zdánlivý finanční rozdíl, který ve skutečnosti je ve zcela opačném směru. Do nákladové složky je potřeba započítat i náklady variabilní, jako je zaškolení obsluhy, čas pracovníka nutný k provedení měření, ale hlavně vyhodnocení.

Pokud se daný proces pomocí „ruční termokamery“ má vykonávat skutečně odpovědně, jedná se v realu o práci desítek hodin týdně, což výrazně ovlivní ekonomickou bilanci mzdových nákladů na pověřeného pracovníka. Současně je nutno vzít v potaz snížení efektivity záchyty jedinců vzhledem k výrazně nižší četnosti prováděných měření (v porovnání s plně automatizovaným systémem), stejně tak pokles vypovídající schopnosti měření v případě měření a vyhodnocování vícero pracovníky.

Pokud tedy učiníme porovnání mezi efektivitou automatizovaného tak „přenosného“ řešení, ať již z finančního, tak výkonnostního hlediska, tak obě kritéria hovoří jednoznačně ve prospěch automatizovaného řešení – v případě vypovídací schopnosti ve prospěch automatizovaného řešení okamžitě, z ekonomického hlediska v řádu několika měsíců s narůstající ekonomickou výhodností nad tímto časovým horizontem vzhledem k prakticky nulovým variabilním nákladům na provoz.

Je třeba zdůraznit, že se jedná o automatizovaný systém, tedy o ucelený celek, jehož výstupem jsou sestavy s generovaným hodnocením teplotního skóre a vývojem specifických teplotních ukazatelů. Za automatizovaný systém nelze považovat řešení, kde je nutné manuální vyhodnocení termogramů operátorem, zootechnikem, případně zdánlivě

efektivní řešení, kterým je výstup hlásící jednorázové překročení mezní teploty na končetině.

2.9. Stanovení baktericidní účinnosti dezinfekčních přípravků pro koupele paznehtů skotu

2.9.1. Metodika pro hodnocení dezinfekčních prostředků

Pro hodnocení účinnosti dezinfekčních prostředků se využívá metodika ÚSKVBL, která je po ročních revizích účinná od 1. 11. 2018, přičemž vychází z ČSN EN 1656 Chemické dezinfekční přípravky a antiseptika – Kvalitativní zkouška s použitím suspenze ke stanovení baktericidního účinku chemických dezinfekčních přípravků a antiseptik používaných v oblasti veterinární péče - Metoda zkoušení a požadavky (fáze 2/stupeň1) a Českého lékopisu. Ve zkoušce se využívá referenčních standardů bakteriálních kmenů dodávaných z České sbírky mikroorganismů – v podobě želatinových disků nebo lyofilizátů:

Enterococcus hirae CCM 4533

Proteus hauseri CCM 7011

Pseudomonas aeruginosa CCM 7930

Staphylococcus aureus CCM 2022

Pro zkoušku se připravuje kultivační půda jednorázově v laboratoři za použití dehydratovaných médií. Pro stanovení baktericidní/dezinfekční účinnosti veterinárních přípravků nebo léčiv se používá jako živné médium: Tryptone soya agar (TSA). Při přípravě živných médií z dehydratovaných základů, fyziologického roztoku a pro ředění vzorku se použije voda připravená pomocí destilace nebo reverzní osmózy. V případě ředění vzorku se použije voda sterilní. Pro následné ředění základní suspenze se použije sterilní fyziologický roztok (pH 6,9 - 7,1) – pokud není v registrační nebo schvalovací dokumentaci uvedeno jinak. Jako diluent se použije Tryptofan-NaCl. Dle

složení dezinfekčního přípravku se zvolí vhodný neutralizátor na bázi polysorbátu či thiosulfátu sodného.

Pro samotnou zkoušku se používá bakteriální suspenze, která se připraví nejlépe na hodnotu $1,5 \times 10^8$ - 5×10^8 CFU/ml (colony forming unit, jednotek tvořících kolonii), přičemž optická densita se obvykle pohybuje kolem hodnoty 0,5 McFarlanda). Z kultury, která je uchovávána na šikmém agaru, se provede vyočkování na krevní agar, nechá se kultivovat 24 hodin při 37°C, poté se připraví suspenze ve fyziologickém roztoku a naředí se na požadovanou hodnotu optické hustoty. Bakteriální suspenze se přidá ke vzorku testovaného dezinfekčního prostředku. Směs se inkubuje při stanovené teplotě. Po uplynutí dané kontaktní doby se odebere část směsi a baktericidní účinek testované látky se neprodleně neutralizuje pomocí vhodného neutralizačního činidla. V každém vzorku se určí počet přežívajících bakterií –vyočkováním na TSA. Pokud není zdůvodněno a schváleno jinak, přípravek má baktericidní účinek, jestliže definovaný počet CFU byl snížen o nejméně 5 log.

2.9.2. Vlastní kontrola účinnosti dezinfekčních roztoků

Ověření účinnosti dezinfekčního prostředku se skládá v ideálních podmínkách ze dvou kroků, kterými jsou: 1. ověření účinnosti dezinfekčního prostředku v laboratoři a 2. ověření účinnosti v kontrolovaných terénních podmínkách. V praxi se však často setkáváme pouze s ověřením v laboratorních podmínkách.

Kontrola dezinfekce vybraných dezinfekčních prostředků byla řešena ve spolupráci s Ústavem pro státní kontrolu veterinárních biopreparátů a léčivých přípravků (ÚSKVBL) za použití metody specifikované normou ČSN EN 1656 (665208), popis viz výše. Používají se dvě varianty metody, a to metoda

dilučně-neutralizační a metoda membránová filtrace. Metoda dilučně neutralizační vyžaduje pro vlastní provedení testu vhodný neutralizátor. V případě, že není známý, volí se k testu metoda membránové filtrace. Ta se také provádí jako kontrola pro verifikaci výsledků získaných metodou dilučně-neutralizační.

U obou metod se vzorek testovaného produktu přidá k testovací suspenzi bakterií. Nakonec je dezinfekce neutralizována. V našem testování uvádíme výsledky dosažené metodou dilučně-neutralizační, s potvrzením metodou membránové filtrace.

Pro testování jsme vybrali pět komerčních dezinfekčních prostředků s různými účinnými látkami nebo jejich kombinacemi. Účinnými látkami v nich byly jód, kvarterní amoniové sloučeniny (QAC), formaldehyd, organické kyseliny v kombinaci s dalšími účinnými látkami, síran zinečnatý a síran měďnatý.

U těchto dezinfekčních prostředků byly provedeny testy in vitro ke stanovení účinku výrobcem daných koncentrací na bakterie specifikované v normě při teplotách 5, 10 a 20 °C a při expozici 5 minut. Získané laboratorní výsledky byly ověřeny v terénní studii, která následovala po in vitro testech. V ní byl testován účinek v provozu vytvořených roztoků dezinfekčních prostředků odebraných přímo z koupací vany, vždy po průchodu skupiny cca 30 krav.

Pro srovnání účinnosti terénních vzorků s původními výsledky laboratorních testů jsme použili stejné teploty pro každý testovaný dezinfekční prostředek. Při získávání informací o provedených koupelích v chovu skotu byla odečtena teplota okolí. Také zde byl stanoven použitý dezinfekční prostředek, včetně jeho koncentrace.

Při testování dezinfekčních přípravků byla účinnost některých s jistotou prokázána pouze u *Pseudomonas aeruginosa* (tab 2). Proto jsme se rozhodli ji **doporučit pro terénní testy** při teplotě 10 °C a 5 °C, což jsou reálné teploty v dezinfekčních vanách farem, především v zimním období.

Výsledky laboratorních i terénního měření ukazuje tabulka 2.

In vitro (tj. v laboratorních podmínkách) byly všechny testované dezinfekční prostředky, resp. účinné látky či jejich kombinace účinné při teplotách 20 °C (tabulka 2). Laboratorní testy ukázaly, že organické kyseliny, pokud nejsou kombinovány s jinou účinnou látkou, nejsou účinné proti vybraným bakteriím (není zahrnuto do tabulky 2).

Síran měďnatý a podobně zinečnatý, jehož výsledky nejsou obsahem tabulky 2, nebyly při 20 °C účinné na všechny referenční standardy bakteriálních kmenů. Doporučit se však dají ke zlepšení kvality rohoviny, nikoli jako dezinfekční prostředky. U jodového přípravku byla nalezena snížená účinnost při obou nižších teplotách, kdy došlo ke snížení počtu mikroorganismů řádově o 3 log. Podobně tomu bylo u formaldehydu, kde jsme potvrdili sníženou účinnost této látky při nižších teplotách. Naopak preparáty postavené na kombinaci organických kyselin s dalšími účinnými látkami a také QAS vykazaly účinnost i při nižších teplotách.

Tabulka 2 Výsledky kontroly účinnosti vybraných dezinfekčních prostředků (CFU/ml)

Síran měďnatý 5 %	20 °C	10 °C	5 °C	Terénní test (10 °C)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	10 ¹	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁵
<i>Proteus hauseri</i>	10 ⁰	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁵
<i>Enterococcus hirae</i>	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁸
<i>Staphylococcus aureus</i>	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁸
Formaldehyd 2 %	20 °C	10 °C	5 °C	Terénní test (10 °C)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	10 ³ >x<10 ⁵	10 ³ >x<10 ⁵	10 ³ >x<10 ⁵

<i>Proteus hauseri</i>	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁸
<i>Enterococcus hirae</i>	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁸
<i>Staphylococcus aureus</i>	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁸
QAC 0,5 %	20 °C (CPM)	10 °C (CPM)	5 °C (CPM)	Terénní test (10 °C)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	10 ⁰	0	>10 ⁵ po 60 dojnicích
<i>Proteus hauseri</i>	0	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁸
<i>Enterococcus hirae</i>	0	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁸
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁸
Jód 0,5 %	20 °C (CPM)	10 °C (CPM)	5 °C (CPM)	Terénní test (10 °C)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	0	0	10 ³ >x<10 ⁵ po 60 dojnicích
<i>Proteus hauseri</i>	0	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁸
<i>Enterococcus hirae</i>	0	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁸
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁸
Organické kyseliny 1 % v kombinaci s jódem, kys. fosforečnou, peroxidem vodíku	20 °C (CPM)	10 °C (CPM)	5 °C (CPM)	Terénní test (10 °C)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	>10 ³	>10 ³	>10 ³
<i>Proteus hauseri</i>	>10 ³	>10 ³	>10 ³	>10 ⁵
<i>Enterococcus hirae</i>	>10 ³	>10 ³	>10 ³	>10 ⁵
<i>Staphylococcus aureus</i>	>10 ³	>10 ³	>10 ³	>10 ⁵

Pozn. Snížení CPM z 10⁸ min o 5 log = účinná dezinfekce = modře podbarveno

Snížení CPM z 10⁸ min o 3 až 4,9 log = snížená účinnost = šedě podbarveno

Snížení CPM z 10⁸ o méně než 3 log = neúčinná dezinfekce = bez podbarvení

K testování v terénu jsme mohli použít pouze některé z vybraných přípravků, které jsou na trhu kvůli podmínkám na farmě, jako je velikost koupací vany. Při terénním testu jsme v porovnání s laboratorními rozbory zjistili odlišné výsledky. Jako omezeně účinný se jevil 5% roztok síranu měďnatého a QAC, sníženou účinnost vykázal také formaldehyd, jód a organické kyseliny v kombinaci s jinou účinnou látkou. To naznačuje, že je

zapotřebí více testů. Prokázaný pokles účinnosti může být dán i tím, že byly testovány roztoky již částečně znečištěné organickým materiálem. Důvodem ale může být i fakt, že stáje se liší zastoupením různých mikroorganismů a celou řadou hygienických faktorů, které souvisí s udržení čistoty dezinfekčních prostředků v dezinfekčních vanách, čistotou končetin, teplotou dezinfekčních prostředků.

Chovatelům lze v souvislosti s dezinfekčními koupelemi paznehtů doporučit:

1. Dodržovat koncentrace přípravků stanovené výrobcem
2. Dbát na maximální čistotu koupacích van a paznehtů, resp. končetin při koupelích
3. Počítat s poklesem účinnosti preparátů se stoupajícím počtem průchodů vanami
4. Provádět namátkově kontrolu konkrétní účinnosti užívaných dezinfekčních přípravků dle představené metodiky (viz výše) v akreditované laboratoři SVS, či univerzity MENDELU, která daný postup testovala.

3. Srovnání „novosti postupů“

Metodika představuje inovovaný systém vyhledávání zvířat s onemocněním končetin a sledování teplotních změn paznehtů v době onemocnění a v době léčby. Jedná se o automatizovaný systém monitoringu příznaků onemocnění dojnic termografickým snímáním, který nahrazuje pracné a časově náročné posuzování lokomočního skóre. Na rozdíl od současných metod hodnocení lokomočního skóre se zde hodnotí ukazatel tzv. teplotního skóre, které je sledováno autonomním způsobem při každém průchodu dojnice kolem kamery. Systém diagnostikuje zánětlivé změny v distální části končetiny, které se projevují mimo jiné i lokálním zvýšením teploty. Tak je tomu u zánětů škáry paznehtů, některých fází digitální dermatitidy, nekrobacilózy, ložiskových zánětů škáry paznehtní, tj. vředů a laminitidy.

Uvedené změny jsou sledovány na základě teplotních jevů, kdy má postižená končetina vyšší teplotu dříve, než se objeví případné objemové a barevné změny na kůži, léze na vlastním prstu a chovatelem pozorovatelné kulhání. Včasná detekce onemocnění u monitorovaných jedinců spojená s okamžitou léčbou umožňuje zkrátit proces léčby a tím i zlevnit náklady na ni. Včasnou diagnostikou je možné předcházet negativním dopadům onemocnění pohybového aparátu, kterými jsou nižší příjem krmiva, snížená užitkovost, vyšší predispozice k onemocnění mléčné žlázy, vyšší riziko vzniku reprodukčních a metabolických poruch, což ve výsledku znamená vyšší nároky na individuální ošetření dojnic, spojené s jejich léčbou.

Celý systém umožní chovateli sledovat změny teplotního pole končetiny a na základě změn identifikovat chorobné změny od předchorobí, po dobu léčby až do uzdravení dojnic. Dalším významným přínosem je možnost sledování

zdravotního stavu končetin dojnic, což je významným zdrojem dat pro šlechtění zvířat.

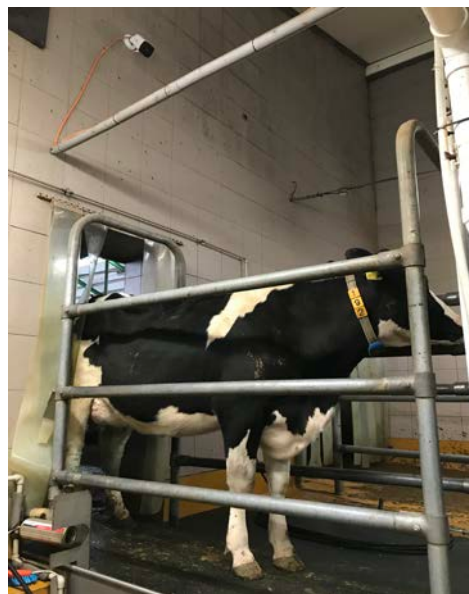
Z pohledu ověření účinnosti dezinfekčních prostředků může být kromě vlastního testování preparátů indikátorem úspěšnosti dezinfekce vývoj teplot na končetině, což je odrazem zdravotního stavu končetin dojnic. Po vyhodnocení teplotního skóre končetin, doporučujeme u postižených kusů provést za pomoci veterinární služby odběr vzorků z lézí zvířat odběrovými soupravami AMIES a cílenou diagnostiku původců v mikrobiologické laboratoři na společném růstovém médiu a selektivním médiu, s následnou identifikací metodou MALDI-TOF včetně určení antimikrobní citlivosti, což může dále významně zefektivnit léčbu nemocných zvířat.

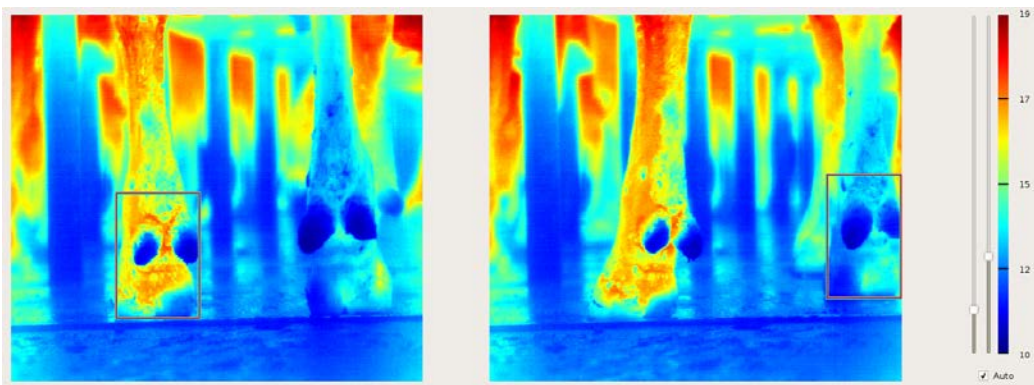
4. Popis uplatnění metodiky

Kamerová část systému (obr. 1) je umístěna v průchodu – koridoru do dojírny, vybaveným RFID identifikací, přičemž kamera automaticky sleduje každého jedince procházejícího tímto koridorem (obr 2). Při průchodu proběhne snímání a záznam je zpracováván řídicí jednotkou, která vybere vhodnou část záznamu pro změření teploty a vyhodnocení teplotních polí. Tyto výsledné naměřené obrazy jsou dále segmentované. Segmentací jsou nalezeny oblasti pánevních končetin tak, aby bylo možné provést měření požadovaných částí končetin (obr 3).

Obrázek 2 Umístění kamery v koridoru

Obrázek 1 Termokamera



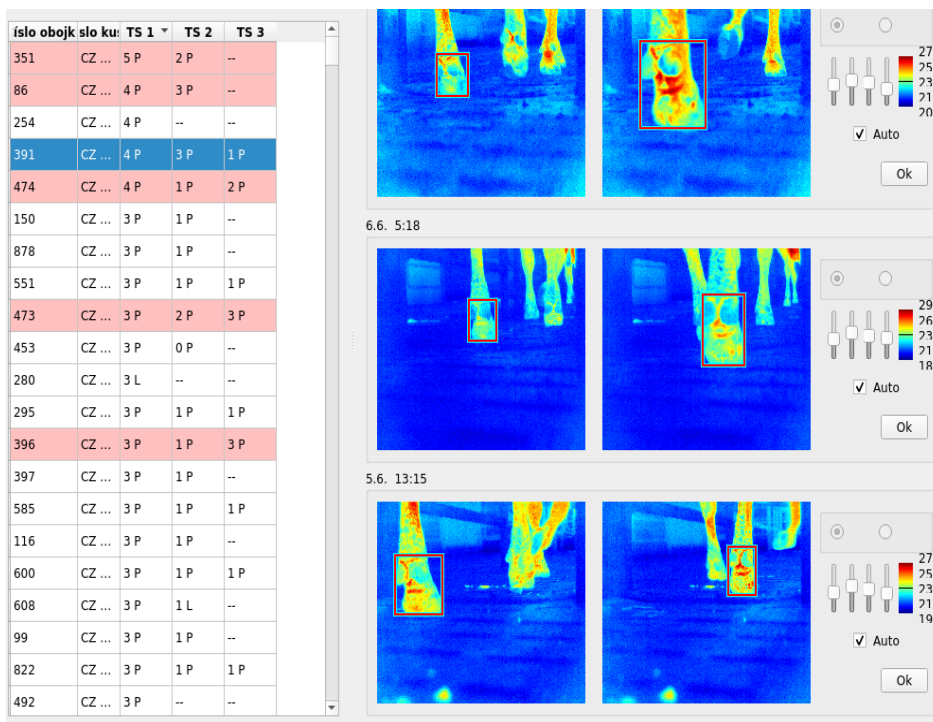


Obrázek 3 Termogram nemocné dojnice (teplotní změna na levé končetině)

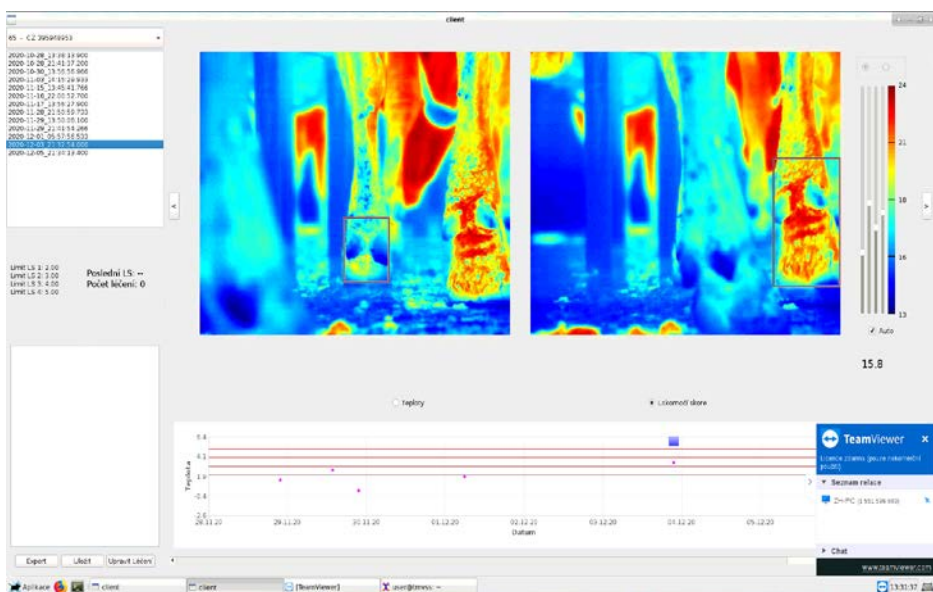
Výsledná data jsou uložena do vnitřní databáze řídicí jednotky a data jsou zpracována pro prezentaci uživateli. Výstupem pro operátora je automaticky vytvořený přehled podezřelých jedinců v tabulkové podobě s vyznačeným indexem teplotního skóre (obr 4). Data je možno řadit ať již dle teplotního skóre, tak dle dynamiky vývoje příznaků.

Pokud chce operátor detailněji vyhodnotit konkrétní kus, označením jednotlivé položky v tabulce má k dispozici termogramy konkrétního jedince včetně vyhodnocovacích parametrů (obr 5).

Proces vyhodnocení je zcela automatizován, činnost operátora je tedy pouze vlastní přehled dat, nikoliv potřeba manuálního přezkumu či vyhodnocení jednotlivých záznamů, což je časově poměrně náročné. Operátor není obtěžován jakýmkoliv dalšími činnostmi, jeho základním podkladem je automaticky zpracovaný a generovaný přehled jedinců včetně dosaženého teplotního skóre.



Obrázek 4 Sestava dojnic se zvýšeným teplotním skórem (určeny k vyšetření)



Obrázek 5 Hodnocení teplotního skóre jedinců v průběhu času

Doporučené kroky vyplývající z metodiky:

➤ **Základem udržení dobrého zdravotního stavu končetin je každodenní monitoring**

- **Doposud** - lokomoční skóre – omezené možnosti, pracovní náročnost, problém evidence a zpracování dat ve velkých stádech
- **Inovativní přístup** - hodnocení teplotního skóre – inovativní způsob využívající automatizovaného systému termografie

➤ **Hodnocení průběhu onemocnění a zdravotního stavu dojníc po léčbě**

- **Doposud** - individuální ošetření a sledování následných projevů nemoci
- **Inovativní přístup** – sledování teplotních změn končetin u všech zvířat – umožňuje záchyt zvířat v preklinické fázi nemoci a sledování vývoje léčeného onemocnění.

➤ **Hodnocení účinnosti dezinfekce**

- **Doposud** – účinnost dezinfekce nebyla posuzována vůbec, resp. byla hodnocena subjektivně
- **Inovativní přístup** – aplikovat navržený rámcový postup pro sledování účinnosti dezinfekce v daném chovu se zohledněním rozdílných lokálních podmínek prostředí, lišících se kmenů přítomných mikroorganismů, možností vzniku rezistence a pod. Nelze stanovit jednotnou univerzální metodiku. Posoudit účinnost dezinfekce je vždy nutné v závislosti na faktorech

ovlivňujících účinnost dezinfekce, jako je teplota roztoků, narušení účinnosti v důsledku znečištění apod. Na základě výsledků lze navrhnout systém preventivních postupů pro vybrané onemocnění končetin.

5. Ekonomické aspekty

Hodnocení ekonomických aspektů se opírá o šetření v konkrétních podmínkách chovu 550 ks dojnic. Sledování bylo postaveno na doposud využívaném hodnocení lokomočního skóre, které bylo hodnoceno při prevalenci kulhání 18,7 %, což je u mnoha chovatelů reálný stav. Mnohde je prevalence kulhání mnohem vyšší.

U léčených kusů byly sledovány náklady na léčbu a preventivní postupy vedoucí k udržení dobrého zdravotního stavu dojnic. Náklady byly vyjádřeny v peněžních jednotkách pomocí kalkulátoru nákladů, beroucího v úvahu nejen náklady spojené s léčbou a prevencí onemocnění končetin, ale i s dopadem na užítkovost a ukazatele reprodukce. Podnik investoval do dojnic s onemocněním paznehtů ročně 5 632,42 Kč na jednu dojnici. Preventivní postupy z toho činily 525,11 Kč, léčba pak 5 107,31 Kč.

V současné době činí prevalence kulhání dojnic v daném chovu 3,4 %. Uvedené postupy a celkový management chovu tedy snížil prevalenci kulhání dojnic o 81,81 %, což činí potenciál pro roční úsporu na léčbu onemocnění končetin 4 171 tis. Kč.

Údaje o ekonomických nákladech se mohou u jednotlivých uživatelů metodiky lišit a vycházejí především z aktuální a dosažené prevalence kulhání dojnic.

6. Seznam použité související literatury

ALBAN, L., L.G. LAWSON a J.F. AGGER, 1995: Foul in the foot (interdigital necrobacillosis) in Danish dairy cows — frequency and possible risk factors. *Preventive Veterinary Medicine*: 24(2), 73-82. DOI: 10.1016/0167-5877(95)00473-A. ISSN 01675877.

ALSAAOD, M., C. SYRING, J. DIETRICH, M.G. DOHERR, T. GUJAN a A. STEINER, 2014: A field trial of infrared thermography as a non-invasive diagnostic tool for early detection of digital dermatitis in dairy cows. *The Veterinary Journal*: 199(2), 281-285. DOI: 10.1016/j.tvjl.2013.11.028. ISSN 10900233

BEČVÁŘ O., 2000: Výskyt a zkušenosti s léčbou dermatitis digitalis u dojnic. *Veterinářství*, 50, 4, 140–142.

BENNETT, Grant, Jon HICKFORD, Richard SEDCOLE a Huitong ZHOU, 2009: *Dichelobacter nodosus*, *Fusobacterium necrophorum* and the epidemiology of footrot. *Anaerobe*: 15(4), 173-176. DOI: 10.1016/j.anaerobe.2009.02.002. ISSN 10759964.

CRUZ, C. E. F., C. A. PESCADOR, Y. NAKAJIMA a D. DRIEMEIER, 2005: Immunopathological investigations on bovine digital epidermitis. *Veterinary Record*: 157(26), 834-840. DOI: 10.1136/vr.157.26.834. ISSN 0042-4900.

FLOWER F. C. a WEARY D. M., 2006: Effect of hoof pathologies on subjective assessments of dairy cow gait. *Journal of dairy science*, 89, 1, 139-146.

HASKELL M. J., RENNIE L. J., BOWELL V. A., BELL M. J. a LAWRENCE A. B., 2006: Housing system, milk production, and zero-grazing effects on lameness and leg injury in dairy cows. *Journal of dairy science*, 89, 11, 4259-4266.

HOFÍREK B., 2009: *Nemoci skotu*. Brno: Noviko. ISBN 978-80-86542-19-5.

HULSEN J., 2011: *Cow signals: jak rozumět řeči krav: praktický průvodce pro chovatele dojnic*. Praha: Profi Press. ISBN 978-80-86726-44-1.

CHARFEDDINE, N. a M.A. PÉREZ-CABAL, 2017: Effect of claw disorders on milk production, fertility, and longevity, and their economic impact in Spanish

Holstein cows. *Journal of Dairy Science*: 100(1), 653-665. DOI: 10.3168/jds.2016-11434. ISSN 00220302.

CHELI, R. and MORTELLARO, C., 1974, October: La dermatite digitale del bovino. In *Proceedings of the 8th International Conference on Diseases of Cattle*. Piacenza, Milan, Italy (pp. 208-213).

KOVÁČ G., 2001: *Choroby hovädzieho dobytka*. Prešov: M & M. ISBN 80-88950-14-7.

MANSKE, Thomas, Jan HULTGREN a Christer BERGSTEN, 2002b: Topical treatment of digital dermatitis associated with severe heel-horn erosion in a Swedish dairy herd. *Preventive Veterinary Medicine*: 53(3), 215-231. DOI: 10.1016/S0167-5877(01)00268-9. ISSN 01675877

NOVÁK, P., M. ŠOCH, S. ŠLÉGEROVÁ a J. ODEHNAL, 2003: Vliv zoohygienických podmínek prostředí chovu na zdravotní stav končetin dojníc. In: ŠÍŠKA, B., D. IGAZ a M. MUCHA. *Bioklimatologické dny*. Ráčková dolina.

NOVOTNÁ, Ivana, Lucie LANGOVÁ a Zdeněk HAVLÍČEK. Risk Factors and Detection of Lameness Using Infrared Thermography in Dairy Cows – A Review. *Annals of Animal Science*: 19(3), 563-578. DOI: 10.2478/aoas-2019-0008. ISSN 2300-8733.

PETERSE, D. J., 1992: Foot lameness. In *Bovine Medicine*. Ed A. H. Andrews. Oxford, Blackwell. pp 353-364.

RAJKONDAWAR P. G., LIU M., DYER R. M., NEERCHAL N. K., TASCH U., LEFCOURT A. M. a VARNER M. A., 2006: Comparison of models to identify lame cows based on gait and lesion scores, and limb movement variables. *Journal of dairy science*, 89, 11, 4267-4275.

SPRECHER, D.J., D.E. HOSTETLER a J.B. KANEENE, 1997: A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology*: 47(6), 1179-1187. DOI: 10.1016/S0093-691X(97)00098-8. ISSN 0093691X.

ŠLOSÁRKOVÁ S., FLEISCHER P, 2009: Kulhání jako stádový problém a péče o paznehty. In: Nemoci skotu. Hofírek B., Dvořák R., Němeček L., Doležel R., Pospíšil Z. et al. Noviko a.s., Brno, 1149.

ŠLOSÁRKOVÁ S., 2016: Onemocnění končetin – příčiny, léčba a prevence [online]. 6. Praha 2: Profi Press, [cit. 2019-02-09]. ISSN 0027–8068. Dostupné z: https://www.vri.cz/userfiles/file/Zdravi_zvirat/NasChov2016-Priloha-Jak_na_zdrave_koncetiny.pdf.

ŠTERC J., 2006: Onemocnění paznehtů skotu. *Náš chov*, 9, 84–86.

ŠTERC J., 2010: Management zdraví pohybového aparátu v chovech skotu. *Veterinářství*, 60, 5, 294–299.

TMVSS VETERINARY. Popis produktu TMVSS Veterinary. <http://www.thermo-veterinary.eu/descript.php>

VAN METRE, David C., 2017: Pathogenesis and Treatment of Bovine Foot Rot. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*: 33(2), 183-194. DOI: 10.1016/j.cvfa.2017.02.003. ISSN 07490720.

WARNICK, L.D., D. JANSSEN, C.L. GUARD a Y.T. GRÖHN, 2001: The Effect of Lameness on Milk Production in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*: 84(9), 1988-1997. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(01)74642-5. ISSN 00220302.

WATSON, C., 1999: Lameness in cattle—Lesions and diseases of the skin—Part 1. *UK Vet*, 1999, 4: 51-60.

7. Seznam publikací, které předcházejí metodice

DOSTÁL, P.; HAVLÍČEK, Z.; KRATOCHVÍLOVÁ, L.; 2018. Use of acoustic emission for testing resistance of hooves. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 66(1), 29-33. ISSN 1211-8516. Dostupné z: <https://doi.org/10.11118/actaun201866010029>

HAVLÍČEK, Z., LANGOVÁ, L.; NOVOTNÁ, I.; NĚMCOVÁ, P.; ZEMANOVÁ, M.; CHRÁST, V.; 2020. Digitální dermatitida skotu. In: *Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2020*. Praha-Uhřetěves: Výzkumný ústav živočišné výroby v.v.i., s. 20-21. ISBN 978-80-7403-240-0.

HAVLÍČEK, Z.; NOVOTNÁ, I.; LANGOVÁ, L.; STRAKA, V.; ZÍTEK, P.; ŽĎÁRSKÝ, O.; MICHALIČKA, P., 2020. Inovační způsob diagnostiky onemocnění končetin dojníc. *Náš chov*. 80(7), 56-58. ISSN 0027-8068. Dostupné z: <https://digi.profiipress.cz/katalog/detail/nas-chov>

HAVLÍČEK, Z.; ŘEZÁČ, P.; NOVOTNÁ, I.; LANGOVÁ, L.; STRAKA, V.; ZÍTEK, P.; ŽĎÁRSKÝ, O.; MICHALIČKA, P.; 2020. Inovační způsob diagnostiky onemocnění končetin dojníc. *Zemědělský zpravodaj*. 26-29. Dostupné z: https://www.zscr.cz/media/upload/zpravodaj/1608711002_zemedelsky-zpravodaj-5-20.pdf.

LANGOVÁ, L.; MACHÁČEK, M.; NOVOTNÁ, I.; HAVLÍČEK, Z.; 2019. Výskyt dermatitis digitalis a dermatitis interdigitalis u dojeného skotu v průběhu roku. In: *Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2019*. Praha-Uhřetěves: Výzkumný ústav živočišné výroby v.v.i., s. 32-33. ISBN 978-80-7403-226-4.

LANGOVÁ, L.; NOVOTNÁ, I.; HAVLÍČEK, Z.; MACHÁČEK, M.; 2019. Occurrence of dermatitis digitalis and dermatitis interdigitalis in dairy cows throughout the year. In: *Proceedings of the XIXth International Congress of the International Society for Animal Hygiene: "Animal Hygiene as a Fundament of One Health and Welfare improving biosecurity, environment and food quality"*. Vratislav: International Society for Animal Hygiene, s. 38-39. ISBN 0-000-00000-0.

LANGOVÁ, L.; NOVOTNÁ, I.; NĚMCOVÁ, P.; MACHÁČEK, M.; HAVLÍČEK, Z.; ZEMANOVÁ, M.; CHRÁST, V.; 2020. Impact of Nutrients on the Hoof Health in Cattle. *Animals*. 10(10), 1824. ISSN 2076-2615. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ani10101824>.

NĚMCOVÁ, P.; HAVLÍČEK, Z.; LANGOVÁ, L.; NOVOTNÁ, I.; 2020. Výskyt a nákladovost onemocnění končetin dojníc v průběhu roku. In: Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2020. Praha-Uhřetěves: Výzkumný ústav živočišné výroby v.v.i., s. 63-64. ISBN 978-80-7403-240-0.

NOVOTNÁ, I.; LANGOVÁ, L.; HAVLÍČEK, Z.; 2018. Hodnocení lokomočního skóre dojníc a vliv kulhání dojníc na mléčnou produkci. In: Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2018. Praha-Uhřetěves: Výzkumný ústav živočišné výroby v.v.i., s. 66-68. ISBN 978-80-7403-205-9.

NOVOTNÁ, I.; LANGOVÁ, L.; HAVLÍČEK, Z.; 2019. Risk Factors and Detection of Lameness Using Infrared Thermography in Dairy Cows - A Review. *Annals of Animal Science*. 19(3), 563-578. ISSN 1642-3402. Dostupné z: <https://doi.org/10.2478/aoas-2019-0008>.

NOVOTNÁ, I.; LANGOVÁ, L.; HAVLÍČEK, Z.; 2019. Side preference of dairy cows in the entrance milking parlor. In: Proceedings of the XIXth International Congress of the International Society for Animal Hygiene: "Animal Hygiene as a Fundament of One Health and Welfare improving biosecurity, environment and food quality". Vratislav: International Society for Animal Hygiene, s. 37-38. ISBN 0-000-00000-0.

NOVOTNÁ, I.; LANGOVÁ, L.; HAVLÍČEK, Z.; 2019. Preferují dojnice jednu stranu při vstupu do dojírny?. In: Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2019. Praha-Uhřetěves: Výzkumný ústav živočišné výroby v.v.i., s. 61-63. ISBN 978-80-7403-226-4.

8. Jména oponentů

MVDr. Soňa Šlosárková, Ph.D. – Výzkumný ústav veterinárního lékařství, v.v.i.

Ing. Zdenka Majzlíková – Česká plemenářská inspekce

9. Dedikace

Metodika je výsledkem řešení projektu PRV MZe ČR – Inovace 16.1.1. – č.: 17/005/1611a/453/00011 „Inovace způsobů diagnostiky onemocnění končetin dojnic“, který byl řešen ve spolupráci nositele projektu ŽIVA zemědělská obchodní a.s., Mendelovy univerzity v Brně, jako garanta projektu a „TMV SS“ s.r.o.

Název titulu: Inovační způsob diagnostiky onemocnění končetin dojníc

Autor: Zdeněk Havlíček a kol.

Vydavatel: Mendelova univerzita v Brně

Zemědělská 1, 613 00 Brno

Tisk: Vydavatelství Mendelovy univerzity v Brně

Zemědělská 1, 613 00 Brno

Vydání: první, 2021

Náklad: 50 ks

ISBN: 978-80-7509-791-0