

# Primjena infracrvene termovizijske kamere u prevenciji oboljenja papaka kod krava

---

**Bank, Filip**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:021898>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-04-03**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek - Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Filip Bank

Diplomski studij Zootehnika

Smjer Specijalna zootehnika

**PRIMJENA INFRACRvene TERMOVIZIJSKE KAMERE U  
PREVENCIJI OBOLJENJA PAPAKA KOD KRAVA**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2020.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Filip Bank

Diplomski studij Zootehnika

Smjer Specijalna zootehnika

**PRIMJENA INFRACRVENE TERMOVIZIJSKE KAMERE U  
PREVENCIJI OBOLJENJA PAPAKA KOD KRAVA**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2020.**

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**  
**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Filip Bank

Diplomski studij Zootehnika

Smjer Specijalna zootehnika

**PRIMJENA INFRACRVENE TERMOVIZIJSKE KAMERE U  
PREVENCIJI OBOLJENJA PAPAKA KOD KRAVA**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. prof. dr. sc. Pero Mijić, predsjednik
2. doc. dr. sc. Tina Bobić, mentor
3. dr. sc. Maja Gregić, član

**Osijek, 2020.**

## Sadržaj

1. UVOD .....	1
1.1. Infracrvena termografija.....	1
1.2. Šepavost .....	2
1.3. Posljedice šepavosti na životinju .....	3
1.4. Posljedice šepavosti na poslovanje farme .....	3
1.5. Prevencija šepavosti.....	5
1.6. Cilj i hipoteza rada.....	7
2. PREGLED LITERATURE .....	8
2.1. Primjena infracrvene termografije u stočarstvu .....	8
2.1.1. Primjena infracrvene termografije u otkrivanju temperaturnih promjena na tkivu sisa vimena krava nakon mužnje .....	8
2.2. Primjena infracrvene termografije u otkrivanju upalnih promjena na papcima .....	9
3. MATERIJALI I METODE .....	11
3.1. Lokacija i oprema korištena u istraživanju .....	11
3.2. Mjerenje sa infracrvenom termovizijskom kamerom .....	14
3.3. Analiza podataka .....	15
3.4. Statistička obrada podataka.....	17
4. REZULTATI .....	18
5. RASPRAVA.....	22
6. ZAKLJUČAK.....	24
7. POPIS LITERATURE .....	25
7.1. Internet izvori: .....	27
8. SAŽETAK.....	28
9. SUMMARY .....	29
10. POPIS TABLICA.....	30
11. POPIS SLIKA.....	31
12. POPIS GRAFIKONA.....	32
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA	
BASIC DOCUMENTATION CARD	

## **POPIS KRATICA**

ICT – infracrvena termovizijska kamera;

KP – koronarno područje;

IKP – iznad koronarnog područja;

DeltaT - razlika između srednjih temperaturnih vrijednosti KP i IKP;

X – srednja vrijednost;

MIN - minimum;

MAX – maksimum;

SD – standardna devijacija;

SE – standardna pogreška;

HS - temperatura najtoplijih područja;

# 1. UVOD

## 1.1. Infracrvena termografija

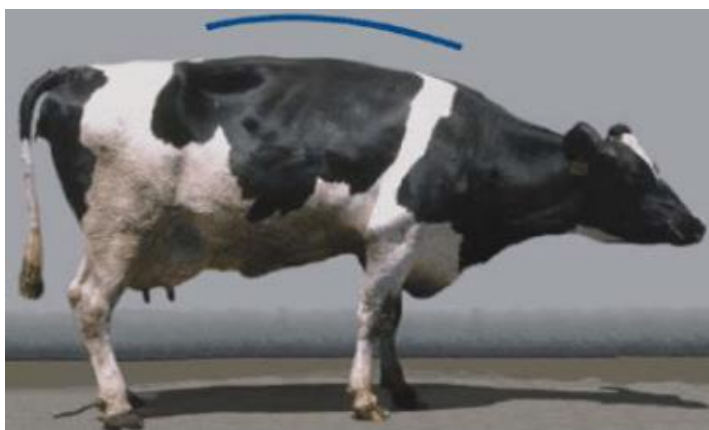
Infracrvena termografija je moderna, neinvazivna i sigurna metoda vizualizacije površinske temperature tijela (Alsaod i Buscher, 2012.). Svaki objekt stvara toplinsko zračenje u infracrvenom dijelu svjetlosnog spektra, čini intenzitet i raspodjela spektra ovisi o temperaturi površinskog sloja (Knizkova i sur., 2007.). Pomoću ove metode mogu se otkriti bolesti prije pojave vidljivih simptoma. Westermann i sur. (2013.) navode kako je oprema jednostavna za rad s minimalnim rizikom od ozljeda životinje ili uzgajivača. Iz tih razloga infracrvena termografija je prikladan dijagnostički alat, ali ju je važno kombinirati s drugim dijagnostičkim tehnikama (Hildebrandt i sur., 2010.). Rezultat termografskog mjerenja je termogram, koji u sivim tonovima ili nekoj drugoj paleti boja daje sliku temperaturne raspodjele na površini promatranog objekta. Temperaturna raspodjela posredno daje informaciju o različitim stanjima same površine ili je pak odraz strukture i unutrašnjeg stanja promatranog objekta (Švaić i Boras, 2005.). Na temelju termograma se radi detaljna analiza temperaturnog polja. Prema pristupu mjerenjima i obradi rezultata termografija se dijeli na aktivnu i pasivnu te na kvalitativnu i kvantitativnu (Švaić i Boras, 2005.). Aktivna se termografija zasniva na promatranju dinamičkog ponašanja površine objekta izloženog toplinskoj pobudi. Pasivna termografija promatra objekte u stacionarnom stanju. Naknadna obrada snimljenih termograma na računalu može biti kvalitativna ili kvantitativna. Kvalitativna podrazumijeva samo uočavanje mjesta različitosti, a kvantitativna podrazumijeva utvrđivanje iznosa temperatura, temperaturnih razlika ili emisijskih faktora po pojedinim lokacijama na termogramu (Švaić i Boras, 2005.). Temperatura ekstremiteta i kože u velikoj mjeri ovisi o cirkulaciji i metaboličkom stanju tog dijela tkiva (Berry i sur., 2003.). Jedan od glavnih simptoma upale je temperiranost područja, odnosno u području upale temperatura bude povećana. Zahvaljujući termovizijskoj kameri vrlo brzo i jednostavno se može uočiti povećana temperatura te se dijagnosticirati upala ili ozljeda na tijelu. Zbog navedenih prednosti, termovizijska kamera se sve više koristi u intenzivnoj stočarskoj proizvodnji. Također, termovizijska kamera se još koristi u: industriji, humanoj medicini i veterini.

## 1.2. Šepavost

Šepavost goveda je, uz mastitis, jedan od najznačajnijih zdravstvenih problema na intenzivnim mliječnim farmama koji uzrokuje velike ekonomske gubitke. Ekonomski gubici se događaju zbog: smanjene mliječnosti i plodnosti, veterinarskih troškova liječenja te prijevremenog izlučivanja iz stada. Također, uz ekonomske gubitke životinja trpi bolove dok se kreće te se na taj način narušava njena dobrobit. Šepavost se može usko povezati s nelagodnom i bolovima u nogama, odnosno bolestima papaka goveda. Najznačajnija bolest papaka je laminitis, a još postoji: traumatski čir, međupapčana fegmona i interdigitalni dermatitis.

Neki od čimbenika koji mogu utjecati na pojavu šepavosti su:

- **loša njega papaka:** lošom korekcijom papaka ili izostankom korekcije papaka povećava se mogućnost pojave šepavosti zbog prekomjernog rasta papaka i mogućih ozljeda
- **hranidba:** neizbalansirana hranidba, odnosno povećani udio proteina u hranidbi može rezultirati laminitisom, odnosno pojavom šepavosti
- **genetska predispozicija:** određene pasmine imaju veće šansu oboljeti od šepavosti od drugih pasmina
- **loši uvjeti držanja:** neredovitim čišćenjem staje povećava se udio vlage i zahvaljujući pogodnim uvjetima bakterije se ubrzano razmnožavaju i rastu



Slika 1. Šepavost goveda

Izvor: <http://www.thecattlesite.com/articles/contents/13-05-30Cattle2.gif>



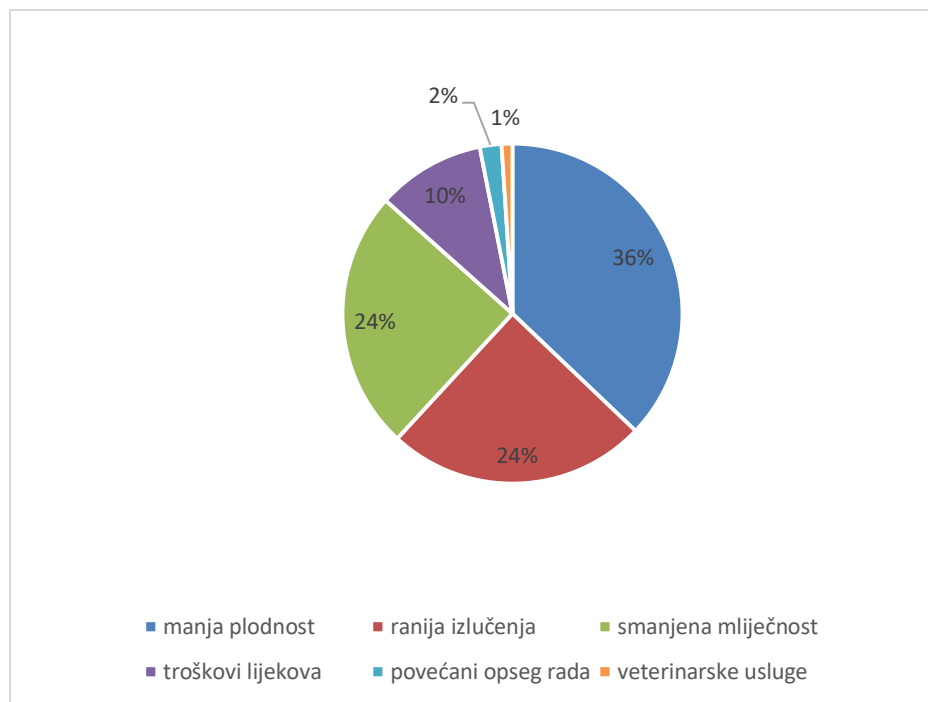
### **1.3. Posljedice šepavosti na životinju**

Posljedice šepavosti na životinje su vrlo izražene i značajne. Prije svega, životinja trpi velike bolove pri samom kretanju i samim tim njena dobrobit je ugrožena. Životinja često ima problema s papcima, ali ne pokazuje vidljive znakove bolesti pa samim time njena bol zna biti kronična. Također, pojavom šepavosti može se pretpostaviti da je životinja i prije pojave šepavosti živjela u lošim higijenskim uvjetima i da nije vođena odgovarajuća briga o njoj. Uzeći u obzir da se životinja teško kreće, počinju se manifestirati i popratni problemi poput:

- gubitak apetita jer životinja izbjegava svaki oblik kretanja
- mastitis: životinja većinu vremena provodi ležeći te na taj način pospešuje ulazak patogenih mikroorganizama kroz sisni otvor i razvoj mastitisa
- smanjena plodnost
- smanjena mliječnost zbog gubitka apetita

### **1.4. Posljedice šepavosti na poslovanje farme**

Glavni cilj intenzivne govedarske mliječne proizvodnje je proizvoditi što više kvalitetnijeg mlijeka po kravi uz što manje dodatnih troškova, odnosno ostvarenje što većeg ekonomskog profita. Međutim, posljedice šepavosti se značajno razlikuju od glavnog cilja. Pojavom šepavosti smanjuje se mliječnost krava, a samim time smanjuje se količina, ali i kvaliteta mlijeka. Također, smanjuje se plodnost pa se određeni postotak krava mora izlučiti iz stada i zamijeniti novim kravama. Velike probleme stvaraju i veterinarski troškovi liječenja krava zbog nepravovremenog uočavanja pojave šepavosti. Može se ustanoviti da su posljedice šepavosti na poslovanje farme ogromne s obzirom na sve navedene posljedice, odnosno financijske troškove u intenzivnoj mliječnoj proizvodnji koji su nastali pojavom šepavosti.



Grafikon 1. Struktura financijskih gubitaka zbog šepavosti prilagodio Bank prema Willshire i Bell (2009.)

Prema Willshire i Bell (2009.) a što je prikazano u Grafikonu 1. najveći financijski gubici su nastali zbog manje plodnosti krava, smanjene mliječnosti i ranijeg izlučivanja, dok su manji financijski gubici nastali zbog troškova lijekova, povećanog opsega rada i veterinarskih usluga.

Utjecaj šepavosti na poslovanje farme istražio je Kos (2005.) te prema podacima u Austriji su gubici zbog šepavosti od 130 do 600 eura po kravi godišnje, odnosno prosječan financijski gubitak je oko 400 eura po kravi. Uzevši u obzir da je na farmi 16 od 50 krava godišnje šepavo, što daje postotak od 31% učestalosti šepavosti godišnje.

Također, Kos (2005.) istražio je i stanje u Hrvatskoj te došao do podataka da je utvrđena šepavost na 34% krava od ukupno 206. S obzirom na trajanje šepavosti, potrebno vrijeme liječenja i karence za mlijeko, došao je do zaključka da je proizvodnja tih krava bila smanjena za 20%. Odnosno, od očekivanih 6000 kilograma gubitak je 1200 kilograma mlijeka. Što dovodi do financijskog gubitka od 3120 kuna u jednoj laktaciji.

## 1.5. Prevencija šepavosti

Pojavu šepavosti kod krava mogu uzrokovati višebrojni različiti čimbenici pa se zbog toga i sama prevencija šepavosti mora provoditi kroz različite mjere i načine.

Ključne preventivne mjere protiv šepavosti su:

- korekcija papaka
- održavanje hijene u štali i dobrobit životinja
- mogućnost trošenja papaka
- genetska predispozicija
- uravnotežena hranidba
- dezinfekcija papaka

**Korekcija papaka** jedan je od osnovnih, ali i najvažnijih koraka prevencije šepavosti krava. Proces rasta papaka odvija se cijeli život te je njihov porast oko 6 milimetara u mjesec dana. U prirodnim uvjetima krave troše papke te se njihov rast regulira, ali u intenzivnom mliječnom stočarstvu papci se ne troše te je njihov rast nekontroliran. Nekontroliranim rastom papak postaje znatno duži od uobičajenih 7 centimetara te uzrokuje razne probleme. Najčešće problemi nastaju jer krave zapinju prevelikim papcima te nastaju ozljede koje se pretvaraju u veliku bol pri kretanju te naknadno pojavu šepavosti. Također, prekomjernim rastom papaka položaj nogu postane nepravilan što dodatno kravi uzrokuje nelagodu i frustraciju. Uzevši u obzir sve probleme koji nastaju prekomjernim rastom papaka, može se doći do zaključka da je korekcija papaka od velike važnosti. Korekcija papaka se preporučuje obavljati dvaput godišnje.



Slika 2. Korekcija papaka

Izvor: <https://www.agridirect.ie/blog/wp-content/uploads/2017/05/hoof-blog.png>

**Održavanjem higijene u štali** povećava se zdravstvena zaštita krava od pojave šepavosti. Zahvaljujući redovitim čišćenjem štale i prostora u kojem krave borave smanjit će se vlažnost i prljavština u razini papaka te se na taj način smanjuje mogućnost razmnožavanja mikroorganizama i sprječava razvoj bakterijskih bolesti koje uzrokuju probleme s papcima, odnosno pojavu šepavosti. Povećanje higijene u štali može se postići i upotrebom stelje koja se mora svakodnevno mijenjati kako bi ostala suha. Održavanjem higijene štale povećava se dobrobit životinja te samim time se smanjuje stres kod životinja koji je također jedan od mogućih razloga nastanka šepavosti.

Mogućnost trošenja papaka podrazumijeva osiguravanje određene ograđene prirodne površine kravama u kojoj bi se mogle **slobodno kretati i na taj način trošiti papke** i kontrolirati njihov rast. Također, na ovaj način bi se povećala **dobrobit životinja** te bi se dodatno smanjila mogućnost za šepavost.

**Povezanost genetske predispozicije** krava i šepavosti istražila je Weber (2013.) navod Kos (2005.) te je došla do zaključka da se izborom odgovarajućeg bika, čije kćeri imaju manje problema s deformacijama i bolestima papaka, rizik od pojave šepavosti znatno smanjuje. Do zaključka je došla tako da je utvrdila da od 20 najboljih bikova samo 2% njihovih kćeri imaju problema s papcima, a od 20 najlošijih bikova čak oko 10% njihovih kćeri imaju probleme s papcima. Uzeći u obzir utvrđene podatke, može se zaključiti da se izborom kvalitetnog selektiranog bika smanjuje mogućnost pojave šepavosti.

**Uravnotežena hranidba** predstavlja važan faktor pri prevenciji šepavosti. Pojava šepavosti može se pojaviti zbog neuravnotežene hranidbe, odnosno hranidbom s prekomjernim udjelom proteina u obrocima.

**Dezinfekcija papaka** jedna je od najčešćih preventivnih mjera zbog svoje jednostavnosti i niske cijene. Dezinfekcija se provodi sa ciljem da spriječi razvoj nepoželjnih infekcija te da se papak očvrsti. Preporučuje se dezinficirati jednom mjesečno u trajanju od tri dana kako bi dezinfekcija bila uspješna. Najčešći dezinficijensi koji se koriste su: formalin i bakar-sulfat.

Jedan od suvremenih načina preventivne šepavosti je **upotreba infracrvene termovizijske kamere**. Infracrvena termovizijska kamera ima sposobnost utvrditi i najmanje promjene na papcima. Najčešće te promjene na papcima budu rani oblici nastanka bolesti papaka, odnosno šepavosti te na taj način možemo ukloniti utvrđene abnormalnosti na papcima te tako preventivno reagirati na daljnji razvoj šepavosti kod goveda. Zahvaljujući pouzdanosti u dijagnosticiranju ranih promjena na papcima, ova metoda omogućuje znatne uštede u intenzivnoj govedarskoj mliječnoj proizvodnji i pomaže nam pri prevenciji šepavosti.

### **1.6. Cilj i hipoteza rada**

Cilj ovog diplomskog rada bio je primjenom infracrvene termografijom uočiti temperaturna područje papaka nogu krava, koja su pod sumnjom upalne promjene, a da nisu vidljiva golim okom.

Hipoteze rada su:

- Infracrvena termovizijska kamera će detektirati područja sa višim vrijednostima temperature papaka i nogu, u odnosu na okolnu površinu nogu.
- Temperatura površine papaka prednjih nogu je različita od stražnjih.

## **2. PREGLED LITERATURE**

### **2.1. Primjena infracrvene termografije u stočarstvu**

Razvojem intenzivnog stočarstva razvijaju se i razne moderne tehnologije koje služe kao pomoć pri ostvarivanju što boljih proizvodnih rezultata te povećanju profitabilnosti proizvodnje. Jedna od tih tehnologija je infracrvena termografija, odnosno upotreba infracrvene termovizijske kamere u intenzivnom stočarstvu. Primjena infracrvene termografije u stočarstvu postaje sve više zastupljenija u stočarstvu zbog mnogobrojnih prednosti korištenja. Infracrvena termovizijska kamera se koristi gotovo u svim granama stočarstva. U govedarskoj proizvodnji se najčešće koristi kao preventivna metoda sprječavanja nastanka mastitisa i bolesti papaka kod goveda.

U detekciji upalnih promjena kod primjene implantata u ušima goveda primjenom infracrvene termografije radili su Spire i sur. (1999.), te su utvrdili značajno različitu temperaturu tijela između zdravih ušiju i onih koji su bili pod upalnom promjenom.

U istraživanju Schaefer i sur. (2003.) uočeno da je praćenje temperature očiju dobar indikator za detekciju zaražene teladi virusom koji uzrokuje proljeve, te je moguće njihovo otkrivanje do tjedan dana prije nego se razviju simptomi bolesti.

Sabec i Lazar (1990.) utvrdili su značajnu razliku između temperatura bolesnih nogu u odnosu na temperaturu zdravih nogu Landras pasmine svinja. Primjenom infracrvene termografije moguće je utvrditi koje svinje će imati veću količinu defektnog mesa nakon klanja kako navode Gariepy i sur. (1989.), te prema Schaefer i sur. (1989.) koji genotipovi svinja će imati veću zastupljenost blijedog, mekanog i vodenastog mesa prema njihovoj temperaturi tijela prije klanja.

#### **2.1.1. Primjena infracrvene termografije u otkrivanju temperaturnih promjena na tkivu sisa vimena krava nakon mužnje**

Provedena su razna istraživanja o primjeni infracrvene termografije vezana za otkrivanje temperaturnih promjena na tkivu sisa vimena krava, a jedno od njih je i ono od Kunc i sur. (2007.) koji su testirali primjenu infracrvene termografije u procesima mužnje, te su zaključili da je ova metoda vrlo korisna kao preventivna indirektna i neinvazivna metoda u

utvrđivanju kondicije sisa i vimena te je obećavajuća njezina primjena u ranoj detekciji mastitisa.

Sposobnosti infracrvene termografije i njezine povezanosti sa indikatorima mastitisa u svrhu rane detekcije mastitisa mliječnih krava istraživali su Sathiyabarathi i sur. (2016.). Njihovi rezultati pokazali su da je površinska temperatura kože sisa u pozitivnoj korelaciji sa električnom provodljivošću ( $r=0,95$ ) i BSS ( $r=0,93$ ) te su utvrdili da je veća osjetljivost površinske temperature kože sisa u ranom predviđanju subkliničkog mastitisa s graničnom vrijednosti temperature  $>37.61^{\circ}\text{C}$ .

Tangorra i sur. (2019.) radili su istraživanje otkrivanja stresa sisa vimena krava nakon mužnje primjenom infracrvene termografije te su zaključili da postoji značajna korelacija između prosječnih i maksimalnih temperaturnih vrijednosti tkiva sisa sa promjenama boje sisa koje su kratkoročni indikatori stresa tkiva nakon mužnje.

Istraživanje utjecaja robotizirane mužnje na temperaturne promjene na tkivu sisa vimena krava Holstein pasmine prikazao je i Raković (2020.) koji je mjerio temperature tkiva sisa vimena krava neposredno prije i poslije mužnje. Rezultati njegova istraživanja utvrdili su visoko značajne ( $p<0,0001$ ) razlike u temperaturnim vrijednostima tkiva prednje lijeve sise nakon mužnje u odnosu na iste prije mužnje, temperatura vrha sise bila je približno  $7^{\circ}\text{C}$  veća nakon mužnje te da su vrijednosti najhladnijih i najtoplijih točaka na sisama bile značajno ( $p<0,0001$ ) veće nakon mužnje u prosjeku za  $4^{\circ}\text{C}$ .

## **2.2. Primjena infracrvene termografije u otkrivanju upalnih promjena na papcima**

S obzirom na veliku učestalost šepavosti u govedarskoj proizvodnji i velike ekonomske probleme koje uzrokuje, provedena su mnogobrojna istraživanja u cilju otkrivanja upalnih promjena na papcima. Problematiku upalnih promjena na papcima istraživali su Bobić i sur. (2016., 2017., i 2018.). Najznačajnija istraživanja su proveli 2016. i 2017. godine sa ciljem testiranja uspješnosti primjene infracrvene termovizijske kamere u farmskim uvjetima. Odnosno, htjeli su utvrditi pouzdanost primjene infracrvene termovizijske kamere u ranom otkrivanju upalnih promjena. Istraživanje Bobić i sur. (2017.) provodili su s infracrvenom termovizijskom kamerom snimajući papke Holstein krava pri ulasku ili izlasku s redovitim

mužnji. Važno je naglasiti da snimljene krave nisu pokazivale nikakve simptome bolesti. Također, nisu uočene nikakve vizualne promjene na nogama niti promjene u kretanju krava. Nakon snimanja i analize termograma, provedeno je izdvajanje krava za koje se sumnja da imaju neke promjene tkiva. Izdvojene krave su pregledane od strane papkara kako bi se utvrdilo stvarno stanje papaka. Pregledom je utvrđeno da čak 63% krava imaju neku vrstu promjene tkiva minimalno na jednom papku. S tim podacima, može se zaključiti da su Bobić i sur. (2017.) dokazali da je pouzdanost, primjene infracrvene termovizijske kamere u ranom otkrivanju upalnih promjena na papcima, vrlo visoka te da se u ovom istraživanju kretala oko 63%. Bobić i sur. (2017.) također navode značajno veće ( $p < 0,05$ ;  $p < 0,0001$ ) temperaturne vrijednosti u rasponu od 2 do 8 °C na papcima bolesnih u odnosu na papke zdravih krava.

Alsaad i sur. (2015.) u svome istraživanju navode visoki potencijal primjene infracrvene termografije u mliječnom govedarstvu u detekciji ranijih stadija bolesti na papcima krava.

Značajno veću temperaturu koronarnog područja na papcima bolesnih nogu krava koje su u ranijem stadiju laktacije utvrdili su Nikkah i sur. (2005.) i Alsaad i Büscher (2012.). Nadalje, Bobić i sur. (2018.) utvrdili su značajno jači utjecaj stadija laktacije u odnosu na redoslijed laktacije na temperaturu koronarnog područja papaka krava u proizvodnji mlijeka.

Zahvaljujući ovim istraživanjima i na temelju utvrđenih rezultata, može se jasno očitati pouzdanost i djelotvornost primjene infracrvene termovizijske kamere za rano otkrivanje promjena tkiva na papcima krava. Ranim otkrićem upalnih promjena tkiva na papcima krava se može spriječiti nastanak šepavosti kod goveda, što bi rezultiralo unaprjeđenjem stočarske proizvodnje, manjim proizvodnim troškovima i u konačnici većim ekonomskim profitom.



### 3. MATERIJALI I METODE

#### 3.1. Lokacija i oprema korištena u istraživanju

Istraživanje je provedeno na farmi mliječnih goveda Topolik (Slika 1.) koja je u vlasništvu tvrtke Belje plus d.o.o.. Farma Topolik specifična je po robotiziranoj mužnji koja se obavlja sa šest potpuno automatiziranih robota. Smještena je u blizini Darde, a kapacitet farme je 450 grla. Istraživanje je provedeno tijekom mjeseca studenog 2019. godine. Za potrebe istraživačkog rada nasumično je izabrano 16 krava pasmine Holstein koje su se nalazile u čekalištu ispred robota za mužnju (Slika 2.). Izabrane krave su bile u istoj proizvodnoj grupi koje proizvode preko 40 litara mlijeka dnevno, ali su bile različitih stadija i rednog broja laktacija (Tablica 1.).



Slika 3. Farma Topolik

Izvor: [https://www.belje.hr/files/2016/02/Mlije%C4%8Dno-govedarstvo\\_Topolik-2-1-1200x800.jpg](https://www.belje.hr/files/2016/02/Mlije%C4%8Dno-govedarstvo_Topolik-2-1-1200x800.jpg)

Tablica 1. Osnovni proizvodni pokazatelji krava (n = 16) obuhvaćenih istraživanjem

Svojstvo	X	MIN	MAX	SD	SE
Redni broj laktacije	1,80	1,00	4,00	1,11	0,14
Stadij laktacije (dana)	143,66	32,00	265,00	72,61	9,30
Dnevna količina mlijeka (kg)	38,18	28,40	55,50	7,80	1,00

\*X – srednja vrijednost; MIN- minimum; MAX – maksimum; SD – standardna devijacija; SE – standardna pogreška



Slika 4. Krave u čekalištu

Izvor: F. Bank

Oprema koja je korištena za potrebe mjerenja temperature površine papaka je infracrvena termovizijska kamera FLIR i7 (Slika 3). Infracrvena termovizijska kamera FLIR i7 omogućuje vrlo pouzdano i jednostavno mjerenje temperature željenog predmeta i očitavanje objektivnih podataka koji su potrebni za istraživanje. Koristi se u razne svrhe kao

što su otkrivanje: vlage, neispravnih izolacija, električnih problema i strukturnih nedostataka, a također se koristi i kao pomoćno sredstvo u humanoj medicini i veterini.

Nekoliko najvažnijih karakteristika FLIR i7 su:

- rezolucija termovizijske slike: 19,600 piksela ( 140 x 140 )
- termalna osjetljivost: < 0.1°C pri 25°C
- trajanje baterije 5 sati nakon punjenja
- težina: 340 grama
- ekran: 2.8 LCD
- raspon temperature: od -20 do 250 °C
- pohrana do 5000 slika na 512mb miniSD karticu
- sadrži odgovarajući softver za očitavanje i analizu rezultata
- vodootporna do dubine 2 metra
- jednostavna za korištenje i preporučljiva za početnike



Slika 5. Infracrvena termovizijska kamera FLIR i7

Izvor: <https://www.tequipment.net/FLIRi7.html#description>



### 3.2. Mjerenje sa infracrvenom termovizijskom kamerom

Snimanje sa infracrvenom termovizijskom (ICT) kamerom se provodilo u čekalištu u kojem su krave čekale svoj red na mušnju ispred automatiziranih muznih robota. Snimanje se provodilo tako što se prvo utvrdio farmski broj krave kako bi se poslije znalo o kojoj se točno kravi radi i kako bi se mogli dobiti detaljni podaci: o količini pomuzenog mlijeka, životnoj dobi, redom broju i stadiju laktacije. Navedeni podaci se mogu utvrditi zahvaljujući muznom robotu koji identificira životni broj krave te bilježi sve podatke o njoj i šalje u bazu podataka. Nakon što se utvrdi farmski broj krave i upiše u terenske liste slijedi snimanje same krave pomoću ICT kamere (Slika 4.). Snimanje ICT kamerom se provodilo na način da su se prvo snimale prednje noge, a zatim stražnje noge. Snimke nogu se automatski spremaju na memoriju kartice te se odmah mogu pregledati što omogućuje sigurnost u istraživanju i mogućnost ponovnog snimanja ako postoji potreba za tim.

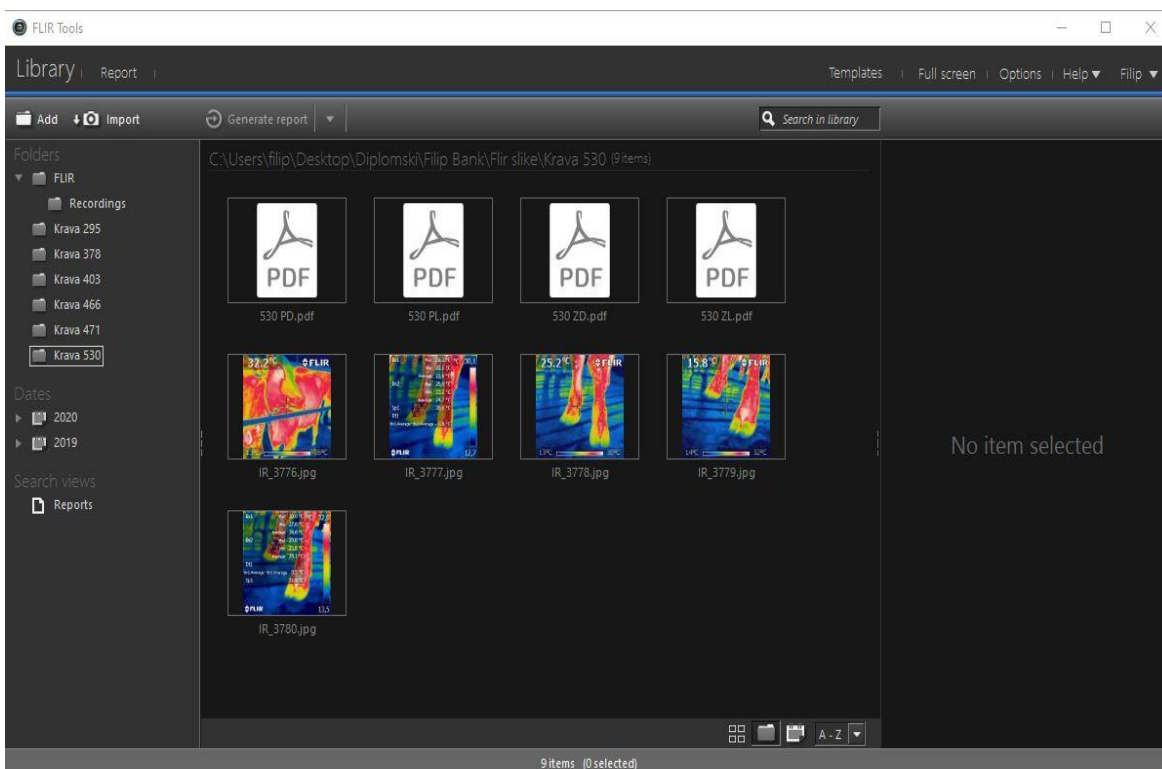


Slika 6. Snimanje sa ICT kamerom

Izvor : T. Bobić

### 3.3. Analiza podataka

Nakon obavljenog snimanja prikupljeno je ukupno 32 infracrvene slike od 16 odabranih krava. Odnosno prikupljene su po dvije slike od svake odabrane krave. Prikupljene infracrvene slike obrađene su u programu FLIR Tools Version 6.4.18039.1003 (Slika 5.). Radi se o programu koji je specijalizirano napravljen za obrađivanje i analizu infracrvenih slika snimljenih s infracrvenom termovizijskom kamerom FLIR i7. Program se odlikuje raznim mogućnostima kao što su: određivanje maksimalne i minimalne temperature, izračunavanje srednje vrijednosti temperature određenog područja i izračunavanje razlika srednjih vrijednosti temperatura. Također, postoje mogućnosti prilagodbe mjernih jedinica ovisno o potrebama te mogućnost spremanja dobivenih analiza u raznim oblicima.



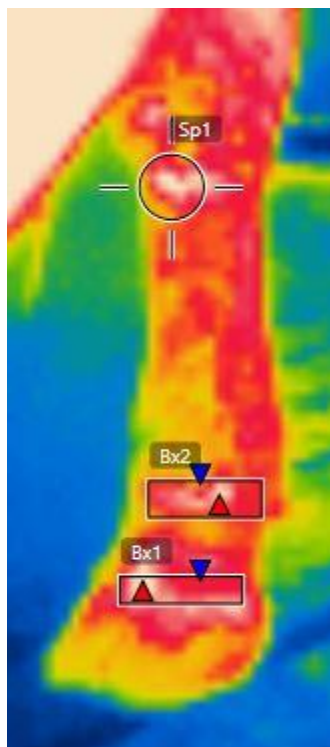
Slika 7. FLIR Tools

Izvor: F. Bank

U programu FLIR Tools obrađene su sve 32 infracrvene slike, odnosno obrađena je zasebno svaka noga na kravi koja je snimljena ICT kamerom.

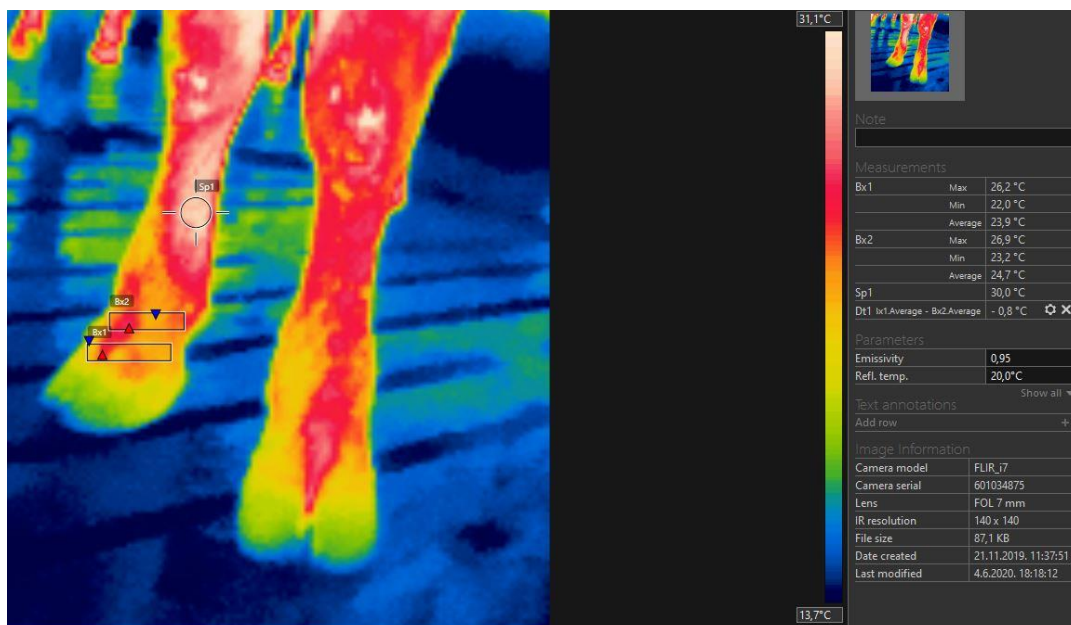
Na infracrvenim slikama obilježeni su sljedeći parametri (Slika 6. i Slika 7. ) :

- točka mjerenja (Spot measurement – Sp1) – najtoplija točka
- područje mjerenja 1 (Box measurement– Bx1) – koronarno područje na infracrvenoj slici
- Max - maksimalna temperatura u koronarnom području Bx1
- Min - minimalna temperatura u koronarnom području Bx1
- Average 1 – prosjek temperature u koronarnom području Bx1
- područje mjerenja 2 (Box measurement– Bx2) – područje iznad koronarnog područja na infracrvenoj slici
- Max - maksimalna temperatura iznad koronarnog područja Bx2
- Min - minimalna temperatura iznad koronarnog područja Bx2
- Average 2 – prosjek temperature iznad koronarnog područja Bx2
- DeltaT – razlika prosječnih temperatura između Average 1 i Average 2



Slika 8. Mjerne točke na ICT slici

Izvor: F. Bank



Slika 9. Mjerene točke i dobiveni parametri na ICT slici

Izvor: F. Bank

### 3.4. Statistička obrada podataka

Statistička obrada podataka napravljena je pomoću programa StatSoft Statistica 13, (2018). Za procjenu utjecaja pozicije noge na temperaturne vrijednosti površine papaka korištena je One-way ANOVA, a značajnost razlika testirana je s Fisher LSD testom ( $P < 0,01$ ).

## 4. REZULTATI

Krave obuhvaćene istraživanjem bile su od prve do četvrte laktacije, te u prosjeku u 144-om danu laktacije. Njihova dnevna proizvodnja se kretala od minimalno 28 do 60 kg mlijeka, što je u prosjeku iznosilo 38 kg (Tablica 1.). Kako je prikazano u Tablici 2. vrijednosti temperatura koronarnog područja (KP) kretale su se u rasponu od minimalno 17,20 do maksimalno 34,10 °C, dok je najmanja prosječna vrijednost KP iznosila 22,12 a najveća 28,27 °C.

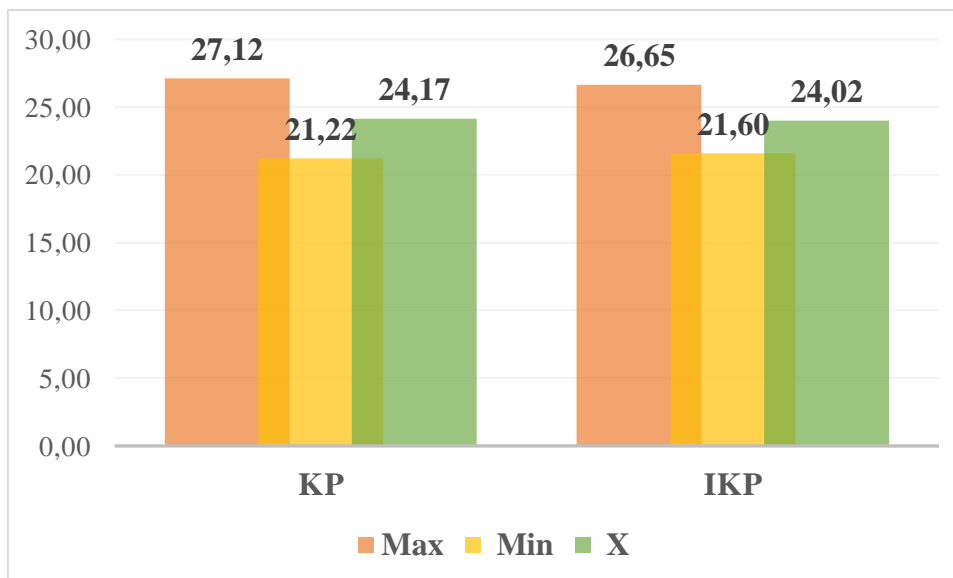
Tablica 2. Deskriptivna statistika istraživanih svojstava mjerenih infracrvenom termovizijskom kamerom

Svojstva		X	MIN	MAX	SD	SE
KP	maksimalna	28,27	18,90	34,10	3,36	0,43
	minimalna	22,12	17,20	27,60	2,47	0,32
	srednja	25,10	17,90	30,20	2,73	0,35
IKP	maksimalna	27,41	19,20	33,30	2,98	0,38
	minimalna	22,60	16,60	28,20	2,66	0,34
	srednja	24,99	17,80	31,10	2,72	0,35
DeltaT	srednja	0,11	-1,60	2,40	0,85	0,11

\*KP – koronarno područje; IKP – iznad koronarnog područja; DeltaT razlika između srednjih temperaturnih vrijednosti KP i IKP; X – srednja vrijednost; MIN- minimum; MAX – maksimum; SD – standardna devijacija; SE – standardna pogreška

Prosječne vrijednosti iznad koronarnog područja (IKP) imale su nešto niže izmjerene temperaturne u odnosu na KP, te su se kretale od minimalno 16,60 do maksimalno 33,30 °C (Tablica 2.), dok je minimalna prosječna vrijednost IKP bila nešto veća, a maksimalna nešto manja u odnosu na te iste vrijednosti kod KP (22,60; 27,41 °C). U Tablici 2. su također prikazane vrijednosti DeltaT koja predstavljaju temperaturnu razliku između KP i IKP, a u prosjeku su iznosile 0,11 °C, dok su minimalne i maksimalne vrijednosti bile -1,60 i 2,40 °C.





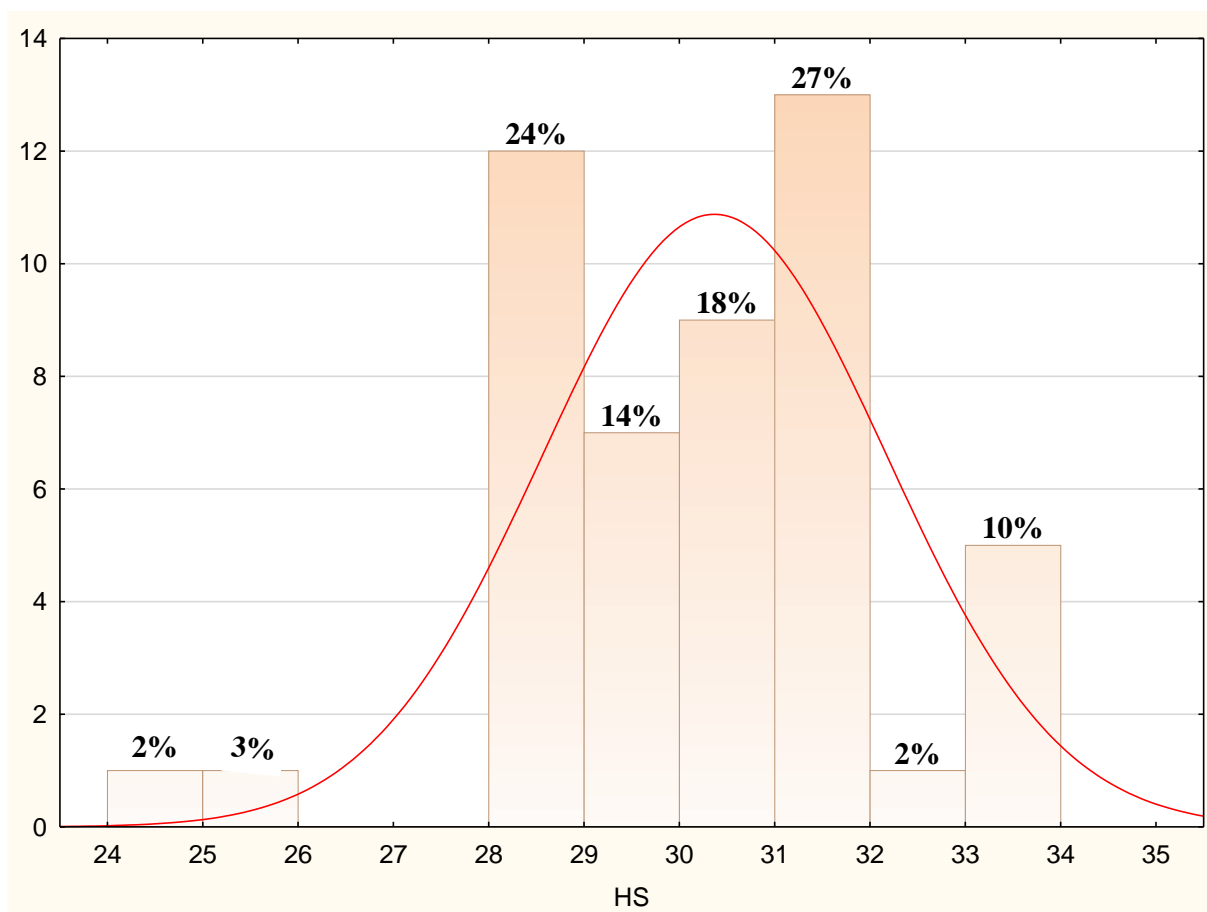
Grafikon 2. Prosječne vrijednosti maksimalnih, minimalnih i srednjih temperaturnih vrijednosti koronarnog i iznad koronarnog područja prednjih nogu

Prema Grafikonu 1. prosječne vrijednosti maksimalnih, minimalnih i srednjih temperaturnih vrijednosti koronarnog područja prednjih nogu iznosile su: 27,12, 21,22 i 24,17 °C, dok su te iste vrijednosti za IKP bile nešto niže te su iznosile: 26,65, 21,60 i 24,02 °C. Izmjerene temperaturne vrijednosti za KP kod stražnjih nogu u usporedbi sa istim vrijednostima na prednjim nogama bile su približno iste (26,65; 21,60; 24,02 °C), dok su temperaturne vrijednosti IKP stražnjih nogu bile nešto veće u odnosu na prednje (28,15; 23,56; 25,93 °C, Grafikon 2.)



Grafikon 3. Prosječne vrijednosti maksimalnih, minimalnih i srednjih temperaturnih vrijednosti koronarnog i iznad koronarnog područja stražnjih nogu

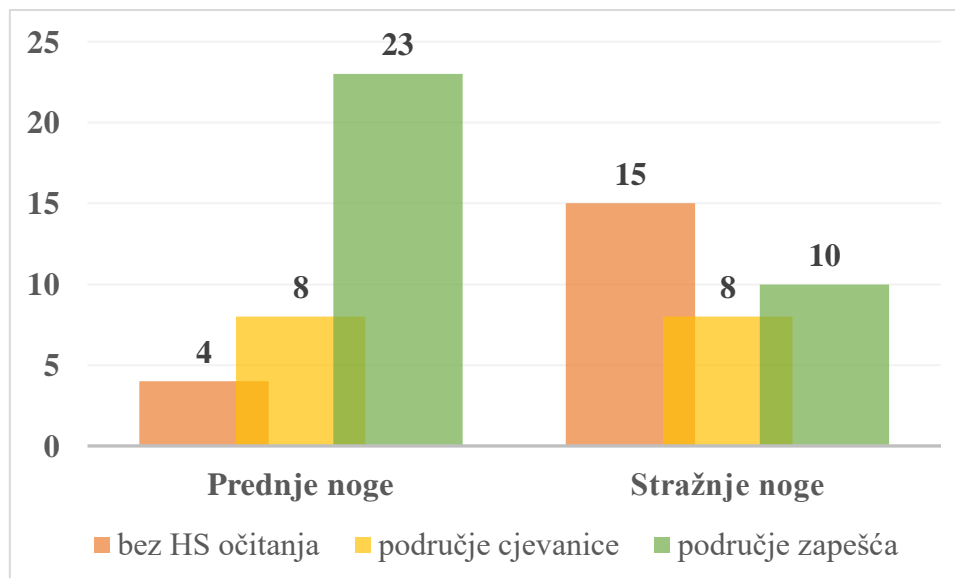
Prema Grafikonu 3. raspon temperatura najtoplijih područja (HS) na prednjim i stražnjim nogama koji ukazuju na neku upalnu promjenu kretale su se sa 95% u rasponu od 28 do 34 °C, dok je preostalih 5% imalo temperaturu od 24 do 26 °C.



Grafikon 4. Distribucija najtoplijih točaka na prednjim i stražnjim nogama

Promatrajući prednje noge, najučestalija područja koja su bila izražajno toplija od ostalih dijelova nogu zabilježena su na zapešću, sa čak 23 HS-a (Grafikon 4.), dok je na području prednje cjevanice utvrđeno 8 HS očitavanja.

U Grafikonu 4. također se može primijetiti da je na stražnjim nogama bilo manje uočenih najtoplijih točaka (15) u odnosu na prednje noge, dok je na području zapešća bilo više HS-a u odnosu na područje stražnje cjevanice (10 : 8).



Grafikon 5. Prikaz najtoplijih točaka (HS) koje su zabilježene termovizijskom kamerom u ovisnosti o mjestu pojavnosti na prednjim i stražnjim nogama

Gledajući sumarno sve noge, na prednjim nogama je utvrđen veći broj najtoplijih točaka koje su posljedica nekih povreda, rana, oteklina i slično. Dok je područje zapešća, neovisno o poziciji noge, bilo žarište najtoplijih točaka.

Tablica 3. Značajnost razlika između mjerenih svojstava prednjih i stražnjih nogu

Svojstvo	Prednje noge (C°)	Stražnje noge (C°)	P
<b>KP</b>	24,17	26,00	p<0,01
<b>IKP</b>	24,02	25,93	p<0,01
<b>DeltaT</b>	0,15	0,07	NS

\* Vrijednosti s različitim slovima u istom redu statistički su značajne (p<0,01); NS – nema značajnosti; KP – koronarno područje; IKP – iznad koronarnog područja; DeltaT razlika između srednjih temperaturnih vrijednosti KP i IKP

Prema podacima prikazanim u Tablici 3. temperature koronarnog područja prednjih nogu bile su značajno (p<0,01) manje u odnosu na te vrijednosti na stražnjim nogama (24,17 : 26,00). Iznad koronarno područje je također bilo značajno (p<0,01) hladnije u odnosu na to područje kod stražnjih nogu za približno 2 °C (24,02 : 25,93). Za DelatT nije utvrđena značajna razlika između prednjih i stražnjih nogu.

## 5. RASPRAVA

Rezultati istraživanja Alsaad i Büscher (2012.) i Poikalainen i sur. (2012.) ukazuju na veliku mogućnost pouzdane primjene termografije u ranoj detekciji bolesti papaka, a prije razvoja šepavosti. Mogućnost njezine primjene ogleda se u njezinoj sposobnosti da detektira i vizualizira površinske temperature tijela. Budući da temperatura ekstremiteta i kože u velikoj mjeri ovise o cirkulaciji i metaboličkom stanju tok dijela tkiva (Berry i sur., 2003.), posebice pri upalnim procesima. Tijekom upale pojačava se obrambena aktivnost organizma, te se intenzivira cirkulacija na tom dijelu tijela zbog čega dolazi do pojačanja temperature okolnog tkiva koja se lako može detektirati primjenom termovizijskih kamera.

Za razliku od Schmidt i sur. (2003.) i Wilhelm (2010.) navod Alsaad i Büscher (2012.) koji su pomoć infracrvene termografije mjerili tabanskog područje papaka, u ovom istraživanju su rađena snimanja koronarnog (KP) i iznad koronarnog (IKP) područja (prema Alsaad i Büscher, 2012.) koje je znatno više prokrvljeno te ne iziskuje direktan kontakt i manipulaciju sa kravama tijekom terenskog rada.

U provedenom istraživanju na grupi krava Holstein pasmine utvrđeno je da su vrijednosti temperatura KP područja (od 17,20 do 34,10 °C) bile nešto veće u odnosu na rezultate koje su dobili Bobić i sur. (2017.), čije su se vrijednosti kretale u rasponu od minimalno 12,70 do maksimalnih 29,90 °C. Isti autori su zabilježili i nešto niže prosječne minimalne i maksimalne vrijednosti temperature koronarnog područja komparabilno sa vrijednostima prikazanim u ovom istraživanju (18,00; 21,97 : 22,12; 28,27 °C).

Stadij laktacije značajno utječe na vrijednosti temperatura KP i IKP, tako primjerice Alsaad i Büscher (2012.), Nikkah i sur. (2005.), Bobić i sur. (2018.) su utvrdili značajno veće vrijednosti KP i IKP u krava ispod 200 dana laktacije u odnosu na one iznad 200 dana (do 31,80 °C). Njihove vrijednosti su bile nešto više u odnosu na vrijednosti u ovom istraživanju u kojem su krave u prosjeku bile u 144. danu laktacije te imale u prosjeku do 25,10 i 24,99 temperature KP i IKP.

Promatrajući temperaturne vrijednosti KP i IKP prema poziciji nogu utvrđene su značajne ( $p < 0,01$ ) razlike, odnosno temperature koronarnog i iznad koronarnog područja prednjih nogu su manje u odnosu na te vrijednosti na stražnjim nogama (od 21,22 do 27,12 : od 21,60 do 28,15 °C). U istraživanju Bobić i sur. (2016.) utvrđena je veća zastupljenost bolesnih papaka na stražnjim nogama u odnosu na prednje a samim tim i veće temperaturne

vrijednosti KP. Prema Nikkah i sur. (2005.) to se može objasniti neravnomjernom raspoređenosti tjelesne mase u stražnjeg dijela tijela povećavajući opterećenje na papcima stražnjih nogu, povećavajući njihovoj podložnosti ozljedama i obolijevanju. Vrijednosti KP prednjih i stražnjih nogu koje su dobili Bobić i sur. (2017.) bile su niže komparabilno sa vrijednostima u ovom istraživanju (18,00,18,39; 21,97, 21,62 °C).

Rezultati u ovom istraživanju pokazali su veliku zastupljenost (95%) najtoplijih točaka (HS) na prednjim i stražnjim nogama koji ukazuju na neku upalnu promjenu u temperaturnom iznosu od 28 do 34 °C, dok je preostalih 5% imalo temperaturu od 24 do 26 °C. Najučestalija područja koja su bila izražajno toplija od ostalih dijelova i prednjih i stražnjih nogu zabilježena su na zapešću.

Razlika u prosječnim temperaturama KP i IKP odnosno Delta T u ovom istraživanju bila je znatno niža u odnosu na vrijednosti koje su dobili Alsaod i Büscher (2012.) (0,11 : 0,71 °C), što se može objasniti činjenicom da su spomenuti autori mjerili te vrijednosti na zdravim i bolesnim stražnjim nogama Holstein krava prije i nakon korekcije papaka, dok su u ovom istraživanju korištene očitavanja temperatura nogu krava koje nisu išle na korekciju papaka tijekom pokusa.

## 6. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada bio je primjenom infracrvene termografije uočiti temperaturna područja nogu, odnosno papaka krava, koja su pod sumnjom upalne promjene, a nisu vidljiva golim okom. Analizom prikupljenih podataka te njihovom statističkom obradom utvrđeni su sljedeći rezultati:

- raspon temperatura najtoplijih područja na prednjim i stražnjim nogama, koje ukazuju na neku upalnu promjenu, se kretao 95% u rasponu od 28 do 34 °C, dok je preostalih 5% od 24 do 26 °C;
- područje zapešća je bilo žarište najtoplijih izmjerenih točaka;
- temperature koronarnog područja prednjih nogu bile su značajno ( $p < 0,01$ ) manje u odnosu na te vrijednosti na stražnjim nogama (24,17 : 26,00 °C);
- temperature iznad koronarnog područja prednjih nogu također su bile značajno ( $p < 0,01$ ) hladnije u odnosu na to područje kod stražnjih nogu za približno 2 °C (24,02 : 25,93 °C);
- nije utvrđena značajna razlika između prednjih i stražnjih nogu u vrijednostima DeltaT

Na temelju navedenog prihvaćaju se postavljene hipoteze rada, te se može zaključiti da se primjenom infracrvene termografije mogu detektirati područja sa višim vrijednostima temperature u odnosu na ostale dijelove površine papaka i nogu, te da su temperature površine papaka prednjih nogu značajno ( $p < 0,01$ ) manje komparabilno sa stražnjim nogama.

Povišena temperatura pojedinih područja nogu i papaka mogu biti posljedica nekih povreda, rana, oteklina, začetka ili već uznapredovanog stadija bolesti i slično. Ukoliko se uočena stanja ne utvrde na vrijeme, odnosno ukoliko se ne krene u njihovo liječenje posljedično može doći do razvoja šepavosti krava. Zato je vrlo važno uočiti takve promjene prije razvoja vidljivih promjena na životinju (šepanja) u čemu može pomoći primjena infracrvene termografije.

## 7. POPIS LITERATURE

1. Alsaad, M. i Büscher, W. (2012.): Detection of hoof lesions using digital infrared thermography in dairy cows, 735-742.
2. Alsaad, M., Schaefer, A. L., Büscher, W. and Steiner, A. (2015) The Role of Infrared Thermography as a Non-Invasive Tool for the Detection of Lameness in Cattle. *Sensors*, 15, 14513-14525.
3. Berry R. J., Kennedy A. D., Scott S. L., Kyle B. L., Schaefer A. L. (2003.): Daily variation in the udder surface temperature of dairy cows measured by infrared thermography: Potential for mastitis detection. *Canadian Journal of Animal Science*, 83, 687–693.
4. Bobić T., Mijić P., Gregić M., Baban M., Gantner V. (2016.): Primjena termovizijske kamere u ranom otkrivanju bolesti papaka mliječnih krava. *Krmiva*, 58 (2): 56-59.
5. Bobić, T., Mijić, P., Gregić, M., Bagarić, A., Gantner, V. (2017.): Early Detection of the Hoof Diseases in Holstein Cows Using Thermovision Camera. *Agriculturae Conspectus Scientifi*, 82, (2), 197 - 200.
6. Bobić, T., Mijić, P., Gantner, V., Glavaš, H., Gregić, M. (2018.): The effect of the parity and stage of lactation on detection of the hoof diseases in dairy cows using thermovision camera. *Journal of Central European Agriculture*, 19 (4), 777-783.
7. Garipey, C., Amiot, J., Nadai, S. (1989.): Antemortem detection of PSE and DFD by infrared thermography of pigs before stunning. *Meat Sci.*, 25: 37-41.
8. Hildebrandt C., Raschner Ch., Ammer K. (2010): An overview of recent application of medical infrared thermography in sports medicine in Austria. *Sensors*, 10: 4700–4715.
9. Knížková, I., Kunc, P., Gürdil, G. A. K., Pmar, Y., Selvi K. Ç. (2007.): Applications of infrared thermography in animal production. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 2007,22(3): 329-336; *J. of Fac. of Agric., OMU*, 22, (3), 329-336.
10. Kos, J. (2005.): Ekopatologija hromosti mliječnih krava u Hrvatskoj, Veterinarski fakultet, Zagreb, Završno izvješće.
11. Kunc, R., Knizkova, I., Prikryl, M., Maloun, J. (2007): Infrared thermography as a tool to study the milking process: a review. *Agricultura Tropica et Subtropica* 40 29–32.

12. Nikkah A., Plaizier J.C., Einarson M.S., Berry R.J., Scott S.L., Kennedy A.D. (2005.): Infrared thermography and visual examination of hooves of dairy cows in two stages of lactation. *Journal of Dairy Science*, 88, 2479-2753.
13. Poikalainen V., Praks J., Veermäe I., Kokin E. (2012.): Infrared temperature patterns of cow's body as an indicator for health control at precision cattle farming. *Agronomy Research Biosystem Engineering Special Issue 1*, 187-194.
14. Raković, J. (2020.): Utjecaj robotizirane mužnje na promjene temperature sisa vimena krava. Diplomski rad. Sveučilište Josip Juraj Strossmayer u Osijeku. Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek. Osijek.
15. Sabec, D., Lazar, P. (1990.): Erste Ergebnisse berührungsloser Temperaturmessungen mittels eines Infrarotthermometers am Sprunggelenk des Schweines mit Osteoarthrosis tarsi deformans. *Dtsch. Tierarztl. Wschr.*, 97: 43-44.
16. Schaefer, A.L., Jones, S.D.M., Murray, A.P., Sather, A.P., Tong, A.K.W., (1989.): Infrared thermography of pigs with known genotypes for stress susceptibility in relation to pork quality. *Can. J. Anim. Sci.*, 69: 491-495.
17. Schaefer, A.L., Cook, N., Tessaro, S.V., Dereg, D., Desroches, G., Dubeski, P.L., Tong, A.K.W., Godson, D.L. (2003.): Early detection and prediction of infection using infrared thermography. *Can. J. Anim. Sci.*, 84: 73-80.
18. Sathiyabarathi, M., Jeyakumar, S., Manimaran, A., Pushpadass, Heartwin A., Sivaram, M., Ramesha, K. P., Das, D. N., Kataktaaware, Mukund A., Jayaprakash, G., Patbandha T. K. (2016.): Investigation of body and udder skin surface temperature differentials as an early indicator of mastitis in Holstein Friesian crossbred cows using digital infrared thermography technique. *Vet World*. 2016 Dec; 9, (12): 1386–1391.
19. Švaić, S., Boras, I. (2005.): Infracrvena termografija. Laboratorijska vježba. Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje. Zagreb.
20. Tangorra, F. M., Redaelli, V., Luzi, F., Zaninelli, M. (2019.): The use of Infrared Thermography for the Monitoring of Udder Teat Stress Caused by Milking Machines. *Animals*, 9, (6), 384.
21. Willshire, J. A., Bell, N. J. (2009.): An Economic Review of Cattle Lameness. *Cattle Practice* 17, (2), 136-141.



22. Westermann S., Buchner H.H.F., Schramel J.P., Tichy A., Stanek Ch. (2013):  
Effects of infrared camera angle and distance on measurement and reproducibility  
of thermographically determined temperatures of the distolateral aspects of the  
forelimbs in horses. JAVMA, 242: 388–395.

### **7.1. Internet izvori:**

1. Bolesti papaka (2009.): [http://intranet.vef.hr/org/kirurgija/wp-content/uploads/2009/11/bolesti\\_papaka.pdf](http://intranet.vef.hr/org/kirurgija/wp-content/uploads/2009/11/bolesti_papaka.pdf) (datum pregleda 30.8.2020.)
2. FLIR i7 (2018.): <http://www.merlinlazer.com/i7-Infrared-Thermal-Imaging-Camera-2> (datum pregleda 30.8.2020.)
3. Genetička predispozicija za šepavost (2013.): [https://www.tierzucht.uni-kiel.de/de/forschung/dissertationen-1/diss\\_weber\\_13.pdf](https://www.tierzucht.uni-kiel.de/de/forschung/dissertationen-1/diss_weber_13.pdf) (datum pregleda 30.8.2020.)
4. Karakteristike FLIR i7 (2018.): <https://www.tequipment.net/FLIRi7.html#description> (datum pregleda 30.8.2020.)
5. Najčešća bolest goveda (2010.): <https://www.agroklub.com/stocarstvo/najcesca-bolest-goveda/3162/> (datum pregleda 30.8.2020.)
6. Šepavost mliječnih krava u Hrvatskoj - značaj, stanje i prevencija (2020.):  
[https://www.rgd.ch/file/Abschlussbericht\\_Mortellaro%20Projekt\\_final.pdf](https://www.rgd.ch/file/Abschlussbericht_Mortellaro%20Projekt_final.pdf) (datum pregleda 30.8.2020.)
7. Uočavanje šepavosti (2020.): <https://www.iof2020.eu/trials/dairy/lameness-detection-through-machine-learning> (datum pregleda 30.8.2020.)
8. Upravljanje njegom papaka (2016.): <https://www.veepro.nl/wp-content/uploads/2016/08/footcare-srp.pdf> (datum pregleda 30.8.2020.)
9. Zaštita i njega papaka (2016.): <https://www.agroklub.com/stocarstvo/sto-je-vazno-znati-o-zastiti-i-njezi-papaka/25435/> (datum pregleda 30.8.2020.)

## 8. SAŽETAK

Cilj ovog rada bio je primjenom infracrvene termografijom uočiti temperaturna područja papaka nogu krava, koja su pod sumnjom upalne promjene, a da nisu vidljiva golim okom. Istraživanje je rađeno na kravama Holstein pasmine. Utvrđen je da 95% najtoplijih područja na nogama koje ukazuju na neku upalnu promjenu ima raspon temperatura od 28 do 34 °C, dok njih 5% od 24 do 26 °C. Na stražnjim je nogama bilo manje uočenih najtoplijih točaka u odnosu na prednje noge, dok je na području zapešća bilo više najtoplijih točaka u odnosu na područje stražnje cjevanice. Temperature koronarnog područja prednjih nogu bile su značajno ( $p < 0,01$ ) manje u odnosu na te vrijednosti na stražnjim nogama. Iznad koronarno područje je također bilo značajno ( $p < 0,01$ ) hladnije u odnosu na to područje kod stražnjih nogu za približno 2 °C. Na temelju dobivenih rezultata istraživanja može se zaključiti da se primjenom infracrvene termografije mogu detektirati područja sa višim vrijednostima temperature u odnosu na ostale dijelove površine papaka i nogu.

Ključne riječi: infracrvena termografija, šepavost, temperatura, krave, prevencija

## **9. SUMMARY**

The aim of this study was to use infrared thermography to observe the temperature area of the hooves of cows, which are suspected of inflammatory changes, without being eye visible. The research was done on Holstein cows. It was found that 95% of the warmest areas on the legs that indicate some inflammatory change have a temperature range of 28 to 34 ° C, while 5% of them range from 24 to 26 ° C. There were fewer hot spots on the rear legs compared to the front legs, while there were more hot spots on the wrists compared to the back of the leg. The coronary temperatures of the forelegs were significantly ( $p < 0.01$ ) lower than those values on the rear legs. Above the coronary area was also significantly ( $p < 0.01$ ) colder than that area in the rear legs by approximately 2 ° C. Based on the obtained research results, it can be concluded that the application of infrared thermography can detect areas with higher temperature values compared to other parts of the surface of the hooves and legs.

Key words: infrared thermography, lameness, temperature, cows, prevention

## **10. POPIS TABLICA**

Tablica 1. Osnovni proizvodni pokazatelji krava (n = 16) obuhvaćenih istraživanjem

Tablica 2. Deskriptivna statistika istraživanih svojstava mjerenih infracrvenom termovizijskom kamerom

Tablica 3. Značajnost razlika između mjerenih svojstava prednjih i stražnjih nogu

## **11. POPIS SLIKA**

Slika 1. Šepavost goveda

Slika 2. Korekcija papaka

Slika 3. Farma Topolik

Slika 4. Krave u čekalištu

Slika 5. Infracrvena termovizijska kamera FLIR i7

Slika 6. Snimanje sa ICT kamerom

Slika 7. FLIR Tools

Slika 8. Mjerne točke na ICT slici

Slika 9. Mjerne točke i dobiveni parametri na ICT slici

## **12. POPIS GRAFIKONA**

Grafikon 1. Struktura financijskih gubitaka zbog šepavosti prema Willshire i Bell (2009.)

Grafikon 2. Prosječne vrijednosti maksimalnih, minimalnih i srednjih temperaturnih vrijednosti koronarnog i iznad koronarnog područja prednjih nogu

Grafikon 3. Prosječne vrijednosti maksimalnih, minimalnih i srednjih temperaturnih vrijednosti koronarnog i iznad koronarnog područja stražnjih nogu

Grafikon 4. Distribucija najtoplijih točaka na prednjim i stražnjim nogama

Grafikon 5. Prikaz najtoplijih točaka (HS) koje su zabilježene termovizijskom kamerom u ovisnosti o mjestu pojavnosti na prednjim i stražnjim nogama

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet Agrobiotehničkih znanosti Osijek  
Sveučilišni diplomski studij, smjer Specijalna zootehnika

Diplomski rad

## Primjena infracrvene termovizijske kamere u prevenciji oboljenja papaka kod krava

Filip Bank

### Sažetak

Cilj ovog rada bio je primjenom infracrvene termografijom uočiti temperaturna područja papaka nogu krava, koja su pod sumnjom upalne promjene, a da nisu vidljiva golim okom. Istraživanje je rađeno na kravama Holstein pasmine. Utvrđen je da 95% najtoplijih područja na nogama koje ukazuju na neku upalnu promjenu ima raspon temperatura od 28 do 34 °C, dok njih 5% od 24 do 26 °C. Na stražnjim je nogama bilo manje uočenih najtoplijih točaka u odnosu na prednje noge, dok je na području zapešća bilo više najtoplijih točaka u odnosu na područje stražnje cjevanice. Temperature koronarnog područja prednjih nogu bile su značajno ( $p < 0,01$ ) manje u odnosu na te vrijednosti na stražnjim nogama. Iznad koronarno područje je također bilo značajno ( $p < 0,01$ ) hladnije u odnosu na to područje kod stražnjih nogu za približno 2 °C. Na temelju dobivenih rezultata istraživanja može se zaključiti da se primjenom infracrvene termografije mogu detektirati područja sa višim vrijednostima temperature u odnosu na ostale dijelove površine papaka i nogu.

**Rad je izrađen pri:** Fakultet Agrobiotehničkih znanosti Osijek

**Mentor:** doc.dr.sc. Tina Bobić

**Broj stranica:** 32

**Broj grafikona i slika:** 14

**Broj tablica:** 3

**Broj literaturnih navoda:** 31

**Jezik izvornika:** Hrvatski

**Ključne riječi:** infracrvena termografija, šepavost, temperatura, krave, prevencija

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. prof. dr. sc. Pero Mijić, predsjednik
2. doc. dr. sc. Tina Bobić, mentor
3. dr. sc. Maja Gregić, član

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica Fakulteta Agrobiotehničkih znanosti u Osijeku, V. Preloga

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek  
University Graduate Studies, Special zootechnics**

**Graduate thesis**

### **Application of infrared thermal imaging camera in the prevention of hoof disease in cows**

**Filip Bank**

#### **Abstract**

The aim of this study was to use infrared thermography to observe the temperature area of the hooves of cows, which are suspected of inflammatory changes, without being eye visible. The research was done on Holstein cows. It was found that 95% of the warmest areas on the legs that indicate some inflammatory change have a temperature range from 28 to 34 ° C, while 5% of them range from 24 to 26 ° C. There were fewer hot spots on the rear legs compared to the front legs, while there were more hot spots on the wrists compared to the back of the leg. The coronary temperatures of the forelegs were significantly ( $p < 0.01$ ) lower than those values on the rear legs. Above the coronary area was also significantly ( $p < 0.01$ ) colder than that area in the rear legs by approximately 2 ° C. Based on the obtained research results, it can be concluded that the application of infrared thermography can detect areas with higher temperature values compared to other parts of the surface of the hooves and legs.

**Thesis performed at:** Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek  
**Mentor:** doc.dr.sc Tina Bobić

**Number of pages:** 32  
**Number of figures:** 14  
**Number of tables:** 3  
**Number of references:** 31  
**Original in:** Croatian

**Key words:** infrared thermography, lameness, temperature, cows, prevention

**Thesis defended on date:**

**Reviewers:**

- 1. Full Professor Pero Mijić, president**
- 2. Assistant Professor Tina Bobić, mentor**
- 3. Doctor of Science Maja Gregić, member**

**Thesis deposited at:** Library, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, V. Preloga 1