

# Utjecaj robotizirane mužnje na promjene temperature sisa vimena krava

---

**Raković, Josip**

**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:151:263914>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-31**



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**

Josip Raković

Diplomski studij Zootehnika

Smjer Specijalna zootehnika

**UTJECAJ ROBOTIZIRANE MUŽNJE NA PROMJENE**  
**TEMPERATURE SISA VIMENA KRAVA**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2020.**

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

Josip Raković

Diplomski studij Zootehnika

Smjer Specijalna zootehnika

**UTJECAJ ROBOTIZIRANE MUŽNJE NA PROMJENE**  
**TEMPERATURE SISA VIMENA 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. Robotizirana mužnja .....   | 1  |
| 1.2. Infracrvena termografija .....  | 2  |
| 1.3. Promjene u izgledu tkiva sisa vimena uzrokovane strojnom mužnjom.....   | 3  |
| 1.4. Mastitis i sklonost nastanku mastitisa uslijed promjena na sisama vimena krava nastalih kao posljedica strojne mužnje ..... | 3  |
| 1.5. Cilj i hipoteza rada .....  | 4  |
| 2. PREGLED LITERATURE .....  | 5  |
| 2.1. Primjena infracrvene termografije u otkrivanju upalnih promjena na vimenu.....  | 5  |
| 2.2. Primjena infracrvene termografije u otkrivanju upalnih promjena na papcima .....  | 6  |
| 2.3. Utjecaj strojne mužnje na promjene izgleda tkiva sisa vimena krava .....  | 6  |
| 2.4. Utjecaj strojne mužnje na širenje infekcije mliječne žlijezde.....  | 10 |
| 2.5. Genetska povezanost između kliničkog mastitisa i BSS .....  | 10 |
| 3. MATERIJALI I METODE.....  | 11 |
| 3.1. Lokacija i oprema korištena u istraživanju .....  | 11 |
| 3.2. Mjerenje sa infracrvenom termovizijskom kamerom .....   | 14 |
| 3.3. Prikupljanje podataka iz automatiziranog sustava za mužnju .....  | 15 |
| 3.4. Analiza podataka.....   | 15 |
| 3.5. Statistička obrada podataka .....   | 17 |
| 4. REZULTATI .....   | 18 |
| 5. RASPRAVA.....   | 23 |
| 6. ZAKLJUČAK.....  | 26 |
| 7. POPIS LITERATURE.....   | 27 |
| 8. SAŽETAK .....   | 30 |
| 9. SUMMARY .....   | 31 |
| 10. POPIS TABLICA .....  | 32 |
| 11. POPIS SLIKA .....  | 33 |
| 12. POPIS GRAFIKONA.....   | 34 |
| TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA   |    |
| BASIC DOCUMENTATION CARD   |    |

## **POPIS KRATICA**

BMD – broj mužnji po danu;

TM – trajanje mužnje;

M – količina pomuzenog mlijeka;

PPM – prosječni protok mlijeka;

LP – lijeva prednja sisa;

DP- desna prednja sisa;

LS – lijeva stražnja sisa;

DS – desna stražnja sisa;

X – srednja vrijednost;

MIN – minimum;

MAX – maksimum;

SD – standardna devijacija;

SE – standardna pogreška;

ICT – infracrvena termovizijska kamera;

BSS – broj somatskih stanica;

AV1 – prosječna temperatura vrha sise;

AV2 – prosječna temperatura sredine sise;

AV3 – prosječna temperatura baze sise;

CS – najhladnija točka na sisi;

HS – najtoplija točka na sisi;

Delta1 – razlika prosječnih temperatura između AV1 i AV2;

Delta2 – razlika prosječnih temperatura između AV1 i AV3;

Delta3 – razlika prosječnih temperatura između AV2 i AV3;

# 1. UVOD

## 1.1. Robotizirana mužnja

Tehnologija u svijetu je napredovala u svim sferama društva pa tako i u poljoprivredi. Utjecaj tehnologije je sve veći i ona se sve više upotrebljava u svakodnevnim poslovima poljoprivrednika. Primjena suvremenih tehnoloških strojeva omogućila je poljoprivrednicima da obavljaju svoje poslove na jednostavniji, precizniji i ekonomičniji način. Jedno od najsuvremenijih tehnoloških rješenja u poljoprivredi, odnosno u stočarstvu je primjena robota za mužnju. To su sustavi koji su prisutni od 1992. godine kada je primijenjen prvi robot za mužnju u Nizozemskoj (Havranek i Rupić, 2003.), ali zbog visoke cijene koštanja nisu pronašli veliku primjenu na farmama. Mužnja s robotima, odnosno robotizirana mužnja je karakteristična za slobodni način držanja i omogućuje veći broj mužnji tijekom dana. Robot za mužnju smanjuje ukupno rado vrijeme na farmi za 30 – 40% s time da se mužnja obavlja višekratno tijekom dana 2 – 4 puta što ovisi o količini mlijeka, stupnju laktacije i visini steonosti (Ivanković i sur., 2016.). Unatoč visokoj cijeni koštanja, robotizirana mužnja ima nekoliko prednosti u odnosu na postojeće muzne sustave, a to su: smanjenje potreba za radnom snagom, najprikladniji način mužnje kod visokoproduktivnih grla, povećava produktivnost stada, povećava proizvodnju mlijeka, štedi vodu i el. energiju te pruža informatički pregled podataka na farmi. Robotizirana mužnja ima pozitivan utjecaj zbog ekonomičnijeg rada, ali i zbog ranog upozoravanja i prepoznavanja promjena na sisama i vimenu. Utjecaj robotizirane mužnje na promjenu temperature sisa поближе će pojasniti ovaj rad.

Kod robotizirane mužnje nije potrebna radna snaga jer robot sve radnje može obaviti, a da farmer nije ni prisutan pri mužnji. Robot obavlja kontrolu zdravlja vimena krave i neispravno mlijeko automatski odvaja, tako da je higijena krave i vimena zadovoljavajuća. Robot je u upotrebi od 0 do 24 sata što zahtjeva visoku pouzdanost sustava. Robot ima elektroničku identifikaciju krave, sustave za čišćenje i mužnju te kompjuterski kontrolirane senzore za detekciju određenih nepravilnosti (Havranek i Rupić, 2003.). Sustav za robotiziranu mužnju se sastoji od: boksa za mužnju, sustava za detekciju sise, sustava za čišćenje sise, mehanizma robotske ruke za pričvršćivanje sisne čaše, kontrolnog sustava i uređaja za mužnju (Slika 1.).



Slika 1. Robot za mužnju marke DeLaval

Izvor: <http://konta.hr/wp-content/uploads/2018/08/2.DeLavalVMSmilkingsystemV300armview.jpg>

Mužnja predstavlja postupak istiskivanja mlijeka iz vimena krava. Strojna mužnja koja je u velikoj zastupljenosti na farmama i obiteljskim gospodarstvima omogućava brzo i efikasno prikupljanje mlijeka. Tijekom strojne mužnje sise se nalaze u unutrašnjoj komori sisne čaše koja se sastoji od vanjskog tvrdog dijela i unutrašnjeg gumenog dijela između kojih se nalazi pulsacijska komora. Sisne gume pulsiraju na sisama pomoću podtlaka, a kada su vanjska i unutrašnja komora pod podtlakom onda je sisna guma otvorena i mlijeko istječe iz sise zbog razlike između tlaka u vimenu i tlaka ispod sise. Ta faza se naziva faza sisanja. Zatim, kada atmosferski zrak uđe u pulsacijsku komoru stvara se razlika između tlakova unutrašnje i pulsacijske komore nakon čega se zatvara sisna guma i mlijeko prestaje teći. Ta faza se naziva faza kompresije. Broj pulsacijskih ciklusa u minuti kreće se od 55 – 60, a omjer faze sisanja i faze kompresije se kreće od 50:50 do 70:30 (Havranek i Rupić, 2003.).

## 1.2. Infracrvena termografija

Infracrvena termografija je moderna, sigurna i neinvazivna tehnika beskontaktnog mjerenja temperature površine nekoga tijela ili objekta pomoću infracrvenog zračenja. Svaki objekt na zemlji stvara toplinsko zračenje u infracrvenom dijelu svjetlosnog spektra, čiji intenzitet i raspodjela spektra ovise o temperaturi površinskog sloja (Knižkova i sur., 2007.). Korištenjem infracrvene termovizijske kamere koja je u stanju detektirati infracrveno

zračenje, omogućava se precizno nadgledanje čak i minutne promjene temperature. Rezultat mjerenja zabilježen infracrvenom kamerom naziva se termogram. On predstavlja podatke dobivene skeniranjem koje se računalno obrađuju i prikazuju u obliku slike prikazane u sivim tonovima ili u spektru boja koje omogućavaju detaljnu analizu temperaturnog polja. Boje slika predstavljaju različite temperature, ističući vruće i hladne točke i prikazujući sliku toplinske raspodjele predmeta ili površine tijela. Budući da temperatura kože predstavlja stanje metabolizma tkiva i cirkulacije krvi, neobični toplinski podaci mogu značiti područja površne upale ili poremećaja cirkulacije. Razvojem stočarstva uvelike se počela koristiti infracrvena termografija koja ukazuje na područja abnormalnosti, detektiranje regresije upale, na učinkovitost protuupalnog liječenja i dijagnosticiranje ozljeda. U ovome radu promjenu temperature sisa vimena bilježiti će se upravo infracrvenom termografijom koja se koristi u industriji, veterini i humanoj medicini. U novije vrijeme je sve češća primjena infracrvene termografije u ranom otkrivanju mastitisa i bolesti papaka koje predstavljaju najzastupljenije bolesti mliječnih krava diljem svijeta.

### **1.3. Promjene u izgledu tkiva sisa vimena uzrokovane strojnom mužnjom**

Strojna mužnja može izazvati određene promjene na tkivu sisa kao što su: zadebljanje stjenke sise, hiperkeratoza, promjena boje, nastanak zadebljanja (prstenova), produljenje i/ili skraćivanje sise i sl. Većina navedenih promjena su kratkotrajne, nastaju neposredno nakon mužnje, te se povlače kroz nekoliko sati. Međutim, problem nastaje ukoliko su te promjene izraženije i učestalije (često zbog nepravilne mužnje ili dijelova muznog uređaja), te trajno narušavaju tkivo sisa koje postaje podložnije nastanku upala, primjerice mastitisa.

### **1.4. Mastitis i sklonost nastanku mastitisa uslijed promjena na sisama vimena krava nastalih kao posljedica strojne mužnje**

Upala vimena, odnosno mastitis izaziva velike štete u mliječnom govedarstvu i mliječnoj industriji općenito. Mastitis uzrokuje smanjenje proizvodnje mlijeka u vimenu, prijevremeno izlučivanje krava iz uzgoja, velike troškove liječenja vimena te neupotrebljivost mlijeka za prehranu i preradu. Do pojave mastitisa može doći uslijed promjena na sisama kao posljedica strojne mužnje te uslijed loše higijene u staji i izmužištu. Zecconi i sur. (1992.) su u svom istraživanju odnosa između infekcije četvrti vimena, kolonizacije sisnih kanala patogenima i promjene debljine stjenke uzrokovane strojnom mužnjom potvrdili da se mastitis može pojaviti uslijed promjena tkiva sisa



nastalih kao posljedica strojne mužnje. Navedenim istraživanjem je zaključeno da promjene na sisnim kanalima uzrokovane strojnom mužnjom imaju predispozicije za prekomjerno nakupljanje patogenih mikroorganizama u sisnom kanalu iz okoline što povećava rizik za upalu vimena.

### **1.5. Cilj i hipoteza rada**

Cilj ovoga diplomskog rada je primjenom infracrvene termografije prikazati temperaturne promjene na tkivu sisa vimena krava nastale nakon robotizirane mužnje u odnosu na te vrijednosti prije mužnje.

Hipoteze rada su:

- robotizirana mužnja izazvat će temperaturne promjene na tkivu sisa vimena krava
- temperatura tkiva sisa vimena krava će biti toplije poslije mužnje u odnosu na te vrijednosti prije mužnje

## 2. PREGLED LITERATURE

### 2.1. Primjena infracrvene termografije u otkrivanju upalnih promjena na vimenu

Postoje razna istraživanja o primjeni infracrvene termografije u svrhu otkrivanja upalnih promjena na vimenu. Jedno od njih je istraživanje utjecaja različitih razina hiperkeratoze sisa vimena muznih krava na temperaturu sisa, broj somatskih stanica (BSS) i pojavu mastitisa. Istraživanje su proveli Juozaitienė i sur. (2019.) gdje su četvrti vimena podijelili u tri grupe na temelju provedenog mastitis testa i kliničkog pregleda sisa. Grupa 1 je sadržavala zdrave četvrti, grupa 2 četvrti sa subkliničkim mastitisom i grupa 3 sa kliničkim mastitisom. Kod ocjene hiperkeratoze 44,3% sisa su označili sa slovom N (bez prstena), 41,1% sa ocjenom S (glatki prsten), 11,8% su označili sa slovom R (grubi prsten) i 2,9% su označili sa slovom VR (jako gruba koža). Grupe sa ocjenom N i S imale su zdravije četvrti sisa od grupa sa ocjenom R i VR ( $P < 0,001$ ). Analiza slika dobivenih infracrvenom termografijom pokazala je da je grupa 1 imala nižu temperaturu sisa ( $0,93-1,32$  °C) od grupe 2 i grupe 3 ( $P < 0,01$ ). Istraživanje je pokazalo da postoji značajna pozitivna korelacija između broja somatski stanica (BSS) i temperature sisa ocjenjenih slovima N, S i R ovisno o stupnju hiperkeratoze. Temperatura četvrti vimena bila je značajno niža u zdravim četvrtima ( $P < 0,01$ ), bila je povezana s povećanim BSS mlijeka ( $P < 0,05$ ), te sa učestalošću subkliničkog i kliničkog mastitisa. Ovo istraživanje može biti vrlo korisno za rano otkrivanje upale i prevenciju bolesti.

Ispitivanje razlike u temperaturi kože i tijela sisa vimena kao rani pokazatelj mastitisa istraživali su Sathiyabarathi i sur. (2016.), a cilj im je bio istražiti sposobnosti infracrvene termografije i njezine povezanosti sa indikatorima mastitisa u svrhu rane detekcije mastitisa mliječnih krava. Rezultati su pokazali da se srednje vrijednosti  $\pm$  standardno odstupanje temperature tijela sisa ( $37,23 \pm 0,08$ °C) i površinska temperatura kože sisa ( $37,22 \pm 0,04$ °C) kod krava koje nisu imale mastitis nisu značajno razlikovale. Srednja vrijednost površinske temperature kože sisa za četvrti zahvaćene mastitisom bila je značajno viša od tjelesne temperature nezahvaćenih četvrti ( $P < 0,001$ ). Nadalje, srednja vrijednost  $\pm$  standardno odstupanje površinske temperature kože sisa kod četvrti koje su zahvaćene subkliničkim i kliničkim mastitisom bila je  $38,08 \pm 0,17$ °C, odnosno  $38,25 \pm 0,33$ °C, što je  $0,72$  i  $1,05$ °C više od temperature kod nezahvaćenih četvrti. Također, rezultat je pokazao da je površinska temperatura kože sisa u pozitivnoj korelaciji sa električnom provodljivošću ( $r=0,95$ ) i BSS ( $r=0,93$ ). Daljnja analiza otkrila je veću

osjetljivost površinske temperature kože sisa u ranom predviđanju subkliničkog mastitisa s graničnom vrijednosti temperature  $>37.61^{\circ}\text{C}$ .

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

Na mliječnim farmama diljem svijeta bolesti papaka i šepavost je uz mastitis najučestalija bolest intenzivnog držanja mliječnih krava. Problematiku upalnih promjena na papcima istražili su Bobić i sur. (2017.) sa ciljem rane detekcije bolesti papaka kod Holstein krava koristeći infracrvenu termografiju. Nakon što su izolirali i pregledali krave za koje se sumnja da imaju neke promjene tkiva, utvrdili su da je 63% krava koje su imale neku vrstu promjene tkiva minimalno na jednom papku, dok je 37% krava bez promjena nakon što je procjena povišene temperature tkiva s termovizijskom kamerom dala negativan rezultat. Utvrđeno je 14% papaka sa čirevima, 24% papaka sa interdigitalnom hiperplazijom i 62% papaka sa dermatitisom. Između maksimalne, minimalne i srednje izmjerene temperature koronarnog pojasa na papcima krava utvrđene su statistički vrlo značajne razlike ( $P < 0,05$ ;  $P < 0,0001$ ) na papcima koji nemaju i koji imaju leziju. Statistički značajna ( $P < 0,01$ ) razlika u temperaturi koronarnog pojasa određena je između prednjih i stražnjih nogu. Na temelju rezultata provedenog istraživanja prepoznata je korisnost primjene termovizijske kamere za rano otkrivanje promjena tkiva na papcima krava. Istraživanje je pokazalo da rano otkrivanje bolesti papaka prije razvoja šepavosti može doprinijeti značajnom smanjenju proizvodnih troškova i povećanju dobrobiti životinja.

## **2.3. Utjecaj strojne mužnje na promjene izgleda tkiva sisa vimena krava**

Utjecaj strojne mužnje na promjene izgleda tkiva sisa vimena krava istraživali su Gleeson i sur. (2004.) tako što su uzeli u obzir nekoliko parametara: utjecaj dizajna sisne čaše, omjer pulsacija i razina vakuuma na promjene tkiva sisa vimena krava mjerene ultrazvučno. Odradili su nekoliko pokusa tijekom istraživanja. Prvo su htjeli uočiti promjene uzrokovane izgledom sisne čaše i razinom podtlaka. Rezultati su pokazali veći porast promjera sisa ( $P < 0,05$ ) kod primjene sisnih čaša širokog promjera (21,0 – 31.6 mm) sa razinom vakuuma od 44 kPa u usporedbi s mjerenjima s razinom vakuuma od 50 kPa. Utvrdili su da nije bilo značajnog utjecaja razine vakuuma i vrste sisne čaše na dužinu sisnog kanala ili dužinu sisa niti na prosječan prinos mlijeka. Najveće smanjenje ( $P < 0,05$ ) u promjeru mliječnih cisterni i prateće povećanje ( $P < 0,05$ ) u debljini stjenke sise dogodilo se kod sisnih čaša širokog promjera s razinom podtlaka 44 kPa. Također su utvrdili veće promjene u promjeru sisa ( $P < 0,01$ ) koje su se dogodile kod razine podtlaka od 44 u odnosu na razinu podtlaka od 40 i 50 kPa. Primjena sisnih čaša širokog promjera

uzrokovala je povećanje dužine sisnog kanala ( $P < 0,01$ ), promjer sisa ( $P < 0,05$ ), dužinu sisa ( $P < 0,01$ ) debljinu stjenke sise ( $P < 0,001$ ) i smanjenje sisne cisterne ( $P < 0,01$ ) neposredno nakon mužnje. Također, uočili su smanjivanje promjena na tkivu sisa 15 minuta nakon skidanja sisnih čaša. Zatim su željeli utvrditi utjecaj omjera pulsacija na tkivo sisa. Najveće povećanje promjera sisa dogodilo se kod primjene sisnih čaša širokog promjera sa omjerom pulsacija 60:40 i pulsним režimom 4x1, a minimalne promjene promjera sisa uočene su kod sisnih čaša uskog promjera (18,0 – 21,0 mm) koristeći sličan omjer pulsacija. Najveće smanjenje promjera sisne cisterne s pratećim najvećim porastom debljine stjenke sise dogodilo se kod primjene sisnih čaša širokog promjera, omjerom pulsacija 67:33 i pulsним režimom 4x1. Povećanje omjera pulsatora sa 60:40 na 67:33 nije imalo utjecaja na dužinu sisnog kanala ili promjer sisa te je imalo tendenciju povećanja promjera sisne cisterne i značajnim porastom debljine stjenke sisa ( $P < 0,001$ ). Kada su usporedili promjene tkiva sisa, povećanje promjera sisa, promjera sisne cisterne i debljina stjenke sise povezanih sa sisnim čašama širokog promjera uočili su značajno veće promjene od onih povezanih sa sisnim čašama užeg promjera ( $P < 0,001$ ). Nadalje, zaključili su da korištenje alternativnih (2x2) ili simultanih (4x1) režima pulsacije u sustavima mužnje imaju slične učinke na promjene tkiva sisa i na prinos mlijeka po kravi. Uz to, zaključeno je da promjer sisne čaše ima veći učinak na mužnju od pulsacijskog omjera ili razine podtlaka i da promjer sisne čaše ima veći utjecaj na promjene tkiva sise od ostalih dijelova muzne jedinice.

Utjecaj razine podtlaka i "slijepe" mužnje na tkivo sisa istraživali su Parilova i sur. (2011.). Svojim istraživanjem zaključili su da razina vakuma i mužnja sa ili bez "slijepe" mužnje značajno utječu na vanjske i unutarnje parametre tkiva sisa te su tijekom mužnje sise postajale sve duže i uže. Ističu da podtlak utječe na vanjske parametre promjera sise izmjerene na bazi sise i na sredini sise. Duljina sisa koju su izmjerili prije i poslije mužnje bila je veća kada se koristio podtlak od 45 kPa. Unutarnji parametri kao što su duljina sisnog kanala, širina vrha sise i širina cisterne sise bili su veći kada se koristio veći podtlak za mužnju. Nadalje, utvrdili su da je promjena promjera sisa izmjeren na bazi veća kod sisa koje nisu imale "slijepu" mužnju. Isto tako su utvrdili da sise koje su imale "slijepu" mužnju imaju duži sisni kanal i uži vrh sise u odnosu na sise koje nisu imale "slijepu" mužnju. Uz to, došli su do saznanja da interakcija vremena otpuštanja sisnih čaša i vakuuma za mužnju utječe na promjenu duljine i promjera sisa izmjerenih na bazi. Sise su se najviše izdužila tijekom "slijepe" mužnje i primjene podtlaka od 45 kPa. Najveća

promjena promjera sise izmjerena je u bazi pronađena pri korištenju podtlaka od 39 kPa i razine otpuštanja sisnih čaša pri protoku mlijeka od 400 g/min. Na posljertku su utvrdili da je najkraći sisni kanal zabilježen kod sisa gdje je bio primijenjen tlak od 39 kPa i koje nisu imale "slijepu" mužnju te da je kod njih bila najmanja promjena na sisama.

Utjecaj mužnje na vrhove sisa i hiperkeratozu istraživali su Mein i sur. (2003.) te došli do sljedećih zaključaka. Došli su to spoznaje da je koža pri vrhu sise izložena inherentnoj sili dilatacije koja širi kožu isprekidanim pritiskom na sisu od strane tlaka kroz unutarnju stjenku sisne čaše prilikom strojne mužnje. Sila dilatacije koja djeluje na vrh sise unutar sisne čaše je veća kada je unutrašnja stjenka sisne čaše zatvorena nego kad je otvorena te se sila dilatacije povećava kada su sise pomužene većom razinom vakuuma ili sa alternativnim režimom pulsacije (2x2) jer je razlika u tlaku veća kroz unutrašnju oblogu sisnih čaša u D – fazi mužnje u odnosu na simultani pulsacijski režim (4x1). Također su zaključili da je srednja vrijednost tlaka u D – fazi mužnje od 8 kPa preniska za otpuštanje sisnih čaša što utječe na nagnječenje sisa i pojavu edema. Nadalje, navode najjednostavnije i najučinkovitije načine da bi se smanjio utjecaj strojne mužnje na hiperkeratozu, a to su: smanjiti vrijeme mužnje po kravi, osobito tijekom perioda kada je protok mlijeka manji od 1 kg/min i kada je prosjek vakuuma ispod 42 – 45 kPa; smanjiti broj pulsacijskih ciklusa po mužnji optimizacijom broja pulsacijskih ciklusa; smanjiti napetost unutrašnje stjenke sisne čaše; te kontrolirati tlak koji djeluje na unutrašnju stjenku sisnih čaša u D – fazi mužnje.

Utjecaj načina strojne mužnje na tkivo sise krave, količinu mlijeka i trajanje mužnje istraživali su Špoljar i sur. (2004.) tako što su usporedili dva načina mužnje. U prvom mužač odlučuje o trenutku skidanja muzne jedinice s vimena krave, a u drugom, kada se protok mlijeka smanji ispod 200 g/min, muzna jedinica se automatski skida. Otkrili su da najviše utjecaja ima razina podtlaka mužnje, težina muzne jedinice, vrsta sisne gume te trajanje mužnje. Na farmi B utvrđene su značajne razlike u promjeru vrha sisa i dužine sisa prije i poslije mužnje na što je utjecala veća težina muzne jedinice. Usporedbom farme A i B nisu utvrdili značajne razlike u dužini i promjeru vrha sisa prije i poslije strojne mužnje. Nadalje, strojna mužnja krava je bila kraća na farmi B u odnosu na farmu A, dok je količina pomuzenog mlijeka po kravi bila približno ista na obje farme. Nakon istraživanja preporučili su da se koristi sisni sklop manje težine u kombinaciji s automatskim skidanjem sisnog sklopa kada protok padne ispod 200 g/min zbog smanjenja trajanja strojne mužnje uz optimalno zdravlje vimena. Zaključili su da se tijekom mužnje mogu

uočiti kratkotrajne promjene na sisama krava, pa iako su kratkotrajne, mogu koristiti kao jednostavan indikator kvalitete mužnje.

O utjecaju strojne mužnje na tkivo sise krave pisao je Džidić (2013.) koji navodi očuvanje zdravog tkiva sise i sisnog kanala kao ključ uspjeha u svakom programu prevencije od mastitisa. Sisno tkivo i sisni otvor najčešće su pogođeni utjecajem strojne mužnje gdje je veliki utjecaj sila podtlaka i sisne gume u fazi odmora, tj. kada su sisne gume zatvorene. Džidić (2013.) navodi kako je malo zadebljanje tkiva sisa nakon mužnje fiziološki prihvatljiva reakcija tkiva na strojnu mužnju, a da su veća zadebljanja i hrapavo tkivo velika opasnost za nastanak infekcije.

Utjecaj strojne mužnje na temperaturu sisa kod ovaca istražili su Stelletta i sur. (2011.) pomoću infracrvene termografije. Strojna mužnja u njihovom istraživanju je imala omjer pulsacija 60:40, srednje tešku muznu jedinicu (0,49 kg), a promjer "usana" ulaznog otvora sisne gume je bio 20 mm. Jedna skupina ovaca pomužena je niskom razinom podtlaka (28 kPa), a druga skupina visokom razinom podtlaka (42 kPa). Infracrvenom kamerom uslikali su sise prije mužnje, odmah nakon mužnje te 2,25 min nakon mužnje. Mjerili su prosječnu temperaturu na bazi sise, srednjem dijelu sise i na vrhu sise. Nakon termografske analize baze, srednjeg dijela i vrha sise, utvrdili su da je temperatura kože prije mužnje bila zabilježena smanjenim vrijednostima između baze i vrha sise. Analiza je pokazala da je tijekom mužnje temperatura kože imala je prosječni pad od oko 2,2 do 1,9 °C pri niskoj i visokoj razini vakuuma. Nakon mužnje su zabilježili značajne temperaturne razlike među svim lokacijama na sisama slikanim odmah nakon mužnje pri visokom vakuumu i 2,25 min poslije mužnje kod niskog vakuuma. Utvrdili su da je niža razina vakuuma utjecala na visoke razlike između lokacija na sisama. Isto tako su utvrdili da je vrijeme oporavka temperature bilo kraće (1 min vs 2 min) u grupi koja je pomuzena podtlakom od 28 kPa kao posljedica blažeg mehaničkog djelovanja od strane muzne jedinice tijekom mužnje. Zaključili su da strojna mužnja ima drugačiji utjecaj na temperaturu sisa ovaca u odnosu na taj utjecaj kod krava, gdje je mužnja uzrokovala značajno povećanje temperature sisa nakon masaže vimena tijekom pripreme za mužnju. Kod ovaca nije primijenjena ručna stimulacija vimena prije mužnje, a pad temperature sisa tijekom mužnje se može povezati sa učinkom masaže vimena. Na posljeticu su zaključili da je niska razina podtlaka više fiziološka nego visoka razina jer je brže vrijeme oporavka, a temperatura je stabilnija na bazi i sredini sise.

#### **2.4. Utjecaj strojne mužnje na širenje infekcije mliječne žlijezde**

Kod obavljanja mužnje izuzetno je važno obaviti pravilnu pripremu sisa vimena za strojnu mužnju. Muzač mora prije mužnje pažljivo oprati ruke sapunom i potom ih obrisati, a trebao bi nositi rukavice jer se bakterije puno teže zadržavaju na površini rukavica nego na rukama. Pravilna priprema uključuje uklanjanje grubih nečistoća sa vimena i sisa ako ih ima, izmuzivanje prvih mlazeva i kontrola na tamnoj podlozi, namakanje sisa pjenom te brisanje sisa suhim papirom ili ručnikom. Nakon skidanja muznog sklopa potrebno je izvršiti dezinficiranje, tako što se svaka sisa uranja u dezinfekcijsko sredstvo do 2/3 njene dužine (Džidić, 2013.). Uz navedene procedure potrebno je voditi brigu o čišćenju i održavanju stroja za mužnju te zamjeni dotrajalih dijelova. Ukoliko se navedene procedure i brige ne poštuju, strojna mužnja će direktno ili indirektno zaraziti mliječnu žlijezdu sljedećim načinom: širenjem bakterija od sise do sise i od krave do krave; smanjujući zdravstveno stanje sise i prirodni obrambeni mehanizam sisnog kanala; ulaskom kapljica natopljenih bakterijama u sisni kanal pri kraju mužnje; smanjujući stupanj odnosno razinu protoka mlijeka ispod koje se skida muzna jedinica. Unatoč činjenici da je oprema za mužnju dizajnirana za pravilnu mužnju i održavanje optimalnog zdravlja vimena, ona djeluje 50 – 100 sati po laktaciji na sise vimena krava i uzrokuje određene promjene na tkivu posebice ukoliko se ne vodi briga o dijelovima uređaja za mužnju.

#### **2.5. Genetska povezanost između kliničkog mastitisa i BSS**

Istraživanje o genetskoj povezanosti između kliničkog mastitisa, BSS i konformacije vimena istraživali su Lund i sur. (1994.) na danskim kravama Holstein pasmine. Utvrdili su da je heritabilitet bio nizak za mastitis (0,025) i ostale bolesti (0,011), a za BSS bio je 0,18. Heritabilitet za oblik sisa je bio između 0,07 i 0,43. Izračunali su genetsku korelaciju između BSS i kliničkog mastitisa koja je bila visoka, 0,97. Nadalje, genetska korelacija između zdravlja i oblika sisa bila je niska (od -0,32 do 0,37), ali je između kliničkog mastitisa i ostalih bolesti bila 0,53. Sve fenotipske korelacije između sisa bile su niske. Zaključili su da se selekcijom na izgled, odn. konformaciju vimena može smanjiti povećanje BSS i kliničkog mastitisa te da je visoka genetska korelacija između BSS i kliničkog mastitisa što ukazuje na to da je BSS jedan od pokazatelja pojave kliničkog mastitisa.

### 3. MATERIJALI I METODE

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

Istraživanje je rađeno tijekom mjeseca studenog 2019. godine na farmi mliječnih goveda Topolik, kod mjesta Darda, koja je u vlasništvu tvrtke Belje plus d.o.o. (Slika 2.). Farma je 2008. god. bila prva u Hrvatskoj koja je uvela robotiziranu mužnju, te je u tom trenutku postala jedina farma u Europi sa postavljenih 6 robota za mužnju. U istraživanje za potrebe ovoga rada obuhvaćeno je 15 nasumično izabranih krava Holstein pasmine. Krave su bile različitih stadija i rednog broja laktacije (Tablica 1.), ali iste proizvodne skupine odnosno visokoproduktivne krave koje proizvode preko 40 kg mlijeka dnevno.

Tablica 1. Osnovni proizvodni pokazatelji krava (n = 15) obuhvaćenih istraživanjem

| Svojstvo                     | X      | MIN   | MAX    | SD    | SE   |
|------------------------------|--------|-------|--------|-------|------|
| Laktacija                    | 2,21   | 1,00  | 6,00   | 1,40  | 0,18 |
| Stadij laktacije (dana)      | 100,53 | 19,00 | 259,00 | 70,35 | 9,24 |
| Dnevna količina mlijeka (kg) | 41,21  | 27,07 | 60,13  | 9,18  | 1,21 |

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

Istraživanje je provedeno prilikom robotizirane mužnje na spomenutoj farmi Topolik. Robotizirana mužnja pomoću 6 automatiziranih robota (Slika 3.) koji svaku kravu pomuzu u prosjeku 3 puta tijekom 24 sata. Proizvođač robota je De Laval, a specifičnost robota za mužnju je da robot sam laserom prepoznaje i očitava položaj sisa vimena svake krave i prema tome pomoću robotske ruke postavlja muzne čaše te automatski skida muzni sklop kad protok mlijeka padne ispod 200g/min. Robotska ruka također obavlja čišćenje sisa vodom u istoj sisnoj čaši koja se koristi za mužnju. Ostala oprema robota za mužnju je automatsko mjerenje mliječnosti s pojedinačnim očitanjem (vaga), antena za elektronsku identifikaciju sa centralnim procesorom za kontrolu podataka smještenim u uredu tehnologa farme.





Slika 2. Farma Topolik

Izvor: <https://www.belje.hr/otvorena-najveca-robotizirana-farma-muznih-krava-u-europi/>



Slika 3. Robot za mužnju na farmi Topolik

Izvor: T. Bobić

Oprema koja je korištena za potrebe mjerenja temperature sisa vimena krava je infracrvena termovizijska kamera TESTO 872 (Slika 4.) koja ima široku primjenu u industriji, humanoj medicini i veterini. Infracrvena kamera TESTO 872 omogućava brzo, lagano i

pouzdana otkrivanje oštećenja i promjene temperature kako na raznim objektima tako i na tkivima te se pomoću nje može objektivno usporediti infracrvene slike bez greške.

Nekoliko najvažnijih karakteristika TESTO 872 su:

- visoka kvaliteta slike zbog visoke rezolucije – 76 800 mjernih točaka temperature
- infracrvena razlučivost od 320 x 240 piksela uz moguće proširenje do 640 x 480 piksela
- slika 3,1 MP
- ekran 3,5"
- raspon temperature: -30 do +100 °C ili od 0 do +650 °C
- otkrivanje temperaturnih razlika od 0,06 °C
- ugrađeni digitalni fotoaparati i laserski marker generiraju stvarnu sliku paralelno s infracrvenom slikom
- kritični temperaturni uvjeti izravno su prikazani automatskim prepoznavanjem vruće i hladne točke
- TESTO ScaleAssist automatski osigurava optimalno podešavanje ljestvice infracrvene slike što znači da stvara objektivno usporedive infracrvene slike bez greške
- sadrži softver za procjenu infracrvene slike na računalo
- veliki kapacitet memorije za spremanje slika u dva formata (infracrvena i obična fotografija)



Slika 4. Infracrvena termovizijska kamera TESTO 872

Izvor: <http://hip.hr/testo-872/>

### 3.2. Mjerenje sa infracrvenom termovizijskom kamerom

Zbog zadanog cilja istraživanja i uočavanja promjena na tkivu sisa vimena krava nastalih kao posljedica robotizirane mužnje, na svakoj nasumično odabranoj kravi se radilo snimanje temperature sisa sa infracrvenom termovizijskom (ICT) kamerom. Snimanje je rađeno neposredno prije i poslije mužnje na prednjim lijevim i desnim sisama vimena. Tijekom istraživačkog rada krave su samostalno ulazile u robote za mužnju. Nakon njihovog ulaska i očitavanja identifikacijskog broja krave od strane samog robota, započinjala je faza snimanja sa ICT kamerom (Slika 5.). Snimke sisa su bile automatski spremene u memoriju kamere, a podaci poput: broja slike sa kamere, identifikacijskog broja krave, položaja sise, vrijeme snimanja, rednog broja i stadija laktacije, količinu pomuzenog mlijeka, trajanje mužnje su zapisivani na terenske liste.



Slika 5. Snimanje sa ICT kamerom

Izvor: T. Bobić

### **3.3. Prikupljanje podataka iz automatiziranog sustava za mužnju**

Tijekom razdoblja istraživanja svakodnevno su se prikupljali proizvodni podaci o kravama obuhvaćenim istraživanjem. Tijekom svake mužnje krava automatizirani sustav za mužnju (robot) je bilježio redni broj mužnje, količinu pomuzenog mlijeka (na razini vimena i četvrti vimena), prosječne protoke mlijeka, te trajanje mužnje.

### **3.4. Analiza podataka**

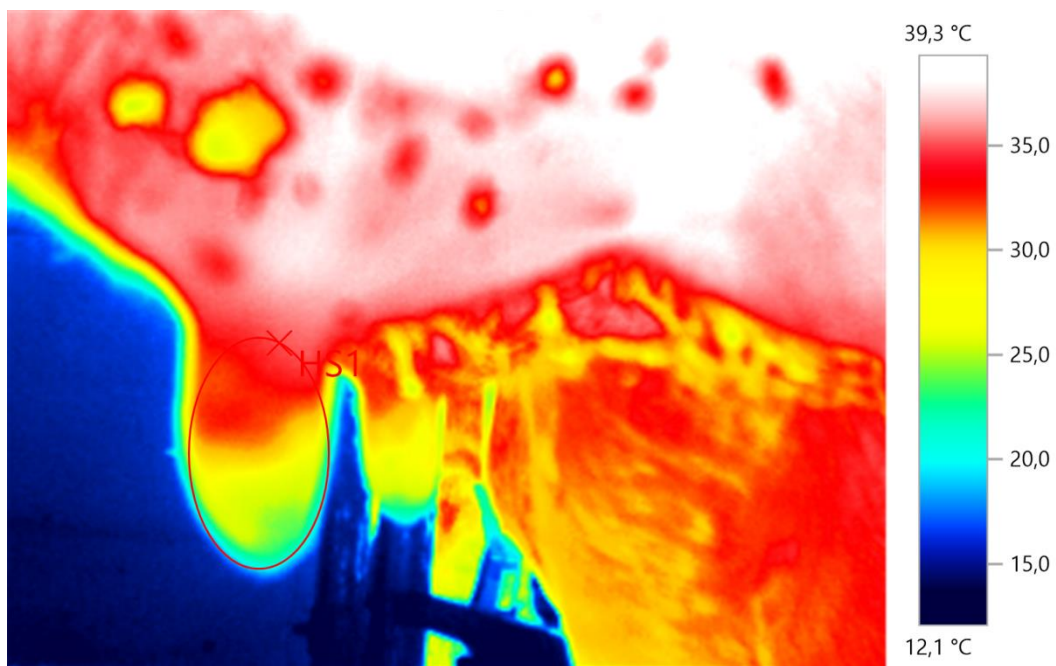
Prikupljene termo slike prednjih lijevih i desnih sisa vimena od 15 odabranih krava snimljenih neposredno prije i poslije mužnje, obrađene su u programu TESTO IRSoft Software Version 4,5. To je softver koji na računalu omogućava lako obrađivanje i analizu temperaturnih zapisa sa slika snimljenih ICT kamerom. U softveru se mogu podesiti različite emisije različitih materijala ispraviti na području slike do željenih piksela. Nadalje, moguće je vizualno prikazati kritične temperature na slici te određene promjene graničnih vrijednosti određenog temperaturnog raspona istaknuti pomoću termografske analize. Ovaj softver također omogućuje postavljanje mnogih mjernih točaka za određene podatke bez ograničenja te utvrđivanje najtoplijih i najhladnijih točaka.

U TESTO IRSoft Software programu su obrađene sve slike prednjih lijevih i desnih sisa vimena krava snimljenih ICT kamerom prije i poslije mužnje. Na infracrvenim slikama obilježeni su sljedeći parametri (Slike 6., 7. i 8.):

- topla točka (HotSpot – HS) – najtoplija točka u obilježenoj regiji na slici
- hladna točka (ColdSpot – CS) – najhladnija točka u obilježenoj regiji na slici
- prosjek temperature vrha sise (Average 1 – AV1) – prosjek temperature označene regije na vrhu sise
- sredine sise (Average 2 – AV2) – prosjek temperature označene regije na sredini sise, podjednake udaljenosti između vrha i baze sise
- baze sise (Average 3 – AV3) – prosjek temperature označene regije na bazi sise

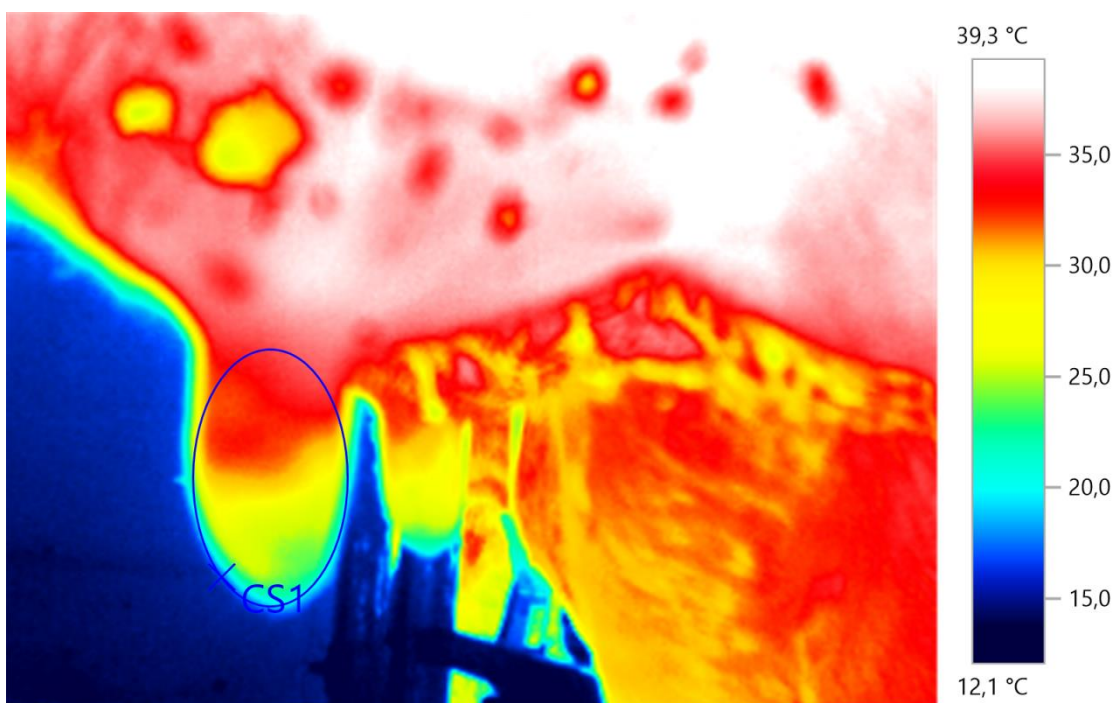
Nakon toga, izračunavale su se vrijednosti Delta 1, Delta 2 i Delta 3:

- Delta 1 – razlika prosječnih temperatura između AV1 i AV2
- Delta 2 – razlika prosječnih temperatura između AV1 i AV3
- Delta 3 – razlika prosječnih temperatura između AV2 i AV3



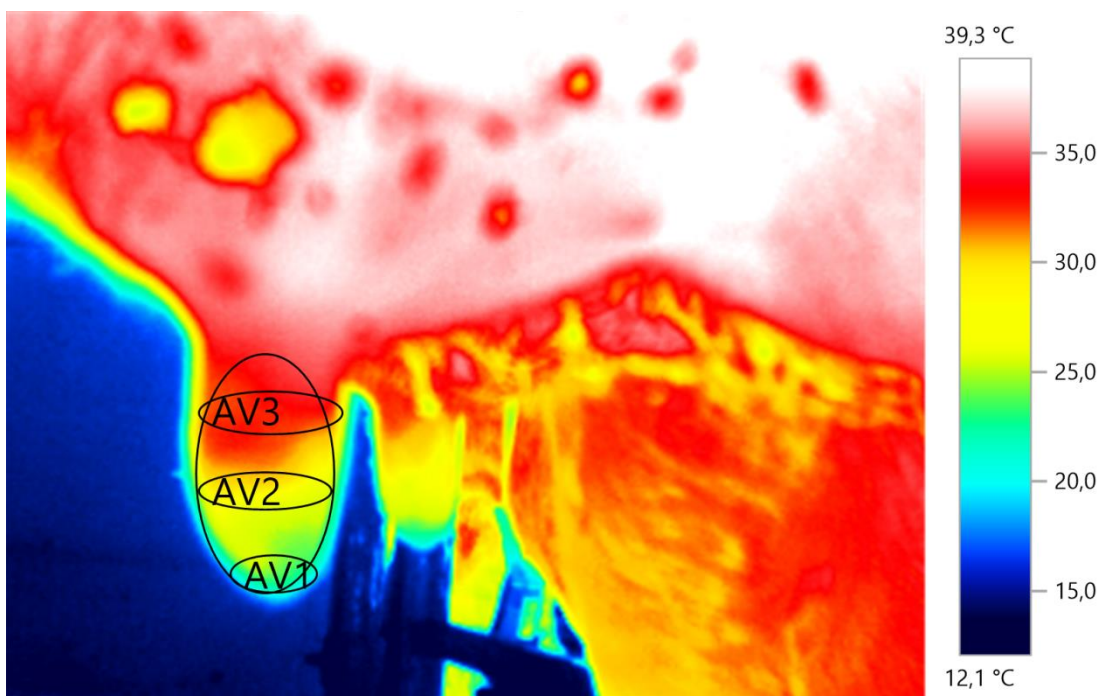
Slika 6. Mjerenje najtoplije točke (HS) u obilježenoj regiji na slici

Izvor: J. Raković



Slika 7. Mjerenje najhladnije točke (CS) u obilježenoj regiji na slici

Izvor: J. Raković



Slika 8. Mjesta mjerenja prosječnih vrijednosti temperatura na vrhu (AV1), sredini (AV2) i na bazi (AV3) sise

Izvor: J. Raković

### 3.5. Statistička obrada podataka

Statistička obrada podataka napravljena je pomoću programa StatSoft Statistica 13, (2018). Za procjenu utjecaja robotizirane mužnje na temperaturne promjene na tkivu sise korištena je One-way ANOVA, a značajnost razlika testirana je s Fisher LSD testom ( $P < 0,0001$ ).

## 4. REZULTATI

Krave obuhvaćene istraživanjem bile su od prve do šeste laktacije, te u prosjeku u 100-om danu laktacije. Njihova dnevna proizvodnja se kretala od minimalno 27 do 60 kg mlijeka, što je u prosjeku iznosilo 41 kg (Tablica 1.). Prema podacima prikazanim u tablici 2., minimalno je bila jedna mužnja po kravi dnevno do maksimalno četiri, dok je prosječan broj dnevnih mužnji po kravi iznosio 2,11. Mužnja je u prosjeku trajala oko 8 minuta (7,67), sa prosječnim vrijednostima protoka mlijeka po četvrtima vimena od 1,01 do 1,10 kg/min. Količina pomuzenog mlijeka po mužnji kretala se od 3,23 do 26,63 kg na razini vimena, dok su te vrijednosti po četvrtima iznosile od 0,00 do 7,59 kg.

Tablica 2. Osnovni muzni pokazatelji na razini četvrti i cijelog vimena po mužnji

| Svojstva      | Mjerna jedinica | X     | MIN  | MAX   | SD   | SE   |
|---------------|-----------------|-------|------|-------|------|------|
| <b>BMD</b>    | -               | 2,11  | 1,00 | 4,00  | 0,97 | 0,14 |
| <b>TM</b>     | minuta          | 7,67  | 4,11 | 14,45 | 2,88 | 0,41 |
| <b>M vime</b> | kg              | 13,75 | 3,23 | 26,63 | 4,39 | 0,65 |
| <b>M LP</b>   | kg              | 3,11  | 0,00 | 5,99  | 1,12 | 0,16 |
| <b>M DP</b>   | kg              | 3,21  | 1,27 | 6,24  | 1,20 | 0,18 |
| <b>M LS</b>   | kg              | 3,91  | 0,06 | 6,81  | 1,33 | 0,20 |
| <b>M DS</b>   | kg              | 3,80  | 0,00 | 7,59  | 1,55 | 0,23 |
| <b>PPM LP</b> | kg/min          | 1,01  | 0,00 | 1,62  | 0,40 | 0,06 |
| <b>PPM DP</b> | kg/min          | 1,03  | 0,66 | 1,56  | 0,26 | 0,04 |
| <b>PPM LS</b> | kg/min          | 1,10  | 0,36 | 1,92  | 0,30 | 0,04 |
| <b>PPM DS</b> | kg/min          | 1,07  | 0,00 | 1,56  | 0,31 | 0,05 |

\*BMD – broj mužnji po danu; TM – trajanje mužnje; M – količina pomuzenog mlijeka; PPM – prosječni protok mlijeka; LP – lijeva prednja; DP- desna prednja; LS – lijeva stražnja; DS – desna stražnja; X – srednja vrijednost; MIN- minimum; MAX – maksimum; SD – standardna devijacija; SE – standardna pogreška

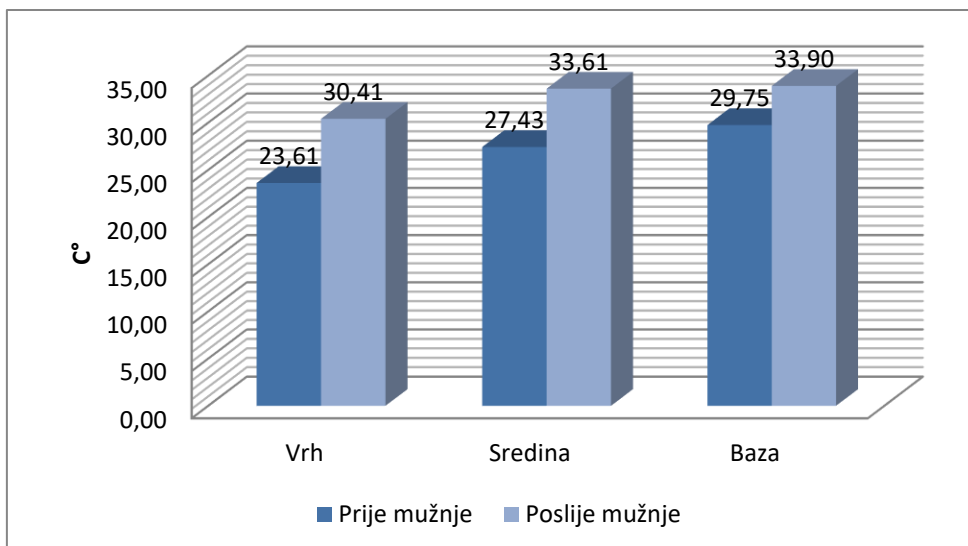
Tablica 3. Deskriptivna statistika istraživanih svojstava mjerenih infracrvenom termovizijskom kamerom

| <b>Svojstva</b> | <b>Mjerna jedinica</b> | <b>X</b> | <b>MIN</b> | <b>MAX</b> | <b>SD</b> | <b>SE</b> |
|-----------------|------------------------|----------|------------|------------|-----------|-----------|
| <b>AV1</b>      | C°                     | 27,19    | 19,10      | 34,00      | 3,96      | 0,52      |
| <b>AV2</b>      | C°                     | 30,73    | 20,30      | 35,90      | 3,75      | 0,49      |
| <b>AV3</b>      | C°                     | 31,97    | 22,20      | 36,40      | 2,98      | 0,39      |
| <b>CS</b>       | C°                     | 24,04    | 18,00      | 32,10      | 3,40      | 0,45      |
| <b>HS</b>       | C°                     | 33,31    | 23,90      | 37,00      | 2,81      | 0,37      |
| <b>Delta1</b>   | C°                     | -3,54    | -8,50      | 0,80       | 1,75      | 0,23      |
| <b>Delta2</b>   | C°                     | -4,80    | -10,90     | -0,40      | 2,30      | 0,30      |
| <b>Delta3</b>   | C°                     | -1,24    | -5,20      | 1,80       | 1,56      | 0,20      |

\* AV1 – prosječna temperatura vrha sise; AV2 – prosječna temperatura sredine sise; AV3 – prosječna temperatura baze sise, CS – najhladnija točka na sisi; HS – najtoplija točka na sisi; X – srednja vrijednost; MIN- minimum; MAX – maksimum; SD – standardna devijacija; SE – standardna pogreška; Delta1 – razlika prosječnih temperatura između AV1 i AV2; Delta2 – razlika prosječnih temperatura između AV1 i AV3; Delta3 – razlika prosječnih temperatura između AV2 i AV3

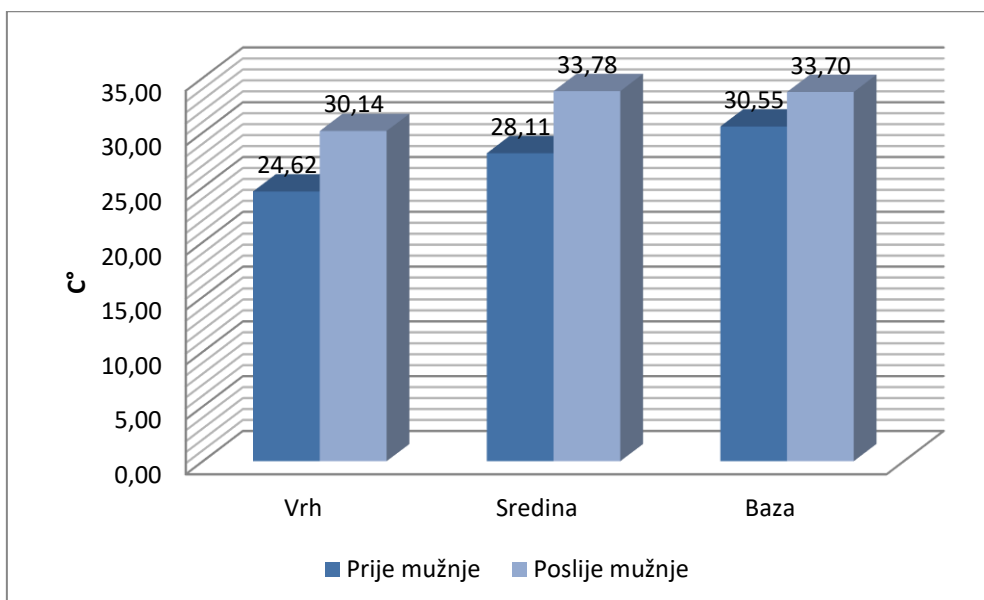
Prema prikazanim podacima o istraživanim svojstvima mjerenim ICT kamerom prikazanima u tablici 3., prosječna temperatura vrha sise (AV1) iznosila je 27,19 °C, prosječna temperatura sredine sise (AV2) iznosila je 30,73 °C te je prosječna temperatura baze sise iznosila 31,97 °C. Srednja vrijednost najhladnije točke na sisi (CS) iznosila je 24,04 °C, a srednja vrijednost najtoplije točke na sisi (HS) iznosila je 33,31 C°. Nadalje, rezultati su pokazali da je razlika prosječnih temperatura između AV1 i AV2 (Delta1) bila -3,54 °C, razlika prosječnih temperatura između AV1 i AV3 (Delta2) bila je -4,80 °C, a razlika prosječnih temperatura između AV2 i AV3 (Delta3) bila je -1,24 °C.





Grafikon 1. Prosječne vrijednosti temperatura tkiva prednje lijeve sise prije i poslije mužnje

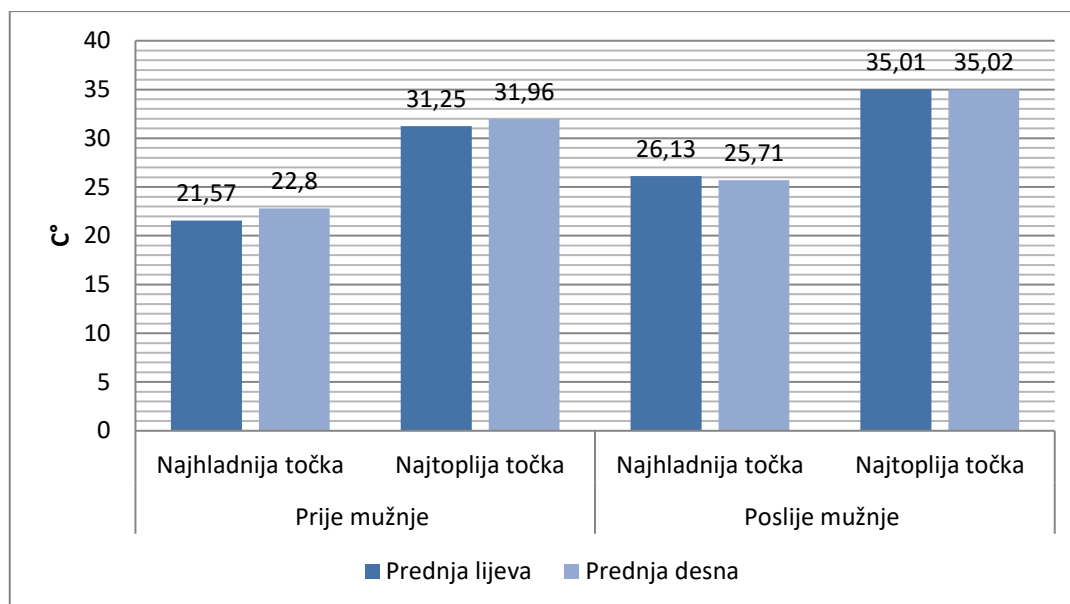
Prosječna vrijednost temperature tkiva vrha prednje lijeve sise prije mužnje iznosila je 23,61 °C, dok je ta ista vrijednost nakon mužnje u prosjeku iznosila 30,41 °C. Prosječne vrijednosti sredine i baze prednje lijeve sise iznosile su 27,43 i 29,75 °C prije mužnje, dok su njihove vrijednosti nakon mužnje iznosile 33,61 odnosno 33,90 °C (Grafikon 1.).



Grafikon 2. Prosječne vrijednosti temperatura tkiva prednje desne sise prije i poslije mužnje

U Grafikonu 2. prikazane su prosječne vrijednosti temperatura tkiva prednje desne sise, gdje su uviđa da je temperatura vrha sise najhladnija (24,62) dok je baza sise najtoplija

(30,55) prije mužnje. Nakon mužnje sve vrijednosti temperatura su veće, odnosno temperatura vrha sise iznosila je 30,14, sredine sise 33,78, a baze sise 33,70 °C.



Grafikon 3. Prosječne vrijednosti najhladnijih i najtoplijih dijelova tkiva sisa prije i poslije mužnje

Najtoplija i najhladnija područja na prednjim lijevim i desnim sisama bile su približno iste te su imale isti trend povećanja temperature nakon mužnje (Grafikon 3.). Najhladnija područja sisa imala su vrijednosti oko 22 °C prije mužnje, dok su te vrijednosti nakon mužnje iznosile oko 26 °C. Vrijednosti najtoplijih područja na sisama prije mužnje iznosile su oko 32 a nakon mužnje 35 °C.

Tablica 4. Značajnost razlika između mjerenih svojstava prednje lijeve sise

| Svojstvo | Prije mužnje (°C)  | Poslije mužnje (°C) | Razlika (°C) | P        |
|----------|--------------------|---------------------|--------------|----------|
| AV1      | 23,61 <sup>a</sup> | 30,41 <sup>b</sup>  | -6,80        | p<0,0001 |
| AV2      | 27,43 <sup>a</sup> | 33,61 <sup>b</sup>  | -6,18        | p<0,0001 |
| AV3      | 29,75 <sup>a</sup> | 33,90 <sup>b</sup>  | -4,15        | p<0,0001 |
| CS       | 21,57 <sup>a</sup> | 26,13 <sup>b</sup>  | -4,56        | p<0,0001 |
| HS       | 31,25 <sup>a</sup> | 35,01 <sup>b</sup>  | -3,76        | p<0,0001 |

\* Vrijednosti s različitim slovima u istom redu statistički su visoko značajne (p<0,0001); AV1 – prosječna temperatura vrha sise; AV2 – prosječna temperatura sredine sise; AV3 – prosječna temperatura baze sise, CS – najhladnija točka na sisi; HS – najtoplija točka na sisi

Utvrđene su visoko značajne (p<0,0001) razlike u temperaturnim vrijednostima za sva mjerena svojstva tkiva prednje lijeve sise nakon mužnje u odnosu na iste prije mužnje. Temperatura vrha sise (23,61; 30,41) bila je za približno 7 °C veća nakon mužnje u odnosu na te vrijednosti prije mužnje, dok je ta razlika za sredinu (27,43; 33,61) i bazu (29,75;

33,90) sise iznosila u prosjeku od 4 do 6 °C. Vrijednosti najhladnijih (21,57; 26,13) i najtoplijih (31,25; 35,01) točaka na sisama bile su značajno ( $p < 0,0001$ ) veće nakon mužnje u odnosu na te vrijednosti prije mužnje u prosjeku za 4 °C (Tablica 4.).

Tablica 5. Značajnost razlika između mjerenih svojstava prednje desne sise

| Svojstvo | Prije mužnje (°C)  | Poslije mužnje (°C) | Razlika (°C) | P            |
|----------|--------------------|---------------------|--------------|--------------|
| AV1      | 24,62 <sup>a</sup> | 30,14 <sup>b</sup>  | -5,52        | $p < 0,0001$ |
| AV2      | 28,11 <sup>a</sup> | 33,78 <sup>b</sup>  | -5,67        | $p < 0,0001$ |
| AV3      | 30,55 <sup>a</sup> | 33,70 <sup>b</sup>  | -3,15        | $p < 0,0001$ |
| CS       | 22,80 <sup>a</sup> | 25,71 <sup>b</sup>  | -2,91        | $p < 0,0001$ |
| HS       | 31,96 <sup>a</sup> | 35,02 <sup>b</sup>  | -3,06        | $p < 0,0001$ |

\*Vrijednosti s različitim slovima u istom redu statistički su visoko značajne ( $p < 0,0001$ ); AV1 – prosječna temperatura vrha sise; AV2 – prosječna temperatura sredine sise; AV3 – prosječna temperatura baze sise, CS – najhladnija točka na sisi; HS – najtoplija točka na sisi

U tablici 5. prikazane su usporedbe prosječnih vrijednosti dijelova tkiva prednje desne sise prije i poslije mužnje. Utvrđene su visoko značajne ( $p < 0,0001$ ) razlike u temperaturnim vrijednostima nakon mužnje u odnosu na prije mužnje za temperature vrhova (24,62; 30,14), sredine (28,11; 33,78) i baze sise (30,55; 33,70). Odnosno, vrijednosti temperatura mjerenih dijelova sise su značajno ( $p < 0,0001$ ) veće nakon mužnje u odnosu na te vrijednosti prije mužnje. Kada se promatraju najhladnije (22,80; 25,71) i najtoplije (31,96; 35,02) točke na sisama, uviđa se da su te vrijednosti također značajno ( $p < 0,0001$ ) veće poslije mužnje u odnosu na iste poslije mužnje u prosjeku za 3 °C.

## 5. RASPRAVA

U grupi Holstein krava koje su obuhvaćene istraživanjem zabilježena je visoko značajna ( $p < 0,0001$ ) razlika u promjeni temperature na svim mjerenim dijelovima prednjih sisa vimena prije i poslije mužnje. Prosječne temperature vrhova sisa prije mužnje iznosile su približno  $24,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  za lijevu i oko  $25,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  za desnu sisu. Te vrijednosti poslije mužnje su neovisno o položaju sisa iznosile oko  $30,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  što je približna razlika za 5 do  $6\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Vegricht i sur. (2007) zabilježili su znatno manje razlike u temperaturama prije i poslije mužnje. Prosječna se temperatura vrha sise pri strojnoj mužnji povećala za oko  $1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $2,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  u odnosu na temperaturu prije mužnje, a kod robotizirane mužnje zabilježili su porast temperature vrha sise nakon mužnje od  $0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ . U istraživanju koje su proveli Yang i sur. (2018.) nije primijećena značajna razlika između lijeve i desne stražnje četvrti u temperaturi sisa prije i poslije mužnje. Zabilježeni raspon temperaturnih razlika između lijeve i desne stražnje četvrti bio je manji od  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $p > 0,05$ ). U svome istraživanju navode kako je temperatura sisa nakon mužnje bila u pozitivnoj korelaciji s proizvodnjom mlijeka ( $R = 0,031$ ,  $p < 0,001$ ) jer je temperatura sisa kod krava sa visokom proizvodnjom mlijeka bila za  $0,98\text{ }^{\circ}\text{C}$  viša nego kod od onih krava s niskom proizvodnjom. Nadalje, Kunc i sur. (2007.) su u svome istraživanju infracrvenom termografijom prikazali da strojna mužnja uzrokuje značajne promjene na sisama, odnosno da se povećava temperatura u prosjeku za  $2,62\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Slične rezultate dobili su Barth (2000.) i Kunc i sur. (2000.) koji su također utvrdili da je temperatura sisa povećana, posebno odmah nakon mužnje. Rezultati ovoga istraživanja su također potvrdili povećanje temperature tkiva sisa nakon mužnje, kao i kod većine gore navedenih autora. Uočene su nešto veće razlike u vrijednostima temperatura sisa nakon mužnje u odnosu na rezultate drugih autora, moguće objašnjenje za to jeste odabir vrste i stupanj istrošenosti sisnih guma na robotima za mužnju.

U grupi Holstein krava koje su obuhvaćene istraživanjem zabilježena je prosječna količina pomuzenog mlijeka po mužnji u iznosu od  $13,75\text{ kg}$ , mužnja je u prosjeku trajala oko 8 minuta (7,67), sa prosječnim vrijednostima protoka mlijeka po četvrtima vimena od  $1,01$  do  $1,10\text{ kg/min}$ . Manju prosječnu količinu pomuzenog mlijeka po mužnji kod Holstein krava u svome istraživanju zabilježili su Strapak i sur. (2011.) koja je iznosila  $11,98\text{ kg}$ ., ali su zabilježili znatno veći prosječni protok mlijeka koji je iznosio  $2,52\text{ kg/min}$ . Nešto veću prosječnu količinu pomuzenog mlijeka od  $14,14\text{ kg}$  po mužnji kod Holstein krava zabilježili su Lee i Choudhary (2006.) u svojem istraživanju. Također su zabilježili i veći prosječan protok mlijeka koji je iznosio  $2,30\text{ kg/min}$ . U svome radu Špoljar i sur. (2004).

istraživali su utjecaj načina strojne mužnje na količinu i protok mlijeka na dvije farme kod holstein krava. Na prvoj farmi (farma A) mužač odlučuje o trenutku skidanja muzne jedinice s vimena krave, a na drugoj farmi (farma B), kada se protok mlijeka smanji ispod 200 g/min, muzna jedinica se automatski skida. U usporedbi sa trajanjem mužnje u ovom istraživanju, mužnja na farmi A je trajala 6 min i 58 s, a na farmi B je trajala 5 min i 3 s. što je nešto kraće nego kod ovoga istraživanja. Što se tiče prosječne količine pomuzenog mlijeka po mužnji, u usporedbi sa ovim istraživanjem, na farmi B je prosječno namuzeno 12,9 kg mlijeka, a na farmi A 13,4 kg mlijeka što znači da su obje farme imale manju prosječnu količinu pomuzenog mlijeka po mužnji nego krave u ovome istraživanju. Treba naglasiti da su prosječni protoci mlijeka krava u ovom istraživanju izraženi po četvrtima što je različito od krava iz gore navedenih istraživanja gdje su te vrijednosti izražene za cijelo vime. Iz tog razloga su prosječni protoci mlijeka nešto niži kod krava u ovom istraživanju u odnosu na druga navedena.

Mein i sur. (2003.) su tijekom svog istraživanja došli do spoznaje da je koža pri vrhu sise izložena inherentnoj sili dilatacije koja širi kožu isprekidanim pritiskom na sisu od strane tlaka kroz unutarnju stjenku sisne čaše prilikom strojne mužnje. Autori navode da se sila dilatacije povećava kada su sise pomužene većom razinom podtlaka i režimom pulsacije 2x2, te preporučuju najjednostavnije i najučinkovitije načine smanjenja utjecaja strojne mužnje na hiperkeratozu, a to su: smanjiti vrijeme mužnje po kravi, smanjiti broj pulsacijskih ciklusa po mužnji, smanjiti napetost unutrašnje stjenke sisne čaše; te kontrolirati tlak koji djeluje na unutrašnju stjenku sisnih čaša u D – fazi mužnje. Krave u ovom istraživanju imale su omjer pulsacija 2x2, što je moglo dovesti do veće dilatacije, a ujedno i pojačane cirkulacije na tkivu sisa, čime su se očitale veće vrijednosti temperatura nakon u odnosu na te vrijednosti prije mužnje.

Izbor sisne gume, odnosno njezine dimenzije i oblik, te razina podtlaka dovode do većih ili manjih promjena na tkivu sisa kao posljedica strojne mužnje. Tako su Gleeson i sur. (2004.) ultrazvučnim pregledom utvrdili značajno povećanje dužine sisnog kanala ( $p < 0,01$ ), promjer sisa ( $p < 0,05$ ), dužinu sisa ( $p < 0,01$ ) debljinu stjenke sise ( $p < 0,001$ ) i smanjenje sisne cisterne ( $p < 0,01$ ) neposredno nakon mužnje u odnosu na prije mužnje kod primjene sisnih guma širokog promjera (21,0 – 31,6 mm) sa nižim razinama vakuuma ( $\leq 44$  kPa). Isti autori utvrdili su najveće povećanje promjera sisa kod primjene sisnih čaša širokog promjera sa omjerom pulsacija 60:40 i pulsним režimom 4x1, a minimalne promjene promjera sisa kod sisnih guma uskog promjera (18,0 – 21,0 mm) koristeći sličan

omjer pulsacija. Gleeson i sur. (2004.) su kao konačan zaključak naveli da je promjer sisne gume ima veći učinak na mužnju od pulsacijskog omjera ili razine podtlaka i da promjer sisne gume ima veći utjecaj na promjene tkiva sise od ostalih dijelova muzne jedinice. Promjer sisnih guma korišten za potrebe ovoga istraživanja iznosio je 20 mm, što ih svrstava u rang užih prema Gleeson-u i sur. (2004.), te bi se trebale napraviti ultrazvučne izmjere unutarnjih dijelova sisa kako bi se mogle naći eventualne poveznice sa povećanjem temperaturnih vrijednosti nakon mužnje.

Prema istraživanju Parilove i sur. (2011.) kada se koristio veći podtlak za mužnju (>45 kPa), duljina sisa te unutarnji parametri kao što su duljina sisnog kanala, širina vrha sise i širina cisterne sise bili su veći nakon u odnosu na te vrijednosti prije mužnje. Tijekom mužnje krava u ovom istraživanju razina podtlaka bila je od 46 do 47 kPa, što je moglo izazvati veće opterećenje tkiva sisa i izmjerene veće vrijednosti temperatura tkiva.

Nadalje, Bobić i sur. (2018.) utvrdili su da odabir izgleda sisne gume utječe na izgled tkiva sisa, broj somatskih stanica i samim tim na povećanje rizika od nastanka mastitisa. Navedeni autori utvrdili su značajno ( $p < 0,0001$ ) nižu razinu hiperkeratoze, značajno ( $p < 0,0001$ ;  $p < 0,05$ ) bolju kondiciju sisa (boja i otekline), te značajno ( $p < 0,0001$ ) nižu razinu somatskih stanica, kod krava koje su se muzle sa sisnim gumama trokutastog oblika tijela u odnosu na krave koje su se muzle sa okruglim oblikom tijela sisnih guma.

Povezanost razine hiperkeratoze, BSS-a i temperature sisa sa rizikom od nastanka mastitisa radili su Juozaitienė i sur. (2019.), te su utvrdili da postoji značajna pozitivna korelacija između BSS-a i temperature sisa ovisno o stupnju hiperkeratoze. Temperatura četvrti vimena bila je značajno niža u zdravim četvrtima ( $p < 0,01$ ), bila je povezana s povećanim BSS mlijeka ( $P < 0,05$ ), te sa učestalošću subkliničkog i kliničkog mastitisa.

Istraživanja promjena nastalih na tkivu sisa nakon mužnje kao posljedica strojne mužnje, uz praćenje promjena u temperaturi i broju somatskih stanica, te električnoj provodljivosti mlijeka, može biti vrlo korisno za rano otkrivanje upale i prevenciju mastitisa.

## 6. ZAKLJUČAK

Cilj rada bio je primjenom infracrvene termografije prikazati temperaturne promjene na tkivu sisa vimena krava nastale nakon robotizirane mužnje u odnosu na te vrijednosti prije mužnje. Analizom prikupljenih podataka utvrđeno je sljedeće:

- visoko značajne ( $p < 0,0001$ ) razlike u temperaturnim vrijednostima za sva mjerena svojstva tkiva prednje lijeve sise nakon mužnje u odnosu na iste prije mužnje
- temperatura vrha sise bila je za približno  $7\text{ }^{\circ}\text{C}$  veća nakon mužnje u odnosu na te vrijednosti prije mužnje, dok je ta razlika za sredinu i bazu sise iznosila u prosjeku od  $4$  do  $6\text{ }^{\circ}\text{C}$
- vrijednosti najhladnijih i najtoplijih točaka na sisama bile su značajno ( $p < 0,0001$ ) veće nakon mužnje u odnosu na te vrijednosti prije mužnje u prosjeku za  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Na temelju navedenog prihvaćaju se postavljene hipoteze rada, te se može zaključiti da robotizirana mužnja uzrokuje povećanje temperature tkiva sisa nakon mužnje. Najviše vrijednosti su zabilježene neposredno nakon mužnje i potrebno je dodatno istražiti koliko dugo temperatura ostaje povišena. Povišena temperatura sisa posljedica je mehaničkog pritiska sisnih guma, te se tkivo sisa svakodnevno izlažu toj vrsti stresa minimalno dva puta na dan, čime se narušava obrambeni mehanizam sisa. Kada se tome doda i loša higijena mužnje i smještaja krava, može doći do povećanja rizika od pojave mastitisa. Potrebno je daljnje praćenje temperaturnih promjena sisa kao posljedica robotizirane mužnje, kako bi se utvrdilo u kolikoj mjeri te promjene dovode do povećanja rizika od nastanka mastitisa.

## 7. POPIS LITERATURE

1. Barth, K. (2000): Basic investigations to evaluate a highly sensitive infrared-thermograph-technique to detect udder inflammation in cows. *Milchwissenschaft-Milk-Science International* 55, 607 – 609.
2. 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.
3. Bobić, T., Andrašić, D., Mijić, P., Gregić, M., Baban, M., Gantner, V. (2018.): The effect of liner type on the teat condition of Holstein primiparous cows. *Journal of Central European Agriculture*, 19 (4), 766 - 771.
4. Džidić, A. (2013.): *Laktacija i strojna mužnja*, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb
5. Gleeson, D. E., O'Callaghan, E. J., Rath, M. V. (2004.): Effect of liner design, pulsator setting, and vacuum level on bovine teat tissue changes and milking characteristics as measured by ultrasonography. *Irish Veterinary Journal*, 57, (5), 289 – 296.
6. Havranek, J., Rupić, V. (2003.): *Mlijeko od farme do mljekare*; Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.
7. Ivanković, A.; Filipović, D.; Mustać, I.; Mioč, B.; Luković, Z.; Janječić, Z. (2016.): *Objekti i oprema u stočarstvu*; Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb.
8. Juozaitiene, V., Juozaitis, A., Zymantiene, J., Oberauskas, V., Aniulienė, A., Kajokiene, L., Yilmaz, A., Simokaitiene, A. (2019.): The effect of different levels of teat-end hyperkeratosis on mammary infrared thermograph and mastitis in dairy cows. *Veteriner Fakültesi dergisi* 66, (1):21-26.
9. Knížková, I., Kunc, P., Gürdil, G. A. K., Pınar, 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. Kunc, P., Knížková, I., Koubková M., Flusser J., Doležal, O. (2000.): Comparison of teat rubber liners by means of temperature states of teats. *Research in Agriculture Engineering*, 46, 104 – 107.
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. Lee, D. H., Choundhary, V. (2006.): Study on milkability traits in Holstein cows. *Asian-Australasian J Anim Sci* 19: 309–314.
13. Lund, T., Miglior, F., Dekkers, J. C. M., Burnside, E. B.(1994.): Genetic relationships between clinical mastitis, somatic cell count, and udder conformation in Danish Holsteins. *Livestock Production Science*, 39, 243–251.
14. Ljuboja, B., Kandid, J., Bobić, T., Mijić, P., Gregić, M., ..Gantner, V. (2017.): Primjena termovizijske kamere u govedarskoj proizvodnji. 10. International scientific/professional conference Agriculture in Nature and environment Protection / Osijek : Glas Slavonije d.d., Osijek, 2017, 86-89.
15. Mein, G. A., Williams, D. M. D., Reinemann, D. J. (2003.): Effects of milking on teat-end hyperkeratosis: 1. Mechanical forces applied by the teatcup liner and responses of the teat. ILFR, University of Melbourne; Veterinarian; MRIL, UW-Wisconsin Victoria, Australia; Madison, Wisconsin, USA Paper Presented at the 42nd annual meeting of the National Mastitis Council, Fort Worth Texas, USA, January 26-29, 2003.
16. Pařilová, M., Stádník, L., Jeřková, A., Štolc, L. (2011.): Effect of milking vacuum level and overmilking on cows'teat characteristics. *Acta Universitatis Agriculturae Et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 23, (5), 193 – 202.
17. Sathiyabarathi, M., Jeyakumar, S., Manimaran, A., Pushpadass, Heartwin A., Sivaram, M., Ramesha, K. P., Das, D. N., Katakaltware, 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.
18. SmartSAMM Technote 6 Machine function (2012): Monitor and maintain milking machine function.
19. Stelletta, C., Giancesella, M., Vencato, J., Fiore, E., Morgante, M. (2012.): Thermographic Applications in Veterinary Medicine. In *Tech, China*, 117-140.
20. Strapak, P., Antalík, P., Szenczióva, I. (2011.): Milkability evaluation of Holstein dairy cows by Lactocorder. *J Agrobiol*. 28 (2): 139-146.
21. Špoljar, S., Džidić, A., Kapš, M., Havranek, J., Antunac, N. (2004.): Utjecaj načina strojne mužnje na tkivo sise krave, količinu mlijeka i trajanje mužnje. *Mljekarstvo*, 54, (2), 129-138.

22. Vegricht J, Machalek A, Ambroz P, Brehme, U., Rose, S. (2007.): Milkingrelated changes of teat temperature caused by various milking machines. *Journal of Agricultural Engineering Research* 53, 121–125.
23. Yang, C., Li, G., Zhang, X., Gu, X. (2018.): Udder skin surface temperature variation pre- and post- milking in dairy cows as determined by infrared thermography. *Journal of Dairy Research*, 85 201–203.
24. Zecconi, A., Hamann, J., Bronzo, V., Ruffo, G. (1992.): Machine induced teat tissue reactions and infection risk in a dairy herd free from contagious mastitis pathogens. *Journal of Dairy Research*, 59, 265 – 271.

Internet izvori:

<https://www.belje.hr/otvorena-najveca-robotizirana-farma-muznih-krava-u-europi/> (datum pregleda 12. 04. 2020.)

<https://www.testo.com/hr-HR/testo-872/p/0560-8721> (datum pregleda 28. 04. 2020.)

<https://www.testo.com/en/products/thermography-irsoft> (datum pregleda 28. 04. 2020.)

<http://hip.hr/testo-872/> (datum pregleda 28. 04. 2020.)

## 8. SAŽETAK

Cilj rada bio je primjenom infracrvene termografije prikazati temperaturne promjene na tkivu sisa vimena krava nastale nakon robotizirane mužnje u odnosu na te vrijednosti prije mužnje. Istraživanje je provedeno na 15 krava Holstein pasmine. Utvrđene su visoko značajne ( $p < 0,0001$ ) razlike u temperaturnim vrijednostima nakon mužnje u odnosu na prije mužnje za temperature vrhova, sredine i baze sisa. Temperatura vrha sisa bile su za približno  $7\text{ }^{\circ}\text{C}$  veća nakon mužnje u odnosu na te vrijednosti prije mužnje, dok su te razlike za sredinu i bazu sise iznosila u prosjeku od 4 do  $6\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Vrijednosti najhladnijih i najtoplijih točaka na sisama bile su značajno ( $p < 0,0001$ ) veće nakon mužnje u odnosu na te vrijednosti prije mužnje u prosjeku za 3 do  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Na temelju dobivenih podataka i utvrđenih visoko značajnih razlika u temperaturnim vrijednostima prije i poslije mužnje, može se zaključiti da robotizirana mužnja uzrokuje povećanje temperature tkiva sisa. Potrebno je daljnje praćenje temperaturnih promjena sisa kao posljedica robotizirane mužnje, kako bi se utvrdilo u kolikoj mjeri te promjene dovode do povećanja rizika od nastanka mastitisa.

## **9. SUMMARY**

The aim of this study was to demonstrate changes in teat udder temperature after robotic milking with respect to the figure before milking, using infrared thermography. The study was carried out on 15 Holstein cows. Highly significant ( $p < 0.0001$ ) differences in temperature values after milking compared to before milking were found for the temperatures of the tops, middle and base of the teats. Temperatures of the teat's tops were approximately 7 °C higher after milking comparing to the values before milking. The difference concerning the middle and base of the teat were in average 4-6 °C. Values of the coldest and warmest areas of the teat were significantly higher ( $p < 0.0001$ ) after milking compared to before of milking in average 3 to 4 °C. Based on the acquired data and the established differences before and after milking, it can be concluded that robotic milking causes higher temperature in teat tissue. Further monitoring of teat temperature changes as a result of robotic milking is required, to determine the extent to which these changes increase the risk of mastitis.

## **10. POPIS TABLICA**

Tablica 1. Osnovni proizvodni podatci krava (n =15) obuhvaćenih istraživanjem

Tablica 2. Osnovni muzni pokazatelji na razini četvrti i cijelog vimena po mužnji

Tablica 3. Deskriptivna statistika istraživanih svojstava mjerenih infracrvenom termovizijskom kamerom

Tablica 4. Značajnost razlika između mjerenih svojstava prednje lijeve sise

Tablica 5. Značajnost razlika između mjerenih svojstava prednje desne sise

## **11. POPIS SLIKA**

Slika 1. Robot za mužnju marke DeLaval

Slika 2. Farma Topolik

Slika 3. Robot za mužnju na farmi Topolik

Slika 4. Infracrvena termovizijska kamera TESTO 872

Slika 5. Snimanje sa ICT kamerom

Slika 6. Mjerenje najtoplije točke (HS) u obilježenoj regiji na slici

Slika 7. Mjerenje najhladnije točke (CS) u obilježenoj regiji na slici

Slika 8. Mjesta mjerenja prosječnih vrijednosti temperatura na vrhu (AV1), sredini (AV2) i na bazi (AV3) sise

## **12. POPIS GRAFIKONA**

Grafikon 1. Prosječne vrijednosti temperatura tkiva prednje lijeve sise prije i poslije mužnje

Grafikon 2. Prosječne vrijednosti temperatura tkiva prednje desne sise prije i poslije mužnje

Grafikon 3. Prosječne vrijednosti najhladnijih i najtoplijih dijelova tkiva sise prije i poslije mužnje

# **TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA**

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

**Diplomski rad**

## **Utjecaj robotizirane mužnje na promjene temperature sisa vimena krava**

**Josip Raković**

### **Sažetak**

Cilj rada bio je primjenom infracrvene termografije prikazati temperaturne promjene na tkivu sisa vimena krava nastale nakon robotizirane mužnje u odnosu na te vrijednosti prije mužnje. Istraživanje je provedeno na 15 krava Holstein pasmine. Utvrđene su visoko značajne ( $p < 0,0001$ ) razlike u temperaturnim vrijednostima nakon mužnje u odnosu na prije mužnje za temperature vrhova, sredine i baze sisa. Temperatura vrha sisa bile su za približno  $7\text{ }^{\circ}\text{C}$  veća nakon mužnje u odnosu na te vrijednosti prije mužnje, dok su te razlike za sredinu i bazu sise iznosila u prosjeku od 4 do  $6\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Vrijednosti najhladnijih i najtoplijih točaka na sisama bile su značajno ( $p < 0,0001$ ) veće nakon mužnje u odnosu na te vrijednosti prije mužnje u prosjeku za 3 do  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Na temelju dobivenih podataka i utvrđenih visoko značajnih razlika u temperaturnim vrijednostima prije i poslije mužnje, može se zaključiti da robotizirana mužnja uzrokuje povećanje temperature tkiva sisa. Potrebno je daljnje praćenje temperaturnih promjena sisa kao posljedica robotizirane mužnje, kako bi se utvrdilo u kolikoj mjeri te promjene dovode do povećanja rizika od nastanka mastitisa.

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

**Mentor:** doc.dr.sc. Tina Bobić

**Broj stranica:** 34

**Broj grafikona i slika:** 11

**Broj tablica:** 5

**Broj literaturnih navoda:** 24

**Jezik izvornika:** Hrvatski

**Ključne riječi:** infracrvena termografija, robotizirana mužnja, temperatura, sise

**Datum obrane:** 29.6.2020.

**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**

### **The influence of the robotic milking on teats temperature changes of the cows udder**

**Josip Raković**

#### **Abstract**

The aim of this study was to demonstrate changes in teat udder temperature after robotic milking with respect to the figure before milking, using infrared thermography. The study was carried out on 15 Holstein cows. Highly significant ( $p < 0.0001$ ) differences in temperature values after milking compared to before milking were found for the temperatures of the tops, middle and base of the teats. Temperature of the teat's tops were approximately 7 °C higher after milking comparing to the values before milking. The difference concerning the middle and base of the teat were in average 4-6 °C. Values of the coldest and warmest areas of the teat were significantly higher ( $p < 0.0001$ ) after milking compared to before of milking in average 3 to 4 °C. Based on the acquired data and the established differences before and after milking, it can be concluded that robotic milking causes higher temperature in teat tissue. Further monitoring of teat temperature changes as a result of robotic milking is required, to determine the extent to which these changes increase the risk of mastitis..

**Thesis performed at:** Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

**Mentor:** doc.dr.sc Tina Bobić

**Number od pages:** 34

**Number of figures:** 11

**Number of tables:** 5

**Number of references:** 24

**Original in:** Croatian

**Key words:** infrared thermography, robotic milking, temperature, teats

**Thesis defended on date:** 29.6.2020.

#### **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