

# Obrasci ponašanja goveda pri korištenju robotiziranih sustava na govedarskim farmama

---

Dereh, Marija

Master's thesis / Diplomski rad

2022

*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:151:826169>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-08-07**



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](#)



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Marija Dereh, apsolvantica

Diplomski sveučilišni studij Zootehnika

Smjer: Hranidba domaćih životinja

**OBRASCI PONAŠANJA GOVEDA PRI KORIŠTENJU  
ROBOTIZIRANIH SUSTAVA NA GOVEDARSKIM FARMAMA**

**Diplomski rad**

Osijek, 2022.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Marija Dereh, apsolventica

Diplomski sveučilišni studij Zootehnika

Smjer: Hranidba domaćih životinja

**OBRASCI PONAŠANJA GOVEDA PRI KORIŠTENJU  
ROBOTIZIRANIH SUSTAVA NA GOVEDARSKIM FARMAMA**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

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

Osijek, 2022.

# SADRŽAJ

|  |    |
|--|----|
| <b>1. UVOD</b> .....   | 1  |
| 2.1. Robotizirana mužnja krava.....  | 2  |
| 2.2. Robotizirana hranidba krava na farmi .....                                    | 4  |
| 2.3. Roboti za čišćenje staja .....  | 8  |
| <b>3. OBRASCI PONAŠANJA GOVEDA</b> .....   | 11 |
| 3.1. Adaptacija goveda na robotizirani sustav u slobodnom načinu uzgoja.....       | 11 |
| 3.2. Adaptacija goveda na vezni način uzgoja .....                                 | 14 |
| 3.3. Ponašanje krava pri korištenju robota na farmi.....                           | 17 |
| <b>4. PROVEDBA MJERA DOBROBITI KRAVA NA ROBOTIZIRANIM FARMAMA</b> ....             | 19 |
| <b>5. ROBOTIZIRANE FARME I ZDRAVLJE GOVEDA</b> .....                               | 21 |
| 5.1. Primjena AMS-a na somatske stanice i ostale proizvodne pokazatelje .....      | 22 |
| <b>6. TEHNOLOGIJA ZA PRAĆENJE ZDRAVLJA</b> .....                                   | 26 |
| <b>7. PREDNOSTI I NEDOSTACI PRI KORIŠTENJU ROBOTA NA GOVEDARSKIM FARMAMA</b> ..... | 30 |
| <b>8. ZAKLJUČAK</b> .....  | 33 |
| <b>9. POPIS LITERATURE</b> .....   | 34 |
| <b>10. SADRŽAJ</b> .....   | 40 |
| <b>11. SUMMARY</b> .....   | 41 |
| <b>12. POPIS SLIKA</b> .....   | 42 |
| <b>13. POPIS GRAFIKONA</b> .....   | 43 |
| <b>14. POPIS TABLICA</b> .....   | 44 |
| <b>TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA</b> .....                                      | 45 |
| <b>BASIC DOCUMENTATION CARD</b> .....  | 46 |

## 1. UVOD

Kada bi opisali ponašanje životinja to bi bile sve uočljive aktivnosti pa čak kada je i u fazi mirovanja dok na nju djeluju vanjski i unutarnji podražaji. Kako bi ih razlikovali, svaka vrsta životinja ima svoje specifično ponašanje. Ponašanje je dobar pokazatelj zdravlja, dobrobiti životinja, ali i pokazatelj ako životinja ima promjene u ponašanju koje ukazuju na nekakvu bolest. Znanost koja proučava prethodne parametre naziva se etologija. U današnje vrijeme kada je potražnja za životinjskim namirnicama velika, na farmskim uzgojima životinja potrebno je voditi brigu o njihovoj prilagodbi u uvjetima uzgoja, na zdravlje te na dobrobit životinja. U ekstenzivnom uzgoju promatranjem možemo brže utvrditi neke od uzroka i posljedica u ponašanju kod životinja za razliku od intenzivnog uzgoja gdje promatranje daje lošije rezultate zbog većeg broja životinja u nastambi. U današnje vrijeme kada tehnologija za stočarstvo napreduje iz dana u dan, farmeri moraju uložiti dodatan napor u savladavanju novih tehnologija koje se sve više koriste u govedarstvu. Samim tim trebaju dalje utjecati i na selekcijski odabir svojih životinja, poput mliječnih krava, što će ubrzati njihovu prilagodbu na robotizirane sustave. Kako bi umanjili pojavnost stresa, koji često uzrokuje neke negativne fiziološke promjene u tijelu goveda, potrebno je poznavati njihove obrasce ponašanja.

Cilj ovog rada je opisati i kritički obrazložiti robotizirane sustave koji se danas koriste na mliječnim farmama, utjecaj istih na neke fiziološke funkcije mliječnih krava, te sve navedeno povezati s pojedinim obrascima ponašanja krava u intenzivnim sustavima držanja.

## **2.PREGLED LITERATURE**

### **2.1. Robotizirana mužnja krava**

Mužnju definiramo kao istiskivanje mlijeka iz mliječnih žlijezda vimena sisavaca poput krava, ovaca, koza bivolica i sl. Mužnja se može obaviti ručno, strojno ili sustavom za mužnju. U današnje vrijeme postavlja se teza kako intenzivan uzgoj dovodi do smanjenja dobrobiti životinja. Brouček i sur., (2015.) su došli do zaključka kako svaka vrsta smještaja mora životinji osigurati osnovne životne uvjete za dobro zdravlje te rast u svim fazama života. Robotski sustavi za mužnju nude inovativan pristup poboljšanju produktivnosti na mliječnim farmama. Ova tehnologija je vrlo skupa, a malo se zna o njezinoj interakciji između životinje, tehnologije i čovjeka. Arazi i sur., (2007.) navode kako se sustav automatske mužnje pojavio u 1990-im godinama. Mathijs E., (2004.) navodi kako jedan robotski sustav može pomesti 55-65 krava dnevno. Godine 1992. u upotrebu su došli prvi komercijalni roboti za mužnju. Od 2000. godine popularnost im je porasla, a godine 2012. više od 10 000 farmi u 25 različitih zemalja koristi RSM. Ketelaar i sur., (2000.) navode kako robotizirani sustav zahtjeva manju ljudsku radnu snagu, a rezultira povećanjem prinosa mlijeka za 5-10% što je uglavnom zbog povećane učestalosti mužnje tijekom dana. Kako bi RMS bio uspješan mora zadovoljiti elemente kao što je mužnja, mliječnost, kvaliteta mlijeka i ponašanje. Ručni rad je djelomično zamijenjen upravljanjem i kontrolom robota, a prisutnost mužača tijekom mužnje nije potrebna. Mihina i sur., (2012.) su opisali tehnologiju mužnje krave kada uđe u mjesto za mužnju, pritom ID senzor očitava identifikacijsku oznaku krave te dobiveni podaci o kravi idu na računalo. Ako je krava bila nedavno pomužena, sustav ju automatski izbacuje bez pristupa hrani ili mužnji. André i sur., (2010.) navode da 3D kamera i laserska tehnologija pomažu robotskoj ruci da prati kretanje krave i da locira svaku sisu. Pričvršćuje sise, a zatim počinje s mužnjom svake četvrtine vimena prilagođavajući ritam pulsiranja svake četvrtine, to rezultira optimalnom mužnjom i nježnijim iskustvom za kravu. Uređaji za čišćenje sisa i odvajanje lošeg mlijeka ugrađeni su u automatski sustav. RMS su opremljeni i sa sensorima za promatranje i kontrolu procesa mužnje. Podaci se automatski pohranjuju u bazu podataka, a stočar ima upravljački program za kontrolu postavki. Popis upozorenja i izvješća se stočaru prikazuju na ekranu ili papiru. Vizualnu kontrolu zdravlja krava i vimena pri mužnji djelomično preuzimaju automatski sustavi. Redovne vizualne provjere zdravlja krava i vimena tijekom mužnje preuzimaju senzori. Melin i sur., (2005.) zaključuju kako je

za uspješnu robotiziranu mužnju potrebna dobra pokretljivost krava u staji. Pod tim se podrazumijeva optimalni broj posjeta hranidbenom stolu i robotiziranim sustavima za mužnju i to za sve krave u stadu. Postoje dva koncepta kretanja krava u staji gdje je ugrađen robot za mužnju. Prvi koncept se temelji na slobodnom načinu kretanja. On podrazumijeva kretanje krava uz dobrovoljne posjete područjima za hranjenje i mužnju. Pri tome, krave tijekom slobodnog vremena razvijaju vlastite obrasce ponašanje za aktivnosti hranidbe, mužnje, odmora, preživljanja i sr. Drugi koncept kretanja krava u staji nametnut je od strane farmera. Ovaj koncept se još zove i prisilno kretanje krava. Krave koje borave u staji sa ovakvim tehničkim rješenjem dnevnih aktivnosti, moraju proći kroz određena selekcijska vrata i koridore koja ih usmjeravaju u pravcu hranidbenog stola ili u pravcu sustava za mužnju. Postoji više izvedenica ovog prisiljenog kretanja krava, a povezano je s tehničkim rješenjima i prijedlozima kompanija koje prodaju robote za mužnju.

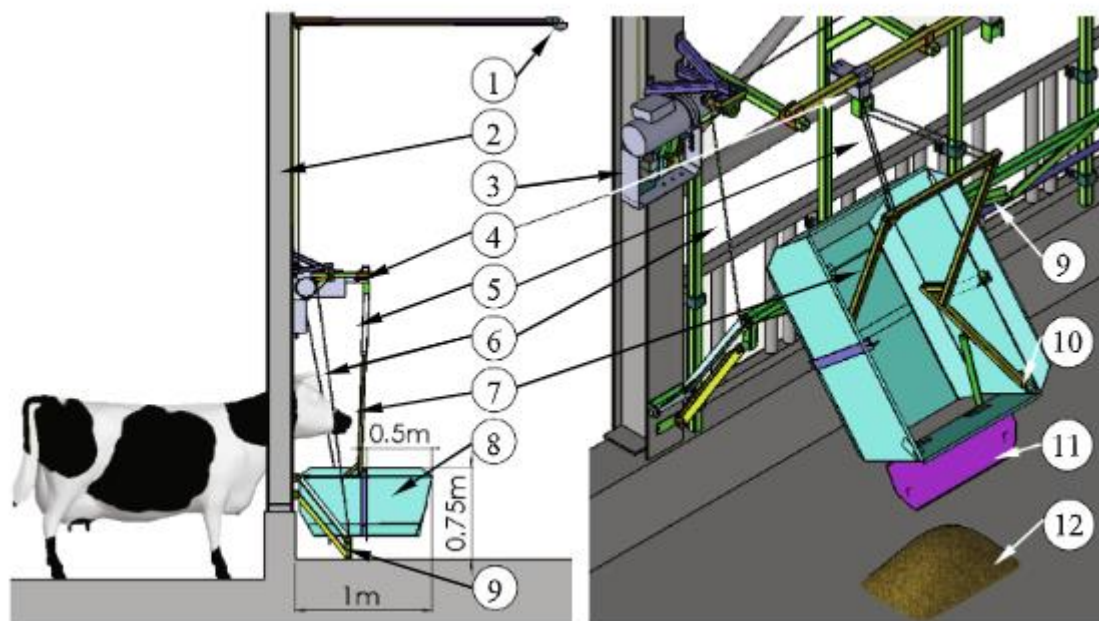


Slika 1. Robot za mužnju sa slobodnim načinom držanja

(Izvor: [www.lely.com](http://www.lely.com))

## 2.2. Robotizirana hranidba krava na farmi

Hranidba, kao i u svim granama stočarstva, igra veliku ulogu u proizvodnji. Njezina uloga je osiguranje hranjivih tvari za normalno održavanje fizioloških procesa u organizmu, kao i uloga osiguranja hranjivih tvari za produktivne potrebe. U većini poljoprivrednih djelatnosti, pa tako i u govedarskoj proizvodnji, dolazi do modernizacije složenijih operacija proizvodnog procesa. Modernizacija uključuje robote za mužnju, hranidbu, čišćenje objekata, te nastiranja stelje. Hranidba i mužnja su tehnološki najzahtjevniji radni i proizvodni procesi u govedarstvu. Napretkom tehnologije na tržištu se javlja sve veći broj proizvođača robotizirane hranidbe (AFS – Automatic Feeding Systems). Među najznačajnijim proizvođačima ovakve opreme ističu se Wasserbauer i GEA sa sjedištem u Njemačkoj, Schaur i Hetwin u Austriji, Lely i Trioliet – Nizozemska, AMS Galaxy u SAD-u i Valentel Kanada. Navedene države su ujedno i vodeće u svijetu po proizvodnji mlijeka. Na globalnoj razini zastupljeno je oko 1250 robotiziranih sustava hranjenja (Domaćinović i sur., 2020.).



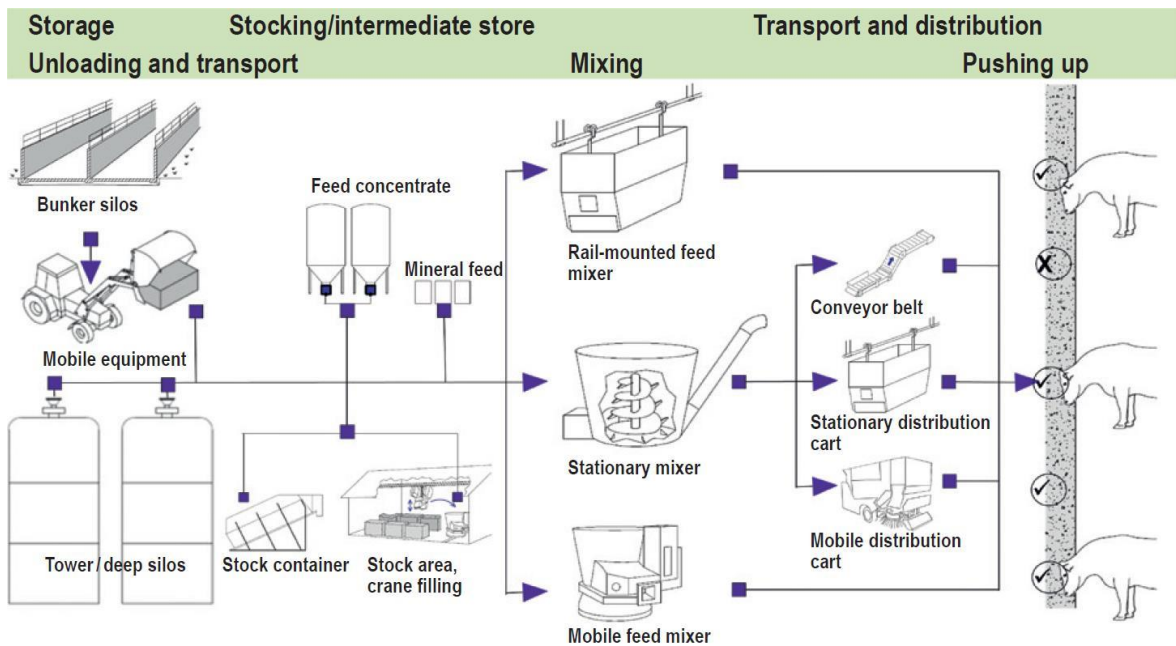
Slika 2. Pogled sa strane na sustav za mjerenje automatiziranog unosa hrane (Bloch i sur., 2021.)

(lijevo): 1 – identifikacijska kamera, 2 - konstrukcija štala, 3 – kutija za elektroniku, 4 – ćelija za punjenje, 5 – kabel spremnika za hranu, 6 - kabel za podizanje, 7 – okvir, 8 – spremnici za hranu, 9 – podizni nosač. Uvećani izometrijski pogled na ljestvicu za dovod (desno) podignutu radi čišćenja: 10 – os na kojoj se okreće spremnik za dovod nalazi se na prednjem rubu, 11 – prednja vrata se otvaraju tijekom podizanja, 12 – zaostali dovod. Ovo mjesto omogućuje veći razmak od tla koji je naohodan za čišćenje ostatka hrane ispod spremnika.



Prednost robota u hranidbi mliječnih krava najviše se ogleda u jednostavnijoj organizaciji rada na farmi. Kod konvencionalnog načina hranidbe, potrebno je uložiti više ljudskog rada jer se obavlja kontrola i nadzor konzumacije hrane. Za razliku od konvencionalnog načina, kod automatizirane hranidbe računalo upravlja radom robota, hranidba je jednostavnija pri čemu je utrošak ljudskog rada značajno umanjen. Čovjek je potreban samo za dopremu hrane u miješalicu i nadzor robota. Kod klasičnog načina hranidbe, zaposlenici moraju svakodnevno ponavljati hranidbu. Pri tome je ljudski rad podložan određenoj promjeni hranidbe i nesvjesnim pogreškama. Međutim, u robotiziranoj hranidbi, zaposlenik opskrbljuje robota odabranim komponentama koje su dostatne za nekoliko dana hranidbe. Hranidba se tada odvija brže, pouzdanije, tako reći bez greške. Robotizirani način hranidbe umanjuje ljudski rad oko 25% što predstavlja dva radna sata po danu. Roboti stimuliraju konzumaciju hrane čak do 4 i više puta. Obroci su svježiji, ali umanjeni, a približavanjem hrane u hranidbenom hodniku smanjuje se propadanje. Često hranjenje tijekom dana pozitivno utječe na pH i zdravlje buraga. Pošto je krava preživač javlja se i aktivnija flora buraga koja brže vrši razgradnju i apsorpciju hranjivih tvari. Među ostalim prednostima su i tiho hranjenje koje ne stvara buku i manja je potrošnja električne struje, veći je broj dnevnih obroka koji su nutritivno uravnoteženiji i javlja se bolja konverzija hrane. Rezultat toga je povećana proizvodnja mlijeka (1,5-2,0 kg/d) što je velika prednost. Cilj je ušteda troškova izgradnje i mehanizacije. Većom konzumacijom i iskorištenosti hrane smanjeno je zagađenje hrane i objekta u fazi hranjenja. Haidn i sur., (2013.) navode kako je na svakom tržištu dostupno niz različitih automatskih sustava za hranjenje. Automatizirani sustav hranjenja sadrži samo-pokretni podni robot, viseći stropni roboti na vodilicama i automatizirano hranjenje transporterima. AFS se sastoji od nekoliko stupnjeva:

1. faza: miješalica – raspodjela
2. faza: miješalica za punjenje – miješanje – raspodjela
3. faza: istovar i transport – miješalica za punjenje – miješanje – raspodjela



Slika 3. Redosljed tehnoloških koraka tijekom pripreme i raspodjele hrane za goveda u automatiziranom sustavu hranidbe

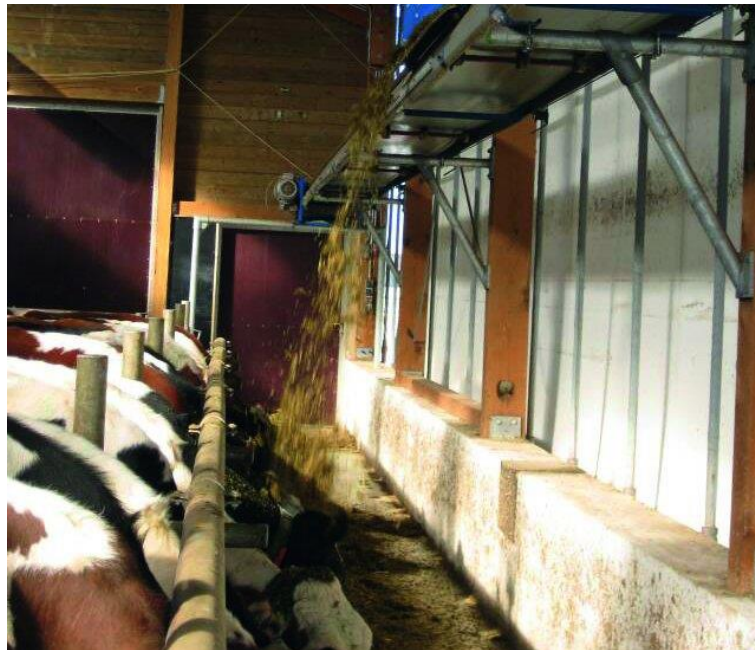
(Izvor: <https://www.dlg.org/en/agriculture/topics/expert-knowledge/automatic-feeding-systems-for-cattle>)

Na Slici 2. je prikazana shema koraka u automatskom hranidbenom sustavu. U prvom koraku automatizacije, stacionirani mješač hrane se mora puniti mobilnom opremom iz bunker silosa. U tzv. kuhinji odvija se izuzimanje i vaganje komponenti. Sljedeći korak karakterizira miješanje komponenti i dolazi do aktiviranja radnih tijela miješalice koju čine horizontalne i vertikalne pužnice. Komponente TMR obroka se miješaju do poželjne homogenosti. U trećem koraku odvija se transport obroka do hranidbenog hodnika pomoću visećih, podnih vodilica ili trakastim transporterom. Nakon toga dolazi raspodjela hrane pomoću: trakastog obostranog izuzimača, pužni izuzimač te klizni obostrani čistač trake. Robot "batler" ima nekoliko funkcija, a to su: približavanje, miješanje, osvježavanje hrane oko 15-20 puta dnevno.



Slika 4. Stacionirana miješalica kao dio robotiziranog sustava pripreme hrane na govedarskoj farmi

(Izvor: <https://www.dlg.org/en/agriculture/topics/expert-knowledge/automatic-feeding-systems-for-cattle>)



Slika 5. Transportna traka za donos hrane u proizvodnoj staji

(Izvor: <https://www.dlg.org/en/agriculture/topics/expert-knowledge/automatic-feeding-systems-for-cattle>)

### 2.3. Roboti za čišćenje staja

Kako navode Ivanković i Mijić, (2020.) automatizacija izgnojavanja bio je jedan od prvih koraka u olakšavanju svakodnevnih poslova na govedarskim farmama. To je težak posao koji se ne smije odgađati i provodi se svakodnevno i višekratno. Staje s "kosom podlogom" ili "dubokom prostirkom" manje su zahtjevne od staja sa slobodnim načinom držanja na punom ili rešetkastom podu. Kako bi se očistili blatni hodnici već desetljećima se koriste "strugači" kojima se višekratno feces, prostirka i druge nečistoće potiskuju u sabirne kanale zatim u sabirne depoe u kojima se skladište do odvoza na krmne površine.



Slika 6. Robot za pregrtanje hrane na hranidbenom stolu firme Lely (tkz. Batler)

(Izvor:

<https://img.apmcdn.org/10728440740ff8119f87a8fc3cac1a48fa2662a2/uncropped/d0ede9-20160325-a-farm-robot-pushes-feed.jpg>)



Slika 7. Samohodni robot za čišćenje blatnih hodnika u staji firme Lely

(Izvor: [www.lely.com](http://www.lely.com))

Broj prolazaka strugača blatnim hodnikom se može programirati, ali se može nadzirati i preko informacijskog sustava. Automatizacija izgnojavanja je poboljšana uvođenjem robota za čišćenje hodnika. Roboti se programiraju da u više navrata čiste blatne hodnike te sakupljaju feces i nečistoće u spremnik kojeg povremeno prazne ili ih potiskuju kroz rešetke poda u sabirne kanale. Oni mogu dodatno ispirati podnu površinu i time održavaju higijenu staje. Pokreće ih električna energija, tihi su tijekom rada, ne uznemiravaju goveda te samostalno dolaze na poziciju za punjenje (Ivanković i Mijić, 2020.).



Slika 8. Robot za čišćenje blatnog hodnika firme DeLaval

(Izvor: <https://livestockmiddleeast.com/delaval-introduces-new-manure-robots-for-solid-floors/>)



Slika 9. Robot u fazi čišćenja blatnog hodnika u staji firme JOZ BV

(Izvor: [https://joz.nl/app/uploads/2019/10/tussenfoto3\\_mestrobot-1024x694.jpg](https://joz.nl/app/uploads/2019/10/tussenfoto3_mestrobot-1024x694.jpg))

### **3. OBRASCI PONAŠANJA GOVEDA**

Svaka životinja ima specifično i genetski određeno ponašanje za svoju vrstu (Pavičić i sur., (2006.). Svi se oblici ponašanja dijele na prirodne i stečene, a ono se može izražavati pojedinačno i u skupini. Primjer za ponašanje u skupini su farmske životinje, jer žive u zajednicama sa strogo definiranim društvenim poretkom ili hijerarhijom. Kontinuiranim praćenjem jedinke ili skupine životinja u različitim okolišnim uvjetima omogućuje uočavanje patologije i nepravilnosti u ponašanju. Krave mogu promijeniti svoje ponašanje na temelju svoje sposobnosti da se nose s promjenama u svojoj okolini.

#### **3.1. Adaptacija goveda na robotizirani sustav u slobodnom načinu uzgoja**

Slobodni način držanja omogućuje kretanja kao oblik ponašanja od velike važnosti jer čini sastavni dio svih drugih oblika ponašanja (Vučinić, 2006.). To su: hranidbeni, reproduktivni, higijenski, istraživački, socijalni, teritorijalni i reaktivni oblici ponašanja uključujući odmor i san. U slobodnom načinu uzgoja goveda se kreću u skupinama s jednog mjesta na drugo, držeći malu udaljenost između ostalih. Kao i kod svih socijalnih životinja koja žive u stadu komunikacija između goveda vrlo je važna za održavanje stada. Goveda komuniciraju putem vida, sluha, mirisa i dodira. Vid je glavni osjetilni organ, a oči su bočno položene. Takav položaj očiju im omogućuje panoramsko vidno polje te može dobro promatrati okolinu. Kod razlikovanja boja, bolje uočavaju crvene boje i žarke od plave, sive ili zelene. Njihova percepcija dubine je loša, pa često odbijaju hodati kroz sijeno ili rešetke. Kod slobodnog načina držanja goveda imaju normalan reproduktivni ciklus, kraće intervale teljenja, lakše teljenje, veća proizvodnja mlijeka te bolji dnevni prirast. Krave koje su nakon prelaska s prisilnog ili vezanog uzgoja na slobodan uzgoj imale su veći prinos mlijeka, a razlog je bolja konverzija hrane i osjećaj prirodnog ponašanja. Smanjenje stresa kod goveda jedna je od najvažnijih prednosti slobodnog uzgoja. U slučaju da govedu nije moguće osigurati cjelodnevno slobodno držanje bilo bi poželjno povremeno osigurati boravak i kretanje na pašnjaku ili u ograđenom ispustu. Jedna od prednosti slobodnog načina uzgoja je to što je udio ljudskog rada sveden na minimum oko 40 sati po kravi godišnje, kako navodi (Jakovljević, 2009.). Što se tiče muznog sustava u slobodnom uzgoju zastupljen je stacionirani uređaj za mužnju sa izmuzištima različitih tipova. Izmuzište se sastoji od: koridora za dovođenje i odvođenje

krava iz čekališta prije i poslije mužnje, prostor za mužnju, skladište za mlijeko, pogonska prostorija te sanitarni prolaz za mužača. Automatizirani sustav mužnje (ASM) opisan u prethodnom naslovu ukratko podrazumijeva obavljanje mužnje 24 sata dnevno bez prisutnosti čovjeka. Krave prilaze robotu 4 – 6 puta dnevno, ali se muzu 2 – 3 puta. Svojevoljno prilaze robotu zbog koncentrata koji služi za motivaciju. Robotizirano izmuzište kao što smo već opisali prethodno može preko temperature mlijeka otkriti estrus, steonost, kao i pretkliničku ketozu i mastitis. Računalo bilježi dijagnozu svake krave, a uzgajivač i veterinar sa dobivenim rezultatima dalje postupaju. Automatizirana mužnja je jednostavna i tiha za razliku od konvencionalnog načina mužnje. Prilikom ulaska krave u izmuzište vrata se zatvaraju te ruka robota približava sisnu čašu koja pere i dezinficira vime te ujedno šalje signal kravi na akt mužnje. Nakon toga robot stavlja čaše gdje laser pomoću senzora pronalazi vime i sisu. Nakon uspješnog hvatanja prve sise te ostalih 3, kreće mužnja. Zna se dogoditi da sisna čaša padne pa ju robot povlači nazad te ju opere, dezinficira i ponovo stavlja. Nakon uspješne mužnje robot opere i dezinficira vime te krava napušta izmuzište. Robot opet pere stajalište, a sav taj proces se nadgleda iz kontrolne sobe gdje se nalazi računalo koje prati svaki od tih procesa. Zbog velikih prednosti nasuprot konvencionalnog načina u današnje vrijeme sve je više zastupljena automatizirana hranidba. Kod automatizirane hranidbe obrok je dostupan više puta kroz dan nego kod konvencionalnog uzgoja. Mattachini i sur., (2019.) su došli do rezultata koji su dokazali da je 11 isporuka hrane dnevno smanjila ležanje krava i time se povećala proizvodnja mlijeka koja je pozitivno utjecala i na ponašanje i udobnost krava. Došli su do zaključka kako automatski sustav za mužnju (AMS) pruža određenim kravama slobodu da same odaberu koliko puta u danu žele biti pomužene. Mliječne krave je više privlačila hrana u izmuzištu nego sama mužnja. Rezultati su dokazali kako su krave u konvencionalnom načinu uzgoja uzimale hranu 1 – 2 puta dnevno, dok su krave u slobodnom načinu uzgoja sa AMS-om uzimale hranu u rasponu 1 – 5 puta. Lenar i sur., (2020.) su u svome istraživanju došli do rezultata kako je veća mliječna produktivnost krava što se češće muze. Naime, što su više u stojećem položaju povećava se motorička aktivnost, a što više uzimaju hranu kroz dan smanjuje se rejekcija tj. vraćanje hrane u usta iz buraga na ponovno žvakanje. Nekoliko provedenih istraživanja su došli do rezultata kako je u AMS-u povećana mliječna proizvodnja za 2 – 12% i 2+ puta su više pomužene nego u konvencionalnom uzgoju (Koningisur, 2002; Wagner i sur., 2003.). AMS se zbog svojih veliki prednosti postepeno razvija i kod farmera u Republici Hrvatskoj kako navode Mijić i Bobić, 2019. i 2020. U istraživanju su analizirali proizvodne rezultate mliječnih farmi nakon prelaska s



konvencionalne na robotiziranu mužnju krava. Došli su do rezultata kako je RH po upotrebi robota bez obzira na pozitivan trend rasta još uvijek zaostaje za zapadno europskim zemljama. Tamo oko 20% farmi posjeduje robote za mužnju jer imaju veliku pomoć od države.

Tablica 1. Raspodjela robota za mužnju krava po farmama u Republici Hrvatskoj

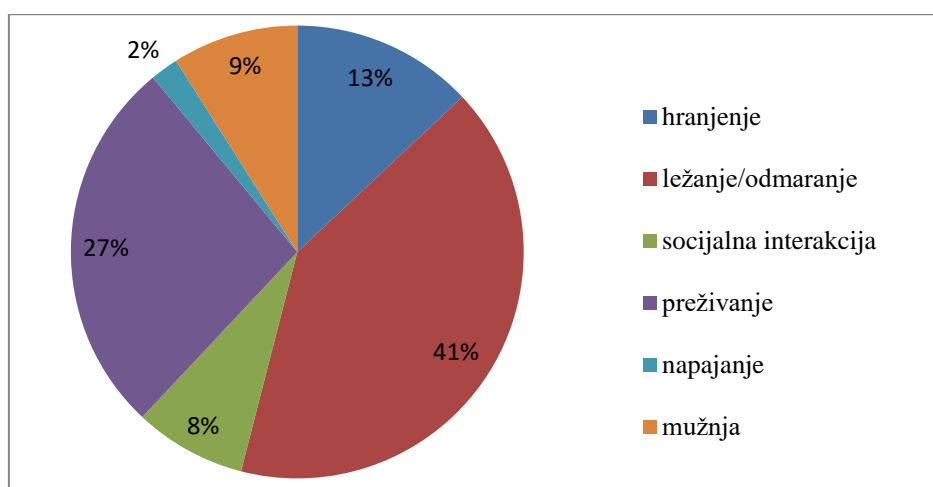
(Izvor: HAPIH, 2021.)

| <b>Proizvođač robota</b>  | <i>Lely</i> | <i>De Laval</i> | <i>GEA</i> | <i>Baumatic</i> | <b>Sveukupno</b> |
|---------------------------|-------------|-----------------|------------|-----------------|------------------|
| <b>2019.godina</b>        |             |                 |            |                 |                  |
| <b>Broj robota</b>        | 17          | 10              | 2          | 1               | 30               |
| <b>Broj gospodarstva</b>  | 12          | 5               | 2          | 1               | 20               |
| <b>2020.godina</b>        |             |                 |            |                 |                  |
| <b>Broj robota</b>        | 22          | 14              | 3          | 1               | 40               |
| <b>Broj gospodarstava</b> | 16          | 17              | 3          | 1               | 27               |

Iz Tablice 1. možemo zaključiti blago povećanje u razlici od jedne godine. Od svih proizvođača možemo vidjeti kako se Lely robotizirani sustav najviše koristi u Hrvatskoj, a slijedi ga i De Laval dok ostali nisu toliko zastupljeni. U istraživanju su došli do rezultata kako je robotizirana mužnja utjecala i na povećanje prosječne proizvodnje po kravi koja se kretala oko 500 kg u 2020. godini nakon uvođenja AMS-a u usporedbi sa 2018. godinom prije uvođenja AMS-a. Utvrđen je porast broja somatskih stanica sa 266 na 283 tisuće, ali su se vrijednosti uree značajno smanjile nakon uvođenja AMS-a sa 25,34 mg na 23,86 mg/100ml. Navedeno upućuje kako je kravama potrebno vremena da se adaptiraju na robotski sustav sa konvencionalnog načina uzgoja. Svaki prelazak na novi i moderan način rada farmeru predstavlja neke nove izazove kao što su financije, prilagodba objekta i ugradnja robota, adaptacija krava na robotiziranu mužnju, povećani remont stada, pravilno korištenje tehničkih značajki robotiziranih muznih sustava i sl.

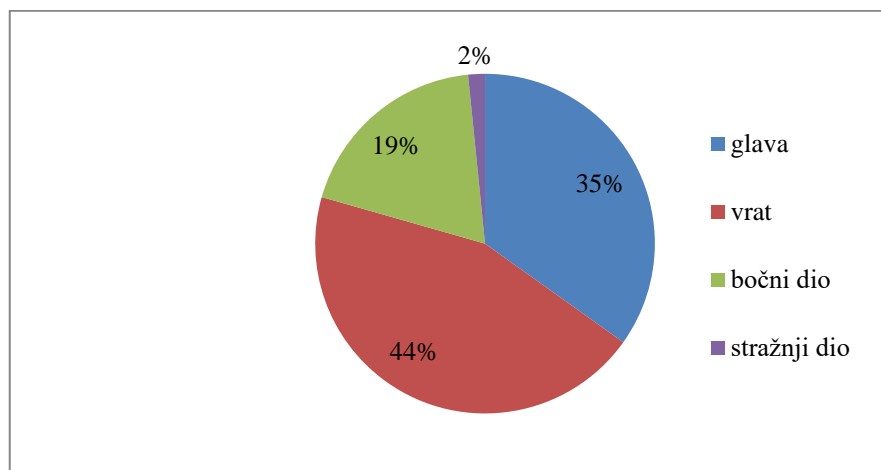
### 3.2. Adaptacija goveda na vezni način uzgoja

Vezni uzgoja ima svoje mane i nedostatke: slabija kondicija goveda, mehaničke ozljede i zarazne bolesti ekstremiteta, veći utrošak rada zaposlenika, kompliciranija i sporija mužnja, rezultat tome je lošija kvaliteta mlijeka (Ostović i sur., 2008.). Svaka radnja koja smanjuje slobodu kretanja kod domaćih životinja uzrokuje stres. U veznom načinu ili prisilnom držanju krava uskraćuje joj se mogućnost slobode kretanja, naročito ako je smještena u blizini neprijateljski raspoloženih krava, s propuhom, slabom rasvjetom ili nekim drugim lošim uvjetima. Takvi nepovoljni uvjeti negativno utječu na zdravlje i produktivnost goveda. Za razliku od slobodnog uzgoja u veznom načinu držanja zastupljena je polustacionirana mužnja gdje se pogon nalazi izvan objekta te ne stvara dodatnu buku kravama. U ovome načinu mužnje potrebna je intervencija mužača prilikom mužnje za razliku kod robotiziranog sustava. Navedeno upućuje da je slobodan način poželjan za dobrobit krava za razliku od veznog načina. Na primjer, Albright i sur., (1993.) otkrili su da krave jedu više kada se hrane u skupinama u usporedbi s kravama koje se hrane pojedinačno. Prilagođavaju svoju brzinu hranjenja prema sustavu hranjenja kako navode Wierenga i sur., (1991.) telad i krave više vole suhe, meke i organske površine za ležanje npr. slama. Leonarad i sur., (1994.) su utvrdili da smanjeno vrijeme ležanja kod muznih krava uzrokuje pojavu lezija na kopitama. Dugotrajno stajanje uzrokuje trošenje više energije i time dolazi do pojave šepavosti. Istraživanje koje su proveli Ito i sur., (2010.) je pokazalo da krave u prosjeku provode oko 11h dnevno ležeći.



Grafikon 1. Dnevne aktivnosti krave (Clark, 2019.)

U Grafikonu 1. možemo primijetiti kako krave najviše svog vremena provode odmarajući i ležeći oko 12 – 14 sati. Hrane se u prosjeku oko 5 – 6 sati dok na pojenje potroše oko 1 sat. Nakon hranjenja, preživavanje im traje 7 – 8 sati. Tijekom dana stoje ili hodaju oko 2 – 3 sata. Mužnja im oduzima oko 2 sata. Goveda su društvene životinje gdje u većim skupinama krava dolazi do međusobnog njegovanja (Grafikon 2.).

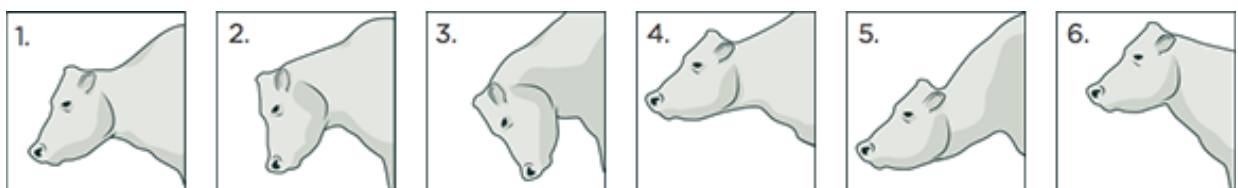


Grafikon 2. Udio dijelova tijela (%) koji se dodiruju kada se krave timare (Val-Laillet i sur., 2009.)

U Grafikonu 2. je prikazano međusobno dodirivanje krava na području glave i vrata koja iznosi 35 – 45%, a na bočnom i stražnjem dijelu varira od 1 – 19%. Kod svih farmskih životinja se javljaju stereotipije, a one se prema Mason i sur., (2006.), Broom i Fraser, (2007.) nenormalni oblici ponašanja životinja, a očituju se ponavljanjem istovjetnih skupina pokreta i aktivnosti. Takvi pokreti i aktivnosti su bez cilja i funkcije. One se razvijaju kao posljedica prostorno ograničenih i osiromašenih uvjeta. Barnett i sur., (2001.) navode kako je uzrok tome dosada, frustracija i stres zbog nezadovoljenih uvjeta u trenutnom životnom okruženju. Borell i sur., (1997.) navode kako je većina stereotipija povezana s hranidbom životinja kod kojih je duže vrijeme uskraćivana hrana i sa prostornim ograničenjem. U pašnih životinja kao što su goveda, ovce, koze javljaju se oralne stereotipije. Karakteriziraju ih produženo uzimanje hrane i žvakanje. Vučinić, (2006.) navodi kako su oralne stereotipije kod svinja žvakanje u prazno ili grizenje pregrada, igranje jezikom u goveda i gutanje zraka u konja. Šperanda, (2020.) opisuje da su nepoželjna antagonistička ponašanja u goveda: guranje glavom, deložacija, guranje, borba

i dizanje. Kod guranja glave jedna životinja napada drugu i udara ju glavom, rogom ili bazom rogova. Kada jedna krava gura drugu i prisiljava ju da joj ustupi željeno mjesto naziva se deložacija, a guranje je kada jedna krava gura drugu dok se ne pomakne. Do borbe dolazi kada se dvije krave guraju glavama, a nogama se upiru iz sve snage o tlo. Prilikom dizanja krava koristi rogove ili glavu kako bi ustala drugu kravu koja leži. Oralni stereotipi javljaju se najčešće u intenzivnom uzgoju kod mladunčadi i starijih grla. Razlog tome je što krave nisu na paši i imaju višak vremena. Kao posljedica tome pate zbog ograničenog prostora i obveze dijeljenja prostora sa drugim životinjama. Kako bi se spriječilo nastajanje nepoželjnog ponašanja daje im se dovoljna količina sijena ili slame. Roditeljsko ponašanje na svim većim farmama je izgubljeno jer se telad odvaja od krava u kratkom vremenskom periodu. Takva telad se ubrzo navikne na ljude te je kasnije olakšano upravljanje njima u kasnijem uzgoju. Postoji nekoliko položaja glave goveda koja se mogu povezati s njihovim obrascima ponašanja i to:

1. Neutralna pozicija
2. Siguran pristup
3. Antagonistički stav
4. Agresivno ponašanje
5. Pokorna pozicija
6. Upozoravajuća pozicija prije napada



Slika 10. Osnovni položaji glave goveda i njihovo značenje

(Izvor: <https://www.worksafe.govt.nz/assets/Topic/Working-With-Animals/Cattle/working-with-animals-cattle-figure-1.png>)

### **3.3.Ponašanje krava pri korištenju robota na farmi**

Ponašanje krava na AMS farmama ovisi o nekoliko faktora koji mogu biti negativnog ili pozitivnog ishoda. Društvena interakcija sa ostalim kravama, odnos sa ljudima, menadžment farme, način hranidbe, sastav obroka, dizajn farme, mikroklimatski čimbenici i slično (Wiktorsson i sur., 2004.). Koolhaas i sur., (2010.) navode kako je dolazak krave u novi objekt za mužnju i okolinu jedna od najstresnijih situacija u uzgoju. Stres može uzrokovati brojne fiziološke i promjene u ponašanju koja utječu na proizvodnju mlijeka. Uzrok tome Grandin, (2003.) navodi izloženosti buci, čudnom okruženju i mirisima, prenapučenost ili ponekad izolacija i nepovoljni vremenski uvjeti. Hopster i sur., (2002.) su u svojim istraživanjima došli do rezultata kako su krave prvotelke u AMS-u imale manje otkucaje srca, niži udio adrenalina i nonadrenalina za razliku od mužnje u tandem izmuzištu gdje su imale povišene parametre. Glavna razlika između RMS-a i konvencionalnog sustava za mužnju je što u robotiziranom sustavu krava uđe dobrovoljno u muzni objekt bez ljudske intervencije dok se u konvencionalnom sustavu krave tjeraju u muzni objekat 2 – 3 puta dnevno. Krave koje su na vrhuncu laktacije nemaju motivaciju ići na mužnju (Nixon i sur., 2009.). Kerrisk, (2001.) je utvrdio da je 92% junica i 81% krava ostvarilo prvu samostalnu mužnju 6 dana nakon njihove prve potpomognute mužnje. Navedeno upućuje na to da su junice ostvarile svoju prvu dobrovoljnu mužnju brže od krava. Prema navedenim rezultatima Brouček i sur., (2013.) su došli do zaključka kako su se krave prvotelke brže adaptirale na automatsku mužnju za razliku od starijih krava.

Automatski sustavi za mužnju ili robotski sustavu za mužnju nude dobre mogućnosti mjerenja zdravstvenih parametara krava kao što su mliječnost, protok mlijeka, parametri kvalitete mlijeka, aktivnost krava i odstupanja u procesu mužnje. Pastell i sur., (2006.) su otkrili da promjene u ponašanju tijekom mužnje daju vrijedne signale o problemima s nogama ili drugim zdravstvenim problemima. Također su primijetili da šepave krave češće podižu noge i manje opterećuju bolno kopito tijekom mužnje. Krave koje redovito posjećuju robota mužnju bolje hodaju od onih koje rjeđe posjećuju robot za mužnju. Nadalje, veća učestalost ritanja tijekom mužnje kod krava može biti rezultat boli ili nelagode uzrokovane npr. lezijama sisa. Obrasci podataka dobiveni od automatskog sustava mužnje modelirani su za predviđanje i otkrivanje kliničkog mastitisa. Ramussen i sur., (2007.) su utvrdili da se učestalost mužnje povećala sa 5% na 30% tjedan dana prije izbijanja mastitisa, što ukazuje da mastitis može utjecati na uspjeh procesa mužnje. Osim toga, na učinkovitost automatske mužnje utječe ponašanje i temperament krave. Arnold i

sur., (2008.) navode kako buka robota utječe na krave koje su krenule u izmuzište. Svennersten i sur., (2008.) navode kako je propuštena mužnja negativno utjecala na njihovo ponašanje. Javljalo se učestalo mokrenje i neredovito lijeganje.

Hageni i sur., (2004.) su otkrili da su se krave manje kretale i udarale zadnjim nogama u AMS-u nego u konvencionalnom uzgoju. Razlog tome je što su krave duže u izmuzištu u konvencionalnom uzgoju nego u robotskom sustavu te postaju nervoznije. Gygax i sur., (2008.) su otkrili kako i razni tipovi robotskog sustava mogu utjecati na ponašanje krava tijekom mužnje. Na primjer krave koje su se muzle DeLavalovim robotskim sustavom su češće udarale nogama prilikom mužnje i čišćenja vimena nego u Lely AMS-u.

Cordova i sur., (2018.) su radili istraživanje na farmi mliječnih krava u slobodnom načinu uzgoja te su došli do saznanja da učestala robotska mužnja utječe na unos koncentrata, prinos mlijeka te na lokomotorne probleme koji su se odrazili na dobrobit. AMS u malim količinama utječe na sadržaj proteina i masti u mlijeku. Učestalost mužnje ne utječe na zdravlje vimena što znači da ni dobrobit nije narušena. AMS obrađuje podatke svaki dan i u svakom trenutku što poboljšava monitoring nad mliječnim kravama i samom farmom.

## **4. PROVEDBA MJERA DOBROBITI KRAVA NA ROBOTIZIRANIM FARMAMA**

Dobrobit životinja obuhvaća fiziološko i mentalno zdravlje i na nju utječe nekoliko vanjskih i unutarnjih čimbenika. Dobrobit životinja obično se rješava postavljanjem tri pitanja: funkcionira li životinja dobro, osjeća li se životinja dobro i je li životinja sposobna živjeti u skladu sa svojim prirodnim ponašanjem. Na razini cijele Europe, znanstvenici su razvili nove modele temeljene na pristup koji se temelji na više kriterija i na četiri glavna načela dobrobiti životinja: dobroj hrani, smještaju, zdravlju i primjerenom ponašanju (Botreau i sur., 2009.). Ovaj "koncept kvalitete dobrobiti" koncentrira se na procjenu dobrobiti pomoću kriterija temeljenih na životinjama, tumačeći kako se životinja ponaša u svom okruženju. Kako bi održala optimalnu razinu dobrobiti, krava se uvijek pokušava nositi sa svojim okruženjem prilagođavajući svoje ponašanje prevladavajućim okolnostima. Kada suočavanje ne uspije, mogu se pojaviti znakovi lošeg ponašanja. Adekvatan odmor i spavanje imaju bitnu ulogu u dobrobiti krava, uz često hranjenje i pojenje. Smanjeno vrijeme ležanja ili dugotrajno stajanje su pokazatelji loše dobrobiti krava. Abnormalnosti u kretanju ležanja i dizanja korištene su za ukazivanje na promjene u dobrobiti krava. Wintehalter, (1958.) je pisao kako se na našim prostorima govedo držalo u lošim zoo higijenskim uvjetima sa narušenom dobrobiti. Uočio je neke mane koje su se najčešće pojavljivale, a to su isisavanje vlastitog vimena, opiranje u mužnji, neprestano glasanje te uvrtnje jezikom. Kako bi se riješili tih mana koristili su letvice oko vrata ili preko nosa kožni remeni sa čavlima, te razne orme ili prstenovi. U današnje vrijeme životinje se ne kažnjavaju jer je povećana svijest o važnosti dobrobiti životinja. U intenzivnom uzgoju zbog lošeg monitoringa farme dolazi do negativnog iskustva krave da uđe u izmuzište. Bezvoljnost kod krava dolazi zbog promjene vremena, mjesta ili načina mužnje. Može se dogoditi nakon neugodnog iskustva, kao što su mastitis, loše namještene muzilice ili kazne rukovoditelja. Hovinen i sur., (2011.) su došli do rezultata kako se u AMS-u javlja veliki broj izlučenja zbog lošeg zdravlja vimena. Razlozi su brojni kao neučinkovito čišćenje vimena prije i poslije mužnje te kasno otkrivanje mastitisa. Broj somatskih stanica u mlijeku kod krava koje su prešle sa konvencionalnog uzgoja na robotski u prvoj godini se povećao, ali se nakon tri godine smanjio jer su se zaposlenici naučili koristiti robotom. Weiss i sur., (2004.) su u provedenom istraživanju došli do zaključka kako su kod 17 zdravih krava otkucaji srca i kortizol ostali nepromijenjeni kada

su prešle sa veznog uzgoja na robotski. U početku su imale smanjeno oslobađanje i ispuštanje mlijeka, ali se sa vremenom to ubrzo normaliziralo.



Slika 11. Loši higijenski uvjeti i narušena dobrobit krava na farmi

(Izvor: <https://www.all-creatures.org/articles/mdi-carton-of-cruelty-03.jpg>)



Slika 12. Farma muznih krava sa adekvatnim uvjetima

(Izvor: <https://www.aerestrainingcentre.com/-/media/aeres-training-centre-int-en/images/headers-dairy/koeienstal.jpg>)



## 5. ROBOTIZIRANE FARME I ZDRAVLJE GOVEDA

Bolest se smatra kao "štetno odstupanje od normalnog strukturnog i funkcionalnog stanja organizma". Oboljeli organizam obično pokazuje znakove ili simptome koji ukazuju na njegovo abnormalno stanje. Stoga se mora razumjeti normalno stanje organizma kako bi se prepoznala obilježja bolesti. Veterinari i stočari prate promjene u ponašanju bolesnih krava kako bi dijagnosticirali o kojoj se bolesti radi. Bolesne životinje pokazuju različite obrasce ponašanja, uključujući smanjenu aktivnost, istraživanje, njegu tijela i seksualno ponašanje kao i smanjeni apetit. Najčešće bolesti koje zahvaćaju krave u intenzivnom uzgoju su većinom metaboličkog porijekla (ketoza, mliječna groznica i acidoza), mastitis i šepavost krava. Metabolički poremećaji se najčešće javljaju u periodu pred teljenje i početku laktacije. Bačić i sur., (2007.) navode kako se edem na vimenu stvara zbog nakupljanja tekućine između sekretornih stanica. Edem uzrokuje bolove na dodir pa s time i na samu mužnju robotom i sl. Edem ili otok vimena obično se javlja pred teljenje ili u vrijeme samog teljenja u najvećem postotku kod prvotelki. Moguće je da se pojavi i kod starijih krava, posebno kod onih sa visokom proizvodnjom mlijeka. Gantner i sur., (2008.) navode kako je ketoza ili acetonemija metabolička bolest koju uzrokuju obroci bez dovoljno energije potrebne za proizvodnju mlijeka. Simptomi su gubitak apetita i tjelesne mase, pad opće kondicije, depresija, odbijanje odlaska u izmuzište, uznemirenost te naglo opadanje mliječnosti. Najzastupljenija bolest mliječnih krava u robotiziranom mliječnom sustavu je mastitis. Srivastava i sur., (2015.) opisuju mastitis kao upalu mliječne žlijezde. Karakteriziraju je fizikalna, kemijska i bakteriološka promjena u mlijeku te patološke promjene u žljezdanim tkivima koje utječu na proizvodnju i kvalitetu mlijeka. Mastitis ima štetan učinak na zdravlje i dobrobit krava jer uzrokuje sustavne fiziološke promjene, poput povišene tjelesne temperature te utječe na kvalitetu mlijeka povećanjem broja somatskih stanica. Zbog bolesti, krava će leći kako bi se odmorila i smanjila potrošnju tjelesnih energetske rezervi. Međutim, ležanje može uzrokovati neugodne ili bolne osjećaje zbog bolnog vimena što može ograničiti vrijeme ležanja. Hart, (1988.) smatra da je bolesno ponašanje više izraz motivacijskog stanja životinje nego posljedica bolesti. Ako se spriječi bolesno ponašanje, oporavak od bolesti je lošiji. Ponašanja motivirana strahom nadjačavaju ponašanja motivirana bolešću. Neki elementi bolesnog ponašanja korišteni su za automatsko otkrivanje početka bolesti kod goveda. Mužnja robotima ili automatizirano hranjenje mogu biti opremljeni sustavom za mjerenje koraka i alarmnim sustavom javiti

promjene u ponašanju krava. Također, utječe i na nemirno ponašanje i smanjeno vrijeme ležanja.

## 5.1. Primjena AMS-a na somatske stanice i ostale proizvodne pokazatelje

Mijić i Bobić, (2020.) su u svojem istraživanju došli do rezultata za standardnu laktaciju gdje je uočeno značajno smanjenje broja starijih krava nakon prelaska s konvencionalne na robotiziranu mužnju s 2,51 na 2,16 odnosno 1,77, smanjila se i vrijednost uree, postotak masti. Povećao se broj somatskih stanica, ali ne značajno te se povećala prosječna proizvodnja po kravi.

Tablica 2. Proizvodni pokazatelji prije i nakon uvođenja automatiziranog muznog sustava na razini standardne laktacije (305 dana)(Izvor: Mijić i Bobić, 2020.)

| SVOJSTVO                           | Prije uvođenja<br>AMS-a | Nakon uvođenja<br>AMS-a |                      | p                   |
|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|---------------------|
|                                    | 2018.                   | 2019.                   | 2020.                |                     |
| Laktacija                          | 2,51 <sup>a</sup>       | 2,16 <sup>b</sup>       | 1,77 <sup>c</sup>    | P<0,001<br>P<0,0001 |
| Količina mlijeka                   | 7.828,5 <sup>a</sup>    | 7.630,3 <sup>ab</sup>   | 8.357,6 <sup>c</sup> | p<0,0001            |
| Masti                              | 4,06 <sup>a</sup>       | 4,04 <sup>ab</sup>      | 3,85 <sup>c</sup>    | P<0,0001            |
| Proteini                           | 3,48 <sup>a</sup>       | 3,50 <sup>a</sup>       | 3,47 <sup>a</sup>    | NS                  |
| Broj somatskih stanica<br>(1000ml) | 266,51 <sup>a</sup>     | 310,20 <sup>a</sup>     | 283,28 <sup>a</sup>  | NS                  |
| Urea                               | 25,34 <sup>a</sup>      | 25,16 <sup>ab</sup>     | 23,86 <sup>c</sup>   | P<0,0001            |

U daljnjem istraživanju po danima na dan kontrole mliječnosti došli su do rezultata kako se povećala prosječna dnevna proizvodnja mlijeka po kravi sa 24,14 na 25,97 dok se postotak masti i proteina smanjio (Tablica 3.). Povećao se i porast broja somatskih stanica sa 505,19 tisuća po ml, ali se vrijednost uree značajno smanjila nakon uvođenja AMS-a sa 27,13 na 24,71 mg/100ml.

Tablica 3. Proizvodni pokazatelji prije i nakon uvođenja automatiziranog muznog sustava na dan kontrole mliječnosti(Izvor: Mijić i Bobić, 2020.)

| SVOJSTVO                                   | Prije uvođenja AMS-a | Nakon uvođenja AMS-a |                     | P (razina značajnosti) |
|--|----------------------|----------------------|---------------------|------------------------|
|  | 2018.                | 2019.                | 2020.               |                        |
| Laktacija                                  | 2,36 <sup>a</sup>    | 2,02 <sup>b</sup>    | 1,98 <sup>bc</sup>  | P<0,0001<br>P<0,0001   |
| Dnevna količina mlijeka po kontrolama (kg) | 24,14 <sup>a</sup>   | 25,97 <sup>b</sup>   | 28,12 <sup>c</sup>  | P<0,01<br>p<0,001      |
| Masti                                      | 4,14 <sup>a</sup>    | 4,08 <sup>b</sup>    | 3,83 <sup>c</sup>   | P<0,0001               |
| Proteini                                   | 3,68 <sup>a</sup>    | 3,51 <sup>b</sup>    | 3,59 <sup>c</sup>   | P<0,0001               |
| Broj somatskih stanica (1000ml)            | 343,67 <sup>a</sup>  | 489,98 <sup>bc</sup> | 505,19 <sup>c</sup> | P<0,0001               |
| Urea                                       | 27,13 <sup>a</sup>   | 24,80 <sup>bc</sup>  | 24,71 <sup>c</sup>  | P<0,0001               |

Promatrali su proizvodnju po danu na dan kontrole te su uočili porast proizvodnje mlijeka i veće pomlađivanje stada na mužnji. Neki od razloga su veća izlučenja starijih krava ili krava koje su muzno manje prilagođene robotiziranoj mužnji iz tekuće proizvodnje. Količina masti, uree i proteina imala je manji pad nakon prelaska s konvencionalne na robotiziranu mužnju. Na dan kontrole mliječnosti broj somatskih stanica je porastao u tranzicijskoj 2019. godini te nastavio rasti u manjem obimu tijekom 2020. godine. U laktacijskoj vrijednosti somatske stanice su naglo porasle u tranzicijskoj godini, ali je u 2020. godini došlo do pada. Brandt i sur., (2010.) u svome istraživanju navode kako se u današnje vrijeme pomoću električne vodljivosti može otkriti abnormalno mlijeko koje

utječe na boju mlijeka. Farme koje posjeduju modernu tehnologiju koriste bio senzore ili infracrvenu tehnologiju za analizu masti, proteina i laktoze koja ni u najmanju ruku ne šteti kravama. Eshkenazii i sur., (2010.) su razvili bio senzor koji smanjuje koncentraciju laktoze u sirovom mlijeku, a sastoji se od testa koji radi hidrolizu uree. Rasmussen i sur., (2006.) navode kako bi senzori morali biti 80 – 90% osjetljivi da bi otkrili i najmanje promjene u mlijeku koje ukazuju na promjene u komponentama mlijeka. Za takve dijagnostike koriste se još uvijek referentne metode. Praćenjem sastojaka hranidbe se može isto lako otkriti nekakve promjene koje direktno utječu na mast, proteine i ureu. Massen i sur., (2004.) su koristili digitalnu kameru i program koji sadrži algoritme za analizu slike koja otkriva u 90% slučajeva čestice koje se nalaze u mlijeku, ugrušci, pijesak, slama i ostale nečistoće. Mjerenje električne vodljivosti mlijeka i kalifornijski test su najčešće metode u otkrivanju mastitisa. Za praćenje broja somatskih stanica koriste se enzimske reakcije u boji ili brojanje obojenih stanica (DeLaval, DirectCellCounter..) Takvi sustavi analiziraju podatke u procesu mužnje. Somatske stanice se bojaju te se broje dok prolaze tankim filmom pod izvorom svjetlosti.



Slika 13. DeLaval brojač somatskih stanica

(Izvor: <https://fullwoodhead.co.uk/pix/uploaded/Library/somatic.jpg>)

Njegove prednosti su rano otkrivanje mastitisa te učinkovito liječenje u ranoj fazi, manji gubitak u proizvodnji. Time se smanjuje cijena liječenja i antibiotika, učinkovito praćenje zdravlja krave i vimena. Prilikom detekcije bolesne krave šalje jasan signal kada treba poslati mlijeko te krave u zaseban spremnik, a time smanjuje i širenje mastitisa. Šalje signal i ako je krava uspješno izliječena. Najveća prednost je što se broj somatskih stanica može vidjeti u bilo kojem vremenu.

## 6. TEHNOLOGIJA ZA PRAĆENJE ZDRAVLJA

Bolest na farmama se može brzo prošiti u povoljnim uvjetima. Mnoge bolesti imaju specifične signale za otkrivanje, životinje pokazuju znakove stresa, bolesti. U današnje vrijeme na tržištu je puno ICT uređaja sa sensorima koji prate zdravlje goveda. Njihova prvotna zadaća je da upozore osobu koja je zadužena za zdravlje krava te da pronađu zaražene životinje i identificiraju ih na vrijeme kako bi suzbili bolest. Bolest životinja uzrokuje ekonomske gubitke na farmi. Precizna stočarska proizvodnja kako je opisao Berckmans, (2008.) sastoji se od mjerenja varijabli na životinjama, modeliranja podataka, a zatim korištenje tih podataka za potrebe praćenja i kontrole. Pregled korištenja novih senzornih tehnologija za potporu zdravstvenog upravljanja na mliječnim farmama otkriveno je da je uložena znatan trud u pronalaženju učinkovitih tehnologija za otkrivanje najskupljih pitanja dobrobiti, kao što su mastitis, plodnost i problemi s kretanjem. Temperatura vimena je usko povezana s rektalnom temperaturom krave, te da se termalna kamera s infracrvenom bojom može koristiti za otkrivanje promjena u temperaturi vimena uzrokovanih mastitisom. Promjene u raspodjeli težine između nogu ili promjene u ponašanju tijekom mužnje su vrijedni signali nogu ili drugih zdravstvenih problema zbog češćeg prebacivanja težine i podizanja bolnog kopita. Postoje različiti uređaji za bilježenje aktivnosti u štalama, lokomotorne aktivnosti tijekom mužnje, preživljavanja i promjena u kvaliteti mlijeka. Dobra mliječna proizvodnja, kvaliteta mliječnih proizvoda, sastav proizvoda te tjelesno stanje i ponašanje su dobri pokazatelji zdravstvenog stanja životinja. Mnoge današnje tvrtke pružaju programe s opremom koji prikupljanju i analiziraju podatke za praćenje ponašanja životinja te ranog otkrivanja bolesti. Braun i sur., (2013.) navode kako se ICT tehnologija sastoji od ovratnika sa sensorima koji se stavi kravi oko vrata i prati njen bioritam na dnevnoj bazi. Prema Hansen i sur., (2003.) navode kako se električni termo senzori postavljaju u burag goveda. Oni mjere pH buraga i temperaturu. Bolus buraga može raditi neprekidno 100 dana, a podaci se pohranjuju svakih 15 minuta kako bi imali podatke za buduću procjenu. Preživljanje je dobar pokazatelj zdravstvenog stanja goveda. Postoji i senzor koji se koristi za prikupljanje podataka o kretanju čeljusti krave kako bi se procijenila aktivnost žvakanja. Ovaj senzor radi na principu kada životinja otvara i zatvara usta da tlak ostane nepromijenjen.



Slika 14. Aplikacija za praćenje zdravlja krava

(Izvor: <https://cordis.europa.eu/docs/interview/luke-sw-shutterstock.jpg>)

U današnjem intenzivnom uzgoju koristi se infracrvena termovizijska kamera. Alsaodi i sur., (2012.) ju opisuju kao neinvazivnu, pouzdanu i modernu metodu vizualizacije temperature tijela. Ona je zastupljena u svim granama stočarstva. Pomoću nje možemo otkriti zarazne bolesti prije pojave prvih simptoma. Westermann i sur., (2013.) su naveli kako je ona praktična za rad i da na životinje ima minimalan rizik prilikom promjene. Funkcionira na principu termograma koji se sastoji od spektra boja. Zahvaljujući njenom brzom i praktičnom primjenom može se uočiti povećana temperatura te dijagnosticirati ozljeda na tijelu većinom na ekstremitetima. Na mliječnim farmama se primjenjuje kao preventivna metoda sprječavanja nastanka mastitisa i bolesti papaka. Ove dvije bolesti uzrokuju najveće ekonomske gubitke. Bobić i sur., (2016.,17.,18.) su istraživali upalne procese na papcima pomoću infracrvene termovizijske kamere. Cilj njihovog istraživanja je bila pouzdanost infracrvene termovizijske kamere u ranom otkrivanju upalnih procesa na papcima Holstein krava pri ulasku ili izlasku s mužnji. Rezultati su pokazali da krave nisu pokazivale nikakve simptome bolesti i nisu uočene nikakve vizualne promjene na nogama. Analizom snimanja i termograma su utvrdili da su neke od izdvojenih krava imale

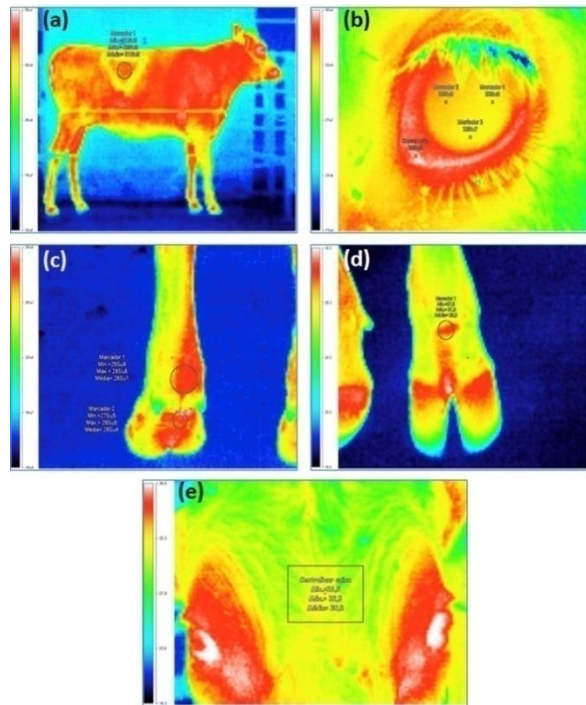
neke promjene tkiva na papku. Otkrili su i odstupanja temperaturnih vrijednosti 2 - 8°C na papcima kod bolesnih krava u odnosu na papke zdravih krava.



Slika 15. Upotreba termovizijske kamere

(Izvor: [https://stmaaprodfwsite.blob.core.windows.net/assets/sites/1/2018/03/MAIN-thermal-imaging-c-Hayley-Parrott\\_RBI.jpg](https://stmaaprodfwsite.blob.core.windows.net/assets/sites/1/2018/03/MAIN-thermal-imaging-c-Hayley-Parrott_RBI.jpg))





Slika 16. Termovizija dijelova tijela krave

(Izvor: <https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0306456516301516-gr2.jpg>)



Slika 17. Papci na termovizijskoj kameri

(Izvor: <https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0306456518302377-gr6.jpg>)

## **7. PREDNOSTI I NEDOSTACI PRI KORIŠTENJU ROBOTA NA GOVEDARSKIM FARMAMA**

S tehničkog stajališta robotski sustav za mužnju je savršeno smišljen, ali zahtijeva poboljšanje u smislu zaštite i dobrobiti mliječnih krava. Elektronički uređaji ili senzori su alati koji su preuzeli ulogu zbog ljudskih nepravilnosti. Razvojem inteligentnih sustava za mužnju, uporaba senzora u sustavima za mužnju postali su široko rasprostranjeni po cijelom svijetu. Roboti za mužnju su opremljeni sensorima koji otkrivaju znakove mastitisa u ranom stadiju. Kitchen, (1981.) je opisao kako se senzori aktiviraju pri abnormalnom pH mlijeka, povećanjem broja somatskih stanica, kiselosti mlijeka i sl. Uređaji za automatsko uklanjanje čaški sa vimena nadziru protok mlijeka od pojedinih krava i nakon mužnje sustav se aktivira za povlačenje čaški. Dezinfekcija vimena je sigurna strategija protiv suzbijanja mastitisa. Viguier i sur., (2009.) su došli do zaključka da se najviše koriste SCC (somaticcellscount) i alternativne metode za otkrivanje mastitisa. Puno je senzora koji se koriste za kvalitetnu proizvodnju mlijeka. Tehnologija mikročipa je brža i daje preciznije rezultate. Lee i sur., (1980.) navode kako su prednosti AMS-a brže otkrivanje bolesti, normalnog ciklusa estrusa, temperature ili stresa. Novi senzori mogu mjeriti razinu progesterona mlijeka, temperaturu mlijeka i slično. Automatski sustav mužnje zahtijeva potpuno drugačiji pristup za mužnju, hranjenje, ponašanje krava, ispašu, ali i za kontrolu kvalitete mlijeka i zdravlja životinja. De Mol i sur., (2001.) su došli do zaključka da su senzori kod pojedinačnog ili kombiniranog mjerenja otprilike 29.033 muznih krava bili nepouzdana. Nepouzdana su bili kod otkrivanja ranog kliničkog mastitisa.



Slika 18. Af2gopro aplikacija za praćenje zdravlja krava

(Izvor: <https://agromilk.hu/en/mobile-apps>)

Krave koje su pomužene više od 2 puta dnevno dale su više mlijeka za razliku od onih koje su se manje od dva puta pomuzile. Zbog nepravilne mužnje ili mastitisa mogu se pojaviti bolovi u području vimena. Do nepravilne mužnje dolazi ako se robot ne može pričvrstiti optimalno, brzina mužnje se smanjuje, vrijeme boravka u prostoriji za mužnju se povećava i može doći do razvoja mastitisa. Na brzinu mužnje utječe i temperament krave: životinja pod stresom imat će povećanu razinu adrenalina koji može blokirati refleks oksitocina i prekinuti ispuštanje mlijeka. Iako su prednosti robotskog sustava za mužnju opsežne, postoji nekoliko nedostataka. Iako robotski sustavi mužnje koriste iste principe mužnje kao i konvencionalna mužnja, ipak postoje velike razlike. Robotski sustavi za mužnju su u upotrebi 24 sata neprekidno. Vizualna kontrola tijekom procesa mužnje nije moguća. Krave će više – manje dobrovoljno posjećivati robote za mužnju i to će rezultirati velikim varijacijama u učestalosti mužnje od krave do krave. Svi ovi aspekti mogu utjecati na kvalitetu proizvedenog mlijeka. Kronične boli povezane s bolestima ili ozljedama te bilo kakve stresne situacije nastale tijekom mužnje će dovesti do smanjenja prinosa mlijeka. Akutni stres tijekom mužnje smanjuje lučenje oksitocina. Oksitocin hormon koji središnji živčani sustav luči u krvotok, glavni je posrednik refleksa izbacivanja mlijeka. Lučenje oksitocina je tada od velike važnosti za optimizaciju proizvodnje mlijeka. Mužnja u

nepoznatom okruženju može uzrokovati zaustavljanje izbacivanja mlijeka. S obzirom na dobrobit mliječnih krava korištenje robotskog sustava za mužnju ima i prednosti i nedostatke. Neka novija istraživanja zaključuju da su automatska mužnja i konvencionalna mužnja podjednako prihvatljivi u smislu dobrobiti mliječnih krava. Krava koja je pod stresom ili joj je neugodno mogla bi početi udarati u robotski stroj. Produžuje vrijeme mužnje i smanjuje se broj mužnji. Dugo čekanje u robotskom sustavu za mužnju nakon mužnje izazvalo je stres kod životinja. To će utjecati na prinos mlijeka, što će rezultirati manjom učinkovitošću, smanjenjem proizvodnje i nižom profitabilnosti. Krava možda neće dobrovoljno ući na mužnju nakon negativnih iskustava u prijašnjoj mužnji. Krave koje su visoko pozicionirane u hijerarhiji češće su išle na mužnje bez zadržavanja u redu. Nasuprot tome krave niže pozicije su duže čekale ispred robota. Prenapućenost razvija psihički stres kod životinja. Povećana zbijenost životinja nakon promjene načina mužnje može dovesti do smanjenja dnevnog vremena ležanja. Svaki pokret životinja i njihovo grupiranje stvara zabunu među njima. Velika zbijenost u hranilištu negativno utječe na vrijeme hranjenja i konkurenciju među kravama. Krave koje su niže rangirane u društvenoj hijerarhiji bile su češće raseljene. Upravljanjem grupnim smještajem i količini slobodnog prostora za odmor mogu imati značajan utjecaj na udobnost krava kao i na ponašanje tijekom ležanja.

Rodenburg, (2002.) navodi kako su farmeri iz Sjeverne Amerike imali problem sa kravama koje su imale nepravilan oblik vimena i sisne čaše se nisu mogle pričvrstiti. Jedan od najvećih nedostataka je taj što menageri i radnici nisu spremni na obuku za robotski sustav te navođenje krava koje se prvi puta susreću sa robotskim sustavom.

## 8. ZAKLJUČAK

Na temelju napisanog može se zaključiti kako se farmeri nakon uvođenja robota u neki radni proces na farmi susreću s različitim izazovima, ali i problemima (značajan pad kvalitete mlijeka, nepravilno ponašanje krava i sl.). Međutim, u pravilu to je samo jedna prijelazna i prolazna faza, čija duljina ovisi o snalažljivosti i stručnosti farmera. Pozitivni učinci ovakve tehnologije su višestruki i uz stručno vođenje farme vrlo brzo pokazuju opravdanost njihove primjene. Stoga je primijenjeno istraživanje robotske mužnje vrlo potrebno. Općenito, prednosti tehnološke automatizacije radnih operacija na farmi se očituju kroz veću profitabilnost, bolje praćenje zdravstvenih statusa životinje, bolje kvalitete mlijeka i sl. Ručni rad, koje je obavljao farmer, djelomično je zamijenjen upravljanjem i kontrolom robota. Njegova prisutnost pri redovnoj mužnji više nije potrebna. Mjere dobrobiti mnogo je lakše provoditi u ovakvim sustavima što omogućuje da se na farmi stvore bolji ambijentalni i proizvodni uvjeti. Životinje je mnogo lakše pratiti i pravovremeno djelovati u otklanjanju potencijalnih zdravstvenih problema. Naročito su se dobrim pokazali senzori za automatsko prepoznavanje životinja, koji mogu pratiti zdravlje ili rano otkrivanje bolesti (poput mastitisa ili početak estrusa). Sve dobivene podatke farmer može pratiti i detaljno proučavati. Mišljenja smo kako će ovakva organizacija farme biti budućnost suvremene govedarske proizvodnje.

## 9. POPIS LITERATURE

1. Albright, J. L. (1993.): Nutrition Feeding and calves; Feeding behavior of dairy cattle. *Jorunal of Dairy Science*, 76:485-498
2. Arazi A., Pinsky N., Halachm I., Schmilovitz Z., Aizinbus E., Maltz E. (2007.): Current and near term technologies for automated recording of animal data for precision dairy farming. *Journal od Animal Science*, p. 85
3. Arnold, N. A., Ng, K. T., Jongman, E.C. & Hemsworth, P. H. (2008.): Aviodance of tape-recorded milking facility noise by dairy heifers in a Y maze choice task. *Applied Animal Behaviour Science*, 109 (2 – 4), 201-210
4. Aubert, A. (1999.): Sickness and behaviour animals: a motivational perceptive. *Neuro science and BioBehavioral Reviews*, vol 23 (7), p. 1029 – 1036
5. Bačić, G., Karadjole, T., Mačesić, N., Karadjole, M. (2007): A brief review od etiology and nutritional prevention od metabolic disorders in dairy cattle. *Veterinarski arhiv* 77(6): 567 – 577
6. Berckmans, D. (2008): Precision livestock farming (PLF). *Computers and Electronic in Agriculture*.
7. Bloch, V., Levit, H., Halachmi, I. (2021.): Desing system for measiring indiviudal cow feedin take in commercial dairies. *Animal*, 15, 100277
8. Bobić, T., Mijić, P., Gregić, M., Bagarić, A., Gantner, V. (2017.): Early Detection of the Hoof Diseases in Holstein Cows Using Thermovision Camera. *Agiculturae Conpectus Scientifi*, 82(2), 197 – 200
9. Bobić, T., Mijić, P., Gregić, M., Baban, M., Bagarić, A., Gantner, V. (2016): Primjena termovizijske kamere u ranom otkrivanju bolesti papaka mliječnih krava. *Krmiva* 58 (2): 56 – 59
10. Botreau, R., Veissier, I., Perny, P. (2009.): Over all assessment of cow welfare: strategy adopted in Welfare Quality. *Animal Welfare*, 18 (4): 363 – 370
11. Brouček, J., Tongel, P. (2015): Adaptability of dairy cows to robotic milking: a review. *Slovak J. Animal Science*, 48 (2): 86 – 95
12. De Mol, R. M., Ouweltjes, W., Kroeze, G. H., Hendriks, M. M. W. B. (2001.): Detection of oestrus and mastitis. Field performance of a model.
13. Eshkenazi, I., Maltz, E., Zion, B., Rishpon, J., (2000): A three cascaded-enzymes biosensor to determine lactose concentration in raw milk. *J. Dairy Science* 83: 1939 – 1945.

14. Gantner, V., Potočnik, K., Jovanovac, S., Raguž, N. (2008.): " Utjecaj supkliničke ketoze na dnevnu količinu i sastav mlijeka slovenskih Holstein krava". *Hraniva: Časopis o hranidbi životinja, proizvodnji i tehnologiji krme* 50(5): 253 – 259.
15. Grandin, T. (2003.): Transferring results of behavioral research to industry to improve animal welfare on the farm, ranch and the slaughter plant. *Applied Animal Behavioural Science* 81, p. 215 – 228.
16. Gygax, L., Neuffer, I., Kaufmann, C., Hauser, R., Wechsler B., (2008.): Restlessness behaviour heart rate and heart - rate variability of dairy cows milked in two types of automatic milking systems and tandem milking parlours. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 109: 167 – 179.
17. Haidn, B., Oberschatzl, R. (2013.): DLG Expert Knowledge Series 398: Automatic Feeding Systems for Cattle.
18. Hart, B. L., (1988.): Biological basis of behavior of sick animals. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*.
19. Hopster, H., Bruckmaier, R. M., Van der Werf J. T. N., Korte, M., Macuhova, J., Korte-Bouws, G., G. Van Reenen, C., (2002.): Stress responses during milking: Comparing conventional and automatic milking in primiparous dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85: 3206 – 3216.
20. Hovinen, M., Pyörälä, S., (2011.): Invited review: Udder health of dairy cows in automatic milking. *J. Dairy Sci.* 94(2): 547 – 562.
21. Ito, K., Von Keyseilingk, M. A. G., Leblanc, S. J., Weary, D. M. (2010.): Lying behavior as an indicator of lameness in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 93: 3553 – 3560
22. Ivanković, A., Mijić, P., (2020.): *Govedarstvo, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet Zagreb*
23. Jakovljević, D., (2009.): *Sistemi držanja krava muzara. Bilten broj 3, Poljoprivredna stanica Jagodina*
24. Jutta Johanna Kauppi (2014.): *Dairy cow behaviour in relation to health, welfare and milking. Doctoral Dissertation.*
25. Ketelaar-de Lauwere, C. C., Hendriks, M. M. W. B., Zondag, J., Ipema, A. H., Metz, J. H. M., Noordhuizen, J. P. T. M. (2010.): Influence of Routing Treatments on Cows' Visits to an Automatic Milking System, their Time Budget and Other Behaviour, *Animal Science*, vol. 50, 2000, p. 174 – 183.

26. Kitchen, B. J. (1981.): Review of the progress of dairy science – Bovine mastitis – Milk composition al chanegs and related diagnostic – tests. The journal of Dairy Research. 48: 167 – 188.
27. Kolhas, J. M., De Boer, S. F., Coppens, C. M., Buwald, B. (2010.): Neuro endocrinology od coping styles: Towards under standing the biology of individual variation. Frontiers of Neuro endocrinology, vol. 31, p. 307 – 321.
28. Koning, K., Y. van der Vorst, Meijering, A. (2002.): Automatic milking experience and development in Europe. 1 – 11, Toronto, Canada. Wageningen Academic Publishers, Wageningen the Netherlands.
29. Lee, C., Wooding, F., Kemp, P. (1980.): Identification, properties and differential counts of cell population using electron microscopy of dry cows secretions, colostrum and milk from normal cows. Journal of Dairy Research, 47 (1), 39 – 50.
30. Lenar Zagidullin, R., Rifat Khisamov, R., Rubin Kayumov, R., Radik Shaindullin, R. (2020.): Relation ship of cow behavioral performace with milk productivity in the conditions of robotic milking <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202700039>
31. Leonard, F. C., O'Connell, J., O'Farell K. (1994.): Effect of different housing conditions on behaviour and foot lesions in Friesian heifers. The Veterinary Record, (134), p. 490 – 494.
32. Mason, G. J. (1991.): Stereotypies: a critical review. Animal Behaviour. Volume 41, p. 1015 – 1037.
33. Mason, G., Rushen, J. (2006.): Stereotypic animal behaviour: Fundamentals and Applications to Welfare. Second edition. Wallingford: CAB International.
34. Mason, G., Bateson, M. (2014.): Motivacija i organizacija ponašanja. U: Pavičić, Ž., Matković, K., ur: Ponašanje domaćih životinja, prema 2. Engleskom izdanju: uvodni tekst. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb (38 – 56).
35. Mathijs E., (2004.): Socio-economic aspects of automatic milking. In: Meijering, A., Hogeveen, H., De Koning, C. J. A. M. (2004.): Proceedings of the internaational symposium Automatic Milking a better understanding, Wageningen Academic Publisher, Wageningen, The Netherland, p. 46 – 55.
36. Maton, A. (1987.): The influence of the housing system on clawd is orders with dairy cows in: Cattle housing system, lameness and behaviour. Martinus Nijhoff Publishers. Dordrecht. p. 151 – 158.



37. Mattachini, G., Pompe, J., Finzi, A., Tullo, E., Provolo, G. (2019.): Effects of Feeding Frequency on the Lying Behavior of Dairy Cows in a Loose Housing with Automatic Feeding and Milking System. *Animals*. 9 (4): 121.
38. Melin, M., Wiktorsson, H., Nore, L. (2005.): Analysis of feeding and drinking patterns of dairy cows in two cow traffic situations in automatic milking systems. *Journal of Dairy Science*, vol. 88, p. 71 – 85.
39. Mihina, S., Kazimirova, Copland, T. A. (2012.): Technology for farm animal husbandry. Nitra: Slovak Agriculture University, p. 99
40. Mijić, P., Bobić, T. (2019.): Automatizirani muzni sustavi ili robotizirana mužnja krava: prednosti i nedostaci. Zbornik predavanja, str. 68 – 77. XIV. Savjetovanje uzgajivača goveda u Republici Hrvatskoj. Zdenko Ivkić (ur.). Plitvička Jezera, Hrvatska, 30. – 31.01.2019. Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu. ISSN 1845 – 5263.
41. Mijić, P., Bobić, T. (2020.): Procjena uspješnosti prelaska s konvencionalne na robotiziranu mužnju krava na primjeru hrvatskih farmi. Zbornik predavanja, str. 99 – 111. XV Savjetovanje uzgajivača goveda u Republici Hrvatskoj. /Krunoslav Dugalić (gl. I odg. Ur.). Tuheljske toplice, Hrvatska, 29. – 30.01.2020. Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu. ISSN 1845 – 5263.
42. Miquel – Pacheco, G. G., Kaler, J., Remnant, J., Cheyne, L., Abbott, C., French, A. P., Pridmore, T. P., Huxley, J. N. (2014): Behavioural changes in dairy cows with lameness in a automatic milking system. *Applied Animal Behaviour Science*.
43. Nixon, M., Bohmanova, J., Jamrozik, J., Schaefer, L. R. (2009.): Genetic parameters of milking frequency milk production traits in Canadian Holstein milked by automated milking system. *Journal of Dairy Science*, vol. 92, p. 3422 – 3430.
44. Ostović, M., Pavičić, Ž., Balenović, T., Sušić, V., Kabalin, A. E. (2008.): Dobrobit mliječnih krava. *Stočarstvo* 62 (6): 479 – 494.
45. Pastell, M., Takko, H., Grohn, H., Hautala, M., Poikalainen, V., Praks, J., Vermae, I., Kujala, M., Ahokas, J. (2006.): Assessing Cows Welfare: weighing the Cow in a Milking Robot. *Biosystems Engineering*.
46. Pavičić, Ž. (2006.): Opća etologija. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

47. Rasmussen, M. D., Bennedsgaard, T. W., Pedersen, L. H. (2007.): Changes in quarter yield and milking frequency during clinical mastitis. NMC Annual Meeting Proc., San Antonio, TX National Mastitis Council, Madison, WI, USA.
48. Rasmussen, M. D., Wiking, L., Bjerring, M., Larsen, H. C. (2006.): Influence of a irintake on the concentration of free fatty acids and vacuum fluctuations during automatic milking. *J. Dairy Sci.* 89: 4596 – 4605.
49. Rodenburg, J. (2002.): Robotic milkers: What, where and how much!?!? Pages 1 – 18 in Proc. Ohio Dairy Management Conf., Columbus, OH. Ohio State University Extension, Columbus.
50. Srivastava, A. K., Kumaresan, A., Manimaran, A. (2015.): Mastitis in Dairy Animals, An Update, Satish Serial Publishing House, Delhi.
51. Svennersten - Sjaunja, K. M., Petterson, G. (2008.): pros and cons of automatic milking in Europe. *Journal of Animal Science*, vol. 86, p. 37 – 46.
52. Val – Laillet, D., Guesdon, V., von Keyserlingk, M. A. G., de Passille, A. M., Rushen, J. (2009.): Allogrooming in cattle: Relationship between social preferences, feeding displace ments and social dominance. *Applied Animal Behaviour Science*. 116 (2 – 4): 141 – 149.
53. Viguier, C., Arora, S., Gilmartin, N., Welbeck, K., O’Kennedy, R. (2009.): Mastitis detection: Current trends and future perspectives. *Trends in Biotechnology*. 27(8): 37
54. Vučinić, M. (2006.): Ponašanje, dobrobit i zaštita životinja. Veterinarska komora Srbije, Beograd.
55. Wagner – Storch, A. M., Palmer, R. W. (2003.): Feeding behavior and milk yields of cowa milked in a parlor versus and automatic milking system. *J. Dairy Sci.* 86: 1494 – 1502.
56. Weiss, D., Helmreich, S., Mostl, E., Dzidic, A., Bruckmaier, R. M. (2004.): Coping capacity of dairy cows during the change from conventional to automatic milking. *Journal of Animal Science*. 82 (2): 563 – 570.
57. Wierenga, H. K., Hopster, H. (1991.): Behaviour of dairy cows when fed concentrates with and automated feeding system. *Applied Animal Behaviour Science*.
58. Westermann, S., Buchner, H. H. F., Schramel, J. P., Tichy, A., Stanek, C. (2013.): Effects of infrared camera angle and distance on measurement and reproducibility

of thermographically determined temperatures of the distal aspects of the forelimbs in horses. 242: 388 – 395.

59. Wiktorsson, H., Sorensen J. T. (2004.): Implications of automatic milking animal welfare. 371 – 381. In Automatic Milking A Better Understanding.

Internetske stranice:

1. Cordova, H. D. A., Alessio, D. R. M., Cordozol, L. L., Thaler Neto, A. (2018.): Impact of the factors of animal production and welfare on robotic milking frequency  
(<https://www.scielo.br/j/pab/a/8Z8CxsWMsMrbzV5mZp7LZZt/?lang=en>)  
PRISTUPLJENO 14.03.2022.
2. Domaćinović, M., Prakatur, I.: Automatizirana hranidba mliječnih krava uz primjenu robota (<https://www.hapih.hr/wp-content/uploads/2021/02/M.-Domacinovic-Automatizirana-hranidba-mlijecnih-krava-uz-primjenu-robota.pdf>)  
PRISTUPLJENO 14.03.2022.
3. Šperanda, M. (2020.): Praćenje ponašanja krava i mogućnosti ranog predviđanja bolesti – stručni rad (<https://veterina.com.hr/?p=80921>) PRISTUPLJENO 14.03.2022.

## 10. SADRŽAJ

Svrha ovog rada je dobivanje detaljnijih informacija o dobrobitima odnosno utjecajima suvremene tehnologije na ponašanje krava te njihovu produktivnost u intenzivnim uvjetima uzgoja. Isto tako ovaj rad prikazuje koje su prepreke u primjeni takvih robotiziranih sustava. Cilj rada se svodi na pobliže upoznavanje o robotiziranim sustavima, ponašanju muznih krava i njihovom fiziologijom. Ovaj se rad temelji na informacijama dobivenih iz prijašnjih istraživanja koji su uzeti iz pouzdanih izvora. Način primjene ove tehnologije te njezin utjecaj na funkciju životinje je tema koja je više aktualna u stranim izvorima. No, postoje i pouzdani izvori iz istraživanja koji su sprovedeni na domaćim farmama. Rezultat pokazuje da unatoč nedostacima ovakve tehnologije postoji opravdani razlog za korištenje robotiziranih sustava. Dobrobiti su mnogobrojne u smislu povećanja produktivnosti mlijeka, poboljšavanje zdravlja životinje i omogućavanja pogodnijih uvjeta za život na farmi same životinje. Potencijalni nedostaci primjene robota na farmi su veliki troškovi i duže prilagođavanje životinje na robota. No, ispostavlja se da primjena ovakve tehnologije dugoročno postaje isplativa kako ekonomski tako i za samu dobrobit životinje.

Ključne riječi: robotizirani sustavi, goveda, farma

## **11. SUMMARY**

The purpose of this paper is to obtain more detailed information on the benefits and impacts of modern technology on the behavior of dairy cows and their productivity in intensive breeding conditions. Also, this paper shows what are the obstacles in the application of such robotic systems. The aim of this paper is to get acquainted with dairy robotic systems, the behavior of dairy cows and their physiology. This paper is based on information obtained from previous research taken from reliable sources. The method of application of this technology and its impact on the function of the animal is a topic that is more current in foreign sources. But there are also reliable sources from research conducted in domestic farms. The result shows that despite the shortcomings of this technology, there is a good reason to use robotic systems. The benefits are numerous in terms of increasing milk productivity, improving animal health and providing more favorable living conditions on the farm itself. Potential disadvantages of using a robot on a farm are high costs and potentially longer adaptation of the animal to the robot. However, it turns out that the application of such technology becomes profitable in the long run, both economically and for the welfare of the animal.

## 12. POPIS SLIKA

|  |    |
|--|----|
| Slika 1. Robot za mužnju sa slobodnim načinom držanja.....   | 3  |
| Slika 2. Pogled sa strane na sustav za mjerenje automatiziranog unosa hrane (Bloch i sur., 2021.) .                          | 4  |
| Slika 3. Redoslijed tehnoloških koraka tijekom pripreme i raspodjele hrane za goveda u automatiziranom sustavu hranidbe..... | 6  |
| Slika 4. Stacionirana miješalica kao dio robotiziranog sustava pripreme hrane na govedarskoj farmi .....                     | 7  |
| Slika 5. Transportna traka za donos hrane u proizvodnoj staji.....   | 7  |
| Slika 6. Robot za pregrtanje hrane na hranidbenom stolu firme Lely (tkz. Batler).....  | 8  |
| Slika 7. Samohodni robot za čišćenje blatnih hodnika u staji firme Lely .....  | 9  |
| Slika 8. Robot za čišćenje blatnog hodnika firme DeLaval .....   | 10 |
| Slika 9. Robot u fazi čišćenja blatnog hodnika u staji firme JOZ BV.....   | 10 |
| Slika 10. Osnovni položaji glave goveda i njihovo značenje.....  | 16 |
| Slika 11. Loši higijenski uvjeti i narušena dobrobit krava na farmi.....   | 20 |
| Slika 12. Farma muznih krava sa adekvatnim uvjetima.....   | 20 |
| Slika 13. DeLaval brojač somatskih stanica.....  | 24 |
| Slika 14. Aplikacija za praćenje zdravlja krava .....  | 27 |
| Slika 15. Upotreba termovizijske kamere .....  | 28 |
| Slika 16. Termovizija dijelova tijela krave .....  | 29 |
| Slika 17. Papci na termovizijskoj kameri.....  | 29 |
| Slika 18. Afi2gopro aplikacija za praćenje zdravlja krava.....   | 31 |

### **13.POPIS GRAFIKONA**

|   |    |
|---|----|
| Grafikon 1. Dnevne aktivnosti krave (Clark, 2019.).....   | 14 |
| Grafikon 2. Udio dijelova tijela (%) koji se dodiruju kada se krave timare (Val-Laillet i sur., 2009.)<br>..... | 15 |

## **14.POPIS TABLICA**

|  |    |
|--|----|
| Tablica 1. Raspodjela robota za mužnju krava po farmama u Republici Hrvatskoj .....  | 13 |
| Tablica 2. Proizvodni pokazatelji prije i nakon uvođenja automatiziranog muznog sustava na razini standardne laktacije (305 dana)(Izvor: Mijić i Bobić, 2020.) ..... | 22 |
| Tablica 3. Proizvodni pokazatelji prije i nakon uvođenja automatiziranog muznog sustava na dan kontrole mliječnosti(Izvor: Mijić i Bobić, 2020.) .....               | 23 |



## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Diplomski rad

Fakultet Agrobiotehničkih znanosti Osijek

Sveučilišni diplomski studij, smjer Hranidba domaćih životinja

Obrasci ponašanja goveda pri korištenju robotiziranih sustava na govedarskim farmama

Marija Dereh

### Sažetak

Svrha ovog rada je dobivanje detaljnijih informacija o dobitima odnosno utjecajima suvremene tehnologije na ponašanje krava te njihovu produktivnost u intenzivnim uvjetima uzgoja. Isto tako ovaj rad prikazuje koje su prepreke u primjeni takvih robotiziranih sustava. Cilj rada se svodi na pobliže upoznavanje o robotiziranim sustavima, ponašanju muznih krava i njihovom fiziologijom. Ovaj se rad temelji na informacijama dobivenih iz prijašnjih istraživanja koji su uzeti iz pouzdanih izvora. Način primjene ove tehnologije te njezin utjecaj na funkciju životinje je tema koja je više aktualna u stranim izvorima. No, postoje i pouzdani izvori iz istraživanja koji su sprovedeni na domaćim farmama. Rezultat pokazuje da unatoč nedostacima ovakve tehnologije postoji opravdani razlog za korištenje robotiziranih sustava. Dobrobiti su mnogobrojne u smislu povećanja produktivnosti mlijeka, poboljšavanje zdravlja životinje i omogućavanja pogodnijih uvjeta za život na farmi same životinje. Potencijalni nedostaci primjene robota na farmi su veliki troškovi i duže prilagođavanje životinje na robota. No, ispostavlja se da primjena ovakve tehnologije dugoročno postaje isplativa kako ekonomski tako i za samu dobrobit životinje.

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

**Mentor:** Prof. dr. sc. Pero Mijić

**Broj stranica:** 49

**Broj grafikona i slika:** 2 i 18

**Broj tablica:** 3

**Broj literaturnih navoda:** 62

**Broj priloga:** 0

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** robotizirani sustavi, goveda, farma

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. Izv. Prof. dr. sc. Tina Bobić, predsjednik
2. Prof. dr. sc. Pero Mijić, mentor
3. Doc. dr. sc. Maja Gregić, član

**Rad je pohranjen:** Knjižnica fakulteta Agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Osijek, Vladimira Preloga 1

**BASIC DOCUMENTATION CARD****Josip Juraj Strossmayer of Osijek****Graduate thesis****Faculty of Agriculture****University Graduate Studies, direction Feeding of domestic animal****Behavioral patterns of cattle when using robotic systems on cattle farm****Marija Dereh****Abstract:**

The purpose of this paper is to obtain more detailed information on the benefits and impacts of modern technology on the behavior of dairy cows and their productivity in intensive breeding conditions. Also, this paper shows what are the obstacles in the application of such robotic systems. The aim of this paper is to get acquainted with dairy robotic systems, the behavior of dairy cows and their physiology. This paper is based on information obtained from previous research taken from reliable sources. The method of application of this technology and its impact on the function of the animal is a topic that is more current in foreign sources. But there are also reliable sources from research conducted in domestic farms. The result shows that despite the shortcomings of this technology, there is a good reason to use robotic systems. The benefits are numerous in terms of increasing milk productivity, improving animal health and providing more favorable living conditions on the farm itself. Potential disadvantages of using a robot on a farm are high costs and potentially longer adaptation of the animal to the robot. However, it turns out that the application of such technology becomes profitable in the long run, both economically and for the welfare of the animal.

**Thesis performed at:** Faculty of Agriculture in Osijek**Mentor:** Prof. dr. sc. Pero Mijić**Number of pages:** 49**Number of figures:** 2 i 18**Number of tables:** 3**Number of references:** 62**Original in:** Croatian**Key words:** robotic systems, cattle, farm**Thesis defended on date:****Reviewers:**

1. Izv. Prof. dr. sc. Tina Bobić, president
2. Prof. dr. sc. Pero Mijić, mentor
3. Doc. dr. sc. Maja Gregić, member

**Thesis deposited at:** Library of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, University of Osijek, Vladimira Preloga 1





