

Automatizacija i robotizacija na govedarskim farmama

Štumfol, Nora

Undergraduate thesis / Završni 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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:036864>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-12**



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

Nora Štumfol

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Zootehnika

Automatizacija i robotizacija na govedarskim farmama

Završni rad

Osijek, 2022.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI U OSIJEKU

Nora Štumfol

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Zootehnika

Automatizacija i robotizacija na govedarskim farmama

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu završnog rada:

1. prof. dr. sc. Pero Mijić, mentor
2. prof. dr. sc. Mirjana Baban, član
3. izv. prof. dr. sc. Tina Bobić, član

Osijek, 2022.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku
Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda, smjer Zootehnika
Nora Štumfol

Završni rad

Automatizacija i robotizacija na govedarskim farmama

Sažetak: Automatizacija i robotizacija su bitan segment u modernizaciji govedarskih farmi. Primjenom robota odnosno suvremenih strojeva na govedarskim farmama radnicima je omogućen efikasniji, precizniji i brži način rada na farmi. Kod uporabe visoke razine modernih strojeva, odnosno robota zahtijeva se bolja osposobljenost radnog osoblja na farmi. Na modernim govedarskim farmama moguće je automatizirati procese poput iznojanja, održavanja mikroklima, mužnje, hranidbe i grupiranja grla. Precizno hranjenje i robotska mužnja su primjeri automatiziranih radnji koji pretpostavljaju individualnu elektroničku identifikaciju svakog grla, dok ostali automatizirani procesi to ne zahtijevaju.

Ključne riječi: automatizacija, robotizacija, modernizacija, govedarstvo, farma

28 stranica, 9 slika, 22 literaturna navoda

Završni rad je pohranjen u Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University Josip Juraj Strossmayer of Osijek
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek
Undergraduate University Study of Agrobiotechnics, course Zootechnique
Nora Štumfol

BCs Thesis

Automation and robotization on cattle farms

Summary: Automation and robotization are an important segment in the modernization of cattle farms. By using robots or modern machines on cattle farms, workers are enabled to work more efficiently, more precisely and faster on the farm. When using a high level of modern machines or robots, better training of the working staff on the farm is required. On modern cattle farms, it is possible to automate processes such as manure, microclimate maintenance, milking, feeding and grouping of cows. Precision feeding and robotic milking are examples of automated operations that assume individual electronic identification of each cow, while other automated processes do not require this.

Keywords: automation, robotization, modernization, cattle breeding, farm

28 pages, 9 pictures, 22 references

BCs Thesis is archived in Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. STANDARDNA OPREMA I MEHANIZACIJA NA GOVEDARSKIM FARMAMA	2
2.1. Oprema za mužnju krava	2
2.2. Oprema za izgnojavanje	5
2.3. Oprema za hranidbu goveda	6
3. ROBOTIZIRANA MUŽNJA KRAVA	9
3.1. Razvoj i korištenje robotiziranih muznih sustava	12
3.2. Etička načela prilikom uporabe robotizirane mužnje krava	15
4. ROBOTI ZA HRANIDBU GOVEDA I ČIŠĆENJE BLATNOG HODNIKA U STAJI	19
5. ZAKLJUČAK	22
6. LITERATURA	23

1. UVOD

Automatizacija i robotizacija su izuzetno važne tehnologije u suvremenom tržišnom gospodarstvu jer omogućuju najpotpuniju automatizaciju tehnoloških procesa. Robotizacija i automatizacija govedarstva, kao i njihov utjecaj na bolje tehnologije prerade, korištenje digitalno upravljanih tehnologija, povećanje produktivnosti rada, uštede troškova, bolju kvalitetu proizvoda i zaštitu okoliša, glavni su pravci tehnološkog razvoja na govedarskim farmama. Jedno od značajnih područja tehnološkog napretka u sadašnjoj eri je temeljita modernizacija postojeće infrastrukture govedarskih farmi. Nova tehnološka razina strojeva koji oponašaju ljudske aktivnosti u različitim radnim procesima ključna je komponenta robotizacije u stočarskoj proizvodnji, u ovom slučaju, na farmama goveda. Konkretno, tzv. industrijski roboti, koji su zapravo višenamjenski automatizirani strojevi, u potpunosti zadovoljavaju zahtjevne suvremene proizvodnje, koja se može mijenjati u hodu, kao i zahtjeve za automatizacijom pomoćnih procesa (operacija), od kojih se većina i dalje izvode ručno. Kao što je poznato, pomoćne proizvodne operacije ne mogu se automatizirati korištenjem konvencionalnih tehnika za klasičnu automatizaciju. Međutim, kombinacija dobro poznatih znanstvenih područja koja se naizgled samorazvijaju (osnovna baza automatizacije-senzori, računalna tehnologija, informatika i mehanički manipulatori) učinila je izvedivom proizvodnju nove vrste robota koji je sposoban automatizirati mnoge rutinske zadatke. Moguće je automatizirati procese poput izgnojavanja, održavanja mikroklimе, mužnje, hranidbe i grupiranja grla. Robotska mužnja i precizno hranjenje primjeri su automatiziranih poslova koji pretpostavljaju individualnu elektroničku identifikaciju svakog grla, dok drugi automatizirani poslovi to ne zahtijevaju (gnojidba, održavanje mikroklimе i sl.).

Cilj ovog završnog rada je bio na pregledan način prikazati i opisati automatizaciju i robotizaciju koja se intenzivno događa na farmama u Svijetu, ali i u Republici Hrvatskoj, posljednjih 10-tak godina.

2. STANDARDNA OPREMA I MEHANIZACIJA NA GOVEDARSKIM FARMAMA

U tehnološkom i organizacijskom smislu, uvjetima rada osoblja, a posebno utrošku radne snage, govedarska proizvodnja je vrlo zahtjevna. Sve kategorije goveda, bilo da se uzgajaju za mlijeko ili za meso, i bez obzira uzgajaju li se intenzivno, ekstenzivno ili tradicionalno, trebaju imati pristup prostoru za nesmetano funkcioniranje (kretanje, ležanje, konzumacija hrane i vode i mužnja na farmama mliječnih krava), kao i alate koji će pomoći u održavanju mikroklima i higijene staje, kao i ostalih svakodnevnih poslova na farmi poput hranjenja i napajanja. Rad na stočarskim farmama uvelike olakšava visokokvalitetna oprema, koja ujedno povećava zadovoljstvo i sigurnost svakodnevnog života. Farmeri često preispituju alate i strojeve koje trenutno koriste u svom radu, kao i mogućnost unaprijeđenja istih.

Opremljenost i mehanizacija govedarskih farmi uvelike pojednostavljuje cjelokupan proizvodni proces, posebno u poslovima koji zahtijevaju više fizičkog rada (mužnja, gnojidba, hranidba stoke i dr.). Automatizacija drastično smanjuje potražnju za izravnim radom na farmama automatizacijom gnojidbe, hranjenja, mužnje i drugo. Govedarske farme s višom razinom automatizacije mogu raditi s više slobode. Za radnike na tim farmama smanjena je opasnost od bolesti i ozljeda, a također oni su i produktivniji.

Sposobnost prikupljanja mnoštva informacija o uzgoju krava čini farme mliječnih goveda produktivnijima, osobito one na kojima se roboti koriste za mužnju ili hranjenje stoke. Oprema koja se koristi za farme goveda prvenstveno je jeftinija, ali još uvijek korisna. Oprema može biti fiksna, mobilna, unutarnja oprema (pregrade, hranilice), za održavanje mikroklima, higijene farme (gnojidba, uklanjanje stajnjaka), za hranidbu, mužnju i čuvanje mlijeka, te druga oprema koja se svakodnevno koristi za rad. To su kategorije opreme koje se lako mogu klasificirati na govedarskim farmama. Naravno, svaka farma treba imati najosnovniji alat i strojeve (lonce, lopate, itd.) za obavljanje svakodnevnih, lakih poslova.

2.1. Oprema za mužnju krava

Strojna mužnja krava pri slobodnom načinu držanja obavlja se u zasebnom prostoru, odnosno izmuzištu, koje po svojoj konstrukcijskoj izvedbi može biti fiksno ili pokretno. Konstrukcijska izvedba ovisi o tome gdje se trenutno hrane i borave mliječne krave. Ako

imamo slučaj kombiniranog načina držanja krava (na pašnjaku i u staji), izmuzišta mogu biti izvedena kao manji prijenosni strojevi ili kao polustacionarni stroj. Mužnja se tada obavlja u kante ili u muzilice gdje se mlijeko dalje putem mljekovoda usmjerava u laktofriz.

Svaki stroj za mužnju, bez obzira na dizajn, mora imati sljedeće komponente: pogonski motor, vakuumsku (*vakuumsku*) pumpu, vakuumski spremnik, regulator vakuuma, vakuumski vod, manometar, pulsator, dugu pulsirajuću cijev, jedinica za mužnju (*usisni kolektor sa usisnim gumama, kratka pulsirajuća cijev i kratka mliječna cijev*), duga mliječna cijev i oprema za prihvat mlijeka (*kanta, mliječna cijev*).

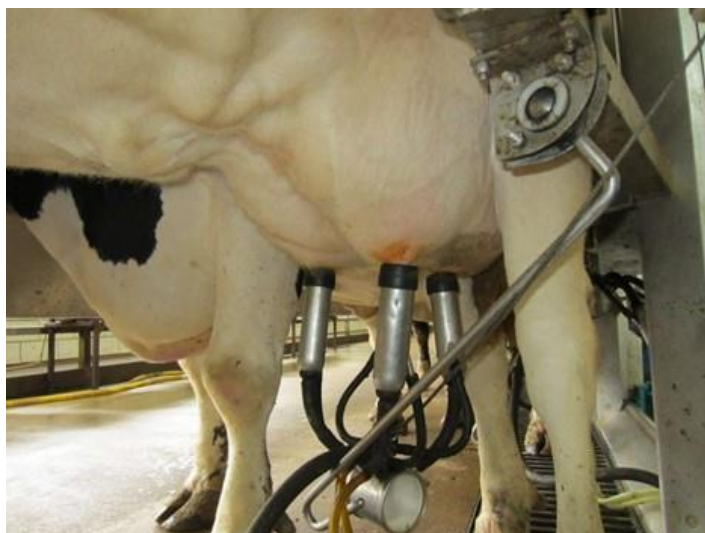
U stajama i izmuzištima koristi se samo elektromotor kao pogonski motor za pogon vakuum pumpe. Crpku manjeg kapaciteta pokreće jednofazni, a većeg kapaciteta trofazni asinkroni elektromotor. Manji motori s unutarnjim izgaranjem samo se povremeno koriste u izoliranim pašnjacima za mužnju gdje u blizini nema električne mreže, u tim situacijama ipak je bolje koristiti generator za struju koji je udaljeniji i od izmuzišta i stroja za mužnju s elektromotorom, zbog buke i ispušnih plinova.

2.1.1. Tipovi izmuzišta

Postoje različiti tipovi izmuzišta na govedarskim farmama, a to su:

- tandem,
- riblja kost,
- paralelno i
- rotirajuće.

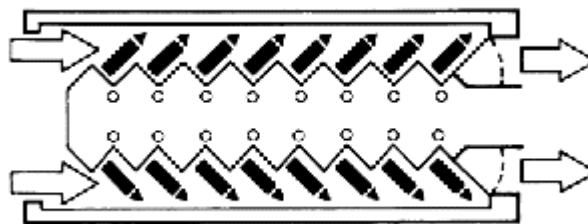
Prednosti izmuzišta u odnosu na polustacionarnu i pokretnu opremu za mužnju su značajne. U izmuzištu krave same dolaze u prostor na mužnju, a može se musti više krava istovremeno, što znatno ubrzava proces mužnje. Muznjače (osim ravnih) imaju mliječni hodnik koji je postavljen niže od boksa za mužnju tako da mužač sve radne operacije može obavljati u uspravnom, a ne pognutom položaju, što ih čini znatno boljim radnim okruženjem. Bitno je naglasiti da je mlijeko dobiveno iz izmuzišta znatno čistije jer se mužnja obavlja u odvojenim prostorijama, od kojih se većina nalazi u blizini stalnog objekta.



Slika 1: Muzna jedinica na vimenu mliječne krave (Izvor: Agroportal.hr)

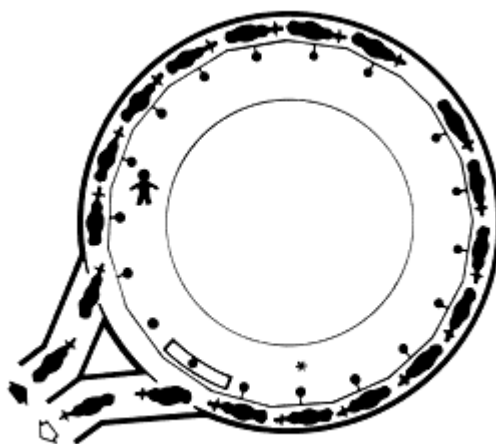
Tandem izmuzišta mogu biti jednostruka ili dvostruka, sa boksovima smještenim s obje strane kanala koji je izgrađen 80-90 cm ispod razine staja tako da mužač može obavljati sve obveze stojeći. Svaki boks ima ulaz i izlaz s vanjske strane i pravokutnog je dizajna, s najčešćim dimenzijama 2,4 x 0,8 m. Prema općem pravilu pojedinačne izmjene krava, boksovi su poredani u nizu jedan iza drugog. Nakon što se pomuze, jedna krava izlazi iz štanda i mijenja je druga. U blizini štanda mora se osigurati dovoljno širok put kojim će se krave kretati kako bi se mogle slobodno kretati. Postoje i prolazna tandemska mužnja, koja su manja jer krave ne mogu mijenjati grupe dok su u prostoriji i mora se pričekati da se svaka krava pomuze prije nego što uđe nova grupa. Jedna jedinica za mužnju se može koristiti za jedan ili dva boksa u tandem izmuzištu, koji može imati proizvoljan broj boksova.

Izmuzišta riblja kost modificirana su tandem izmuzišta kod kojih su stajališta postavljena pod kutom 30-55 stupnjeva pa se zbog manjeg razmaka između vimena krava postiže veća produktivnost rada i bolje iskorištenje prostora u odnosu na tandem izmuzišta (Thomas i sur., 1996.). S različitim brojem boksova, mogu se izraditi kao jednoredni ili dvoredni objekti sa ili bez prolaza za krave. Broj potrebnih djelatnika u mljekomatu ovisi o broju boksa, ali veliki utjecaj ima i stupanj automatizacije procesa mužnje. Radnik bi u prošlosti trebao biti odgovoran samo za nadgledanje rada najviše 10 muznih jedinica u isto vrijeme (Popova i sur., 2003.), ali u novije vrijeme (O'Brien i sur., 2012.), predloženo je da radnik može nadgledati do 30 muznih jedinica odjednom. Pritom je od značajne pomoći radniku, primjena uređaja za automatsko skidanje muznih jedinica jer nema opasnosti da će se pojedine krave musti u prazno (Kanswohl, 2005).



Slika 2: Izmuzište tipa riblja kost (Izvor: <https://www.fao.org/3/t0218e/t0218e06.htm>)

Rotacijska izmuzišta, također poznati i kao rotolaktori ili karuseli funkcioniraju tako da svaka krava ima svoju jedinicu za mužnju dok se krave u boksovima okreću na rotirajućoj platformi. Rotolaktori mogu imati od 10 do 40 stajališta, koji mogu biti poredani uzdužno, poprečno ili u obliku riblje kosti. Jedan ili više mužača smješteno je s vanjske ili unutarnje strane platforme, ovisno o tome jesu li krave okrenute prema sredini ili prema van. Platforma se okreće i pomiče jedno ili dva stajališta, ovisno o veličini platforme i broju stajališta. Kada se platforma zaustavi, pomuzena krava izlazi, a druga dolazi iz čekaonice da zauzme njezino mjesto.



Slika 3: Rotacijsko izmuzište (tandem)

(Izvor: <https://www.fao.org/3/t0218e/t0218e06.htm>)

2.2. Oprema za izgnojavanje

Održavanje staje čistom težak je i kompliciran zadatak koji je znatno olakšan mehanizacijom i automatizacijom. Podloga na kojoj se stoka kreće, odmara i leži u staji je najznačajnija komponenta koja zahtijeva rutinsko sanitarno održavanje. Štale mogu imati puni ili

rešetkasti pod, no ključno je osigurati da se izlučevine tamo zadržavaju što je kraće moguće, izbjegavajući izravan kontakt između kože krave i papaka što je dulje moguće.



Slika 4: Primjer staje slobodnog načina držanja krava s blatnim hodnikom po sredini (Izvor:<https://hr.techexpertolux.com/krupnyj-rogatyj-skot/stojlovoe-oborudovanie-dla-krs.html>)

Robotski sustavi koji su potpuno autonomni kreću se po blatnom koridoru i guraju otpad. Na punom podu, otpad se nosi na mjesto za držanje gnojnice ili gnoja prije nego što se gurne u određeni dio staje. Strugači (skrejperi) koji programiranom dinamikom uklanjaju gnojovku iz staje često se nalaze na farmama s potpuno automatiziranim sustavima gnojidbe. Tipično, električni motor raspoređuje vučnu silu preko poluga i lanca na same strugače. U određenim stajama osim strugača koristi se samohodna oprema s daskom za guranje i utovarivačem.

2.3. Oprema za hranidbu goveda

Oprema za hranidbu goveda ključna je komponenta svake govedarske farme. Na njegov izbor utječu željena razina automatizacije, veličina farme, cilj proizvodnje i drugi kriteriji koji su usko povezani sa samom proizvodnjom. Opremu za hranidbu goveda čine vage za vaganje stočne hrane, jednostavni alati za utovar, miješanje, transport i raspodjelu (polaganje na krmni stol) te nekakva složenija oprema koja eliminira potrebu za težim i dužim radom. Svakodnevno rukovanje većim brojem i većim količinama žitarica potrebno je za hranidbu goveda, posebno kada ih je više. To dodatno opterećuje posao na farmi.

Hranjenje postaje teže i zahtijeva veći fokus i točnost kada uključuje više kategorija životinja (telad, bikove, krave i bikove). Vrijeme potrebno za hranjenje raznih vrsta goveda na farmi,

koje se obično obavlja više puta tijekom dana, značajno je i naglašava stvarnu proizvodnju. Jedan od najtežih poslova na farmama goveda, uz mužnju, je hranidba životinja. Na govedarskim farmama dugo je postojao problem neuravnotežene hranidbe u hranidbi goveda, posebice uslijed odvojenosti krepkih i voluminoznih krmiva. Osmišljene su različite strategije hranjenja kako bi se riješio problem i kako bi se grla potaklo da uzimaju uravnoteženu hranidbu krepkim i voluminoznim krmivima. Kao rezultat razvoja računala i pratećeg softvera nastao je sustav "kompjuterizirano hranjenje". Uključivao je pojedinačne boksove (za identifikaciju i doziranje), mrežu cijevi koje su isporučivale krepku krmu, silos koji je sadržavao krepku krmu i računalni sustav preko kojeg se moglo upravljati sustavom. "Mikser prikolice", koje važu, režu i miješaju stočnu hranu kako bi osigurale "potpuno miješane obroke", preuzele su značajniju ulogu u hranidbi posljednjih godina. Goveda ne mogu probirati krmivo u ovako sastavljenom obroku, što povećava učinkovitost hranidbe i smanjuje učestalost metaboličkih bolesti povezanih s hranidbom.

Na farmama za proizvodnju mlijeka često moramo osigurati hranu za razne životinje, uključujući mladu telad, zrelu telad, volove, junice, pa čak i starije krave. Kolostrum se mora dati teladi tijekom prvih nekoliko sati života kako bi se mogla hraniti. Mala telad se obično hrani iz kanti sa sisaljkom jer su smještene u različitim boksovima. Mlado tele bi također trebalo imati pristup košari za sijeno, posudi za vodu i posudi za krepku stočnu hranu. Uz pomoć uređaja za automatsko hranjenje, telad se nakon dva tjedna mogu smjestiti u zajedničke boksove i hraniti mlijekom ili mlijekom u prahu uz uobičajeno hranjenje iz zdjelice (i hranjenje). Ovi potpuno autonomni uređaji mogu u više navrata dati točnu količinu mlijeka ili novonastalu mliječnu zamjenu teletu ovisno o njegovoj dobi i potrebama. Kompjuterskim sustavom povezani su sa životnim ciklusom teleta. Sada su dostupni roboti za hranjenje teladi koji mogu samostalno hraniti svako tele. Nakon osam do dvanaest mjeseci teladi se često uskraćuje mlijeko ili mliječna zamjena, a umjesto toga se daju voluminozna i krepka krmiva koja se raspoređuju pojedinačno ili u kombinaciji s drugim obrokom. Uz osnovnu opremu u takvoj hranidbi mogu se koristiti TMR prikolice i roboti za hranidbu.

Kod hranidbe junadi oprema dolazi u različitim razinama složenosti, od jednostavnih do sofisticiranih (složenih) robota za hranjenje. Najčešće je korištena oprema za pripremanje TMR (utovarivači, miješalice i sl.) nalazi se na većim farmama i olakšava svakodnevnu hranidbu junadi. Oko dva mjeseca prije teljenja junice treba spariti sa starijim kravama u suhom prostoru kako bi se socijalizirale, ali i privikle na sastav obroka i tehniku hranidbe.

U usporedbi s opremom za mlađe dobne skupine, oprema za hranidbu krava u laktaciji malo je kompliciranija. Naime, važno je hraniti mliječne krave koje proizvode puno mlijeka više puta dnevno i osigurati da sve životinje imaju pristup dovoljnoj količini kvalitetne krme. Najčešći način hranidbe krava je cjelovitim (TMR) obrokom, uz istovremeno “kompjuterizirano hranjenje” krava u zasebnim boksovima.

Mliječne krave mogu pojesti određenu količinu izdašne krme uz osnovni (TMR) obrok u svim boksovima kako bi proizvele željenu količinu mlijeka. Mliječne krave se u praksi često hrane individualno kompjuterski, što znatno poboljšava njihov nutritivni (metabolički) status. U današnje vrijeme postoje potpuno autonomni sustavi za hranidbu krava koji mogu pripremiti TMR više puta dnevno i distribuirati ga na hranidbeni stol u skladu s unaprijed programiranom procedurom. Osobito tijekom rane faze dojenja, to povećava potrošnju krmiva, a smanjuje metaboličke abnormalnosti tijekom rane laktacije. Rad na farmi, tj zahtjev za izravnim ljudskim radom, može se uvelike pojednostaviti uz pomoć robota za hranjenje krava.

U usporedbi s farmama za proizvodnju mlijeka farme za tov (mesne farme) često imaju jednostavniju opremu za hranidbu. “Kompjutersko hranjenje” rijetko se koristi na farmama koje proizvode meso za konzumaciju. Uz osnovne alate često se koriste miješalice i po potrebi alati za utovar i istovar stočne hrane. Stočna hrana se dozira i zatim potpuno miješa u miješalicama zahvaljujući vagama koje su ugrađene u njih. Kada se krepka krmiva daju pojedinačno, važno ju je pravilno i ravnomjerno podijeliti kako bi se spriječilo nepravilno gutanje i neke metaboličke bolesti.

Za hranidbu stoke na pašnjacima najčešći alati su prikolice, košare za sijeno i druga osnovna oprema za utovar, prijevoz i istovar stočne hrane. Kako bi se spriječilo da sijeno bude mokro tijekom bilo koje kišne oluje i da ostane pogodno za razvoj plijesni, preporučljivo je da košare za sijeno budu pokrivene.

3. ROBOTIZIRANA MUŽNJA KRAVA

Robotizirana mužnja sada je naširoko priznata, osobito u zapadnoj Europi, kao tehnika za smanjenje zahtjeva za radnom snagom na farmama mliječnih krava (De Koning, 2010.). Ova tehnologija postaje sve popularnija, što se vidi po brzini kojom se usvaja. U svijetu je 2009. godine, prema procjenama, bilo 8000 robotiziranih mliječnih farmi (De Koning, 2010.). Barkema i sur. (2015.) pretpostavili su da se taj broj u samo šest godina više nego utrostručio na 25 000 mliječnih farmi diljem svijeta. Nizozemska i skandinavske zemlje imaju najveći postotak farmi koje koriste ovu tehniku.

Farmeri sa skupom radnom snagom najčešće provode robotsku mužnju. Ako na farmi ima mnogo mliječnih krava i mlijeko je skupo za otkup, ulaganje u robotsku mužnju puno je povoljnije za proizvođače mlijeka. Uz to, treba imati na umu da se za razliku od strojne mužnje, gdje su ti intervali jednaki, robotska mužnja krava odvija u različitim intervalima (primjerice, dvanaest sati između dvije mužnje - svaki dan u 6 ujutro i u 18 sati).

U izmuzištima (koji su ranije opisani), jedan ili više zaposlenika odgovorni su za postavljanje jedinica za mužnju na vime krava, nadzor nad mužnjom i druge odgovornosti. Proces mužnje je automatiziran korištenjem robota za mužnju, a radnik samo povremeno treba provjeravati proces. Robot za mužnju omogućuje smanjenje vremena potrebnog za rad na farmi jer se mužnja odvija automatski uz izuzetak nadzora. Krava sama bira kada želi da ju se pomuže, a kao nagradu dobiva koncentrat dok ju se muže više puta u tijeku dana. Time se proizvodi više mlijeka, što omogućava računalno praćenje ukupne količine i kontinuiranu kontrolu kvalitete mlijeka. Robotizirana mužnja pruža mnoge prednosti osim skraćivanja radnog vremena, uključujući poboljšanje zdravlja i dobrobiti životinja.

Postoje prednosti i nedostaci ove tehnologije kao i bilo koje druge. Pozitivni pomaci uključuju poboljšane standarde čistoće mlijeka i povećanu učinkovitost proizvodnje. Međutim, kroz optiku recesije, dolazi do osjetljivog socijalnog momenta nezaposlenosti gdje minimalno pet do šest ljudi zamjenjuju roboti i njihova radna mjesta se zatvaraju. Također postoji pitanje hoće li investicija biti isplativa, posebice s obzirom na stanje mljekarskog poslovanja, budući da par robota može koštati između 190.000 i 220.000 eura, ovisno o strojevima. Godine 1992. nizozemska obiteljska tvrtka Lely počela je proizvoditi robote za

mužnju. Lely, DeLaval i GEA tri su proizvođača robotske opreme koji čine gotovo 80% svjetskog tržišta. Iako skupa, investicija će se dugoročno isplati. Prednosti korištenja robota za hranidbu mliječnih krava uključuju: pojednostavljenje organizacije rada na farmi, smanjenje ljudskog rada i osiguravanje pouzdanije operacije hranjenja, povećanje potrošnje hrane i proizvodnje mlijeka, smanjenje kontaminacije hrane i objekata za hranjenje i poboljšanje dobrobiti životinja.

Nedostatci robotske mužnje uključuju sljedeće: viši trošak u usporedbi s konvencionalnim mliječnim farmama, veća potrošnja električne energije ako se koristi oprema za grijanje vode, izazov laseru da locira sise kod nekih krava zbog nepravilnog postavljanja sisa ili prljavog vimena, zahtjev za stalnom dostupnošću (24/7) u slučaju prekida mužnje i zahtjev kako popraviti i riješiti manje probleme.



Slika 5: Robot za mužnju krava (Lely astronaut A5) (Izvor: Agroklub.hr)

Sustav za pranje i mužnju vimena sastoji se od okretne četke, laserskih ili ultrazvučnih senzora i jedinice za mužnju. Vakumi se zatim grubo postavljaju pomoću mehaničkih ili ultrazvučnih senzora nakon što je vime očišćeno četkom koja se okreće. Vakumi se zatim postavljaju na mjesto nakon finog postavljanja pomoću lasera, fotočelije ili kamere. Prvo se odvoji manja količina mlijeka u drugu posudu, a zatim počinje glavna mužnja koja kraće traje jer se obavlja tijekom cijelog dana. Kontrolna jedinica prikuplja uzorak mlijeka iz svake sisne čašice tijekom mužnje, automatski izračunava mliječnu mast i broji ukupnu količinu mlijeka koju proizvodi svaka krava. Strojna mužnja počinje nakon kratkog odmora kada se

protok mlijeka smanji na 200g/min ili manje. Krava izlazi iz kabine za mužnju robota nakon završetka procesa mužnje, izvlačenja jedinice za mužnju i otvaranja izlaznih vrata.

Upotreba robota se širi današnjim biosustavima, uključujući poljoprivredu, šumarstvo, hortikulturu i ribarstvo, kao rezultat automatizacije nekih tehnologija. Roboti su sposobni obavljati rutinske tehnološke aktivnosti s visokim stupnjem točnosti i učinkovitosti. Praćenje i obrana usjeva od korova, aktivnosti žetve i uzgoj životinja, kao što je upotreba robota za mužnju krava, glavne su primjene robotike u poljoprivredi. Korištenje automatizacije u poljoprivredi pomaže poljoprivrednicima u njihovim radno intenzivnim svakodnevnim obavezama, što im u konačnici pomaže u uštedi vremena i novca. Upotreba pesticida u usjevima može se smanjiti do 80% korištenjem poljoprivrednih robota.

Zbog njihovih prednosti, čak i zemlje u razvoju sve češće usvajaju robote u poljoprivredi. Međutim, ljudska uključenost također je neophodna za poljoprivredne robote kako bi se učinkovito riješili problemi složenosti programiranja određene radne aktivnosti. Za obavljanje radnih zadataka najčešće se koriste robotske ruke. Robotske ruke najčešće moraju zadovoljiti specifične zahtjeve kretanja, kao i ekonomsku učinkovitost. Poljoprivredni roboti koriste kombinaciju sofisticiranih senzora, kamera, softvera i tehnologije. Krave u stadima koja su opremljena tradicionalnim uređajima pridržavaju se obrasca mužnje i hranjenja koji je strukturiran, pouzdan i društven. Osim toga, krave u tradicionalnim stadima često dobivaju sve svoje hranjive tvari iz kompletnog miješanog obroka, dok u stadima s robotiziranim sustavima mužnje, neke od svojih hranjivih tvari dobivaju tijekom mužnje, uglavnom kao strategiju za namamljivanje krava na muzni sustav. U tome pogledu, robotizirani sustav mužnje predstavlja poteškoću, ali i šansu za hranidbu krava.

Najveća poteškoća je održavanje niske i dosljedne učestalosti mužnje robotiziranim muznim sustavima, ali koliko puta se krava muze ovisi o nizu čimbenika, kao što su društvena organizacija stada, raspored farme, vrsta prometa koji krave moraju izdržati, vrsta podnice, zdravlje krave (osobito šepavost, ali također i mastitis i metritis), stupanj laktacije, paritet i vrsta obroka kojim se hrani i koncentrat koji se nudi u robotiziranim sustavima. Neujednačena učestalost mužnje povezana je s gubicima mlijeka i većim rizikom od razvoja mastitisa, ali što je još važnije, predstavlja propuštenu šansu da se krava pomuze i da se ostvari profit.

S druge strane, prilika kod robotiziranih muznih uređaja donosi mogućnosti da to čini češće, što može dovesti do profitabilnijeg učinka sustava mužnjom i hranjenjem krava preciznije ili bliže njihovim vlastitim zahtjevima za hranjivim tvarima na individualnoj osnovi. Nasuprot tome, koncentрати s visokim udjelom vlakana mogu ugroziti ukupni unos energije i smanjiti učinak mužnje. S jedne strane, davanje škrobnih, vrlo ugodnih tvari u prevelikim količinama može poremetiti fermentaciju buraga ili utjecati na ponašanje pri hranjenju nakon mužnje.

Međutim, robotizirani muzni sustavi (i druga izmuzišta, posebno rotacijska) nude priliku hraniti krave u skladu s njihovim projiciranim individualnim potrebama za hranjivim tvarima kombinirajući nekoliko vrsta hrane u stvarnom vremenu s ciljem optimiziranja profita, a ne prinosa mlijeka. Ova posebna metoda zahtijeva variranje sastava hrane u skladu s različitim prehrambenim zahtjevima krava uz količinu hrane koja se daje svakoj kravi. Ovaj pregled govori o prednostima i nedostacima mužnje i hranjenja krava u automatiziranom sustavu mužnje (AMS) i opisuje različite strategije hranjenja i kako bi se profit povećao kontrolom hranidbe krava na individualnoj osnovi.

3.1. Razvoj i korištenje robotiziranih muznih sustava

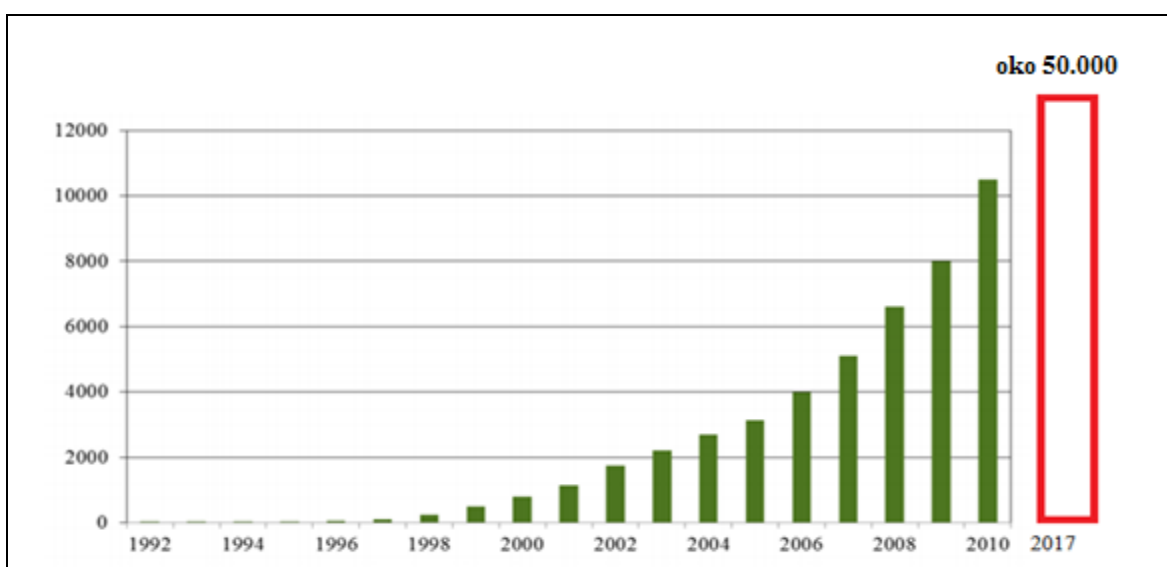
Mehaničko postavljanje sisnih čašica bio je posljednji korak potreban za potpunu automatizaciju procesa mužnje nakon izuma stroja za mužnju, izmuzišta i automatskog uklanjanja montaža sisa u 1960-im i 1970-im godinama. Izum alata za automatsko pričvršćivanje vakuumskih čašica označio je početak razvoja robotiziranih muznih sustava. Međutim, u usporedbi s mehaničkim pričvršćivanjem posuda za mužnju, ova vrsta automatizirane mužnje zahtijeva više radno intenzivnih zadataka. Sama stanica za mužnju,

sustav za čišćenje sisa, sustav za detekciju položaja sisa, robotska ruka za spajanje sisa na sise, upravljački sustav sa sensorima i softverom, te naravno muzilica čine robotizirani muzni sustavi.

Sustav jedne jedinice za mužnju, sustavi s više jedinica za mužnju, sustavi s integriranim funkcijama robota i mužnje, prijenosni robotski uređaj u kombinaciji s uređajima za mužnju i uređaj za odvajanje mlijeka za svaku jedinicu za mužnju uključeni su u robotizirane muzne sustave.

Od 55 do 65 krava može se pomesti više puta dnevno sustavima s jednom jedinicom za mužnju, a 80 do 150 krava može se pomesti do tri puta dnevno sustavima s više jedinica za mužnju, kao što su 2 do 4 jedinice za mužnju.

U Nizozemskoj su prvi robotizirani muzni sustavi za komercijalne farme ušli u upotrebu 1992. godine. Uzroci su bili pad cijena mlijeka, kao i rast ulaznih troškova i troškova rada. Počevši od 2000. godine značajno se povećao broj robota za mužnju, do 2017. u svijetu bi bilo više od 50 000 ovih robota. Krave treba motivirati da idu do robota za mužnju kako bi automatska mužnja radila. Dodatak krepke krme koja se stavlja u hranilicu u boksu tijekom mužnje (koja se nalazi na mjestu mužnje), primarni je poticaj kravama za mužnju.



Grafikon 1. Razvoj broja AM sustava od 1992. do 2017. godine (De Koning, 2011., doradili Mijić i Bobić, 2019.)

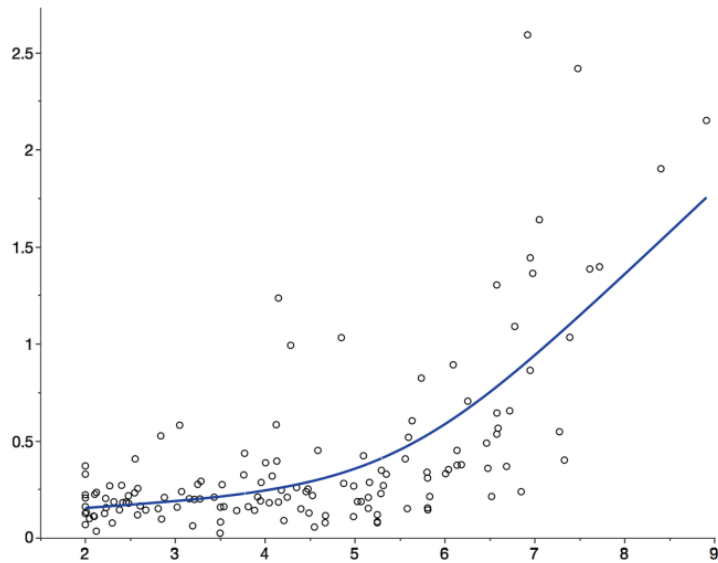
Robotizirani muzni sustav djeluje kao mužač tijekom cijelog procesa mužnje. Kao rezultat toga, takav sustav ima senzore za otkrivanje anomalija u mlijeku, opremu za čišćenje i mužnju vimena te uređaje za elektroničku identifikaciju krava. Svaka informacija automatski se unosi u bazu podataka, gdje farmer može koristiti alat za upravljanje farmom kako bi pratio i kontrolirao okolnosti vezane uz kravu muzaru. Na pisaču, zaslonu računala i zaslonu telefona nalaze se popisi zapažanja i izvješća.

Tablica 1. Proizvodni pokazatelji prije i nakon uvođenja automatiziranog muznog sustava (AMS-a) na razini standardne laktacije (305 dana) (Izvor: Mijić i Bobić, 2021.)

Svojstvo	Prije uvođenja AMS-a	Nakon uvođenja AMS-a		p
	2018.	2019.	2020.	
Laktacija	2,51 ^a	2,16 ^b	1,77 ^c	p<0,001;
KM (kg)	7.828,5 ^a	7.630,3 ^{ab}	8.357,6 ^c	p<0,0001
M (%)	4,06 ^a	4,04 ^{ab}	3,85 ^c	p<0,0001
P (%)	3,48 ^a	3,50 ^a	3,47 ^a	NS
BSS (u 1.000/ml)	266,51 ^a	310,20 ^a	283,28 ^a	NS
Urea (mg/100ml)	25,34 ^a	25,16 ^{ab}	23,86 ^c	p<0,0001

Laktacija_redni broj laktacije; KM_količina mlijeka; P_protein; M_masti; BSS_broj somatskih stanica; Urea; p_razina značajnosti; NS_nema značajnosti

Rad s kravama trebao bi biti bez stresa i boli dok se privikavaju na robotsku mužnju kako bi bez nervoze dolazile na mužnju. Krava može posjetiti robota za mužnju do tri puta dnevno za ukupno 2,5 do 3 mužnje. Umijeće farmera, točnije okolina na njegovoj farmi, određuje koliko će često krava ići na mužnju. Postoji povećanje proizvodnje mlijeka između 5 i 25% kao rezultat prelaska s dvije na tri mužnje dnevno.



Grafikon 2. Količina nepotrošenog koncentrata (prosjeak tijekom razdoblja od 8 dana) u odnosu na količinu ponuđenog koncentrata (prosjeak tijekom razdoblja od 7 dana) u automatskom sustavu mužnje. (Izvor: Bach i Cabrera, 2017.)

3.2. Etička načela prilikom uporabe robotizirane mužnje krava

Robotizirani sustav mužnje, novija inovacija, zamijenio je nekoliko zadataka na farmama koje proizvode mlijeko i smanjio potrebu za interakcijom između ljudi i mliječnih krava. Ova tehnologija kontinuirano muze krave bez prisustva čovjeka. Sve informacije o kravama za svaku mužnju bilježe se u računalni program svakog robota. Pomoću računala ili mobilnog uređaja podacima se može pristupiti s bilo kojeg mjesta gdje se čovjek nalazi izvan farme. Uzgajivač u svakom trenutku ima pristup informacijama o proizvodnji, zdravstvenom i reproduktivnom statusu svakog stada.

Osim male ekonomske koristi, robotizirani muzni sustav poboljšava životne i radne uvjete farmera, a istovremeno poboljšava zdravlje i dobrobit životinja. Farmer je i dalje ključan u očuvanju i poboljšanju zdravlja i dobrobiti krava, čak i kada robotizirani muzni sustav smanjuje potrebu za radnom snagom u izmuzištu. U ovom sustavu proizvodnje i mužnje krava vodi se računa o svim čimbenicima koji utječu na proizvodnju. Jedan od njih je put kojim krave dolaze do robota za mužnju u staji.

Ovisno o proizvođaču robotiziranih muznih sustava najčešće se koriste dva koncepta ili metode premještanja krava iz staje do robota - slobodno, poluslobodno i vođeno. Slobodni koncept integracije robota za mužnju u okruženje farme temelji se na ideji da se mliječnim

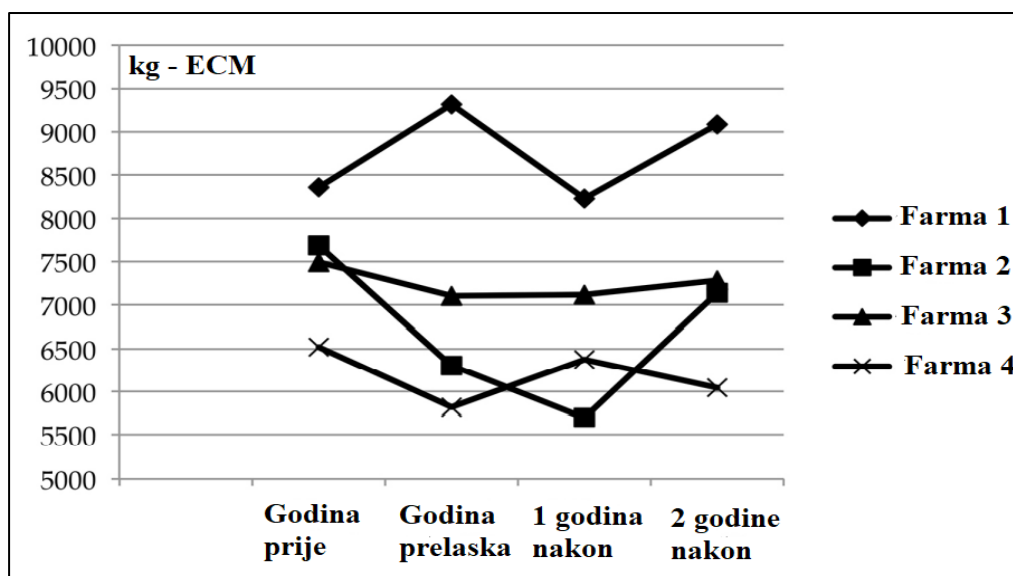
kravama omogućí neprekinuti put prepreka između prostirke i prostora za jelo u staji (kutije za ležanje i hranidbeni stol). Ova metoda izbjegava kondicioniranje mliječne krave da koristi robotizirani muzni sustav i omogućuje joj pristup hranidbenom stolu ili prostoru za odmor. Najčešća mana koncepta je niži prosječni broj mužnji i dnevna potreba da se mliječne krave koje se dugo nisu muzle okupe i dovedu na mužnju.

Uvjetovanjem prolaza mliječnih krava između ležišta i hranidbenog dijela staje u poluslobodnom načinu integracije robotiziranih muznih sustava u okoliš farme koriste se takozvana selekcijska/ pametna vrata. Ovisno o tome koliko je vremena prošlo od posljednje mužnje, vrata za odabir određuju može li mliječna krava íći do hranidbenog stola ili robotiziranog muznog sustava kada ulazi u hranilište iz ležišta.

3.3. Elementi za uspješnu primjenu robotiziranih muznih sustava na farmi

Uspjeh u implementaciji robotiziranih muznih sustava na farmi ovisi o poljoprivredniku, odnosno o tome koliko je razuman u svojim očekivanjima od sustava. Ovisno o proizvodnom kontekstu u kojem je ova tehnologija uvedena, oni mogu ili ne moraju biti zadovoljni. Za postizanje visokih proizvodnih rezultata, bez obzira na način mužnje, važno je istaknuti da se moraju poštivati temeljna načela tehnologije proizvodnje mlijeka: adekvatna hrana, uravnotežena hranidba, idealna mikroklima, redovito čišćenje objekata i genetika životinja koja ide u korak sa suvremenim izazovima proizvodnje.

Uvođenje nove organizacije upravljanja nekom proizvodnom operacijom u svojoj početnoj fazi primjene može naići na velike izazove. Prema navodima Balogun-a i Hope-Hailey-a, (2004.) novi načini upravljanja često puta su reaktivni, diskontinuirani i improvizirani sa stopom neuspjeha i do 70 %. Uvažavajući ove navode, vrlo je važno pri uvođenju AMS-a na farme dobro analizirati postojeće stanje u proizvodnji, organizaciji i vođenju farme, kao i rješenja za predstojeće izazove u proizvodnji.



Grafikon 3. Proizvodnja mlijeka po kravi (ECM) na primjeru četiri farme u Nizozemskoj koje su prešle s konvencionalne na robotiziranu mužnju (Hansen i Jervell, 2014.)

Dobar primjer brojnih očekivanih, ali i neočekivanih detalja u organizaciji i upravljanju farmom tijekom prelaska i prilagodbe na AMS naveli su u svome istraživanju Hansen i Jervell (2014.). Autori su radili istraživanje na norveškim farmama, gdje danas oko 50 % (oko 4.5000) farmi posjeduje AMS. Autori su na četiri slučaja prikazali važnost pripreme i prilagodbe novog načina upravljanja i gospodarenja farmom koje su prešle s konvencionalnog načina mužnje na AMS (Grafikon 1).

Nakon izvršavanja navedenih uvjeta zamislivo je predvidjeti prednosti koje će se postići, između ostalog, usvajanjem robotiziranih muznih sustava nakon ispunjenja ovih zahtjeva. Nijedan sustav ne može pomoći farmi na kojoj su krave neuhranjene, štala prljava, a farmer nemaran. Ovo se mora naglasiti jer statistike pokazuju da se 5 do 10% uzgajivača koji su koristili robotizirane muzne sustave, na kraju, vratilo na konvencionalnu mužnju. Osim navedenog, za učinkovitu implementaciju robotiziranih muznih sustava ključni su sljedeći elementi: pomoć kvalificiranog osoblja osposobljenog za rad s robotima, potrebno znanje rada na računalu, posebna pažnja na performanse farme i dobra organizacija dolaska krava do robota za mužnju i odlazak na hranidbeni stol, pravilno i redovito održavanje tehničke ispravnosti robotiziranih muznih sustava te zdrave krave.

Fiksni troškovi mužnje veći su za robotizirane muzne sustave jer su potrebna ulaganja znatno veća nego za konvencionalne sustave mužnje. Troškovi mužnje po kilogramu mlijeka će se ipak smanjiti, jer se proizvodi više mlijeka uz manje rada.

Teoretski, robotizirani muzni sustav omogućuje održavanje više krava s istom radnom snagom od konvencionalne mužnje, iako to može zahtijevati veće izdatke za zgrade, zemljište ili hranu, kao i moguća povećanja mliječnih kvota. Na farmi s više od jednog stalno zaposlenog, može postojati prilika za smanjenje troškova smanjenjem količine potrebnog rada. Vrlo često to nije slučaj, a vrijeme uštedeno od manjeg rada koristi se za osobne potrebe. Meskens i Mathijs (2002.) otkrili su da dvije trećine farmera koji koriste robotizirane muzne uređaje navode socijalne razloge za ulaganje u automatsku mužnju, kao što su povećana fleksibilnost rada, bolji društveni život i briga za zdravlje.



Slika 6: Robot za mužnju (DeLaval) (Izvor: Landwirt.com)



Slika 7: Robot za mužnju (Lely) (Izvor:Agroklub.com)

4. ROBOTI ZA HRANIDBU GOVEDA I ČIŠĆENJE BLATNOG HODNIKA U STAJI

Učinak u proizvodnji kravljeg mlijeka i metode hranidbe međusobno su povezani. Razlika između postizanja prosječne proizvodnje i izvanredne proizvodnje ovisit će o čimbenicima kao što su učestalost hranjenja, grupiranje životinja, kvaliteta hrane i kvaliteta miješanja. Sljedeće što bi obično bilo prisutno na farmama s automatiziranim sustavima za hranjenje je prostor za pripremu hrane, a koji sadrži: bunker, pužnice, spremnik za minerale i druge skladišne predmete. Miješanje se odvija unutar vagona za hranjenje ili u fiksnoj miješalici.

Glavna zadaća vagona za hranjenje je isporuka miješanog obroka različitim vrstama životinja. Konfiguracija sustava hranidbe odabire se na temelju veličine i logistike farme. Centralni sustav kontrole procesa, koji pohranjuje sve informacije potrebne za provedbu odabrane strategije hranjenja, upravlja procesom hranjenja. Korisnik unosi informacije u softver za upravljanje hranom, uključujući hranu, obroke, skupine hranidbe, lokacije i učestalost hranjenja. Svaki dan se odvija ista radnja. Primjena automatizacije u strategiji hranjenja može poboljšati niz aspekata. Životinje se mogu podijeliti u mnoge skupine ovisno o veličini farme i njihovim prehrambenim potrebama. Budući da će svaka grupa imati vlastiti obrok, broj grupa u tradicionalnom okruženju izravno je povezan s brojem radnih sati. Vrijeme potrebno za hranjenje životinja na farmi povećava se s brojem grupa. Grupiranje životinja nije realna metoda za konvencionalno hranjenje.

Međutim, s automatskim sustavom hranjenja, količina rada je smanjena na samo punjenje kuhinjske opreme. Sukladno tome, bez obzira koliko korisnik ima grupa, prema GEA iskustvu, ova metoda traje oko 30 minuta. To korisniku omogućava razdvajanje životinja u grupe mladih krava (junica), krava u suhostaju i krava u različitim fazama laktacije. Svaka grupa ima svoj plan obroka čime se osiguravaju ciljevi u proizvodnji mlijeka; spremnost krava u suhostaju za sljedeću laktaciju te očekujuće razdoblje razvoja junica.

Naime, GEA automatizirani sustav hranjenja dizajniran je za pripremu malih mješavina koje olakšavaju hranjenje različitih skupina goveda. Redovito hranjenje potiče potrošnju hrane, poboljšava zdravlje buraga i smanjuje kompeticiju životinja. Povećanje broja hranjenja

životinja tijekom dana još je jedan predloženi način hranjenja. Krava mora omogućiti mikroorganizmima buraga povoljno stanište jer je preživač. Optimalni pH buraga kreće se od 5,5 do 6,0. Kontinuirano davanje hrane tijekom dana učinkovita je strategija za održavanje pH u buragu budući da se mikroorganizmi u buragu dobro ne prilagođavaju fluktuacijama pH razine. Krave, također, imaju sklonost odabiru malih količina hrane, što rezultira neuravnoteženom prehranom koja snižava pH vrijednost buraga.



Slika 8: Robot za hranjenje goveda (Izvor:GEA.com)

Brojne studije pokazuju smanjenje promjene pH tijekom dana povećanjem učestalosti hranjenja. Hranjiva vrijednost miješanih obroka počinje se pogoršavati nakon što se da životinjama. Osim toga, krave koje nemaju pristup hranilištu u trenutku poroda neće moći održavati zdravu prehranu hranjivim tvarima i svoju dosadašnju razinu proizvodnje. Jedna od ključnih prednosti korištenja automatiziranog sustava hranjenja za provedbu plana hranjenja je mogućnost bilježenja aktivnosti kao što su potrošnja hrane, vrijeme miješanja i količina raspodijeljena svakoj skupini za naknadnu analizu. Ove informacije mogu se koristiti za prilagodbe plana hranidbe u stvarnom vremenu, zajedno s izvješćima o proizvodnji mlijeka ili izvješćima o prirastu junica. Konačno, ovisno o planu hranjenja, automatizacija hranjenja koja se koristi tijekom cijelog sata nudi dosljednost hrane, preciznost i značajnu uštedu rada.



Slika 9: Robot za čišćenje blatnog hodnika na govedarskoj farmi
(Izvor: Generationrobots.com)

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu ovoga preglednog završnog rada može se zaključiti kako će farmeri trebati uložiti više napora i rada tijekom rane faze uvođenja robota na svojim farmama. Dodatni poslovi koji traže ovakav način rada odnose se na odabir krava pogodnih za robotsku mužnju ili hranidbu pomoću robota, kao i poslove obuke i navikavanja krave na nove obrasce ponašanja. Sve navedeno je izuzetno važno jer je jedan od glavnih odlika robotizacije farme povećanje učinkovitosti radnih procesa na farmi. Tradicionalni poslovi i način života farmera se znatno mijenjaju. Dosadašnji rezultati robotiziranih farmi su pokazali kako na farmama dolazi do unaprjeđenja učinkovitosti svih radnih operacija, smanjenja fiksnih troškova, povećanja proizvodnje i smanjenja angažmana ljudskog rada.

Sposobnost radnika koji upravljaju farmom, okolnosti uzgoja životinja i raspored farme su važni čimbenici u usvajanju automatske mužnje i hranjenja goveda. Iako nije dokazano da automatska mužnja i hranidba imaju bilo kakve štetne učinke na zdravlje i dobrobit životinja, trenutno nema dokazanih prednosti koje se odnose na zdravlje krava. Uvođenjem senzorske tehnologije i automatizacije mužnje i hranidbe farmeri će imati više pogodnosti koje će ovisiti o tome koliko istu razumiju i koriste. U budućnosti će se sve više na farmama primjenjivati i ručna i automatizirana mužnja i hranjenje, posebno u naprednijim i bogatijim zemljama Europe.

6. LITERATURA

1. Andonović, I., Michie, C. (2018): Precision livestock farming technologies. <https://cpham.perso.univ-pau.fr/Paper/IOTWEEK18.pdf> (Pristupljeno: 28.06.2022.),
2. André, G., Berensten, P., Engel, B., de Koning, C. J., Oude Lansink A. G. (2010): Increasing the revenues from automatic milking by using individual variation in milking characteristics. *J. Dairy Sci.* 93 (3), 942-953.
3. Bach, A., Cabrera, V. (2017): Robotic milking: Feeding strategies and economic returns. *J Dairy Sci.*, 100 (9), 7720-7728.
4. Balogun, J. H., Hailey, V. (2004.): Exploring Strategic Change. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall International.
5. Hrvatska poljoprivredna agencija (2011.): Godišnje izvješće u govedarstvu, Zagreb
6. Ivanković, A., Mijić, P. (2020.): Govedarstvo. Sveučilišni udžbenik. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb.
7. Rodenburg, J. (2017): Robotic milking: Technology, farm design, and effects on work flow. *J. Dairy Sci.* 100, 7729–7738.
8. Khoroshailo, T. A., Kozub, Y. A. (2020.): Robotization in the production of dairy, meat and fish products *J. Phys.: Conf. Ser.* 1515 022007
9. Marinchenko, T. E. (2021.): Automation of dairy cattle breeding *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 624 012080
10. Mijić, P., Bobić, T. (2021.): Analiza proizvodnih rezultata mliječnih farmi nakon prelaska s konvencionalne na robotiziranu mužnju krava. Zbornik predavanja, str. 47-55. 16. Savjetovanje uzgajivača goveda u Republici Hrvatskoj. /Darja Sokolić (gl. i odg. ur.). On-line predavanje, 26. 2. 2021. Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Osijek, ISSN 1845-5236

Internetske stranice:

11. <https://www.fao.org/3/t0218e/t0218e06.htm> (21.06.2022.)
12. <https://veterina.com.hr/?p=80921> (25.07.2022.)
13. <https://www.dairyglobal.net/dairy/milking/milkinig-robots-are-becoming-smarter-and-cheaper/> (18.04.2022.)
14. <https://www.agroklub.com/stocarstvo/sto-krave-nose-ove-sezone/23098/> (06.08.2022.)
15. <https://www.agroklub.com/stocarstvo/robotizacija-farme-znaci-imati-sve-nuzne-podatke-o-pojedinoj-kravi/77388/> (14.07.2022.)
16. <https://www.agroportal.hr/proizvodnja-mlijeka/33534> (22.08.2022.)
17. <https://repositorij.fazos.hr/islandora/object/pfos%3A426/datastream/PDF/view> (27.06.2022.)
18. <https://repositorij.vguk.hr/islandora/object/vguk%3A119/datastream/PDF/view> (27.06.2022.)
19. <https://www.agroklub.com/poljoprivredni-oglasnik/oglas/lely-astronaut-a5-robot-za-muznju-krava/4842> (06.08.2022.)
20. <https://www.landwirt.com/hr/rabljeno,2474978,De-Laval-VMS-Melkroboter.html> (13.05.2022.)
21. <https://www.agroklub.com/partner/lely-center-osijek/18518/> (22.08.2022.)
22. <https://www.generationrobots.com/blog/en/robotised-cowshed-cleaning/> (03.09.2022.)