

# Prednosti i nedostaci slobodnog i usmjerenog kretanja krava na robotiziranim farmama

---

**Buban, Borna**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

*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:151:347698>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-08-09**



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

Borna Buban

Diplomski studij Zootehnika

Smjer Hranidba domaćih životinja

**PREDNOSTI I NEDOSTACI SLOBODNOG I USMJERENOG KRETANJA  
KRAVA NA ROBOTIZIRANIM FARMAMA**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2023.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Borna Buban

Diplomski studij Zootehnika

Smjer Hranidba domaćih životinja

**PREDNOSTI I NEDOSTACI SLOBODNOG I USMJERENOG KRETANJA  
KRAVA NA ROBOTIZIRANIM FARMAMA**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

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

**Osijek, 2023.**

## SADRŽAJ:

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. DOBROBIT</b> .....	2
1.1. Dobrobit životinja u Republici Hrvatskoj .....	4
<b>3. AUTOMATSKI MUZNI SUSTAVI (AMS)</b> .....	8
3.1 Osnovni principi rada AMS-a .....	11
3.2. Različiti proizvođači AMS-a .....	13
3.2.1. Lely automatski muzni sustav .....	13
3.2.2. GEA automatski muzni sustav .....	16
3.2.3. DeLaval automatski muzni sustav .....	17
<b>4. KRETANJE KRAVA U AMS-u</b> .....	19
4.1. Usmjereno kretanje krava .....	20
4.1.1. Selektivno kretanje .....	21
4.1.2. Prvo mužnja .....	22
4.1.3. Prvo hranidba .....	22
4.2. Slobodno kretanje krava .....	24
4.3. Prednosti i nedostaci slobodnog i usmjerenog kretanja krava .....	27
<b>5. ZAKLJUČAK</b> .....	33
<b>6. POPIS LITERATURE</b> .....	34
<b>7. SAŽETAK</b> .....	37
<b>8. SUMMARY</b> .....	38
<b>9. POPIS TABLICA</b> .....	39
<b>10. POPIS SLIKA</b> .....	40
<b>11. POPIS GRAFIKONA</b> .....	41
<b>TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA</b>	
<b>BASIC DOCUMENTATION CARD</b>	

## 1. UVOD

Primjena automatizacije u poljoprivredi pomaže poljoprivrednicima u svakodnevnim teškim zadacima što u konačnici štedi radno vrijeme i novac. Roboti na farmi mogu se uvesti od hranidbe do mužnje. Zbog velikih prednosti roboti su sve više zastupljeni na mliječnim farmama kao primjerice roboti za mužnju. Roboti u kombinaciji s naprednim softverima, sensorima i kamerama povećavaju broj korisnih podataka po životinji i unaprjeđuju kvalitetu proizvodnje.

Glavne značajke automatske mužnje su visoka učinkovitost rada, niža cijena rada te više slobodnog vremena. Sustav je posebno prikladan za farme sa slobodnim uzgojem krava, za staje s ležištima, ali i za krave na pašnjacima. Proces mužnje može se u potpunosti automatizirati pomoću robota za mužnju s pripadajućim računalnim i softverskim programom. Važno je naglasiti da mužnja čini 25 - 35% godišnjeg opterećenja farme. Zbog toga se uvođenjem robota za mužnju smanjuje ljudski udio u mužnji, a povećava udio rada u upravljanju i kontroli mužnje.

Na farmama gdje se planira uvođenje robotizirane mužnje potrebno je prije uvođenja robota organizirati sustav kretanja krava koji će na posljetku i opravdati rad samog robota. Kretanje na robotiziranim farmama može biti slobodno i usmjereno, a svaki od navedenih kretanja ima svoje prednosti i nedostatke koji su ključni za konačnu ukupnu proizvodnju mlijeka na farmi. Svaki farmer koji uvodi robota na farmu mora ispitati mogućnosti farme te procijeniti koji mu sustav kretanja krava na farmi više odgovara, kako bi maksimalno iskoristio sve pogodnosti koje robotizirana mužnja nudi.

Cilj ovog diplomskog rada bio je prikazati dvije osnovne izvedbe kretanja krava na farmama koje koriste robote za mužnju. Nadalje, cilj je bio prikazati prednosti i nedostatke oba oblika kretanja u pogledu menadžmenta, proizvodnje te dobrobiti životinja.

## 2. DOBROBIT

Tijekom uzgoja životinja u starim gospodarstvima gdje je bilo relativno malo životinja čovjek je provodio velik dio vremena uz životinje, brinuo se o njima i nastojao im stvoriti što ugodnije uvjete za život i osigurati im što bolje zdravlje te je tako radio i na njihovoj dobrobiti. Povećanjem gospodarstva, odnosno potražnje i ponude mijenjaju se i odnosi između čovjeka i životinje. Povećanjem broja životinja na gospodarstvu smanjuje se njihovo okruženje u kojem su se nekada mogle slobodno kretati te im se onemogućuje iskazivanje vrsno-specifičnih oblika vladanja i prisiljene su na abnormalne promjene u njihovoj fiziologiji i vladanju čemu je uzrok prenapučenost, sputavanje, izolacija i frustracija. „Tijekom šezdesetih godina problemi nastali vezani uz takav uzgoj doveli su do ispitivanja dobrobiti životinja držanih u sustavima intenzivnog uzgoja“ (Krsnik, 2000.). Fizički i socijalni okoliš u kojem se životinje uzgajaju utječe na njihovu fiziologiju, vladanje i imunost sustav, te visoko proizvodnim mliječnim kravama moramo osigurati odgovarajuće uvjete smještaja i managementa što prirodnije za zadovoljavanje njihovih fizioloških funkcija i ekoloških potreba (Ostović, 2008.). Prilikom rasprave o dobrobiti životinja došlo je do utvrđivanja osnovnih životinjskih prava koja su formirana u „Brambellovom izvješću“ te kojim su određene osnovne fizičke potrebe smještaja životinja, što predstavlja službeni početak dobrobiti životinja (Hristov, 2009.).

Krsnik (2000.) navodi kako su nositelji dobrobiti stočari, široka javnost, stručnjaci, znanstvenici, vlade i njihova resorna ministarstva. Kada je čovjek stavio životinje pod svoju kontrolu i tako ih oslobodio od nestašica hrane, vode ili izlaganja klimatskim promjenama ostavljena im je i mogućnost zadovoljavanja njihovih prirodnih radnji kao što su kaljužanje, valjanje, međusobni kontakt, da se kreću po volji u hlad ili na sunčanje, zadovoljavanje svojih fizioloških potreba i slično. S povećanjem populacije i potražnjom za animalnim proizvodima, povećanjem uzgoja uz što manji utrošak radne snage i uz što veću dobit, skraćivao se boravak uz životinje, ali i promatranje životinja. Životinje se počinju smatrati strojevima ili tvornicama, preopterećene su proizvodnjom i ne razmišlja se o temeljnim čimbenicima živog bića. (Krsnik, 2000.)

Ostović (2008.) ističe da je dobrobit jedinke stanje u kojem se ona nosi sa svojim okolišem, te da je pojam dobrobiti vrlo složen i uključuje fizičko i mentalno zdravlje jedinke. Kompleksna istraživanja provedena tijekom dužeg niza godina su doprinijela postepenom poboljšanju zaštite dobrobiti životinja. Hristov (2009.) navodi kako zaštita dobrobiti

životinja garantira kvalitetan život životinjama, te ona ovisi o brizi čovjeka i zasnivaju se na pet sloboda koje uključuju:

- Slobodu od gladi i žeđi – podrazumijeva stalnu dostupnost hrane i svježe vode koja životinju čini snažnom i zdravom.
- Slobodu od bola, bolesti i povreda – osigurava stanište u kojem životinja ne može ozlijediti sebe ni druge jedinke oko sebe te prevencija i pravovremeno liječenje.
- Slobodu od straha i stresa – zabrana je fizičkog i psihičkog nasilja od strane čovjeka ili drugih jedinki.
- Slobodu od neudobnosti – omogućavanje dovoljno prostora za normalne stavove tijela, hranidbu i odmor.
- Slobodu ispoljavanja vrsti svojevrsnog ponašanja – dovoljno prostora za kretanje i komunikaciju s drugim jedinkama.

Tijekom proteklih 40 godina glede stočarske proizvodnje zbog selekcioniranja krava na visoku mliječnost došlo je do mnogih promjena u vezi menadžmenta. Učinci menadžmenta domaćih životinja razvijaju socijalne okvire razvoja proizvodnje. Ako je dobrobit krava na farmama muznih krava poboljšana veća je i proizvodnja mlijeka. Kada je povećana dobrobit teladi to dovodi do porasta cijene što osim šanse za preživljavanje dovodi do ekonomskih dobitaka farmera (Hristov, 2009.).

S obzirom na dobrobit mliječnih krava korištenje AMS-a ima i prednosti i nedostatke. Automatska mužnja i konvencionalna mužnja su podjednako prihvatljive u smislu dobrobiti mliječnih krava. Krava koja je pod stresom ili joj mužnja nije ugodna mogla bi početi udarati u robotski stroj, tada se produžuje vrijeme mužnje i smanjuje se broj mužnji koje stroj može obaviti u određenom vremenu. Ako je krava imala negativno iskustvo u prijašnjoj mužnji odbijati će ponovni odlazak na mužnju. Visoko pozicionirane krave u hijerarhiji češće odlaze na mužnju bez zadržavanja u redu ispred robota, dok je to kod niže rangiranih krava potpuno drugačije. One moraju čekati u redu ispred robota, te se tako stvara prenapučenost u tom prostoru, a prenapučenost razvija psihički stres (Hopster i sur. 2002.).

### 1.1. Dobrobit životinja u Republici Hrvatskoj

Republika Hrvatska je 1999. godine dobila prvi zakon kojim se reguliralo pitanje zaštite života, zdravlja i dobrobiti životinja – Zakon o dobrobiti životinja (NN 19/99) iako je navedeni zakon u odnosu na trenutni imao dvostruko manje članaka te regulirao život farmskih životinja prilično šturo, bio je početni i veliki korak u zaštiti životinjskog života, zdravlja i dobrobiti općenito u Hrvatskoj. Navedeni se zakon u pojedinim dijelovima pokazao kao nedostatna osnova za donošenje pod zakonskih propisa kojima se štite život, zdravlje i dobrobit životinja u skladu s trenutačno važećim spoznajama, bilo je potrebno donijeti novi zakon u kojem će se svi nedostaci ispraviti (Nedić, 2018.)

Kako bi došlo do poboljšanja uvjeta držanja u intenzivnim uzgojima u Program ruralnog razvoja Republike Hrvatske u razdoblju 2014.-2022. uvrštena je mjera 14 Dobrobit životinja, koja je stupila na snagu u svibnju 2018. godine. Mjera 14 Dobrobit životinja uključuje primjenu standarda dobrobiti životinja koji prelaze važeće zakonske propise , a to su:

- Osiguranje vode i hrane te brige o životinjama koje su u skladu s njihovim prirodnim potrebama
- Osiguravanje uvjeta držanja, na način da životinje imaju odgovarajuću veličinu prostora za boravak, stelju te prirodno osvjetljenje
- Pristup na otvoreno
- Radnje koje podrazumijevaju sakaćenje ili kastraciju, no ako su neophodne da se obave uz uporabu anestetika i analgetika (Ministarstvo poljoprivrede 2018.)

Korisnici mjere 1.4. dužni su završiti izobrazbu iz područja dobrobiti životinja u trajanju minimalno 4 sata godišnje. Izobrazba je za sve korisnike mjere besplatna, a provodi je područna jedinica Ministarstva nadležna za stručnu podršku u poljoprivredi (Ministarstvo poljoprivrede 2018.).

Mjera 14 sastoji se od 5 tipova operacija, a to su:

- 14.1.1. Plaćanja za dobrobit životinja u govedarstvu (DŽG)
- 14.1.2. Plaćanja za dobrobit životinja u svinjogojstvu (DŽS)
- 14.1.3. Plaćanja za dobrobit životinja u peradarstvu (DŽP)
- 14.1.4. Plaćanja za dobrobit životinja u kozarstvu (DŽK)
- 14.1.5. Plaćanje za dobrobit životinja u ovčarstvu (DŽO) (Ministarstvo poljoprivrede 2018.).



Prema navodima Ministarstva poljoprivrede (2018.) kod dobrobiti životinja u govedarstvu moguće je ostvariti potporu za sljedeće kategorije:

- Kategorija teladi
- Kategorija mliječnih krava
- Kategorija toвна junad.

Minimalan broj uvjetnih grla za koji se može ostvariti potpora iznosi 4 uvjetna grla. Prema navodima Ministarstva poljoprivrede (2018.) pod uvjetnim grlom se smatra životinja težine 500 kilograma. Tako da jedna mliječna krava predstavlja jedno uvjetno grlo. Jedno toвно june starosti 6-24 mjeseca 0,6 uvjetnih grla te jedno tele 0,4 uvjetno grlo. Kako bi uzgajivač bio pogodan za ostvarivanje mjere treba posjedovati 4 krave, 7 junadi ili 10 teladi. Mjera dobrobiti životinja u govedarstvu sastoji se od 3 područja dobrobiti, a to su poboljšana hranidba, poboljšani uvjeti smještaja i pristup na otvoreno (Ministarstvo poljoprivrede, 2018.).

#### 1. Područje dobrobiti – poboljšana hranidba

Tijekom hranidbe životinja potrebno je ispuniti sve hranidbene potrebe što uključuje izbalansiranost obroka prema proizvodnim odnosno uzgojnim potrebama svakog grla na farmi. Kako bi se postigla maksimalna proizvodnja domaćih životinja potrebno je pravilno postaviti hranidbu te se tako održava dobro zdravlje i pravilan rast. Velike ekonomske gubitke može uzrokovati neprimjerena hranidba, kada se na primjer životinje hrane preko svojih proizvodnih mogućnosti uvelike se povećavaju troškovi hranidbe i izlučivanje neiskorištenih hranjivih tvari u okoliš, dok u slučaju nedovoljne hranidbe ne iskorištava se u potpunosti proizvodni potencijal i ne ostvaruje se visoka proizvodnja. Neprikladna hranidba za posljedicu ima zdravstvene probleme koji dodatno doprinose i troškovima liječenja. U hranidbi domaćih životinja mikotoksini mogu predstavljati značajan problem jer onečišćuju hranu, ovisno o koncentraciji koju životinja unese u organizam mogu uzrokovati zdravstvene i probleme slične naravi. Izrada Plana hranidbe uključuje izradu dnevnih, mjesečnih i godišnjih potreba prema kategorijama ili proizvodnim usmjerenjima. Plan hranidbe se izrađuje prema broju grla na farmi i podacima o ostvarenim ili očekivanim proizvodnim rezultatima. Kako bi bili sigurni u ispravnost krmiva potrebno je minimalno dva puta godišnje napraviti analizu krmiva na aflatkosin B1 u ovlaštenom laboratoriju (Ministarstvo poljoprivrede 2018.).



Slika 1. Hranidba goveda (izvor: <https://www.schaumann.hr/proizvodi-za-goveda-3032.htm> )

## 2. Područje dobrobiti – poboljšani uvjeti smještaja

Kod potpore za područje dobrobiti životinja iz područja Poboljšanih uvjeta smještaja potrebno je ispuniti jedan od zahtjeva, a to su: povećanje podne površine i obogaćenje ležišta.

Povećanje podne površine – tehnološki sustavi u stajama u velikoj mjeri utječu na fizičku i psihičku dobrobit životinja. Ozbiljni nedostaci i greške uzrokuju pogoršanje životnih uvjeta životinja. Jedan od načina za poboljšanje uvjeta smještaja životinja povećanje je podne površine. Pod pojmom podne površine mislimo na neto podnu površinu staje za uzgoj životinja na kojoj se životinje slobodno kreću, a koja ne uključuje zapreke, hranilice, pojilice i ostala pomagala u staji. Ova mjera osigurava povećanje navedene površine za najmanje 10% u odnosu na obavezne propisane vrijednosti europskog i nacionalnog zakonodavstva.

Obogaćivanje ležišta – poboljšanje uvjeta smještaja životinja može se postići i obogaćivanjem ležišta steljom. Korištenje stelje u proizvodnim sustavima u govedarstvu smatra se izrazito korisnom za dobrobit životinja. Stelja doprinosi udobnosti pri odmaranju te pokrete koji se izvode pri ustajanju i lijeganju stvara lakšima. Kod ovog područja dobrobiti potrebno je osigurati najmanje 3 kg stelje dnevno po mliječnoj kravi ili tovnom junetu te

najmanje 1,5 kg stelje dnevno za telad. Za steljenje u objektima možemo koristiti slamu, lišće, kukuruzovinu, piljevinu pa čak i pijesak. Uvjeti smještaja mogu se postići i postavljenjem madraca na ležišta (mliječne krave) ili gumene podloge minimalno 25% poda u staji (tovna junad i telad) (Ministarstvo poljoprivrede 2018.).

### 3. Područje dobrobiti – pristup na otvoreno

Potporu dobrobiti iz područja Pristupa na otvoreno moguće je ostvariti držanjem životinja na ispaši i korištenjem ispusta.

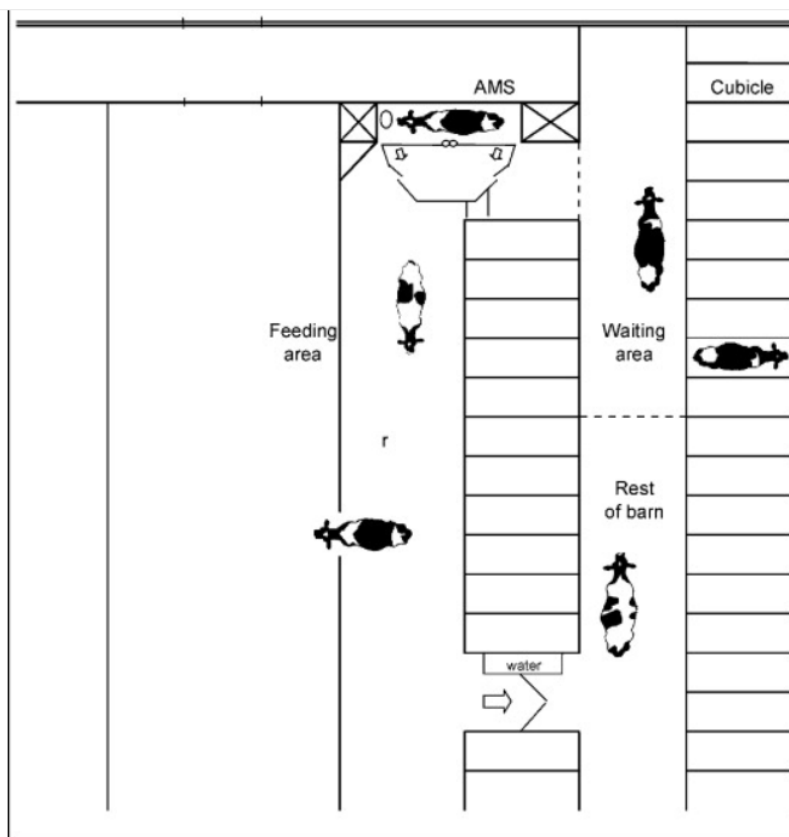
Držanje na ispaši nije česta pojava, u Hrvatskoj je česta praksa cjelogodišnje držanje stoke u zatvorenom objektu (staji) bez mogućnosti ispusta ili s ograničenom mogućnošću ispusta i boravka životinja na svježem zraku. Kretanje životinja na otvorenom doprinosi dobrobiti u skladu s njihovim fiziološkim i etološkim potrebama, plodnosti i zdravlju. Napasivanjem se omogućuje kretanje i boravak na dnevnom svjetlu i čistom zraku. Dnevno svjetlo i sunčeve zrake pozitivno utječu na apsorpciju vitamina D koji je izuzetno bitan za kosti kod životinja. Neizravno se smanjuje opterećenost objekta uzrokovana cjelogodišnjim držanjem goveda u zatvorenom prostoru, smanjuje se količina tekućeg gnoja i potrebe za skladišnim prostorom. Da bi se ispunio zahtjev držanja goveda na ispaši obaveza je držati goveda na ispaši najmanje 120 dana u godini uz obaveznu koprološku pretragu sva puta godišnje. S obzirom na udaljenost pašnjaka od farme mora biti omogućen svakodnevni odlazak na pašnjak i povratak u objekt ili sezonski način napasivanja uz držanje životinja na otvorenom. Pri tome treba zadovoljiti sve zootehničke uvjete držanja i uvjete dobrobiti životinja koje su propisane pravilima višestruke sukladnosti. Potporu za držanje na ispaši moguće je ostvariti samo za kategoriju Mliječne krave.

Ispust omogućuje životinjama kretanje koje je potrebno za normalan razvoj kostiju i mišića i opće zdravstveno stanje. U objektima kretanje životinja može biti ograničeno zbog neadekvatnih podova (skliski, rešetkasti) ili premalog prostora, a na otvorenom u ispustima mogu se nesmetano kretati. Zahtjev držanja životinja na ispustu (kategorija Mliječne krave) može se ispuniti ako su na ispustu najmanje 150 dana godišnje. Također, zahtjev držanja životinja na ispustu (kategorija Telad) može se ispuniti ako se osigura teladi pristup ispustu iz staje ili smještaj u natkrivenim boksovima s vanjskim prostorom pri čemu je podna površina u skladu s težinom teleta (Ministarstvo poljoprivrede 2018.).

### 3. AUTOMATSKI MUZNI SUSTAVI (AMS)

Brzi razvoj informatičkih tehnologija te njihova integracija u suvremenu stajsku opremu omogućuje funkcionalno povezivanje „farmer-staja-goveda“, pojednostavljuje govedarsku proizvodnju i čini ju konkurentnijom i lakšom. Računala i mobilni telefoni uz odgovarajuće aplikacije omogućuju farmerima neposrednu povezanost sa farmom i stadom što je od velike koristi u upravljanju proizvodnjom. U stočarstvu se nastoji što više segmenata uzgoja automatizirati, od hranidbe do mužnje. Automatska mužnja je postala uobičajena praksa u proizvodnji mlijeka (Pastell i sur. 2006.).

Svi segmenti proizvodnje (mužnja, hranidba, mikroklima, zdravlje, reprodukcija i drugi) mogu biti povezani (umreženi) pomoću elektronskog nadzora. Nadzor stada može se vršiti putem aplikacija iz bilo kojeg dijela svijeta, uz uvjet dostupnosti mrežnog signala. Neke razine automatizacije pretpostavljaju individualnu elektronsku identifikaciju jedinki (robotska mužnja, precizna hranidba), dio automatiziranih poslova to ne zahtjeva (izgnojavanje, održavanje mikroklima i sl.). Automatizacija odnosno robotizacija hranidbe goveda također se sve češće susreće na mliječnim farmama, premda su ovi sustavi automatizacije po prioritetu svakako iza robotizacije mužnje (Lely centar Osijek, 2022.).



Slika 2. Prikaz staje sa robotom za mužnju (Hopster i sur. 2002.)

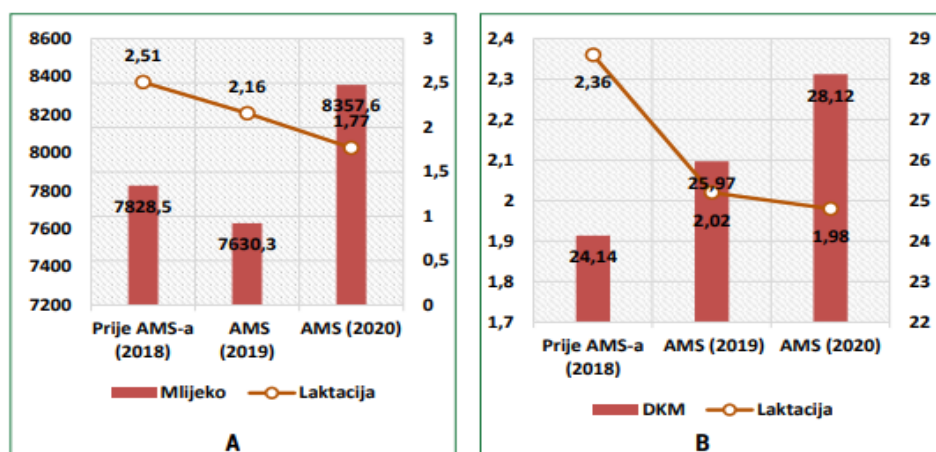
Prednosti robotizirane mužnje su:

- Smanjena potreba za fizičkim radnicima na farmi
- Povećana i poboljšana konzumacija hrane
- Bolja organizacija farme
- Povećana količina proizvedenog mlijeka po kravi
- Poboljšana dobrobit životinja

Prema Mijić i Bobić (2020.) nedostaci robotizirane mužnje su:

- Veća su investicijska ulaganja u robotizirani način mužnje u odnosu na konvencionalni način
- Veći su troškovi korištenja energenata
- Problem pri lociranju sisa pomoću lasera kod muznih krava s nepravilnom građom vimena
- Visoki troškovi održavanja uređaja
- Stalna dostupnost u slučaju zastoja u mužnji.

Automatski muzni sustavi (ASM) predstavljaju interes farmerima diljem svijeta. Proizvođači mlijeka imaju u cilju povećanje i poboljšanje prinosa mlijeka po grlu na farmi što predstavlja svakodnevne izazove. Svaki proizvođač mlijeka na vrhu ljestvice prioriteta ima smanjenje troškova, odnosno ostvarivanje što veće zarade no kvaliteta konačnog proizvoda i dobro radno okruženje se moraju očuvati. Uvođenjem mehanizacije u radne procese na farmi je učinkovit način za smanjenje troškova u poljoprivrednim aktivnostima.



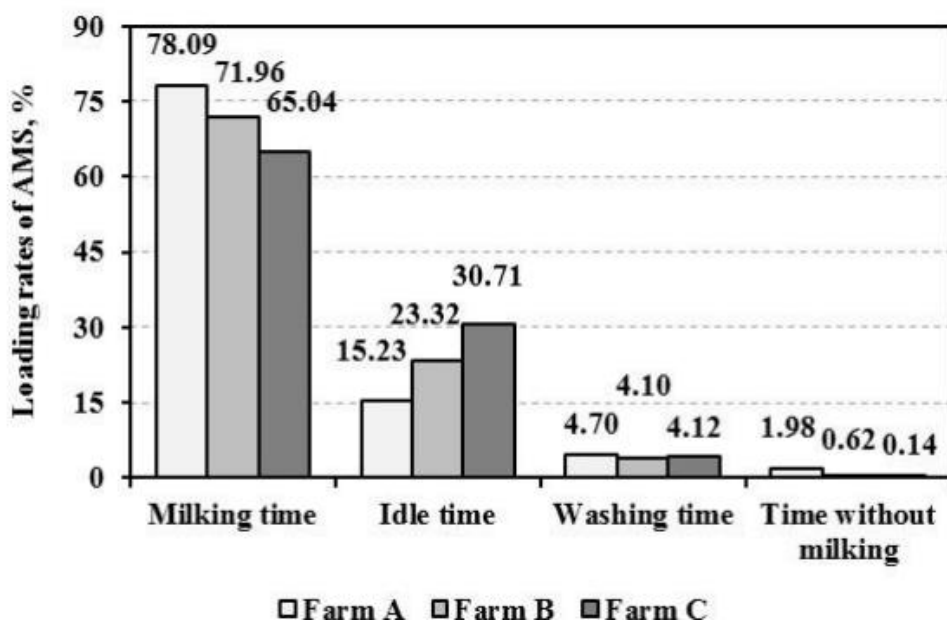
Grafikon 1. Prikaz kretanja količine mlijeka i rednog broja laktacije prije i nakon uvođenja AMS-a na farmu (grafikon A u 305 dana; Grafikon B na dan kontrole) (Mijić i Bobić, 2021.).

Kretanje količine mlijeka i starosti krava prije i nakon uvođenja robota za mužnju se može iščitati iz grafikona 1. Promatrajući količinu mlijeka na razini standardne laktacije može se uočiti mali pad u prijelaznoj godini, te zatim nagli porast u 2020. godini. Mali pad se može objasniti time što je bilo potrebno određeno vrijeme za prilagodbu, kako krava tako i uzgajivača. Promatrajući proizvodnju na dan kontrole mliječnosti uočljiv je konstantan porast proizvodnje mlijeka Mijić i Bobić (2021.). Isti autori navode kako je uočeno veće pomlađivanje stada na mužnji jer je prosječan broj krava u laktaciji 2,51 pao na 1,77 što se može pripisati većim izlučenjima starijih krava ili onih muzno manje prilagođenim robotiziranoj mužnji iz tekuće proizvodnje.

Uvođenjem robota za mužnju ili automatskog sustava mužnje (AMS) može dovesti do značajne uštede nakon većeg ulaganja, što se ističe posebno u troškovima ljudskog rada koja može predstaviti smanjenje od oko 15,81%. Ljudski rad može predstavljati jedan od glavnih izvora mjesečne potrošnje na farmi, odmah iza hrane za stoku (Filho i sur., 2020.). Uočeno je i da se smanjuje broj starijih krava nakon prelaska sa konvencionalne na robotiziranu mužnju, što ukazuje na pojačanu selekciju i odabir krava koje su bolje prilagođene robotskom načinu mužnje. Prosječna proizvodnja po kravi se značajno povećala nakon uvođenja AMS-a na farmu za oko 500 kg u jednoj godini, dok se postotak masti u mlijeku smanji. Uočen je ne značajan porast broja somatskih stanica u mlijeku sa 266 na 283 tisuće, što ne predstavlja razlog za brigu (Mijić i Bobić, 2021.).

### 3.1 Osnovni principi rada AMS-a

Automatski muzni sustav radi na drugačijem principu od konvencionalne mužnje. Osnovna značajka automatskog muznog sustava je da krave odlaze dobrovoljno na mužnju bez prisutnosti čovjeka, životinje odlaze u prostor za mužnju bez da je radnik na to tjera. Farmeri vrlo malo znaju o učincima interakcije s tehnologijom i zaposlenicima AMS-a. Osnovni princip u AMS-u je tehnologija pokretanja mužnje od strane krave koja dobrovoljno ulazi u AMS u bilo koje doba dana (Unal i sur., 2017.). Od krave se očekuje da instinktivno započne mužnju te samim time i hranjenje, pijenje vode i ponašanje u mirovanju. Trenutno se AMS koristi u većini slučajeva gdje se krave drže u slobodnim stajama te se počinje i prakticirati na pašnjačkim farmama.



Grafikon 2. Postotci vremena AMS-a utrošenog u mužnju, mirovanje, pranje i izvođenje bez mužnje sa tri različite farme. (Unal i sur., 2018.)

AMS izvodi radnje koje su obavezne za normalno funkcioniranje sustava, te je za svaku radnju potrebno određeno vrijeme. Na grafikonu 2. su uspoređene tri farme, na farmi A su krave držane slobodnim sustavom kretanja, a na farmi B i Farmi C su krave koje su u sustavu prvo mužnja. Iz grafikona 2. se mogu iščitati postotci vremena u danu utrošenih za mužnju za što je najviše utrošenog vremena na farmi A. Zatim vrijeme utrošeno u mirovanju za mirovanje sustava je zabilježeno na farmi C, a vrijeme za pranje i vrijeme bez mužnje je podjednako utrošeno na farmama B i C (Unal i sur., 2018.).

AMS se sastoji od sustava zadržavanja, senzorskog sustava za detekciju sisa, robotske ručice sa nastavkom za insuflator, sustava za čišćenje sisa, softvera i same opreme za mužnju. Kontrola pristupa krava na mužnju se obavlja pametnim vratima i individualnom elektroničkom identifikacijom (obično ogrlica) te se odredi na pristupu pametnim vratima hoće li krava pristupiti AMS jedinici ili hranilištu. AMS se sastoji od mehaničke ruke koja obavlja nekoliko funkcija u procesu mužnje. Nakon elektroničke identifikacije krave sustav provjerava vrijeme posljednje mužnje i usmjerava životinju. Ako se krava treba pomusti ona ulazi u AMS jedinicu gdje se nalazi koncentrat koji krava pojede tijekom mužnje, a mehanička ruka započinje svoj posao (Filho i sur., 2020.). ovakav sustav može postići dodatnu proizvodnju mlijeka, svaka krava se mora pomusti minimalno dva puta u danu, a u ovakvom sustavu se postiže veći broj mužnji u danu, pa tako količina koja se dobije u tri mužnje se u prosjeku poveća za 20% u usporedbi sa dvije mužnje, a četiri mužnje za još 5-10% povećanje prinosa mlijeka. Dodatni prinos osigurava stimuliranje stanica koje proizvode mlijeko koje je povezano sa boljom hranidbom i boljim upravljanjem na farmi gdje se obavljaju tri mužnje dnevno (Unal i sur., 2017.). povijesno gledano poljoprivrednici i proizvođači su stavljali velik naglasak na proizvodnju mlijeka po staji. Kada su kapitalni trošak sustava i kamatne stope visoke to predstavlja logičan slijed. Posljednjih godina trošak robotske mužnje je sve manji. Visoka proizvodnja po kravi je povezana sa većim prihodom u odnosu na troškove hrane i troškove rada.

Koraci mužnje u automatskom muznom sustavu su sljedeći:

1. Detekcija vimena i sisa
2. Čišćenje sisa vodom i zrakom pomoću mlaznice ili valjaka
3. Predumakanje sise – dezinfekcija sisa prije mužnje
4. Pričvršćivanje muzne čaše na sise
5. Mužnja
6. Pojedinačno odvajanje sisne čaše kako se protok mlijeka smanjuje kako bi se izbjegla prekomjerna mužnja
7. Naknadno uranjanje pomoću spreja (Filho i sur., 2020.).



### 3.2. Različiti proizvođači AMS-a

Najpoznatiji proizvođači opreme za govedarstvo u svijetu su Lely, GEA i DeLaval. Svaki od navedenih proizvođača svakodnevno nastoje unaprijediti svoje poslovanje i vode brigu osvojim korisnicima. Nastoje olakšati svakodnevne poslove na farmi pa tako i unaprjeđuju svoje automatske muzne sustave.

Tablica 1. Raspodjela robota za mužnju krava po farmama u Republici Hrvatskoj (Mijić i Bobić, 2021.)

Proizvođač robota	Lely	DeLaval	GEA	Ukupno
	2019. godina			
Broj robota	17	10	2	30
Broj gospodarstava	12	5	2	30
	2020. godina			
Broj robota	22	14	3	40
Broj gospodarstava	16	7	3	27

U Hrvatskoj od svih proizvođača možemo vidjeti kako se Lely robotizirani sustav najviše koristi, a slijedi ga DeLaval dok su ostali manje zastupljeni. Iz tablice 1. možemo zaključiti kako dolazi i do blagog povećanja broja AMS-a u jednoj godini (Mijić i Bobić, 2021.).

#### 3.2.1. Lely automatski muzni sustav

Lely automatski muzni sustav – prvi AMS Lely je izumio prije 25 godina, prilikom stvaranja sustava brinulo se o kravama i slušali su se korisnici što je rezultiralo stvaranjem sustava za mužnju koji je najbolji za krave i poljoprivrednike. Ovaj sustav je pogodan za farme gdje se krave drže slobodnim načinom držanja, a boksovi za mužnju su prostrani što omogućuje kravama osjećaj udobnosti. Automatska mužnja proizvođačima daje kontrolu nad troškovima mužnje. To je fiksni trošak nema varijabli kao što je fizički rad ili kvarovi. Predvidljiv je što je ključ za kontrolu troškova i dobro financijsko planiranje. Lely u stvaranju AMS-a veliku pažnju stavlja na krave te im omogućuje:

1. Slobodu i izbor – krave su u okruženju bez stresa u miru i tišini te mogu izraziti svoje prirodno ponašanje što olakšava i farmerima prepoznavanje kravljih signala.
2. Dosljedan tretman kravama – krave su nesklone promjenama, rutina i predvidljivost su ključ za dosljednu mužnju.

3. Individualan pristup kravama – svaka je krava i svaka njezina sisa jedinstvena i stoga zahtjeva pojedinačni tretman.
4. Optimiziranje zdravlja krave – krava može iskazati svoj potencijal kada je zdrava, svi zdravstveni uvjeti moraju biti ispunjeni.
5. Oprezno rukovanje s mlijekom – mlijeko je vrijedna, ali kvarljiva roba i njome se mora oprezno rukovati kako bi se sačuvala kvaliteta.



Slika 3. Lely automatski muzni sustav (izvor: <https://www.lely.com/hr/> )

U automatskom muznom sustavu kravama je omogućen slobodan promet, svaka krava odlučuje kada će jesti, piti, odmarati ili ići na mužnju, na taj način je uvelike poboljšana i dobrobit farmskih životinja. Brigom za krave, ulaganjem napora u udobnost postiže se povećanje ukupne životne proizvodnje mlijeka. Lely sustav za automatsku mužnju karakterizira najkraće vrijeme trajanja mužnje. Mužnja krava koja se izvorno temeljila na mehanizmu sisanja teleta sada je uravnotežen proces pri kojem se u obzir uzima mnogo pojedinačnih karakteristika krave. Tako Lely (2018.) navodi kako različite laktacije i faze laktacije iziskuju različite pristupe, zato se svaka mužnja temelji na povijesnim podacima svake krave pohranjenima u sustav za upravljanje. Na taj način sustav određuje automatski

intervale mužnje i izračunava porcije za prehranu. Položaj vimena i sisa se bilježi pomoću 3D kamere i položaj se pohranjuje u sustav nakon svake mužnje te nije potrebno skeniranje vimena kako bi ih četke i čašice za mužnju pronašle.

Za održavanje optimalne higijene i stimulaciju četke čiste sise i sonju stranu vimena. Čišćenje vimena je ujedno i stimulacija za otpuštanje mlijeka, te se nakon svake mužnje četke dezinficiraju. Brzo, dosljedno i točno postavljanje više opušta kravu što dovodi do toga da je robot prikladniji za mužnju od čovjeka. Sisni sklop se prvo stavlja na četvrt koja se najsporije muze, no kako se u svakoj sisi nalazi mala količina niskokvalitetnog mlijeka koje se uklanja tijekom predmužnje, ovaj Lely AMS da bi spriječio gubitak dobrog, utrživog mlijeka izdvaja samo 9 ml prvih mlazeva mlijeka po četvrti. Radi održavanja zdravlja vimena važno je vakuum na strani sise održavati što je moguće stabilnijim. Radi prilagodbe procesa mužnje, osiguranja kvalitete mlijeka i otkrivanja nepravilnosti mlijeko se stalno nadzire po četvrti. Ako se krava tijekom mužnje ritne i odbaci sisnu čašu, mljekovod se zatvara, a čaša se povlači. Sisna čaša nikada neće pasti na pod, ona se ponovo postavlja na sisu dok se mužnja ostalih sisa ne prekida. Nakon uklanjanja čaša sa pomuzenih sisa, po sisama se raspršuje proizvod za njegu, a sisne čaše se temeljito čiste vodom (Lely, 2018.).

Lely (2020.) je u razdoblju od 2015-2020 godine pratio proizvodnju mlijeka na farmama gdje imaju svoj Lely AMS, farmu na kojoj je AMS drugog proizvođača te farma bez AMS-a. praćenjem podataka došli su do zaključka kako je najveća proizvodnja po grlu i najveća ukupna godišnja proizvodnja na farmi sa upravo njihovim Lely AMS-om, te je smanjen broj somatskih stanica u mlijeku zbog održavanje higijene sustava.

Lely automatski muzni sustav će ukazati na krave kojima je potrebna veća pozornost, on pokazuje farmeru kako radi farma gdje god se on nalazio i javlja farmeru ako je kod neke krave uočio nekakvu poteškoću. Svi se podatci o kravi mogu iščitati na nadzornoj ploči, mogu se vidjeti rezultati svih četvrti i kamo idu krava i mlijeko nakon mužnje. Pomoću jednog gumba na nadzornoj ploči obavlja se svakodnevni servis sustava.



Slika 4. Lely nadzorna ploča automatskog muznog sustava (izvor: <https://www.lely.com/hr/> )

### 3.2.2. GEA automatski muzni sustav

GEA automatski muzni sustav – poznat po visokoj razini tehnologije uz vrlo konkurentnu cijenu. Tim stručnjaka obučava klijente, od najranijih faza razvoja pa sve do puštanja sustava u rad i dugo nakon toga. GEA AMS je dosegao novu razinu učinkovitosti izvedeći svaki korak procesa mužnje u jednom priključku. Na temelju stupnja laktacije svaka krava ima kontrolirani i dosljedan pripremni postupak za mužnju. Održavanju higijene sisnih čaša je posvećena velika pažnja i svaka se čaša čisti pojedinačno. GEA sofisticirani senzori kvalitete nastoje minimalizirati količinu mlijeka potrebnu za analizu kako bi se maksimalno iskoristila količina mlijeka koju daje pojedino grlo i koja odlazi u spremnik. Prati se protok mlijeka iz svake četvrti što sprječava naknadnu mužnju i olakšava potpuno ispuštanje mlijeka na sve četvrti. Svaki puta kada krava dođe u robot na mužnju sise joj se očiste, osuše i dobro izmasiraju. Svi koraci mužnje se obavljaju u odgovarajućem vremenu, tako da se krave mogu vratiti hranjenju i odmoru što je prije moguće. Sve korisnike AMS-a podržava dobro uspostavljena mreža distributera koja se proteže diljem zemlje. Zastupnici prate farmera od prvih koraka projekta kako bi osigurali da je objekt održiv za ovakav sustav mužnje (GEA Group aktiengesellschaft, 2023.).



Slika 5. GEA automatski muzni sustav (izvor: <https://www.gea.com/en/canada/we-bring-the-best-of-ams-to-the-table.jsp> )

### 3.2.3. DeLaval automatski muzni sustav

DeLaval automatski muzni sustav – omogućuje svakoj kravi da bude pomužena prema njezinim individualnim potrebama i tako svaka krava ostvaruje svoj puni potencijal. Razvojem sustava omogućili su da se pomuže što veći broj krava u najkraćem roku. Proces mužnje u DeLaval-u je dosljedan, smiren i fokusiran na pružanje najskladnije mužnje za svaku kravu kako bi se očuvala dobrobit životinje. Ovaj sustav zna sve informacije o svakoj kravi i prepoznaje dali je krava spremna za mužnju i zna osobnosti svakog vimena. DeLaval (2023.) navodi kako je proizvodnja mlijeka trajan i zahtjevan proces te su potrebne brze i točne informacije kako bi se donijele najbolje odluke za pozitivan učinak proizvodnje. Uz DeLaval Plus otključavaju se vrijednosti skrivene u podacima koje zabilježi sustav koji bez tog alata ne bi mogao obraditi kvalitetno dobivene informacije i sustav ne bi bio potpuno iskorišten. Sa DeLaval modelima moguće je tretirati svaku farmu, svakog farmera, svaku kravu pa čak i svaku sisu pojedinačno te stvoriti bolje mjesto za radnike, krave i sve povezane sa proizvodnjom mlijeka na farmi (DeLaval, 2023.).



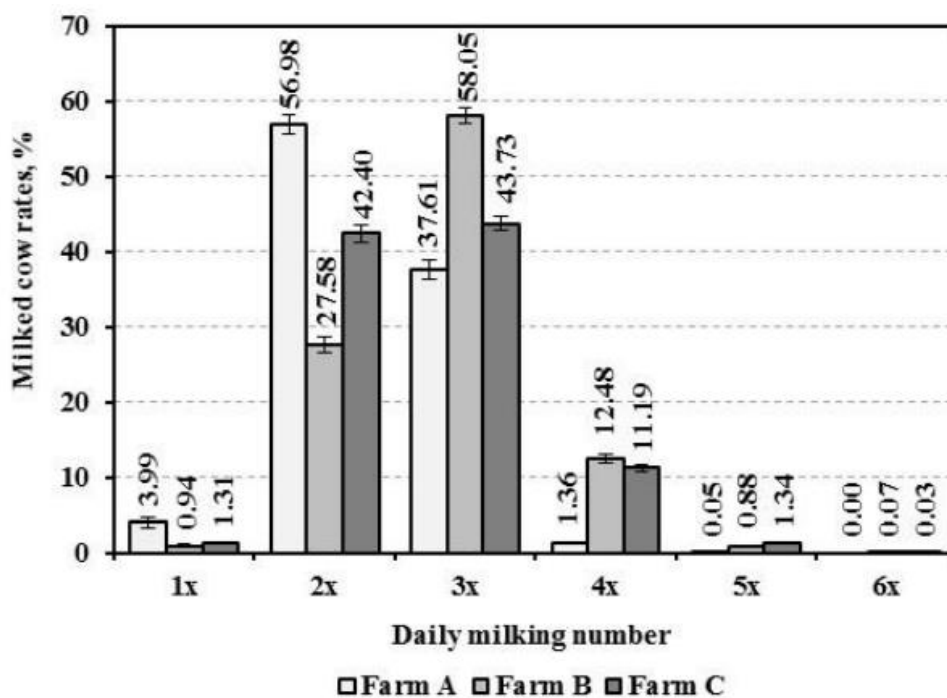
Slika 6. DeLaval automatski muzni sustav (izvor: <https://www.delaval.com/en-us/explore-our-farm-solutions/milking/delaval-vms-series/delaval-vms-your-way/> )

#### **4. KRETANJE KRAVA U AMS-U**

Odabir načina kretanja krava u staji je najčešće povezan sa odabirom proizvođača robota, jer svaki proizvođač robota ima svoj koncept na kojem temelji izgradnju svoje opreme. U robotiziranoj mužnji krava dva su glavna koncepta kretanja krava u staji, a to su slobodno kretanje krava i usmjereno kretanje u kojemu se mogu još razlikovati tri izvedenice usmjerenog kretanja. Potrebno je istaknuti kako izbor koncepta kretanja može imati utjecaj na proizvodne rezultate, učinkovitost rada i udobnost krava i to sve treba uzeti u razmatranje pri odabiru izvedbe AMS-a (Mijić i sur 2022.).

Sustav kretanja krava mora biti odabran na početku stvaranja odnosno ulaganja u farmu. Nijedna vrsta prometa nije sama po sebi bolja od druge, svakoj farmi odgovara drugačiji sustav kretanja. Poljoprivrednici moraju biti u mogućnosti odabrati odgovarajući promet krava koji odgovara njihovoj farmi, stilu života i radnoj kvalifikaciji (Markey, 2013.). Mogućnosti odabira načina usmjeravanja i odvajanja krava do stanice za mužnju potrebne su kako bi se izbjegli i otklonili problemi koji se pojavljuju na farmama muznih krava te se tako osigurava lakši život farmera i grla na farmi. AMS nudi dobre mogućnosti mjerenja zdravstvenih parametara krava kao što su mliječnosti, protok mlijeka, parametri kvalitete mlijeka, aktivnost krava i odstupanja u procesu mužnje. Krave koje redovito posjećuju robota za mužnju bolje hodaju od onih koje rjeđe posjećuju robota za mužnju (Pastell i sur. 2006.).

Prema preporukama za kretanje krava u AMS-u za proizvodnju i uzgoj krava u stočarstvu navodi se kako minimalno trajanje ograničenog kretanja ima najveći doprinos i sva muzna grla su u mogućnosti da zadovolje svoje potrebe izražavanja određenih ponašanja kao što je tjeranje, socijalna interakcija i fizička aktivnost (Erbez i sur. 2020.).



Grafikon 3. Raspodjela pomuženih krava u odnosu broj dnevnih mužnji. (Unal i sur., 2018.)

Ovisno o načinu kretanja krava u AMS-u razlikuje se broj dnevnih mužnji kod krava. Tako Grafikon 3. prikazuje tri farme sa različitim kretanjem krava, tu je i vidljiva razlika u broju posjeta mužnji, odnosno broju mužnji u danu. Farma A predstavlja slobodan način kretanja krava, a fama B i farma C su farme gdje su krave u kretanju prvo mužnja. U slobodnom kretanju krava većina ih je bila pomužena dva puta dnevno, a kod sustava prvo mužnja je veći broj krava koje su pomužene 3 puta u danu, a ističe se i veći broj krava koje su na mjestu za mužnju bile 4 puta (Unal i sur., 2018.).

#### 4.1.Usmjereno kretanje krava

Broj krava dovedenih na mužnju se može smanjiti prisiljavanjem krave da dođe u AMS štalu ili pripadajuća selekcijska vrata na putu od odmorišta do hranidbenog mjesta ili po povratku do mjesta za odmor. Iako u usmjerenom kretanju krava nema alternativu, takav se način kretanja naziva i „vođeni promet krava“ a u starijim literaturama ga znaju navesti i kao „prisilni promet krava“ (Rodenburg, 2017.). Cilj svakog programa usmjeravanja krava na farmi je osiguravanje najjeftiniju hranidbu koja će zadovoljiti proizvodne i zdravstvene potrebe životinja. U konvencionalnim načinima držanja hranidba se obavlja putem TMR-a. svi sastojci obroka bivaju usitnjeni i izmiješani pomoću mikser prikolice i dostavljeni na hranidbeni stol. Pod pojmom svi sastojci obroka podrazumijevamo koncentrirani i voluminozni dio obroka. Dok kod uzgoja u kojima imamo robotski sustav mužnje goveda



može se koristiti djelomično miješani obrok. Taj obrok se sastoji od voluminoznog dijela i jednog dijela koncentrata dok se drugi dio koncentrata nalazi u hranilici u boksu za mužnju. Količina koncentrata koju krava dobiva u boksu za mužnju određena je stupnjem laktacije i proizvodnim kapacitetom svake jedinke zasebno (Rodenburg, 2002.).

#### 4.1.1. Selektivno kretanje

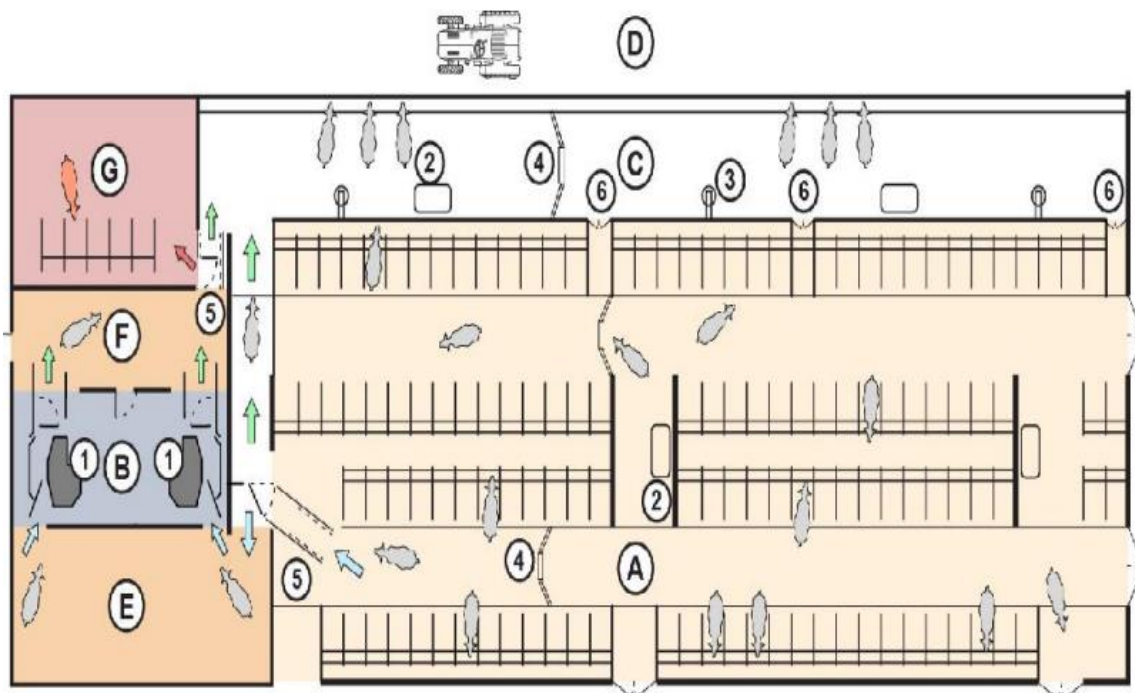
U selektivnom prometu krava s vratima za selekciju krave mogu ući u hranilište ili kroz jedinicu za mužnju ili preko kontrolne kapije. Kravama s dozvolom za mužnju zabranjen je prostor za hranjenje kroz kontrolna vrata i moraju proći jedinicu za mužnju kako bi došli na hranidbeno mjesto (Markey, 2013.). Mijić i sur. (2022.) navode da ovakav način smanjuje vrijeme čekanja za mužnju ili prema hranidbenom stolu iz razloga što jedino krave koje su pogodne za mužnju prolaze kroz muzni boks.



Slika 7. Selektivna vrata na farmi (izvor: <https://dravasava.hr/index.php/9-vijesti/66-posjet-farmi-mlijecnih-krava-u-bosni-i-hercegovini> )

#### 4.1.2. Prvo mužnja

Jedan od načina usmjerenog kretanja krava je sustav prvo mužnja gdje se vrata za odabir postavljaju ispred jedinice za mužnju i sve krave moraju proći kroz vrata kako bi došle do hranilišta. Vrata odabira usmjeravaju krave do mjesta za mužnju ili hranilišta, ovisno o tome imaju li dopuštenje za mužnju ili ne. Ako krava ima dopuštenje za mužnju upućuje se na prostor za čekanje ispred jedinice za mužnju, a ako krava nema dozvolu za mužnju upućuje se ravno na hranidbeno područje. Iz hranilišta krave imaju slobodan pristup u prostor za ležanje putem jednosmjernih vrata (Markey, 2013.).



Slika 8. Raspored staje sa kretanjem krava „prvo mužnja“ (Unal i sur., 2018.)

#### 4.1.3. Prvo hranidba

Ovaj sustav držanja krava ima isti raspored kao u principu prvo mužnja, osim pristupa ležećem dijelu, jer se ono kontrolira umjesto područja za hranu. Tako krave u ovom sustavu imaju slobodan pristup hranidbi i pomoću jednosmjernih vrata prelaze u područje za ležanje. Kako bi krava došla do ležišta iz područja za hranidbu mora proći kroz vrata za selekciju koja usmjeravaju krave do stanice za mužnju ili prostor za ležanje, ovisno o dovođenju za mužnju. Ako je vrijeme od zadnje mužnje dovoljno dugo i dozvola za mužnju je uspostavljena, krava je usmjerena na područje čekanja ispred jedinice za mužnju. Ako krava nema dopuštenje za mužnju, vraća se u područje za ležanje. U sustavu prvo hranidba promet

je vođen motivacijom da se krave hrane i tako posjećuju hranilište. Nakon hranjenja motivacija krava za ležanjem osigurava odlazak do jedinice za mužnju. U nekim slučajevima, hranilice koncentrata se postavljaju u prostor za ležanje kako bi se još više motiviralo krave (Markey, 2013.). Kako bi mužnja bila obavljena u AMS sustavu potrebno je isplanirati način tj. oblik na koji će mužnja i koliko puta dnevno obavljena, a to sve ovisi o stupnju laktacije, proizvodnom potencijalu svake jedinice zasebno. Glavni fiksni parametar su broj mužnji dnevno, količina koncentrata koja se nalazi u AMS-u za vrijeme pristupa krave, te o vrsti hrane. U ovom slučaju koncentrirana hrana djeluje kao mamac kako bi životinja došla u boks za mužnju. Razvojem tehnologije omogućeno je da se u hranilicu mogu dostaviti četiri različite vrste koncentrata što naravno ovisi o proizvodnji same jedinice. Stručnjaci su dokazali da povećana količina koncentrata utječe na veću količinu proizvedenog mlijeka po jedinki, ali ne utječe na češći broj pristupa mužnji dnevno. Iako sustav može odraditi više od 3 mužnje dnevno nije realno za očekivati da će životinja doći na mužnju i biti pomužena više od 3 puta unutar 24 sata. U praksi cilj je postići najveći mogući prinos mlijeka po AMS-u. Količina proizvedenog mlijeka na farmi najviše ovisi o pasminskom sastavu jedinice. U stado treba uvesti visoko proizvodne jedinice, osigurati dovoljnu i kvalitetnu ishranu te smanjiti vrijeme zauzetosti boksa za mužnju (Rodenburg, 2002.).

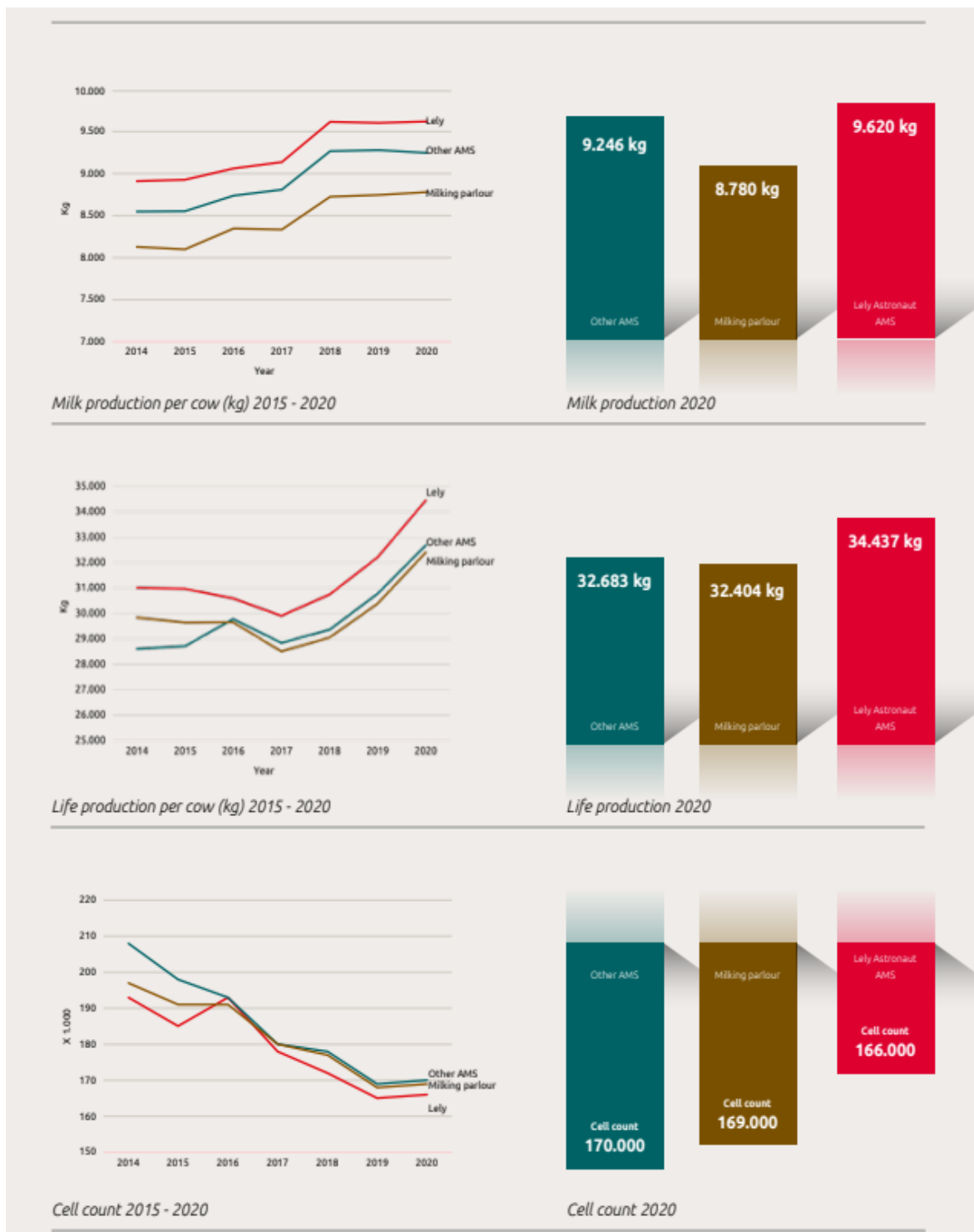
#### 4.2. Slobodno kretanje krava

Potpuno slobodno kretanje krava predstavlja sustav gdje krave imaju cijelo vrijeme neograničen pristup boksu za mužnju, hranidbenom stolu i prostoru za odmor (Mijić i sur. 2022.). Slobodni način držanja omogućuje kretanje kao oblik ponašanja jer predstavlja sastavni dio svih drugih oblika ponašanja kao što su hranidbeni, reproduktivni, higijenski, istraživački, socijalni, teritorijalni i reaktivni oblici ponašanja uključujući odmor i san. U slobodnom načinu uzgoja krava one se kreću u skupinama s jednog mjesta na drugo držeći malu udaljenost od ostalih. Kod slobodnog držanja goveda imaju normalan reproduktivni ciklus, kraće intervale telenja, lakše telenje, veću proizvodnju mlijeka te bolji dnevni prirast. „Goveda koja se drže slobodnim načinom imaju bolju mišićnu razvijenost i konstituciju tijela, bolju kondiciju i zdravlje, imaju bolji apetit, pa samim time i veću mliječnost. Stoga imaju duži proizvodni vijek (Erbez i sur. 2020.). Isti autori navode kako je jedno od osnovnih pitanja pri držanju krava slobodnim načinom veličina grupe. Poznato je da svaka krava ima potrebu izdvojiti se iz grupe i ne podnosi ležanje sasvim blizu jedna pored druge. Veličina grupe bi trebala biti takva da krava ne ostaje duže od dva sata u čekalištu izmuzišta i u izmuzištu. Staje sa slobodnim kretanjem krava mogu biti izvedene sa ležištima (pojedinačno ili grupnim) sa dubokom steljom ili kosim podom.

U sustavu slobodnog prometa krava one se ni na koji način ne vode do robota. Krave se mogu slobodno kretati u staji i na taj način otići do hranilišta ili ležišta bez prolaska kroz jedinice za mužnju. Markey (2013.) ističe kako se krave u ovom sustavu potiču da posjete muznu jedinicu tako što su im u robotu ponuđena koncentrirana krmiva. Ovakav sustav gdje se krave slobodno kreću se pokazao povoljnim za niskorangirane krave s obzirom na vrijeme provedeno čekajući ispred jedinice za mužnju, dok se kao problem u ovakvom sustavu može isticati kod nekih krava koje posjećuju robota za mužnju prerijetko. Navedeni problem može imati negativan utjecaj na proizvodnju mlijeka.

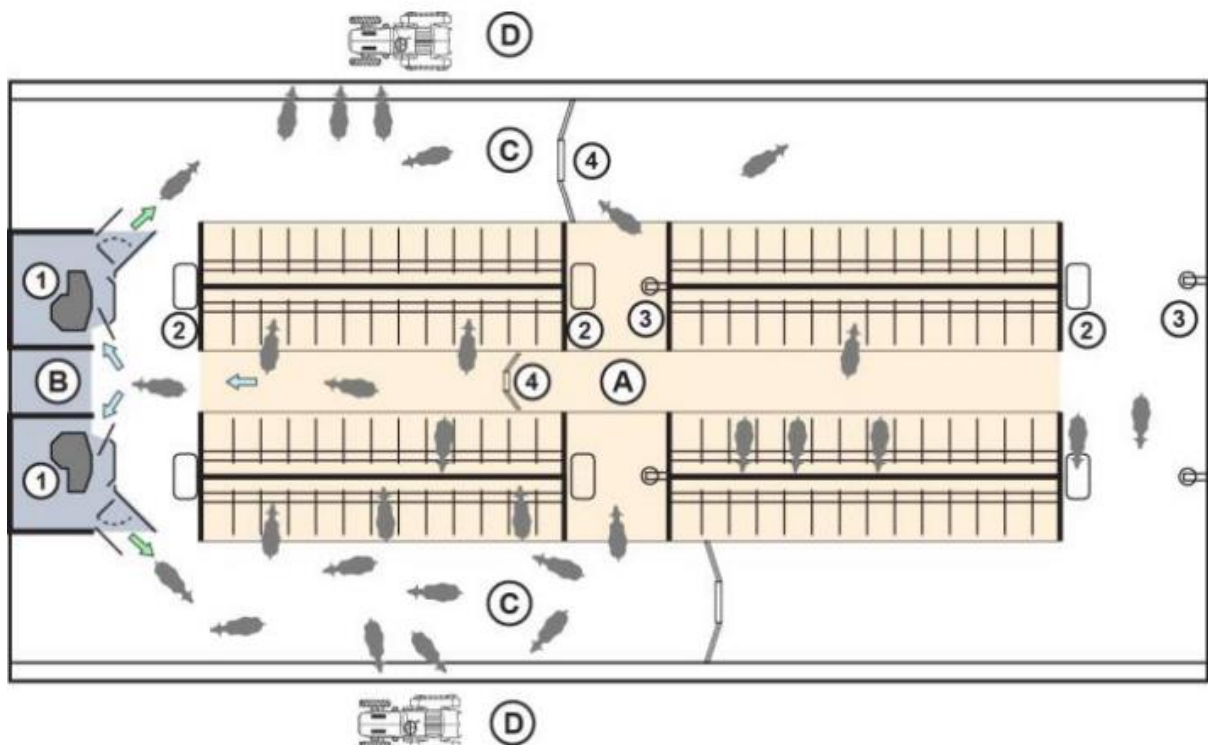
Problem u slobodnom kretanju krava također može biti taj što krave s namjerom posjećuju robota za mužnju kako bi bile pomužene, no ako je robot zauzet one se povuku i obavljaju neku drugu aktivnost i može doći do prevelikih intervala između mužnji. To se može izbjeći postavljanjem područja za čekanje, odnosno čekališta, ispred jedinice za mužnju gdje će krave morati ostati dok ne prođu jedinicu. Područje za čekanje ispred jedinice za mužnju se pokazalo kao poveznica sa boljim zdravljem vimena, a do toga dovode kraći i ravnomjerniji intervali mužnje. Čekalište može dovesti i do drugih posljedica kod krava, na primjer krave u sustavima slobodnog kretanja sa zatvorenim čekalištem tj. čekalište iz kojeg je jedini izlaz

kroz jedinicu za mužnju, provodi manje vremena u hranilištu u usporedbi sa kravama u slobodnom kretanju bez čekališta.



Grafikon 4. Prikaz razlika u proizvodnji mlijeka između Lely robota i drugih AMS-a i izmuzišta (Lely, 2020.)

Dok su krave provodile više vremena u AMS-u, odnosno područje od ulaza u selekcijski sustav do izlaza iz AMS-a, u slobodnom prometu krava s čekalištem u usporedbi sa slobodnim kretanjem krava bez čekališta. Čekalište naknadno uspori prolaz kroz AMS što je nepovoljno s obzirom na kapacitet AMS-a. Tijekom istraživanja zaključeno je da dugo razdoblje čekanja ne mora nužno predstavljati problem, no krave koje stoje predugo mogu imati neredovite mužnje i narušava se njihova dobrobit. Produljeno čekanje u iščekivanju mužnje također može spriječiti reakciju ispuštanja mlijeka i time uzrokuje smanjenu količinu mlijeka kao i dulje vrijeme mužnje. Prosječno normalno vrijeme čekanja za oslobađanje mlijeka bez poteškoća iznosi 30 minuta. Kada je vrijeme čekanja doseglo 40 minuta vrijeme mužnje se značajno povećalo. Posljedica dugog stajanja u čekalištu može dovesti i do problema sa papcima (Markey, 2013.).

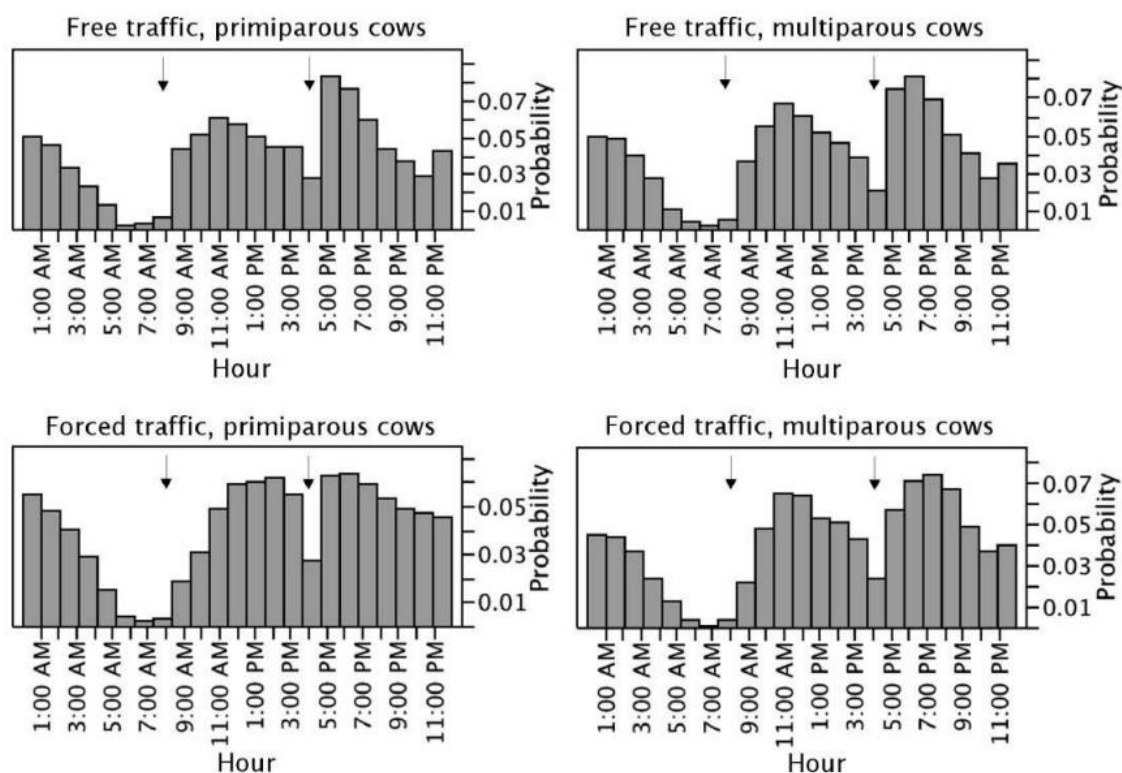


Slika 9. Raspored staje sa slobodnim kretanjem krava (Unal i sur., 2018.)

### 4.3. Prednosti i nedostaci slobodnog i usmjerenog krava

Ovisno o gospodarstvu svaki sustav držanja ima svoje prednosti i nedostatke, te i sam odabir načina mužnje može imati prednosti i nedostatke.

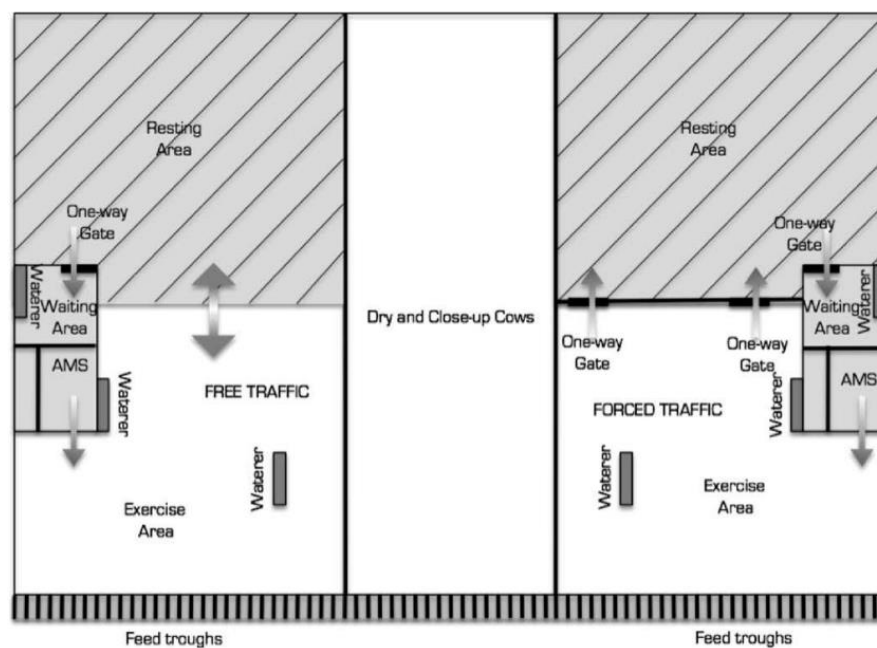
Tijekom korištenja AMS-a goveda na farmi se drže slobodnim ili usmjerenim kretanjem krava, od kojih svaki način ima svoje prednosti i nedostatke na koje se ne može u velikoj mjeri utjecati. Svaki farmer mora prilagoditi način držanja krava svojoj farmi i mogućnostima.



Grafikon 5. Vremenski prikaz posjeta hranilištima prvotelki i starijih krava u situacijama slobodnog i usmjerenog kretanja (Bach i sur. 2009.)

Bach i sur. (2009.) ističu kako je broj dnevnih posjeta AMS-u bio veći kod usmjerenog kretanja krava nego u slobodnom kretanju krava, što predstavlja glavnu prednost usmjerenog kretanja krava. Tijekom istraživanja zaključeno je da su krave prvotelke posjećivale AMS s većom učestalošću od starijih krava bez obzira na način usmjerenja, što dovodi i do većeg broja mužnji kod prvotelki. Uspoređujući broj dnevnih obroka kod krava prvotelki i starijih krava bio je veći kod prvotelki koje su držane slobodnim načinom držanja, što se može iščitati iz Grafikona 5.

Jedan od nedostataka AMS-a je pojava kvarova sustava, 8,9% ukupnih mužnji rezultirale su nekom vrstom kvara, da 1 od sve 4 žlijezde nisu u potpunosti pomuzene. Pojava kvara utječe na kasniji interval mužnje, koji se znatno skрати, i nije bilo razlike u udjelu neuspjeha mužnje između vrste prometa krava i interakciju pojave kvara AMS-a, no kod usmjerenog kretanja je puno lakše kontrolirati krave kod kojih nije u potpunosti obavljena mužnja. Krave s proteklim vremenom od posljednje mužnja sa više od 6h mogu pristupiti AMS-u, ali taj pristup može biti završen bez mužnje ili isporuke koncentrata. Udio posjeta AMS-u bez mužnje je veći kod usmjerenog kretanja nego kod slobodnog kretanja krava do čije razlike vjerojatno dovodi nagon krava kod usmjerenog kretanja kako bi dobile pristup hrani i vodi.



Slika 10. Primjer objekta za istraživanje prednosti i nedostataka slobodnog i usmjerenog kretanja krava koje se muzu AMS-om (Bach i sur., 2009.).

Na shemi 4. jasno je prikazano kretanje krava u oba načina kretanja. Naznačeni su svi dijelovi farme i može se uočiti da u slobodnom kretanju krava svako grlo slobodno može obilaziti područje farme za koje osjeća trenutnu potrebu. Dok je za razliku od slobodnog kretanja krava u usmjerenom kretanju taj promet ograničen postavljanjem jednosmjernih vrata.

Kod usmjerenog kretanja krava veći je broj dobrovoljnih posjeta AMS-a, krave u tretmanu slobodnog kretanja su u većem postupku dovođene do mjesta za mužnju. Dakle kod usmjerenog kretanja je povećan broj dobrovoljnih mužnji te je učinkovito smanjena potreba za dovođenjem krava u AMS. Zbog povećanog broja dnevnih mužnji interval mužnje je



smanjen kod usmjerenog kretanja u usporedbi sa slobodnim kretanjem. Unatoč povećanju učestalosti mužnje i broju dobrovoljnih mužnji, proizvodnja mlijeka nije bila veća, a taj nedostatak je povezan sa varijacijom u učestalosti mužnje, a povećanja u varijaciji intervala mužnje negativno djeluju na mliječnost.

Tablica 2. Broj dobrovoljnih i prisilnih mužnju krava pomuzenih automatskim sustavom mužnje u slobodnom ili usmjerenom sustavu kretanja krava (Bach i sur., 2009.)

Stavka	Slobodno kretanje krava	Usmjereno kretanje krava	Prosječna vrijednost
Broj dnevnih mužnji	2,2	2,5	<0,001
Broj dnevnih prisilnih mužnji	0,5	0,1	<0,001
Dnevni broj dobrovoljnih mužnji	1,7	2,4	<0,001
Intervali mužnje	11,5	10,3	<0,001
Postotak tjednog intervala mužnje	26,4	28,4	<0,001

Bach i sur. (2009.) navode kako u uspoređivanju komponenti mlijeka kod krava držanih slobodnim kretanjem i kod krava koje imaju usmjereno kretanje nije bilo razlika u komponentama mlijeka. Razlike se mogu pojaviti ako je došlo do promjene u hranidbi, a preko hranidbe se može uvelike utjecati na kvalitetu mlijeka.

Tablica 3. Ponašanje u hranidbi i mužnji te proizvodnja i sastav mlijeka sa slobodnim kretanjem krava u odnosu na usmjereno kretanje krava (Bach i sur., 2009.).

Stavka (po kravi na dan)	Slobodno kretanje krava	Usmjereno kretanje krava	Prosječna vrijednost
Broj mužnja	2,2	2,5	<0,001
Broj posjeta bez mužnje	0,5	0,1	<0,001
PMR unos (kg)	18,6	17,6	0,24
Broj PMR obroka	10,1	6,6	<0,001
Unos koncentrata (kg)	2,5	2,5	0,99
Proizvodnja mlijeka (kg)	29,8	30,9	0,32
Postotak mliječne masti	3,65	3,44	0,06
Postotak proteina u mlijeku	3,83	3,31	0,05

Uspoređujući slobodno kretanje krava sa usmjerenim kretanjem moguće je uočiti male razlike u proizvodnji i sastavu mlijeka te u dnevnom unosu hrane. Rezultati sažeti u Tablici 1. ilustriraju ponašanje tijekom mužnje, hranidbeno ponašanje i sastav mlijeka koji su bili pod utjecajem odabira kretanja krava, ali ukupni unos hrane i proizvodnja mlijeka su bili slični. Velika razlika u broju mužnji sugerira da bi, u komercijalnom okruženju, ušteda rada uz ovaj sustav favorizirala korištenje usmjerenog kretanja krava (Bach i sur., 2009.).

Pristup mjestu za mužnju mora biti bez stresora koji bi stvarali smetnje i nevoljko prilaženje mužnji. Svakom grlu mora biti osiguran odgovarajući otvoreni prostor u blizini stanica za mužnju i dovoljno prostora za krave koje čekaju red za mužnju što poboljšava učestalost mužnje i smanjuje dovođenje. Čisti podovi na prilazima za mužnju i učinkovito kupanje i dezinficiranje papaka zahtjeva poseban naglasak u AMS-u. U manje idealnim uvjetima tijekom kretanja do muznog mjesta dolazi do duljeg stajanja i povećanja stresa, osobito kod krava nižeg ranga što dovodi do smanjenja proizvodnje mlijeka kod krava koje su izložene takvom stanju i do većeg utroška radne snage (Rodenburg, 2017.).

Tablica 4. Hranidbeno ponašanje na hranilištima krava pomuženih automatskim sustavom mužnje, usporedba slobodnog i usmjerenog kretanja krava (Bach i sur., 2009.).

Stavka	Slobodno kretanje	Usmjerenog kretanje	Značajnost razlika
Vrijeme uzimanja obroka, min/dan	168	147	0,19
Stopa jedenja, g/min	190	209	0,86
Broj dnevnih obroka	10,1	6,6	<0,001
Trajanje obroka, min	15,7	20,4	<0,001
Količina obroka, kg/obroku	1,8	2,7	<0,001

Promjene u sastavu mlijeka mogu biti posljedica promjene u hranidbenim ponašanjima krava kod slobodnog i kod usmjerenog kretanja krava. Bach i sur., 2009. su u istraživanju došli do zaključka da ukupno vrijeme koje su krave posvetile jelu bilo slično u oba sustava kretanja krava, kao i stopa jedenja što se može iščitati iz Tablice 4.

Rodenburg (2017.) navodi kako je jedan od zahtjeva za radom u robotskim sustavima dovođenje krava koje ne dolaze dobrovoljno. Dovođenje jedne ili dvije krave po robotu zahtjeva minimalan napor, no dohvaćanje većeg broja zahtjeva rad i remeti krave koje dobrovoljno prometuju do robota. Proizvodnja mlijeka po robotu na dan, proizvodnja

mlijeka po kravi dnevno te broj posjeta na mužnju i bez mužnje su uobičajeni parametri za praćenje učinka robotskih sustava. Prosjek mužnji se obično kreće od 2,2 do 3,2 u što se uključuje širok raspon rezultata od pojedinačne krave te nije usporediva mužnja koja se obavlja dva ili tri puta sa fiksnim intervalima. Rodenburg (2017.) također navodi da češća mužnja potiče veću proizvodnju mlijeka, ali velike varijacije u intervalima mužnje smanjuje količinu mlijeka.

Zbog nepravilne mužnje ili mastitisa mogu se pojaviti bolovi u području vimena koje se uvelike odražavaju na proizvodnju i kvalitetu mlijeka. Do nepravilne mužnje dolazi ako se robot za sisu ne može pričvrstiti pravilno, brzina mužnje se smanjuje, a vrijeme boravka u prostorima za mužnju se povećava. Na brzinu mužnje utječe i temperament krave, tako će na primjer životinja pod stresom imati povećanu razinu adrenalina koji blokira refleks oksitocina i prekida se ispuštanje mlijeka iz vimena. Iako su brojne prednosti robotske mužnje postoji i nekoliko nedostataka.

Robotski sustav za mužnju je u upotrebi 24 sata neprekidno, vizualna kontrola tijekom mužnje nije moguća, dolazi do velikih varijacija u učestalosti mužnje ovisno o kravi. Svi navedeni aspekti utječu na kvalitetu pomuzenog mlijeka. Kronični bolovi povezani s bolestima ili ozljedama te bilo kakve stresne situacije tijekom mužnje dovode do smanjenja prinosa mlijeka, akutni stres tijekom mužnje smanjuje lučenje oksitocina koji je glavni posrednik refleksa izbacivanja mlijeka.

Ovisno o tome drže li se krave usmjerenim ili slobodnim načinom razlikuje se broj dnevnih posjeta AMS-u. Krave koje se muzu svaka 4 sata muzle su se 3,2 puta dnevno, a krave s mužnjom u intervalima od svakih 8 sati muzle su se 2,1 puta dnevno i zaključeno je da su proizvodile 9% manje mlijeka. Krave sa većom brzinom mužnje stvorit će mogućnost da više krava u kraćem vremenu dođe na mužnju i proizvede više mlijeka po robotu i pada stopa zauzetosti. Prosječno vrijeme postupka mužnje je od 6,84 min/mužnji na 2,91 mužnji/kravi i 50,5 krava/robotu ili 147mužnju/dan. Brža mužnja je trebala u prosjeku smanjiti vrijeme zadržavanja na mužnji od 1 min/mužnji te bi prosječno vrijeme bilo 5,84 min/mužnje, a sa ušteđenih 147 minuta moglo bi se pomesti 8,65 više krava bez smanjenja slobodnog vremena ili učestalosti mužnje. Do povećanja prosječnog vremena trajanja mužnje dovode krave s lošom konformacijom vimena gdje se sporije pričvršćuje i veća je učestalost neuspjeha pričvršćivanja te je dvostruko vjerojatnije da će zahtijevati ponavljanje postavljanja sisnih čašica za mužnju, te je odabir prema konformaciji vimena također važno. Izbor usmjerenog

kretanja krava naspram slobodnog kretanja može imati značajan učinak na radnu učinkovitost i udobnost krave i važno je razmatranje u dizajnu objekta automatskog sustava mužnje (Rodenburg, 2017.).

## **5. ZAKLJUČAK**

Kretanje krava na robotiziranim farmama može biti slobodno i usmjereno, a svaki od navedenih kretanja ima svoje prednosti i nedostatke koji su ključni za konačnu ukupnu proizvodnju mlijeka na farmi. Glavna prednost usmjerenog kretanja krava je povećanje broja dnevnih posjeta robotu u odnosu na slobodno kretanje krava. Usmjereno kretanje smanjuje broj obroka po danu u usporedbi sa slobodnim načinom kretanja krava. Glavna prednost slobodnog kretanja krava je sloboda izbora same životinje kada želi ići na hranidbeni stol, kada ležati a kada ići na mužnju. Slobodno kretanje na taj način povećava dobrobit goveda na farmi. Svaki farmer koji uvodi robota za mužnju mora ispitati mogućnosti farme te procijeniti koji mu sustav kretanja krava na farmi više odgovara, kako bi maksimalno iskoristio sve pogodnosti koje robotizirana mužnja nudi.

## 6. POPIS LITERATURE

1. Bach A., Devant M., Igleasias C., Ferrer A. (2009.): Forced traffic in automatic milking systems effectively reduces the need to get cows, but alters eating behavior and does not improve milk yield of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 92:1272-1280
2. Erbez M., Trkulja T. (2020.): Slobodan način držanja goveda. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srpske, Banja Luka
3. Filho L.M.S., Lopes M.A., Brito S.C., Rossi G., Conti L., Barbari M. (2020.): Robotic milking of dairy cows: a review. DOI 10.5433/1679-0359
4. Hopster H., Bruckmaier R.M., Van der Werf J.T.N., Korte S.M., Macuhova J., Korte-Bouws, van Reenen C.G. (2002.): Stress responses during milking; comparing conventional and automatic milking in primiparous dairy cows. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(02)74409-3
5. Hovinen M., Pyorala S. (2011.): Invited review: udder health of dairy cows in automatic milking. DOI: 10.3168/jds.2010-3556
6. Krsnik B. (2000.): Dobrobit životinja. UDK 636.083.1
7. Markey C. (2013.): Effect of cow traffic system on cow performance and AMS capacity. Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, Uppsala, 2013.
8. 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. / Darija Sokolić (gl. i odg. ur.) Osijek, 2021. Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu. ISSN 1845-5236.
9. Mijić P., Bobić T. (2022.): Novi pristupi gospodarenju i uzgoju mliječnih krava za automatizirane muzne sustave. Zbornik predavanja 63 – 65. 17. savjetovanje uzgajivača goveda u Republici Hrvatskoj. / Darija Sokolić (gl. i odg. ur.) Sveti Martin na Muri 6. i 7. travnja 2022. Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu. ISSN 1845-5236.
10. Nedić T. (2018.): Pravni sustav zaštite životinja, zdravlja i dobrobiti životinja – biotehnički pristup u pravnom okviru. DOI 10.17234/ SocEkol.27.1.4
11. Ostović M., Pavičić Ž., Balentović T., Sušić V., Ekert Kabalin A. (2008.): Dobrobit mliječnih krava. *Stočarstvo* 62:2008 (6) 479-494

12. Pastell M., Takko H., Grohn H., Hautala M., Poikalainen V., Praks J., Veermae I., Kujala M., Ahokas J. (2006.): Assessing Cows Welfare: weighing the Cow in a Milking Robot. biosystemseng.2005.09.009
13. Rodenburg J. (2017.): Robotic milking: Technology, farm design, and effects on work flow. J. Dairy Sci. 100:7729-7738
14. Steeneveld W., Tauer L.W., Hogeveen H., Oude Lansink A.G.J.M. (2013.): Comparing technical efficiency of farms with an automatic milking system and a conventional milking system. J. Dairy Sci. 95:7391-7398
15. Unal H., Kuralogul H., Koyuncu M. (2018.): Effect of cow traffic type on automatic milking sistem performnce in dairy farms. The Journal of Animal & Plant Sciences, ISSN: 1018-7081

Internetski izvori:

1. Agroklub (2022.): Robotizacija farme znači imati sve nužne podatke o pojedinoj kravi (izvor: <https://www.agroklub.com/stocarstvo/robotizacija-farme-znaci-imati-sve-nuzne-podatke-o-pojedinoj-kravi/77388/> ) pristupljeno 23.2.2023.
2. Dairexnet (2019.): Feeding practices for Dairy Cows Milked With Robotic Milking Systems (izvor: <https://dairy-cattle.extension.org/feeding-practices-for-dairy-cows-milked-with-robotic-milking-systems/> ) pristupljeno 22.3.2023.
3. DeLaval (2023.): Your VMS. Your Way (izvor: <https://www.delaval.com/en-us/explore-our-farm-solutions/milking/delaval-vms-series/delaval-vms-your-way/> ) pristupljeno 26.2.2023.
4. GEA Engineering for a better world (2023.): We bring the best of AMS to the table (izvor: <https://www.gea.com/en/canada/we-bring-the-best-of-ams-to-the-table.jsp> ) pristupljeno 26.2.2023.
5. Lely (2020.): Lely dairy farmers score better (izvor: <https://www.lely.com/hr/> ) pristupljeno 26.2.2023.
6. Lely (2001.): Lely's free cow traffic (izvor: <https://www.lely.com/hr/> ) pristupljeno 26.2.2023.
7. Lely (2018.): Lely astronaut (izvor: <https://www.lely.com/hr/> ) pristupljeno 26.2.2023.
8. Ministarstvo poljoprivrede (2020.): M14 – dobrobit životinja (izvor: <https://ruralnirazvoj.hr/mjera/m14/> ) pristupljeno 2.3.2023.

9. Ministarstvo poljoprivrede (2018.): Kako ostvariti potporu za mjeru M14 dobiti životinja iz programa ruralnog razvoja republike hrvatske za razdoblje 2014. – 2020. (izvor: <https://ruralnirazvoj.hr/files/documents/Mjera-14-1.pdf> ) pristupljeno 2.3.2023.



## 7. SAŽETAK

Primjena automatizacije u poljoprivredi pomaže poljoprivrednicima u svakodnevnim teškim zadacima što u konačnici štedi radno vrijeme i novac. Roboti na farmi mogu se uvesti od hranidbe do mužnje. Glavne značajke robotske mužnje su visoka učinkovitost rada, niža cijena rada te više slobodnog vremena. Sustav je posebno prikladan za farme sa slobodnim uzgojem krava, za staje s ležištima, ali i za krave na pašnjacima. Cilj diplomskog rada bio je prikazati dvije osnovne izvedbe kretanja krava na farmama koje koriste robote za mužnju, te prikazati prednosti i nedostatke oba oblika kretanja u pogledu menadžmenta, proizvodnje te dobrobiti životinja. Glavna prednost usmjerenog kretanja je povećanje broja dnevnih posjeta robotu u odnosu na slobodno kretanje krava. Usmjerenom kretanje smanjuje broj obroka po danu u usporedbi sa slobodnim načinom kretanja krava. Glavna prednost slobodnog kretanja krava je sloboda izbora same životinje kada želi ići na hranidbeni stol, kada ležati a kada ići na mužnju. Slobodno kretanje na taj način povećava dobrobit goveda na farmi. Svaki farmer koji uvodi robota za mužnju mora ispitati mogućnosti farme te procijeniti koji mu sustav kretanja krava na farmi više odgovara, kako bi maksimalno iskoristio sve pogodnosti koje robotizirana mužnja nudi.

## **8. SUMMARY**

The application of automation in agriculture helps farmers in daily difficult tasks which ultimately saves labour time and money. Robots on the farm can be introduced from feeding to milking. The main features of robotic milking are high work efficiency, lower labour costs and more free time. The system is especially suitable for farms with free-range cows, for barns with bedding, but also for cows on pastures. The aim of graduate thesis was to show two basic performances of cow's traffic on the farms with milking robots, and to show the advantages and disadvantages of both forms of traffic in terms of management, production and animal welfare. The main advantage of the guided traffic is an increase in the number of daily visits to the robot compared to free-traffic of cows. Guided traffic reduces the number of meals per day compared to the free-traffic of cows. The main advantage of the free-traffic of cows is the freedom of choice of the animal itself when it wants to go to the feeding, when to lie down and when to go for milking. Free-traffic of cows thus increases the welfare of the cattle on the farm. Every farmer who wants to start using a milking robots must examine the possibilities of the farm and evaluate which cow traffic system on the farm is more suitable for him, in order to make the most of all the benefits that robotic milking offers.

## 9. POPIS TABLICA

Tablica 1.	Raspodjela robota za mužnju krava po farmama u Republici Hrvatskoj (Mijić i Bobić, 2021.)	13
Tablica 2.	Broj dobrovoljnih i prisilnih mužnui krava pomuzenih automatskim sustavom mužnje u slobodnom ili usmjerenom sustavu kretanja krava (Bach i sur., 2009.)	29
Tablica 3.	Ponašanje u hranidbi i mužnji te proizvodnja i sastav mlijeka sa slobodnim kretanjem krava u odnosu na usmjereno kretanje krava (Bach i sur., 2009.).	29
Tablica 4.	Hranidbeno ponašanje na hranilištima krava pomuženih automatskim sustavom mužnje, usporedba slobodnog i usmjerenog kretanja krava (Bach i sur., 2009.).	30

## 10. POPIS SLIKA

Slika 1.	Hranidba goveda (izvor: <a href="https://www.schaumann.hr/proizvodi-za-goveda-3032.htm">https://www.schaumann.hr/proizvodi-za-goveda-3032.htm</a> )	6
Slika 2.	Prikaz staje sa robotom za mužnju (Hopster i sur. 2002.)	8
Slika 3.	Lely automatski muzni sustav (izvor: <a href="https://www.lely.com/hr/">https://www.lely.com/hr/</a> )	14
Slika 4.	Lely nadzorna ploča automatskog muznog sustava (izvor: <a href="https://www.lely.com/hr/">https://www.lely.com/hr/</a> )	16
Slika 5.	GEA automatski muzni sustav (izvor: <a href="https://www.gea.com/en/canada/we-bring-the-best-of-ams-to-the-table.jsp">https://www.gea.com/en/canada/we-bring-the-best-of-ams-to-the-table.jsp</a> )	17
Slika 6.	DeLaval automatski muzni sustav (izvor: <a href="https://www.delaval.com/en-us/explore-our-farm-solutions/milking/delaval-vms-series/delaval-vms-your-way/">https://www.delaval.com/en-us/explore-our-farm-solutions/milking/delaval-vms-series/delaval-vms-your-way/</a> )	18
Slika 7.	Selektivna vrata na farmi (izvor: <a href="https://dravasava.hr/index.php/9-vijesti/66-posjet-farmi-mlijecnih-krava-u-bosni-i-hercegovini">https://dravasava.hr/index.php/9-vijesti/66-posjet-farmi-mlijecnih-krava-u-bosni-i-hercegovini</a> )	21
Slika 8.	Raspored staje sa kretanjem krava „prvo mužnja“ (Unal i sur., 2018.)	22
Slika 9.	Raspored staje sa slobodnim kretanjem krava (Unal i sur., 2018.)	26
Slika 10.	Primjer objekta za istraživanje prednosti i nedostataka slobodnog i usmjerenog kretanja krava koje se muzu AMS-om (Bach i sur., 2009.)	28

## 11. POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1.	Prikaz kretanja količine mlijeka i rednog broja laktacije prije i nakon uvođenja AMS-a na farmu (grafikon A u 305 dana; Grafikon B na dan kontrole) (Mijić i Bobić, 2021.).	9
Grafikon 2.	postotci vremena AMS-a utrošenog u mužnju, mirovanje, pranje i izvođenje bez mužnje sa tri različite farme. (Unal i sur., 2018.)	11
Grafikon 3.	Prikaz razlika u proizvodnji mlijeka između Lely robota i drugih AMS-a i izmuzišta (Lely, 2020.)	20
Grafikon 4.	Raspodjela pomuzenih krava u odnosu broj dnevnih mužnji. (Unal i sur., 2018.)	25
Grafikon 5.	Vremenski prikaz posjeta hranilištima prvotelki i starijih krava u situacijama slobodnog i usmjerenog kretanja (Bach i sur. 2009.)	27

## **TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA**

**Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku**  
**Fakultet Agrobiotehničkih znanosti Osijek**  
**Sveučilišni diplomski studij Zootehnike, smjer Hranidba domaćih životinja**

**Diplomski rad**

### **Prednosti i nedostaci slobodnog i usmjerenog kretanja krava na robotiziranim farmama**

**Borna Buban**

#### **Sažetak**

Primjena automatizacije u poljoprivredi pomaže poljoprivrednicima u svakodnevnim teškim zadacima što u konačnici štedi radno vrijeme i novac. Roboti na farmi mogu se uvesti od hranidbe do mužnje. Glavne značajke robotske mužnje su visoka učinkovitost rada, niža cijena rada te više slobodnog vremena. Sustav je posebno prikladan za farme sa slobodnim uzgojem krava, za staje s ležištima, ali i za krave na pašnjacima. Cilj diplomskog rada bio je prikazati dvije osnovne izvedbe kretanja krava na farmama koje koriste robote za mužnju, te prikazati prednosti i nedostatke oba oblika kretanja u pogledu menadžmenta, proizvodnje te dobrobiti životinja. Glavna prednost usmjerenog kretanja je povećanje broja dnevnih posjeta robotu u odnosu na slobodno kretanje krava. Usmjerenost smanjuje broj obroka po danu u usporedbi sa slobodnim načinom kretanja krava. Glavna prednost slobodnog kretanja krava je sloboda izbora same životinje kada želi ići na hranidbeni stol, kada ležati a kada ići na mužnju. Slobodno kretanje na taj način povećava dobrobit goveda na farmi. Svaki farmer koji uvodi robota za mužnju mora ispitati mogućnosti farme te procijeniti koji mu sustav kretanja krava na farmi više odgovara, kako bi maksimalno iskoristio sve pogodnosti koje robotizirana mužnja nudi.

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

**Mentor:** izv.prof.dr.sc. Tina Bobić

**Broj stranica:** 41

**Broj grafikona i slika:** 15

**Broj tablica:** 4

**Broj literaturnih navoda:** 24

**Jezik izvornika:** Hrvatski

**Ključne riječi:** roboti za mužnju, slobodno kretanje, usmjerenost kretanje, prednosti i nedostaci, mliječne farme

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

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

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica Fakulteta Agrobiotehničkih znanosti Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, V. Preloga 1

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek**  
**Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek**  
**University Graduate Studies, Feeding domestic animals**

**Graduate thesis**

### **Advantages and Disadvantages of Free Traffic and Guided Traffic of Cows on Robotic Farms**

**Borna Buban**

#### **Abstract**

The application of automation in agriculture helps farmers in daily difficult tasks which ultimately saves labour time and money. Robots on the farm can be introduced from feeding to milking. The main features of robotic milking are high work efficiency, lower labour costs and more free time. The system is especially suitable for farms with free-range cows, for barns with bedding, but also for cows on pastures. The aim of graduate thesis was to show two basic performances of cow's traffic on the farms with milking robots, and to show the advantages and disadvantages of both forms of traffic in terms of management, production and animal welfare. The main advantage of the guided traffic is an increase in the number of daily visits to the robot compared to free-traffic of cows. Guided traffic reduces the number of meals per day compared to the free-traffic of cows. The main advantage of the free-traffic of cows is the freedom of choice of the animal itself when it wants to go to the feeding, when to lie down and when to go for milking. Free-traffic of cows thus increases the welfare of the cattle on the farm. Every farmer who wants to start using a milking robots must examine the possibilities of the farm and evaluate which cow traffic system on the farm is more suitable for him, in order to make the most of all the benefits that robotic milking offers.

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

**Mentor:** izv.prof.dr.sc. Tina Bobić

**Number od pages:** 41

**Number of figures:** 15

**Number of tables:** 4

**Number of references:** 24

**Original in:** Croatian

**Key words:** milking robots, free traffic, guided traffic, advantages and disadvantages, dairy farms

**Thesis defended on date:**

**Reviewers:**

- 1. Full Professor Pero Mijić, president**
- 2. Associate professor Tina Bobić, mentor**
- 3. Assistant professor Maja Gregić, member**

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