

# Utjecaj veličine i načina upravljanja mliječnom farmom na pokazatelje kvalitete i sigurnosti sirovog mlijeka u Osječko-baranjskoj županiji

---

Lukac, Marija

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Veterinary Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:178:332872>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-05**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Veterinary Medicine -  
Repository of PHD, master's thesis](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
VETERINARSKI FAKULTET

Marija Lukac

Utjecaj veličine i načina upravljanja mliječnom farmom na  
pokazatelje kvalitete i sigurnosti sirovog mlijeka u Osječko-  
baranjskoj županiji

Diplomski rad

Zagreb, 2023.

VETERINARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU  
ZAVOD ZA HIGIJENU, TEHNOLOGIJU I SIGURNOST HRANE

Predstojnik:

prof. dr. sc. Nevijo Zdolec

Mentor:

doc. dr. sc. Tomislav Mikuš

**Članovi povjerenstva za obranu diplomskog rada :**

1. prof. dr. sc. Nevijo Zdolec
2. prof. dr. sc. Željka Cvrtila
3. doc. dr. sc. Tomislav Mikuš
4. prof. dr. sc. Vesna Dobranić (zamjena)

## ZAHVALE

*Zahvaljujem svom mentoru doc. dr. sc. Tomislavu Mikušu na uloženom trudu, nesebičnoj pomoći, dostupnosti i razumijevanju pri izradi ovog diplomskog rada.*

*Zahvaljujem se Voditeljici Središnjeg laboratorija za kontrolu kvalitete mlijeka, Danijeli Stručić, dipl. ing. agr. i kolegi Zrinku Mikiću, dr. med. vet. stručnom savjetniku u Centru za stočarstvo HAPIH-a na velikoj pomoći oko prikupljanja podataka i dostupnosti u svakom trenutku.*

*Svojim prijateljima i kolegama koji su postali prijatelji tijekom ovog studiranja želim zahvaliti što su mi uljepšali studentske dane i učinili ih zanimljivima.*

*Najveću zahvalu dugujem svojim roditeljima i bratu Ivanu koji su bili uz mene u svim trenucima, olakšali svaku stresnu situaciju i proslavili svaki moj uspjeh. Ponosna sam što vas imam kraj sebe.*

*Hvala na svemu!*

Popis kratica:

BCS – engl. *Bacterial Control Sample*

BSS – Broj somatskih stanica

CFU – engl. *Colony forming unit*

HAPIH – Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu

MO – Mikroorganizmi

SLKM - Središnji laboratorij za kontrolu kvalitete mlijeka

## POPIS PRILOGA

Popis slika:

Slika 1. Sustav kontrole kvalitete mlijeka u Republici Hrvatskoj.

Slika 2. Put komercijalnih uzoraka mlijeka.

Slika 3. Fossomatic FC.

Slika 4. BactoScan FC.

Slika 5. Strukturna formula kazeina.

Slika 6. Konceptualni okvir za sustav automatske mužnje

Slika 7. Robot za mužnju firme DeLaval

Slika 8. Robot za mužnju firme Lely.

Slika 9. Broj isporučitelja mlijeka 2018 – 2022

Slika 10. Isporučeno mlijeko (kg) po kategoriji proizvođača (2018 – 2022).

Slika 11. Ukupno isporučena količina mlijeka (kg).

Slika 12. Pokazatelji kvalitete mlijeka – postotak udjela masti i bjelančevina za 2018. godinu.

Slika 13. Pokazatelji kvalitete mlijeka – postotak udjela masti i bjelančevina za 2019. godinu.

Slika 14. Pokazatelji kvalitete mlijeka – postotak udjela masti i bjelančevina za 2020. godinu.

Slika 15. Pokazatelji kvalitete mlijeka – postotak udjela masti i bjelančevina za 2021. godinu.

Slika 16. Pokazatelji kvalitete mlijeka – postotak udjela masti i bjelančevina za 2022. godinu.

Slika 17. Pokazatelji kvalitete mlijeka – postotak udjela masti i bjelančevina za praćeni period (2018. – 2022.).

Slika 18. Pokazatelji sigurnosti mlijeka – broj somatskih stanica i ukupni broj mikroorganizama za 2018. godinu.

Slika 19. Pokazatelji sigurnosti mlijeka – broj somatskih stanica i ukupni broj mikroorganizama za 2019. godinu.

Slika 20. Pokazatelji sigurnosti mlijeka – broj somatskih stanica i ukupni broj mikroorganizama za 2020. godinu.

Slika 21. Pokazatelji sigurnosti mlijeka – broj somatskih stanica i ukupni broj mikroorganizama za 2021. godinu.

Slika 22. Pokazatelji sigurnosti mlijeka – broj somatskih stanica i ukupni broj mikroorganizama za 2022. godinu.

Slika 23. Prosječne vrijednosti pokazatelja sigurnosti mlijeka – broj somatskih stanica i ukupni broj mikroorganizama za praćeni vremenski period (2018. – 2022.).

Popis tablica:

Tablica 1. Broj uzoraka mlijeka analiziranih na broj somatskih stanica

Tablica 2. Omjer mlijeka I. i II. razreda po godinama.

Tablica 3. Procjena zdravstvenog stanja vimena.

Tablica 4. Broj proizvođača kravljeg mlijeka u Osječko-baranjskoj županiji.

Tablica 5. Broj isporučenih količina kravljeg mlijeka u Osječko-baranjskoj županiji u razdoblju od 2018. – 2022. godine, kao i odnos na ukupnu proizvodnju u RH te indeks proizvodnje u odnosu na prethodnu godinu.

Tablica 6. Statistički značajne razlike u kvaliteti i sigurnosti mlijeka u odnosu na kategoriju proizvođača.

Tablica 7. Prosječne vrijednosti praćenih pokazatelja na farmama s robotskim načinom mužnje.



# SADRŽAJ

1. Uvod.....	1
2. Dosadašnje spoznaje .....	2
2.1. Mlijeko .....	2
2.2. Sustav kontrole mlijeka u Republici Hrvatskoj .....	3
2.3. Somatske stanice .....	9
2.4. Ukupan broj mikroorganizama .....	12
2.5. Kemijski sastav mlijeka .....	14
2.5.1. Bjelančevine .....	14
2.5.2. Mliječna mast .....	15
2.6. Automatizirani muzni sustav (robotizirana mužnja krava) .....	17
2.7. Mljekarstvo u Osječko-baranjskoj županiji .....	21
3. Materijal i metode .....	23
3. Rezultati .....	24
4. Rasprava .....	33
5. Zaključci .....	35
6. Literatura .....	36
8. Sažetak .....	45
9. Summary .....	46
10. Životopis .....	47

## 1. Uvod

U svijetu je govedarstvo najvažnija grana stočarstva i poljoprivrede, a u Hrvatskoj sudjeluje s 32,5 % u ukupnoj vrijednosti poljoprivredne proizvodnje (GRGIĆ i sur., 2016.). Razlike u veličini, organizaciji i načinu upravljanja mliječne farme te organizaciji mužnje i prikupljanja mlijeka mogu dovesti do razlika u higijeni i kvaliteti mlijeka koja se isporučuje na tržište. Sirovo mlijeko odlikuje se dobrom nutritivnom vrijednošću zahvaljujući sadržaju visokokvalitetnih bjelančevina, vitamina (riboflavin, vitamini A i B<sub>12</sub>) i elemenata u tragovima (kalcij, natrij, kalij, selen, magnezij), a zbog svojih prirodnih sastojaka, kao i niske kiselosti, mlijeko predstavlja izvrsnu podlogu za razvoj mnogih mikroorganizama uzrokujući njegovo kvarenje i/ili pad kvalitete. Daljnji izvori kontaminacije sirovog mlijeka strogo su povezani sa načinom držanja životinja, tj. slučajna prisutnost izmeta, prljavo vime, mastitisi i sl.

U Republici Hrvatskoj postoji organiziran način kontinuirane kontrole kvalitete i sigurnosti mlijeka od 2002. godine. Tada je s radom započeo Središnji laboratorij za kontrolu kvalitete mlijeka (SLKM) s ciljem osiguranja jedinstvenog i neovisnog utvrđivanja kvalitete mlijeka za sve proizvođače i otkupljivače mlijeka. Svi proizvođači mlijeka koji isporučuju mlijeko prema otkupljivačima u Republici Hrvatskoj nalaze se u sustavu kontrole SLKM - a.

Za potrebe izrade ovog diplomskog rada prikupljeni su, pregledani i obrađeni dostupni podaci laboratorijskih istraživanja izvršenih u SLKM u vremenskom razdoblju od 2018. – 2022. godine.

## 2. Dosadašnje spoznaje

### 2.1. Mlijeko

Mlijeko je hrana koja se proizvodi u mliječnim žlijezdama sisavaca i smatra se najpotpunijom i najhranjivijom namirnicom na svijetu jer je bogato svim esencijalnim hranjivim tvarima poput visokokvalitetnih proteina, vitamina, minerala i masti. Prema definiciji, mlijeko je prirodni sekret mliječne žlijezde dobiven redovitom, potpunom i neprekidnom mužnjom jedne ili više vrsta zdravih muznih životinja, pravilno hranjenih i držanih, kojemu ništa nije dodano ni oduzeto i nije zagrijavano na temperaturu višu od 40 °C (KOZAČINSKI i sur., 2022.). Kvaliteta mlijeka definirana je sastavom, higijenskim i sanitarnim mjerama. Kvalitetnim sirovim mlijekom se smatra ono koje nema nečistoća, taloga, neugodnih mirisa, boja i neugodnih okusa. Poželjno je da sirovo mlijeko ima što niži broj bakterija, da ne sadrži kemikalije i da je normalnog sastava i kiselosti. Navedeni pokazatelji se mogu kvalificirati ili kvantificirati kako bi se utvrdilo zadovoljava li mlijeko potrebne standarde (SAENZ i sur., 2022.). Na dnevnu količinu i sastav kravljeg mlijeka utječu razni čimbenici kao što su pasmina, dob i prehrana životinja. Također, sastav mlijeka se mijenja ovisno o sezoni, odnosno godišnjem dobu (ALLORE i sur., 1997., GONZALEZ i sur., 2001., DOBRANIĆ i sur., 2008., KONJAČIĆ i sur., 2015., MARCONDES i sur., 2017., ALOTHMAN i sur., 2019, CZYZAK-RUNOWSKA, 2020.), okolišu (temperatura i vlaga zraka, brzina strujanja zraka, koncentracija štetnih plinova NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, prašina u zraku, osvjetljenost u objektu) (HAVRANEK i RUPIC, 2003., GANTNER i sur., 2012., VUČEMILO i sur., 2012.) te sustavu proizvodnje i načinu upravljanja (BYTYQI i sur., 2010.). Kao najbitnije, uz naravno pasminu, ističe se i tjelesna građa životinje pa će tako veće krave uobičajeno lučiti više mlijeka, a pretpostavlja se da krave mogu dnevno lučiti mlijeka u količini i do 8% svoje tjelesne mase. Osim navedenog, ponovljena gravidnost i učestalost mužnje također dovodi do povećanja proizvodnje mlijeka. Uobičajena mužnja provodi se u jednakim vremenskim intervalima i krave koje se tako muzu, u jednakim intervalima i po protokolu 12-satnog intervala za mužnju, daju više mlijeka od krava koje se muzu u nejednakim intervalima. Povećana učestalost mužnje smanjuje intramamarni pritisak i potiče proizvodnju hormona povoljnih za proizvodnju mlijeka (ROY i sur., 2020.). Nepotpuna mužnja može trajno smanjiti proizvodnju mlijeka ukoliko se takva praksa provodi nekoliko uzastopnih dana. Količina mlijeka će također rasti sa napredovanjem laktacije, odnosno dobi krave, zbog direktne povezanosti s povećanjem tjelesne težine. Proizvodnja mlijeka će nadalje

rasti usporedno sa laktacijskim brojem i najveća je u četvrtoj ili petoj laktaciji. Čimbenici koji utječu na higijensku kakvoću mlijeka uključuju prinos mlijeka te organizacijske i tehnološke čimbenike (SKRZYPEK i sur. 2004., CZISZTER i sur. 2012., HAMED i sur. 2012., KESKIN i ATASEVER, 2013.).

## 2.2. Sustav kontrole mlijeka u Republici Hrvatskoj

Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu (HAPIH) sa sjedištem u Osijeku, javna je ustanova specijalizirana u području poljoprivrede, hrane i ruralnog razvoja, koja širok raspon svojih djelatnosti iz navedenih područja obavlja preko osam ustrojstvenih jedinica:

- Centar za sjemenarstvo i rasadničarstvo (Osijek),
- Centar za sigurnost hrane (Osijek),
- Centar za stočarstvo (Osijek),
- Centar za tlo (Osijek),
- Centar za kontrolu kvalitete stočarskih proizvoda (Križevci),
- Centar za vinogradarstvo, vinarstvo i uljarstvo (Zagreb),
- Centar za voćarstvo i povrćarstvo (Zagreb) te
- Centar za zaštitu bilja (Zagreb).

HAPIH je institucija koja provodi niz mjera i aktivnosti u okviru različitih zakonskih akata iz područja poljoprivredne proizvodnje i sigurnosti hrane. Zahvaljujući širokoj mreži područnih ureda, specifične djelatnosti HAPIH-a pokrivaju cijelo područje Republike Hrvatske.

Centar za kontrolu kvalitete stočarskih proizvoda, kao jedna od organizacijskih cjelina HAPIH-a, provodi aktivnosti vezane za kontrolu kvalitete mlijeka, hrane za životinje i meda (Slika 1). Osnovni cilj i zadaća Centra za kontrolu kvalitete stočarskih proizvoda jest prvenstveno poljoprivrednim proizvođačima pružati usluge ispitivanja kvalitete stočarskih proizvoda i tumačenje rezultata ispitivanja u svrhu osiguranja potvrde o vrijednosti njihova proizvoda, a ujedno potrošačima potvrditi kvalitetu i sigurnost proizvoda. Upućenost poljoprivrednih proizvođača u sastav i kvalitetu stočarskih proizvoda temelj je u osiguranju dobrog zdravlja i maksimalne proizvodnje životinja na njihovim gospodarstvima. Cjelokupan rad u laboratorijima Centra za kontrolu kvalitete stočarskih proizvoda temelji se na važećoj

zakonskoj legislativi, ISO normama, AOAC standardima i odrednicama norme HRN EN ISO/IEC 17025 (HAPIH, 2023).

Osim laboratorijskih ispitivanja, Centar pruža i sljedeće usluge:

- prikupljanje uzoraka stočarskih proizvoda s područja cijele Republike Hrvatske i transport do

Centra;

- laboratorijska ispitivanja službenih kontrola stočarskih proizvoda u RH;

- vođenje baza korisnika usluga Centra;

- mrežni prikaz rezultata ispitivanja stočarskih proizvoda;

- obrada mjesečnih prosjeka mlijeka;

- suradnja s Državnim zavodom za statistiku;

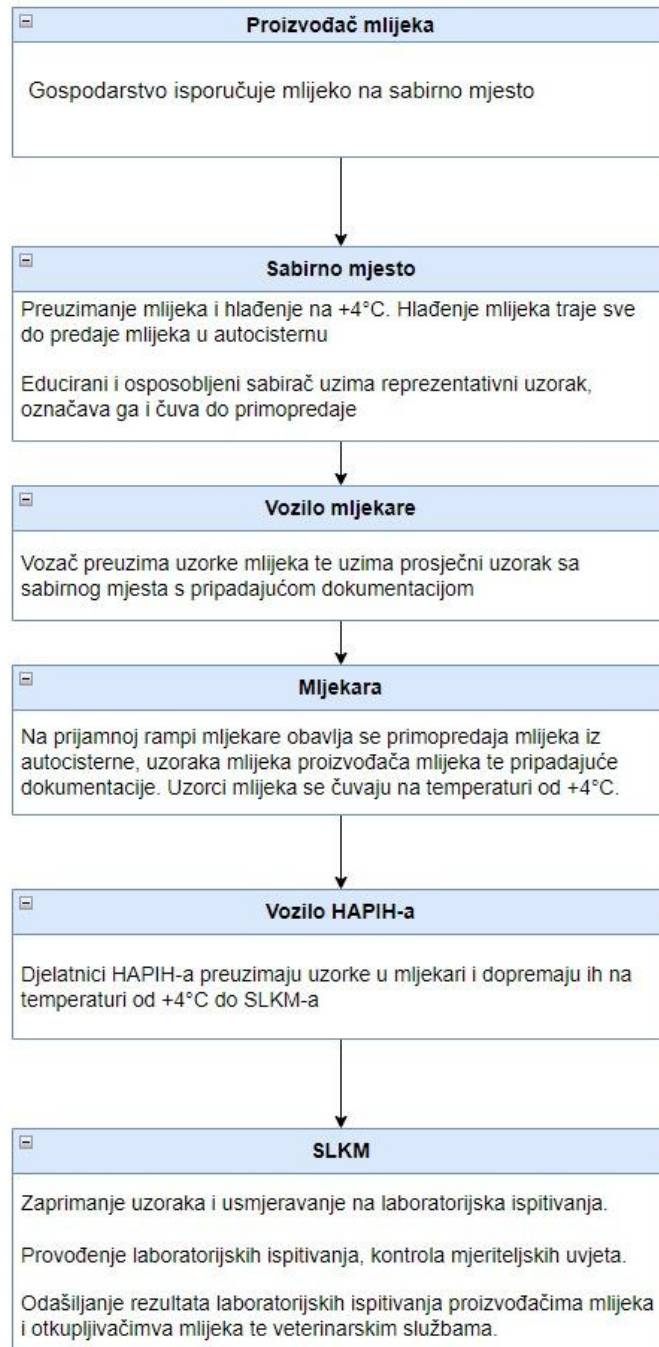
- suradnja s Ministarstvom poljoprivrede i Upravom za veterinarstvo i sigurnost hrane na svim razinama u području kontrole kvalitete stočarskih proizvoda; i

- suradnja s proizvođačima, udrugama proizvođača i otkupljivačima mlijeka.

Središnji laboratorij za kontrolu kvalitete mlijeka je hrvatski nacionalni laboratorij za kontrolu kvalitete mlijeka. Započeo je s radom 2002. godine sa ciljem osiguranja jedinstvenog i neovisnog utvrđivanja kvalitete mlijeka za sve proizvođače i otkupljivače mlijeka u Republici Hrvatskoj. Svi proizvođači mlijeka koji isporučuju mlijeko otkupljivačima u Republici Hrvatskoj nalaze se u sustavu kontrole SLKM-a. Na temelju rezultata laboratorijskih ispitivanja komercijalnih uzoraka mlijeka proizvođačima se definira cijena isporučenog mlijeka. Laboratorij je akreditiran od rujna 2004. godine, čime je osigurana pouzdanost i sigurnost u kvalitetu laboratorijskih ispitivanja i cjelovitost usluge te povjerenje kupaca. Laboratorij ima implementiran i temeljito dokumentiran Sustav upravljanja kvalitetom. Akreditacija potvrđuje kompetentnost laboratorija za obavljanje njegove djelatnosti, a pod nadzorom je Hrvatske akreditacijske agencije kao članice Europske akreditacije. Laboratorij ima 11 akreditiranih metoda čime je osigurana nepristrana laboratorijska analitika primjenom visoke razine organizacije, tehnike i tehnologije.



Slika 1. Sustav kontrole kvalitete mlijeka u Republici Hrvatskoj (Izvor: HAPIH)



Slika 2. Put komercijalnih uzoraka mlijeka (prema: HAPIH, Godišnje izvješće 2022.)

Ispitivanje kvalitete sirovog mlijeka namijenjenog isporuci otkupljivačima provodi se na temelju odredbi Pravilnika o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka (NN 136/2020) i Pravilnika o pregledu sirovog mlijeka namijenjenog javnoj potrošnji (NN 84/2016). U sklopu Centra ispituju se i uzorci mlijeka u okviru kontrole mliječnosti pojedinih grla, koja se obavlja

kao sastavni dio kontrole proizvodnosti u okviru provedbe uzgojnih programa za pojedine vrste i pasmine životinja.

Ispitivanje uzoraka mlijeka u laboratoriju provodi se suvremenom analitičkom opremom. Uzorci mlijeka ispituju se na kemijski sastav koji uključuje sadržaj mliječne masti, bjelančevina, laktoze, suhe tvari, suhe tvari bez masti, uree i točke leđišta te dodatno na sadržaj kazeina, slobodnih masnih kiselina, pH-vrijednost mlijeka i sadržaj ketonskih tijela u mlijeku. U laboratoriju se za svaki uzorak mlijeka utvrđuje i broj somatskih stanica (Tablica 1), broj mikroorganizama te prisutnost inhibitornih tvari u mlijeku. Kod somatskih stanica dodatno se utvrđuje parametar pod nazivom diferencirane somatske stanice.

Tablica 1. Broj uzoraka mlijeka analiziranih na broj somatskih stanica

<i>Godina</i>	<b>Komercijalni uzorci</b>	<b>Selekcijski uzorci</b>
<i>2018</i>	100.205	772.166
<i>2019</i>	87.734	730.979
<i>2020</i>	76.265	626.550
<i>2021</i>	67.913	709.413
<i>2022</i>	57.451	674.392

Svi rezultati laboratorijskih ispitivanja dostupni su proizvođačima preko HAPIH-ove *web*-aplikacije za posjednike u roku od 48 sati od dostave uzorka mlijeka u SLKM. Za pristup podacima potrebno je korisničko ime i lozinka, koje SLKM izdaje svakom korisniku na vlastiti zahtjev.

Rezultati laboratorijskih ispitivanja uzoraka mlijeka koji ne udovoljavaju zakonskim propisima (NN 84/2016., NN 136/2020.) namijenjenog javnoj potrošnji dostavljaju se veterinarskoj inspekciji, ovlaštenim veterinarskim organizacijama, otkupljivačima mlijeka i proizvođačima mlijeka.

Laboratorijski proces vrlo je složen, a počinje osiguranjem valjanog uzorka, nastavlja se transportom uzoraka, identifikacijom uzoraka i usmjeravanjem na laboratorijsku analitiku prema planovima, obavljanjem laboratorijske analitike, prenošenjem rezultata u bazu podataka, ocjenom procesa i verifikacijom rezultata, a potom odašiljanjem rezultata laboratorijskih ispitivanja korisnicima (Slika 2).



Treba istaknuti da je u trenutku osnivanja SLKM-a udio mlijeka I. razreda bio oko 20 % od ukupno isporučenog mlijeka u Republici Hrvatskoj, a u 2022. godini isporučeno je više od 97 % mlijeka I. razreda i samo 3 % mlijeka II. razreda. Sustavnim edukacijama, koristeći se rezultatima laboratorijskih ispitivanja SLKM ima važnu ulogu u povećanju kvalitete mlijeka proizvedenog na hrvatskim farmama (Tablica 2).

Tablica 2. Omjer mlijeka I. i II. razreda po godinama.

<i>Godina</i>	<b>Mlijeko EU kvalitete</b>	<b>Ostalo mlijeko</b>
	I. razred (%)	II. razred (%)
<i>2018</i>	95,1	4,9
<i>2019</i>	95,9	4,1
<i>2020</i>	94,9	5,1
<i>2021</i>	95,5	4,5
<i>2022</i>	97,0	3,0

Izvor: HAPIH (2019-2022)

### 2.3. Somatske stanice

Poznato je da je mlijeko visokovrijedna nutritivna biološka tekućina sastavljena od vode, proteina, masti, šećera i minerala. Ostale važne komponente koje prirodno postoje u sirovom mlijeku su somatske stanice kao prevladavajući tip stanica, zatim odljuštene epitelne stanice mliječnih kanala koje čine 1 – 7% ukupnog broja somatskih stanica, te leukociti, uključujući makrofage, stanice polimorfonuklearnih neutrofila i limfocita (BOUTINAUD i JAMMES, 2002.). Somatske stanice imaju imunološku funkciju u obrani vimena (LI i sur., 2014.), a broj somatskih stanica glavni je pokazatelj kvalitete mlijeka ali njihov utjecaj je minimalan pod pretpostavkom da je vime neinficirano (ČAČIĆ i sur., 2003.). Somatske stanice izlučuju se u mlijeko tijekom normalnog tijeka mužnje i koriste se kao indeks i za procjenu zdravlja vimena mliječnih životinja diljem svijeta (Tablica 3) (ANTUNAC i sur., 1997., SEEGERS i sur., 2011., SAVIĆ i sur., 2017., COSTA i sur. 2021.). Somatske stanice nisu jedini i najpouzdaniji dokaz upale vimena (kliničkog ili subkliničkog), ali broj somatskih stanica u mlijeku je povezan sa stanjem vimena (RAJČEVIĆ i sur., 2003.). Uloga somatskih stanica u procesu proizvodnje mliječnih proizvoda je u većini istraživanja loše definirana. Njihova uloga također kombinira istovremenu fizikalno-kemijsku modifikaciju mlijeka, broj bakterija i upalu vimena (HADŽIOSMANOVIĆ i sur., 1998.). Na broj somatskih stanica utječu produktivnost krave, zdravlje, paritet, stupanj laktacije i pasmina životinje. Svaka promjena uvjeta okoliša, loša praksa upravljanja, kao i stresni uvjeti značajno povećavaju broj somatskih stanica u mlijeku (ŠTOKOVIĆ i sur., 2014., ALHUSSIEN i DANG, 2018.). Rezultati dosadašnjih istraživanja pokazuju povezanost između visokog broja somatskih stanica u mlijeku i proizvodnje (ĐURIČIĆ i sur., 2021.). Visoko mliječne pasmine krava podložnije su stresu i padu imunosti što rezultira upalom i povećanim brojem somatskih stanica. Visoki broj somatskih stanica ne samo da negativno utječe na proizvodnju mlijeka, već i na sastav i kakvoću mlijeka (CINAR i sur., 2015., ALHUSSIEN i DANG, 2018.).

Tablica 3. Procjena zdravstvenog stanja vimena (ANTUNAC i sur., 1997.)

<b>Broj SS u skupnom uzorku mlijeka</b>	<b>Procjena zdravstvenog stanja vimena</b>
<i>do 200 000/ml</i>	bez mastitisa, pojedinačni slučajevi poremećene sekrecije
<i>200 000 do 350 000/ml</i>	mali broj muzara s mastitisom
<i>350 000 do 500 000/ml</i>	veći broj krava s mastitisom
<i>&gt; 500 000/ml</i>	problematično stado, veliki broj krava s mastitisom (loše stanje)

Noviji, dostupni uređaji diferenciraju broj somatskih stanica i prikazuju kao proporciju polimorfonuklearnih leukocita i limfocita kako bi se neizravno otkrio tip i stadij mastitisa (STOCCO i sur., 2020.). SLKM za određivanje broja somatskih stanica koristi fluoro-opto-elektronske metode na analizatorima *Fossomatic 5000*, *Fossomatic FC* i na dva *Fossomatic 7DC*. Analizatori *Fossomatic 7DC* uz mogućnost broja somatskih stanica ima i opciju već ranije spomenute diferencijacije somatskih stanica (Slika 3) (HAPIH, 2022.).



Slika 3. Fossomatic FC (Izvor: Foss.dk)

SLKM svakog mjeseca sudjeluje u ispitivanjima sposobnosti mjerenja broja somatskih stanica koja organizira laboratorij *MIH Huefner*, šest puta godišnje u ispitivanjima koja organizira Referentni laboratorij za mlijeko i mliječne proizvode Agronomskog fakulteta u

Zagrebu i jednom godišnje u ispitivanjima sposobnosti mjerenja u organizaciji *International Committee for Animal Recording*.

Prema zakonskim propisima od 1. siječnja 1995. u zemljama Europske unije, sirovo mlijeko ne smije sadržavati više od 400 000 somatskih stanica/ml (SARRAZIN i SCOTTI, 1995.; TSCHISCHKALE, 1994.; IVKIĆ i sur., 2006.).

Prema Pravilniku o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka računa se geometrijski prosjek za ukupni broj somatskih stanica koji označava geometrijski prosjek tijekom tromjesečnog razdoblja sa najmanje jednim uzorkom mjesečno. Prema izračunatom geometrijskom prosjeku mlijeko se svrstava u razrede. Ukoliko je geometrijski prosjek broja somatskih stanica  $\leq 400.000$  u 1 ml sirovog mlijeka, mlijeko se svrstava u I. razred. Ukoliko je geometrijski prosjek broja somatskih stanica  $> 400.000$  mlijeko se svrstava u II. razred. Visoki broj somatskih stanica nepoželjan je sa stajališta kvalitete (TÖPEL, 2004.), ali neki proizvođači strahuju da bi prenizak broj mogao dovesti do više slučajeva mastitisa zbog smanjene sposobnosti borbe protiv bakterija. Nizak broj somatskih stanica znači povećanje prihoda od više mlijeka, povećanje premija za kvalitetu i smanjenje troškova liječenja mastitisa (JASPER i sur., 1982., HARMON, 1994., SCHALLIBAUM, 1995., BARDHAN, 2013., SINHA i sur., 2014., IZQUIERDO i sur., 2017., DAMM i sur., 2017., AGHAMOHAMMADI i sur., 2018; DASH i sur., 2016.). Unatoč težnji za što nižim brojem somatskih stanica u mlijeku, postavlja se pitanje je li nizak broj somatskih stanica zapravo znak imunosupresije i neodgovarajućeg upalnog odgovora. Ključ prevencije mastitisa je dobra praksa upravljanja i zdrave krave koje se mogu brzo izboriti s mastitisom kada je to potrebno. Prema dosadašnjim literaturnim spoznajama prednosti ipak nadmašuju nedostatke i proizvođači trebaju nastaviti proizvoditi kvalitetno mlijeko prihvatljivo za ljudsku uporabu.

## 2.4. Ukupan broj mikroorganizama

Mlijeko se podvrgava mikrobiološkoj analizi radi utvrđivanja prihvatljivih i maksimalnih parametara mikroorganizama i kontaminanata. Cilj ovih mjera je održavanje sigurne hrane i prema najboljim standardima kvalitete kako bi se izbjegle bolesti koje se prenose hranom (SAENZ, 2022). Svježe pomuženo mlijeko može imati i do nekoliko tisuća mikroorganizama u mililitru. Mikroorganizmi u vime dolaze izravno kroz sisne otvore, tamo se umnažaju i čine normalnu mikrofloru mlijeka. Dio mikroorganizama koji dopijaju u mliječnu žlijezdu ugibaju jer mlijeko ima baktericidni učinak na neke bakterije, no dio mikroorganizama koji je otporniji preživi. Svježe pomuženo mlijeko koje se naziva i „aseptično mlijeko“ sadrži isključivo samo normalnu mikrofloru vimena. Tu najveću populaciju predstavljaju mikrokoki, a pronalaze se i *Streptococcus sp.* i *Corynebacterium sp.* Nabrojani mikroorganizmi rijetko izazivaju mastitise i ne utječu na prinos i kakvoću mlijeka.

Budući da je put sirovog mlijeka od mužnje do prerade dug, lako je moguće da se u mlijeko naseli sekundarna mikroflora i onečisti mlijeko. Onečišćenju većinom pridonosi nedovoljna higijena i nepažnja osoba koje dolaze u doticaj sa mlijekom. U sekundarnu mikrofloru ubrajaju se bakterije *Alcaligenes sp.*, *Bacillus sp.*, *Corynebacterium sp.*, *Enterobacteria*, *Micrococcus sp.*, *Moraxella sp.*, *Proteus sp.*, *Pseudomonas sp.*, *Staphylococcus sp.*, *Streptococcus sp.*, ali mogu i gljivice iz rodova *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus* i kvasci *Alternaria sp.*, *Aspergillus sp.*, *Cladosporium sp.*, *Fusarium sp.*, Kvasac, *Mucor sp.*, *Penicillium sp.*, *Rhizopus sp.*, *Scopulariopsis sp.* (MATKOVIĆ i sur., 2006., CVETNIĆ i sur., 2016., ZADRAVEC i sur., 2020.). Pojavnost onečišćenja se uvelike smanjila modernizacijom prerade i rukovanja sirovim mlijekom, ali još uvijek postoje velike opasnosti budući da je mlijeko vrlo povoljan medij za razvoj mikroorganizama koji u konačnici mogu dovesti do ugrožavanja zdravlja potrošača (WENZ i sur., 2007.). Drugi mogući onečišćivači mlijeka su hrana, stelja, oprema za mužnju, voda itd. (TRATNIK, 1998.).

Ukupan broj mikroorganizama u SLKM-u utvrđuje se metodom epifluorescentnom protočnom citometrijom na analizatoru *BactoScan FC* (Slika 4) kapaciteta 150 uzoraka na sat (HAPIH, 2023.).



Slika 4. BactoScan FC (Izvor: Foss.dk)

Kontrola dnevne stabilnosti mjeriteljskih uvjeta i cjelokupnog rada analitičke opreme za utvrđivanje broja mikroorganizama u mlijeku prati se preko testova ponovljivosti, prenosivosti i obnovljivosti te analiziranjem kontrolnog *Bacterial Control Sample* uzorka (BCS – uzorak specificiranog broja i signala mikroorganizama i dozvoljenog odstupanja od specifikacija). Tijekom cijelog trajanja ispitivanja kontrolni BCS uzorak analizira se na početku smjene te svakih 200 uzoraka.

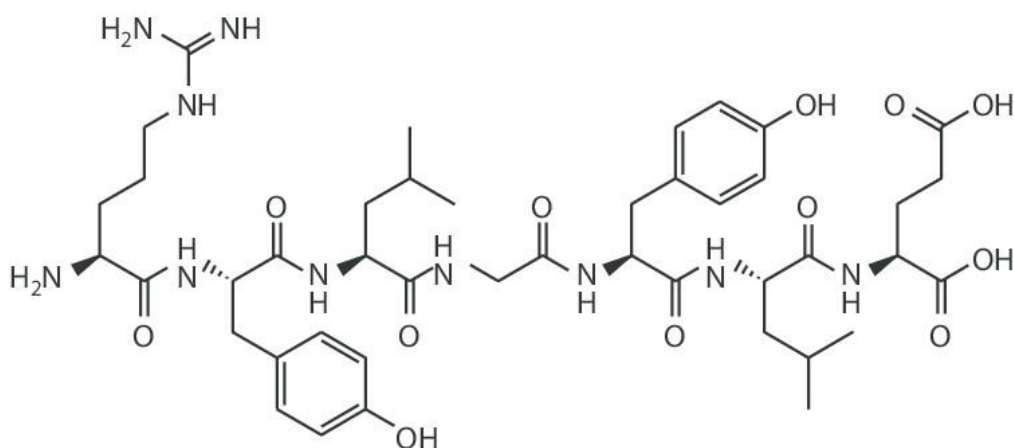
Prema Pravilniku o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka, računa se geometrijski prosjek za ukupni broj mikroorganizama (CFU) koji označava geometrijski prosjek tijekom tromjesečnog razdoblja sa najmanje dva uzorka mjesečno. Prema izračunatom geometrijskom prosjeku mlijeko se svrstava u razrede. Ukoliko je geometrijski prosjek  $CFU \leq 100.000$  u 1 ml sirovog mlijeka, mlijeko se svrstava u I. razred, a ukoliko je geometrijski prosjek  $CFU > 100.000$  mlijeko se svrstava u II. razred.

## 2.5. Kemijski sastav mlijeka

Prosječni sastav mlijeka je 87,4% vode i 12,6% ukupne suhe tvari, a od ukupne količine suhe tvari 3,9% su masti, 3,2% su proteini, 4,6% su laktoza i 0,90% su minerali i vitamini (HARDING, 1995.). Kemijski sastav mlijeka promjenjiva je varijabla i pod utjecajem je čitavog niza različitih endogenih i egzogenih čimbenika. Postotak mliječne masti, ali i bjelančevina u ukupnom sastavu mlijeka obrnuto je proporcionalan proizvodnji mlijeka (ĐURIČIĆ i sur., 2021.).

### 2.5.1. Bjelančevine

Dušične tvari u mlijeku dijele se na proteinske dušične (bjelančevine) i neproteinske dušične tvari. Bjelančevine čine 95% ukupnog udjela dušičnih tvari u mlijeku (ĐURIČIĆ i sur., 2021.), i dijele se u dvije skupine: kazeinski kompleks i bjelančevine sirutke. Kazeinski kompleks ima kemijski sastav koloidne suspenzije, a bjelančevine sirutke su u mlijeku prisutne kao otopina. Bjelančevine u mlijeku sintetiziraju se tako da se prilikom protoka krvi kroz mliječnu žlijezdu crpe aminokiseline i bjelančevine iz krvi (KOZAČINSKI i sur., 2022.). Kazein čini čak 80% ukupnih bjelančevina u mlijeku i sastoji se od nekoliko frakcija:  $\alpha$ S1,  $\alpha$ S2,  $\beta$ ,  $\gamma$ , i k kazeina (Slika 5). On se pojavljuje u mlijeku u obliku micela i ima promjenjivu aminokiselinsku strukturu (FELDHOFER i VAŠAREVIĆ, 1998.).



Slika 5. Strukturna formula kazeina. (Izvor: REDDY i sur., 2016.)

S druge strane, najzastupljenije bjelančevine sirutke su  $\alpha$ -laktalbumini i  $\beta$ -laktoglobulini, koji su proizvodi mliječne žlijezde. Manje količine ovih bjelančevina dolaze iz krvi i uključuju imunoglobuline i protutijela. Koncentracija bjelančevina sirutke varira tijekom laktacije, s najvišim vrijednostima neposredno nakon teljenja i pred kraj laktacije, što odražava promjene u razini bjelančevina u krvi (VARNAM i SUTHERLAND, 1994., HAVRANEK i RUPIC, 2003.).

Kazeini su postojani na toplinsku obradu (SCHULTZ i ASHWORTH, 1974.). Tipični uvjeti kratkotrajne pasterizacije pri visokoj temperaturi (HTST) neće utjecati na funkcionalna i nutritivna svojstva kazeinskih proteina. Tretmani na visokoj temperaturi mogu izazvati interakcije između kazeina i proteina sirutke koje utječu na funkcionalna, ali ne i na nutritivna svojstva. Proteini sirutke su osjetljiviji na toplinu od kazeina. Jače toplinske obrade mogu izazvati denaturaciju  $\beta$ -laktoglobulina koja uzrokuje promjenu fizičke strukture proteina, ali ne utječe na sastav aminokiselina, a time ni na nutritivna svojstva. Ultra visoka pasterizacija može uzrokovati određena oštećenja aminokiselina osjetljivih na toplinu i umanjiti nutritivni sadržaj mlijeka. Međutim, protein sirutke  $\alpha$ -laktalbumin vrlo je stabilan na toplinu (JELEN i RATTRAY, 1995.).

Sukladno Pravilniku o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka (NN 136/2020), ispravno uzetim uzorcima sirovog mlijeka smatraju se uzorci kod kojih je utvrđeno da sadrže najmanje 2,5 % a najviše 4 % bjelančevina.

### 2.5.2. Mliječna mast

Mliječna mast sastoji se od više od 200 različitih masnih kiselina (MOHAN i sur., 2020.) a ta brojka raste prema nekim autorima čak i do 400 (LEGRAND, 2008.), od čega je 65 – 70 % zasićenih i 30 – 35 % nezasićenih, što je čini jednom od najsloženijih frakcija masti u prirodi. Mliječna mast igra ključnu ulogu u oblikovanju karakteristika mliječnih proizvoda, uključujući ugodan okus, bogatu aromu, konzistenciju i teksturu. Glavni sastojci mliječne masti su triacilgliceroli, s manjim količinama diacil i monoacilglicerola. Osim toga, mast sadrži vitamine topljive u mastima poput vitamina A, D, E i K, arome i karotenoidne pigmente koji, iako prisutni u malim količinama, igraju ključnu ulogu u određivanju energetske vrijednosti mlijeka (KOZAČINSKI i sur., 2022.). Mliječna mast ima širok raspon topljenja, a potpuno se topi na 40 °C. Tipični uvjeti kratkotrajne pasterizacije pri visokoj temperaturi ne utječu na funkcionalna i nutritivna svojstva mliječne masti. Jača toplinska



obrada može potaknuti oksidacijske reakcije i uzrokovati kvarenje masti i neugodan okus. Obrada visokom toplinom kao što je pasterizacija na ultra visokim temperaturama mogu poremetiti membranske proteine globula mliječne masti i destabilizirati globule, što dovodi do njihove koagulacije (VAN BOEKEL i WALSTRA, 1995.)

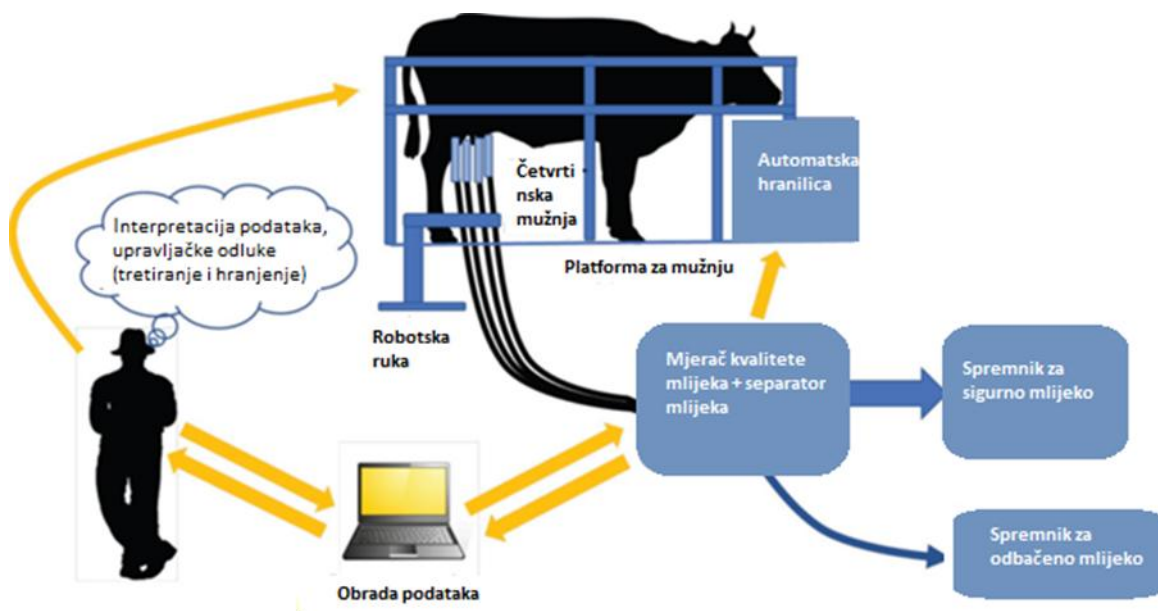
Proces sinteze mliječne masti odvija se kako u mliječnim žlijezdama, gdje se novo sintetizirane masne kiseline kombiniraju s postojećim, tako i iz masnih kiselina koje dolaze iz krvi (GRBEŠA i SAMARŽIJA, 1994.). Važno je napomenuti da se koncentracija mliječne masti razlikuje unutar vimena. U alveolarnom mlijeku, koncentracija masti iznosi 10 % ili više, dok u mlijeku iz cisterne sadržaj masti iznosi otprilike 1 %. Konačna koncentracija masti u izmuženom mlijeku kreće se između 2,5 % i 8 %, ovisno o fazi mužnje (razdoblju mužnje). Najveći doprinos sintezi masti u mliječnim žlijezdama dolazi od octene kiseline, uz doprinos ostalih hlapljivih masnih kiselina i dužih lanaca koje potječu iz predželudaca krava, rezultat mikrobne razgradnje ugljikohidrata i sirove vlaknine. Masne kiseline dužih lanaca mogu potjecati iz masnog tkiva ili biti prenesene u vime krvlju iz jetre. Dominantne masne kiseline u mliječnoj masti su palmitinska i oleinska masna kiselina (HAVRANEK i RUPIC, 2003.), a različite zasićene masne kiseline u mliječnoj masti imaju različite učinke na zdravlje ljudi PARODI (2004., 2009.). Zbog visokog sadržaja zasićenih masnih kiselina i tokoferola, prirodnog antioksidansa, mliječna mast je relativno stabilna u usporedbi s drugim sastavnicama mlijeka. Omjer mliječne masti i bjelančevina igra značajnu ulogu u procjeni hranidbenog statusa i otkrivanju metaboličkih poremećaja (JOVANOVAĆ i sur., 2007.). Neravnomjerni razmak između mužnji, nepotpuno izmuzivanje i dvokratna mužnja imaju negativan utjecaj na smanjenje količine mliječne masti. Tijekom zasušenja i nakon teljenja, postotak mliječne masti je inicijalno nizak, no postupno raste. Metabolički poremećaji, oboljenja vimena i loše zdravstveno stanje krava značajno doprinose smanjenju udjela masti u mlijeku. Visokomliječne pasmine obično imaju niži postotak mliječne masti u usporedbi s kravama koje imaju manji kapacitet za proizvodnju mlijeka (UREMOVIĆ i sur., 2002.). Kao odgovor na povećanu potražnju za proizvodima s visokim udjelom mliječne masti, uzgajivači mlijeka su odabrali pasmine, prilagodili hranu i iskoristili poboljšanu genetiku za povećanje mliječne masti. Do 2020. godine u SAD postotak mliječne masti narastao je na 3,95 % (SUMNER, 2020.)

Sukladno Pravilniku o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka (NN 136/2020), ispravno uzetim uzorcima sirovog mlijeka smatraju se uzorci kod kojih je utvrđeno da sadrže najmanje 3 % a najviše 5,5 % mliječne masti.

## 2.6. Automatizirani muzni sustav (robotizirana mužnja krava)

Prvi sustavi automatizirane mužnje su se počeli koristiti u Nizozemskoj na komercijalnim farmama 1992. godine, a značajnija potražnja za ovakvom vrstom robota raste oko 2000. godine, te se 2017. godine bilježi broj oko 50 000 robota za automatiziranu mužnju u svijetu (HALLÉN-SANDGREN i EMANUELSON, 2017.).

Primjena robota u stočarstvu pomaže posjednicima životinja brže i lakše rješavanje zahtjevnih poslova, a u konačnici znači i moguću štednju novca. Roboti korišteni u poljoprivredi koriste kombinacije softvera, naprednih senzora, fotoaparata i tehnologije (Slika 6). Potreba za korištenjem takvih robota, odnosno korištenje automatiziranog muznog sustava pojavila se osamdesetih godina prošlog stoljeća. Kao glavna prednost primjene robota na farmama navedeno je veća učinkovitost radne snage i niži troškovi rada. Uvođenjem robota za mužnju smanjuje se količina ljudskog rada namijenjenog za mužnju, ali se povećava količina rada u poslovima upravljanja i kontrole mužnje. Automatizirani muzni sustav sastoji se od mjesta za mužnju, sustava za čišćenje sisa, sustava za prepoznavanje položaja sisa, robotske ruke za pričvršćivanje sisnih čaški na sise, senzora i softvera koji spadaju u sustav kvalitete i stroja za mužnju.



Slika 6. Konceptualni okvir za sustav automatske mužnje (Izvor: HOGENBOOM i sur., 2019.)

Automatizirani muzni sustavi uključuju one sa jednom muznom jedinicom i one sa više muznih jedinica. Sustavi sa jednom muznom jedinicom su u stanju pomusti mlijeko otprilike 55 do 65 krava više puta dnevno, a sustavi sa više muznih jedinica su u stanju pomusti mlijeko 80 do 150 krava čak dva do tri puta dnevno. S fiziološkog stajališta strojna mužnja ne bi trebala izazvati više od 5 % promjena na tkivu sisa vimena (širina vrha i debljine stijenke), jer je to neka granica do koje se tkivo životinje stigne oporaviti. Sve preko toga povećava rizik od nastanka mastitisa. Promjene su posljedica mehaničkog pritiska sisne gume i razine podtlaka tijekom procesa mužnje. Zbog toga samo trajanje i cijeli tijek mužnje (brzina protoka, trajanje uzlazne, plato i silazne faze) bitni su čimbenici na koje treba obratiti pozornost kod menadžmenta mužnje (BOBIĆ i sur., 2016.).

Za zdravlje vimena povoljna je kratkotrajna mužnja pri kojoj se brzo postiže maksimalan protok mlijeka i održava se kroz dulje vrijeme. Mogućnosti liječenja kravljeg vimena od mastitisa su ograničene MIJIĆ i sur. (2004.). U današnjim sustavima stočarstva sve je veća upotreba robota (Slika 7 i 8).

Prema podacima HAPIH-a na području Osječko-baranjske županije na šest gospodarstava u primjeni je automatizirani sustav mužnje. Automatska mužnja koncipirana je na principu motivacije krava na približavanje samom robotu. Krave su motivirane tako da se u boks u kojem se nalazi muzna jedinica dodaje koncentrat koju će kravu namamiti na to mjesto i hrana im je dostupna za cijelo vrijeme trajanja mužnje. Sustav automatski prepoznaje i identificira krave i pohranjuje podatke koji mogu otkriti eventualne nepravilnosti u mlijeku. Svi podaci koji su prikupljeni se pohranjuju u sustav i tako omogućuju farmerima lakši nadzor i upravljanje za svaku pojedinu kravu. Opaženi podaci su vidljivi na ekranu računala, ispisu ili putem mobilne aplikacije. Farmer koji je uveo automatiziranu mužnju u svoj sustav proizvodnje mora provoditi manje vremena u izmuzištu i mijenja se oblik njegovog rada u odnosu na vrijeme kad nije koristio sustav automatizirane mužnje. Servisiranje robota ovisi o broju mužnji tijekom dana, a otprilike se svede na tri puta godišnje. Roboti za mužnju nisu prikladni za sve krave na farmi. Problemi koji se najčešće javljaju su otežano stavljanje sisnih čaša zbog nepravilnog oblika vimena ili sisa, no kroz selekcijski odabir ovi problemi bi se trebali smanjiti na minimum kroz vrijeme od otprilike dvije godine. Važno je napraviti postupnu prilagodbu krava na automatiziranu mužnju i postupati s njima bez stresa i galame kako bi naučile dolaziti na mužnju bez straha. Broj dnevnih mužnji po kravi, odnosno dnevnih dolazaka krava robotu bi trebao biti oko 2,5 do 3 puta. Primjena automatiziranih muznih sustava ne narušava dobrobit i zdravlje krava, ali s druge strane povećava dnevni broj mužnji i

samim time dovodi životinju do krajnjih granica njezinih proizvodnih potencijala (MIJIĆ i BOBIĆ, 2019.).



Slika 7. Robot za mužnju tvrtke DeLaval.

(Izvor: <https://thesuffieldobserver.com/2017/09/high-tech-reaches-the-dairy-farm/>)





Slika 8. Robot za mužnju tvrtke Lely.

(Izvor: <https://www.farmanddairy.com/news/robotic-milkers-benefit-small-family-dairies/341821.html/attachment/robotic-milkers-lely3>)

Provedeno je vrlo malo istraživanja koja se bave promjenama tehnoloških karakteristika mlijeka povezanih s primjenom robotizirane mužnje. Više pažnje poklonjeno je učincima učestalog broja mužnji sa posljedičnim povećanjem količine mlijeka, no sadržaj bjelančevina i njihov sastav, mineralni sastav i kiselost ključni su za optimalno zgrušavanje (SRINIVASAN i LUCEY, 2002.).

## 2.7. Mljekarstvo u Osječko-baranjskoj županiji

U Osječko-baranjskoj županiji najzastupljenije vrste poljoprivrede povezane su sa ratarstvom i stočarstvom kao glavnom raspodjelom. Županija je zbog svojih čimbenika i povoljne klime te velikih poljoprivrednih zemljišta u stanju proizvesti puno više proizvoda nego što je potrebno njenom stanovništvu. Ako bi Osječko-baranjska županija iskoristila svoje kapacitete u potpunosti, mogla bi podmiriti svoje tržište, ali i tržište Republike Hrvatske te jednim dijelom i Europske Unije. Kako bi se to ostvarilo potrebno je povećati stočni fond te intenzivirati ratarsku proizvodnju i ostale poljoprivredne proizvodnje. Kad je u pitanju stočarska proizvodnja u Osječko-baranjskoj županiji najzastupljenije je govedarstvo koje je i temelj razvoja stočarstva (HAPIH, 2022.).

Broj krava u Osječko-baranjskoj županiji 2012. godini iznosio je 26.831, od toga je bilo 25.407 mliječnih i krava kombiniranih pasmina. U 2022. godini broj krava je 20.177, a od toga mliječnih i krava kombiniranih pasmina je 18.303. U razdoblju 2012.-2022. ukupno smanjenje broja krava u Osječko-baranjskoj županiji iznosi 25%, a što se tiče krava mliječnih i kombiniranih pasmina smanjenje iznosi 28%. U odnosu na prije 10 godina primat u broju krava preuzima Osječko-baranjska županija. Što se tiče smanjenja proizvodnje mlijeka u promatranom razdoblju, u Osječko-baranjskoj županiji je najmanji u odnosu na ostale najjače proizvodne županije, i iznosi 15%. Najveću prosječnu proizvodnju mlijeka po kravi tijekom standardne laktacije od 305 dana ima Osječko-baranjska županija i iznosi 8617 kg (MIKIĆ, 2023.). U promatranj županiji ostvarena je 1/3 ukupne isporuke mlijeka u Republici Hrvatskoj, a kao razlog navodi se postojanje velikih mliječnih farmi.

Proizvodni udjeli Osječko-baranjske županije u ukupnoj proizvodnji mlijeka Republike Hrvatske prikazani su u tablicama 4-5.

Tablica 4. Broj proizvođača kravljeg mlijeka u Osječko-baranjskoj županiji

	<b>Broj proizvođača u RH</b>	<b>Broj proizvođača u OBŽ</b>	<b>Udio proizvođača (%) u odnosu na RH</b>	<b>Indeks u odnosu na prethodnu godinu u OBŽ</b>	<b>Indeks u odnosu na prethodnu godinu u RH</b>
2018	6193	439	7,09	88,5	88,1
2019	5473	389	7,10	88,6	88,4
2020	4750	326	6,86	83,8	86,8
2021	4115	288	7,0	88,3	86,6
2022	3479	243	6,98	84,4	84,5

Izvor: HAPIH (2022)

Tablica 5. Broj isporučenih količina kravljeg mlijeka u Osječko-baranjskoj županiji u razdoblju od 2018. – 2022. godine, kao i odnos na ukupnu proizvodnju u RH.

<b>Godina</b>	<b>Ukupna isporučena količina (kg)</b>	<b>Udio u ukupnoj proizvodnji u RH (%)</b>	<b>Indeks u odnosu na prethodnu godinu</b>
2018.	133.562.960	29,5	93,5
2019.	130.961.738	30,1	98,1
2020.	133.508.166	30,8	101,9
2021.	134.632.916	31,4	100,8
2022.	135.090.687	33,3	100,3

Izvor: HAPIH (2022)

### 3. Materijal i metode

Istraživanje je provedeno prikupljanjem arhivskih i javno dostupnih podataka u posljednjih pet godina o količinama i kvaliteti mlijeka u Osječko-baranjskoj županiji. Sukladno hipotezi rada, podaci su razdijeljeni na skupine prema veličini farmi, a dodatno su uspoređene i farme koje provode robotiziranu mušnju. Svi rezultati su statistički obrađeni u Microsoft Office Excelu (Microsoft, 2016, SAD). Podaci su uspoređeni student t-testom i ANOVA statističkim metodama. Srednje vrijednosti i standardne pogreške srednje vrijednosti svih skupina podataka, postotak mliječne masti (% m. m.) i bjelančevina (% bjel.) te broj somatskih stanica (BSS) i mikroorganizama (MO) u mL mlijeka prikazani su u tablicama i grafikonima. Statistički značajnima smatrani su rezultati s  $P < 0,05$ .



### 3. Rezultati

Zbog jednostavnosti prikaza rezultata, veličine farmi u Osječko-baranjskoj županiji označene su slovima A – H prema količinama isporučenih kilograma mlijeka na godišnjoj razini, kako slijedi:

A – do 10.000;

B – 10.000 - 50.000;

C – 50.000 - 100.000;

D – 100.000 - 200.000;

E – 200.000 - 500.000;

F – 500.000 - 1.000.000;

G – 1.000.000 - 5.000.000;

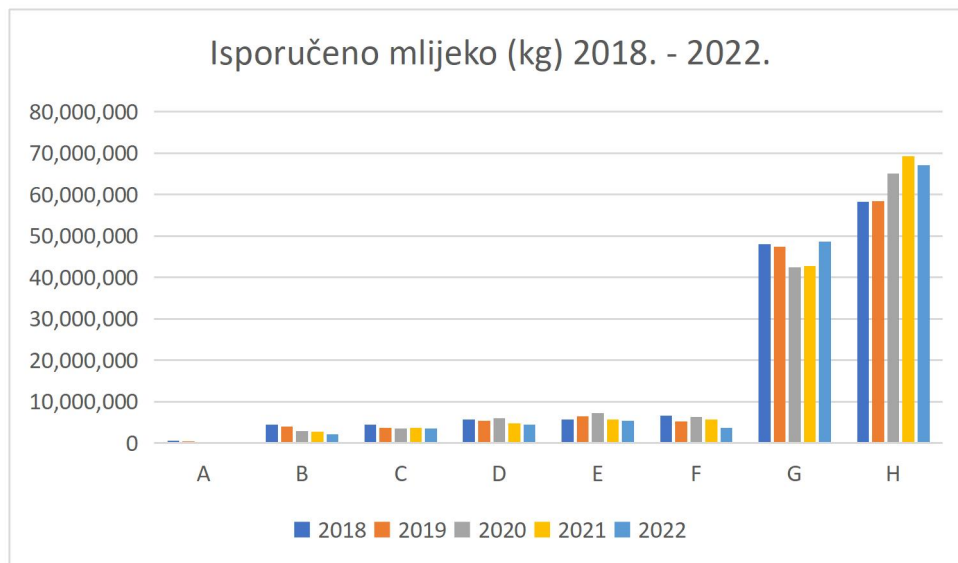
H – više od 5.000.000.

Na Slici 9 prikazano je kretanje broja isporučitelja mlijeka prema gore navedenim kategorijama kroz praćeno petogodišnje razdoblje.



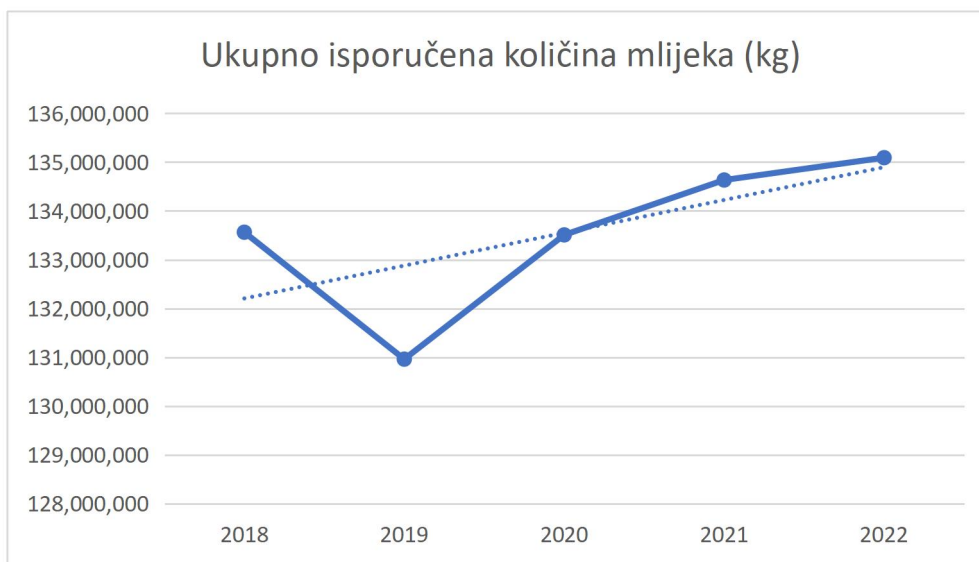
Slika 9: Broj isporučitelja mlijeka 2018. – 2022.

Količine isporučeneog mlijeka u istom vremenskom razdoblju, a također podijeljene prema gore navedenim kategorijama farmi prikazane su na Slici 10.



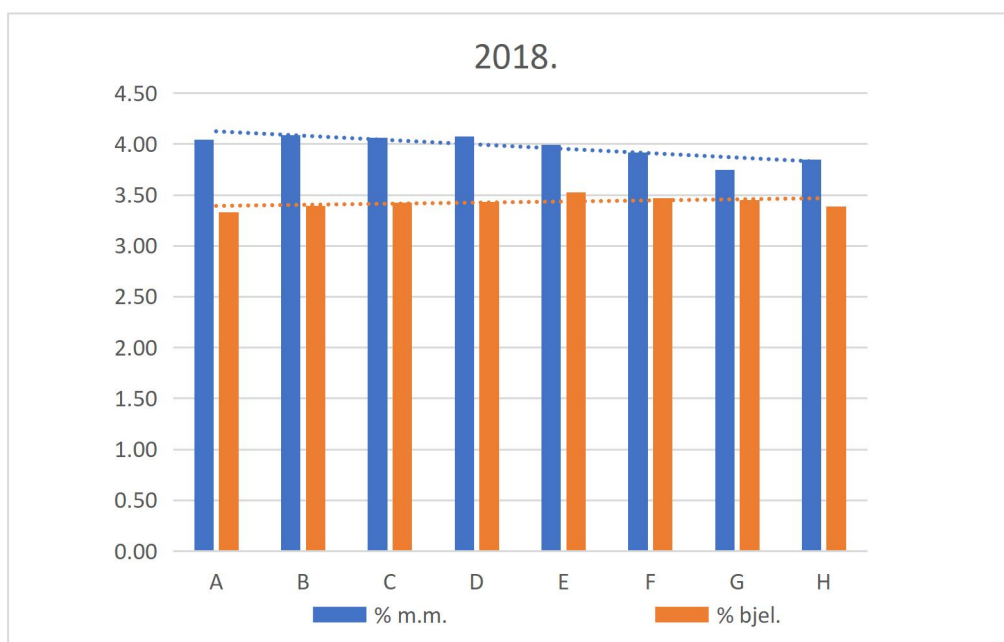
Slika 10. Isporučeno mlijeko (kg) po kategoriji proizvođača (2018. – 2022.).

Ukupne količine mlijeka isporučene s područja Osječko–baranjske županije u praćenom području prikazane su na Slici 11.

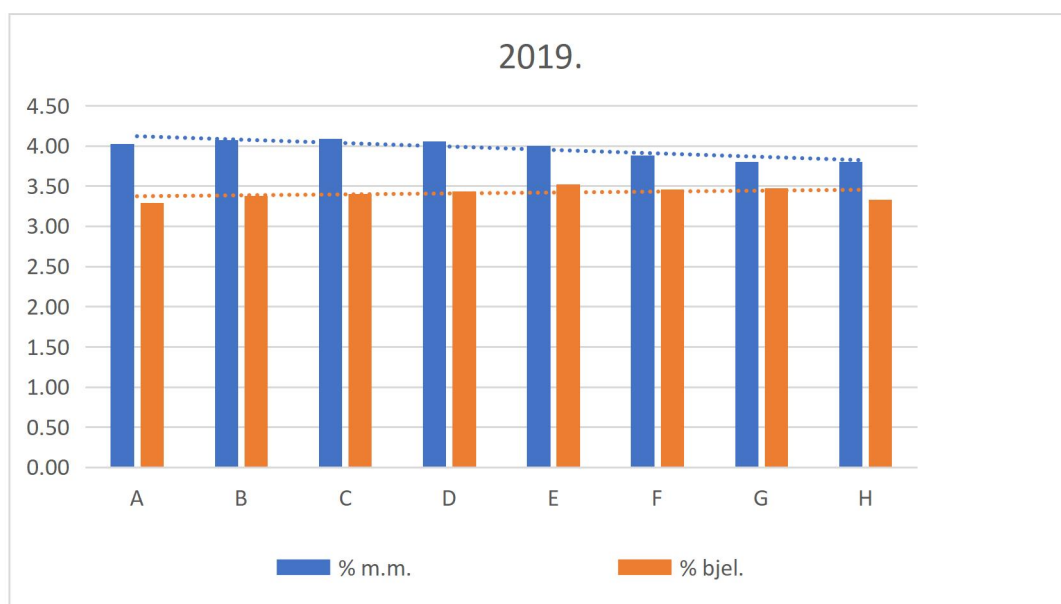


Slika 11. Ukupno isporučena količina mlijeka (kg).

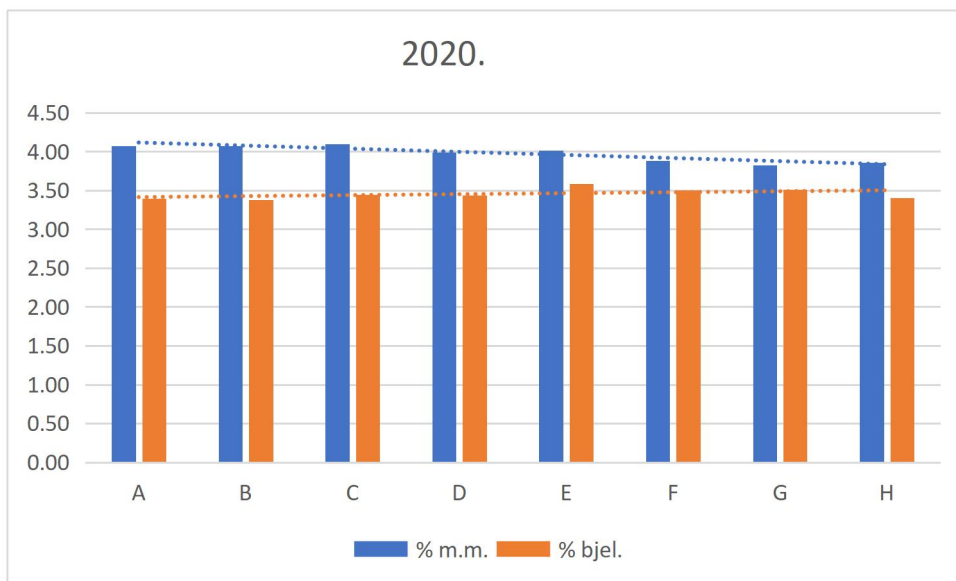
Usporedni rezultati pokazatelja kvalitete mlijeka – postotak udjela masti i bjelančevina, prikazani su za svaku godinu (2018. – 2022.) zasebno po kategorijama veličine farmi, te su na kraju prikazane i prosječne vrijednosti za praćeno vremensko razdoblje (Slika 12 – 17).



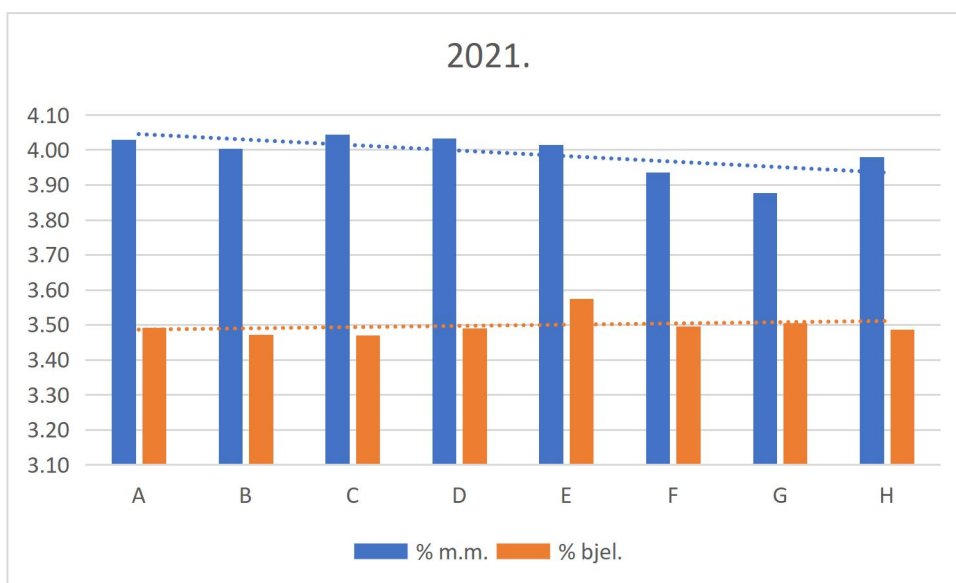
Slika 12. Pokazatelji kvalitete mlijeka – postotak udjela masti i bjelančevina za 2018. godinu.



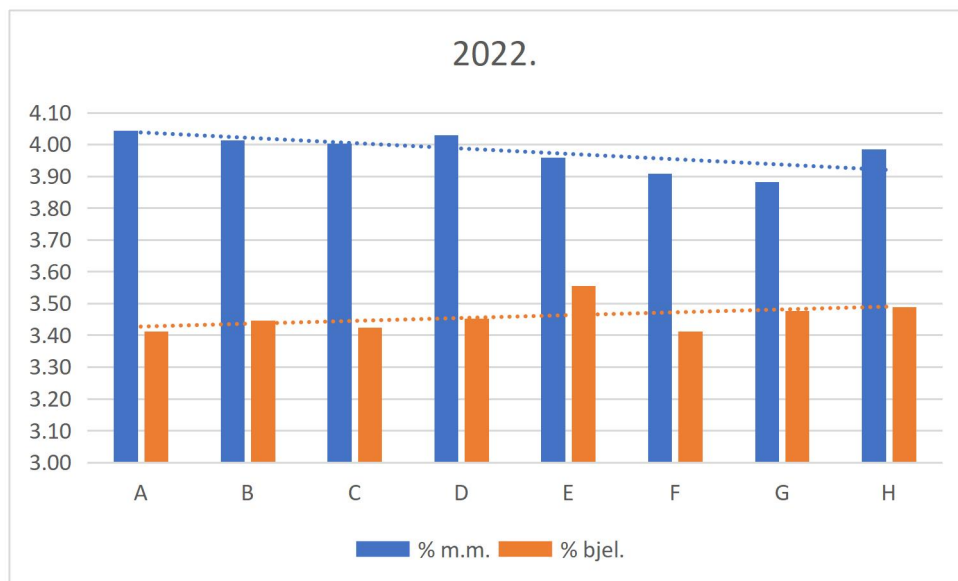
Slika 13. Pokazatelji kvalitete mlijeka – postotak udjela masti i bjelančevina za 2019. godinu.



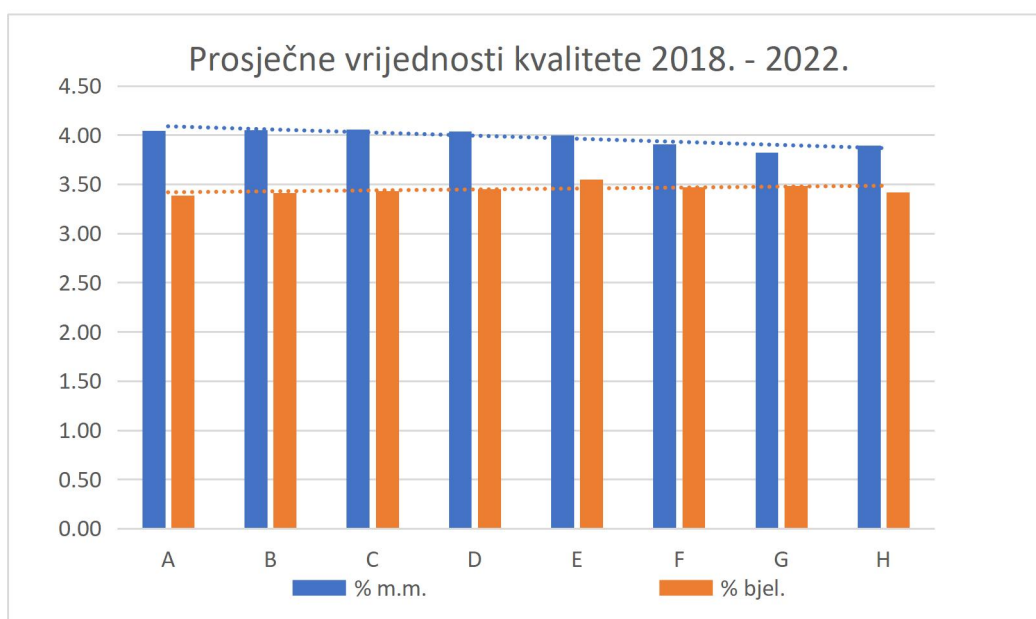
Slika 14. Pokazatelji kvalitete mlijeka – postotak udjela masti i bjelančevina za 2020. godinu.



Slika 15. Pokazatelji kvalitete mlijeka – postotak udjela masti i bjelančevina za 2021. godinu.

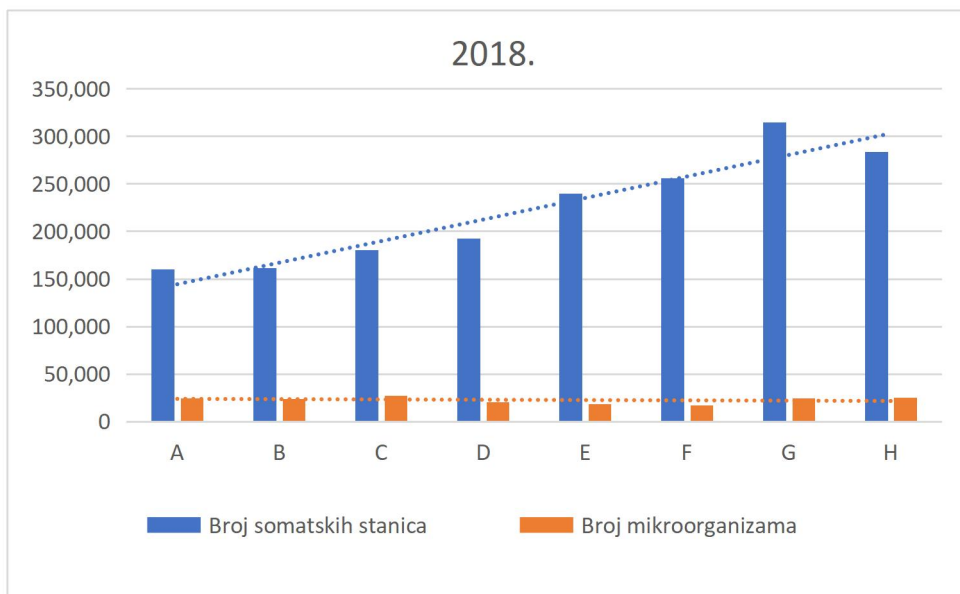


Slika 16. Pokazatelji kvalitete mlijeka – postotak udjela masti i bjelančevina za 2022. godinu.

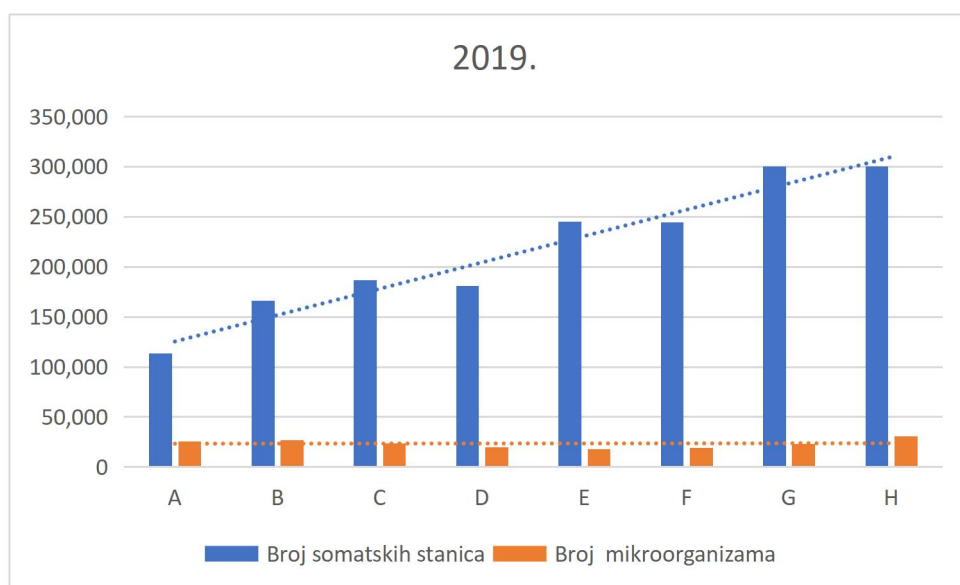


Slika 17. Pokazatelji kvalitete mlijeka – postotak udjela masti i bjelančevina za praćeni period (2018. – 2022.).

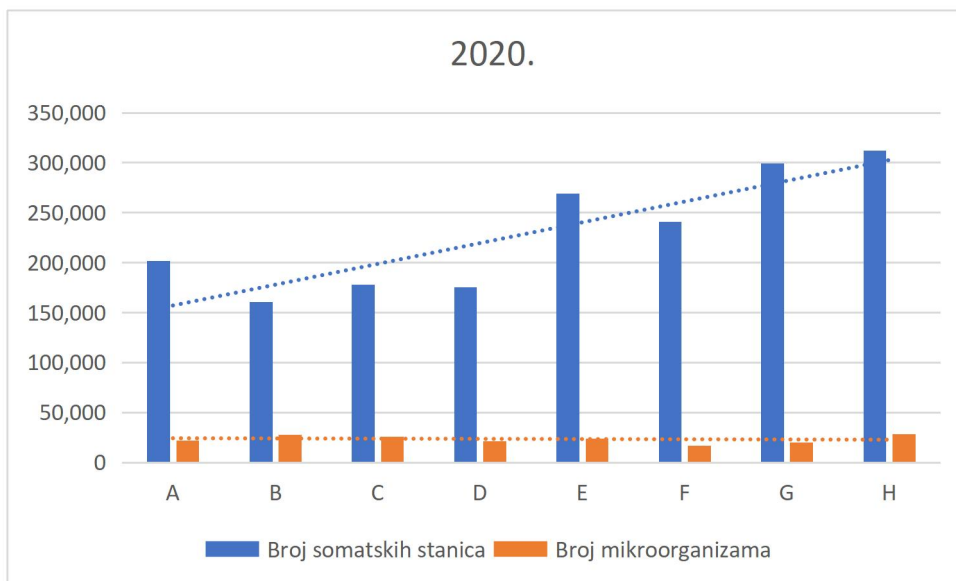
Na sljedećim grafovima prikazani su pokazatelji sigurnosti mlijeka – broj somatskih stanica i ukupni broj mikroorganizama, po godinama (2018 – 2022), te prosječne vrijednosti navedenih pokazatelja prema unaprijed određenim kategorijama proizvođača (Slika 18 - 23).



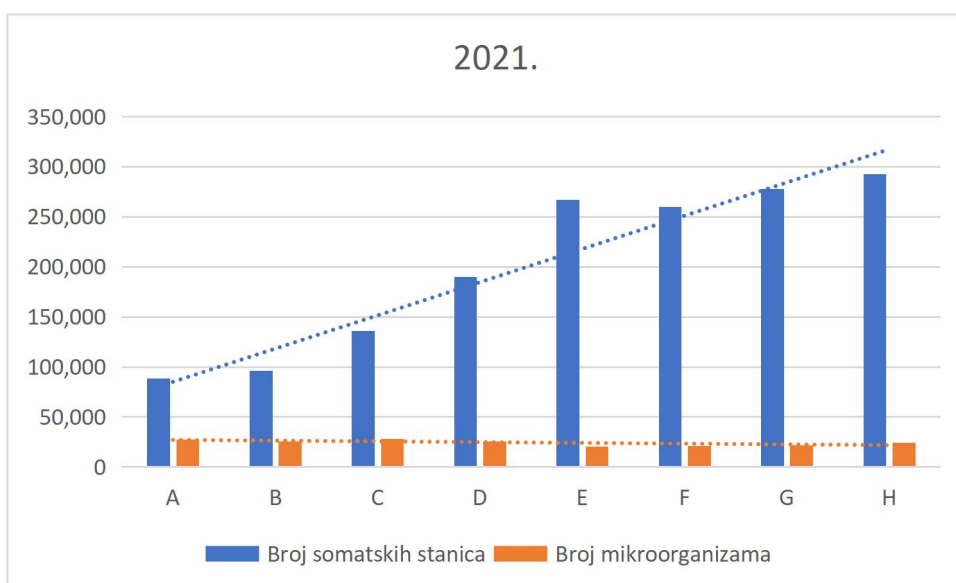
Slika 18. Pokazatelji sigurnosti mlijeka – broj somatskih stanica i ukupni broj mikroorganizama za 2018. godinu.



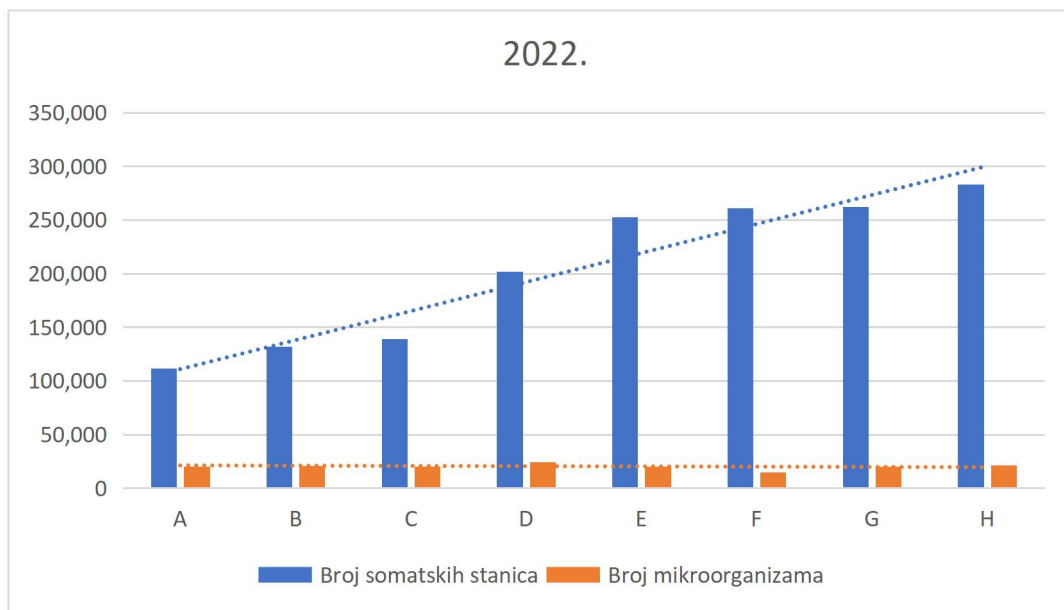
Slika 19. Pokazatelji sigurnosti mlijeka – broj somatskih stanica i ukupni broj mikroorganizama za 2019. godinu.



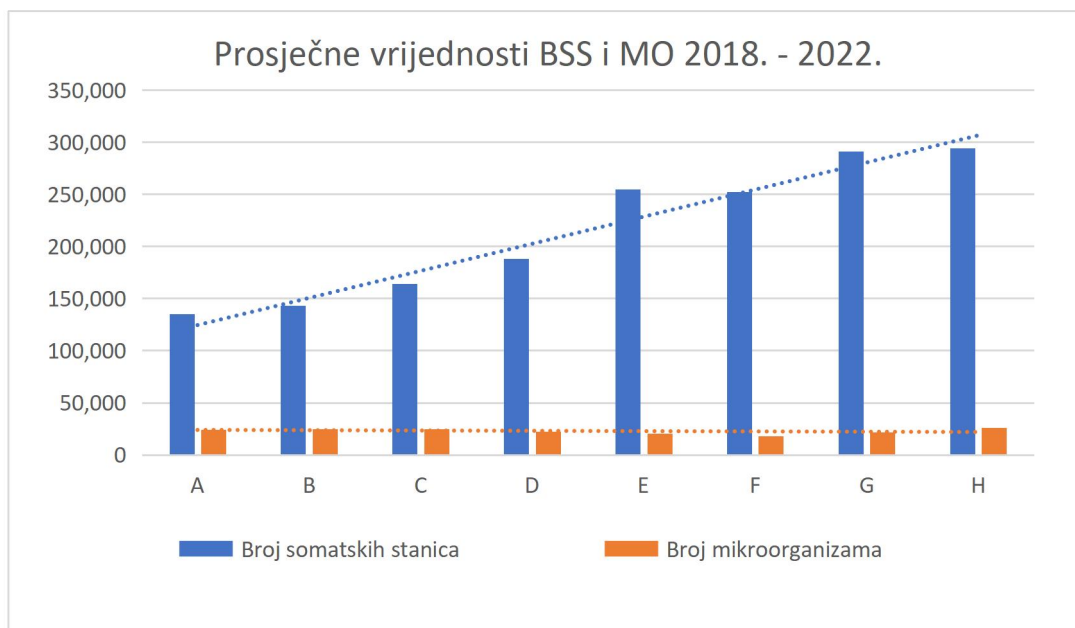
Slika 20. Pokazatelji sigurnosti mlijeka – broj somatskih stanica i ukupni broj mikroorganizama za 2020. godinu.



Slika 21. Pokazatelji sigurnosti mlijeka – broj somatskih stanica i ukupni broj mikroorganizama za 2021. godinu.



Slika 22. Pokazatelji sigurnosti mlijeka – broj somatskih stanica i ukupni broj mikroorganizama za 2022. godinu.



Slika 23. Prosječne vrijednosti pokazatelja sigurnosti mlijeka – broj somatskih stanica i ukupni broj mikroorganizama za praćeni vremenski period (2018. – 2022.).

Statistički značajne razlike na razini od  $p < 0,05$  utvrđene su u odnosu kategorija proizvođača za kriterije % mliječne masti, broj somatskih stanica i ukupni broj



mikroorganizama, kako je navedeno u Tablici 6. Statistički značajne razlike među kategorijama označene su istim brojem – 1 2 3 4 5 6 . Za vrijednosti % *bjelančevina* nije utvrđena statistički značajna razlika među pretraživanim kategorijama.

Tablica 6. Statistički značajne razlike u kvaliteti i sigurnosti mlijeka u odnosu na kategoriju proizvođača\*.

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<i>% m. m.</i>	1	2	3			1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2, 3
<i>Broj somatskih stanica</i>	1	2	3	1, 4	1, 2, 3, 5	1, 2, 3, 4, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6
<i>Ukupni broj mikroorganizama</i>	1	2	3	4	2, 3, 5	1, 2, 3, 4, 6	6	5, 6

\* Utvrđene statistički značajne razlike među kategorijama označene su istim brojem – 1 2 3 4 5 6 .

Tablica 7. Prosječne vrijednosti praćenih pokazatelja na farmama s robotskim načinom mužnje.

	<b>% m.m.</b>	<b>% bjel.</b>	<b>BSS</b>	<b>Broj MO</b>
<i>2018</i>	-	-	-	-
<i>2019</i>	3,75	3,45	232.641	45.830
<i>2020</i>	3,78	3,51	293.952	29.192
<i>2021</i>	3,86	3,52	288.587	28.932
<i>2022</i>	3,87	3,55	273.080	29.449

## 4. Rasprava

Mlijeko je vrlo poželjna namirnica na svakom stolu. Smatra se najpotpunijom i najhranjivijom namirnicom na svijetu jer je bogato svim esencijalnim hranjivim tvarima poput visokokvalitetnih proteina, vitamina, minerala i masti. Mlijeko je zbog niske kiselosti i vrlo podložno kvarenju. U svrhu postizanja najbolje kvalitete i trajnosti mlijeka važno je istražiti koji sve parametri utječu na kvalitetu. U ovom radu smo obradili dva parametra, veličina farme i način upravljanja mliječnom farmom, za koje smo pretpostavili da imaju utjecaj na higijenu i kvalitetu mlijeka. Istraživanje smo proveli na mliječnim farmama u Osječko-baranjskoj županiji, u kojoj se proizvede trećina od ukupne proizvodnje mlijeka u RH.

Literaturni podaci navode da se posljednjih desetak godina isporuka mlijeka u RH smanjila za 33 % (MIKIĆ, 2023.). Prema dobivenim rezultatima u ovom radu, a na temelju podataka za Osječko-baranjsku županiju u razdoblju od 2018. do 2022. godine navedeno se ne može u potpunosti potvrditi. Naime, iako je u prvih nekoliko praćenih godina došlo do pada proizvodnje, u 2022. godini isporučena je u Osječko-baranjskoj županiji rekordna količina mlijeka (Slika 10). Stoga rezultati provedenog istraživanja prikazuju kako ipak dolazi do oporavka sektora i do rasta u količini isporučenog mlijeka. Ova se tvrdnja može pojasniti povećanjem isporučenih količina mlijeka u kategorijama G i H, koje su najznačajnije zbog svoje veličine, što je uspjelo kompenzirati smanjenje ukupnog broja isporučitelja u kategorijama A i B.

Promatrane pokazatelje mlijeka čije smo podatke prikupili podijelili smo u dvije skupine – pokazatelje koji su vezani više uz kvalitetu mlijeka (% bjel. i % m.m.), te pokazatelje koji su više vezani uz sigurnost i higijenu mlijeka (broj somatskih stanica i ukupni broj mikroorganizama). Pokazatelji kvalitete ukazuju na razlike u % m.m, što je vidljivo već u trendu prosječnih vrijednosti (Slika 17), gdje se također primjećuje da u % bjel. nema posebnih odstupanja među kategorijama farmi. Nakon provedenih dodatnih statističkih testova, dokazano je da je postotak udjela mliječne masti u mlijeku bio značajno viši kod isporučitelja iz kategorija koje drže manje krava (A, B i C) u odnosu na veće kategorije farmi (F, G i H). Navedeno se potencijalno može protumačiti činjenicom da manje farme u Hrvatskoj krave češće drže na vezu, a i u tom je načinu uzgoja još uvijek dominantnija Simentalska pasmina goveda koja fiziološki ima masnije mlijeko (WOODFORD i sur., 1986.; BUDIMIR i sur., 2011.). Pokazatelji ujednačenosti udjela bjelančevina podudaraju se s

literaturnim podacima, naime poznato je da hranidba neće značajnije utjecati na količine bjelančevina u mlijeku stoga je ovakav rezultat i očekivan (GRBEŠA i SAMARŽIJA, 1994.; PRIYASHANTHA i sur., 2021.).

Pokazatelj sigurnosti mlijeka broj somatskih stanica prema dobivenim i obrađenim podacima je značajno manji u kategorijama manjih i srednjih farmi (A, B, C i D) u odnosu na veće (E, F, G i H). Naši su podaci u suglasju s prethodno objavljenim podacima, naime, RHONE i sur., (2007.), te VU i sur. (2016.) u svojim publikacijama zaključuju da je mlijeko sa većine malih gospodarstava imalo više mliječne masti i niži broj mikroorganizama i somatskih stanica od srednjih i velikih farmi. Slični rezultati dobiveni su u istraživanju PANTOJA i sur. (2009.) koji zaključuju da broj bakterija unatoč velikoj varijaciji pokazuje da vjerojatnost povećanja broja raste za 2,4% za svakih 10 000 stanica/mL povećanja broja somatskih stanica. Pokazatelj sigurnosti mlijeka kazuje da je broj mikroorganizama samo u kategoriji F značajno manji u odnosu na gotovo sve ostale kategorije. Ovaj je podatak potrebno dodatno istražiti kako bi se uvidjelo zašto je tome tako, odnosno koji su faktori utjecali na navedeni nalaz.

Što se tiče pokazatelja kvalitete i sigurnosti mlijeka koje smo obradili a odnose se na farme koje koriste robotizirani način mužnje mogu se načelno primijetiti određene razlike u prosječnim vrijednostima (npr. ukupni broj mikroorganizama), no zbog nedovoljne količine podataka nismo bili u mogućnosti provesti detaljniju statističku analizu (Tablica 7). Naime, prikupljeni su podaci samo od 2019. nadalje, te samo za područje Đakovštine, a ne za cijelu Osječko-baranjsku županiju. Gospodarstva koja koriste robotizirani način mužnje se mogu pohvaliti samo lakšim upravljanjem na farmi i većom iskoristivosti životinja. Prema HOGENBOOM i sur. (2019.) robotizirani način mužnje značajno mijenja upravljanje stadom, s važnim implikacijama na ekonomske, tehničke i društvene aspekte poljoprivrede na fiziologiju zdravlje i dobrobit životinja.

## 5. Zaključci

Iako se količina isporučenog mlijeka na razini Hrvatske donedavno smanjivala, podaci iz ovog rada pokazuju da se tendencija mijenja u pozitivnu, barem na razini Osječko-baranjske županije.

Dokazali smo da postoje značajne razlike u postotku udjela mliječne masti u mlijeku, broju somatskih stanica, te ukupnom broju mikroorganizama među različitim kategorijama farmi, te samim time da veličina farme utječe na kvalitetu i sigurnost mlijeka. Manje farme imaju kvalitetnije mlijeko, odnosno velike farme imaju niže razine postotka mliječne masti, a više razine broja somatskih stanica.

Bez obzira na utvrđene razlike, farme mliječnih goveda u Osječko-baranjskoj županiji proizvode mlijeko visoke kvalitete, bez obzira na dominantnu pasminu ili sustav mužnje.

## 6. Literatura

1. AGHAMOHAMMADI, M., D. HAINE, D. F. KELTON, H. W. BARKEMA, H. HOGEVEEN, G. P. KEEFE, S. DUFOUR (2018): Herd-level mastitis-associated costs on Canadian dairy farms. *Front. Vet. Sci.* 5, 100. doi: 10.3389/fvets.2018.00100
2. ALHUSSIEN, M. N., A. K. DANG (2018): Milk somatic cells, factors influencing their release, future prospects, and practical utility in dairy animals. *Vet. World* 11, 562 – 577. doi: 10.14202/vetworld.2018.562-577.
3. ALLORE, H. G., P. A. OLTENACU, H. N. ERB (1997): Effects of Season, Herd Size, and Geographic Region on the Composition and Quality of Milk in the Northeast. *J. Dairy Sci.* 80, 3040 – 3049.
4. ALOTHMAN, M., S. A. HOGAN, D. HENNESSY, P. DILLON, K. N. KILCAWLEY, M. O'DONOVAN, J. TOBIN, M. A. FENELON, T. F. O'CALLAGHAN (2019): The “grass-fed” milk story: understanding the impact of pasture feeding on the composition and quality of bovine milk. *Foods* 8, 350. doi: 10.3390/foods8080350.
5. ANONIMUS (2016): Pravilnik o pregledu sirovog mlijeka namijenjenog javnoj potrošnji. *Narodne novine* 84/2016.
6. ANONIMUS (2020): Pravilnik o utvrđivanju sastava sirovog mlijeka. *Narodne novine* 136/2020.
7. ANTUNAC, N., J. LUKAČ, D. HAVRANEK, D. SAMARŽIJA (1997): Somatske stanice i njihov utjecaj na kakvoću i preradu mlijeka. *Mljekarstvo* 47, 183 – 193.
8. BARDHAN, D. (2013): Estimates of economic losses due to clinical mastitis in organized dairy farms. *IJVSBT*. 66, 168 – 172. doi:10.21887/ijvsbt.v13i01.8732
9. BOBIĆ, T., P. MIJIĆ, M. GREGIĆ, V. GANTNER, M. BABAN (2016): Utjecaj krivulje protoka mlijeka na zdravstvene pokazatelje krava u proizvodnji mlijeka. 42. simpozij mljekarskih stručnjaka s međunarodnim sudjelovanjem, 9-12. studenoga 2016., Lovran, str. 55 – 56.
10. BOUTINAUD, M., H. JAMMES (2002): Potential uses of milk epithelial cells. *Reprod. Nutr. Dev.* 42, 133 – 147. doi: 10.1051/rnd:2002013.

11. BUDIMIR, L., M. PLAVŠIĆ, A. POPOVIĆ-VRANJEŠ (2011): Production and reproduction characteristics of Simmental and Holstein Friesian cows in Semberija area. *Biotechnol. Anim. Husb.* 27, 893 – 899. doi: 10.2298/BAH1103893B
12. BYTYQI, H., U. ZAUGG, K. SHERIFI, A. HAMIDI, M. GJONBALAJ, S. MUJI, H. MEHMETI (2010): Influence of management and physiological factors on somatic cell uence of management and physiological factors on somatic cell count in raw cow milk in Kosova. *Vet. arhiv*, 80, 173 – 183.
13. CINAR, M., U. SERBESTER, A. CEYHAN, M. GORGU- LU (2015): Effect of somatic cell count on milk yield and composition of first and second lactation dairy cows. *Ital. J. Anim. Sci.* 14, 105 – 108.
14. COSTA, A., M. ICON, G. NEGLIA, G. CAMPANILE, M. PENASA (2021): Milk somatic cell count-derived traits as new indicators to monitor udder health in dairy buffaloes. *Ital. J. Anim. Sci.* 20, 548 – 558. doi: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1828051X.2021.1899856>
15. CVETNIĆ, L., M. BENIĆ, B. HABRUN, G. KOMPES, M. STEPANIĆ, M. SAMARDŽIJA (2016): Najčešći uzročnici mastitisa u krava i koza u Republici Hrvatskoj. *Vet. Stanica* 2, 107 – 116.
16. CZISZTER, L.T., S. ACATINCAȚI, S., F. C. NECIU, R. I. NEAM, D. E. ILIE, L. I. C. GAVOJDIAN, D. TRIPON (2012): The Influence of Season on the Cow Milk Quantity, Quality and Hygiene. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 45, 305 – 312.
17. CZYZAK-RUNOWSKA, G., J. WÓJTOWSKI, S. BIELIN'SKA-NOWAK, J. WOJTCZAK, M. MARKIEWICZ-KESZYCKA (2020): Seasonal variation in the quality parameters of milk from an extensive, small family farm. *Acta Sci. Pol. Zootechnica* 19, 63 – 70.
18. ČAČIĆ, Z., S. KALIT, N. ANTUNAC, M. ČAČIĆ (2003): Somatske stanice i čimbenici koji utječu na njihov broj u mlijeku. *Mljekarstvo*, 53, 23 – 36.
19. DAMM, M., C. HOLM, M. BLAABJERG, M. NOVAK BRO, D. SCHWARZ (2017): Differential somatic cell count – A novel method for routine mastitis screening in the frame of Dairy Herd Improvement testing programs. *J. Dairy Sci.* 6, 4926 – 4940. doi: 10.3168/jds.2016-12409.
20. DASH, J. R, T. K. SAR, I. SAMANTA, T. K. MANDAL (2016): Effects of herbal extract of *Ocimum sanctum* as supportive therapy with intravenous

- ceftriaxone in experimentally induced staphylococcal chronic mastitis in goat. *Small Ruminant Res.* 137, 1 – 8.
21. DOBRANIĆ, V., B. NJARI, M. SAMARDŽIJA, B. MIKOVIĆ, R. RESANOVIĆ (2008): The influence of the season on the chemical composition and the somatic cell count of bulk tank cow's milk. *Vet. arhiv* 78, 235 – 242.
  22. ĐURIČIĆ, D., A. ZUPČIĆ, J. GRBAVAC, M. SAMARDŽIJA (2021): Promjene kemijskog sastava mlijeka, omjera mliječne masti i bjelančevina u odnosu na proizvedenu količinu mlijeka. *Hrvat. vet. vjesn.* 2, 32 – 38.
  23. FELDHOFFER, S., G. VAŠAREVIĆ (1998): Suha tvar i bjelančevine mlijeka s obzirom na pasminsku pripadnost i hranidbu krava. *Mljekarstvo*, 48, 131 – 143.
  24. GANTNER, V., P. MIJIĆ, S. JOVANOVIĆ, N. RAGUŽ, T. BOBIĆ, K. KUTEROVIĆ (2012): Influence of temperature-humidity index (THI) on daily production of dairy cows in Mediterranean region in Croatia. U: *Animal farming and environmental interactions in the Mediterranean region.* (Ur. Casasús, I., Rogošić, J., A. Rosati, I. Štoković, D. Gabiña). EAAP – European Federation of Animal Sciences, Wageningen Academic Publishers, Wageningen. str. 71 – 78. [https://doi.org/10.3920/978-90-8686-741-7\\_8](https://doi.org/10.3920/978-90-8686-741-7_8)
  25. GONZALEZ, H. DE LIMA; V. FISCHER, M. E. ROCHA RIBEIRO, J. FAINÉ GOMES; W. STUMPF JR., M. ABREU DA SILVA (2001): Evaluation of milk quality on different months of year at Pelotas dairy basin. *R. Bras. Zootec.* 33, 1531 – 1543. doi: 10.1590/S1516-35982004000600020
  26. GRBEŠA, D., D. SAMARŽIJA (1994): Hranidba i kakvoća mlijeka. *Mljekarstvo* 44, 119 – 132.
  27. GRGIĆ, I., L. HADELAN, J. PRIŠENK, M. ZRAKIĆ (2016): Stočarstvo Republike Hrvatske: Stanje i očekivanja. *Meso* 3, 256 – 263.
  28. HADŽIOSMANOVIĆ, M., M. MAŠIĆ, Ž. CVRTILA (1998): Odnos broja somatskih stanica i fizikalno- kemijskih pokazatelja kakvoće mlijeka. *Zbornik radova Veterinarski dani*, 13. – 17. listopada, Rovinj, Hrvatska, str. 69 – 74.
  29. HALLÉN-SANDGREN, C., U. EMANUELSON (2017): Is there an ideal automatic milking system cow and is she different from an ideal parlormilked cow? *Proc. 56<sup>th</sup> Natl. Mastitis Counc. Ann. Mtg.*, 28. – 31. siječnja. St. Pete Beach, FL. Natl. Mastitis Counc. Inc., New Prague, str. 61-68.

30. HAMED, H., A. J. TRUJILLO, B. JUAN, B. GUAMIS, A. ELFEKI, A., GARGOURI (2012). Interrelationships between somatic cell counts, lactation stage and lactation number and their influence on plasmin activity and protein fraction distribution in dromedary (*Camelus dromedaries*) and cow milks. *Small Rumin. Res.* 105, 300 – 307. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2012.01.002.
31. HAPIH (2022): Godišnje izvješće za 2022. godinu – Govedarstvo. Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Centar za stočarstvo. Dostupno na: <https://www.hapih.hr/wp-content/uploads/2023/06/Govedarstvo-Godisnje-izvjesce-2022.pdf>
32. HAPIH (2023): Godišnje izvješće za 2022. godinu. Dostupno na: <https://www.hapih.hr/wp-content/uploads/2023/06/Godisnje-izvjesce-CKKSP-2022.pdf>
33. HARDING, F. (1995): *Compositional quality: milk quality*. Glasgow: Blackie Academic and Professional, str. 165.
34. HARMON, R. J. (1994): Physiology of Mastitis and Factors Affecting Somatic Cell Counts. *J. Dairy Sci.* 77, 2103 – 2112.
35. HAVRANEK, J., V. RUPIC (2003): *Mlijeko od farme do mljekare*. Zagreb, Hrvatska mljekarska udruga.
36. HOGENBOOM, J. A., L. PELLEGRINO, A. SANDRUCCI, V. ROSI, P. D'INCECCO (2019): Invited review: hygienic quality, composition, and technological performance of raw milk obtained by robotic milking of cows. *J. Dairy Sci.* 102, 7640 – 7654.
37. IVKIĆ, Z., P. MIJIĆ, I. KNEŽEVIĆ, F. POLJAK (2006): Značajke broja somatskih stanica u profitabilnoj proizvodnji mlijeka. Zbornik radova "41. hrvatski i 1. međunarodni znanstveni simpozij agronoma. 13. – 17. veljače, Opatija, Hrvatska. str. 587 – 588.
38. IZQUIERDO, A. C., J. E. G. LIERA, R. E. CERVANTES, J. F. I. CASTRO, E. A. V. MANCERA, R. H. CRISPÍN, L. J. MOSQUEDA, A. G. VÁZQUEZ, J.O. PÉREZ, P. S. APARICIO, B. E. RODRIGUEZ DENIS (2017): Production of Milk and Bovine Mastitis. *J Adv. Dairy Res.* 5:174, doi: 10.4172/2329-888X.1000174
39. JASPER, D. E., J. S. McDONALD, R. D. MOCHERIE, W. N. PHILPOT, R. J. FARNSWORTH, S. B. SPENCER (1982): Bovine mastitis research: Needs,



- funding, and sources of support. Proceedings 21<sup>st</sup> Annual Meeting of National Mastitis Council, 21 – 24. siječnja, Arlington, Virginia. str. 184-193.
40. JELEN, P., W. RATTRAY (1995): Thermal denaturation of whey proteins, in: Heat Induced Changes in Milk . 1995, 2nd Ed. Fox, P. F., ed. International Dairy Federation, Brussels, Belgium.
  41. JOVANOVAČ, S., V. GANTNER, N. RAGUŽ, K. KUTEROVAČ, D. SOLIĆ (2007): Omjer mliječne masti i bjelančevina kao indikator hranidbenog statusa holstein krava pri različitom stadiju i redosljedu laktacije. *Krmiva* 49, 189-198.
  42. KESKIN, A., S. ATASEVER (2013): Somatic cell count of bovine bucket milk: a study from Turkey. *IJCMAS* 2, 98–102.
  43. KONJAČIĆ, M., T. MARKOVIĆ, A. IVANKOVIĆ, D. STRUČIĆ (2015): Utjecaj godine i sezone na kemijski sastav i higijensku kvalitetu ekološki proizvedenog kravljeg mlijeka. *Stočarstvo* 69, 45-53.
  44. KOZAČINSKI, L., N. ZDOLEC, Ž. CVRTILA, V. DOBRANIĆ, T. MIKUŠ, M. KIŠ (2022): Mlijeko i mliječni proizvodi. U: *Laboratorijske vježbe iz higijene i tehnologije hrane* (Ur. Kozračinski, L., Cvrtila, Ž, Zdolec, N.). Drugo izdanje. Tiskara Zelina d.d., Zagreb, 206 – 262.
  45. LEGRAND, P. (2008): Intérêt nutritionnel des principaux acides gras des lipides laitiers. *Sci. Aliments*, 28, 34 - 43.
  46. LI, N., R. RICHOUX, M. BOUTINAUD, P. MARTIN, V. GAGNAIRE (2014): Role of somatic cells on dairy processes and products. *Dairy Sci Technol.* 94, 517–538.
  47. MARCONDES, I. M., V. L. N. BRANDÃO, G. A. T. FERREIRA, A. L. da SILVA (2017): Impact of farm size on milk quality in the Brazilian dairy industry according to the seasons of the year. *Cienc. Rural* 47, 1 – 8. doi.org/10.1590/0103-8478cr20161004
  48. MATKOVIĆ, K., M. VUČEMILO, B. VINKOVIĆ, Ž. PAVIČIĆ, S. MATKOVIĆ (2006): Mikroorganizmi u zraku staje kao mogući postsekretorni zagađivači mlijeka. *Mljekarstvo* 56, 369 - 377.
  49. MIJIĆ, P., T. BOBIĆ (2019): Automatizirani muzni sustavi ili robotizirana mužnja krava: prednosti i nedostaci. *Zbornik predavanja 14. savjetovanja uzgajivača goveda u Republici Hrvatskoj.* 30 – 31. siječnja, Plitvička jezera, Hrvatska, str. 68 – 77.

50. MIJIĆ, P., I. KNEŽEVIĆ, M. DOMAĆINOVIĆ (2004): Connection of milk flow curve to the somatic cell count in bovine milk. *Arch. Tierz.*, 6, 551 – 556.
51. MIKIĆ, Z. (2023): Broj krava, isporuka mlijeka i proizvodnja mlijeka po kravi u zadnjih 10 godina u RH. *Mljekarski list - Podlistak Hrvatske agencije za poljoprivredu i hranu*, 4. Dostupno na: <https://www.hapih.hr/wp-content/uploads/2023/03/Podlistak-HAPIH-ozujak-2023.pdf>
52. MOHAN, M. S., T. F. O'CALLAGHAN, P. KELLY, S. A. HOGAN (2020): Milk fat: opportunities, challenges and innovation. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 61, 2411 – 2443. doi:10.1080/10408398.2020.1778631
53. PANTOJA , J. C. F., D. J. REINEMANN , P. L. RUEGG (2009): Associations among milk quality indicators in raw bulk milk. *J. Dairy Sci.* 92 pp. 4978–4987.
54. PARODI, P. W. (2004): Milk fat in human nutrition. *Aust. J. Dairy Technol.* 59, 53 - 59.
55. PARODI, P. W. (2009): Has the association between saturated fatty acids, serum cholesterol and coronary heart disease been over emphasized? *Int. Dairy J.* 19, 345 – 361. doi:10.1016/j.idairyj. 2009.01. 001
56. PRIYASHANTHA, H., Å. LUNDH, A. HÖJER, G. BERNES, D. NILSSON, M. HETTA, K. HALLIN SAEDÉN, A. H. GUSTAFSSON, M. JOHANSSON (2021): Composition and properties of bovine milk: A study from dairy farms in northern Sweden; Part I. Effect of dairy farming system. *J. Dairy Sci.* 104, 8582–8594.
57. RAJČEVIĆ, M., K. POTOČNIK, J. LEVSTEK (2003): Correlations Between Somatic Cells Count and Milk Composition with Regard to the Season. *ACS*, 68, 221 – 226.
58. RHONE, J. A., S. KOONAWOOTRITTRIRON, M. A. ELZO (2007): Factors affecting milk yield, milk fat, bacterial score, and bulk tank somatic cell count of dairy farms in the central region of Thailand. *Trop Anim Health Prod.* 40, 147-153.
59. REDDY, A. B., MANJULA, B., SUDHAKAR, K., SIVANJINEYULU, V., JAYARAMUDU, T., SADIKU, E. R. (2016): Polyethylene/Other Biomaterials-based Biocomposites and Bionanocomposites. U: *Polyethylene-Based Biocomposites and Bionanocomposites* (Ur. P. M. Visakh, S. Lüftl). str. 279-314.

60. ROY, D., A. YE, P. J. MOUGHAN, H. SINGH (2020): Composition, Structure, and Digestive Dynamics of Milk From Different Species - Review article. *Front. Nutr.*, 7 | doi: <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.577759>
61. SAENZ, J., G. SILVESTRELLI, S. BAUERSACHS, S. E. ULBRICH (2022): Determining extracellular vesicles properties and miRNA cargo variability in bovine milk from healthy cows and cows undergoing subclinical mastitis. *BMC Genom.* 23, 189.
62. SARRAZIN, P., O. SCOTTI (1995): Raw milk and Europe. *Dairy Sci. Abs.* 75, 2091.
63. SAVIĆ, N. R, D. P. MIKULEC, R. S. RADOVANOVIĆ (2017): Somatic cell counts in bulk milk and their importance for milk. *EES* 85, 012085. doi: 10.1088/1755-1315/85/1/012085
64. SCHALLIBAUM, M. (1995): Milk quality and mastitis control in Switzerland. *Dairy Sci. Abs.* 57, 482.
65. SCHULTZ, D. L., U. S. ASHWORTH (1974): Effect of pH, calcium and heat treatment on curd tension of casein fraction fortified skim milk. *J. Dairy Sci.* 57, 992 – 997.
66. SEEGER, H., C. FOURICHON, F. BEAUDEAU (2011): Production effects related to mastitis and mastitis economics in dairy cattle herds. *Vet. Res.* 34, 475 – 491.
67. SINHA, M. K., N. N. THOMBARE, B. MONDAL (2014): Subclinical mastitis in dairy animals: incidence, economics, and predisposing factors. *Sci. World J.* 523984. doi: 10.1155/2014/523984
68. SKRZYPEK, R., J. WÓJTOWSKI, R. D. FAHR (2004): Factors affecting somatic cell count in cow bulk tank milk - a case study from Poland. *J. Vet. Med. A. Physiol. Pathol. Clin. Med.*, 51, 127 – 131. doi: 10.1111/j.1439-0442.2004.00611.x.
69. SRINIVASAN, M., J. A. LUCEY (2002): Effects of added plasmin on the formation and rheological properties of rennet-induced skim milk gels. *J. Dairy Sci.* 85, 1070 – 1078.
70. STOCCO, G., A. SUMMER, C. CIPOLAT-GOTET, L. ZANINI, D. VAIRANI, C. DADOUSIS, A. ZECCONI (2020): Differential cell count as a novel indicator

- of milk quality in dairy cows. *Animals (Basel)* 10, 753. doi: 10.3390/ani10050753
71. SUMNER, D. A. (2020): California Dairy: resilience in a challenging environment U: California Dairy: Resilience in a Challenging Environment (Ur. Giannini, S.). str. 133 – 161.
  72. ŠTOKOVIĆ, I., A. KOSTELIĆ, M. BENIĆ, K. MATKOVIĆ (2014): Novi način borbe protiv mastitisa na farmama mliječnih krava. Zbornik radova 10. savjetovanja uzgajivača goveda u Republici Hrvatskoj. 20 – 21. studenog, Bjelovar, Hrvatska, str. 69 – 74.
  73. TÖPEL, A. (2004): *Chemie und Physik der Milch*. Behr's Verlag GmbH & Co. KG, Hamburg DE, 756, pp. 369-434.
  74. TSCHISCHKALE, R. (1994): Suspension of milk collection - what then? *Dairy Science Abstracts*, 56, 4009.
  75. TRATNIK, LJ. (1998): *Mlijeko - tehnologija, biokemija i mikrobiologija*. Hrvatska mljekarska udruga. Zagreb.
  76. UREMOVIĆ, Z., M. UREMOVIĆ, V. PAVIĆ, B. MIOČ, S. MUŽIĆ, Z. JANJEČIĆ (2002): *Stočarstvo*. Sveučilišni udžbenik, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb.
  77. VAN BOEKEL, M. A. J. S., P. WALSTRA (1995): Effect of heat treatment of chemical and physical changes to milkfat globules. U: Heat-induced changes in milk, (Ur. Fox, P. F.). Drugo izdanje. str. 51 – 65.
  78. VARNAM, A. H., J. P. SUTHERLAND (1994): *Milk and milk products, Technology, Chemistry, and Microbiology*, Chapman and Hall, London, UK, str. 78 - 360.
  79. VU, N. H., C. LAMBERTZ, M. GAULY (2016): Factors Influencing Milk Yield, Quality and Revenue of Dairy Farms in Southern Vietnam. *Asian J. Anim. Sci.* 10, 290 – 299. doi: 10.3923/ajas.2016.290.299
  80. VUČEMILO, M., K. MATKOVIĆ, I. ŠTOKOVIĆ, S. KOVAČEVIĆ, M. BENIĆ (2012): Welfare assessment of dairy cows housed in a tie-stall system. *Mljekarstvo* 62, 62 -67.
  81. WENZ, J. R., S. M. JENSEN, J. E. LOMBARD, B. A. WAGNER, R. P. DINSMORE (2007): Herd management practices and their association with bulk

tank somatic cell count on United States Dairy Operations. J. Dairy Sci. 90, 3652 – 3659.

82. WOODFORD, J. A., N. A. JORGENSEN, G. P. BARRINGTON (1986): Impact of dietary fiber and physical form on performance of lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 69, 1035.
83. ZADRAVEC, M., V. JAKI TKALEC, S. FURMEG, M. KIŠ, M., MITAK, T. MIKUŠ (2020): Molekularna identifikacija kvasaca iz svježeg mlijeka i tradicionalno proizvedenog svježeg sira. Vet. stanica 51, 605 – 610.

## 8. Sažetak

Utjecaj veličine i načina upravljanja mliječnom farmom na pokazatelje kvalitete i sigurnosti sirovog mlijeka u Osječko-baranjskoj županiji

Marija Lukac

Cilj ovog rada bio je istražiti podatke o količinama i kvaliteti mlijeka u Osječko-baranjskoj županiji u razdoblju od 2018. godine do 2022. godine i utvrditi postoji li razlika kemijskih pokazatelja i pokazatelja sigurnosti glede količinskih razreda. Istraživanje je provedeno prikupljanjem i obradom arhivskih i javno dostupnih podataka HAPIH-a. Izvršena je i analiza navedenih pokazatelja na farmama na kojima se provodi robotizirana mužnja. Statistička obrada podataka i njihova usporedba izvršena je student t-testom i ANOVA statističkim metodama u Microsoft Office Excelu (Microsoft, 2016, SAD). Analizom podataka utvrđene su značajne razlike u postotku udjela mliječne masti u mlijeku, broju somatskih stanica, te ukupnom broju mikroorganizama među različitim kategorijama farmi, te samim time da veličina farme utječe na kvalitetu i sigurnost mlijeka.

Ključne riječi: farma muznih krava, veličina, upravljanje, kvaliteta, sigurnost, mlijeko

## 9. Summary

The influence of the size and management of the dairy farm on the indicators of quality and safety of raw milk in the Osijek-Baranja County

Marija Lukac

The aim of this study was to investigate data on quantities and quality of milk in the Osijek-Baranja County from 2018 to 2022, and to determine whether there are differences in chemical indicators and safety indicators regarding quantity classes. The research was conducted by collecting and analyzing archival and publicly available data from the Croatian Agency for Agriculture and Food (HAPIH). An analysis of these indicators was also carried out on farms where robotic milking is implemented. Statistical data processing and comparison were performed using the student t-test and ANOVA statistical methods in Microsoft Office Excel (Microsoft, 2016, USA). Data analysis revealed significant differences in the percentage of the content of milk fat, the somatic cells count, and the total number of microorganisms among different categories of farms, and therefore that the size of the farm affects the quality and safety of milk.

Keywords: dairy farm, size, management, quality, safety, milk

## 10. Životopis

Marija Lukac rođena je 14. lipnja 1997. u Osijeku. Upisuje Osnovnu školu Ivana Gorana Kovačića i Osnovnu glazbenu školu Ivana Gorana Kovačića u Đakovu. Opću gimnaziju završila je u Gimnaziji Antuna Gustava Matoša u Đakovu. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu upisuje 2016. godine gdje izabire smjer Higijena i tehnologija animalnih namirnica i veterinarsko javno zdravstvo što joj je ujedno i područje interesa za rad u struci.