

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Jernej OBLAK

ANALIZA IN NAPOVEDOVANJE PRIREJE MLEKA V SLOVENIJI

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**ANALYSIS AND FORECASTING OF MILK PRODUCTION IN
SLOVENIA**

GRADUATION THESIS
University Studies

Ljubljana, 2016

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija kmetijstvo – zootehnika. Naloga je bila opravljena na Katedri za znanosti o rejah živali, na enoti za govedorejo Oddelka za zootehniko Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Komisija za študij 1. in 2. stopnje Oddelka za zootehniko je za mentorico diplomskega dela imenovala doc. dr. Marijo Klopčič.

Recenzent: doc. dr. Silvester Žgur

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:	prof. dr. Andrej LAVRENČIČ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
Član:	doc. dr. Marija KLOPČIČ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
Član:	doc. dr. Silvester ŽGUR Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Datum zagovora:

Podpisani izjavljam, da je diplomsko delo rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Jernej OBLAK

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 636.2(043.2)=163.6
KG	govedo/krave molznice/prireja mleka/kontrola mlečnosti/analiza/napovedovanje/ /model/ARIMA
KK	AGRIS L10/5214
AV	OBLAK, Jernej
SA	KLOPČIČ, Marija (mentorica)
KZ	SI-1230 Domžale, Groblje 3
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
LI	2016
IN	ANALIZA IN NAPOVEDOVANJE PRIREJE MLEKA V SLOVENIJI
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	XI, 69 str., 17 pregl., 32 sl., 51 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	V diplomski nalogi smo analizirali 1.579.223 kontrol mlečnosti, opravljenih na 1.495 kmetijah pri 89.297 kravah črno-bele, lisaste in rjave pasme v obdobju od 2010 do 2015 na območju treh Kmetijsko gozdarskih zavodov Kranj, Ljubljana in Novo mesto. Na osnovi podatkov kontrole mlečnosti smo ugotavljali razlike med posameznimi zavodi in pasmami. Ugotavljali smo razlike v mlečnosti in vsebnosti maščob ter beljakovin glede na pasmo, mesec kontrole, sezono telitve, starost krav ob prvi telitvi, stadij laktacije in glede na zaporedno laktacijo. Ugotovili smo, da je velikost kmetije v pozitivni korelaciji s povprečno dnevno mlečnostjo. Na osnovi obstoječih podatkov kontrol mlečnosti zadnjih let smo razvili model za napoved prireje mleka v prihodnje, pri čemer smo uporabili model eksponentnega glajenja (ETS), model avtoregresivnega integriranega drsečega povprečja (ARIMA) in model ARIMA z vključenimi dodatnimi dejavniki. Za dodatne dejavnike smo poleg osnovnega podatka o mesečnem povprečju dnevne prireje mleka na dan kontrole uporabili tudi vpliv vročinskega stresa (TVI-indeks), vpliv količine pridelka silažne koruze in vpliv strukture vzorca kontrol. Ovrednotili smo natančnost modelov za napovedovanje gibanja prireje mleka in z najboljšim izmed njih, za kar se je izkazal model ARIMA z vključenimi dodatnimi dejavniki, določili napoved za sledečih 12 mesecev. V povprečju naj bi bila v letu 2016 napovedana mlečnost večja za 1,31 kg mleka na kravo na dan (5,7 %) v primerjavi z letom 2015.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn

DC UDC 636.2(043.2)=163.6

CX cattle/dairy cows/milk production/milk recording/analysis/prediction//model/
ARIMA

CC AGRIS L10/5214

AU OBLAK, Jernej

AA KLOPČIČ, Marija (supervisor)

PP SI-1230 Domžale, Groblje 3

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Animal Science

PY 2016

TI ANALYSIS AND FORECASTING OF MILK PRODUCTION IN SLOVENIA

DT Graduation thesis (University Studies)

NO XI, 69 p., 17 tab., 32 fig., 51 ref.

LA sl

AL sl/en

AB We analysed 1,579,223 milk recordings data which were carried out on 1,495 farms at 89,297 dairy cows of Holstein-Friesian, Simmental and Brown breed in the period from 2010 to 2015 in the area of three Agricultural Forestry regional institutes Kranj, Ljubljana and Novo mesto. Based on the milk recording data, the differences between regions and breeds were identified. We noted the differences in milk yield and fat and protein content depending on the breed, month of control, the season of calving, the cows' age at first calving, the stage of lactation, and in relation to the successive lactation. We have established that the size of the farm correlates positively with the average daily milk yield. On the basis of existing milk recording data in the last years a model for forecasting future milk production was developed. For this purpose the model of Exponential Smoothing (ETS), the model of Auto Regressive Integrated Moving Average (ARIMA) and the model ARIMA with included additional factors, were used. In addition to basic data on daily milk production on the recording day we also used the influences of heat stress (THI index), the quantity of forage maize harvest and the structure of milk recording data. The accuracy of models for forecasting trends of milk production were evaluated and with the help of the best model ARIMA with integrated additional factors we determined the forecast for the following 12 months. The predicted average milk yield in 2016 should be higher for 1.31 kg of milk per dairy cow a day (5.7 %) compared to the year 2015.

KAZALO VSEBINE

str.

	Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
	Key Words Documentation (KWD)	IV
	Kazalo vsebine	V
	Kazalo preglednic.....	VII
	Kazalo slik.....	IX
	Okrajšave in simboli	XI
1	UVOD.....	1
2	PREGLED OBJAV.....	2
2.1	GOVEDOREJA NA SLOVENSKEM	2
2.2	KONTROLA PRIREJE MLEKA V SLOVENIJI.....	5
2.3	SESTAVA MLEKA, MLEČNOST IN VPLIVI NA MLEČNOST	9
2.3.1	Sestava mleka.....	9
2.3.1.1	Mlečna maščoba	9
2.3.1.2	Mlečne beljakovine	11
2.3.1.3	Laktoza	12
2.3.1.4	Minerali	12
2.3.2	Mlečnost.....	12
2.3.2.1	Vpliv prehrane na mlečnost.....	14
2.3.2.2	Vpliv podnebja na mlečnost	15
2.3.2.3	Vpliv molže	16
2.3.2.4	Vpliv sezone	17
2.3.2.5	Vpliv sezone telitve	18
2.3.2.6	Vpliv starosti ob prvi telitvi.....	19
2.3.2.7	Vpliv stadija laktacije	19
2.3.2.8	Vpliv zaporedne laktacije in starosti živali	21
2.3.2.9	Vpliv poporodnega premora in dobe med telitvama.	21
2.3.2.10	Vpliv zdravstvenega stanja.....	22
2.4	NAPOVEDOVANJE PRIREJE MLEKA	23

3	MATERIAL IN METODE	25
3.1	MATERIAL	25
3.2	METODE	25
4	REZULTATI	29
4.1	ANALIZA KONTROLE MLEČNOSTI	29
4.2	NAPOVEDOVANJE PRIREJE MLEKA	51
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	56
5.1	RAZPRAVA	56
5.1.1	Analiza kontrole mlečnosti	56
5.1.2	Napovedovanje prireje mleka	58
5.2	SKLEPI	60
6	POVZETEK	62
7	VIRI	64

ZAHVALA

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Število kontroliranih krav na območju Slovenije in mlečnost teh krav v letih 1932, 1937, 1952 in 1955 (Osterc in sod., 2004: 47)	3
Preglednica 2: Spreminjanje pasemskega sestava po letih in v % (Osterc in sod., 2004: 42)	4
Preglednica 3: Število čred in krav, vključenih v odkup mleka, ter količina prodanega mleka v litrih oz. kilogramih (Osterc in sod., 2004: 49; Tržno poročilo leto 2011 ..., 2012; Tržno poročilo leto 2015 ..., 2016)	5
Preglednica 4: Število kontroliranih krav in mlečnost teh krav v standardni laktaciji v Sloveniji po letih (Sadar in sod., 2015: 47; Sadar in sod., 2016: 48)	7
Preglednica 5: Kemijska sestava kravjega mleka (Đorđević, 1982, cit. po Bajt, 2011: 11)	9
Preglednica 6: Rezultati kontrole prireje mleka za leto 2015 po pasmah/križanjih v Sloveniji (Sadar in sod., 2016: 52).....	11
Preglednica 7: Vpliv starosti ob prvi telitvi na mlečnost v prvi laktaciji, Belgija, holštajn pasma, n = 411.844, 1990–2010 (Froidmont in sod., 2013: 669).....	19
Preglednica 8: Vpliv starosti ob prvi telitvi na življenjsko prirejo mleka, Belgija, holštajn pasma, n = 149.979, 1990–2010 (Froidmont in sod., 2013: 670). 19	19
Preglednica 9: Mlečnost v posameznih laktacijah pri kombinirani pasmi (Cizej, 1991: 83)	21
Preglednica 10: Vpliv poporodnega premora (PP) na mlečnost v laktaciji (Cizej, 1991: 84)	21
Preglednica 11: Ocenjeno zmanjšanje mlečnosti (v kg) v celotni laktaciji za posamezno zaporedno laktacijo glede na povprečno skupno število somatskih celic (SŠC) v mleku v laktaciji v primerjavi z zdravimi kravami s povprečjem SŠC pod 100 ($\times 10^3$ / ml), (holštajn pasma, n = 115.617, Ontario, Kanada, 2009) (Hand in sod., 2012: 1361).....	22
Preglednica 12: Število kmetij in krav s kontrolo mlečnosti in število krav na kmetijo v posameznem letu.....	29
Preglednica 13: Osnovni statistični parametri dnevne kontrole mlečnosti za obdobje 2010–2015, opravljene na območju zavoda Kranj, Ljubljana in Novo mesto	36
Preglednica 14: Povprečne vrednosti dnevne mlečnosti, vsebnosti maščob in beljakovin po posameznih letih na osnovi dnevni kontrol produktivnosti	37

Preglednica 15: Povprečna mlečnost na dan kontrole (v kg), vsebnost maščob in beljakovin (v %) po pasmah krav	37
Preglednica 16: Povprečna mlečnost krav v prvi laktaciji (standardna laktacija) glede na starostni razred ob prvi telitvi (mlečnost izražena v kg, starostni razred v mesecih)	46
Preglednica 17: Mesečno povprečje dnevne prireje mleka na dan kontrole (v kg mleka/kravo na dan). Vrednosti za leto 2016 so napoved.	54

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Povprečna mlečnost kontroliranih krav v standardni laktaciji ter vsebnost maščob in beljakovin po letih (Sadar in sod., 2016: 47)	8
Slika 2: Grafično poenostavljeni vplivi na prirejo mleka (Cizej, 1991: 77).....	13
Slika 4: Povprečna mlečnost krav glede na mesec telitve, črno-bela pasma, n = 428, 1997 (Orešnik in Logar, 2001).....	18
Slika 5: Tipična teoretična laktacijska krivulja krave (Caput, 1996: 231)	20
Slika 6: Število kontrol v posameznem mesecu (povprečje $\pm$ SD)	30
Slika 7: Število kontrol po posameznih zavodih	31
Slika 8: Delež kontrol glede na pasmo krave	32
Slika 9: Delež kontrol pri posameznih pasmah glede na območje Kmetijsko gozdarskega zavoda.....	33
Slika 10: Število kontrol glede na zaporedno laktacijo	34
Slika 11: Število kontrol posamezne pasme glede na zaporedno laktacijo	34
Slika 12: Povprečna starost krav posamezne pasme in vseh krav skupaj v kontroli mlečnosti (starost v dnevih) po posameznih letih.....	35
Slika 13: Povprečna starost krav ob prvi telitvi (glede na leto opazovanja)	36
Slika 14: Povprečna dnevna mlečnost glede na pasmo krave po letih (v kg na kravo na dan kontrole)	38
Slika 15: Povprečna vsebnost maščobe glede na pasmo krav po letih (v %).....	39
Slika 16: Povprečna vsebnost beljakovin glede na pasmo krav po letih (v %).....	39
Slika 17: Mesečna povprečja dnevni kontrol prireje in sestave mleka (v kg oziroma v % na kravo na dan kontrole)	40
Slika 18: Povprečna mlečnost in vsebnost maščob ter beljakovin na dan kontrole v posameznem mesecu (izraženo v kg oziroma v % na kravo na dan kontrole)	41
Slika 19: Povprečna mlečnost ter vsebnost maščob in beljakovin na dan kontrole glede na mesec telitve (izraženo v kg oziroma v % na kravo na dan kontrole)	42
Slika 20: Povprečna mlečnost v standardni laktaciji glede na mesec telitve (v kg).....	43
Slika 21: Povprečna dnevna mlečnost (kg) ter vsebnost maščob in beljakovin (v %) glede na dan po telitvi (povprečna laktacijska krivulja)	44
Slika 22: Povprečna dnevna mlečnost (v kg) glede na stadij laktacije in ločeno po pasmi	45

Slika 23: Povprečna dnevna mlečnost (v kg) glede na stadij laktacije in ločeno po mesecu telitve.....	46
Slika 25: Vsebnost maščob in beljakovin glede na zaporedno laktacijo (v %).....	48
Slika 26: Povprečna mlečnost na dan kontrole (v kg) glede na stadij laktacije. Prikazano po zaporednih laktacijah	49
Slika 27: Povprečna mlečnost na dan kontrole (v kg) glede na povprečno število krav v kontroli na kmetiji in ločeno po prevladujoči pasmi na kmetiji (za x-os je uporabljeno logaritemsko merilo osnove 10)	50
Slika 28: Odstotek dni v mesecu s pojavom vročinskega stresa pri kravah, ko je temperaturno-vlažnostni indeks (TVI) ≥ 72 (Napoved za leto 2016).....	51
Slika 29: Dejavnik pridelave krme kot vpliv količine pridelka silažne koruze v t/ha v posameznem letu (Pridelek..., 2016) (Napoved za leto 2016)	52
Slika 30: Pričakovana mlečnost v kg glede na strukturo vzorca kontrol (Napoved za leto 2016)	53
Slika 31: Povprečna napaka in povprečna absolutna napaka (abs) napovedi za količino mleka na dan kontrole (v kg)	54
Slika 32: Napoved gibanja povprečne mesečne mlečnosti v letu 2016 (v kg mleka na dan kontrole). Območje modre barve pri napovedi za leto 2016 označuje interval zaupanja (80 oz. 95 %).	55

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

EU	Evropska unija
ICAR	Mednarodni komite za kontrolo produktivnosti živali
FAO	Organizacija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo
KGZS	Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije
CPZ GOVEDO	Centralna podatkovna zbirka Govedo
DMT	doba med telitvama
PP	poporodni premor
TVI	temperaturno-vlažnostni indeks
SŠC	skupno število somatskih celic
SANN	static artificial neural network
MLR	multiple linear regression model
NARX	nonlinear auto regressive model with exogenous input
ARMA	Autoregressive Moving Average
ARIMA	Auto Regressive Integrated Moving Average (metoda avtoregresivnega integriranega drsečega povprečja)
ETS	ExponenTial Smoothing (eksponentno glajenje)
ARSO	Agencija Republike Slovenije za okolje
HF	holštajn-frizijska pasma
ČB	črno-bela pasma
LS	lisasta pasma
RJ	rjava pasma
KR	Kranj
LJ	Ljubljana
NM	Novo mesto

1 UVOD

V Sloveniji je prireja mleka ena glavnih kmetijskih panog, ki se zaradi padca cen mleka in povečevanja prireje mleka v državah EU trenutno sooča z velikimi težavami. V letu 2015 so se odkupne cene mleka zmanjšale za več kot 20 % zaradi embarga na ruskem trgu, ukinitve mlečnih kvot, povečane svetovne prireje in manjše porabe mlečnih izdelkov. Količina prirejenega in odkupljenega mleka v Sloveniji se po podatkih Statističnega urada republike Slovenije povečuje. Kakšno bo gibanje prireje mleka v prihodnje, je vprašanje, ki si ga zastavljajo tako pridelovalci in stroka kot tudi odkupovalci in predelovalci mleka.

Številni raziskovalci, eksperti na področju sektorja prireje mleka, agrarni ekonomisti, politiki, mlekarne in drugi proučujejo vplive na količino prireje mleka in sestavo ter kakovost tega mleka. Menimo, da bi bilo možno to področje dopolniti z analizo rezultatov kontrole mlečnosti in tako na osnovi obstoječih podatkov kontrole mlečnosti zadnjih let razviti model gibanja prireje mleka v prihodnje. Na osnovi analize kontrol mlečnosti v Sloveniji bi lahko povzeli, kateri so ključni dejavniki, ki vplivajo na mlečnost krav in s tem na skupno prirejo mleka v Sloveniji. Z vključitvijo dodatnih dejavnikov, ki ne izhajajo direktno iz analize kontrol mlečnosti (npr. podatki o temperaturi zraka, relativni vlažnosti, količini in kakovosti pridelane krme ...), bi lahko povečali natančnost napovednega modela. Dober model za napovedovanje prireje mleka bi bil lahko koristen za načrtovanje procesov v posameznih členih mlečne verige s prilagoditvami na njihove specifične in razpoložljive baze podatkov (npr. pri načrtovanju ukrepov kmetijske politike, pri načrtovanju odkupa mleka posameznih odkupovalcev in tudi v posameznih mlekarnah).

Cilj naloge je analizirati prirejo mleka v Sloveniji in na podlagi analize rezultatov kontrol mlečnosti ovrednotiti uspešnost različnih modelov za napovedovanje gibanja prireje mleka ter z najboljšim izmed njih določiti napoved za sledečih 12 mesecev.

2 PREGLED OBJAV

2.1 GOVEDOREJA NA SLOVENSKEM

Hernja-Masten (2004) navaja, da je človek vedno posvečal veliko pozornost in skrb živinoreji, govedoreji, pridelavi hrane, izboljšavam pasemskih vrst, še posebej pa kravam molznicam, saj mleko spremlja človeka vse življenje.

S povečanjem števila prebivalstva v mestih je kmetijstvo moralo pridelati vse več hrane. Ferčej (1998) tako ugotavlja, da so v 19. stoletju na Slovenskem pričele delovati deželne kmetijske družbe, ki so pričele pospeševati kmetijstvo. Kupovale in razpečevale so semena, orodja in stroje ter druge potrebščine za kmetovanje. Govedorejo so pospeševale s povečanjem pridelkov krme in urejanjem gnojničnih jam ter gnojišč. Kmetijske družbe so za kmečko rejo nakupovale in iz drugih dežel pripeljale plemenske bike in telice. Na Slovenskem so se tako pojavljale nove pasme z večjo produktivnostjo.

Osterc in sod. (2004) navajajo, da so naši predniki skušali slediti najrazvitejšim območjem v Evropi z usmerjanjem v vzrejo in prodajo volov za delo in meso (na Notranjskem, Dolenjskem in Kozjanskem) in z intenzivnejšo prirejo in predelavo mleka (na Tolminskem in v Bohinju). Zato so se ustanovljale prve mlekarske zadruge, na večjih gospodarstvih pa so se usmerjali v prirejo mleka za trg. Na gospodarstvih z večjim številom govedi so se zavedali, da je prihodek odvisen od prireje po živali, zato so začeli z izvajanjem selekcije na proizvodne lastnosti. Pogoji za uspešnost selekcije so bili zanesljivi proizvodni podatki, ki so jih lahko dobili s kontrolo prireje pri posamezni živali. Ferčej (1998) tako poroča, da je leta 1904 v Mariboru 5 rejcev krav montafonske pasme ustanovilo Prvo štajersko kontrolno društvo za mlečnost krav.

Ferčej (1998) tudi navaja, da je leta 1929 z upravno razdelitvijo Jugoslavije na 9 banovin Slovenija postala del Dravske banovine. Banska uprava je z Oddelkom za kmetijstvo pospeševala tudi živinorejo. Uvedena je bila obvezna kontrola mlečnosti rodovniških krav. Mleko so vsak mesec merili člani selekcijskih organizacij pri vseh rodovniških kravah. Pri merjenju mleka je bil v vsakem hlevu 6-krat na leto pri vseh molžah na dan prisoten nadzornik s strani selekcijske organizacije. Nadkontrolor pristojne Živinorejske zveze pa je občasno preverjal izvajanje mlečne kontrole in beleženje rodovniških podatkov.

Povprečna mlečnost kontroliranih krav je bila takoj po drugi svetovni vojni manjša kot pred njo. Osterc in sod. (2004) navajajo, da je bila mlečnost kontroliranih krav pred drugo svetovno vojno le malo nad 2.000 kg. Število kontroliranih krav in njihova povprečna mlečnost se je po drugi svetovni vojni zmanjšala. Njihovo število in mlečnost sta se pričela povečevati šele po letu 1952 (Preglednica 1).

Preglednica 1: Število kontroliranih krav na območju Slovenije in mlečnost teh krav v letih 1932, 1937, 1952 in 1955 (Osterc in sod., 2004: 47)

Leto	1932	1937	1952	1955
Število kontroliranih krav	1.825	5.360	4.082	21.942
Mlečnost v kg	2.050	2.126	1.971	2.370

Ferčej (1998) poroča, da se je število kontroliranih krav povečevalo do leta 1955, potem pa se je zaradi manj prijazne politike do kmetov število kontroliranih krav zopet zmanjšalo. V tistem času so se ustanovljala državna posestva, ki pa zmanjšanja števila krav na družinskih kmetijah niso uspela nadomestiti. Osterc in sod. (2004) navajajo, da se je z novo gospodarsko reformo v letih 1965/66 število kontroliranih krav pričelo povečevati. Število kontroliranih krav se je od tedaj stalno povečevalo in je v letih 2000/2004 doseglo število med 70.000 in 75.000 kontroliranih krav.

Ferčej (1998) ugotavlja, da se je podatek o odstotku maščobe mleka prvič zabeležil v poročilu o kontroli proizvodnosti za leto 1955. Od leta 1956 se je zaradi uskladitve s pravili Mednarodnega komiteja za kontrolo mlečnosti (ICAR) pri FAO in zaradi novih metod selekcije začelo izračunavati zaključke mlečnosti krav za standardne laktacije v 305 dneh in za cele laktacije. Pred tem se je zaključke o mlečnosti krav izračunavalo za koledarsko leto.

Pasemska sestava govedi se je v Sloveniji pričela spreminjati v šestdesetih letih 20. stoletja. Kot navajajo Osterc in sod. (2002), sta bila razloga za spremembe uvajanje in hitro širjenje o semenjevanja krav ter vse večje povpraševanje po dobro spitanih bikih. Zaradi tega se je povečal delež lisaste in rjave pasme, pri katerih se je selekcija usmerila v kombinirane lastnosti (mleko in meso). Osterc in sod. (2002) so mnenja, da se je zaradi načrtne industrializacije kmetijstva s strani tedanje politike na državna posestva uvažalo mlečne pasme telic, predvsem črno-belo in jersey pasmo. V preglednici 2 je prikazano spreminjanje pasemske sestave goveda v letih od 1938 do 2003.

Preglednica 2: Spreminjanje pasemskega sestava po letih in v % (Osterc in sod., 2004: 42)

Pasma\leto	1938	1953	1972	1980	1990	1995	2000	2003
Lisasta	19	28	55	54	57	59	59	58
Rjava	29	33	36	34	30	25	20	19
Črno-bela (HF)	-	-	4	11	12	15	20	22
Pincgavska (cikasta)	24	20	5	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5
Pomurska (pšenična)	15	13	-	-	-	-	-	-
Bela slovenska (plava)	13	6	-	-	-	-	-	-
Mesne	-	-	-	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5

Osterc in sod. (2002) navajajo, da so se v osemdesetih letih prejšnjega stoletja poleg državnih posestev v priraje mleka usmerile tudi nekatere družinske kmetije, ki so rjavo pasmo zamenjale s črno-belo pasmo tipa holštajn. Zaradi zmanjševanja števila govedi na Primorskem proti koncu prejšnjega stoletja, kjer je prevladovala rjava pasma, je delež živali črno-bele pasme po letu 2000 prehitel rjavo pasmo in je danes na drugem mestu po zastopanosti. Osterc in sod. (2004) navajajo, da rejci, ki se usmerjajo v priraje mleka, zamenjujejo rjavo pasmo s holštajn frizijsko, rejci, ki se usmerjajo v rejo krav dojilj, pa rjavo pasmo nadomeščajo z lisasto (Preglednica 2).

Osterc in sod. (2004) navajajo, da je slovenskim govedorejcem do osemdesetih let 20. stoletja glavni vir prihodka predstavljala prodaja govedi za meso. V naslednjih desetletjih je priraje mleka postala dohodkovno zanimivejša. Povečanemu zanimanju za priraje mleka so sledile povečane količine prodanega mleka na trgu (Preglednica 3). Število čred in krav, vključenih v odkup mleka, se je po letu 1985 z leti zmanjševalo, povečuje se pa število krav na kmetijo in količina prodanega mleka na kmetijo.

Preglednica 3: Število čred in krav, vključenih v odkup mleka, ter količina prodanega mleka v litrih oz. kilogramih (Osterc in sod., 2004: 49; Tržno poročilo leto 2011 ..., 2012; Tržno poročilo leto 2015 ..., 2016)

Leto	Št. čred	Št. krav	Količina odkupljenega mleka			Vsebnost, %		Št. krav na kmetijo
			Mleko, skupaj	Na kravo	Na čredo	Ml. mašč.	Ml. beljak.	
1980	55.533	150.694	303.831.000 ¹	2.016 ¹	5.471 ¹			2,2
1985	58.194	175.696	352.454.200 ¹	2.120 ¹	6.063 ¹			2,9
1990	43.656	161.992	359.184.200 ¹	2.217 ¹	8.228 ¹	3,74	-	3,5
1995	30.040	132.532	388.394.400 ¹	2.968 ¹	12.942 ¹	3,92	3,24	4,4
1998	21.373	122.749	420.127.700 ¹	3.269 ¹	19.657 ¹	4,08	3,33	5,7
2000	16.869	117.775	447.831.000 ¹	3.758 ¹	26.516 ¹	4,10	3,36	6,8
2002	12.247	114.000	473.500.000 ¹	4.154 ¹	38.577 ¹	4,13	3,33	9,3
2005	10.578	111.424	506.888.419 ²	4.549 ²	47.919 ²	4,13	3,34	10,5
2008	8.608	107.239	523.712.683 ²	4.884 ²	60.840 ²	4,13	3,35	12,5
2010	7.859	105.716	519.500.000 ²	4.914 ²	66.103 ²	4,14	3,37	13,5
2012	7.067	101.881	535.057.000 ²	5.252 ²	75.712 ²	4,17	3,37	14,4
2015	6.060	101.498	553.678.000 ²	5.455 ²	91.366 ²	4,12	3,36	16,7

Legenda: ¹ - v litrih, ² - v kilogramih

2.2 KONTROLA PRIREJE MLEKA V SLOVENIJI

Kontrola prireje v govedoreji, v katero spada kontrola prireje mleka in kontrola prireje mesa, se v Sloveniji izvaja v okviru strokovnih nalog v govedoreji, in sicer pod okriljem Kmetijsko gozdarske zbornice Slovenije (KGZS). Kontrola produktivnosti se opravlja pri sedmih območnih kmetijsko-gozdarskih zavodih, ki delujejo v okviru Kmetijsko gozdarske zbornice Slovenije, in sicer v Murski Soboti, na Ptuj, v Celju, Kranju, Ljubljani, Novi Gorici in Novem mestu. Kontrolorji in selekcionisti, zaposleni pri kmetijsko gozdarskih zavodih, izvajajo kontrolo produktivnosti v skladu z ICAR-navodili (2016). Podatki kontrole prireje mleka in mesa se zbirajo in obdelujejo na Kmetijskem inštitutu Slovenije v okviru strokovnih nalog v Centralni podatkovni zbirki GOVEDO (CPZ Govedo).

V Sloveniji se za vodenje evidence staleža in prireje v govedoreji uporablja različne načine kontrole (Perpar in Sadar, 2004):

- kontrola prireje mleka ali mesa (A-kontrola),
- kontrola porekla (Z-kontrola),
- register živali (R-kontrola).

Način A-kontrole je najvišja raven, ki vključuje tudi oba nižja nivoja (Z- in R-kontrolo). Kontrolo prireje opravlja po metodah, dovoljenih v okviru Mednarodne organizacije za kontrolo prireje (ICAR), pooblaščen oseba, ki mora biti za to primerno usposobljena.

Do marca 2004 se je v Sloveniji za kontrolo prireje mleka uporabljala standardna referenčna metoda A4/2 (poimenovana tudi A4). Po tej metodi so bile krave kontrolirane enkrat mesečno. Dopusten razmik med dvema zaporednima kontrolama je pri tej kontroli od 22 do 37 dni, izjemoma do 75 dni. Kontrolor pri metodi A4 stehta količino namolženega mleka in odvzame proporcionalen del vzorca mleka pri obeh dnevni molžah (zjutraj in zvečer), in sicer pri vseh molznicah v čredi, ki so na dan kontrole molzene.

Od marca 2004 se v Sloveniji kontrola prireje mleka izvaja po metodi AT4. Po tej metodi se kontrola mleka izvaja vsake 4 tedne (enako kot pri referenčni A4 metodi). Kontrola se izvaja izmenično, en mesec pri večerni molži, naslednji mesec pri jutranji molži pri vseh molznicah v čredi, ki so na dan kontrole molzene. Kontrola je lahko izjemoma narejena dvakrat zapored zvečer ali zjutraj, vendar ne več kot enkrat v dvanajstih mesecih. Z uporabo korekcijskih faktorjev se iz podatkov, pridobljenih pri eni molži, izračunajo dnevne količine in vsebnost mleka (Klopčič, 2004).

Pri kontroli prireje mleka po A4 metodi se za obračun dnevnih rezultatov sešteje količina mleka iz jutranje in večerne molže pri posamezni kravi. Za dnevne vsebnosti maščob, beljakovin, laktoze, sečnine in število somatskih celic se upoštevajo rezultati, izmerjeni v laboratorijih (Perpar in sod., 2010). Za obračun dnevnih rezultatov kontrole pri metodi AT4 se z uporabo parametrov za oceno dnevnih količin izračuna dnevna količina mleka, maščob in beljakovin. Za dnevne vsebnosti laktoze, sečnine in števila somatskih celic se upoštevajo rezultati analiz v laboratorijih in se ne preračunavajo (Klopčič, 2004).

Finančna sredstva za izvedbo kontrole produktivnosti in selekcije v večji meri še vedno zagotavlja Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Na željo posameznega rejca se lahko ob doplačilu izvede kontrola po metodi A4. Perpar in Sadar (2004) navajata, da je bil namen prehoda na novo metodo povečati delež kontroliranih krav in da se je s preходом na cenejšo metodo AT4 število kontroliranih krav s 75.817 (31.12.2003) povečalo na 81.630 kontroliranih krav (4.7.2004).

Sadar in sod. (2015) poročajo, da je bilo v letu 2014 v kontrolo prireje mleka vključenih 80.708 krav molznic, kar predstavlja 79,5 % vseh molznic. Po A4 metodi je bilo

kontroliranih 2.682 molznic oziroma 3,3 %, preostale krave so bile kontrolirane po AT4 metodi.

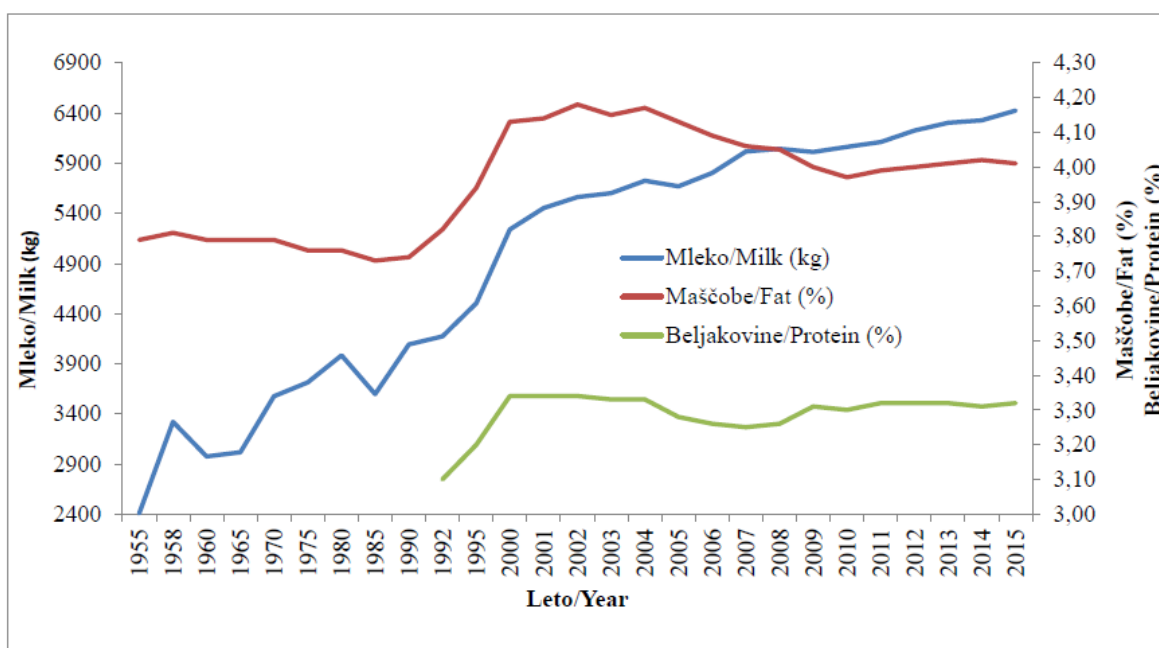
V preglednici 4 je navedeno število krav, vključenih v kontrolo produktivnosti, ki so bile zajete v izračun povprečnih mlečnosti med leti 1932 in 2015 (krave, ki so presušile po 201. dnevu laktacije ali v tem obdobju dosegle 305 dni), njihova povprečna mlečnost v standardni laktaciji ter povprečna vsebnost mlečne maščobe in beljakovin (Sadar in sod., 2015: 47; Sadar in sod., 2016: 48). Število kontroliranih krav se je tekom let povečevalo in doseglo največje število leta 2012 (82.022 krav), v letih 2013 in 2014 pa se je njihovo število zopet nekoliko zmanjšalo. Povprečna mlečnost kontroliranih krav v standardni laktaciji se je v tem obdobju povečevala, vsebnost maščob in beljakovin pa je predvsem zadnja leta dokaj stabilna.

Preglednica 4: Število kontroliranih krav in mlečnost teh krav v standardni laktaciji v Sloveniji po letih (Sadar in sod., 2015: 47; Sadar in sod., 2016: 48)

Leto	Število krav v kontroli	Mleko (kg)	Maščobe (%)	Beljakovine (%)
2015	79.656	6.424	4,01	3,32
2014	77.965	6.328	4,02	3,31
2013	79.763	6.303	4,01	3,32
2012	82.022	6.224	4,00	3,32
2011	81.734	6.110	3,99	3,32
2010	81.410	6.062	3,97	3,30
2009	81.117	6.012	4,00	3,31
2008	80.669	6.043	4,05	3,26
2007	79.682	6.016	4,06	3,25
2006	79.376	5.803	4,09	3,26
2005	79.431	5.670	4,13	3,28
2000	55.603	5.240	4,13	3,34
1995	55.450	4.504	3,94	3,20
1990	50.994	4.092	3,74	-
1985	55.874	3.596	3,73	-
1980	32.418	3.982	3,76	-
1975	18.535	3.714	3,76	-
1970	14.604	3.574	3,79	-
1965	12.410	3.016	3,79	-
1960	10.678	2.974	3,79	-
1955*	13.660	2.407	3,79	-
1952*	4.082	1.971	-	-
1932*	1.825	2.050	-	-

* Letna mlečnost

Mlečnost kontroliranih krav v standardni laktaciji se je hitro povečevala, še posebej po letu 1990 (Slika 1). Opazno je hitro povečanje vsebnosti maščob in beljakovin v mleku do leta 2004. Vsebnost maščob se je v letih med 1990 in 2004 povečala za 0,43 %, vsebnost beljakovine pa med leti 1992 in 2000 za 0,24 %. Po letu 2004 opazamo padec vsebnosti maščobe in beljakovin v mleku. Vsebnost beljakovin je po letu 2007 pričela spet naraščati, kar Sadar in sod. (2015) pripisujejo selekciji, boljši tehnologiji reje in dejstvu, da je odkupna cena mleka odvisna tudi od vsebnosti maščob in beljakovin v mleku.



Slika 1: Povprečna mlečnost kontroliranih krav v standardni laktaciji ter vsebnost maščob in beljakovin po letih (Sadar in sod., 2016: 47)

Kontrola prireje mleka in njeni rezultati so pomembni za rejce, rejske organizacije ter za strokovne in raziskovalne institucije. Klopčič (2005) navaja, da ob pravilni interpretaciji in dosledni uporabi rezultatov kontrole rejci lahko izboljšajo gospodarjenje v svoji čredi. Na podlagi rezultatov kontrole produktivnosti lahko rejec sproti določa krmni obrok glede na potrebe in potencial, ki ga ima molznica v določenem obdobju laktacije. Izboljša lahko sestavo in kakovost mleka, na kar je vezana cena mleka, ki ga prodaja. Preko rezultatov rejec nadzira zdravstveno stanje živali ter mlečne žleze in spremlja reprodukcijske lastnosti molznic. Rejec preko rezultatov proizvodnih in reprodukcijskih lastnosti izvaja selekcijo v čredi v skladu z rejskimi programi posameznih pasem.

2.3 SESTAVA MLEKA, MLEČNOST IN VPLIVI NA MLEČNOST

Ferčej in Skušek (1988) izpostavljata, da se pod pojmom mleko navadno misli na kravje mleko. V kolikor imamo v mislih mleko drugih živali, moramo zraven navesti vrsto živali. Z besedo mleko označujemo mleko krav, ki ga pridobivamo z redno molžo in temeljitim izmolzevanjem in kateremu ni nič dodano in nič odvzeto.

2.3.1 Sestava mleka

Mleko je naravni proizvod mlečne žleze in ga lahko definiramo kot kompleksno zmes maščobe, beljakovin, ogljikovih hidratov, mineralov, vitaminov in drugih sestavin, razpršenih v vodi (Caput, 1996). V spodnji preglednici je navedena povprečna kemijska sestava mleka (Preglednica 5).

Preglednica 5: Kemijska sestava kravjega mleka (Đorđević, 1982, cit. po Bajt, 2011: 11)

Sestavina mleka	Povprečna vsebnost (%)	Mejne vrednosti (%)
Voda	87,5	85,5–89,5
Suha snov	12,5	11–14
Maščoba	3,9	3,2–5,5
Beljakovine	3,4	2,6–4,2
Laktoza	4,7	4,6–4,9
Minerali	0,7	0,6–0,8

V mleku se voda nahaja v vezani in nevezani obliki. Bajt (2011) navaja, da je 96 do 98 % proste vode, v kateri so raztopljene sestavine mleka, od 2 do 4 % vode pa je v vezani obliki.

Klopčič (2005) navaja, da se količina in vsebnost posameznih sestavin spreminja zaradi različnih dejavnikov. V času nastajanja mleka v mlečni žlezi in v času molže na nihanje sestavin mleka vplivajo pasma, starost krav, stadij laktacije, zdravstveno stanje živali, način reje in krmljenja, kakovost krme, letni čas, podnebne razmere in način molže.

2.3.1.1 Mlečna maščoba

Mlečna maščoba je nosilec arome in okusa mleka. Sestavljena je iz različnih maščobnih kislin, nasičenih in nenasičenih, katerih razmerje je običajno 40 : 60 (Bajt, 2011). Babnik in sod. (2004) navajajo, da je vsebnost maščob v mleku odvisna od mnogih dejavnikov in

sicer od pasme, prehrane, starosti krav, stadija laktacije, letnega časa, zdravstvenega stanja vimena, pogostosti in načina molže ter drugih dejavnikov. Na vsebnost maščob v mleku z vidika prehrane najbolj vplivata oskrbljenost z energijo in delež fizikalno učinkovite vlaknine v krmnem obroku. Vsebnost maščobe v mleku se zmanjša, če je v krmnem obroku premalo fizikalno učinkovite vlaknine. Za delež maščobe v mleku je pomembno razmerje med voluminozno in močno krmo. Če krmni obrok vsebuje veliko močne krme, je vsebnost maščob nižja. Tudi lastnost močne krme vpliva na vsebnost maščobe. Če krmimo škrobna krmila, ki v vampu hitro fermentirajo, in če krmimo drobno mletu zrnje namesto grobo mletega ali gnetenega, se vsebnost maščob v mleku zmanjša. Če krmimo večje količine močne krme v dveh dnevni obrokih, se vsebnost maščobe v mleku zmanjša. Vsebnost maščobe je višja, če je močna krma porazdeljena tekom dneva.

Če so krave proti koncu laktacije in v času presušitve preobilno krmljene, je v začetku naslednje laktacije vsebnost maščob višja zaradi prevelikega sproščanja telesnih rezerv. Temu se izogibamo, ker pretirano črpanje telesnih rezerv povzroča presnovne motnje. Vsebnost maščob je večja tudi v primeru črpanja telesnih rezerv v obdobju po telitvi, če so krave v tem obdobju preskromno krmljene (Babnik in sod., 2004).

Klopčič (2005) navaja, da se med samo molžo odstotek mlečne maščobe povečuje. Z začetnih 1 do 2 % narašča vsebnost maščobe proti koncu molže in je največja na koncu molže pri zadnjih curkih mleka, ko mleko lahko vsebuje več kot 10 % mlečne maščobe. Navaja tudi, da je vsebnost maščob v mleku manjša, če molznica ni do konca pomolzena. Zaradi zaostalega mleka v vimenu je pri naslednji molži mleko bogatejše z maščobami. Pri jutranji molži je odstotek maščobe višji kot pri večerni molži. Vsebnost maščobe na dan molže se znižuje s povečanim številom dnevnih molž, kar se pripisuje večji mlečnosti na račun večjega števila dnevnih molž (npr. pri molži z molznim robotom). V primerjavi s prvesnicami imajo višji delež maščobe starejše krave. Tekom laktacije se vsebnost maščobe pri molznici zmanjšuje do največje mlečnosti, potem pa narašča do presušitve.

Klopčič in sod. (2002) navajajo, da obstajajo sezonska nihanja v vsebnosti maščob. Ugotavljajo, da je vsebnost maščob najvišja v zimskih mesecih (november, december, januar), najnižja pa v poletnih mesecih (junij, julij, avgust).

Vsebnost maščobe v mleku se razlikuje glede na pasmo krav (Preglednica 6). V letu 2015 so imele najvišjo vsebnost maščobe krave križanke z lisasto pasmo (4,07 %), najnižjo vsebnost pa so imele krave črno-bele pasme (3,97 %).

Preglednica 6: Rezultati kontrole prireje mleka za leto 2015 po pasmah/križanjih v Sloveniji (Sadar in sod., 2016: 52)

Lastnost \ pasma	Rjava	Lisasta	Križanke z lisasto pasmo	Lisasta + križanke z lisasto pasmo	Črno-bela
Št. laktacijskih zaključkov	9.820	21.413	8.794	30.207	33.249
Mleko, kg	5.602	5.353	5.982	5.537	7.535
Maščoba, %	4,05	4,04	4,07	4,05	3,97
Beljakovine, %	3,41	3,36	3,34	3,36	3,28

2.3.1.2 Mlečne beljakovine

Kravje mleko je s svojimi mlečnimi beljakovinami izvor pomembnih aminokislin. Klopčič (2005) navaja, da mlečne beljakovine delimo na kazein in na serumske beljakovine. Kazein vsebuje 78 % vsega dušika v mleku, 17 % dušika v mleku vsebujejo serumske beljakovine, med katere spadajo albumini in globulini, preostanek 5 % dušika pa predstavljajo nebeljakovinske dušikove spojine v mleku (proste aminokisline, sečnina ...).

Klopčič (2005) navaja, da je v mleku krav, v katerem je visoko število somatskih celic (te so znak obolenj vimena), delež kazeina manjši, poveča se pa delež serumskih beljakovin. Pri izdelavi sira serumske beljakovine in nebeljakovinski dušik ostaneta v sirotki, zato je za mlekarne vsebnost kazeina zelo pomembna. Vsebnost kazeina je nižja pri kravah, ki so molzene 3-krat dnevno, kot pa pri 2-krat dnevno molzenih kravah. Rezultati kontrole prireje mleka v preglednici 6 prikazujejo, da na vsebnost beljakovin v mleku vpliva pasma. Največjo vsebnost beljakovin v Sloveniji je v letu 2015 dosegla rjava pasma (3,41 %), najmanjšo vsebnost beljakovin pa črno-bela pasma (3,28 %). Različno vsebnost beljakovin v mleku imajo tudi živali znotraj pasme. Klopčič (2005) poroča, da je glede na sezono vsebnost beljakovin v mleku najmanjša v pozno spomladanskem in poletnem času. Vsebnost beljakovin v mleku je odvisna od vsebnosti energije v obroku krav molznic in je ob pomanjkanju energije v obroku odstotek beljakovin v mleku nižji. Babnik in sod. (2004) so mnenja, da je mogoče glede na vsebnost beljakovin v mleku sklepati o splošni prehranjenosti živali. Če je vsebnost beljakovin majhna, potem molznica ne dobi dovolj presnovljivih beljakovin in/ali energije. Babnik in sod. (2004) navajajo, da vsak kilogram močne krme poveča vsebnost beljakovin v mleku za 0,04 %. To povečanje velja, če količina močne krme ne preseže fiziološke meje. Če je močne krme preveč, se vsebnost beljakovin zmanjša.

2.3.1.3 Laktoza

Laktoza ali mlečni sladkor je ogljikov hidrat v obliki disaharida (sestavljena iz glukoze in galaktoze). Kljub temu, da mleko vsebuje dokaj visok delež laktoze (4,7 %), kravje mleko ni sladko, saj je laktoza 6-krat manj sladka v primerjavi z običajnim sladkorjem (Caput, 1996). Klopčič (2005) navaja, da je vsebnost laktoze v mleku v tesni povezavi z vsebnostjo mineralov in elektrolitov (z natrijem, kalijem, klorom in njihovimi elektroliti). Če pride do mastitisa, se poveča število somatskih celic, vsebnost natrija, kalija in njihovih elektrolitov, vsebnost laktoze pa se zniža. Klopčič (2005) navaja, da je vsebnost laktoze pasemsko določena in odvisna od starosti, stadija laktacije in letnega časa. Najmanj laktoze imajo krave črno-bele pasme, nekoliko več krave rjave pasme, največ krave lisaste pasme.

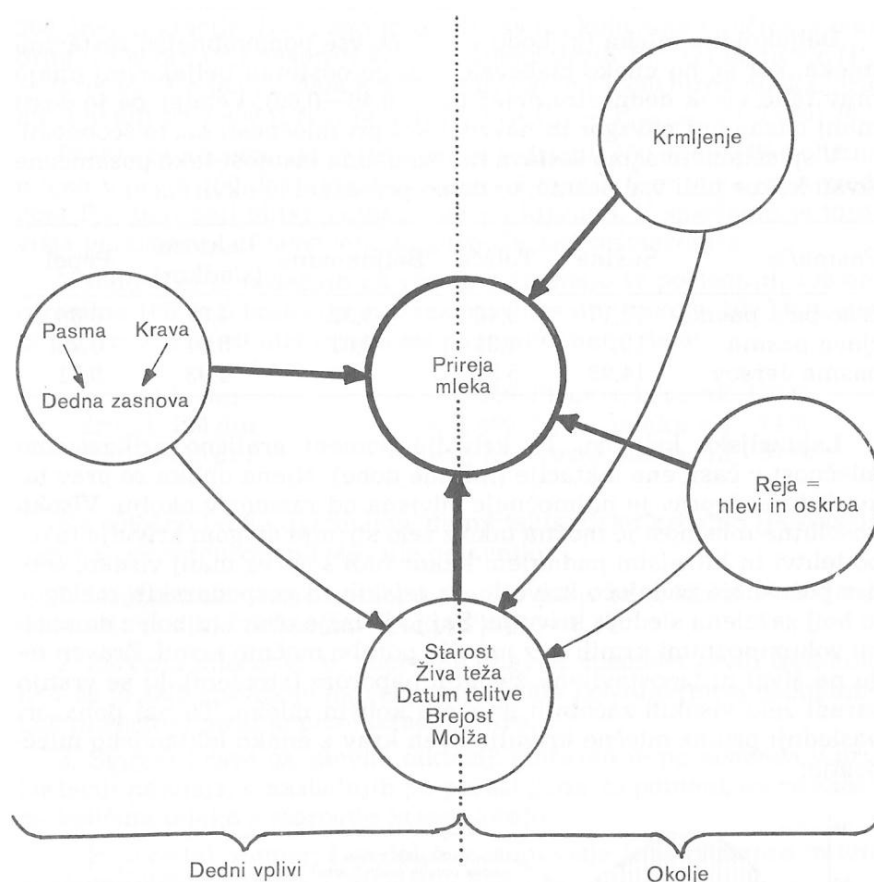
2.3.1.4 Minerali

Kravje mleko vsebuje različne mineralne snovi, ki izvirajo iz hrane, ki jo krava zaužije. Bajt (2011) navaja, da minerale v mleku delimo na dve skupini. Prva skupina so mikroelementi (cink, železo, jod, baker, mangan, krom, selen ...), druga skupina so makroelementi (kalcij, kalij, fosfor, žveplo, klor, natrij in magnezij). Mikroelementi se v mleku nahajajo v ovojnicah maščobnih kroglic ter kot sestavine vitaminov in encimov. Prisotni so v majhnih količinah ali v sledovih in izvirajo iz krme, vode in hlevske opreme. Makroelementi so v mleku v obliki anorganskih in organskih soli (fosfati, citrati, kloridi ...). V mleku se soli nahajajo v pravih raztopinah in vplivajo na fizikalno stabilnost beljakovin, še zlasti kazeina.

2.3.2 Mlečnost

Na prirejo mleka vpliva mnogo dejavnikov. Cizej (1991) te dejavnike deli na dedne vplive in na vplive okolja (Slika 2).

Cizej (1991) navaja, da je mlečnost kvantitativna lastnost in je odvisna od dednih in nedednih vplivov. Navaja, da je dednostni delež ali heritabiliteta (h^2) za mlečnost med 0,2 in 0,4 (v povprečju okrog 0,30). Cizej (1991) še navaja, da je heritabiliteta za vsebnost maščobe v mleku med 0,40 in 0,70, heritabiliteta za vsebnost beljakovin v mleku pa med 0,40 in 0,60. S selekcijo lahko precej izboljšamo vsebnost maščob in beljakovin v mleku, medtem ko samo mlečnost s selekcijo izboljšujemo bolj počasi.



Slika 2: Grafično poenostavljeni vplivi na prirejo mleka (Cizej, 1991: 77)

Razlike med pasmami so prikazane v preglednici 6, kjer so predstavljeni rezultati kontrole mlečnosti v Sloveniji v letu 2015. Največjo mlečnost v standardni laktaciji dosegajo krave črno-bele pasme s 7.535 kg mleka, krave rjave pasme imajo mlečnost 5.602 kg mleka, krave lisaste pasme pa 5.353 kg mleka.

Ferčej in Skušek (1988) navajata, da je laktacija obdobje pri kravi, ko v mlečni žlezi nastaja mleko, laktacijska doba pa čas, ko krava daje mleko. V enem letu krava navadno daje mleko 10 mesecev ali 305 dni (standardna laktacija), 2 meseca oziroma 60 dni pa je presušena. Doba med dvema zaporednima telitvama (DMT) navadno traja 12 mesecev in jo delimo na poporodni premor (PP) in na dobo brejosti.

Če mlečnost ene laktacije (mlečne dobe) prikažemo v grafični obliki, temu rečemo laktacijska krivulja. Cizej (1991) navaja, da se oblika laktacijske krivulje deduje, čeprav je najbolj odvisna od okoljskih dejavnikov. Dednostni delež oziroma heritabiliteta za laktacijsko krivuljo je, po navedbah Cizeja (1991), od 0,10 do 0,30.

Osterc in sod. (2002) navajajo, da se je mlečnost krav v zadnjih štirih desetletjih prejšnjega stoletja podvojila. Ocenjujejo, da je k povečanju mlečnosti 10 % prispeval genetski napredek, okrog 90 % pa je k povečanju prispevalo izboljšano okolje. Rejci so tudi po prizadevanjih strokovnih služb za mlečnost izboljšali oskrbo živali in njihove nastanitvene pogoje, kakovost krme in še posebej prehrano.

Cizej (1991) kot nededne vplive na mlečnost navaja vplive okolja (krmljenje, nivo prehrane, napajanje in voda, delo, podnebje s svojimi dejavniki, molža), fiziološke vplive (starost ob prvi telitvi, sezona telitve, stadij laktacije, zaporedna laktacija in starost živali, trajanje poporodnega premora, pojatev, masa živali in razvoj živali) in bolezenske vplive.

2.3.2.1 Vpliv prehrane na mlečnost

Cizej (1991) kot najpomembnejši dejavnik okolja navaja prehrano. Pomembna je kakovost krme, še posebej osnovne voluminozne krme. Na mlečnost vpliva struktura dnevnega obroka, kjer je pomembno beljakovinsko razmerje in raven samega obroka.

Verbič in sod. (2006) navajajo, da so razlike v mlečnosti med hlevsko rejo in pašno rejo majhne. So pa razlike med kravami, ki so krmljene s travno silažo in kravami, ki niso krmljene s travno silažo. Krave, ki dobijo več kot 20 % travne silaže v obroku, imajo med 230 in 350 kg več mleka v laktaciji v primerjavi s kravami, ki travne silaže ne dobijo ali jo dobijo v obroku manj kot 20 %. Vpliv koruzne silaže je manjši. Krave, ki dobijo v obroku več kot 20 % koruzne silaže, imajo od 100 do 230 kg več mleka v laktaciji kot krave, ki je ne dobijo ali jo dobijo manj kot 20 %. Verbič in sod. (2006) nadalje ugotavljajo, da se mlečnost krav povečuje s povečevanjem krmljenja močne krme, a le do 9 kg močne krme na dan. Največje povečanje mlečnosti so ugotovili pri črno-beli pasmi, in sicer za 1.400 kg v primeru povečanja krmljenja močnih krmil do 9 kg v obroku.

Cizej (1991) in Lavrenčič (2005) navajata, da imajo krave, ki so bile kot telice krmljene preobilno, manjšo mlečnost kot tiste, ki so bile krmljene bolj skromno.

Cizej (1991) navaja, da v kolikor ima krava vodo na razpolago ves čas in lahko vodo pije kadar želi, se mlečnost poveča do 5 %. Mrzla voda s temperaturo nižjo od + 5 °C zmanjšuje mlečnost.

2.3.2.2 Vpliv podnebja na mlečnost

Kadzere in sod. (2002) navajajo, da toplo vreme zmanjšuje mlečnost predvsem pri kravah, ki imajo visoko genetsko zasnovo za mlečnost. Cizej (1991) ugotavlja, da je temperatura zraka najpomembnejši podnebni dejavnik, ki vpliva na prirejo mleka. Dalj časa trajajoč mraz (temperature pod lediščem) zmanjšuje mlečnost. Navaja, da so ruska raziskovanja ugotovila, da pri dalj časa trajajočih temperaturah pod $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ zmanjšajo prirejo mleka za 4 do 7 %. Cizej (1991) navaja, da se mlečnost zmanjša tudi pri temperaturah nad $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Navaja ameriški poskus, pri katerem so ugotovili 75 % manjšo mlečnost pri temperaturi $38\text{ }^{\circ}\text{C}$ v primerjavi s temperaturo $21\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Babnik in sod. (2000) navajajo, da poleg visoke temperature na govedo negativno vpliva tudi visoka relativna vlažnost in neposredna izpostavljenost sončnemu sevanju. Navajajo, da literatura govori o vročinskem stresu, ko zunanja temperatura preseže $24\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vročinski stres se kaže kot zmanjšano zauživanje sušine, povečano pitje vode, povečano znojenje in kot povečano slinjenje. Babnik in sod. (2000) so ugotovili, da se prireja mleka zmanjša že pri povečanju dnevnih temperatur nad $15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pri povišanju povprečne dnevne temperature z $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ na $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ se mlečnost zmanjša za 1,8 kg po kravi na dan. Ugotovili so tudi povezave med temperaturno-vlažnostnim indeksom (TVI) in prirejo mleka. S povečanjem TVI za eno enoto (v razponu od 60 do 75) se je prireja mleka zmanjšala za 0,15 kg na dan.

West in sod. (2003) so ugotovili, da povišanje TVI oziroma pojav vročinskega stresa vpliva na dnevno prirejo mleka z zamikom dveh dni. Zamik vpliva vročinskega stresa na prirejo mleka pojasnjujejo z dejstvom, da je za zaužitje in prebavo krme ter presnova hranil potreben določen čas. Pri kravah holštajn pasme navajajo zmanjšanje dnevne prireje mleka za 0,88 kg pri povišanju TVI za eno enoto.

Cizej (1991) navaja, da sončna svetloba, v kolikor ni povezana z vročino, poveča presnovo v telesu in ješčnost krav ter s tem poveča mlečnost za 3 do 10 % v primerjavi s hlevi, v katerih je temneje.

Poleg same temperature, vlage in svetlobe na mlečnost vpliva tudi nadmorska višina. Cizej (1991) navaja rezultate raziskav mlečnosti rjave pasme krav v Švici, kjer so ugotovili, da se na vsakih 100 m nadmorske višine mlečnost zmanjša za 2 %. To pripisuje redkejšemu zraku in povečani izgubi energije zaradi napornejšega gibanja in iskanja hrane pri molznicah, ki so na paši.

2.3.2.3 Vpliv molže

Že sprememba molznika ali čas molže povzroči stres pri molznici in s tem zmanjšanje količine namolzenega mleka. Količina se zmanjša pri okvarah ali pri nepravilnem delovanju molznega stroja (Cizej, 1991).

Klopčič (2005) navaja, da je tvorba mleka v mlečni žlezi v času laktacije neprekinjen proces in da se ob krajših intervalih med molžami tvori večja količina mleka na uro. Pogostejša molža namreč zmanjšuje notranji pritisk v vimenu in omogoča nadaljnjo tvorbo mleka. V primerjavi z enkratno molžo se pri molži dvakrat na dan dnevna količina mleka poveča za 40 %. V primerjavi z dvakratno molžo se pri trikratni molži dnevna količina namolzenega mleka poveča za 5 do 20 %, pri štirikratni pa še za 5 do 10 %.

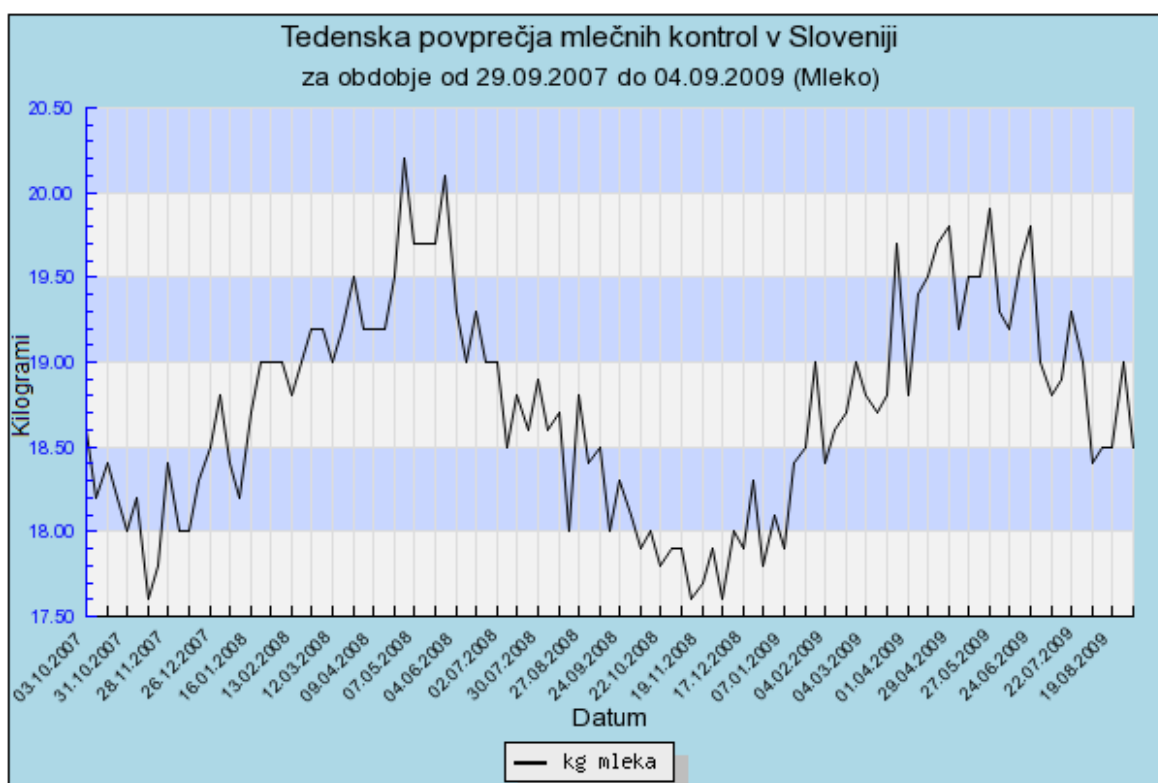
Hale in sod. (2003) so ugotovili, da povečana frekvenca molž v zgodnji laktaciji poveča prirejo mleka. Štirikratna molža v prvih treh tednih laktacije je povečala mlečnost za 26 % v primerjavi z dvakratno molžo v tem obdobju. Mlečnost je bila večja tudi v preostalem obdobju laktacije. Do podobnih ugotovitev so prišli tudi Murney in sod. (2015), ki so primerjali prirejo mleka krav, ki so bile v zgodnji laktaciji molzene 4-krat dnevno, in krav, ki so bile v zgodnji laktaciji molzene 1-krat dnevno.

Klopčič (2005) tudi navaja, da je več mleka pri jutranji molži, čeprav je interval med molžama enak. Mlečnost je večja, če so krave molzene večkrat na dan in je interval med molžami krajši. To se še posebej izkaže za pomembno pri molži z molznim robotom, saj krave same prihajajo na molžo glede na svoje počutje, nivo mlečnosti in glede na notranji pritisk v vimenu.

Sam postopek molže prav tako vpliva na količino namolzenega mleka. Na količino namolzenega mleka vpliva primerna stimulacija, pravočasna namestitve molzne enote in pravilno izmolzevanje. Klopčič (2005) navaja, da je zaostalega mleka v vimenu od 10 do 30 %. Ta količina je odvisna od mlečnosti posamezne krave, starosti krave, oblike vimena, miru med molžo in od izločanja hormona oksitocina, ki je potreben za izločanje mleka iz mlečne žleze.

2.3.2.4 Vpliv sezone

Božič in sod. (2009) ugotavljajo, da je iz rezultatov kontrol mlečnosti v Sloveniji razvidno sezonsko nihanje količin mleka, maščob in beljakovin. Največje količine mleka so v spomladanskih mesecih, najmanjše pa jeseni. Na spodnji sliki (Slika 3) je prikazano sezonsko nihanje dnevni količin mleka (kot tedenskih povprečij dnevni kontrol) za kontrolirane krave v Sloveniji.

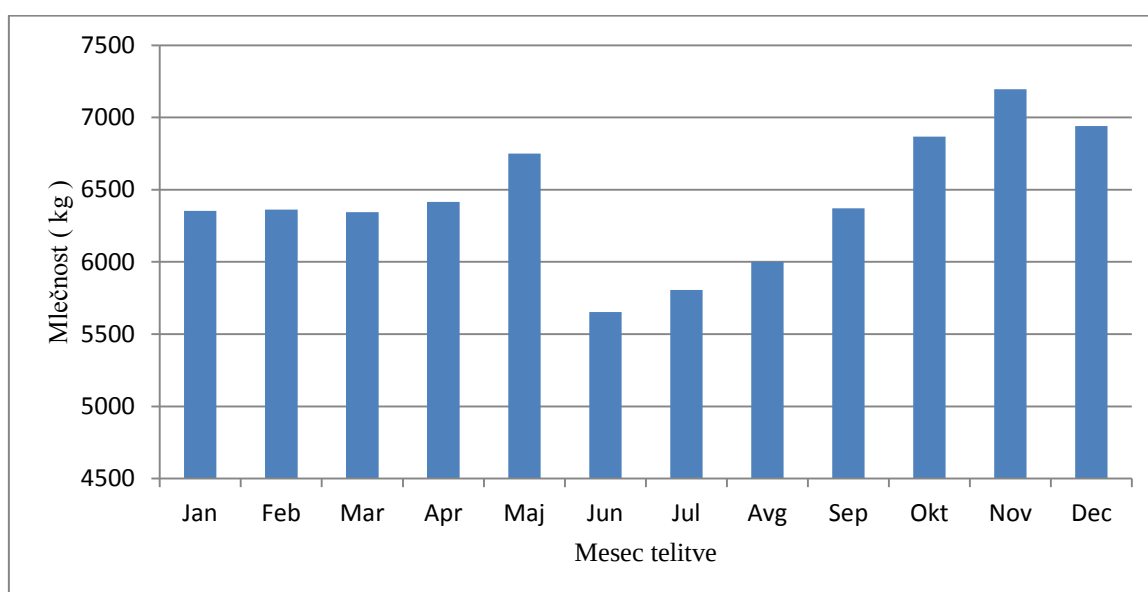


Slika 3: Tedenska povprečja dnevne količine mleka na osnovi dnevni kontrol v Sloveniji (Božič in sod., 2009: 10)

Podobno sezonsko nihanje v povprečni mlečnosti je ugotovil tudi Orešnik (2001). Iz rezultatov kontrole mlečnosti krav na enem izmed kmetijskih posestev je ugotovil, da je bila povprečna mlečnost julija za 22,7 % večja v primerjavi s februarjem, novembra pa za 22,3 % manjša v primerjavi z julijem. Takšna nihanja med posameznimi meseci pripisuje prehrani in vplivu okoliške temperature.

2.3.2.5 Vpliv sezone telitve

Poleg vpliva same sezone na mlečnost vpliva tudi čas telitve. Cizej (1991) navaja, da imajo največjo mlečnost krave, ki telijo pozimi in zgodaj spomladi, najmanjšo pa krave s telitvijo poleti. Orešnik in Logar (2001) sta ugotovila, da imajo krave, ki so telile jeseni, večjo mlečnost kot krave, ki so telile poleti. Razlika v mlečnosti med junijsko in novembrsko telitvijo je znašala 1.501 kg mleka oziroma + 26,4 % (Slika 4).



Slika 4: Povprečna mlečnost krav glede na mesec telitve, črno-bela pasma, n = 428, 1997 (Orešnik in Logar, 2001)

Orešnik in Logar (2001) sta ugotovila značilne razlike v poteku laktacijskih krivulj pri kravah, ki so telile v različnih obdobjih leta. Krave, ki so telile marca in septembra, so dosegle približno enako mlečnost z različnima laktacijskima krivuljama. Krave, ki so telile v marcu, so proizvedle več mleka v prvem delu laktacije z manjšo mlečno vztrajnostjo v poletnih mesecih. Krave, ki so telile v septembru, niso imele izrazitega vrha laktacijske krivulje, so pa imele boljšo mlečno vztrajnost.

Jeretina in Babnik (2014) ugotavljata, da imajo visoko mlečno vztrajnost krave, ki so telile v poletnih in jesenskih mesecih, medtem ko imajo krave, ki so telile v zimskih in pomladanskih mesecih, slabšo mlečno vztrajnost.

2.3.2.6 Vpliv starosti ob prvi telitvi

Cizej (1991) navaja, da telica, ki je pozno osemenjena, daje v prvi laktaciji več mleka kot zgodaj osemenjena. Za vsak mesec poznejše telitve nad starostjo 24 mesecev daje v prvi laktaciji med 20 in 40 litrov več mleka. O večji mlečnosti v prvi laktaciji, če je bila starost ob prvi telitvi višja od 24 mesecev, poročajo tudi Pirlo in sod. (2000) in Mohd Nor in sod. (2013). Nasprotno pa so Froidmont in sod. (2013) ugotovili, da imajo največjo mlečnost v prvi laktaciji prvesnice, ki so telile v starosti od 22 do 26 mesecev, ostale prvesnice (prva telitev prej kot 22 mesecev ali kasneje od 26 mesecev) imajo pa manjšo mlečnost (Preglednica 7).

Preglednica 7: Vpliv starosti ob prvi telitvi na mlečnost v prvi laktaciji, Belgija, holštajn pasma, n = 411.844, 1990–2010 (Froidmont in sod., 2013: 669)

	Starostni razred ob prvi telitvi (v mesecih)					
	18–22	22–26	26–30	30–34	34–38	38–42
Mlečnost (kg)	5.824	6.539	6.462	6.363	6.211	5.914

Skupna življenjska prireja mleka je največja pri kravah, ki so prvič telile v starosti od 22 do 26 mesecev (Preglednica 8). Največjo mlečnost pri prvesnicah v starosti ob prvi telitvi med 750 in 799 dni (približno med 24,5 in 26 meseci) so ugotovili tudi Krpalkova in sod. (2014).

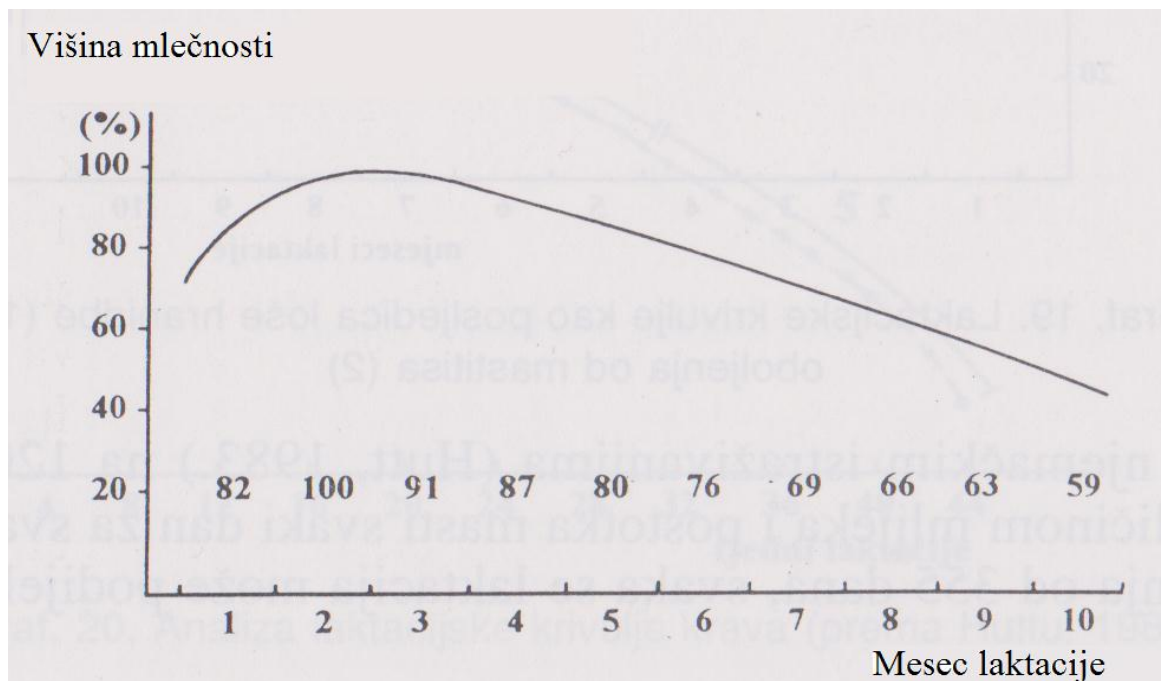
Preglednica 8: Vpliv starosti ob prvi telitvi na življenjsko prirejo mleka, Belgija, holštajn pasma, n = 149.979, 1990–2010 (Froidmont in sod., 2013: 670)

	Starostni razred ob prvi telitvi (v mesecih)					
	18–22	22–26	26–30	30–34	34–38	38–42
Število laktacij	3,84	3,95	3,85	3,73	3,6	3,44
Dolžina življenja (dni)	2.096	2.228	2.292	2.368	2.428	2.487
Laktacijska doba (dni/življenje)	1.260	1.287	1.253	1.211	1.161	1.099
Življenjska prireja mleka (v kg)	26.565	29.340	27.869	26.138	24.690	22.566

2.3.2.7 Vpliv stadija laktacije

V prvem mesecu laktacije dnevna količina mleka narašča. Ferčej in Skušek (1988) navajata, da krava proizvede največ mleka od konca četrtega do šestega tedna, nato pa se

ob ugodni laktacijski krivulji količina mleka zmanjša vsak mesec za 4 do 6 %. Na sliki 5 je prikazana tipična teoretična laktacijska krivulja, kot jo je predstavil Caput (1996).



Slika 5: Tipična teoretična laktacijska krivulja krave (Caput, 1996: 231)

Ferčej in Skušek (1988) navajata, da na obliko laktacijske krivulje najbolj vplivajo zunanji dejavniki, prehrana, kakovost molže, zdravstveno stanje in ponovna brejost. Potek laktacijske krivulje lahko številčno prikažemo z indeksom persistence oziroma mlečne vztrajnosti. Jeretina in Babnik (2014) navajata, da je mlečna vztrajnost pokazatelj, koliko časa je krava sposobna zadržati visoko mlečnost po doseženem vrhu laktacije. Mlečna vztrajnost se navadno izračunava za obdobja 100 dni ($P_{2:1}$ ali $P_{3:1}$), tako da se količina mleka v drugih 100 dneh (P_2) ali tretjih 100 dneh (P_3) laktacije izrazi v odstotkih količine mleka glede na mlečnost v prvih 100 dneh (P_1). Ferčej in Skušek (1988) še navajata, da je pri dobri laktacijski krivulji vrednost $P_{2:1}$ približno 80 %, vrednost $P_{3:1}$ pa 60 %. Cizej (1991) ugotavlja, da je persistence najvišja v prvi laktaciji, v naslednjih pa počasi pada. Jeretina in Babnik (2014) ugotavljata, da je zmanjšanje mlečne vztrajnosti najbolj izrazito v drugi laktaciji, v tretji in kasnejših laktacijah pa razlika ni več tako očitna. Cizelj (1991) navaja, da če je poporodni premor daljši, je persistence boljša in potek laktacije enakomernejši. Nadalje ugotavlja, da je pomembno pravilno ovimljanje, ki na začetku laktacijsko krivuljo hitro dvigne. Nato ob primerni prehrani krava lažje vztraja pri doseženi višini mlečnosti.

Krave s kratko dobo presušitve imajo v primerjavi s kravami z dolgo dobo presušitve boljšo mlečno vztrajnost, a manj mleka v standardni laktaciji. Jeretina in Babnik (2014) sta ugotovila, da je glede mlečnosti v standardni laktaciji najprimernejša dolžina suhe dobe med 61 in 90 dni, kljub temu, da se to odraža na slabši mlečni vztrajnosti.

2.3.2.8 Vpliv zaporedne laktacije in starosti živali

Caput (1996) navaja, da bolj mlečne pasme prej dosežejo največjo prirejo. Holštajn krave pri starosti od 5 do 6 let (to je v 3. oziroma 4. laktaciji), lisaste krave pa pri starosti od 6 do 7 let (4. do 5. laktacija). V preglednici 9 je prikazana mlečnost (v %) v posameznih laktacijah pri slovenskih kombiniranih pasmah. Indeks 100 je v 5. oz. 6. laktaciji.

Preglednica 9: Mlečnost v posameznih laktacijah pri kombinirani pasmi (Cizej, 1991: 83)

Laktacija	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Količina mleka (%)	75	85	90	95	100	100	95	90	84	75

2.3.2.9 Vpliv poporodnega premora in dobe med telitvama.

Dobo med dvema telitvama (DMT) sestavlja poporodni premor (PP) in doba brejosti. Ker dolžina brejosti ne variira zelo (v povprečju je 285 ± 5 dni), rejci dobo med telitvami uravnavajo s poporodnim premorom. Cizej (1991) navaja, da se mlečnost zmanjša, če je PP kratek (17 do 22 dni), saj mlečna krivulja hitro pada in je laktacija tako krajša. Kot optimalno navaja dolžino PP med 60 in 80 dni. Kasnejša obrežitev povzroči kasnejši padec laktacijske krivulje in podaljša laktacijo. Daljši PP ima za posledico večjo mlečnost v celotni laktaciji, toda manjšo mlečnost v standardni laktaciji.

Preglednica 10: Vpliv poporodnega premora (PP) na mlečnost v laktaciji (Cizej, 1991: 84)

Poporodni premor (dni)	Do 19	20–39	40–59	60–79	80–99	100–119	120–139
Laktacijska mlečnost (v % od najvišje = 100)	85	90	94	100	116	124	125

Žgur in sod. (2001) so preučevali vpliv predhodne in sedanje dobe med dvema telitvama (DMT) na mlečnost v sedanji standardni laktaciji in ugotovili povečanje mlečnosti, če se je DMT podaljšala. Če se je sedanja DMT podaljšala z manj kot 340 dni na 401 do 460 dni, se je mlečnost v sedanji standardni laktaciji povečala za 9,9 %, mlečnost na krmni dan pa zmanjšala za 4,0 %. Če se je predhodna DMT podaljšala z manj kot 340 dni na 401 do 460

dni, se je mlečnost v sedanji standardni laktaciji povečala za 4,1 %, mlečnost na krmni dan pa za 4,4 %.

2.3.2.10 Vpliv zdravstvenega stanja

Za doseganje optimalne mlečnosti v laktaciji mora biti krava tekom laktacije in suhe dobe zdrava. Vsako bolezensko stanje negativno vpliva na mlečnost. Cizej (1991) navaja, da tuberkuloza letno mlečnost zmanjša za 15 do 30 %, bruceloza za 40 do 60 %, kronični mastitis za 10 do 35 %, kužni mastitis za 25 do 50 % in razni črevesni paraziti za 25 do 40 %.

Preglednica 11: Ocenjeno zmanjšanje mlečnosti (v kg) v celotni laktaciji za posamezno zaporedno laktacijo glede na povprečno skupno število somatskih celic (SŠC) v mleku v laktaciji v primerjavi z zdravimi kravami s povprečjem SŠC pod 100 ($\times 10^3$ / ml), (holštajn pasma, n = 115.617, Ontario, Kanada, 2009) (Hand in sod., 2012: 1361)

Povprečje SŠC v laktaciji ($\times 10^3$ /ml)	Zmanjšanje mlečnosti (v kg)		
	1. laktacija	2. laktacija	3. –5. laktacija
100–200	165	348	381
200–300	196	372	423
300–400	253	444	503
400–500	314	526	561
500–600	327	555	614
600–700	366	621	663
700–800	393	671	718
800–900	414	702	755
900–1.000	445	722	800
1.000–1.100	438	722	823
1.100–1.200	479	810	859
1.200–1.300	487	816	872
1.300–1.400	491	851	880
1.400–1.500	501	844	919

Pokazatelj zdravstvenega stanja mlečne žleze je skupno število somatskih celic (SŠC) v mleku. Povečano število somatskih celic je znak prisotnosti patogenih mikroorganizmov v mlečni žlezi, ki so povzročitelji mastitisa pri kravah. V zgornji preglednici (Preglednica 11) je prikazano ocenjeno zmanjšanje mlečnosti v celotni laktaciji glede na povprečno SŠC v laktaciji v primerjavi z zdravimi kravami s SŠC pod 100 ($\times 10^3$ /ml). Hand in sod. (2012) so ugotovili izrazito zmanjšanje mlečnosti, če se je povečalo povprečno SŠC v laktaciji (od 165 do 919 kg).

Wilson in sod. (2004) so pri holštajn kravah, pri katerih so zabeležili klinični mastitis, ugotovili, da je pričakovan izpad prireje mleka v celotni laktaciji 598 kg. Ob predpostavki, da mastitične krave ne bi zbolele in bi v tem primeru imele večjo mlečnost od vrstnic, je skupen izpad prireje mleka v celotni laktaciji v primerjavi s potencialom ocenjen na 1.180 kg.

2.4 NAPOVEDOVANJE PRIREJE MLEKA

V literaturi srečamo različne oblike napovedovanja prireje mleka. Nekatere se osredotočajo na posamezne krave, na čredo ali pa na celotno populacijo kontroliranih krav.

Proizvajalci mleka in rejske organizacije iščejo načine za optimalno izkoriščanje genetskih sposobnosti krav in zmanjšanje stroškov prireje mleka. Na podlagi mlečnosti krav in laktacijske krivulje rejci vodijo rejo krav in načrtujejo prehrano.

Na podlagi prvih mlečnih kontrol v laktaciji sta Jeretina in Škorjanc (2009) za napovedovanje mlečnosti molznic uporabila model po Wood-u. V okviru spletnega portala Govedo so razvili spletni modul, preko katerega lahko za posamezne krave izračunamo potencialno, ocenjeno in dejansko mlečnost.

Jeretina in sod. (2015) so z uporabo regresijskih modelov, ki vključujejo plemensko vrednost staršev, sezono telitve, starost ob telitvi in povprečno mlečnost sovrstnic v čredi, dokaj zanesljivo ocenili pričakovano mlečnost posamezne prvesnice. Ocenso so izboljšali z vključitvijo prve in vsake naslednje kontrole mlečnosti.

Murphy in sod. (2014) so primerjali 3 različne modele za napovedovanje skupne dnevne prireje mleka v čredi in ocenili njihovo primernost za napovedovanje. Uporabili so model statične umetne nevronske mreže (static artificial neural network – SANN), splošni linearni regresijski model (multiple linear regression model – MLR) in nelinearni avtoregresijski model z eksogenim vhodom (nonlinear auto regressive model with exogenous input – NARX). Z modeli so izdelali dolgoročno napoved za obdobje 305 dni, srednjeročno za obdobje od 30 do 50 dni in kratkoročno za obdobje 10 dni.

Giovinazzo Spears in sod. (2013) so k napovedovanju pristopili na drugačen način. V študiji si niso zadali cilja, da napovedo in predvidijo samo eno možno napoved, ampak so za primer Brazilije naredili 4 možne scenarije v mlečni verigi leta 2020. Na podlagi

podatkov o trenutnem stanju v celotni mlečni verigi in sprememb v zadnjih letih so uporabili 7 stopenjsko metodo priprave scenarijev po Wright in Spers, ki vključuje tudi uporabo Delphi metode (ta temelji na rezultatih vprašalnika, poslanega skupini strokovnjakov). Štirje scenariji vključujejo napovedi mlečne prireje, profila mlečne prireje (družinske kmetije, večja kmetijska podjetja ...), porazdelitev prireje po regijah, produktivnost po kravi, kakovost mleka, število dobaviteljev vhodnih surovin mlekarn, razmerja med pridelovalci in predelovalci, število rejcev, količino odkupa mleka s strani zadrug, prodajne kanale končnih izdelkov, domačo porabo mlečnih izdelkov, kontrolo kakovosti, uvoz in izvoz, gibanje cen na svetovnem trgu in napoved zakonodaje na področju zdravja, varnosti in gospodarstva.

Za napovedovanje prireje mleka je bil večkrat uporabljen tudi model ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average oziroma Metoda avtoregresivnega integriranega drsečega povprečja) (Sanchez in sod., 2014; Ahmed in sod., 2011; Deshmukh in Paramasivam, 2016).

Macciotta in sod. (2002) so za napovedovanje mlečnosti v standardni laktaciji na podlagi nepopolnih podatkov dnevnih kontrol uporabili model ARMA (Autoregressive Moving Average). Z modelom so dosegli dobre rezultate.

Sanchez in sod. (2014) so na podlagi podatkov o mesečni prireji mleka med leti 2000 in 2010 za združno podjetje Maniabo (Las Tunas, Kuba) s pomočjo ARIMA-modela napovedali prirejo mleka za posamezne mesece v letu 2011. Absolutna procentualna napaka je bila pod 15 %, kar smatrajo kot dober približek. Kasneje so napovedano mlečnost primerjali z dejansko in niso ugotovili značilnega odstopanja.

Model ARIMA so za napovedovanje prireje mleka na ravni države uporabili Ahmed in sod. (2011) ter Deshmukh in Paramasivam (2016). Na podlagi preteklih podatkov o letni prireji mleka so z modelom ARIMA napovedali prirejo mleka za 5 let vnaprej.

3 MATERIAL IN METODE

3.1 MATERIAL

Za analizo in za napovedovanje prireje mleka smo uporabili rezultate kontrole proizvodnje, ki smo jih pridobili s strani Kmetijskega inštituta Slovenije. Podatki se zbirajo v okviru strokovnih nalog v Centralni podatkovni zbirki Govedo (CPZ Govedo). Podatki za analizo in napovedovanje prireje mleka v Sloveniji vsebujejo identifikacijsko številko posamezne živali, kodo populacije, ki ji pripadajo, zaporedno laktacijo, v kateri je žival ob kontroli, datum telitve, datum izvajanja kontrole mlečnosti, dni po telitvi (stadij laktacije), dnevno količino namolzenega mleka, vsebnost maščobe in beljakovin v mleku, šifro zavoda, datum rojstva in identifikacijsko številko kmetije. V analizo smo prejeli podatke 1.579.223 mesečnih kontrol mlečnosti, zbranih v šestih letih med 1.1.2010 in 31.12.2015 na območju treh zavodov Kmetijsko gozdarske zbornice Slovenije (KGZS), in sicer iz območja zavodov Kranj, Ljubljana in Novo mesto.

Za izboljšanje natančnosti osnovnega modela napovedi mlečnosti smo uporabili podatke o pridelku silazne koruze v Sloveniji od leta 2007 do 2015, ki smo jih pridobili iz spletne strani Statističnega urada Republike Slovenije, in podatke o deležu dni s temperaturno-vlažnostnim indeksom (TVI), večjim od 72. Za izračun TVI smo uporabili arhiv meritev povprečnih dnevnih temperatur in povprečnih relativnih vlažnosti zraka na treh meteoroloških postajah (Letališče Jožeta Pučnika Ljubljana, Grosuplje in Novo mesto), ki smo jih pridobili s spletne strani portala ARSO (<http://meteo.arso.gov.si>) za obdobje od 1.1.2010 do 31.12.2015.

3.2 METODE

Za analizo podatkov in napovedovanje prireje mleka smo uporabili programski jezik R, ki je brezplačno in odprtokodno programsko orodje za statistično in vizualno analizo podatkov. Za lažje in bolj pregledno delo smo uporabili grafični uporabniški vmesnik RStudio (RStudio, 2016).

Za mesečne kontrole mlečnosti smo izračunali osnovne statistične parametre, in sicer povprečno vrednost, standardni odklon, koeficient variabilnosti, najmanjšo vrednost in največjo vrednost. Analizirali smo rezultate kontrole mlečnosti in jih glede na različne

vidike predstavljamo v grafični obliki. Vse predstavljene vrednosti predstavljajo enostavno povprečje po posameznih vplivih.

Hyndman in Athanasopoulos (2014) navajata, da se za napovedovanje časovnih vrst najpogosteje uporabljajo modeli z eksponentnim glajenjem (ETS – Exponential Smoothing) in modeli ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average). Na tem je temeljila tudi odločitev za izbiro pristopov k napovedovanju. Izgradnjo modelov nam brez poglobljenega poznavanja področja v R-okolju omogoča knjižnica *forecast* (Hyndman, 2016), ki z metodama *ets* in *auto.arima* poišče glede na vhodne podatke ustrezen model. Uporabili smo privzete nastavitve obeh funkcij.

S funkcijo *auto.arima* smo zgradili tudi tretji model: ARIMA-model z dodatnimi spremenljivkami. Za posamezen mesec smo vključili:

- **Dejavnik strukture vzorca kontrol mlečnosti v mesecu.** Na osnovi analize podatkov kontrole mlečnosti smo na celotni množici podatkov pridobili za vsako pasmo 8 laktacijskih krivulj glede na zaporedno laktacijo. Dejavnik smo definirali kot povprečje vrednosti iz izračunane laktacijske krivulje za celotno populacijo (glede na pasmo, zaporedno laktacijo in stadij laktacije) za posamezno kontrolo. S tem smo dobili dodatni dejavnik, ki lahko razloži nepojasnjene spremembe mlečnosti v določenem mesecu. Sklepamo namreč, da so lahko kratkoročna nihanja posledica kratkoročnih nihanj zastopanosti pasme, zaporednih kontrol in stadija laktacije.
- **Dejavnik vročinskega stresa,** ki smo ga določili kot odstotek dni v mesecu s TVI ≥ 72 . TVI smo izračunali s formulo, ki jo navajajo Verbič in sod. (2011):

$$TVI = (1,8 * T + 32) - (0,55 - 0,0055 * H) * (1,8 * T - 26),$$

kjer je

TVI – Temperaturno-vlažnostni indeks

T – Temperatura zraka v °C

H – Relativna vlažnost zraka v %.

- **Dejavnik pridelave krme.** Izbira kazalca ni enostavna, saj bi morali upoštevati kompleksnost okoljskih vplivov na pridelavo krme kot tudi vpliv krme na prirejo mleka. Vseeno smo se za preizkus, ali je morda dovolj že preprost podatek,

odločili, da kot dejavnik za pridelavo krme vključimo podatke iz statističnega urada o pridelku poljščin od leta 2007 do 2015 v t/ha. Za slab, a morda zadovoljiv približek, smo izbrali silažno koruzo. Ocenili smo, da dejavnik vsaj deloma zajame vpliv suše na količino in kakovost pridelka v letu. Brez podrobnejših analiz smo kot začetni mesec vpliva krme v letu izbrali mesec november.

Kakovost modelov je bilo potrebno ovrednotiti, da smo lahko izbrali najprimernejšega. Odločili smo se za pristop prečnega preverjanja, kot ga predlaga Hyndman (2011). Prečno preverjanje je postopek, ki poteka v več korakih. V vsakem od korakov smo razdelili celotne podatke na učno in testno množico. Na učni množici smo zgradili model in ga ovrednotili na testni množici. Izbrali smo 36 korakov prečnega preverjanja. Prvi korak je vzel za učne podatke obdobje od januarja 2010 do decembra 2012, ostali podatki so pa spadali v testno množico. Na učnih podatkih je gradil modele z 12-mesečno napovedjo od januarja 2013 do decembra 2013, nato pa preveril točnost teh napovedi na realnih podatkih iz testne množice. Drugi korak je delitev množice na učno in testno pomaknil za en mesec vnaprej, torej so učni podatki obsegali obdobje od januarja 2010 do januarja 2013. Na teh smo zgradili nove modele in jih ovrednotili na delu testne množice od februarja 2013 do januarja 2014. In po istem principu vse do zadnjega koraka, ki je na podlagi podatkov od januarja 2010 do novembra 2015 zgradil model in podal napoved za naslednjih 12 mesecev (ki pa smo jo v tem primeru lahko testirali le na enem mesecu, saj podatkov za naprej nismo imeli na voljo). V vsakem koraku smo model določili avtomatsko z *ets* in *auto.arima* funkcijama. Opozoriti moramo, da na ta način nismo vrednotili modelov z vnaprej določenimi parametri za model z eksponentnim glajenjem ali ARIMA-model. Vrednotili smo, kako dober model so nam določile funkcije *ets*, *auto.arima* in *auto.arima* pri uporabi dodatnih dejavnikov (metodi smo podali *xreg* parameter). V različnih korakih prečnega preverjanja so se tako lahko modeli med sabo razlikovali, ko so se za vsak mesec sproti prilagajali najnovejšim dostopnim podatkom. Za tak pristop smo se odločili zaradi relativno majhnega obsega podatkov. Ocenili smo namreč, da za model, določen samo na podatkih prvih treh let, težko pričakujemo zadovoljivo točnost napovedi za sedmo leto, za katero smo podali napoved.

Pomembno je, da smo prečno preverjanje opravili pravilno. V vsakem koraku smo preverjanje opravili samo s preteklimi podatki, prihodnje (dejanske) podatke pa smo

uporabili le za izračun napovedne napake. V vsakem koraku smo morali zato napovedati tudi vrednosti dodatnih dejavnikov, ki smo jih določili na sledeč način:

- Za napoved dejavnika **strukture vzorca kontrol v mesecu** smo uporabili funkcijo *auto.arima* s privzetimi parametri.
- Za napoved dejavnika **vročinskega stresa** smo uporabili za posamezen mesec povprečje za mesec iz preteklih let.
- Za napoved dejavnika **pridelave krme** smo uporabili povprečje iz preteklih let. Izjema je predpostavka, da je prva približna ocena predvidene pridelave krme v posameznem letu znana konec meseca oktobra in lahko podatek upoštevamo vnaprej do naslednjega leta. To pomeni, da ob podajanju napovedi za 12 mesečno obdobje od meseca novembra dalje lahko že uporabimo informacijo o predvideni količini pridelka krme v letu. Ocenjujemo, da je predpostavka pesimistična, saj so prve ocene kmetijske suše znane že prej.

Napovedna napaka je definirana kot razlika med napovedano in dejansko vrednostjo za posamezni mesec (od 1 do 12 mesecev vnaprej). Povprečna napaka je enostavno povprečje napake preko vseh 36 korakov prečnega preverjanja za od 1 do 12 mesecev vnaprej, povprečna absolutna napaka pa enostavno povprečje absolutne vrednosti napake.

4 REZULTATI

4.1 ANALIZA KONTROLE MLEČNOSTI

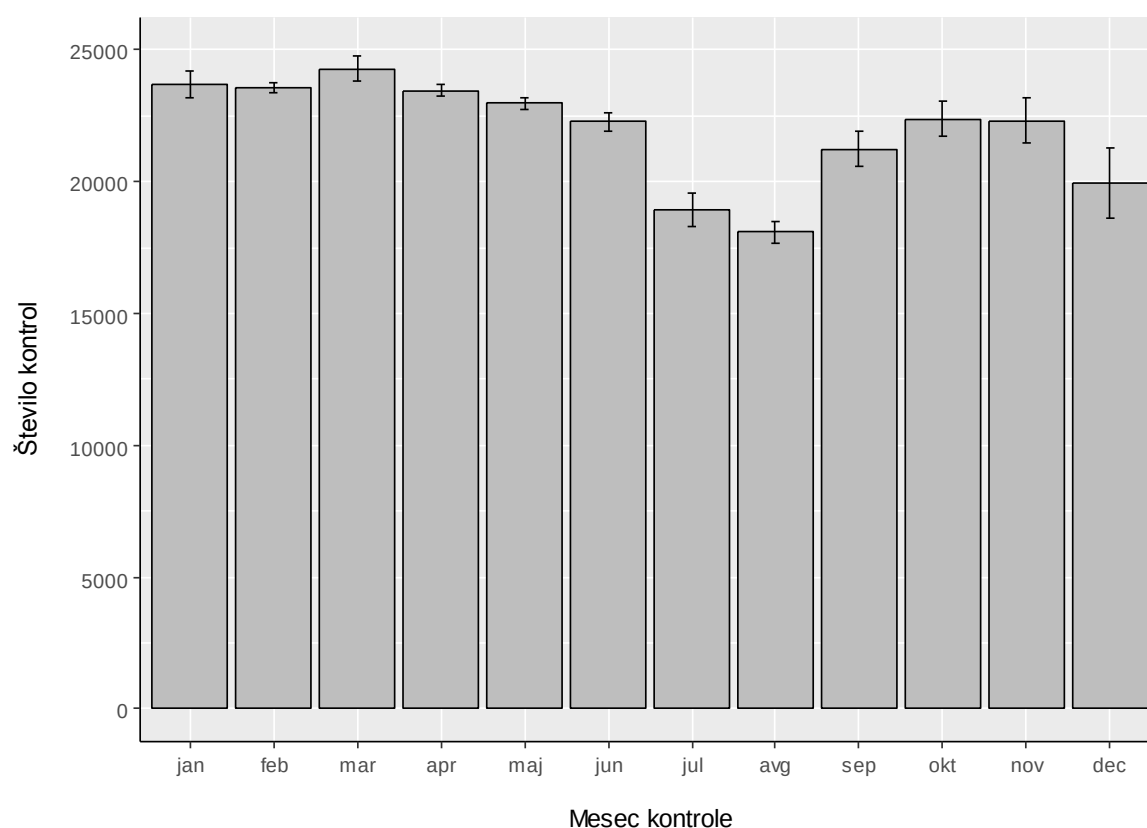
Med 1.1.2010 in 31.12.2015 je bilo na območju treh Kmetijsko gozdarskih zavodov v okviru KGZS opravljenih 1.579.223 dnevnih kontrol mlečnosti. Kontrole mlečnosti so bile opravljene na 1.495 različnih kmetijah pri 89.297 kravah.

Število živali, ki so imele v posameznem letu vsaj eno kontrolo mlečnosti, se z leti ni bistveno spremenilo in se je gibalo med 39.396 krav v letu 2014 in 40.529 krav v letu 2011. Se je pa v tem obdobju zmanjšalo število kmetij, na katerih se je izvajala kontrola za 170 kmetij (s 1.464 kmetij leta 2010 na 1.294 kmetij leta 2015) (Preglednica 12). Povprečno število krav na kmetijo na območju teh treh zavodov se je z leti povečevalo, in sicer s 27,4 v letu 2010 na 31,2 v letu 2015. V izračun je bilo zajeto število živali in kmetij v posameznem letu, pri katerih je bila opravljena vsaj ena kontrola mlečnosti.

Preglednica 12: Število kmetij in krav s kontrolo mlečnosti in število krav na kmetijo v posameznem letu

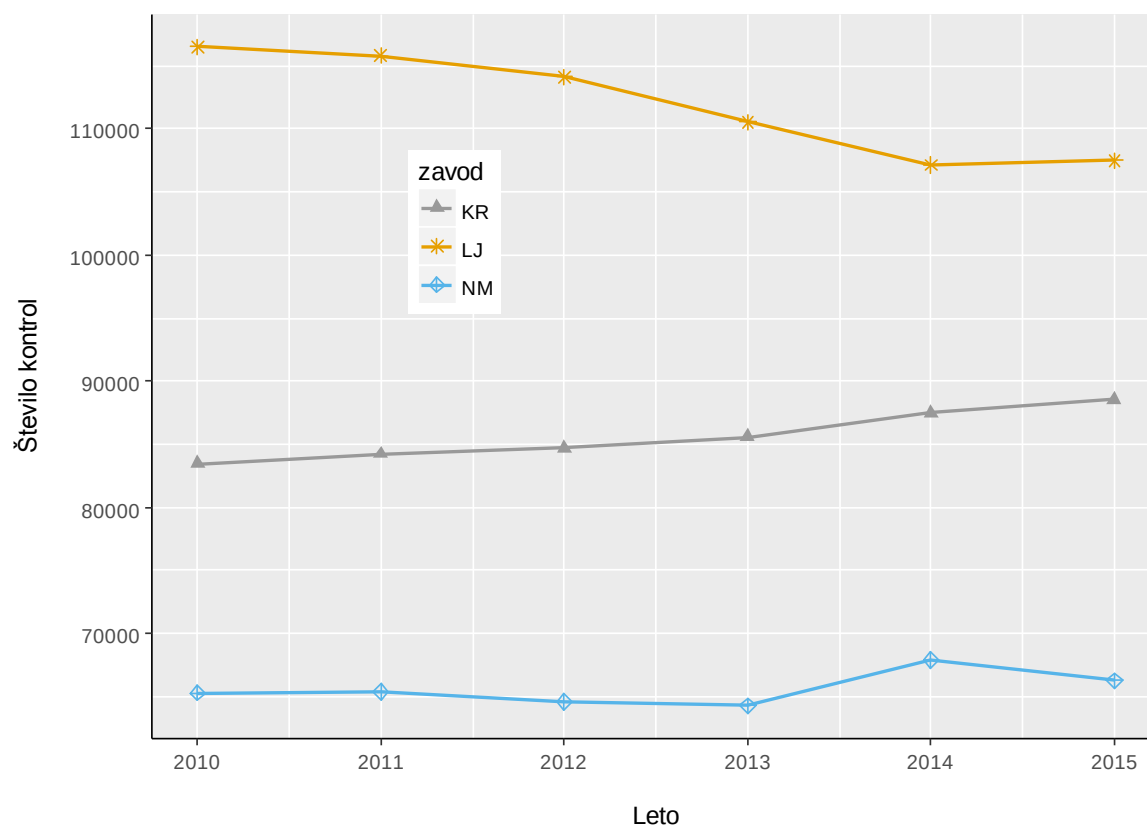
Leto	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Št. kmetij	1.464	1.422	1.403	1.353	1.304	1.294
Št. krav	40.186	40.529	40.410	40.177	39.396	40.313
Št. krav/kmetijo	27,4	28,5	28,8	29,7	30,2	31,2

Število kontrol se na letni ravni med 2010 in 2015 ni bistveno spremenilo in se je zmanjšalo za 1,1 % (z 265.229 v letu 2010 na 262.236 v letu 2015). Na sliki 6 je prikazano povprečno število kontrol v posameznem mesecu. Število kontrol se je v povprečju gibalo med 18.100 v avgustu in 24.282 v mesecu marcu. Vzrok za to, da je v mesecu avgustu, juliju in decembru manj kontrol kot preostale mesece, so verjetno letni dopusti in odsotnosti kontrolorjev ter rejcev zaradi novoletnih praznikov in poletnih dopustov.



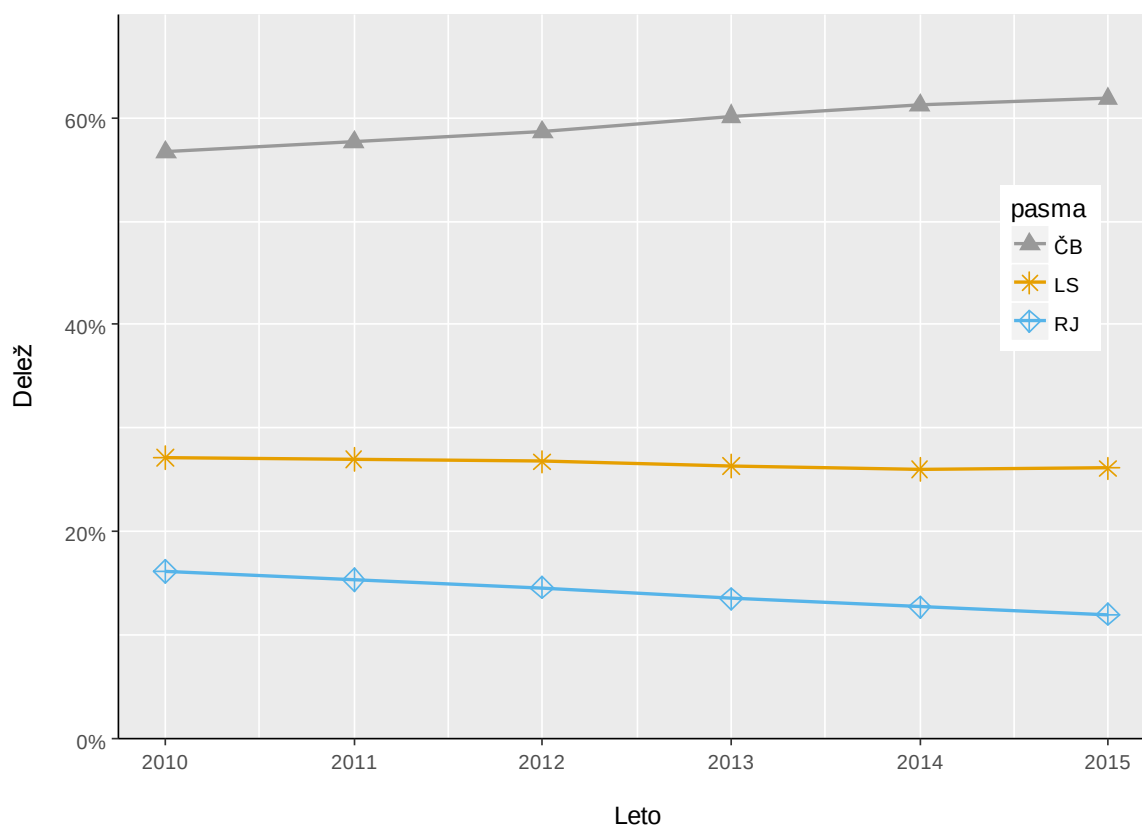
Slika 6: Število kontrol v posameznem mesecu (povprečje ± SD)

V povprečju je bilo na leto opravljenih 263.203 kontrol mlečnosti. Od tega je bilo na območju zavoda Kranj opravljenih 33 % kontrol, na območju zavoda Ljubljana 42 % in na območju zavoda Novo mesto 25 % kontrol. Na sliki 7 je prikazano gibanje števila kontrol med leti po posameznih zavodih. Opazimo, da se število kontrol na zavodu Ljubljana zmanjšuje, medtem ko se na zavodih Kranj in Novo mesto število kontrol povečuje.



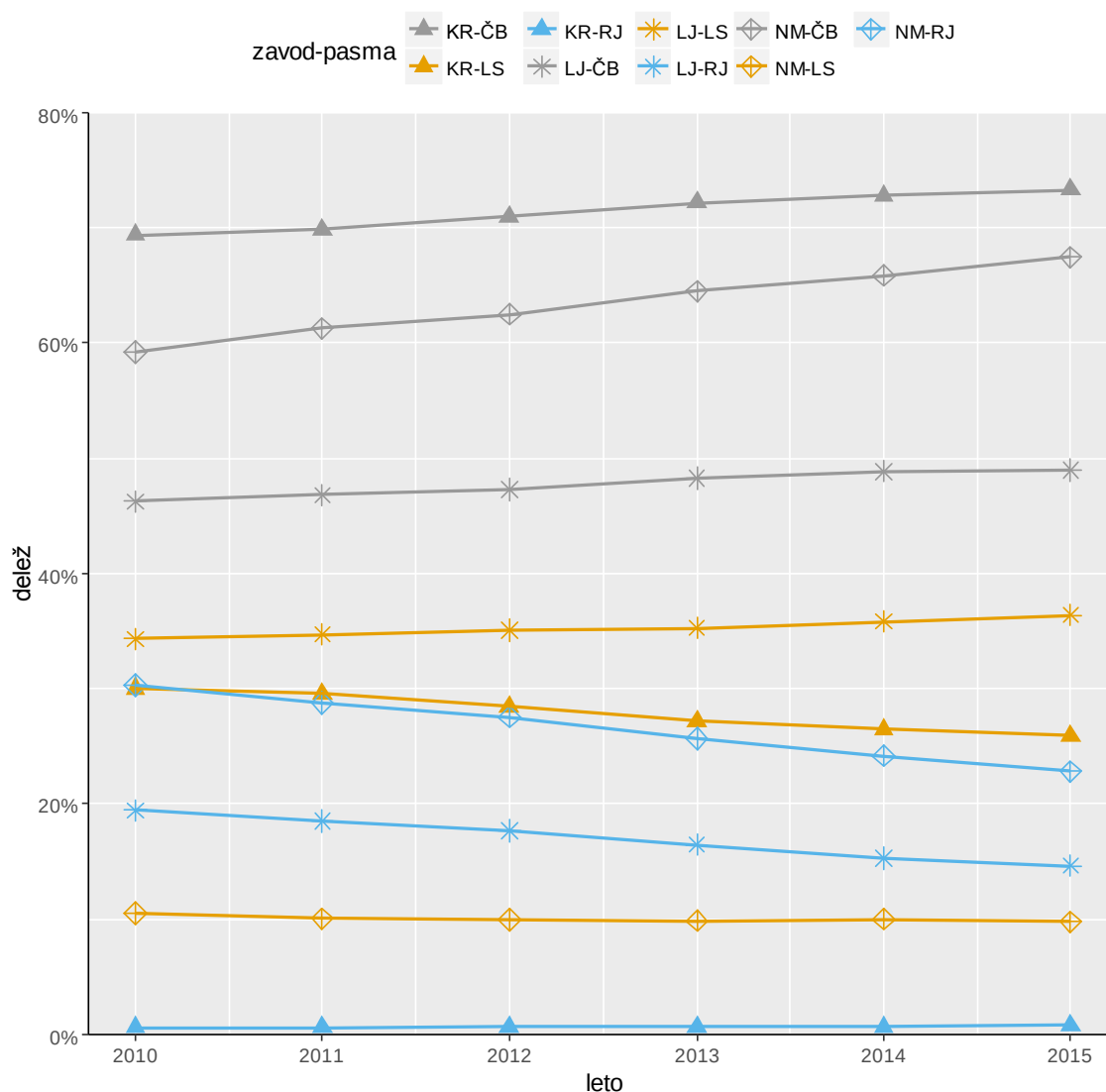
Slika 7: Število kontrol po posameznih zavodih

Na sliki 8 je prikazano gibanje deleža kontrol po posameznih pasmah. Prevladujejo krave črno-bele pasme (59,4 % vseh kontrol), sledijo krave lisaste pasme s 26,6 %, najmanjši delež kontrol pa predstavljajo kontrole krav rjave pasme z dobrimi 14 %. Opazimo lahko povečevanje deleža kontrol pri kravah črno-bele pasme in zmanjševanje deleža kontrol pri kravah rjave pasme. Delež kontrol lisaste pasme ostaja skoraj nespremenjen oziroma le rahlo upada.



Slika 8: Delež kontrol glede na pasmo krave

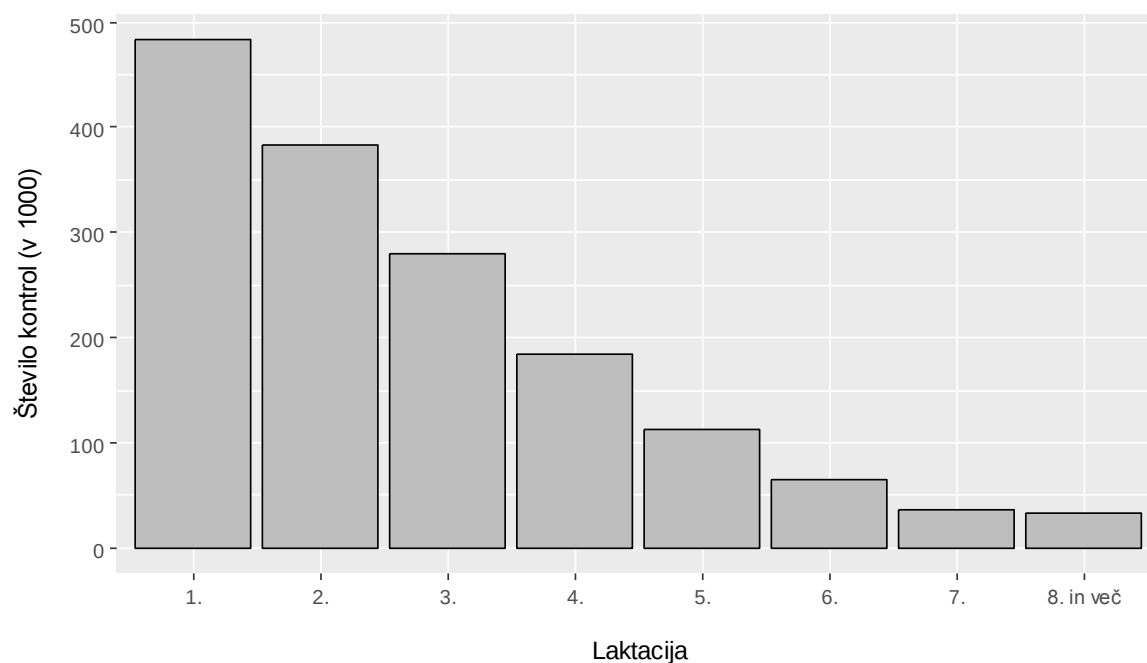
Na sliki 9 prikazujemo delež kontrol glede na pasmo znotraj posameznega zavoda. Največje razlike so pri zavodu Kranj, kjer je najbolj zastopana črno-bela pasma z 71,4 %, sledi ji lisasta pasma s 27,9 %, delež rjave pasme je pa le 0,7 %. Znotraj zavoda Ljubljana je delež kontrol pri črno-beli pasmi 47,7 %, pri lisasti 35,3 % in pri rjavi 17,0 %. Delež kontrol črno-bele pasme je najbolj zastopan tudi na območju zavoda Novo mesto s 63,5 %, medtem ko je delež kontrol pri kravah rjave pasme večji (26,5 %) od lisaste pasme (10,0 %). Opazimo lahko povečanje deleža kontrol pri kravah črno-bele pasme na račun zmanjšanja deleža kontrol pri lisasti in rjavi pasmi.



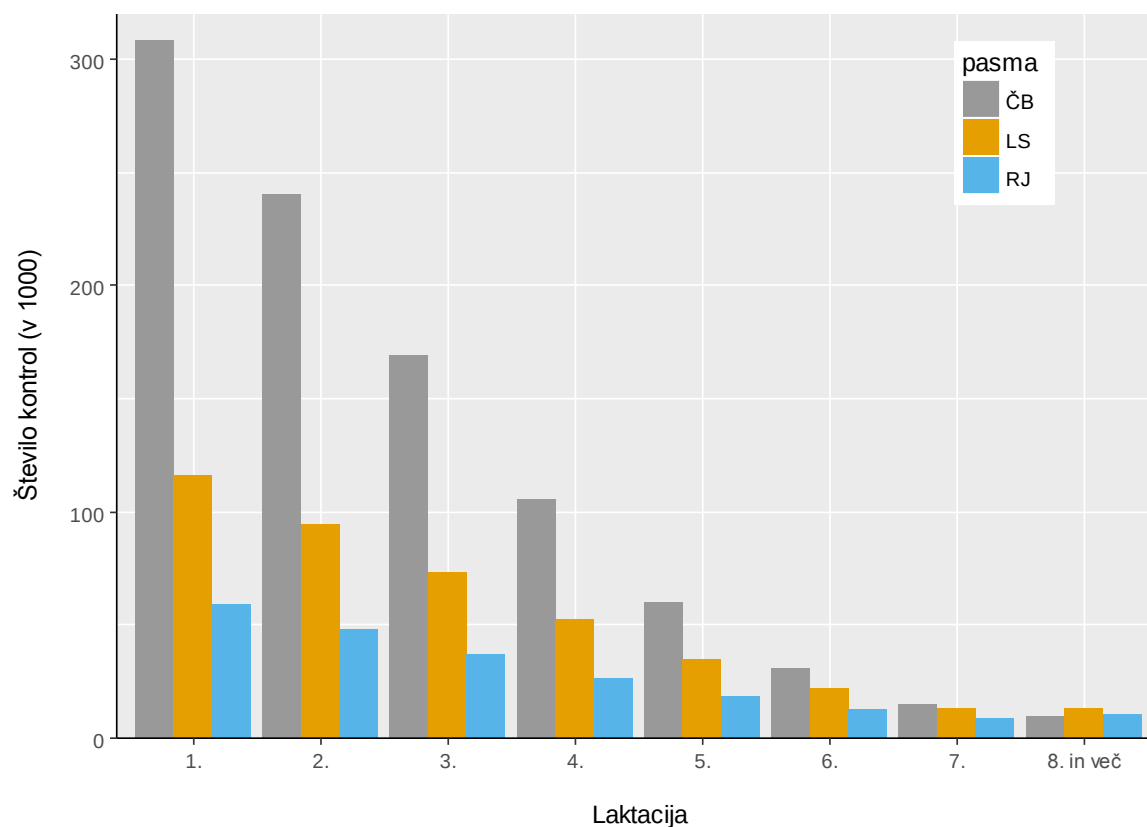
Slika 9: Delež kontrol pri posameznih pasmah glede na območje Kmetijsko gozdarskega zavoda

Na sliki 10 je prikazano število kontrol, ki so bile opravljene v posamezni laktaciji. Od skupaj 1.579.223 kontrol je bilo v prvi laktaciji opravljenih 30,6 % kontrol, v drugi laktaciji 24,2 % kontrol, v tretji 17,7 % kontrol, v četrti 11,7 % kontrol, v peti 7,2 % kontrol, v šesti 4,2 % kontrol, v sedmi 2,3 % kontrol, v osmi ali višji pa 2,1 % kontrol.

Analizirali smo tudi število kontrol posamezne pasme po zaporednih laktacijah (Slika 11). Opazimo občutnejše zmanjševanje števila kontrol pri črno-beli pasmi v primerjavi z lisasto oziroma rjavo pasmo. Relativno se delež kontrol črno-bele pasme zmanjšuje, delež ostalih pasem pa povečuje.

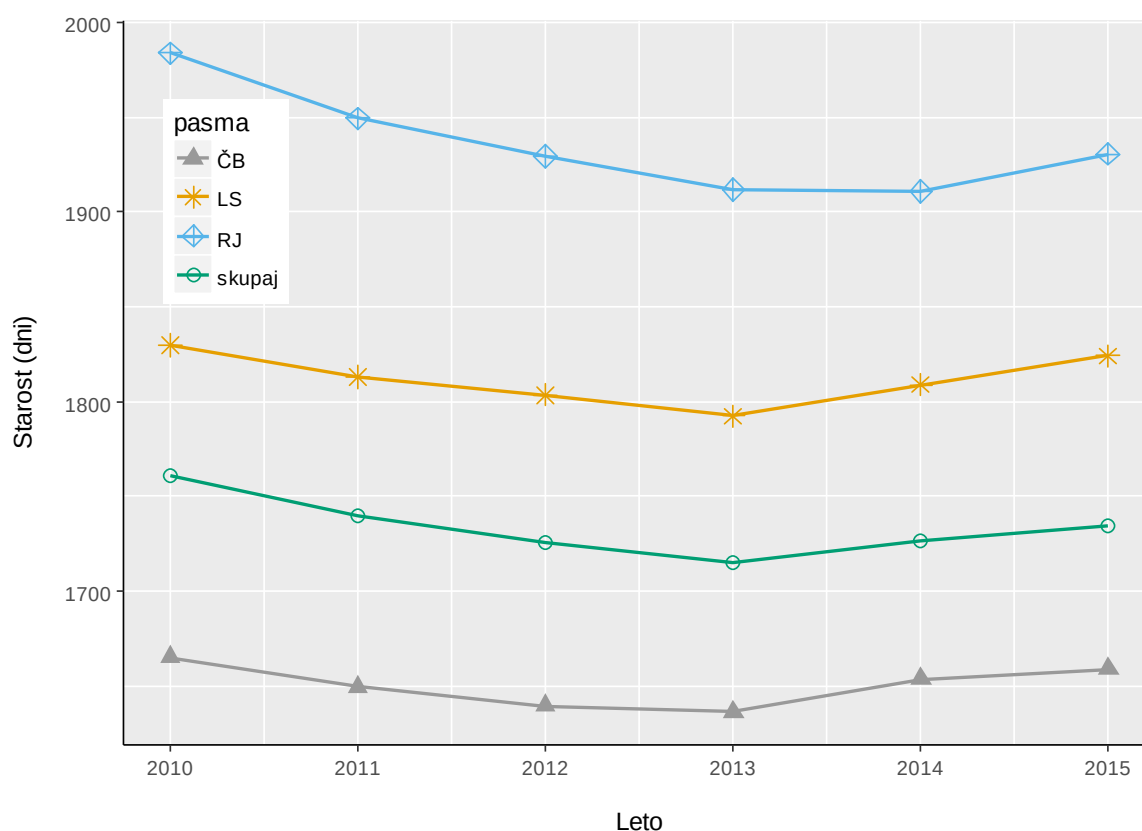


Slika 10: Število kontrol glede na zaporedno laktacijo



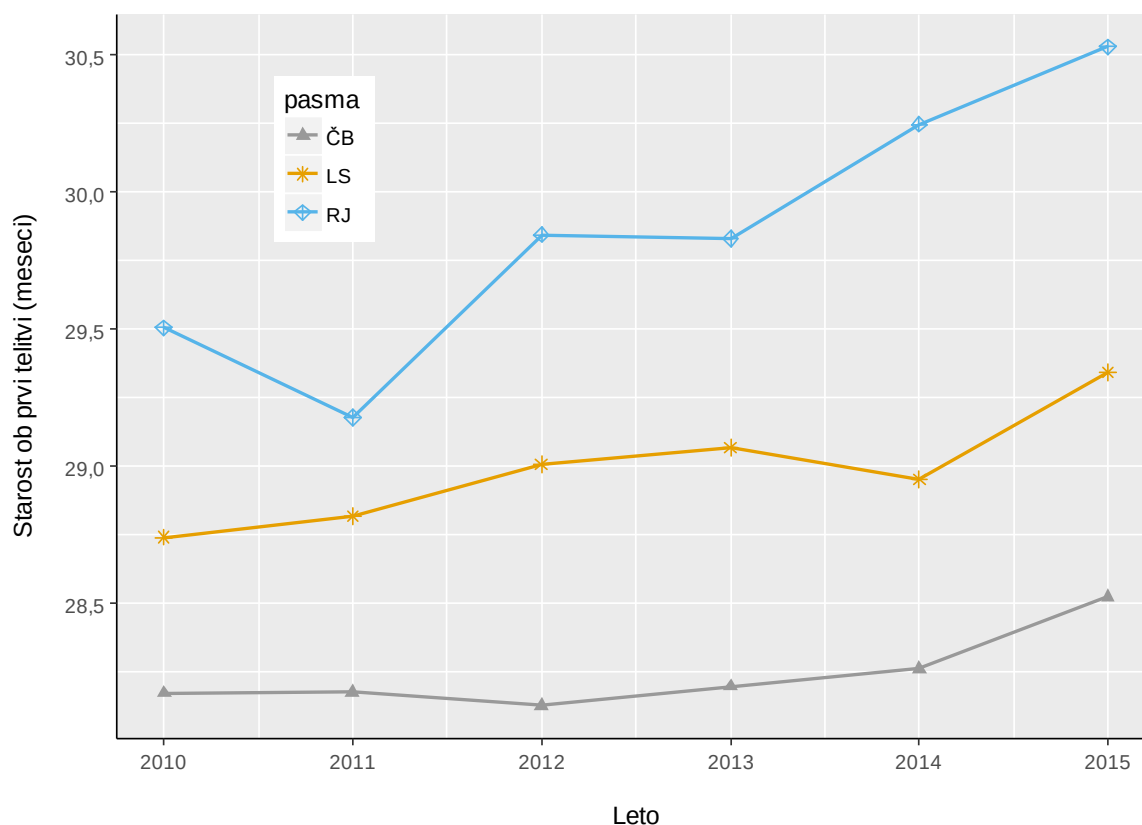
Slika 11: Število kontrol posamezne pasme glede na zaporedno laktacijo

Povprečna starost krav v kontroli mlečnosti se je v obdobju od leta 2010 do leta 2015 zmanjšala (Slika 12). Iz povprečne starosti 1.761 dni (57,9 meseca) v letu 2010 se je povprečna starost do leta 2013 zmanjšala za 47 dni. Opazimo, da se je zadnji dve leti povprečna starost krav v kontroli povečala za 20 dni, na 1.734 dni (57,0 meseca). Opazimo tudi velike razlike med pasmami. V povprečju so bile krave rjave pasme starejše od krav lisaste pasme za 126 dni (4,1 meseca), le-te pa od krav črno-bele pasme za 162 dni (5,3 meseca).



Slika 12: Povprečna starost krav posamezne pasme in vseh krav skupaj v kontroli mlečnosti (starost v dnevih) po posameznih letih

Povprečna starost krav ob prvi telitvi je bila 28,6 mesecev. Opazili smo razlike med pasmami (Slika 13), saj so krave črno-bele pasme v povprečju prvič telile pri starosti 28,2 meseca, krave lisaste pasme pri 29,0 mesecih in krave rjave pasme pri starosti 29,9 meseca. V opazovanem obdobju od 2010 do 2015 se je povprečna starost ob prvi telitvi povečevala. Največje povečanje za 31 dni smo opazili pri kravah rjave pasme, pri kravah lisaste pasme za 18 dni in najmanjše povečanje pri kravah črno-bele pasme za 11 dni.



Slika 13: Povprečna starost krav ob prvi telitvi (glede na leto opazovanja)

V preglednici 13 so predstavljeni osnovni statistični parametri za 1.579.223 opravljenih dnevnih kontrol mlečnosti. Povprečna mlečnost na dan kontrole v obravnavanem obdobju je bila $21,96 \pm 7,92$ kg mleka, povprečna vsebnost maščob $4,05 \pm 0,76$ % in vsebnost beljakovin $3,36 \pm 0,39$ %. Opazimo velika nihanja pri mlečnosti (med 2,0 in 69,7 kg na dan kontrole) in prav tako pri vsebnosti maščob (med 1,50 in 8,00 %) in beljakovin (med 1,14 in 7,00 %).

Preglednica 13: Osnovni statistični parametri dnevne kontrole mlečnosti za obdobje 2010–2015, opravljene na območju zavoda Kranj, Ljubljana in Novo mesto

Parameter	n	$\bar{x}$	SD	KV	najmanj	največ
Mleko (kg)	1.579.223	21,96	7,92	36,1	2,0	69,7
Maščobe (%)	1.579.223	4,05	0,76	18,8	1,50	8,00
Beljakovine (%)	1.579.223	3,36	0,39	11,5	1,14	7,00

V preglednici 14 so po posameznih letih predstavljene povprečne dnevne mlečnosti, vsebnosti maščob in beljakovin. Opazimo lahko, da se je od leta 2010 do leta 2015 mlečnost na dan kontrole povečala za 1,77 kg (kar predstavlja 8,3 % povečanje). V letu 2013 je dnevna mlečnost glede na predhodno leto 2012 rahlo upadla, je pa zadnje dve leti močno narasla. Vsebnost beljakovin se je med letom 2010 in 2015 povečala za 0,02 %. Vsebnost maščob je med leti ostala na isti ravni in se ni bistveno spremenila.

Preglednica 14: Povprečne vrednosti dnevne mlečnosti, vsebnosti maščob in beljakovin po posameznih letih na osnovi dnevnih kontrol produktivnosti

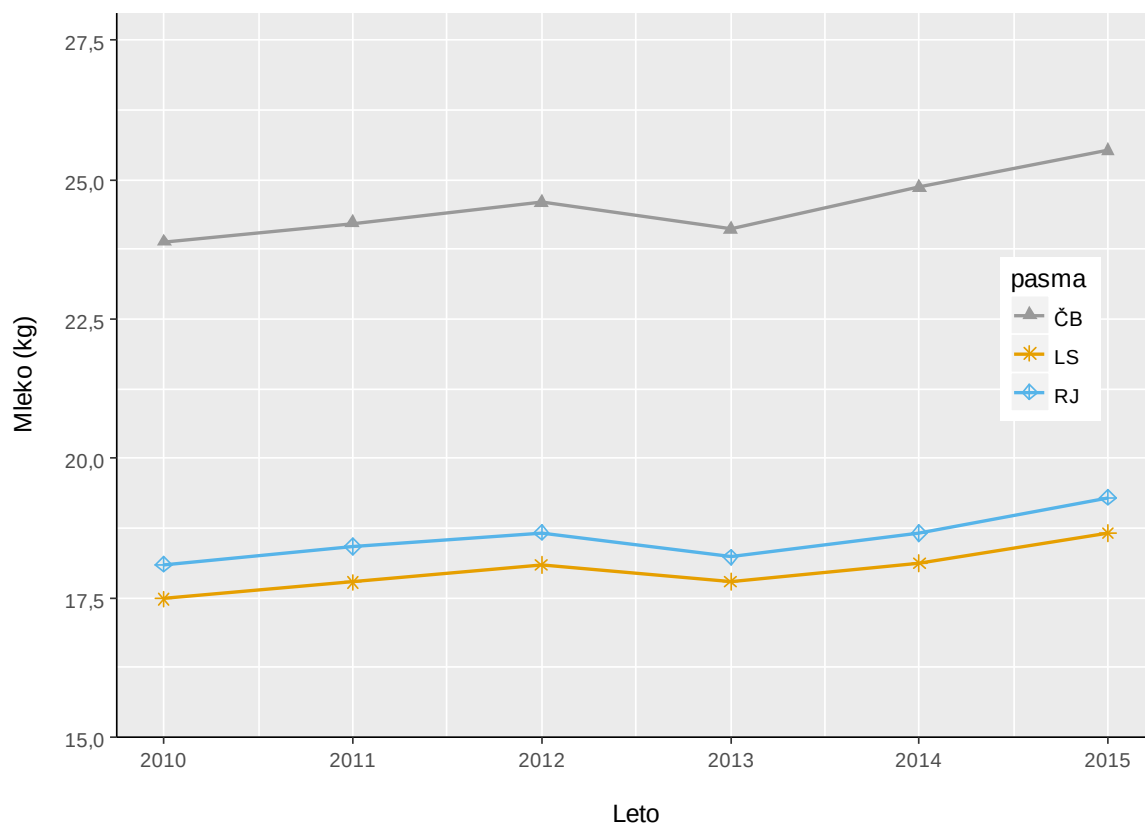
Parameter \ Leto	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Število kontrol	265.229	265.382	263.436	260.401	262.539	262.236
Mleko (kg)	21,21	21,60	21,98	21,65	22,32	22,98
Maščobe (%)	4,05	4,04	4,07	4,07	4,04	4,05
Beljakovine (%)	3,35	3,36	3,37	3,35	3,36	3,37

Pri analizi kontrol mlečnosti smo ugotovili razlike med pasmami (Preglednica 15). Ugotovili smo, da imajo krave črno-bele pasme večjo mlečnost na dan kontrole kot krave rjave in lisaste pasme. Krave črno-bele pasme imajo v povprečju za 6,5 kg večjo mlečnost na dan kontrole kot krave lisaste pasme in za 6 kg večjo od krav rjave pasme. Največjo vsebnost maščob in beljakovin imajo krave rjave pasme, najmanjšo pa krave črno-bele pasme.

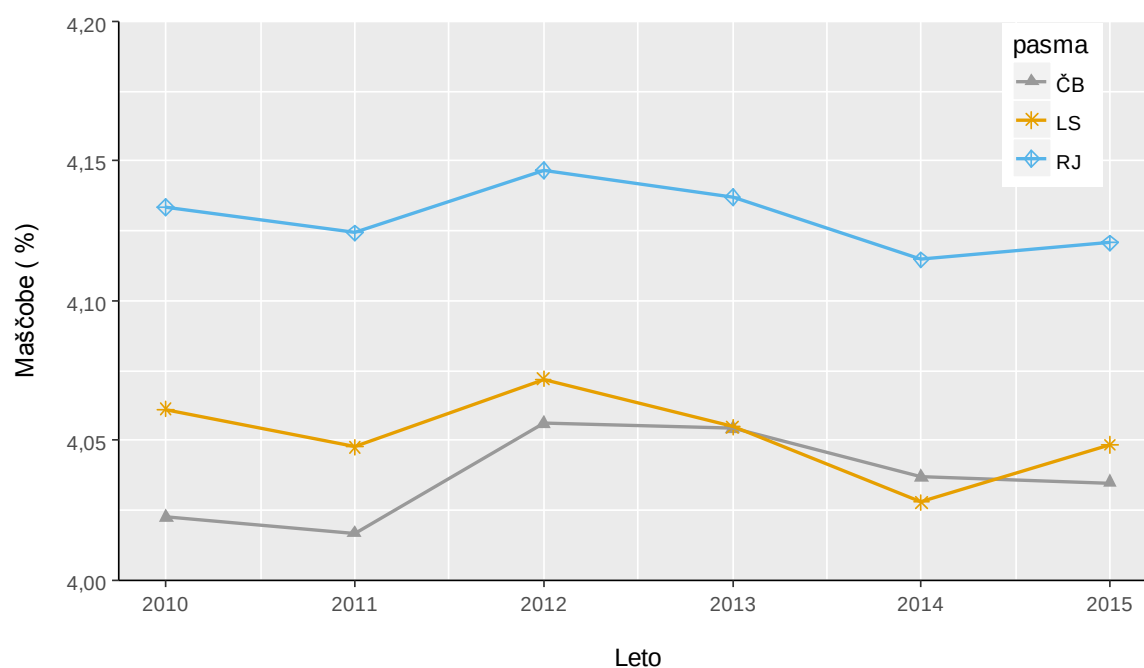
Preglednica 15: Povprečna mlečnost na dan kontrole (v kg), vsebnost maščob in beljakovin (v %) po pasmah krav

Parameter \ Pasma	Črno-bela	Lisasta	Rjava
Mleko (kg)	24,5	18,0	18,5
Maščobe (%)	4,04	4,05	4,13
Beljakovine (%)	3,32	3,40	3,44

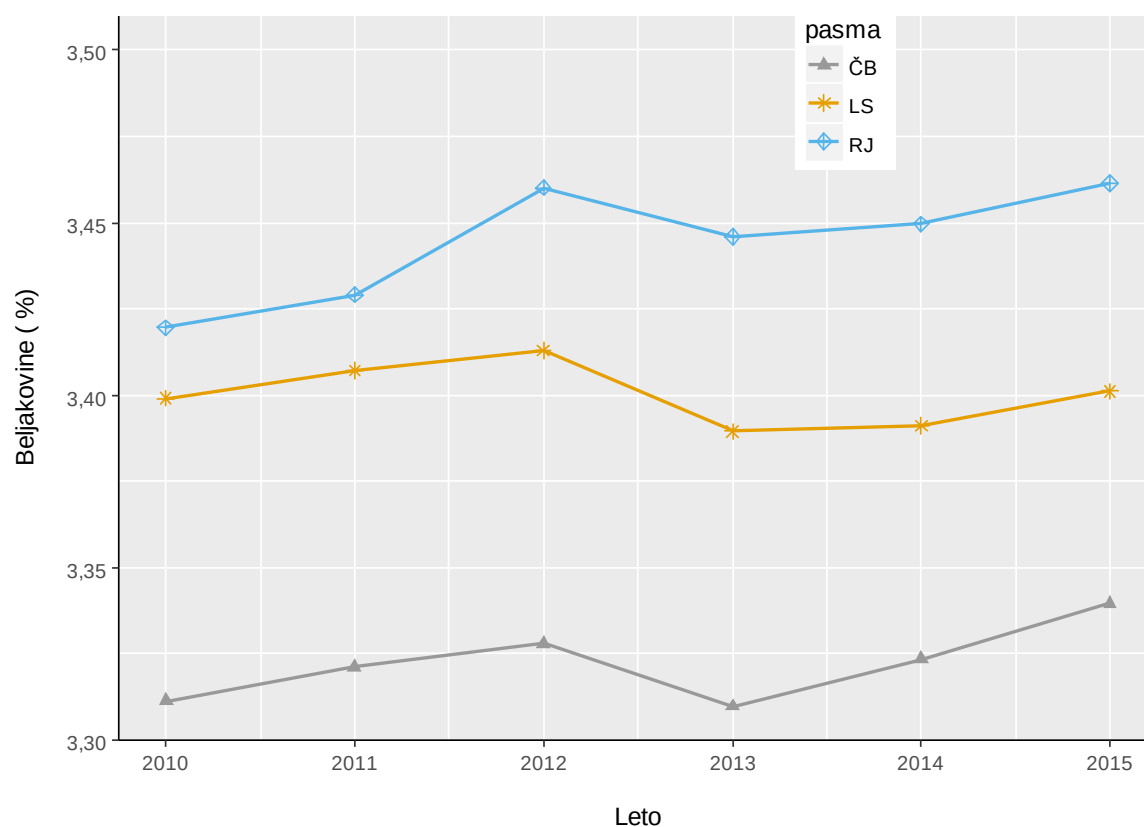
Omenjene razlike med pasmami so grafično predstavljene na naslednjih slikah (Slika 14, Slika 15 in Slika 16). Opazimo velike razlike v mlečnosti med črno-belo, rjavo in lisasto pasmo. Vidimo tudi naraščajoč trend po letih. Pri vsebnosti maščob izstopa rjava pasma z večjo vsebnostjo v primerjavi s kravami lisaste in črno-bele pasme. Pri vsebnosti beljakovin je opazen rahel trend naraščanja pri rjavi in črno-beli pasmi, medtem ko vsebnost beljakovin pri lisasti pasmi ostaja na približno isti ravni.



Slika 14: Povprečna dnevna mlečnost glede na pasmo krave po letih (v kg na kravo na dan kontrole)

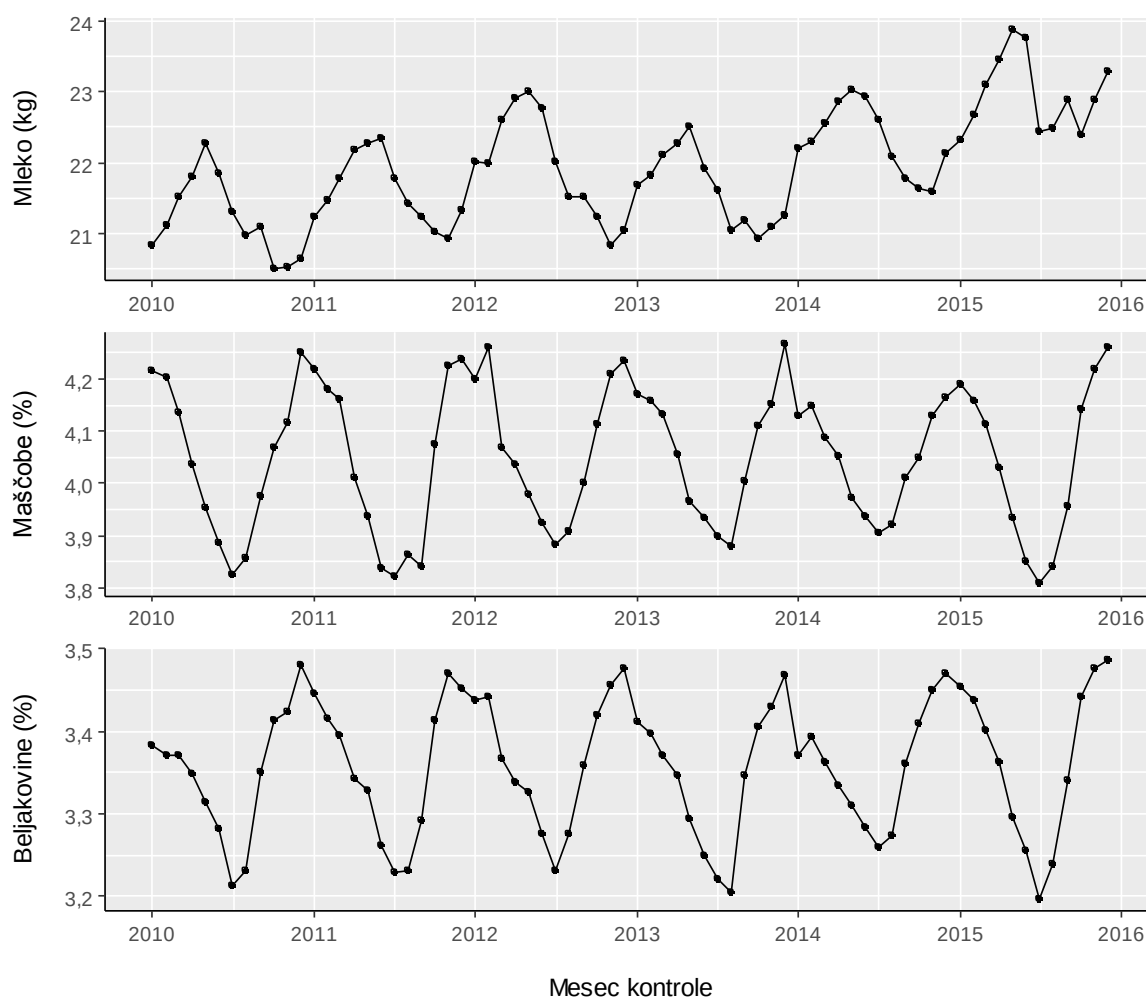


Slika 15: Povprečna vsebnost maščobe glede na pasmo krav po letih (v %)



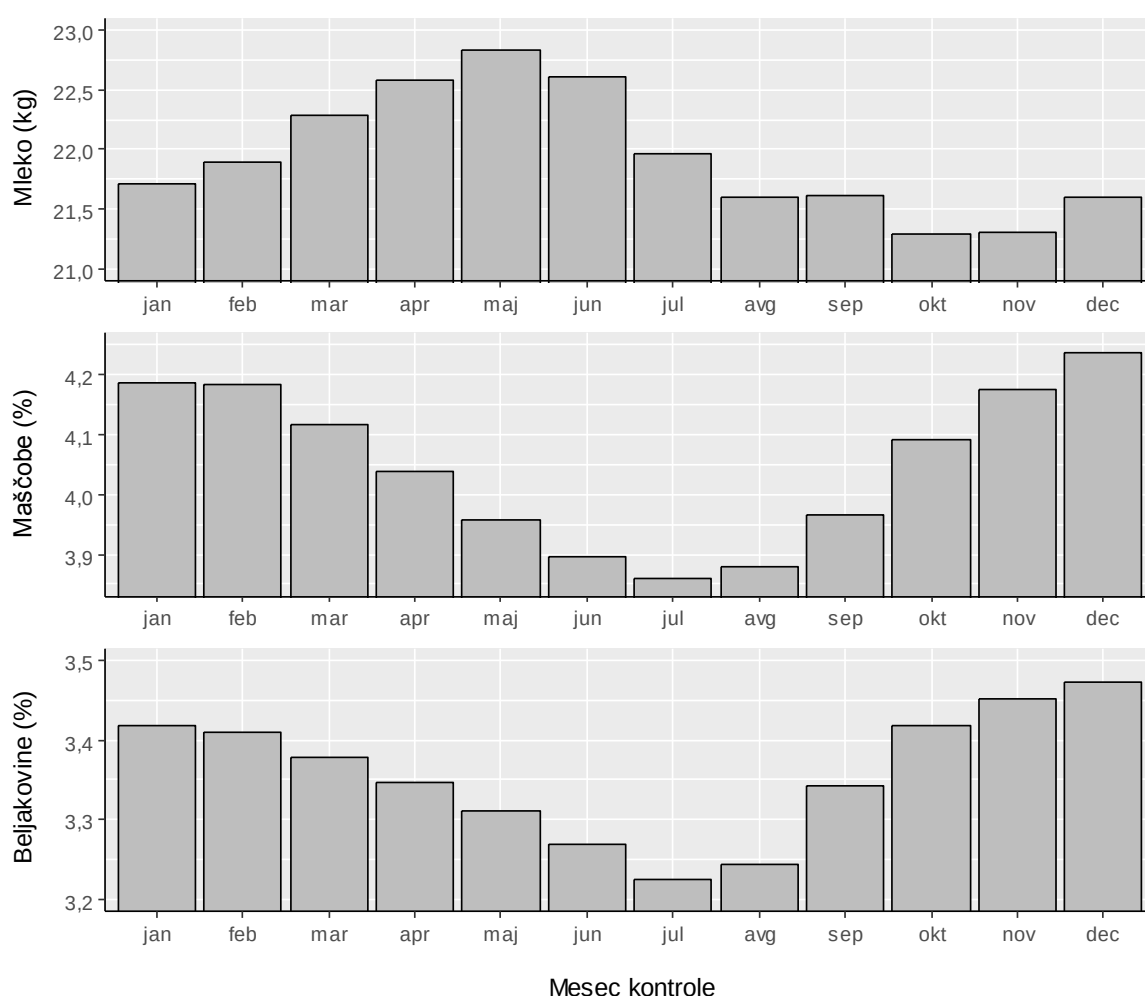
Slika 16: Povprečna vsebnost beljakovin glede na pasmo krav po letih (v %)

Na sliki 17 so prikazana gibanja mesečnih povprečij dnevni kontrol prireje in sestave mleka. Opazimo lahko sezonsko nihanje dnevne mlečnosti, vsebnosti maščob in beljakovin. V letu 2014 in 2015 je viden tudi trend povečevanja dnevne mlečnosti v primerjavi s predhodnimi leti, medtem ko tega trenda pri maščobah in beljakovinah ni opaziti. V obravnavanem obdobju je bila najmanjša mesečna povprečna količina mleka v mesecu oktobru 2010 (20,51 kg), največja pa v maju 2015 (23,88 kg). Najmanjša vsebnost maščob in beljakovin je bila v mesecu juliju 2015 (3,81 % maščob oziroma 3,20 % beljakovin), najvišja vsebnost pa v mesecu decembru 2015 (4,27 % maščob) oziroma v decembru 2013 (3,49 % beljakovin).



Slika 17: Mesečna povprečja dnevni kontrol prireje in sestave mleka (v kg oziroma v % na kravo na dan kontrole)

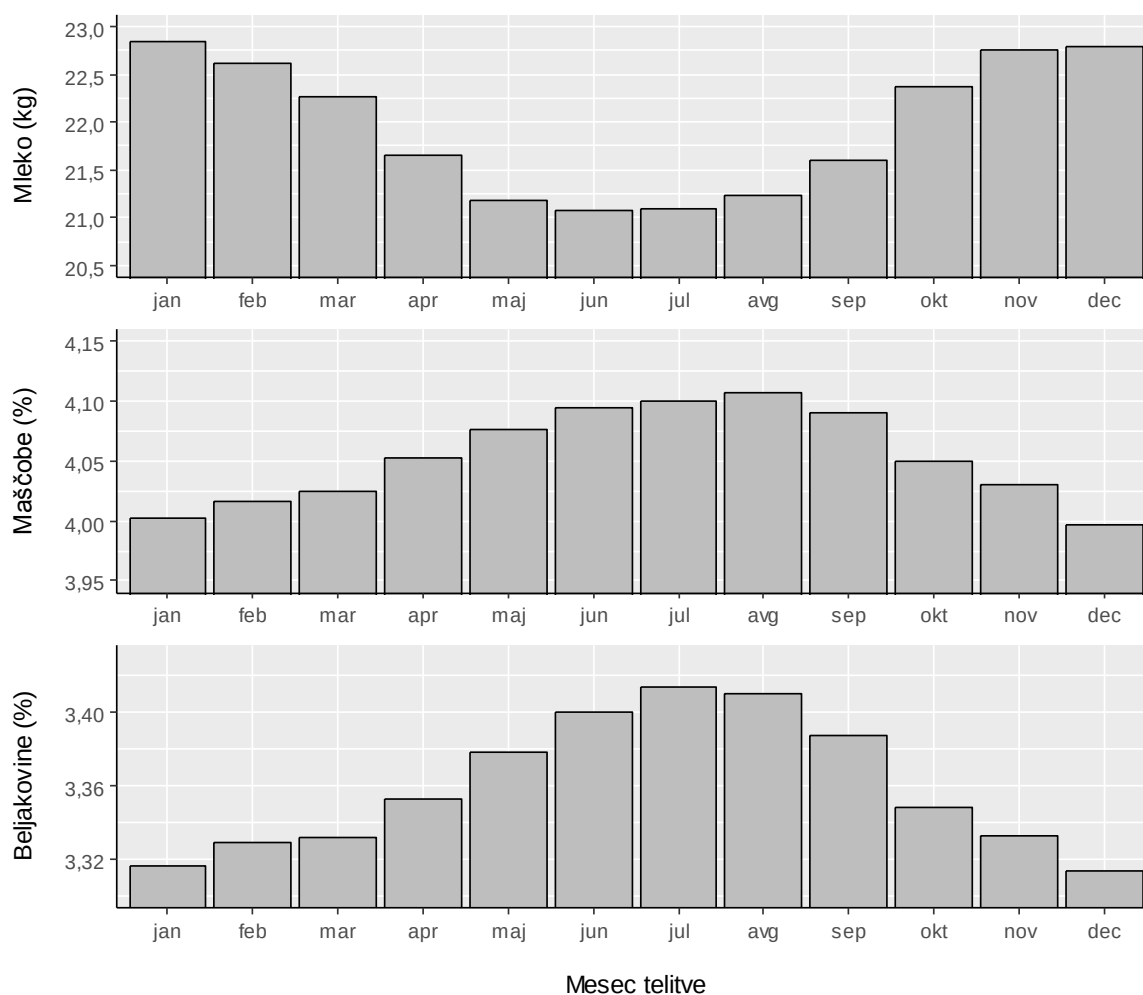
Količina mleka na dan kontrole in prav tako tudi vsebnost maščob ter beljakovin se sezonsko spreminjajo. Na sliki 18 je prikazana povprečna mlečnost, vsebnost maščob ter beljakovin na dan kontrole glede na mesec kontrole v letu. Med meseci opazimo razlike. Največjo dnevno mlečnost dosegajo krave v pomladanskih mesecih (marec, april, maj, junij) in najmanjšo v jesenskih mesecih (oktober, november). Vsebnost maščob in beljakovin se s povečevanjem mlečnosti zmanjšuje. Tako je največja vsebnost maščob in beljakovin v hladnejših jesensko-zimskih mesecih (november, december, januar, februar) in najnižja v vročih poletnih mesecih (junij, julij in avgust).



Slika 18: Povprečna mlečnost in vsebnost maščob ter beljakovin na dan kontrole v posameznem mesecu (izraženo v kg oziroma v % na kravo na dan kontrole)

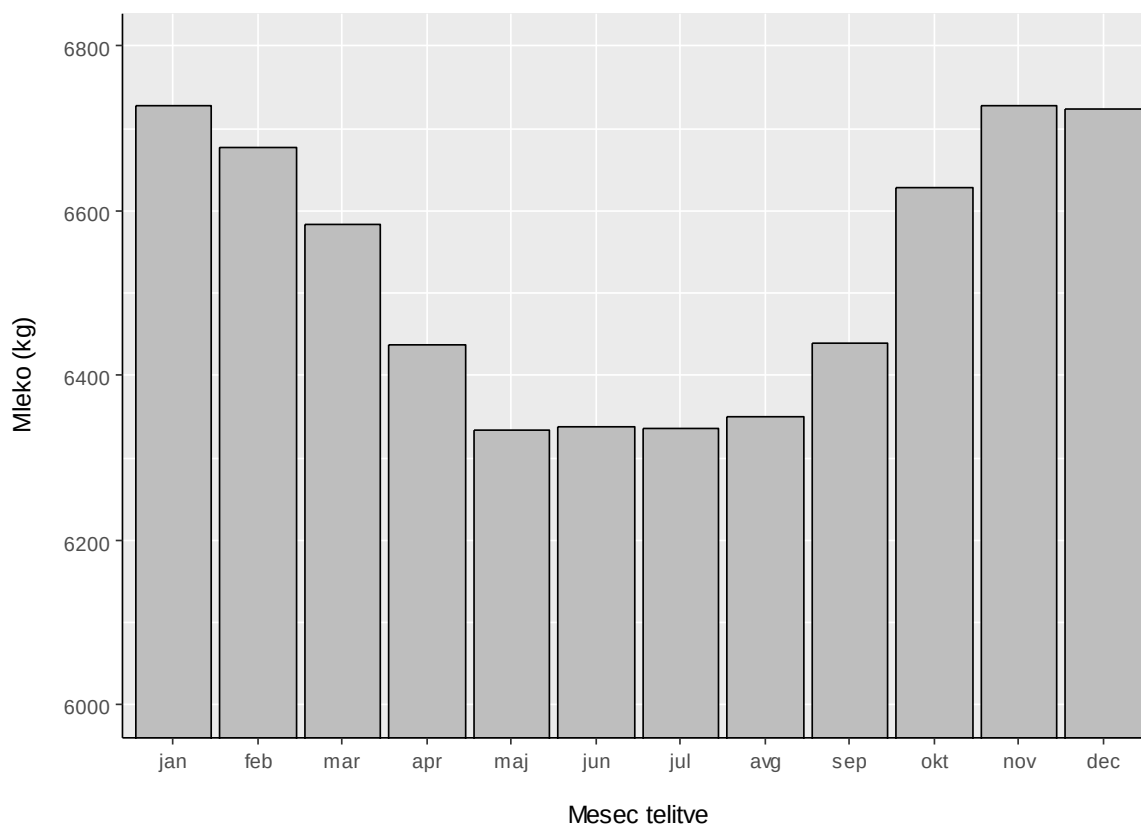
Pri analizi podatkov kontrole produktivnosti smo ugotovili razlike med mlečnostjo ter vsebnostjo maščob in beljakovin glede na sezono telitve oziroma glede na mesec, v

katerem je bila telitev (Slika 19). Ugotovili smo, da imajo največjo mlečnost na dan kontrole krave, ki so telile v zimskih mesecih (novembra, decembra, januarja in februarja), najmanjšo pa krave, ki so telile v poletnih mesecih (maj, junij, julij in avgust). Povprečna razlika v mlečnosti na dan kontrole med kravami, ki so telile junija, in kravami, ki so telile januarja, je 1,77 kg v korist krav, ki so telile pozimi. Obratno je z vsebnostjo maščob in beljakovin. Najvišjo vsebnost maščob in beljakovin imajo krave, ki so telile v poletnih mesecih (junij, julij in avgust), najnižjo pa krave, ki so telile v zimskih mesecih (december, januar in februar). Razlika v vsebnosti maščob in beljakovin med decembrsko in avgustovsko telitvijo je 0,11 % pri maščobah in 0,10 % pri beljakovinah.



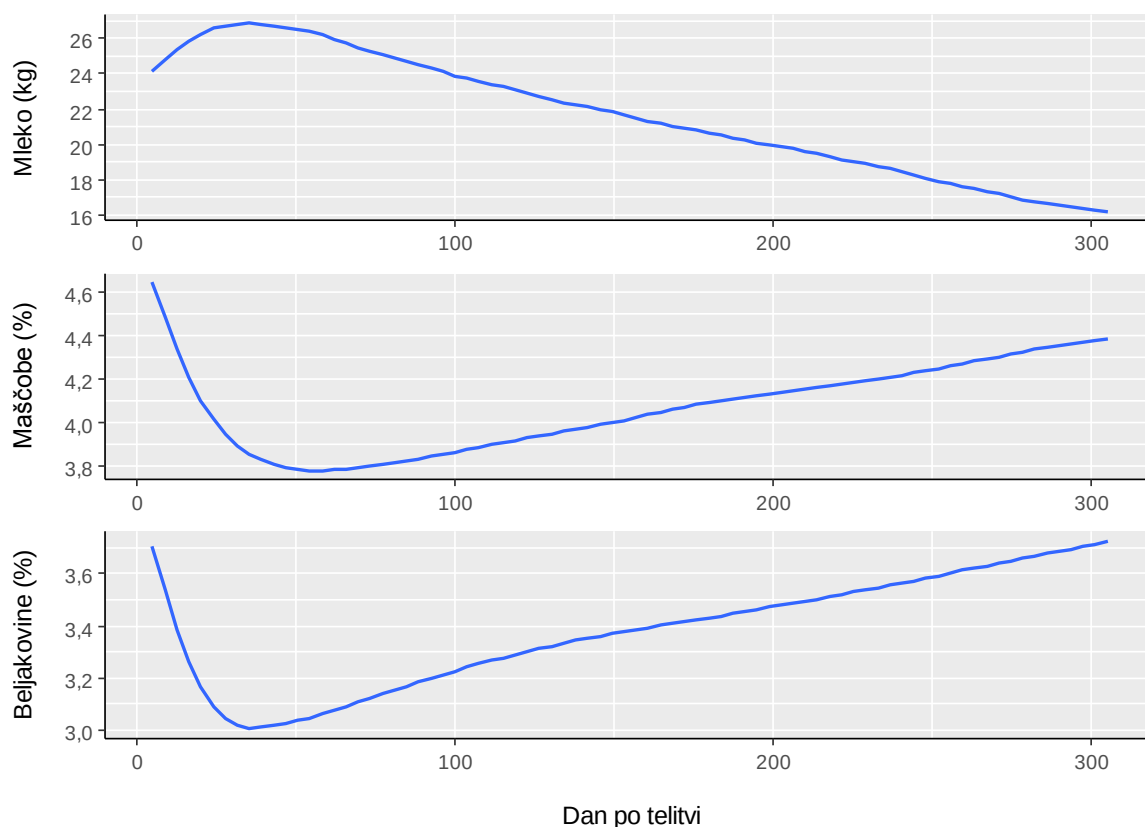
Slika 19: Povprečna mlečnost ter vsebnost maščob in beljakovin na dan kontrole glede na mesec telitve (izraženo v kg oziroma v % na kravo na dan kontrole)

Iz podatkov kontrole mlečnosti smo izračunali tudi povprečno mlečnost v standardni laktaciji glede na mesec telitve. Rezultate prikazujemo na sliki 20. Krave, ki so telile v januarju, so dosegle v standardni laktaciji povprečno mlečnost 6.728 kg. Za 394 kg manjšo povprečno mlečnost v standardni laktaciji so dosegle krave, ki so telile v mesecu maju in sicer 6.334 kg.



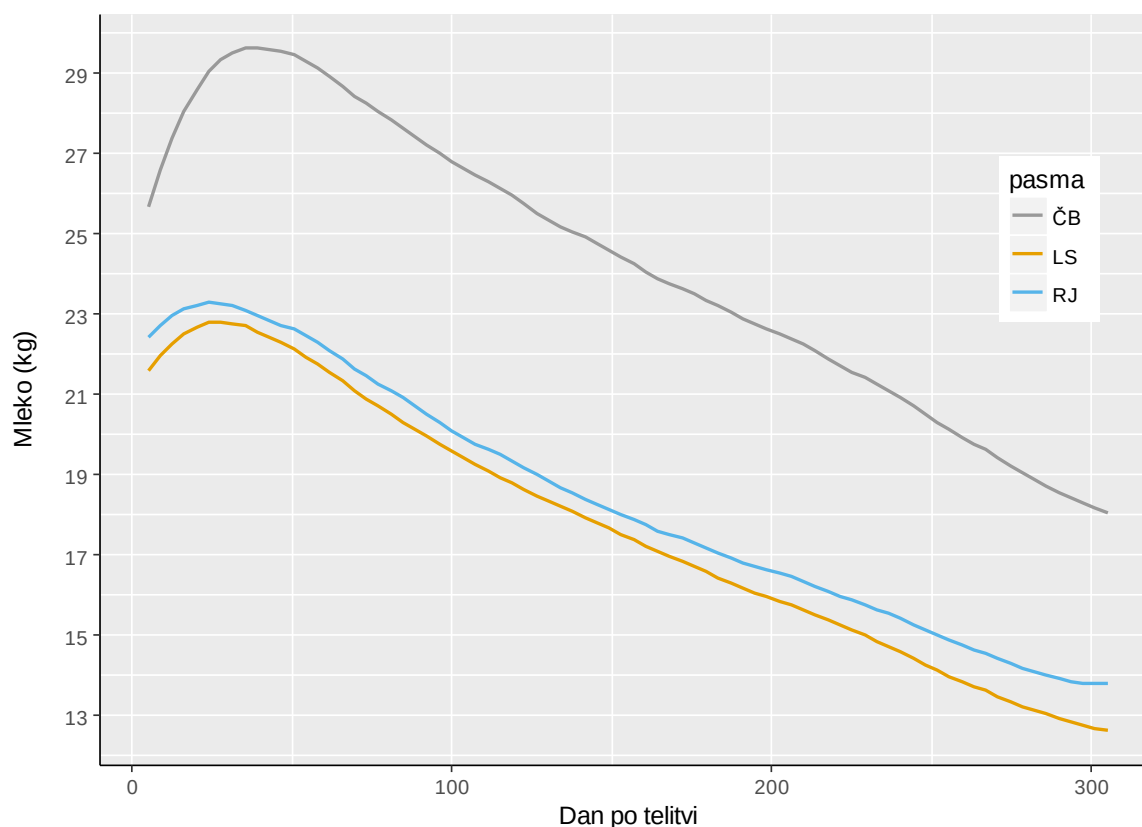
Slika 20: Povprečna mlečnost v standardni laktaciji glede na mesec telitve (v kg)

Rezultate kontrole mlečnosti smo analizirali tudi s stališča stadija laktacije (Slika 21). Za bolj jasno predstavitev na grafih smo laktacijske krivulje gladili z uporabo *loess* funkcije iz paketa *stats*. Ugotovili smo, da se mlečnost na dan kontrole od telitve dalje povečuje in doseže vrh 5 tednov oziroma 35 dni po telitvi. Po doseženem vrhu mlečnost prične upadati in na koncu standardne laktacije (po 305 dneh) upade na približno 59 % maksimalne mlečnosti. Obratno pa se vsebnost maščob in beljakovin po telitvi hitro zmanjša in se prične povečevati po osmem tednu pri maščobi oziroma po petem tednu po telitvi pri beljakovinah.



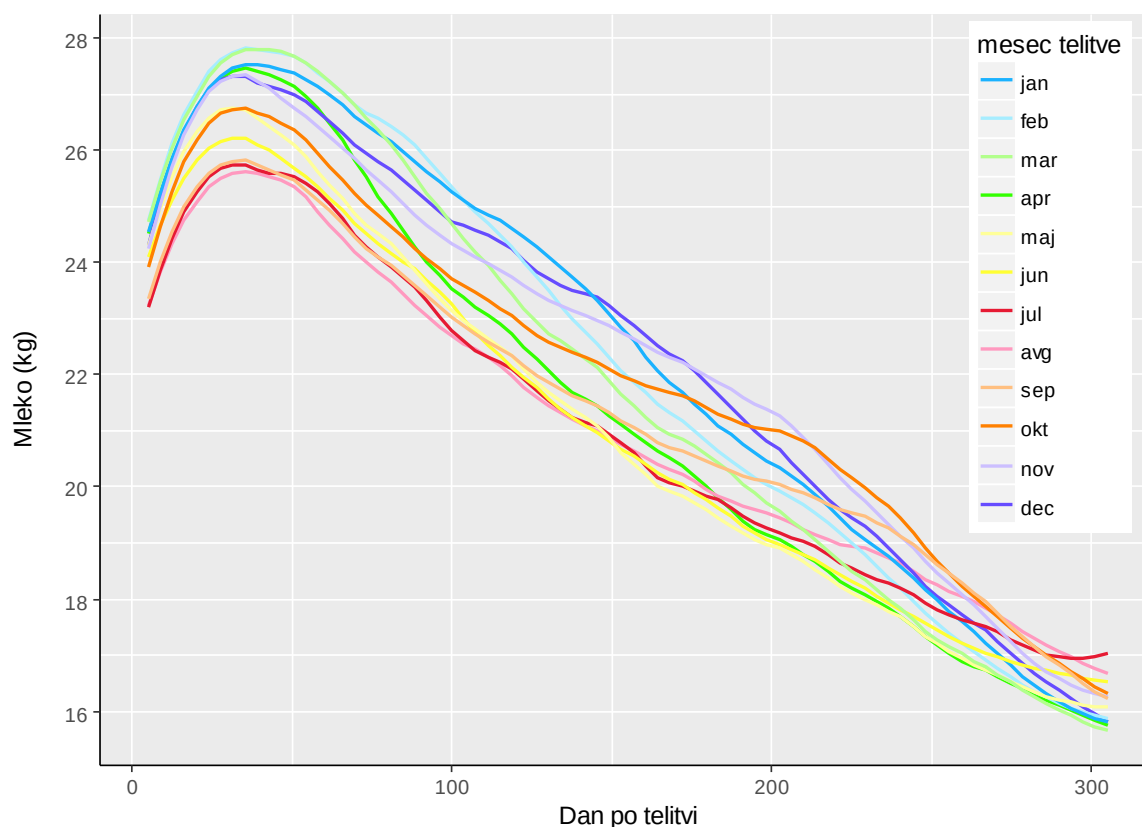
Slika 21: Povprečna dnevna mlečnost (kg) ter vsebnost maščob in beljakovin (v %) glede na dan po telitvi (povprečna laktacijska krivulja)

Laktacijska krivulja se razlikuje tudi glede na pasmo (Slika 22). Črno-bela pasma doseže večjo dnevno mlečnost kot lisasta in rjava pasma. Povprečna dnevna mlečnost se pri črno-belih kravah po telitvi močno dvigne in doseže izrazitejši vrh krivulje. Krave lisaste in rjave pasme nimajo tako izrazitega vrha laktacijske krivulje, sam vrh pa dosežejo prej kot krave črno-bele pasme.



Slika 22: Povprečna dnevna mlečnost (v kg) glede na stadij laktacije in ločeno po pasmi

Izdelali smo laktacijske krivulje glede na mesec telitve (Slika 23). Posamezna barva krivulje predstavlja povprečno laktacijsko krivuljo vseh krav, ki so telile v določenem mesecu. Vidimo lahko krivulje z različnim potekom. Krave, ki so telile v aprilu in septembru, so imele približno enako mlečnost (6.438 kg oziroma 6.439 kg), a povsem drugačen potek laktacijske krivulje. Laktacijska krivulja krav, ki so telile aprila, je dosegla višji vrh, a je imela večji padec v nadaljevanju laktacije. Laktacijska krivulja krav, ki so telile v septembru, je dosegla nižji vrh, nadaljevala pa se je z boljšo vztrajnostjo proti koncu laktacije.



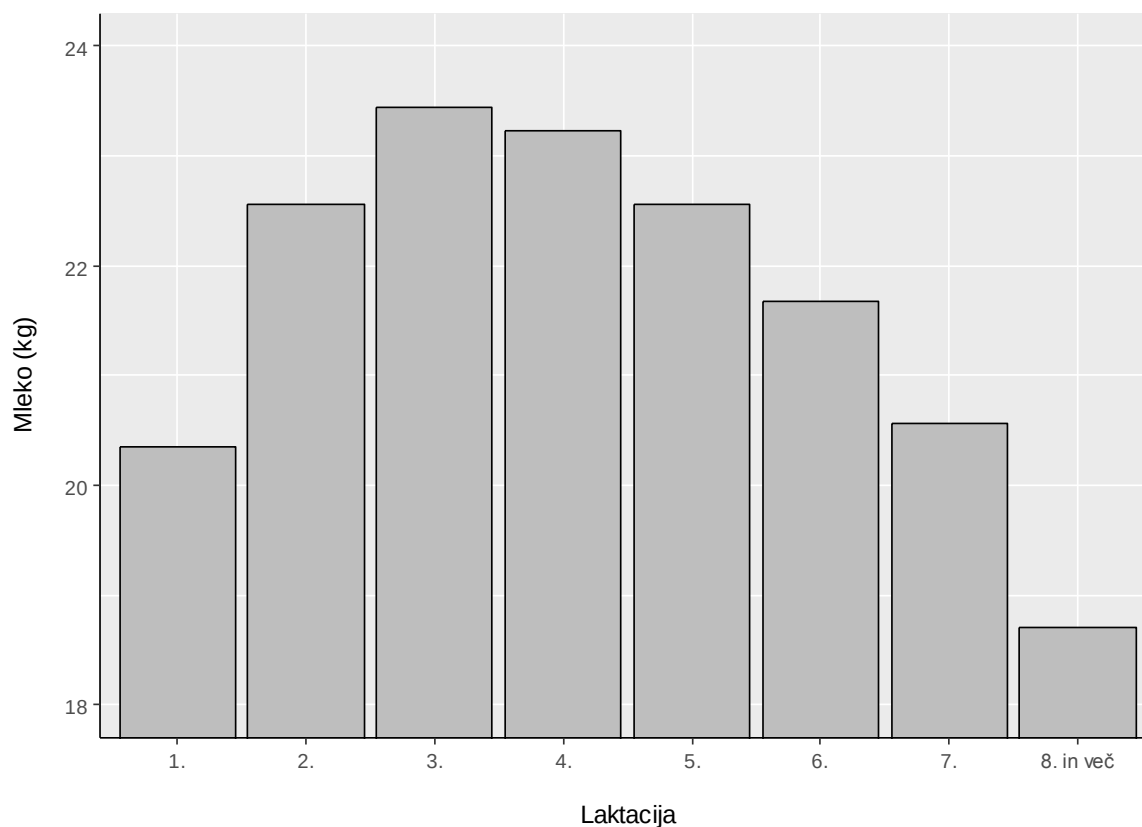
Slika 23: Povprečna dnevna mlečnost (v kg) glede na stadij laktacije in ločeno po mesecu telitve

Kontrole mlečnosti smo analizirali tudi glede na starost krav ob prvi telitvi. Mlečnost v prvi laktaciji glede na starost ob prvi telitvi se med pasmami razlikuje. V preglednici 16 je prikazana povprečna mlečnost krav, ocenjena na podlagi izračunanih laktacijskih krivulj, iz katere razberemo, da imajo najvišjo laktacijsko mlečnost tiste krave črno-bele pasme, ki so telile v starosti od 26 do 27 mesecev. Najvišjo mlečnost v standardni laktaciji pri lisasti in rjavi pasmi imajo tiste krave, ki so prvič telile v starosti od 33 do 37 mesecev.

Preglednica 16: Povprečna mlečnost krav v prvi laktaciji (standardna laktacija) glede na starostni razred ob prvi telitvi (mlečnost izražena v kg, starostni razred v mesecih)

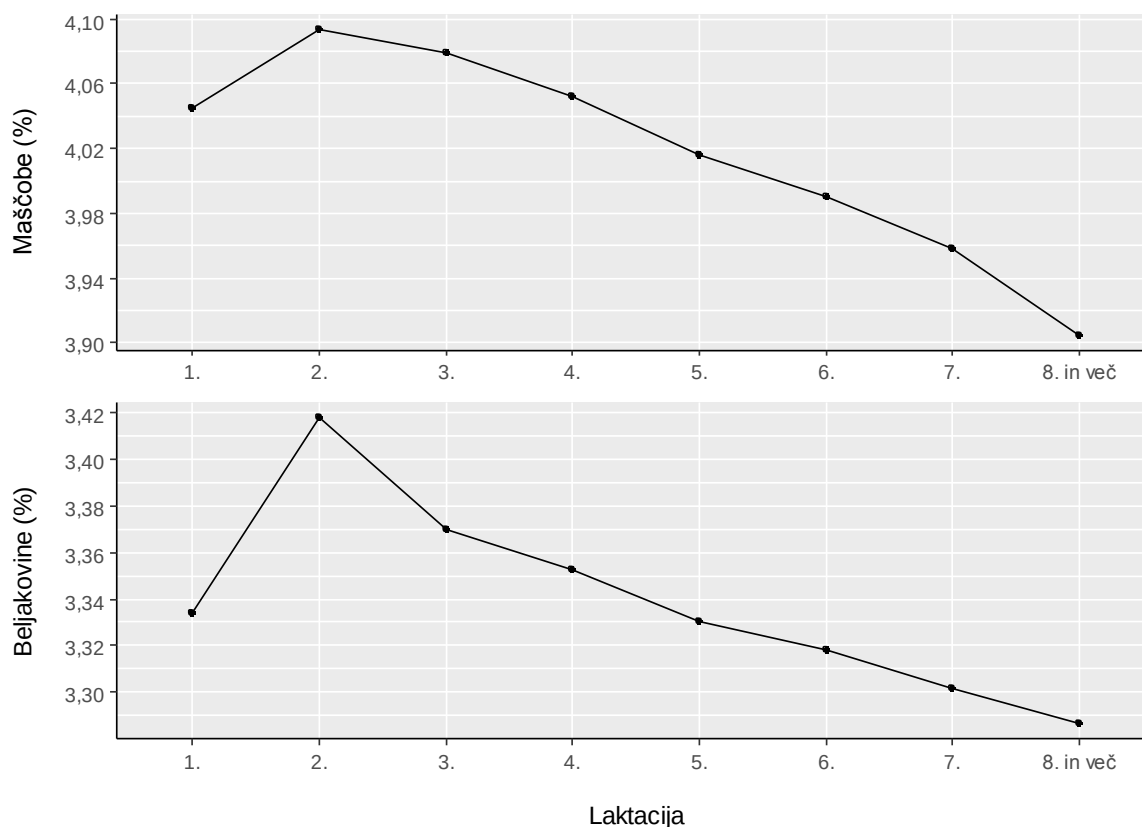
	Mlečnost v standardni laktaciji (v kg) glede na starost ob 1. telitvi							
Pasma	do 21	22–23	24–25	26–27	28–29	30–33	33–37	od 38
ČB	6.006	6.573	6.747	6.791	6.735	6.760	6.741	6.692
LS	4.191	4.670	4.862	4.868	4.950	4.999	5.077	4.878
RJ	3.773	4.695	5.001	5.049	5.113	5.143	5.164	4.897

Mlečnost na dan kontrole se spreminja tudi glede na zaporedno laktacijo. Na sliki 24 so prikazane razlike v dnevni mlečnosti na dan kontrole glede na zaporedno laktacijo. Do tretje laktacije se povprečna mlečnost na dan kontrole povečuje, nato pa se zopet polagoma zmanjšuje. Največjo povprečno dnevno mlečnost na dan kontrole dosegajo krave v tretji laktaciji.



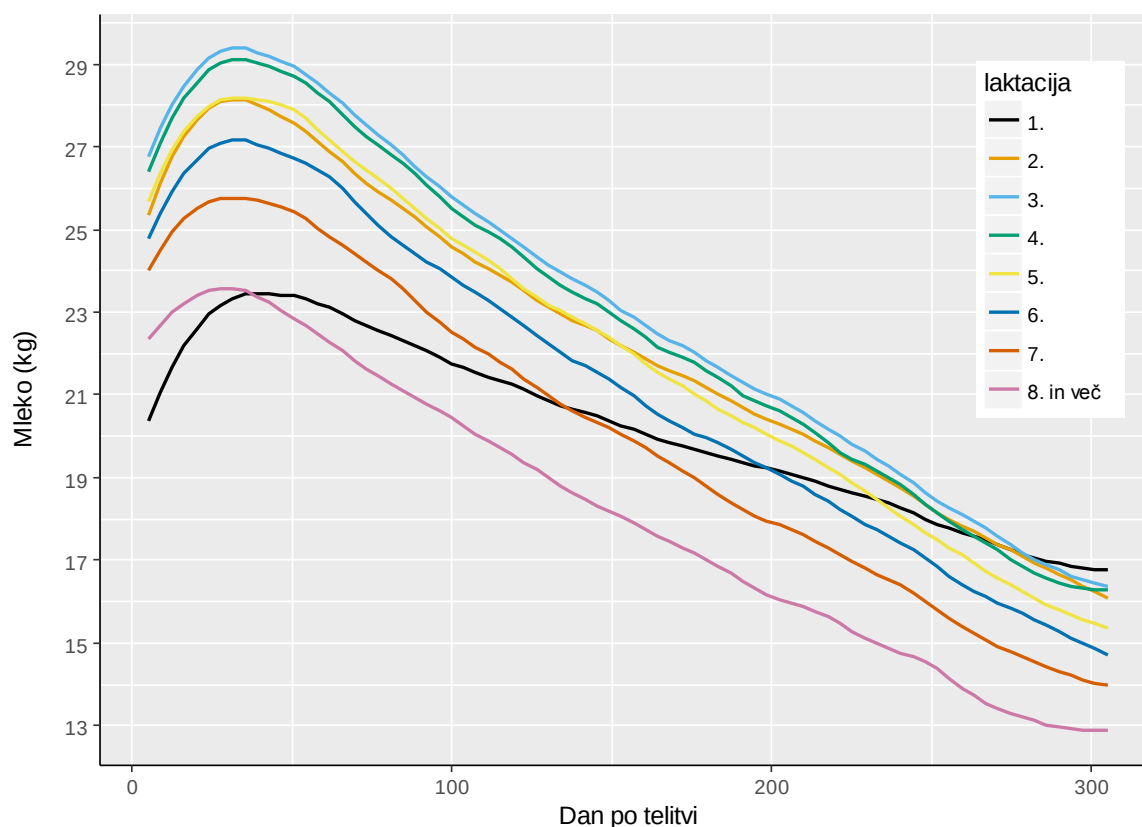
Slika 24: Povprečna dnevna mlečnost na dan kontrole (v kg) glede na zaporedno laktacijo

Podobno kot pri povprečni dnevni mlečnosti se tudi vsebnost maščob in beljakovin spreminja glede na zaporedno laktacijo (Slika 25). Vsebnost maščob in beljakovin se povečujeta do druge laktacije, ko so vsebnosti najvišje, potem pa se vsebnosti mlečne maščobe in mlečnih beljakovin v mleku pri starejših kravah zopet zmanjšujejo.



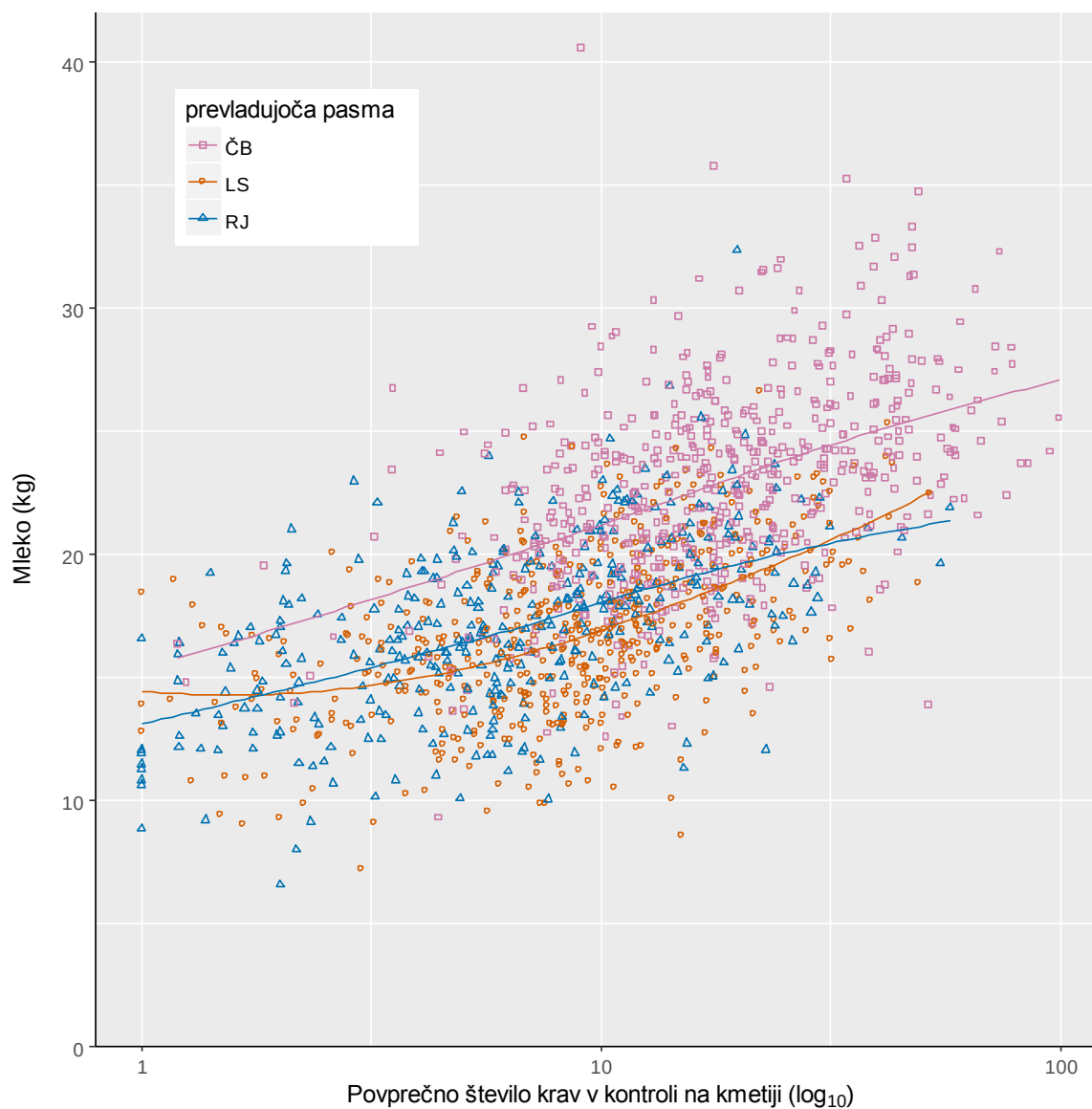
Slika 25: Vsebnost maščob in beljakovin glede na zaporedno laktacijo (v %)

Tudi laktacijske krivulje se razlikujejo glede na zaporedno laktacijo. Laktacijska krivulja prve laktacije ima nižji vrh in boljšo vztrajnost v primerjavi z vsemi naslednjimi laktacijami (Slika 26). Najvišji vrh laktacijske krivulje je dosežen v tretji zaporedni laktaciji. Potek laktacijske krivulje je od druge laktacije dalje približno enak, različna je le višina krivulje.



Slika 26: Povprečna mlečnost na dan kontrole (v kg) glede na stadij laktacije. Prikazano po zaporednih laktacijah

Zanimalo nas je, ali je velikost kmetije povezana z mlečnostjo. Iz podatkov o kontroli mlečnosti smo izračunali približno velikost kmetije oziroma velikost črede krav molznic, ki predstavlja povprečno število krav v kontroli na mesec skozi celotno obdobje na posamezni kmetiji. Za vsako kmetijo smo izračunali mesečno povprečje dnevne mlečnosti na dan kontrole. Kmetije smo kategorizirali glede na prevladujočo pasmo na kmetiji. Od 1495 kmetij, na katerih so bile opravljene kontrole mlečnosti, smo iz obdelave izločili 2 kmetiji, ki sta delovali kot osamelca z izstopajočim številom živali na kmetijo (več kot 700 krav v kontroli na mesec). Na sliki 27 je prikazana povprečna dnevna mlečnost na dan kontrole v odvisnosti od velikosti kmetije oz. velikosti črede krav. Za nazornejši prikaz korelacije posameznega tipa kmetije po prevladujoči pasmi smo dodali krivuljo, glajeno z metodo LOESS. Ugotovili smo, da je povezanost med velikostjo kmetije in povprečno mlečnostjo pozitivna. Izračunani Spearmanov koeficient korelacije (ρ) med velikostjo kmetije in povprečno mlečnostjo na dan kontrole znaša 0,652 in to povezanost lahko opišemo kot srednjo oziroma zmerno dobro povezanost. V izračun koeficienta korelacije je bilo zajetih 1.493 kmetij, kjer je rezultat statistično značilen ($p < 0,0001$).

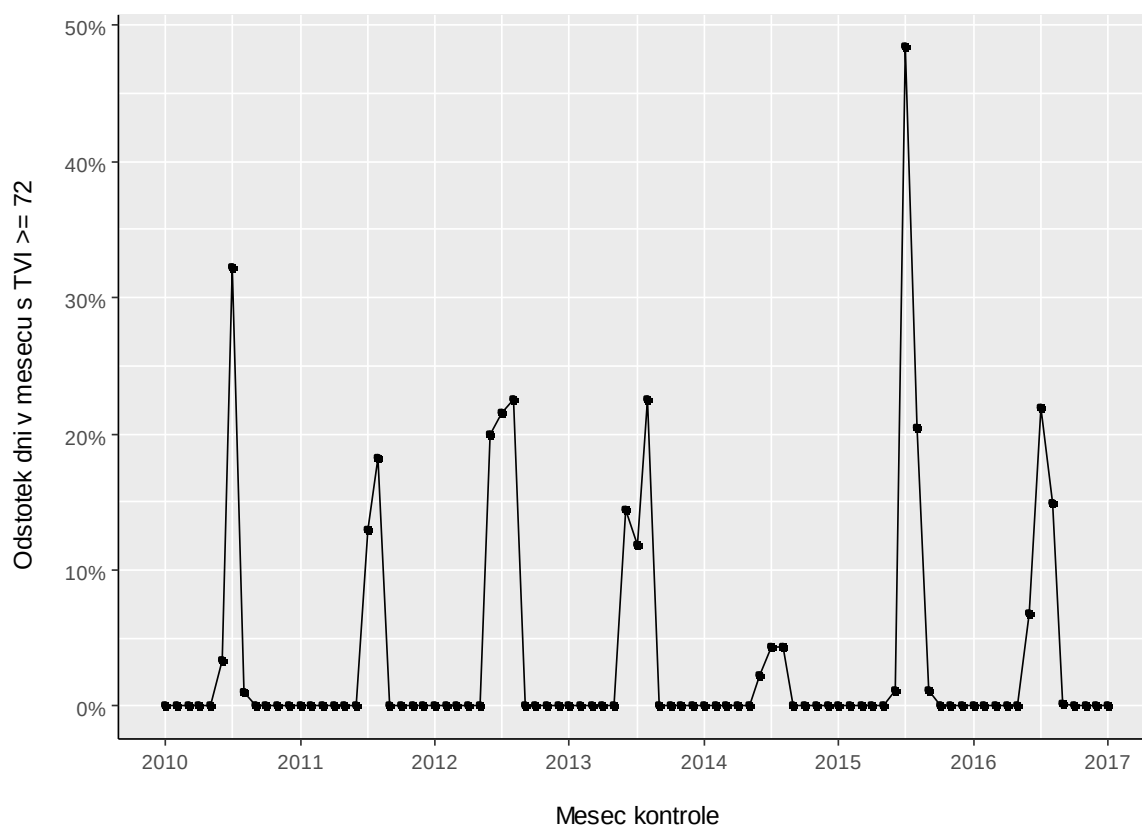


Slika 27: Povprečna mlečnost na dan kontrole (v kg) glede na povprečno število krav v kontroli na kmetiji in ločeno po prevladujoči pasmi na kmetiji (za x-os je uporabljeno logaritemsko merilo osnove 10)

4.2 NAPOVEDOVANJE PRIREJE MLEKA

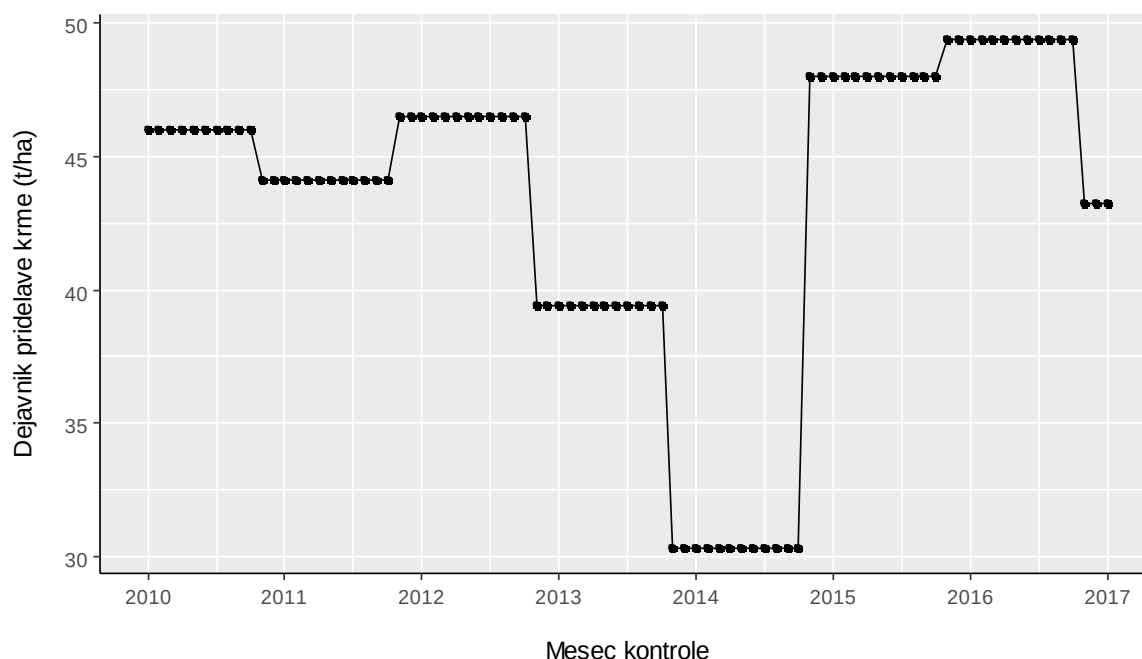
Za izgradnjo ARIMA-modela smo uporabili rezultate kontrole mlečnosti z vključenimi dodatnimi dejavniki, kot so vpliv vročinskega stresa, vpliv pridelka krme in vpliv strukture vzorca kontrol (ki je odvisen od pasme, zaporedne laktacije in stadija laktacije).

Na sliki 28 je prikazan delež dni v mesecu, ko je bil TVI večji ali enak 72 (na osnovi meteoroloških postaj), skupaj z napovedjo za leto 2016, ki jo uporabimo v napovedi mlečnosti.



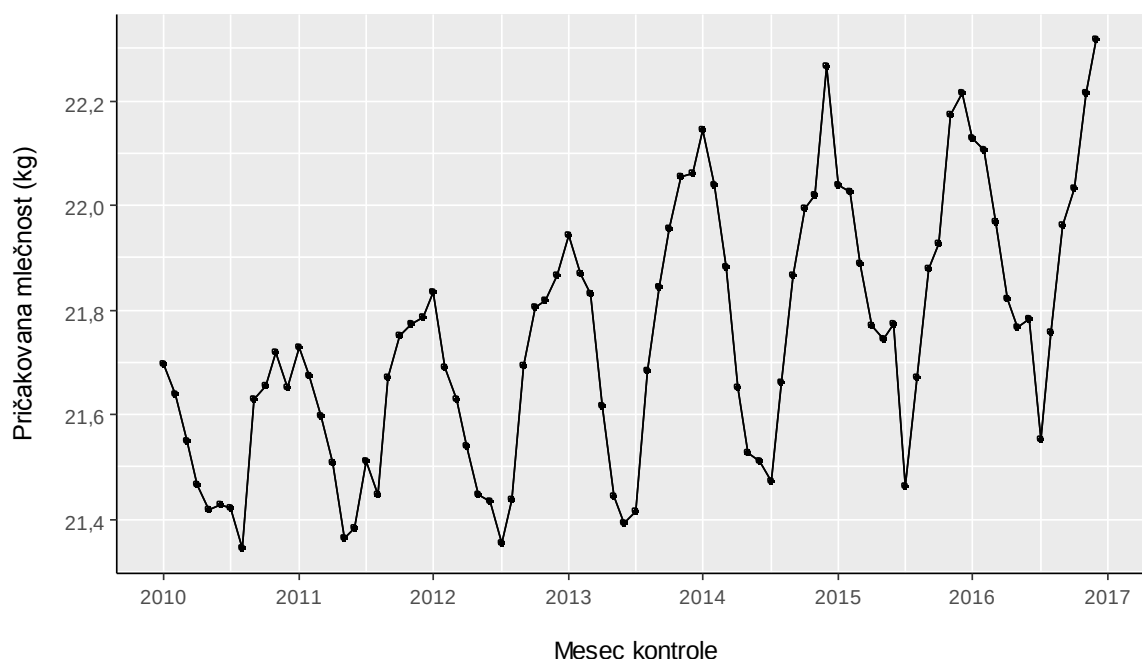
Slika 28: Odstotek dni v mesecu s pojavom vročinskega stresa pri kravah, ko je temperaturno-vlažnostni indeks (TVI) ≥ 72 (Napoved za leto 2016)

Nadalje prikazujemo vpliv pridelka krme, ki ga uporabimo pri napovedi mlečnosti (Slika 29). Uporabili smo podatek o pridelku silažne koruze v t/ha (Pridelek ..., 2016), za katerega smo kot začetni mesec vpliva krme v letu izbrali mesec november.



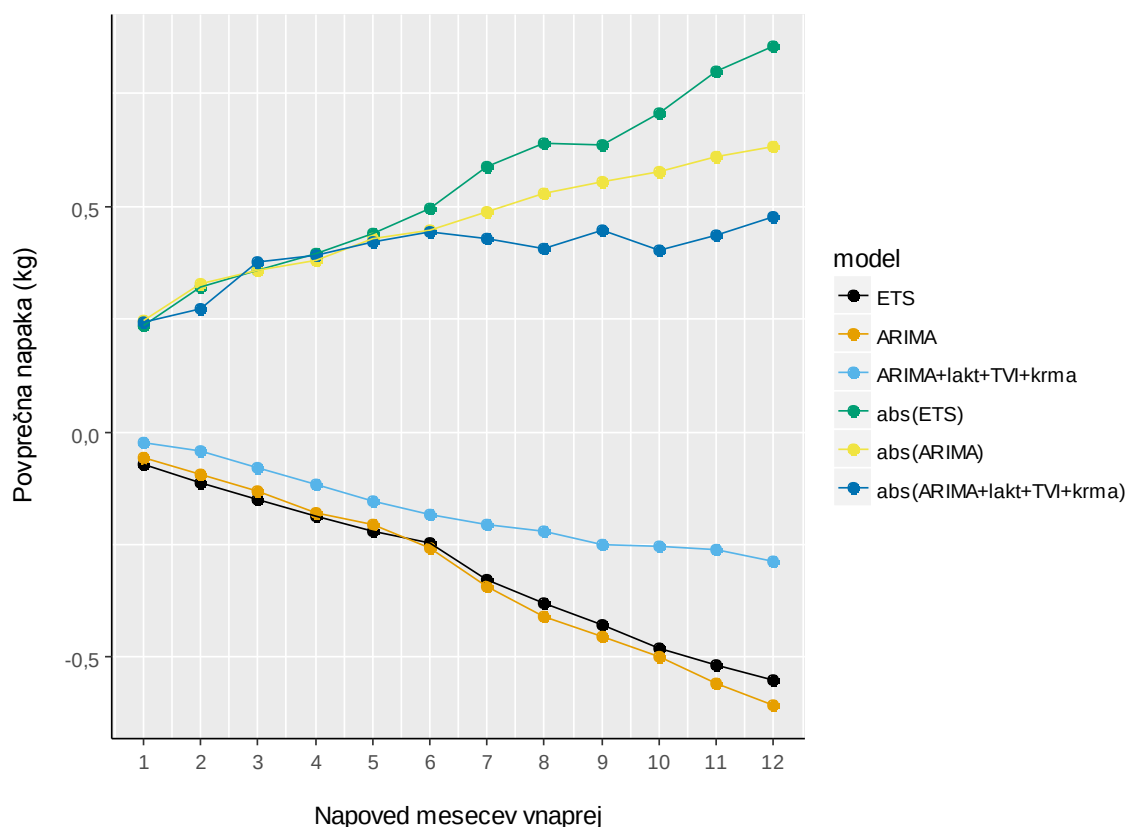
Slika 29: Dejavnik pridelave krme kot vpliv količine pridelka silažne koruze v t/ha v posameznem letu (Pridelek..., 2016) (Napoved za leto 2016)

Kot tretji dodatni dejavnik v modelu smo uporabili dejavnik strukture vzorca kontrol v mesecu. Na osnovi analize podatkov kontrole mlečnosti smo na celotni množici podatkov pridobili za vsako pasmo 8 laktacijskih krivulj glede na zaporedno laktacijo. Dejavnik smo opredelili kot povprečje vrednosti iz izračunane laktacijske krivulje za celotno populacijo (glede na pasmo, zaporedno laktacijo in stadij laktacije) za posamezno kontrolo in ga predstavljamo kot pričakovano mlečnost v kg glede na strukturo vzorca kontrol (Slika 30). Izračunane laktacijske krivulje za uporabo v napovedovanju temeljijo na podatkih iz obdobja od januarja 2010 do decembra 2012, da s tem v ovrednotenje metod s prečnim preverjanjem ne vnašamo nobenih informacij o podatkih, ki jih napovedujemo.



Slika 30: Pričakovana mlečnost v kg glede na strukturo vzorca kontrol (Napoved za leto 2016)

S prečnim preverjanjem smo ovrednotili kakovost uporabljenih modelov za napovedovanje prireje mleka, tako da smo dobili povprečja napak za napovedi od 1 do 12 mesecev vnaprej. Izračunane vrednosti nam povedo ali modeli pri prečnem preverjanju v povprečju precenjujejo ali podcenjujejo napoved prireje mleka. Hkrati smo izračunali tudi povprečja absolutnih napak, ki nam povedo povprečna odstopanja od prave vrednosti. Vsi trije modeli v povprečju podcenjujejo napoved prireje mleka. Rezultati prečnega preverjanja (Slika 31) kažejo, da ima model z eksponentnim glajenjem (ETS) podobno povprečno napako kot osnovni ARIMA-model, a večjo povprečno absolutno napako, kar kaže na večja nihanja napovedi v pozitivno in negativno smer. Kot najboljši model ocenjujemo ARIMA-model z dodatnimi dejavniki (ARIMA+lakt+TVI+krma), ker dosega najmanjšo povprečno napako in povprečno absolutno napako. Poskusili smo uporabiti tudi samo en dodaten dejavnik ali kombinacijo dveh, a se je izkazalo, da najboljši model dobimo z vključitvijo vseh treh.

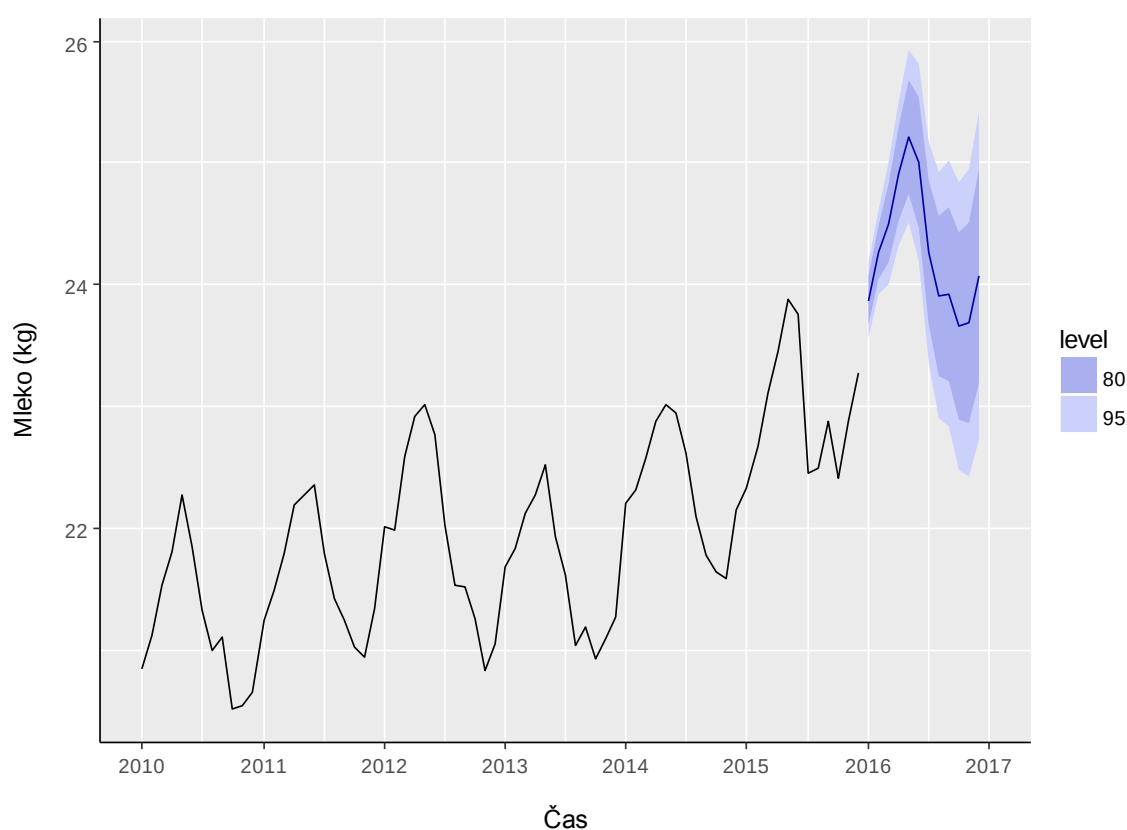


Slika 31: Povprečna napaka in povprečna absolutna napaka (abs) napovedi za količino mleka na dan kontrole (v kg)

Preglednica 17: Mesečno povprečje dnevne prireje mleka na dan kontrole (v kg mleka/kravo na dan). Vrednosti za leto 2016 so napoved.

Mesec\Leto	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
jan.	20,8	21,2	22,0	21,7	22,2	22,3	23,9
feb.	21,1	21,5	22,0	21,8	22,3	22,7	24,3
mar.	21,5	21,8	22,6	22,1	22,6	23,1	24,5
apr.	21,8	22,2	22,9	22,3	22,9	23,4	24,9
maj	22,3	22,3	23,0	22,5	23,0	23,9	25,2
jun.	21,8	22,4	22,8	21,9	22,9	23,8	25,0
jul.	21,3	21,8	22,0	21,6	22,6	22,4	24,3
avg.	21,0	21,4	21,5	21,0	22,1	22,5	23,9
sep.	21,1	21,2	21,5	21,2	21,8	22,9	23,9
okt.	20,5	21,0	21,2	20,9	21,6	22,4	23,7
nov.	20,5	20,9	20,8	21,1	21,6	22,9	23,7
dec.	20,6	21,3	21,0	21,3	22,1	23,3	24,1

Na podlagi v prečnem preverjanju določenega najboljšega modela lahko prikažemo tudi napoved gibanja prireje za leto 2016. Z modelom ARIMA z vključenimi dodatnimi dejavniki smo izračunali pričakovano mesečno povprečje dnevne prireje mleka na dan kontrole (Preglednica 17). V povprečju je v letu 2016 napovedana mlečnost večja za 1,31 kg mleka na kravo na dan (kar predstavlja 5,7 %) v primerjavi z letom 2015. Gibanje prireje v preteklih letih in v letu napovedi je grafično prikazano na spodnji sliki (Slika 32). Območje modre barve pri napovedi za leto 2016 označuje območje intervala zaupanja (80 % oz. 95 %).



Slika 32: Napoved gibanja povprečne mesečne mlečnosti v letu 2016 (v kg mleka na dan kontrole). Območje modre barve pri napovedi za leto 2016 označuje interval zaupanja (80 oz. 95 %).

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

5.1.1 Analiza kontrole mlečnosti

Pri analizi rezultatov kontrole mlečnosti, izvedenih v obdobju od januarja 2010 do vključno decembra 2015 na območju Kmetijsko gozdarskih zavodov Kranj, Ljubljana in Novo mesto, smo ugotovili, da se povprečno število kontroliranih krav na kmetijo povečuje. Število živali, ki so vključene v kontrolo mlečnosti, ostaja na približno enaki ravni, zmanjšuje pa se število kmetij. Delež kontrol pri kravah črno-bele pasme se povečuje, in sicer največ na račun rjave pasme. Povečevanje deleža črno-bele pasme potrjujejo navedbe iz literature, kjer je navedeno, da rejci, ki se usmerjajo v prirejo mleka, zamenjujejo rjavo pasmo s črno-belo (Osterc in sod., 2004).

Ugotovili smo, da se povprečna dnevna mlečnost povečuje. Padec mlečnosti v letu 2013 lahko pripisujemo suši v kmetijstvu, ponovno visoko rast v letu 2014 in 2015 pa ugodnim vremenskim razmeram za pridelavo krme. Vsebnost maščob in beljakovin med leti 2010 in 2015 ostaja na približno enaki ravni.

Analiza podatkov potrjuje navedbe Sadar in sod. (2016), da imajo krave črno-bele pasme večjo mlečnost od krav rjave in lisaste pasme. Pri vseh treh pasmah se mlečnost povečuje. Vsebnost beljakovin pri posamezni pasmi je v analizi naših podatkov višja v povprečju za 0,05 %. Predpostavljamo, da se rezultati razlikujejo od literature zaradi analize podatkov le treh zavodov (Kranj, Ljubljana in Novo mesto), medtem ko drugi avtorji navajajo povprečje celotne Slovenije. Podobno odstopanje od navedb v literaturi ugotavljamo pri vsebnosti maščob v mleku. Vsebnost maščob pri lisasti pasmi je enaka kot navaja Sadar in sod. (2016), pri črno-beli in rjavi pasmi smo pa ugotovili višjo vsebnost za 0,05 oziroma 0,06 %.

Naše ugotovitve glede sezonskega nihanja se skladajo z navedbami iz literature (Božič in sod., 2009; Orešnik, 2001; Klopčič in sod., 2002). Največjo povprečno mlečnost smo ugotovili v pomladanskih mesecih, najmanjšo pa v jesenskih mesecih. Razlika med povprečno mlečnostjo na dan kontrole med majem in oktobrom je znašala 1,54 kg oziroma

6,7 %. Vsebnost maščob in beljakovin je najvišja v zimskih, najnižja pa v poletnih mesecih. Decembra je bila vsebnost maščob za 0,38 %, beljakovin pa za 0,25 % višja kot v mesecu juliju.

Analiza podatkov glede na vpliv sezone telitve je pokazala, da imajo največjo mlečnost krave, ki so telile pozimi, najmanjšo pa krave, ki so telile poleti. Tako so se potrdile navedbe Cizej (1991) ter Orešnik in Logar (2001), da so krave na začetku laktacije bolj občutljive na vplive iz okolja, kot sta visoka temperatura in relativna vlažnost zraka. Iz primerjave laktacijskih krivulj smo ugotovili, da so imele krave, ki so telile v poletnih mesecih, nižji vrh laktacijske krivulje kot krave, ki so telile v zimskih mesecih. Naši rezultati potrjujejo navedbe Jeretina in Babnik (2014), da imajo krave, ki so telile v poletnih in jesenskih mesecih, višjo mlečno vztrajnost kot krave, ki so telile v zimskih oziroma pomladanskih mesecih.

Tudi starost ob prvi telitvi vpliva na mlečnost. Analiza podatkov potrjuje nekaterim navedbam iz literature, a se razlikuje glede na pasmo. Ugotovili smo, da je mlečnost v prvi laktaciji večja, če je bila starost ob prvi telitvi višja. Pri lisasti in rjavi pasmi je največja mlečnost pri starosti ob prvi telitvi med 33 in 37 meseci. To se ujema z navedbami Pirlo in sod. (2000) in Mohd Nor in sod. (2013), ki navajajo največjo mlečnost, če je bila telitev pri 36 oziroma več kot pri 32 mesecih starosti. Črno-bela pasma ima po naših ugotovitvah največjo mlečnost v prvi laktaciji, če je bila telitev pri starosti med 26 in 27 mesecev. Rezultat za črno-belo pasmo se bolj približa ugotovitvam Froidmonta in sod. (2013), ki navajajo kot optimalno telitev prvesnic pri starosti od 22 do 26 mesecev.

Pri analizi poteka laktacijske krivulje smo ugotovili, da se rezultati ujemajo z navedbami iz literature. Krave imajo največjo mlečnost med 4. in 6. tednom po telitvi (Ferčej in Skušek, 1988). Ugotovili smo, da krave lisaste in rjave pasme dosežejo vrh približno 4 tedne, krave črno-bele pasme pa 6 tednov po telitvi. Mlečnost se nato do konca laktacije zmanjšuje in v povprečju 10. mesec po telitvi doseže 59 % največje mlečnosti, kar se ujema z navedbami Caput (1996). Mlečnost krav se razlikuje tudi glede na zaporedno laktacijo. Krave v naši analizi mlečnih kontrol so dosegle največjo mlečnost v tretji laktaciji, kar potrjujejo navedbe Caput (1996). Vsebnost maščobe in beljakovin je največja v drugi laktaciji, nato se vsebnost maščobe in beljakovin zmanjša. S primerjavo laktacijskih krivulj zaporednih laktacij smo ugotovili, da se krivulja v prvi laktaciji bistveno razlikuje od krivulj ostalih

laktacij. V prvi laktaciji krave dosežejo vrh mlečnosti kasneje, po doseženem vrhu pa mlečnost upada počasneje. Laktacijske krivulje so v drugi in kasnejših laktacijah podobne oblike.

Z analizo kontrol mlečnosti smo preverili, v kolikšni meri je mlečnost krav povezana z velikostjo čred. Ugotovili smo, da znaša Spearmanov koeficient korelacije med povprečno mlečnostjo na dan kontrole in povprečnim številom krav v kontroli na posamezni kmetiji 0,652, kar lahko opišemo kot srednjo oziroma zmerno povezanost.

5.1.2 Napovedovanje prireje mleka

V okviru tega dela se zaradi obsežnosti in kompleksnosti področja v napovedovanje časovnih vrst nismo podrobneje poglobljali. Naš primarni cilj je bil namreč pridobiti preprosto napoved gibanja prireje mleka, nato pa to morebiti izboljšati z vključevanjem dodatnih dejavnikov. Dodatne dejavnike smo izbrali na podlagi opravljene analize in na podlagi ugotovitev iz literature. Ocenili smo, da bi morebitno izboljšanje natančnosti dobljenega modela potrdilo vpliv dejavnikov na prirejo mleka.

S prečnim preverjanjem smo ovrednotili tri vrste modelov, pridobljenih z metodami *ets*, *auto.arima* in *auto.arima* z dodatnimi dejavniki. Tako smo dobili povprečja napak in povprečja absolutnih napak za napovedi od 1 do 12 mesecev vnaprej. Izračunane vrednosti povprečja napak nam povedo ali modeli pri prečnem preverjanju v povprečju precenjujejo ali podcenjujejo napoved prireje mleka. Hkrati smo izračunali tudi povprečja absolutnih napak, ki nam povedo povprečna odstopanja od prave vrednosti. Vsi trije modeli v povprečju podcenjujejo napoved prireje mleka. Rezultati prečnega preverjanja kažejo, da ima model z eksponentnim glajenjem podobno povprečno napako kot osnovni ARIMA-model, a večjo povprečno absolutno napako, kar kaže na večja nihanja napovedi v pozitivno in negativno smer. Za ARIMA-model z dodatnimi dejavniki pa se je izkazalo, da ima manjšo povprečno napako kot model z eksponentnim glajenjem in osnovni ARIMA-model. Hkrati ima za večino mesecev tudi manjšo povprečno absolutno napako, zato ga ocenjujemo kot najboljši model. Preizkusili smo uporabiti tudi samo en dodaten dejavnik ali kombinacijo dveh, a se je izkazalo, da najboljši model dobimo z vključitvijo vseh treh. Kot posamezni dejavnik največjo spremembo v napovedih prinese vključitev dejavnika krme.

Z dodatnimi dejavniki smo, kljub temu da je bil dejavnik pridelave krme zelo grobo določen, uspeli dobiti izboljšan model. Smotrno je sklepati, da bi bilo z izboljšavo omenjenega dejavnika in vključitvijo dodatnih dejavnikov možno določiti še natančnejše modele.

Možnosti za nadaljnje izboljšave:

- Vključitev daljšega obdobja spremljanja in analize mlečnih kontrol, s čimer bi lahko dobili zanesljivejše modele.
- Vključitev kompleksnejših dejavnikov za pridelek in kakovost krme.
- Izračun natančnejših geografskih podatkov o vročinskem stresu in podatkov o uvedenih ukrepih za borbo proti vročinskemu stresu na kmetijah. Poznavanje situacije v posameznih hlevih preko celega leta!
- Podatke o pričakovanih spremembah v okviru posameznih kmetij. Npr. spremembah v pasemski in številčni strukturi glede na izločitev obstoječih krav ali vključitev novih. Takšne podatke bi lahko imeli na voljo že pred prvo telitvijo oz. vključitvijo v kontrolo produktivnosti.
- Vključitev tržnih dejavnikov, ki spremljajo področje prireje mleka.
- Poglobitev v področje napovedovanja časovnih vrst in s tem možnost za ročno določitev najustreznejših napovednih modelov.

Opozoriti moramo, da podatki, ki smo jih imeli na voljo, kažejo na relativno strmo rast prireje mleka, ki bo zagotovo sčasoma izzvenela. Model bi bilo v prihodnje potrebno stalno preverjati in prilagajati novim dostopnim podatkom.

5.2 SKLEPI

Iz rezultatov analize kontrol mlečnosti, opravljenih na območju Kmetijsko gozdarskih zavodov Kranj, Ljubljana in Novo mesto v obdobju od 1.1.2010 do 31.12.2015, lahko zaključimo naslednje:

- Število kmetij v kontroli mlečnosti se zmanjšuje.
- Povečuje se število živali in krav molznic na kmetijo.
- Zmanjšuje se povprečna starost krav molznic.
- Krave rjave pasme so v povprečju starejše od krav lisaste pasme, le-te pa starejše od krav črno-bele pasme.
- Povečuje se delež črno-bele pasme, zmanjšuje pa delež rjave pasme.
- Povprečna dnevna mlečnost kontroliranih krav se povečuje, vsebnost maščob in beljakovin ostajata na približno enaki ravni.
- Krave črno-bele pasme imajo večjo mlečnost od krav rjave in lisaste pasme.
- Krave rjave pasme imajo večjo vsebnost maščob in beljakovin kot krave lisaste oziroma črno-bele pasme.
- Krave rjave pasme prvič telijo pri večji starosti kot krave lisaste pasme. Krave črno-bele pasme so ob prvi telitvi mlajše v primerjavi s kravami drugih dveh pasem. Starost krav ob prvi telitvi se na splošno povečuje.
- Dnevna mlečnost in vsebnost maščob ter beljakovin v mleku sezonsko niha. Največjo mlečnost na dan kontrole imajo krave v spomladanskih mesecih, najmanjšo v jesenskih mesecih. Vsebnost maščob in beljakovin je najvišja v zimskih mesecih, najnižja pa v poletnih mesecih.
- Krave, ki so telile v zimskih mesecih, imajo večjo mlečnost ter nižjo vsebnost maščob in beljakovin v mleku kot tiste krave, ki so telile v poletnih mesecih.
- Mlečnost se povečuje do 5. tedna po telitvi, nato počasi upada. Vsebnost maščob in beljakovin po telitvi upade in prične ponovno naraščati po 8. oziroma 5. tednu po telitvi.
- Največjo mlečnost v prvi laktaciji imajo krave črno-bele pasme s prvo telitvijo pri starosti 26 do 27 mesecev. Krave rjave in lisaste pasme imajo največjo mlečnost pri starosti ob prvi telitvi 33 do 37 mesecev.
- Največjo mlečnost dosežejo krave v 3. laktaciji, najvišjo vsebnost maščob in beljakovin v mleku pa v 2. laktaciji.

- Korelacija med mlečnostjo in velikostjo črede (številom krav) je pozitivna in jo lahko opišemo kot srednja oziroma zmerna povezanost ($\rho = 0,652$, $p < 0,0001$).

Na osnovi analize modelov za napovedovanje priraje mleka lahko zaključimo naslednje:

- Z vključevanjem dodatnih dejavnikov v model se natančnost izračuna izboljša.
- Model ARIMA z vključenimi dodatnimi dejavniki se je izkazal kot najboljši, saj ima manjšo povprečno napako kot model z eksponentnim glajenjem ali osnovni ARIMA-model. Hkrati ima za večino mesecev tudi manjšo povprečno absolutno napako.
- Z izboljšavo vključenih in dodajanjem dodatnih dejavnikov bi lahko določili še natančnejše modele.
- Napoved priraje mleka v letu 2016 nam je pokazala, da se bo v primerjavi z letom 2015 mlečnost v povprečju povečala za 1,31 kg mleka na kravo na dan (kar predstavlja 5,7 %).

6 POVZETEK

V nalogi smo si za cilj zadali izdelati napoved prireje mleka v Sloveniji, pred tem pa analizirati pretekle rezultate kontrole mlečnosti.

V diplomskem delu smo analizirali rezultate kontrole mlečnosti, opravljene na območju treh Kmetijsko gozdarskih zavodov pri KGZS (Kranj, Ljubljana in Novo mesto) v času od 1.1.2010 do 31.12.2015. V analizo je bilo zajetih 1.579.223 kontrol mlečnosti pri kravah črno-bele, lisaste in rjave pasme na območju omenjenih treh zavodov. Analiza je pokazala, da se število kmetij v kontroli mlečnosti zmanjšuje, število živali, zlasti krav molznic na kmetijo, pa se povečuje. Povprečna starost krav v kontroli produktivnosti se znižuje, povečuje se pa povprečna starost krav ob prvi telitvi. Ugotovili smo razlike med pasmami, in sicer, da so krave rjave pasme v povprečju starejše od ostalih krav in da se delež krav rjave pasme zmanjšuje, povečuje se pa delež črno-bele pasme. Krave črno-bele pasme imajo večjo mlečnost kot krave rjave in lisaste pasme. Mlečnost se na splošno povečuje, največje povečanje smo ugotovili v zadnjih dveh letih. Mlečnost krav je odvisna od meseca v letu (največja je v spomladanskih mesecih), od meseca telitve (večjo mlečnost imajo krave, ki telijo v zimskih mesecih), od stadija laktacije (največjo mlečnost dosežejo krave okrog 5. tedna po telitvi, nato mlečnost upada), od starosti krave ob prvi telitvi (krave črno-bele pasme imajo največjo mlečnost ob prvi telitvi pri starosti 26–27 mesecev, krave lisaste in rjave pasme pa ob prvi telitvi pri starosti 33–37 mesecev) in od zaporedne laktacije (največjo mlečnost krave dosežejo v 3. laktaciji). Najvišjo vsebnost maščob in beljakovin v mleku imajo krave rjave pasme. Sicer je vsebnost maščob in beljakovin poleg pasme odvisna tudi od meseca v letu (najvišje vsebnosti so v zimskem času), od meseca telitve (najvišjo vsebnost imajo krave, ki so telile v poletnih mesecih), od stadija laktacije (najnižja vsebnost je okrog 8. tedna po telitvi, proti koncu laktacije pa počasi narašča) in od zaporedne laktacije (najvišjo vsebnost imajo krave v 2. laktaciji). Iz analize podatkov kontrol mlečnosti smo ugotovili pozitivno srednjo oziroma zmerno povezanost med mlečnostjo in velikostjo črede.

Rezultate kontrole mlečnosti smo vključili v 3 modele za napovedovanje prireje mleka v letu 2016. Napovedi smo prečno preverjali in dobili povprečje napak in povprečje absolutnih napak za napovedi od 1 do 12 mesecev vnaprej. Vsi trije modeli v povprečju podcenjujejo napoved prireje mleka. Rezultati prečnega preverjanja so pokazali, da ima

model eksponentnega glajenja podobno povprečno napako kot osnovni ARIMA-model, a večjo povprečno absolutno napako, kar kaže na večja nihanja napovedi v pozitivno in negativno smer. Za ARIMA-model z vključenimi dodatnimi dejavniki se je izkazalo, da ima manjšo povprečno napako kot model z eksponentnim glajenjem in osnovni ARIMA-model. Hkrati ima za večino mesecev tudi manjšo povprečno absolutno napako, zato ga ocenjujemo kot najboljši model. Sklepamo, da bi bilo z izboljšavo vključenih dejavnikov in z vključitvijo dodatnih dejavnikov možno določiti še natančnejše modele.

7 VIRI

- Ahmed F., Shah H., Raza I., Saboor A. 2011. Forecasting milk production in Pakistan. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 24, 1–4: 82–85
- Babnik D., Podgoršek P., Demšar P., Ilc A., Vidic A. 2000. Vpliv okoliške temperature na mlečnost in sestavo mleka pri kravah. V: Zbornik predavanj 9. posvetovanja o prehrani domačih živali "Zdravčevi-Erjavčevi dnevi", Radenci, 9. in 10. 11. 2000. Pen A. (ur.). Murska Sobota, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Murska Sobota: 41–45
- https://www.govedo.si/files/janezj2/Vpliv_temperature.pdf (15.4.2016)
- Babnik D., Verbič J., Podgoršek P., Jeretina J., Perpar T., Logar B., Sadar M., Ivanovič B. 2004. Priročnik za vodenje prehrane krav molznic ob pomoči rezultatov mlečne kontrole. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 84 str.
- Bajt N. 2011. Tehnologija mleka (elektronski vir). Ljubljana, Konzorcij višjih strokovnih šol za izvedbo projekta IMPLETUM: 97 str.
- http://www.impletum.zavod-irc.si/docs/Skriti_dokumenti/Tehnologija_mleka-Bajt.pdf (2.5.2016)
- Božič A., Sadar M., Perpar T. 2009. Rezultati kontrole prireje mleka v Sloveniji. Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Murska Sobota: 11 str.
- http://www.kgzs-ms.si/users_slike/metkab/ZED09/35Bozic.pdf (13.5.2016)
- Caput P. 1996. Govedarstvo. Zagreb, Celeber: 409 str.
- Cizej D. 1991. Govedoreja. Priročnik o zreji, krmljenju in gospodarnosti goved na kmetijah. Maribor, Založba Obzorja: 247 str.
- Deshmukh S. D. in Paramasivam R. 2016. Forecasting of milk production in India with ARIMA and VAR time series models. *Asian Journal of Dairy & Food Research*, 35, 1: 17–22
- <http://dx.doi.org/10.18805/ajdfr.v35i1.9246> (12.4.2016)
- Ferčej J., Skušek J. 1988. Govedoreja. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 161 str.
- Ferčej J. 1998. Opis razvoja govedoreje v Sloveniji. *Znanost in praksa v govedoreji*, 21: 7–61
- Froidmont E., Mayeres P., Picron P., Turlot A., Planchon V., Stilmant D. 2013. Association between age at first calving, year and season of first calving and milk production in Holstein cows. *Animal*, 7, 4: 665–672

<http://dx.doi.org/10.1017/S1751731112001577> (14.5.2016)

Giovinazzo Spers R., Terence Coulter Wright J., de Azevedo Amedomar A. 2013. Scenarios for the milk production chain in Brazil in 2020. *Revista de Administração*, São Paulo, 48, 2: 254–267

<http://www.scielo.br/pdf/rausp/v48n2/06.pdf> (31.5.2016)

Hale S. A., Capuco A. V., Erdman R. A. 2003. Milk Yield and Mammary Growth Effects Due to Increased Milking Frequency During Early Lactation. *Journal of Dairy Science*, 86, 6: 2061–2071

Hand K. J., Godkin A., Kelton D. F. 2012. Milk production and somatic cell counts: A cow-level analysis. *Journal of Dairy Science*, 95, 3: 1358–1362

<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2011-4927> (16.5.2016)

Hernja-Masten M. 2004. Od nastanka kmetijskih družb do rejsko-seleksijskih društev. V: 100 let dela v selekciji in kontroli prireje mleka na Slovenskem. Hernja-Masten M (ur.). Ptuj, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod, Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije, Govedorejska služba Slovenije: 11–35

Hyndman R. 2011. Time series cross-validation: an R example. Hyndsight, a blog by Rob J Hyndman (28. 8. 2011)

<http://robjhyndman.com/hyndsight/tscvexample/> (20.6.2016)

Hyndman R. J., Athanasopoulos G. 2014. *Forecasting: principles and practice*. Lexington (KY): Otexts

<https://www.otexts.org/fpp> (3.4.2016)

Hyndman R. 2016. Package 'forecast': Forecasting Functions for Time Series and Linear Models. CRAN, the Comprehensive R Archive Network

<https://cran.r-project.org/web/packages/forecast/forecast.pdf> (20.6.2016)

ICAR. 2016. ICAR Recording Guidelines. ICAR: 657 str.

<http://www.icar.org/wp-content/uploads/2016/03/Guidelines-Edition-2016.pdf> (25.6.2016)

Jeretina J., Babnik D. 2014. Povezava med mlečno vztrajnostjo, mlečnostjo, sestavo mleka in plodnostjo pri kravah. V: Zbornik predavanj, 23. mednarodno znanstveno posvetovanje o prehrani domačih živali, Zdravčevi-Erjavčevi dnevi 2014, Radenci, 13. in 14. 11. 2014. Čeh T., Kapun S. (ur.). Murska Sobota, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Murska Sobota: 225–231.

www.kgzs-ms.si/wp-content/uploads/2016/01/8-ZED2014.pdf (14.4.2016)

Jeretina J., Babnik D., Škorjanc D. 2015. Napoved mlečnosti prvesnic s pomočjo regresijskih modelov. V: Zbornik predavanj, 24. mednarodno znanstveno posvetovanje o prehrani domačih živali, Zdravčevi-Erjavčevi dnevi, Radenci, 12. –13. nov 2015. Čeh T. (ur.). Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod, Murska sobota: 59–67

<http://www.kgzs-ms.si/wp-content/uploads/2016/01/08-ZED2015.pdf> (18.5.2016)

Jeretina J., Škorjanc D. 2009. Napovedovanje mlečnosti molznic na podlagi prvih mlečnih kontrol. V: Zbornik predavanj – 18. mednarodno znanstveno posvetovanje o prehrani domačih živali, Zdravčevi-Erjavčevi dnevi. Radenci, 5. in 6. november 2009. Čeh T. (ur.). Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod, Murska Sobota: 124–133

http://www.kgzs-ms.si/users_slike/metkab/ZED09/13Jeretina.pdf (18.5.2016)

Kadzere C. T., Murphy M. R., Silanikove N., Maltz E. 2002. Heat stress in lactation dairy cows: a review. *Livestock Production Science*, 77: 59–91

Klopčič M. 2004. Optimizacija vrednotenja proizvodnosti krav v mlečni usmeritvi. Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Odd. za zootehniko: 171 str.

Klopčič M. 2005. Uporaba rezultatov kontrole mlečnosti za izboljšanje gospodarjenja na kmetijah. *Sodobno kmetijstvo*, 38, 2: 7–9

Klopčič M., Valjavec I., Osterc J. 2002. Izboljšanje kakovosti odkupljenega mleka v obdobju 1995–2001. *Sodobno kmetijstvo*, 35, 7–8: 313–317

Krpalkova L., Cabrera V. E., Kvapilík J., Burdych J., Crump P. 2014. Associations between age at first calving, rearing average daily weight gain, herd milk yield and dairy herd production, reproduction, and profitability. *Journal of Dairy Science*, 97,10: 6573–6582

<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-7497> (26.4.2016)

Lavrenčič A. 2005. Prehrana in vzreja plemenskih telic. *Kmečki glas*, 62, 28:8–9

Macciotta N. P. P., Vicario D., Pulina G., Cappio-Borlino A. 2002. Test day and lactation yield predictions in Italian simmental cows by ARMA methods. *Journal of Dairy Science*, 85, 11: 3107–3114

[http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74398-1](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74398-1) (24.4.2016)

Mohd Nor N., Steeneveld W., van Werven T., Mourits M. C. M., Hogeveen H. 2013. First-calving age and first-lactation milk production on Dutch dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 96, 2: 981–992

<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-5741> (26.4.2016)

- Murney R., Stelwagen K., Wheeler T. T., Margerison J. K., Singh K. 2015. The effects of milking frequency in early lactation on milk yield, mammary cell turnover, and secretory activity in grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98, 1: 305–311
<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2014-8745> (26.4.2016)
- Murphy M. D., O'Mahony M. J., Shalloo L., French P., Upton J., 2014. Comparison of modeling techniques for milk-production forecasting. *Journal of Dairy Science*, 97, 6: 3352–3363
<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-7451> (17.4.2016)
- Orešnik A. 2001. Sezonski vplivi na mlečnost in sestavo mleka krav. *Sodobno kmetijstvo*, 34, 7–8: 317–321
- Orešnik A., Logar A. 2001. Seasonal impacts on lactation curve course in dairy cows. V: *Prireja mesa in mleka v prihodnosti. 9. Mednarodni simpozij Živinorejski znanstveni dnevi*, Radenci, 3. –5. oktober 2001. Domžale. Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko. (Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Kmetijstvo (Zootehnika), Supplement 31: 143–149)
- Osterc J., Klopčič M., Potočnik K., Čepon M. 2002. Napredek slovenske govedoreje v zadnjih štirih desetletjih. V: *Kmetijsko-živilski sejem. 2002, Razstava govedi. Razstava konj. Razstava prašičev. Razstava drobnice. Predstavitev perutnine. 40. Mednarodni kmetijsko-živilski sejem, Gornja Radgona, 24. 8. –31. 8. 2002*. Slavič A. (ur.). Gornja Radgona, Pomurski sejem: 10–24
- Osterc J., Ferčej J., Klopčič M. 2004. Razvoj govedoreje v 20. stoletju. V: *100 let dela v selekciji in kontroli prireje mleka na Slovenskem*. Hernja-Masten M. (ur.). Ptuj, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod, Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije, Govedorejska služba Slovenije: 37–58
- Perpar T., Sadar M. 2004. Kontrola prireje mleka v Sloveniji. V: *100 let dela v selekciji in kontroli prireje mleka na Slovenskem*. Hernja-Masten M. (ur.). Ptuj, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod, Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije, Govedorejska služba Slovenije: 95–107
- Perpar T., Sadar M., Logar B., Podgoršek P., Jeretina J., Jenko J., Opara A. 2010. Strokovna pravila in opis metod za izvajanje nekaterih nalog rejskih programov pri govedu. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 71 str.
http://rjava.govedo.si/datoteke/file/rjava/Rejski_program/STROKOVNA%20PRAVILA_2010.pdf (30.4.2016)

Pirlo G., Miglior F., Speroni M. 2000. Effect of age at first calving on production traits and on difference between milk yield returns and rearing costs in italian holsteins. *Journal of Dairy Science*, 83, 3: 603–608

[http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)74919-8](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)74919-8) (15.5.2016)

Pridelek silažne koruze v t/ha od leta 2000 do 2015. Statistični urad Republike Slovenije

http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=1502409S&ti=&path=../Database/Okolje/15_kmetijstvo_ribistvo/04_rastlinska_pridelava/01_15024_pridelki_povrsina/&lang=2 (18.8.2016)

RStudio 0.99.893. 2016. Choose Your Version of RStudio. Boston, RStudio.

<https://www.rstudio.com/products/rstudio/download3/> (15.4.2016)

Sadar M., Jenko J., Jeretina J., Logar B., Perpar T., Podgoršek P. 2015. Rezultati kontrole prireje mleka in mesa Slovenija 2014. Sadar M. (ur.). Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 95 str.

https://www.govedo.si/files/cpzgss/knjiznica/porocila/kontrola_porocila/REZULTATI_KONTROLE_2014.pdf (28.4.2016)

Sadar M., Jenko J., Jeretina J., Logar B., Opara A., Perpar T., Podgoršek P. 2016. Rezultati kontrole prireje mleka in mesa Slovenija 2015. Sadar M. (ur.). Kmetijski inštitut Slovenije: 94 str.

https://www.govedo.si/files/cpzgss/knjiznica/porocila/kontrola_porocila/REZULTATI_KONTROLE_2015.pdf (9.8.2016)

Sánchez L., Cabanas G., Abad Y., Torres V. 2014. Use of ARIMA models for predicting milk production. Case study in UBPC "Maniabo", Las Tunas. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 48, 3: 213–218

<http://www.ciencia-animal.org/cuban-journal-of-agricultural-science/articles/V48-N3-Y2014-P213-L-Sanchez.pdf> (21.5.2016)

Tržno poročilo, leto 2011, Mlečni izdelki. 2012. Ljubljana, Republika Slovenija, Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, Agencija Republike Slovenije za kmetijske trge in razvoj podeželja: 21 str.

http://www.arsktrp.gov.si/fileadmin/arsktrp.gov.si/pageuploads/OTIS/LETNA_POROCILA/2011/Letno_porocilo_MLEKO_IN_MLECNI_IZDELKI_2011.pdf (24.8.2016)

Tržno poročilo, leto 2015, Mleko in mlečni izdelki. 2016. Ljubljana, Republika Slovenija, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Agencija Republike Slovenije za kmetijske trge in razvoj podeželja: 21 str.

http://www.arsktrp.gov.si/fileadmin/arsktrp.gov.si/pageuploads/OTIS/LETNA_POROCILA/2015/Letno_porocilo_MLEKO_IN_MLECNI_IZDELKI_2015.doc (24.8.2016)

- Verbič J., Babnik D., Jeretina J., Perpar T. 2006. Navade rejcev pri krmljenju krav v Sloveniji in njihov vpliv na mlečnost, sestavo mleka in zdravstveno stanje. V: Zbornik predavanj, 15. posvetovanje o prehrani domačih živali, Zdravčevi-Erjavčevi dnevi 2006, Radenci, 9. in 10. 11. 2006. Čeh T., Kapun S. (ur.). Murska Sobota, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Murska Sobota: 119–135
<http://www.kgzs-ms.si/slike/ZED06/11Verbic.pdf> (18.4.2016)
- Verbič J., Jenko J., Perpar T., Jeretina J., Žnidaršič T., Babnik D., Logar B., Podgoršek P., Glad J., Ivanovič B. 2011. Poročilo o izvedbi naloge: Vzpostavitev opazovanja za prepoznavo vročinskega stresa pri rejnih živalih. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 49 str.
http://www.mkgp.gov.si/fileadmin/mkgp.gov.si/pageuploads/podrocja/Kmetijstvo/Naravne_nesrece/Vzpostavitev_opazovanja_za_prepoznavo_vrocinskega_stresa_pri_rejni_h_zivalih.pdf (20.6.2016)
- West J. W., Mullinc B. G., Bernard J. K. 2003. Effects of hot, humid weather on milk temperature, dry matter intake, and milk yield of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 86, 1: 232–242
[http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73602-9](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73602-9) (26.4.2016)
- Wilson D. J., Gonzales R. N., Hertl J., Schulte H. F., Bennett G. J., Schukken Y. H., Grohn Y. T. 2004. Effect of clinical mastitis on the lactation curve: a mixed model estimation using daily milk weights. *Journal of Dairy Science*, 87, 7: 2073–2084
[http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)70025-9](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)70025-9) (14.5.2016)
- Žgur S., Klopčič M., Čepon M. 2001. Effect of previous and present calving interval on milk yield in present standard lactation. V: Prireja mesa in mleka v prihodnosti. 9. Mednarodni simpozij Živinorejski znanstveni dnevi, Radenci, 3. –5. oktober 2001. Domžale. Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko. (Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Kmetijstvo (Zootehnika), Supplement 31: 151–156

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem doc. dr. Mariji Klopčič, ki je sprejela mentorstvo moji diplomski nalogi in mi je pomagala ter svetovala pri izdelavi naloge.

Hvala bratu Darjanu za inštrukcije programiranja v jeziku in okolju R.

Posebno se zahvaljujem moji ženi Petri za spodbude pri dokončanju študija in njeno potrpežljivost.

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Jernej OBLAK

**ANALIZA IN NAPOVEDOVANJE PRIREJE MLEKA
V SLOVENIJI**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2016