

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Anton KUKENBERGER

**NAPOVED PLEMENSKIH VREDNOSTI ZA LASTNOSTI
PLODNOSTI PRI GOVEDU**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2011

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Anton KUKENBERGER

**NAPOVED PLEMENSKIH VREDNOSTI ZA LASTNOSTI
PLODNOSTI PRI GOVEDU**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**ESTIMATION OF BREEDING VALUES FOR FERTILITY
TRAITS IN CATTLE**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2011

S tem diplomskim delom končujem študij kmetijstva - zootehniko. Analize podatkov so bile opravljene na Enoti za prašičerejo, biometrijo in selekcijo Oddelka za zootehniko Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Komisija za dodiplomski študij Oddelka za zootehniko je za mentorico diplomskega dela imenovala prof. dr. Mileno Kovač.

Recenzentka: znan. sod. dr. Špela MALOVRH

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednica: prof. dr. Antonija HOLCMAN
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Članica: znan. sod. dr. Špela MALOVRH
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Članica: prof. dr. Milena KOVAČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Datum zagovora:

Delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Anton Kukenberger

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 636.2.082.2(043.2)=163.6
KG	govedo/krave/molznice/pasme/rjava pasma/plodnost/lastnosti plodnosti/ plemenska vrednost
KK	AGRIS L10/5214
AV	KUKENBERGER, Anton
SA	KOVAČ, Milena (mentor)
KZ	SI-1230 Domžale, Groblje 3
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
LI	2011
IN	NAPOVED PLEMENSKIH VREDNOSTI ZA LASTNOSTI PLODNOSTI PRI GOVEDU
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	XI, 53 str., 12 tab., 21 sl., 35 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	V nalogi smo napovedali plemenske vrednosti za starost ob prvi telitvi (SPT) in dobo med telitvama (DMT) za populacijo krav rjave pasme v Sloveniji. Imeli smo podatke 150.600 telitev od leta 1985 do 2009. Poreklo smo imeli sestavljeno iz treh generacij. Povprečna SPT je znašala dve leti in pol, povprečna DMT pa 412 dni. Sistematski del modela smo razvili z metodo najmanjših kvadratov v proceduri GLM s paketom SAS. Pri SPT smo imeli v sistematskem delu modela samo vpliv sezone. Pri DMT smo primerjali 15 različnih modelov in med njimi izbrali dva za preizkus naključnega dela modela. Poleg sezone telitve smo izbrali povprečno dolžino laktacije v čredi in količino mleka ter vsebnost beljakovin in maščob v prvih 100 dneh laktacije ali v standardni laktaciji. Elemente strukture varianc smo izračunali po metodi omejene največje zanesljivosti (REML) s paketom VCE. Plemenske vrednosti smo napovedali s paketom PEST. V naključni del modela smo za obe lastnosti kot alternativni vključili aditivni genetski vpliv, vpliv skupnega okolja v čredi in/ali interakcijo med njim in letom telitve. Heritabiliteta za SPT je bila v modelu z vplivom skupnega okolja v čredi 0,111, v modelu z interakcijo pa 0,518. Pri modelu z obema vključenima vplivoma je bila heritabiliteta 0,122. Za DMT so ocenjene heritabilitete nižje v modelih, ki so vključevali lastnosti mlečnosti v standardni laktaciji. Pri modelu z lastnostmi mlečnosti v prvih 100 dneh laktacije znaša ocena heritabilitete 0,142 (s čredo), 0,151 (z interakcijo med čredo in letom) in 0,143 (z obema vplivoma). Pri modelih z lastnostmi mlečnosti v standardni laktaciji je bila heritabiliteta 0,135 (s čredo), 0,151 (z interakcijo čreda x leto) in 0,136 (z obema vplivoma). Preverili smo porazdelitve napovedi plemenskih vrednosti s posamičnima naključnima vplivoma.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Dn
DC	UDC 636.2.082.2(043.2)=163.6
CX	cattle/dairy cows/breeds/Brown breed/fertility traits/breeding value
CC	AGRIS L10/5214
AU	KUKENBERGER, Anton
AA	KOVAČ, Milena (supervisor)
PP	SI-1230 Domžale, Groblje 3
PB	University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Animal Science
PY	2011
TI	ESTIMATION OF BREEDING VALUES FOR FERTILITY TRAITS IN CATTLE
DT	Graduation Thesis (University studies)
NO	XI, 53 p., 12 tab., 21 fig., 35 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	The aim of this thesis was to predict breeding values for age at first calving (AFC) and calving interval (CI) in Slovenian Brown cattle. The dataset consisted of 150600 lactations from 1985 to 2009. Pedigree was constructed for three generations. The average AFC was 2.5 years, and the average CI was 421 days. Fixed part of the model was developed using least-square method by procedure GLM in SAS. Season of calving was treated as fixed for AFC, while for CI, 15 models were compared. Calving season, average lactation length by herd and milk yield, protein and fat percentage in first 100 days of lactation or in standard lactation were chosen. Variance components were estimated by REML method as applied in VCE. Breeding values were predicted by PEST. Random part of the model was the same for both traits including animal effect, common herd environment or/and herd x year interaction. Heritabilities for AFC were 0.111, 0.518, and 0.122 in the model including herd, herd x year interaction, and both effects, respectively. Heritability estimates for CI were lower when model contained milk traits in the first 100 days of lactation. Heritabilities for CI were 0.142 with herd, 0.151 with herd x year interaction, and 0.143 with both effects in the model. The estimates of heritability were 0.135 with herd, 0.151 with herd x year interaction and 0.136 with both effects included in the model with standard lactation traits. Distributions of breeding values predicted were checked only for models with herd and herd-year effects.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key words documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo tabel	VIII
Kazalo slik	IX
Okrajšave in simboli	XI
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 RJAVA PASMA, NJEN POMEN IN RAZVOJ V SLOVENIJI	3
2.1.1 Kratek opis slovenskega rjavega goveda (rjave pasme)	3
2.1.2 Telesne in proizvodne lastnosti rjavega goveda	5
2.1.3 Preživitvena sposobnost in dolgoživost krav	7
2.1.4 Rezultati kontrole prireje mleka	8
2.2 STAROST OB PRVI TELITVI	9
2.3 DOBA MED TELITVAMA	11
2.4 NAPOVEDOVANJE PLEMENSKIH VREDNOSTI	12
2.4.1 Napovedovanje plemenskih vrednosti za rjavo pasmo v Sloveniji	12

2.4.2	Napoved plemenskih vrednosti za lastnosti plodnosti v Sloveniji in drugje po Evropi	14
2.4.3	Genetski trendi	17
3	MATERIAL IN METODE	18
3.1	MATERIAL	18
3.1.1	Struktura podatkov	18
3.1.2	Poreklo	23
3.2	METODE	23
3.2.1	Razvoj sistematskega dela modela	23
3.2.2	Mešani model v skalarni obliki	25
3.2.3	Mešani model v matrični obliki in struktura varianc	26
3.2.4	Ocena komponent varianc in napoved plemenskih vrednosti	28
3.2.5	Rang korelacije	28
4	REZULTATI	30
4.1	KORELACIJE MED LASTNOSTMI MLEČNOSTI	30
4.2	IZBIRA MODELA	31
4.2.1	Ocena vpliva sezone na starost ob prvi telitvi	34
4.2.2	Ocena vpliva sezone na dobo med telitvama	34
4.3	KOMPONENTE VARIANCE	35
4.3.1	Aditivni genetski vpliv na starost ob prvi telitvi	36
4.3.2	Aditivni genetski vpliv na dobo med telitvama	37

4.4	KORELACIJE MED RAZVRSTITVAMI ŽIVALI PO NAPOVEDIH PLEMENSKIH VREDNOSTI PO MODELIH	40
4.5	GENETSKI TRENDI	40
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	42
5.1	RAZPRAVA	42
5.1.1	Starost ob prvi telitvi	42
5.1.2	Doba med telitvama	43
5.2	SKLEPI	45
6	POVZETEK	48
7	VIRI	51
	ZAHVALA	

KAZALO TABEL

	str.
Tabela 1: Rezultati kontrole mlečnosti med leti 2000 in 2009 (Sadar in sod., 2010)	9
Tabela 2: Modeli za napoved plemenskih vrednosti za plodnost v Evropi	16
Tabela 3: Heritabilitete za dobo med telitvama in starost ob prvi telitvi	17
Tabela 4: Osnovne statistike za starost ob prvi telitvi, dobo med telitvama, dolžino laktacije, povprečno dolžino laktacije v čredi (DLČ) in izbrane lastnosti mlečnosti	19
Tabela 5: Osnovni podatki o poreklu živali	23
Tabela 6: Oznake za neodvisne spremenljivke v preizkušanih modelih za dobo med telitvama	24
Tabela 7: Oznake za vplive v mešanih modelih za dobo med telitvama	26
Tabela 8: Fenotipske korelacije med vplivi na dobo med telitvama	30
Tabela 9: Koeficienti determinacije, stopinje prostosti za model in p-vrednosti za vplive v preizkušanih modelih za dobo med telitvama	32
Tabela 10: Ocenjene heritabilitete s standardnimi napakami za lastnosti in deleži variance za naključne vplive ter ostanek v vseh preizkušanih modelih	36
Tabela 11: Rang korelacije vseh živali (nad diagonalo) med preizkušanimi modeli za dobo med telitvama in p-vrednosti (pod diagonalo)	40
Tabela 12: Rang korelacije plemenskih bikov (nad diagonalo) med preizkušanimi modeli za dobo med telitvama in p-vrednosti (pod diagonalo)	40

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Krave rjave pasme po naseljih (Sadar in sod., 2010)	4
Slika 2: Telice rjave pasme na pašniku (foto: A. Kukenberger)	6
Slika 3: Krava rjave pasme (foto: A. Kukenberger)	6
Slika 4: Bik rjave pasme (foto: A. Meden)	7
Slika 5: Delež krav, ki preživijo do navedene laktacije v slovenski populaciji po pasmah (Jenko in sod., 2007)	8
Slika 6: Odstopanje količine mleka, vsebnosti maščob in vsebnosti beljakovin v mleku prvesnic v standardni laktaciji od vrednosti pri telitvi ob starosti 36 mesecev (Pirlo in sod., 2000)	10
Slika 7: Povprečna starost ob prvi telitvi po letih telitve v slovenski populaciji krav rjave pasme (lastna obdelava, vir podatkov: KIS, 2010)	10
Slika 8: Povprečno trajanje dobe med telitvama po letih telitve v slovenski populaciji krav rjave pasme (lastna obdelava, vir podatkov: KIS, 2010)	12
Slika 9: Porazdelitev podatkov za starost ob prvi telitvi	20
Slika 10: Porazdelitev podatkov za dobo med telitvama	21
Slika 11: Delež zapisov po zaporednih telitvah	21
Slika 12: Porazdelitev kmetij glede na skupno število prvesnic med leti 1985 in 2009	22
Slika 13: Delež zapisov po nivojih za vpliv čreda x leto	22
Slika 14: Vpliv sezone na starost ob prvi telitvi	34
Slika 15: Vpliv sezone na dobo med telitvama	35

Slika 16: Porazdelitev napovedi plemenskih vrednosti za starost ob prvi telitvi z vplivom črede	37
Slika 17: Porazdelitev napovedi plemenskih vrednosti za starost ob prvi telitvi z interakcijo čreda x leto	37
Slika 18: Porazdelitev plemenskih vrednosti za dobo med telitvama z modelom s parametri mlečnosti v 100 dneh in vplivom skupnega okolja v čredi (A) ter interakcijo čreda x leto (B) in 305 dneh z vplivom črede (C) ter interakcijo (D)	39
Slika 19: Genetski trendi za starost ob prvi telitvi glede na leto rojstva	41
Slika 20: Genetski trendi za dobo med telitvama glede na leto rojstva	41

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

NPV	napoved plemenske vrednosti
DMT	doba med telitvama
SPT	starost ob prvi telitvi
CPZ	Centralna podatkovna zbirka
KIS	Kmetijski inštitut Slovenije
KGZS	Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije
NR	delež koncepcije
SI	servisni interval
IO	indeks osemenitev
IP	intenzivnost pojatve
PP	poporodni premor
UO	uspešnost osemenitve
AT4	metoda kontrole mlečnosti po standardih ICAR, ki se izvaja vsake štiri tedne, izmenično pri večerni oz. jutranji molži
A4	metoda kontrole mlečnosti po standardih ICAR, ki se izvaja vsake štiri tedne, vsakič pri jutranji in večerni molži
ICAR	mednarodni komite za kontrolo proizvodnosti
IBM	indeks beljakovin in maščob
PV12	standardizirana napoved plemenske vrednosti, standardni odklon=12
SSI	skupni selekcijski indeks

1 UVOD

Napovedovanje plemenskih vrednosti je postopek, ki nam pomaga izbrati starše naslednji generaciji tako, da bo genetski napredek čim večji. Cilj napovedovanja plemenskih vrednosti je razvrščanje živali po agregatnih genotipskih vrednostih, ki jih nato uporabimo za različne namene. Živali, ki so po svojih plemenskih vrednostih povprečne, ostanejo v reji in o njihovi usodi odloča rejec. Najslabše živali so dolgoročno nezaželene v populaciji in jih lahko uporabimo za druge namene. Pri rjavi pasmi so lahko živali z manjšo mlečnostjo bolj primerne za ekstenzivne reje kot dojlje. Ker se povprečne vrednosti v populaciji za določene lastnosti izboljšujejo, pričakujemo, da nam prinašajo tudi večje gospodarske koristi. Ni nujno, da nam genetski napredek prinaša tudi fenotipske spremembe v želeni smeri. Ker je fenotip odvisen od genotipa, okolje pa na rezultate vpliva z vplivom na izražanje genov in neposrednim vplivom (prehrana, odnos rejca, podnebje), je, v primeru, da se okolje slabša, lahko fenotipska vrednost, kljub izboljšanju genotipske vrednosti populacije, čedalje slabša.

Pri napovedovanju plemenskih vrednosti uporabljamo sodobna računalniška orodja za shranjevanje in obdelavo podatkov. Najprej moramo podatke ustrezno pripraviti, sestaviti statistični model in z ustreznimi orodji – statističnimi paketi izračunati napovedi za plemenske vrednosti. Fenotipske vrednosti so zelo odvisne tudi od okoljskih dejavnikov, ki vplivajo na prenatalni in postnatalni razvoj živali ter njeno produktivnost. Ugodnejše je, če imamo čim več kakovostnih informacij o živalih, ki jih lahko vključimo v obdelavo. Da je napoved čim bolj točna, je potrebno biti vesten pri vseh korakih, od zbiranja podatkov do napovedi plemenskih vrednosti. Pametno moramo voditi zbiranje podatkov – torej zbiramo podatke, ki nam dajo čim bolj kakovostne informacije, ki jih potrebujemo. Podatki morajo biti učinkovito urejeni v informacijskem sistemu oz. podatkovni zbirki, da lahko do njih čim hitreje dostopamo in se pri obdelavi ne ukvarjamo preveč s pripravo podatkov. Na koncu je zelo pomembna tudi obdelava, torej izbor računalniških orodij, in interpretacija rezultatov.

Lastnosti plodnosti so pri govedu zelo pomembne, saj vemo, da brez optimalne dolžine reprodukcijskega ciklusa in prve telitve ob primerni starosti ne moremo računati na ugoden finančni rezultat reje. Dobo med telitvama smo vzeli v obravnavo, ker za lastnosti, kot jih v

večini uporabljajo v tujini (servisni interval, poporodni premor), ni dovolj zanesljivih informacij iz preteklih let, ko niso še dovolj podrobno zbirali podatkov.

Starost ob prvi telitvi (SPT) je število dni od rojstva teličke do njene prve telitve. Pomembna je s stališča stroškov vzreje telic in gospodarnosti reje v celem proizvodnem obdobju krave. Če je SPT previsoka, je strošek vzreje telice večji. Toda, če je telica ob telitvi premlada, krava ne bo optimalno razvita in bomo tako izgubili možnost optimalne življenjske prireje. Nadalje se zaradi manjšega okvira pojavljajo tudi težje telitve, kar spet povzroči večje stroške in poslabša preživitveno sposobnost telet.

Doba med telitvama (DMT) je število dni med zaporednima telitvama. Pri prireji mleka je pravočasna ponovna telitev potrebna predvsem zaradi manjše mlečnosti v začetnem stadiju laktacije, pri prireji mesa pa zaradi čim večjega števila telet.

Namen diplomske naloge je bil oceniti parametre disperzije ter napovedati plemenske vrednosti za dobo med telitvama in starost ob prvi telitvi za populacijo krav rjave pasme v Sloveniji.

2 PREGLED OBJAV

2.1 RJAVA PASMA, NJEN POMEN IN RAZVOJ V SLOVENIJI

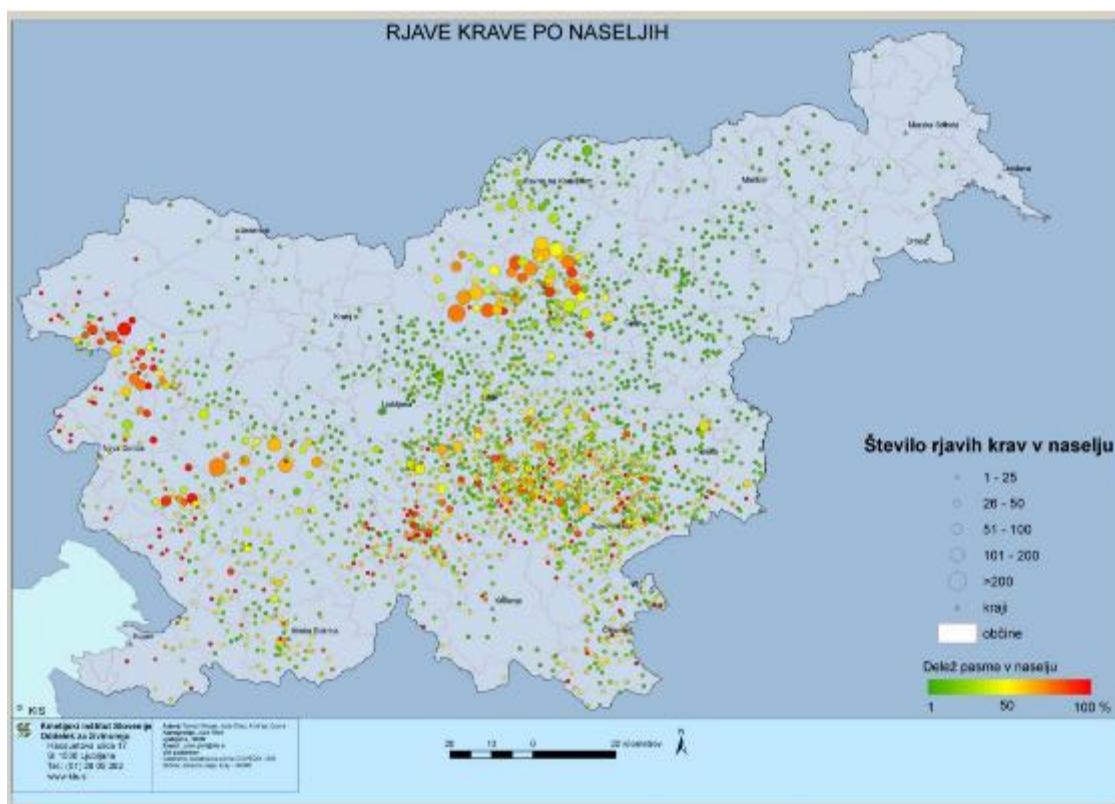
2.1.1 Kratek opis slovenskega rjavega goveda (rjave pasme)

Rjava pasma goveda je pri nas prisotna že stoletja. Dular (1895) jo je imenoval *švicarska jednobarvna pasma*, Zupančič (2004) pa navaja, da so ji rekli *sivorjava pasma*. Govedo rjave pasme so pri nas najprej redili južno od Ljubljane – na področju Kočevskega, Notranjskega, Dolenjske in Brežic. Pasma izvira iz Švice (Dular, 1895; Zupančič, 2004). Od tam so živali najprej pripeljali najbolj napredni kmetje in grajska posestva (Zupančič, 2004). Uvažali so tudi živali s področja Avstrije (Zilertall, Montafom, Imst). V začetku 19. stoletja je bila govedoreja v Sloveniji zelo slabo razvita, tudi živali so bile zelo nerazpoznavnih pasem. Čistopasemske živali so bile prisotne le na nekaterih grajskih posestih. V drugi polovici 19. stoletja se je raven reje nekoliko izboljšala. Najverjetneje je slovenska rjava pasma – dolenjska sivka – nastala z oplemenjevanjem slovenskih lokalnih pasem s švicarskim rjavim govedom. Dolenjska sivka je bila v drugi polovici 19. stoletja najbolj razširjena pasma na našem področju.

Nameni, za katere so prvotno redili govedo rjave pasme, so bili prireja mleka, mesa in delo, saj so si z živalmi pomagali pri vsakodnevnih opravilih. Dular (1895) navaja, da je bila že takrat letna mlečnost krav rjave pasme okoli 2000 l, če so bile dobro krmljene, pa tudi 3000 l. Z razvojem strojev je delo počasi izgubilo na pomenu, zato danes živali (z redkimi izjemami) redimo za pridobivanje mesa in mleka. Rjava pasma je pri nas kombinirana pasma (Perpar in sod., 2005), ki jo redimo v dveh tipih: mlečnem, ki je v velikem deležu oplemenjen z ameriško rjavo pasmo (brown swiss), in kombiniranim, pri katerem dajemo poudarek tudi klavnim lastnostim. V šestdesetih letih prejšnjega stoletja so rejci množično oplemenjevali krave rjave pasme z biki ameriške rjave pasme, katerega namen je bil izboljšati lastnosti mlečnosti. Tako jim je uspelo bistveno povečati mlečnost, vsebnost maščob in beljakovin, zmanjšala se je razlika v mlečnosti med prvo laktacijo in naslednjimi, poslabšale pa so se klavne lastnosti. To je z vidika prireje mleka dobro. V skromnejših kraških in gorskih predelih velika mlečnost ni zaželena zaradi zahtevnejše oskrbe krav. Krave v izvornem – kombiniranem tipu so že zelo redke. To lahko za slovensko govedorejo pomeni večje stroške

in zaraščanje pridelovalnih površin na območjih z omejitvenimi dejavniki, kjer bi bolj do izraza prišle živali v kombiniranem tipu.

Življenjski prostor rjave pasme je torej vseskozi povezan s težkimi naravnimi razmerami na področjih, kjer so jo redili (Dular, 1895; Zupančič, 2004; Perpar in sod., 2005; Perpar in sod., 2010). Pri nas je večino območja predstavljal kras, v Švici pa gorski predeli. Tudi krma je bila skromna. Tako so živali postopoma razvile veliko sposobnost za izkoriščanje voluminozne krme, postale so odporne na bolezni, prilagodljive, z dobro plodnostjo ter čvrstimi parklji in nogami. Govedo rjave pasme (Sadar in sod., 2010) je prisotno po celotnem področju Slovenije (slika 1), le na območju Julijskih Alp in Prekmurja ga je manj. Največ jih je na območjih Dolenjske, Kočevja, Severne Primorske in Pohorja. V osrednji Sloveniji so živali rjave pasme tudi prisotne, vendar je delež te pasme majhen.



Slika 1: Krave rjave pasme po naseljih (Sadar in sod., 2010)

Populacija krav rjave pasme se hitro zmanjšuje. Po podatkih Genske banke (Genska banka v živinoreji, 2011) je bilo decembra leta 2003 v rodovniško knjigo vpisanih 34.500 čistopasemskih plemenic, decembra 2010 pa samo še nekaj več kot 21.300. Upoštevane so tako živali v mlečni kontroli kot dojilje. Ocena skupnega števila čistopasemskih živali pada

hitreje, kar pomeni, da je čedalje večji delež živali vpisanih v rodovniško knjigo. Rjava pasma je pri nas definirana kot tradicionalna, neogrožena pasma.

2.1.2 Telesne in proizvodne lastnosti rjavega goveda

Dular (1895) je živali rjave pasme (*švicarske jednobarvne pasme*) uvrstil med planinsko ali hribovsko govejo živino. Opisal jih kot živali sivih do rjavih odtenkov (slika 2), s temnimi sluznicami in svetlimi robovi le-teh. Živali so imele velika vimena, kar avtor povezuje z veliko mlečnostjo. Po velikosti jih je razdelil v tri razrede, na veliko, srednje in malo švicarsko govedo.

Sodobne odrasle ženske živali (slika 3) tehtajo od 600 do 700 kg (Perpar in sod., 2005), v vihru pa so povprečno visoke od 135 do 145 cm. Ob kakovostni voluminozni krmi lahko na leto proizvedejo preko 7.000 kg mleka s 4 % ali več mlečnimi maščobami in 3,5 % ali več beljakovinami. Moške živali (slika 4) so večje kot ženske in odrasle tehtajo tudi nad 1000 kg. Mladi biki hitro priraščajo, od 1000 do 1200 g/dan, dosežejo višino vihra do 155 cm.

Krave rjave pasme so zelo primerne za gospodarsko križanje (Čepin in sod., 2001), saj potomci križanja z biki mesnih pasem dajejo kakovostno meso in imajo, v primerjavi s križanci s črno-belo pasmo, večji klavni izplen.

Pri nas so krave rjave pasme razširjene predvsem na področjih z omejenimi možnostmi za kmetovanje (Perpar in sod., 2010), saj se jih skoraj 70 % nahaja v gorskih območjih, 16 % populacije pa v drugih območjih z omejitvenimi dejavniki za kmetovanje. Glede na večjo produktivnost in s tem zahtevnejše oskrbovanje krav in upravljanje s čredo je lahko nadomeščanje krav rjave pasme s črno-belo pasmo neugodno. Zaradi večje proizvodnosti krav črno-bele pasme je tudi potreba po dodatni krmi na kmetiji večja. Potrebno je več dokupiti, zmanjšati hektarsko obtežbo in pridelovati žita ali pa intenzivneje gnojiti površine. Dokup krme in gnojil seveda prinaša dodatne stroške. Poleg tega imajo krave črno-bele pasme krajšo proizvodno dobo, manjšo preživitveno sposobnost in slabši indeks osemenitev kot rjave krave. Živali rjave pasme imajo tudi mnogo večji delež alele B za kapa-kazein kot črno-bele in lisaste (Buchberger in Dovč, 2000), ki je pomemben pri izplenu sira pri predelavi. To nakazuje, da zamenjava krav rjave pasme s črno-belimi kljub večji proizvodnosti ni vedno ekonomsko upravičena odločitev.



Slika 2: Telice rjave pasme na pašniku (foto: A. Kukenberger)



Slika 3: Krava rjave pasme (foto: A. Kukenberger)

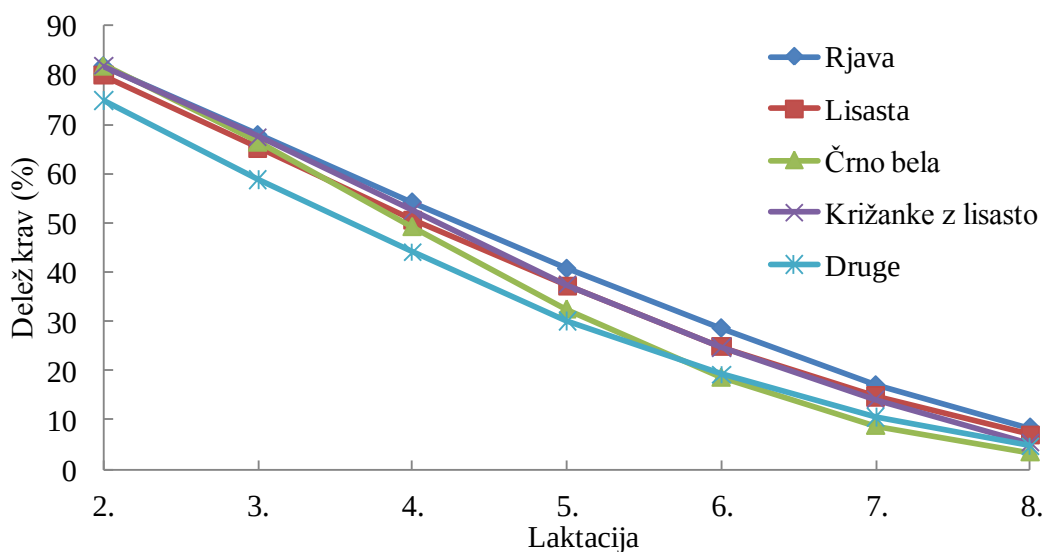


Slika 4: Bik rjave pasme (foto: A. Meden)

2.1.3 Preživitvena sposobnost in dolgoživost krav

Dolgoživost krav je odvisna od pasme. Rjava pasma ima največjo sposobnost preživetja (slika 5) v vseh laktacijah (Jenko in sod., 2007). Do druge telitve preživi 81,9 % krav, do tretje 67,9 % in do četrte 54,2 %. V drugi laktaciji je večji delež preživelih krav le pri črno-beli pasmi (82,0 %), lisastih krav preživi enak delež kot rjavih. Črno-bele krave imajo v naslednjih laktacijah čedalje manjši delež preživetja. Sedmo laktacijo doseže 17,0 % rjavih krav in le 8,8 % črno-belih. To pomeni, da imajo črno-bele krave slabšo dolgoživost kot rjave.

Gospodarnost reje narašča s številom laktacij vse do osme, devete in celo desete laktacije (Osterc in Klopčič, 1998). V Sloveniji je potencial prireje mleka slabo izkoriščen, saj na farmah povprečno število laktacij znaša 3,3, na kmetijah pa 4,3 laktacije. V Sloveniji največjo dolgoživost dosega rjava pasma (Jenko in sod., 2007), pri kateri je povprečna proizvodna doba krav dolga 4,01 laktacije. Povprečna proizvodna doba vseh krav v Sloveniji je 3,75 laktacije. Ostale pasme imajo skoraj 10 % krajšo proizvodno dobo, najkrajšo (3,59 laktacije) ima črno-bela pasma.



Slika 5: Delež krav, ki preživijo do navedene laktacije v slovenski populaciji po pasmah (Jenko in sod., 2007)

Dolgoživost pomembno vpliva na lastno ceno mleka in s tem na ekonomski rezultat kmetije. Najmanjše stroške (Jenko in sod., 2007) bi dosegali rejci, ki bi imeli krave v čredi povprečno šest ali več laktacij. To bi bila posledica izkoristka potenciala mlečnosti, saj je največja mlečnost pričakovana med tretjo in peto laktacijo, poleg tega pa se lastna cena telic razporedi na več prirejenega mleka v življenju krave, pomemben dodatni vir dohodka pa predstavlja prodaja plemenskih telic.

2.1.4 Rezultati kontrole prireje mleka

Število laktacij se je od leta 2000 do 2005 počasi povečevalo (tabela 1), od leta 2005 dalje pa pada (Sadar in sod., 2010). Populacija v kontroli je v letu 2009 štela manj kot 13.000 živali, leta 2005 pa še preko 14.500. Padec v treh letih znaša več kot 12 %. Pri količini opazimo trend naraščanja do leta 2007, naslednji dve leti pa je nekoliko nazadovala. V zadnjem letu je bila povprečna mlečnost 5.476 kg v standardni laktaciji. Vsebnost maščob se zmanjšuje, vsebnost beljakovin pa je ves čas približno na isti ravni. Krave v povprečju dosegajo povprečno od 4,06 do 4,16 % mlečnih maščob, vsebnost le-teh se v opazovanem obdobju zmanjšuje, in od 3,32 do 3,38 % beljakovin (ni opaziti trendov naraščanja ali padanja vsebnosti).

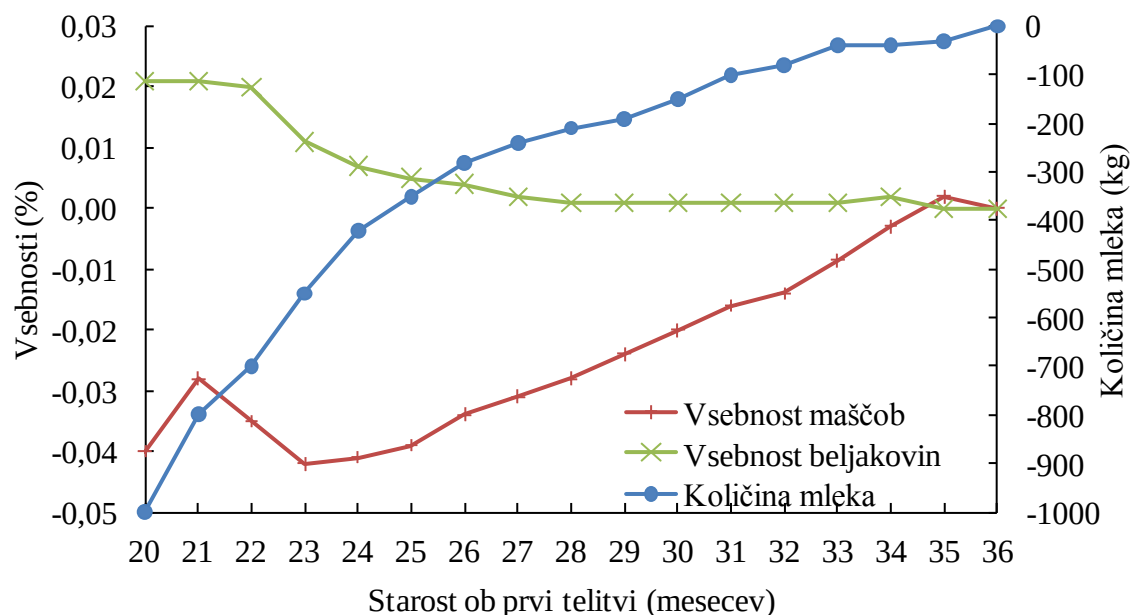
Tabela 1: Rezultati kontrole mlečnosti med leti 2000 in 2009 (Sadar in sod., 2010)

Leto	Število laktacij	Količina mleka (kg)	Vsebnost maščob (%)	Vsebnost beljakovin (%)
2000	13.001	4.979	4,15	3,36
2001	13.109	5.118	4,16	3,38
2003	14.354	5.181	4,16	3,37
2005	14.540	5.258	4,13	3,33
2006	13.900	5.380	4,11	3,33
2007	13.612	5.553	4,08	3,32
2008	13.191	5.521	4,09	3,33
2009	12.740	5.476	4,06	3,38

2.2 STAROST OB PRVI TELITVI

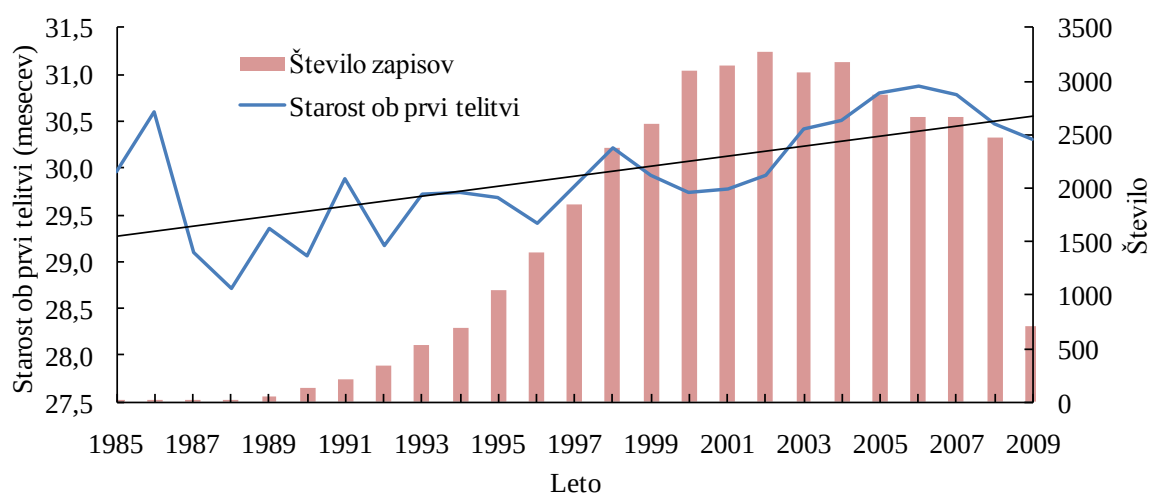
Starost ob prvi telitvi (SPT) je pomemben dejavnik pri ekonomskem uspehu v reji krav molznic (Pirlo in sod., 2000). Večja kot je, večja je lastna cena telic. Nižja SPT je ugodnejša (Dular, 1895), vendar je pri prehitro obrejenih telicah večja nevarnost težkih telitev in s tem zmanjšana preživitvena sposobnost telet. Krave so manjšega okvira, kar pomeni tudi manjšo prirejo mleka. Enako še danes, več kot 110 let kasneje, trdijo tudi Van Amburgh in sod. (2001). Preiskovali so vpliv prehrane telic črno-bele pasme na starost ob prvi telitvi. Ugotovili so, da na SPT pomembno vpliva prehrana v prvih šestih tednih življenja teličk. Tiste, ki so namesto sesanja mleka pri materah dobivale mlečni nadomestek, so telile 30 dni pozneje, bile so 7,6 cm višje, 36,2 kg težje in so v prvi laktaciji proizvedle 452 kg več mleka kot njihove vrstnice.

Starost ob prvi telitvi vpliva na količino mleka, vsebnost beljakovin in vsebnost maščob v mleku v standardni laktaciji prvesnic (Pirlo in sod., 2000). Količina mleka se s podaljševanjem dobe vzreje telic povečuje po logaritemski krivulji (slika 6). Od 20. do 23. meseca starosti narašča najhitreje (okrog 150 kg/mesec), od 23. do 26. malo počasneje (okrog 90 kg/mesec), nato pa še počasneje (okrog 28 kg/mesec). Vsebnost beljakovin od 20. do 22. meseca stagnira, nato do 27. meseca pada, kasneje ni več opaziti vpliva starosti ob prvi telitvi nanj. Razlike so zelo majhne. Na vsebnost maščob povečevanje starosti ob prvi telitvi vpliva pozitivno. Pri mlajših prvesnicah (telitev pred 24 meseci) vsebnost maščobe zaniha, potem pa s starostjo narašča. Kot optimalno starost glede na stroške vzreje telic in prihodke od mleka isti avtor za črno-belo pasmo navaja starost 26 mesecev.



Slika 6: Odstopanje količine mleka, vsebnosti maščob in vsebnosti beljakovin v mleku prvesnic v standardni laktaciji od vrednosti pri telitvi ob starosti 36 mesecev (Pirlo in sod., 2000)

Starost ob prvi telitvi v populaciji slovenskih krav rjave pasme od leta 1988 vseskozi narašča (slika 7). Med leti 1987 in 2009 se je povečala za več kot en mesec. Vrednosti v povprečju vseskozi znašajo več kot 29 mesecev, kar je prevelika starost. Rejci telic ne osemnjujejo pravočasno oz. le-te plemensko zrelost dosežejo prepozno.



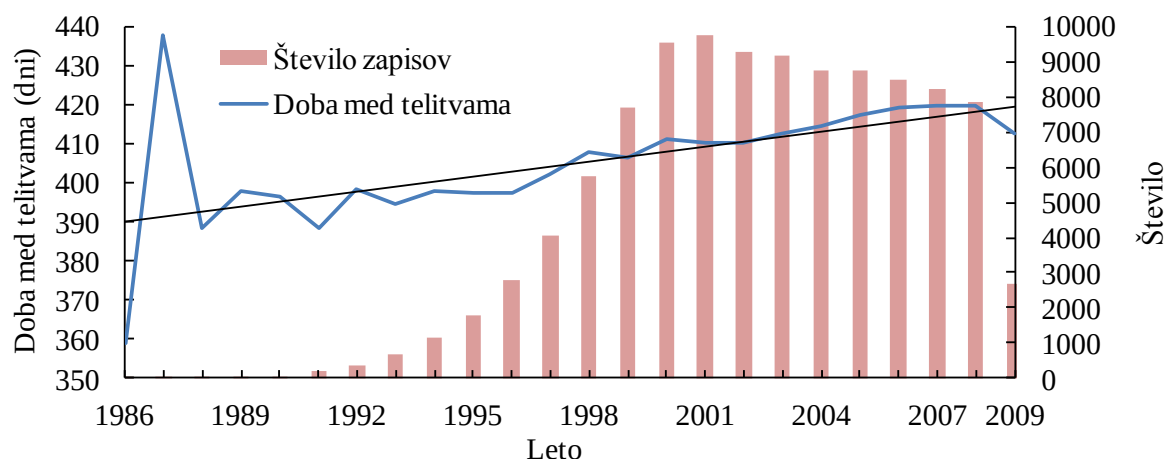
Slika 7: Povprečna starost ob prvi telitvi po letih telitve v slovenski populaciji krav rjave pasme (lastna obdelava, vir podatkov: KIS, 2010)

2.3 DOBA MED TELITVAMA

Doba med telitvama (DMT) je obdobje med zaporednima telitvama (Orešnik, 1992). Sestavljena je iz poporodnega premora (PP) in dobe brejosti. PP je sestavljen iz servisnega intervala (SI) – dobe od telitve do prve osemenitve, in servis periode (SP), ki je doba od prve do uspešne osemenitve. Če je uspešna že prva osemenitev, je SP enak nič in PP enak SI. DMT lahko izrazimo tudi kot dobo laktacije in dobo, ko so krave presušene. Na dobo med telitvama vplivajo specifične kužne bolezni, genetske motnje, patološka dogajanja na ovarijih in rodilih, napake v prehrani krav in napake pri vodenju reprodukcije krav. Poleg bolezenskih motenj na DMT vplivajo tudi drugi dejavniki, kot je mlečnost, odločitve rejca, kdaj kravo osemeni, prehrana itd.

Doba med telitvama po tradicionalnem mišljenju traja 12 mesecev (Holmann in sod., 1984; Strandberg in Oltenacu, 1989). To zahteva uspešno osemenitev krave na višku laktacije (Harrison in sod., 1990), ob največji obremenjenosti organizma s proizvodnjo mleka. Negativna energetska bilanca se večja z večanjem mlečnosti in se izraža v večji verjetnosti za plodnostne motnje (Grohn in sod., 1994, cit. po Österman, 2003), kot so tihe pojatve in ciste na jajčnikih.

Povprečna DMT pri kravah rjave pasme v Sloveniji se podaljšuje (slika 8). Za povprečno mlečnost pri tej populaciji (tabela 1) so te vrednosti prevelike. Doba med telitvama naj ne bi presegla 410 dni (Orešnik, 1992). Krave, ki imajo DMT daljšo od 430 dni, dajejo manjši čisti dohodek kot tiste, ki imajo DMT krajšo od 365 dni. Od leta 2003 je DMT pri populaciji rjavih krav daljša od 410 dni, kar ob povprečni mlečnosti manj kot 5.500 kg (tabela 1) pomeni neposredno ekonomsko izgubo – manj telet in manjše mlečnosti zaradi podaljšane laktacije. Daljša DMT pomeni tudi posredno izgubo, ki jo imajo rejci zaradi izločanja krav z večjo prirejo in plodnostnimi motnjami.



Slika 8: Povprečno trajanje dobe med telitvama po letih telitve v slovenski populaciji krav rjave pasme (lastna obdelava, vir podatkov: KIS, 2010)

2.4 NAPOVEDOVANJE PLEMENSKIH VREDNOSTI

Napoved plemenskih vrednosti (NPV) mora biti čim bolj zanesljiva. Genotipska vrednost osebkov predstavlja seštevek izražanja genov in njihovih morebitnih interakcij (Walter in Mao, 1985) preko vpliva dominance – interakcije med geni na istem lokusu, ali epistaze – interakcije med geni na različnih lokusih. Aditivno genetsko vrednost z drugim izrazom imenujemo plemenska vrednost. Napovedovanje plemenskih vrednosti vključuje fenotipske informacije in informacije o poreklu, poleg tega pa tudi oceno komponent (ko)variance ali razmerij med komponentami, heritabilitete in genetske povezave (korelacije). Da bi povečali točnost napovedi plemenskih vrednosti, pri NPV združujemo informacije iz meritev, zbranih v preizkusih lastne proizvodnosti, preizkusih sorodnikov in koreliranih lastnosti.

2.4.1 Napovedovanje plemenskih vrednosti za rjavo pasmo v Sloveniji

V Sloveniji je bila do leta 2000 (Potočnik in sod., 2001) pri vseh pasmah za prirejo mleka (črno-beli, rjavi in lisasti) za lastnosti mlečnosti v uporabi metoda napovedovanja plemenskih vrednosti z modelom živali, za ostale lastnosti pa z modelom očeta. Od leta 2000 za napoved plemenskih vrednosti vseh lastnosti uporabljajo model živali. Podatke za obračun zbirajo na Kmetijskem inštitutu Slovenije in jih shranjujejo v Centralni podatkovni zbirki Govedo. Napovedi plemenskih vrednosti računajo na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani, na Oddelku za zootehniko, na Centru za strokovno delo v živinoreji.

Pri rjavi pasmi (Potočnik in sod., 2010) je napovedovanje plemenskih vrednosti razdeljeno na deset sklopov. Pri dolgoživosti uporabljajo podatke čim daljšega časovnega obdobja, pri vseh

ostalih pa podatke iz več kot 10 in manj kot 15-letnega obdobja. Rutinsko računanje plemenskih vrednosti poteka štirikrat letno: januarja, aprila, julija in oktobra. Izračunane plemenske vrednosti rejcem in strokovnim delavcem prikažejo genetske vrednosti za živali v kontroli. V nadaljevanju bomo na kratko povzeli način napovedovanja plemenskih vrednosti za rjavo pasmo v Sloveniji (Potočnik in sod., 2010).

1. Biološki test

V biološki test so vključene lastnosti, ki jih lahko ovrednotijo z ocenami, in mere zunanosti živali. Ocenjujejo naslednje lastnosti: izraženost omišičenosti, telesne dolžine, telesne širine in globine telesa, telesne oblike ter stoja in izmeri obseg prsi.

2. Lastna preizkušnja

Lastna preizkušnja je preizkus bikcev na pitovne lastnosti. Bikce na testno postajo sprejmejo pri masi do 150 kg oz. pri starosti 120 dni. Preizkus poteka 200 dni. Bikce v preizkusu večkrat stehtajo in jim nato izračunajo dnevni prirast. Spremljanje rasti bikcev poteka na testni postaji, da so rezultati čim bolj primerljivi.

3. Lastnosti rasti in klavne kakovosti

Med te lastnosti spadajo dnevni neto prirast, ocena mesnatosti, zamaščenosti, povprečen dnevni prirast in indeks konformacije. Z disekcijo, popolnim razsekom trupa na klavni liniji, določijo delež prednje četrti, delež mišičnega tkiva, delež loja, delež kit in delež kosti.

4. Lastnosti mlečnosti

V sklop lastnosti mlečnosti spadajo vse lastnosti, ki jih merijo pri AT4 kontroli. To so količina mleka, vsebnost beljakovin in maščob, iz katerih izračunajo tudi količino beljakovin in maščob iz dnevnih kontrol ter v standardni laktaciji. Ta sklop obsega 13 lastnosti.

5. Iztok mleka in temperament

V tem sklopu sta dve lastnosti, ki ju subjektivno oceni kontrolor.

6. Lastnosti plodnosti

Kot lastnosti plodnosti sta pri rjavi pasmi v Sloveniji obravnavani doba med telitvama in starost prvesnic ob prvi telitvi.

7. Potek telitve

Potek telitve je obravnavan kot samostojen sklop. Vanj spadata paternalna komponenta (neposredni vpliv očeta), kjer ocenjujejo potek telitve pri potomcih posameznega bika, kot maternalna (posredni vpliv očeta), kjer ocenjujejo potek telitve pri hčerah posameznega bika.

8. Lastnosti zunanosti

Lastnosti zunanosti predstavljajo vse meritve in ocene, ki jih dobijo ob linearnem ocenjevanju prvesnic. V ta sklop spada 31 lastnosti. Sem spadajo merjene lastnosti, kot so višina vihra, višina križa, dolžina telesa, obseg prsi, sedna širina, globina telesa, dolžina križa in širina križa. Subjektivno ocenjujejo širino spreadaj, hrbtno linijo, nagib križa, kot skočnega sklepa, izraženost skočnega sklepa, stojo zadnjih nog, biclje, parklje, vime pod trebuhom, vime zadaj, višino mlečnega zrcala, širino mlečnega zrcala, globino vimena, centralno vimensko vez, debelino, dolžino in položaj seskov, namestitev seskov, omišičenost, mlečni značaj, obliko in vime.

9. Dolgoživost

Dolgoživost je lastnost, ki je v zadnjem času močno pridobila na pomenu in predstavlja samostojen sklop pri izračunu. Izraža se v dnevih od prve telitve, torej je to dolžina proizvodne dobe. Ocenjujejo jo s pomočjo Weibullove porazdelitvene funkcije.

Delni indeksi in agregatne genotipske vrednosti

Ko imajo vse plemenske vrednosti napovedane, lahko izračunajo delne indekse in agregatne genotipske vrednosti. Agregatna genotipska vrednost je seštevek NPV za posamezne sklope, pomnoženih z ekonomskimi težami. Pove nam, kako je žival ocenjena glede na vse napovedane PV. Pri rjavi pasmi računajo indekse beljakovin in maščob (IBM), indeks za okvir ter indeksa telesnih lastnosti za usmeritev v prirejo mleka in kombinirano usmeritev. Delni indeksi nam torej povedo genetsko vrednost živali za posamezen sklop lastnosti.

2.4.2 Napoved plemenskih vrednosti za lastnosti plodnosti v Sloveniji in drugje po Evropi

Pregled lastnosti plodnosti in modelov, ki jih uporabljajo v različnih državah po Evropi, je prikazan v tabeli 2. Določene lastnosti uporabljajo v več državah. Dobo med telitvama in starost ob prvi telitvi uporabljamo samo v Sloveniji (Potočnik in sod., 2010). Najpogostejši lastnosti za NPV za plodnost sta doba od telitve do prve osemenitve oz. servisni interval (SI). Uporabljajo ga Švedi, Danci (Fogh in sod., 2003), Nizozemci (De Jong, 1998), Švicarji (Schnyder in Stricker, 2002), Avstrijci in Nemci (Fuerst in Gredler, 2009). Druga najpogostejša lastnost je delež koncepcije v 56 dneh (Finci, Norvežani, Švicarji (Schnyder in Stricker, 2002), Avstrijci ter Nemci (Fuerst in Gredler, 2009) in Nizozemci (De Jong, 1998)). Francozi (Boichard in sod., 1998) uporabljajo uspešnost osemenitev (rezultat osemenitve).

Dobo od telitve do uspešne osemenitve uporabljajo Finci in Danci. Švedi uporabljajo poleg SI še intenzivnost pojatve.

Skandinavci so razvili skupni model za Norveško, Dansko, Švedsko in Finsko (Fogh in sod., 2003), ki združuje različne podatke in upošteva različne pogoje oz. vplive med državami. Uporabljajo večlastnostni model očetov z različnimi statističnimi modeli po državah. Modele očetov uporabljajo še Nizozemci (De Jong, 1998). Model živali je uporabljen v Sloveniji (Potočnik in sod., 2010), Avstriji ter Nemčiji (Fuerst in Gredler, 2009) in v Švici (Schnyder in Stricker, 2002). Švicarji imajo v modelu vpliv živali brez porekla.

Skupno okolje v čredi običajno dodatno razčlenijo s časovnimi intervali, da lahko upoštevajo tudi spremembe v čredi. Krajši intervali so zaželeni, vendar pri manjših čredah nastane problem zaradi majhnega števila opazovanj po nivojih. Zato lahko vključujejo daljše časovno obdobje, npr. čreda x 5 let (Skandinavci – Fogh in sod., 2003), čreda x 2 leti osemenitev (isti avtorji), čreda x 1-3 leta (Švica – Schnyder in Stricker, 2002). Koliko let je vključenih v skupino, je odvisno od velikosti skupine. Pogoj, da se formira nova skupina, je, da je v njej vsaj 20 zapisov.

Tabela 2: Modeli za napoved plemenskih vrednosti za plodnost v Evropi

Tabela 2: Modeli za napoved premenljivih vrednosti za produktivnost v Evropi																				
Lastnost		DMT	SPT	IO	IP	SI					PP		NR56					UO		
Vpliv	Država	SI		SE	SE	SE	DK	CH	AU	DE	NL	FI	DK	FI	NO	CH	AU	DE	NL	FR
Sistematski vplivi																				
Sezona		●	●																	
Zaporedna laktacija		●		●	●	●	●	●				●	●	●	●	●				
Produkcijski vplivi		●																		
Čreda x leto rojstva				●	●	●	●						●	●						
Čreda x 5 let				●	●	●	●					●	●	●	●					
Mesec telitve				●	●	●	●					●	●	●	●					
Mesec telitve x pasma				●	●	●	●					●	●	●	●					
Mesec osemenitve				●	●	●	●					●	●	●	●					
Popolni / nepopolni podatki				●	●	●	●					●	●	●	●					
Pasma matere				●	●	●	●					●	●	●	●					
Enojna /dvojna doza semena				●	●	●	●					●	●	●	●					
Časovni razred PP														●	●					
Mladi / test. / drug bik kot oče								●												
Zap. lakt. X SOT (osemenitvi)									●								●			
Bik pri osemenitvi									●								●			
Mesec x leto osemenitve								●			●					●				
Mesec x leto telitve																●			●	
Regija x mesec x leto osemenitve									●								●			
Čreda x 2 leti osemenitev											●									
Genotip matere																			●	
Osemenjevalec x leto																				●
Doba od telitve do osemenitve																				●
Dan v tednu x leto x regija																				●
Zap. lakt. X leto x regija																				●
Pasma bika za osemenitev																				●
Naključni vplivi																				
Čreda		●	●																	
Aditivni genetski vpliv (žival)		●	●						●								●			●
Čreda x leto rojstva												●		●	●					
Oče				●	●	●	●				●	●	●	●	●				●	●
Žival brez porekla								●								●				
Čreda x 1-3 leta								●								●				
Osemenjevalec								●								●				
Bik x serijska številka semena								●								●				
Stalno okolje									●								●			
Bik za osemenitev																				●
Stari oče																				●

DMT – doba med telitvama; SPT – starost ob prvi telitvi; IO – indeks osemenitev; IP – intenzivnost pojatve; SI – servisni interval; NR 56 – delež koncepcije v 56 dneh; UO – uspešnost osemenitve; Zap. lakt – zaporedna laktacija; PP – poporodni premor; test. – testirani; SOT (osemenitvi) – starost ob telitvi oz. osemenitvi

Dobo med telitvama pri genetskem vrednotenju (tabela 3) poleg Slovencev uporabljajo tudi drugi (Jorjani, 2006; Dal Zotto in sod., 2007). Najnižjo heritabiliteto navajajo za Veliko Britanijo (0,033), najvišjo za Nizozemsko (0,058), italijanska, 0,05 (Dal Zotto in sod., 2007) in irska ocena (0,040) pa sta vmes. Potočnik (2010) za dobo med telitvama navaja heritabiliteto 0,095, za starost ob prvi telitvi pa 0,162.

Tabela 3: Heritabilitete za dobo med telitvama in starost ob prvi telitvi

Država	Vir	Doba med telitvama	Starost ob prvi telitvi
Velika Britanija	Jorjani, 2006	0,033	/
Irska	Jorjani, 2006	0,040	/
Nizozemska	Jorjani, 2006	0,058	/
Italija	Dal Zotto, 2007	0,05	/
Slovenija	Potočnik, 2010	0,095	0,162

2.4.3 Genetski trendi

Genetske trende izračunamo s povprečjem napovedi plemenskih vrednosti glede na leto rojstva živali (Kovač, 1989). Najprimerneje je, da trende narišemo na grafikon, da vidimo, v katero smer potekajo. Če jih sproti preverjamo, lahko hitro opazimo morebitne neugodne trende in po potrebi ukrepamo. Genetski trendi nam torej pokažejo dogajanja v populaciji.

Genetske trende za lastnosti plodnosti pri rjavi pasmi v Sloveniji opisujeta Potočnik in Čepon (2010). Pri dobi med telitvama je napoved plemenskih vrednosti ves čas okoli povprečja z letnimi nihanji ± 3 dni in trendov ne navajajo. Pri starosti ob prvi telitvi pa je v zadnjih desetih letih opaziti genetski napredek, od leta 1998 povprečne NPV padajo. V letu 2007 so bile v primerjavi z letom 1998 za nekaj več kot en standardni odklon manjše.

3 MATERIAL IN METODE

3.1 MATERIAL

Podatke o vplivih, lastnostih in poreklu, ki smo jih analizirali, smo dobili na Kmetijskem inštitutu Slovenije iz Centralne podatkovne zbirke (CPZ) Govedo. V podatke za analizo smo vključili enolično identifikacijsko številko živali, čredo, iz katere prihaja žival, starost ob vsaki telitvi, zaporedno telitev, datum presušitve in dolžino laktacije. Lastnosti mlečnosti, kot so količina mleka v 100, 200, 305 dneh ter celi laktaciji, količina mlečne maščobe in beljakovin za našeta štiri obdobja ter povprečno vsebnost beljakovin in maščobe v mleku v standardni laktaciji, smo preizkušali kot pojasnjevalne spremenljivke pri dobi med telitvama. Dodali smo stolpec sezona, ki je bil sestavljen iz leta in meseca telitve (v formatu YYYYMM). Dobo med telitvama smo izračunali kot razliko med datumoma dveh zaporednih telitev. Za vse krave, katerih podatke smo analizirali, smo sestavili poreklo za dve generaciji prednikov.

V podatkih ni bilo nekaterih zapisov za lastnosti mlečnosti v 100 in 200 dneh, ker podatki v podatkovni zbirki niso bili dostopni. Ker smo krave, ki niso imele zapisov iz prve tretjine laktacije, iz modelov, ki so vključevali tudi vplive mlečnosti iz tega obdobja, iz obdelave izločili, smo pripravili tudi dve tabeli s poreklom. Krav, ki niso bile čistopasemske živali, je bilo 846. Ker je bil delež križank tako majhen in nismo imeli podatkov o sestavi njihovih genotipov, smo jih iz obdelave izločili.

Lastnosti mlečnosti v prvi in drugi tretjini standardne laktacije so bile izračunane iz mesečnih kontrol mlečnosti, kjer merijo količino mleka, vsebnost beljakovin in vsebnost mlečne maščobe. Iz vsebnosti in količine mleka je izračunana količina maščob in beljakovin. Imeli smo podatke za prvo in drugo tretjino laktacije posebej ter za 305 dni (standardno laktacijo). Laktacijske mlečnosti so izračunali na KIS-u po metodi testnih intervalov. Do leta 2004 so uporabljali A4 metodo, od takrat naprej pa uporabljajo metodo AT4.

3.1.1 Struktura podatkov

V obdelavo smo vključili podatke krav rjave pasme. Vključeni so bili vsi podatki krav, ki so imele v obdobju od 1. 1. 2000 naprej vsaj eno telitev. Vključene so tudi morebitne njihove predhodne telitve. Najstarejši zapis je bil iz leta 1985, zadnji pa iz leta 2009. Do leta 1994 je

bilo število zapisov majhno, od tega leta naprej pa večje. Vseh zapisov je bilo 150.600, vsak od njih je predstavljal eno telitev.

Za lastnost starost ob prvi telitvi (tabela 4) smo imeli 38.369 zapisov. Povprečna SPT je bila dve leti in pol, standardni odklon je znašal štiri mesece in pol. Razpon meritev je bil zelo velik. Najmanjša vrednost je znašala le leto, štiri mesece in pol. Največja vrednost je znašala skoraj pet let. Doba med telitvama je povprečno trajala 412 dni. Dolžina laktacije po čredi in dolžina laktacije imata identično srednjo vrednost, kar je pričakovano. Razpon vrednosti je pri dolžini laktacije po čredi manjši, saj nimajo vse živali iz črede enake dolžine laktacije.

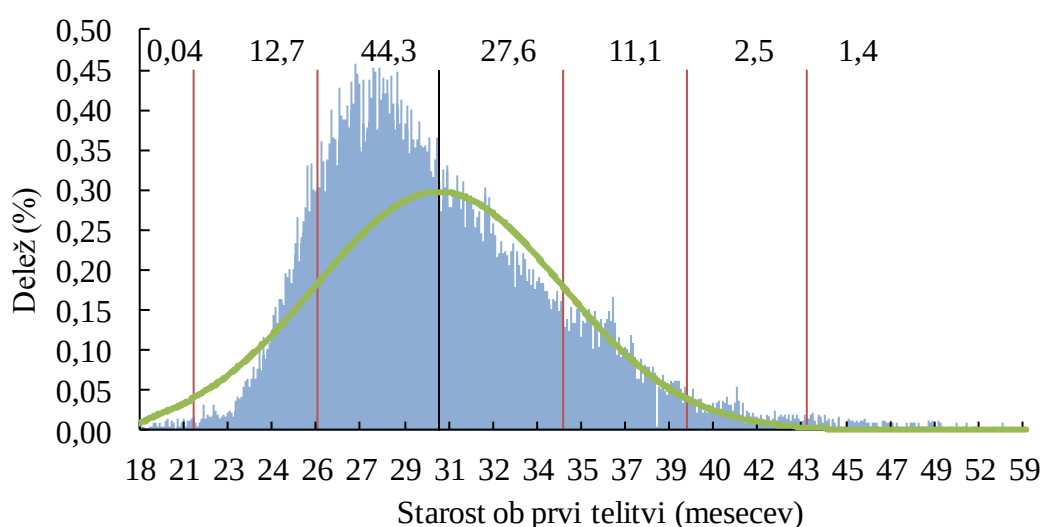
Tabela 4: Osnovne statistike za starost ob prvi telitvi, dobo med telitvama, dolžino laktacije, povprečno dolžino laktacije v čredi (DLČ) in izbrane lastnosti mlečnosti

Spremenljivka		Število	Srednja vrednost	Standardni odklon	Minimum	Maksimum
Starost ob prvi telitvi (mes)		38.369	30,2	4,47	18,4	59,8
Doba med telitvama (dni)		105.456	412	80	202	1764
Dolžina laktacije (DL) (dni)		148.197	351	84	201	999
Povprečna DL v čredi (dni)		148.197	351	27	205	721
Količina mleka (kg)	100	141.409	2112	510	225	5090
	200	141.361	1726	449	304	4462
	305	148.194	5130	1304	916	13342
Količina beljakovin (kg)	100	140.862	67,2	17,6	8,3	171,1
	200	140.815	58,2	16,3	9,0	163,0
	305	147.743	171,7	46,9	30,2	459,5
Količina maščob (kg)	100	140.858	85,3	24,3	10,6	292,6
	200	140.811	70,8	19,8	11,9	213,8
	305	148.194	211,5	58,1	33,7	648,6
Vsebnost beljakovin (%)	100	140.862	3,17	0,28	1,27	6,04
	200	140.815	3,36	0,30	1,01	6,38
	305	147.743	3,33	0,24	2,36	4,84
Vsebnost maščob (%)	100	140.858	4,03	0,57	1,34	8,64
	200	140.815	4,11	0,50	1,36	9,70
	305	148.194	4,12	0,42	2,07	6,98

100 – prva tretjina standardne laktacije; 200 – druga tretjina standardne laktacije; 305 – cela standardna laktacija

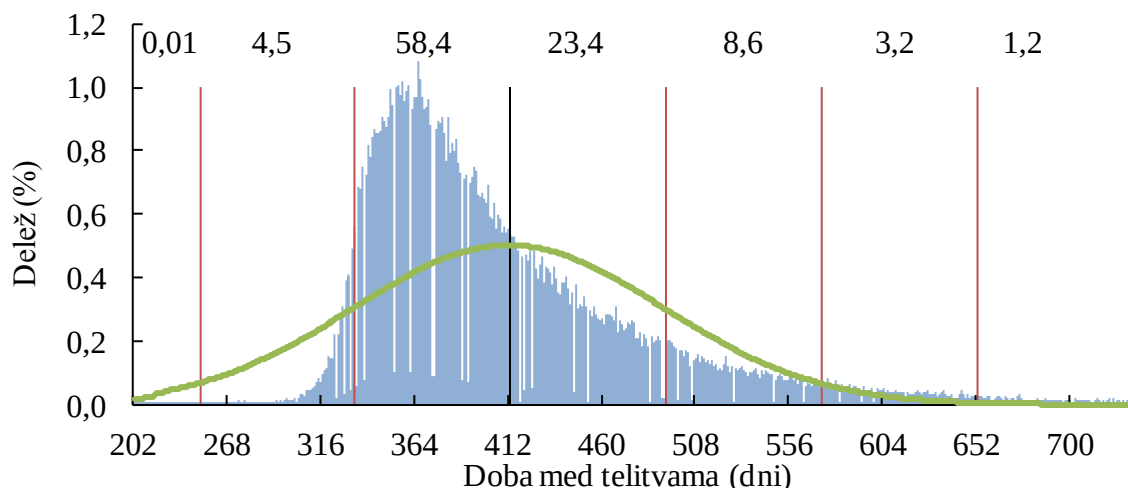
Porazdelitvi za SPT in DMT smo predstavili na slikah 9 in 10. Z zeleno črto smo vrisali normalno porazdelitev, s črno vertikalno črto pa srednjo vrednost. Rdeče črte predstavljajo odmik po standardnih odklonih od povprečja.

Porazdelitev starosti ob prvi telitvi (slika 9) je levo asimetrična ter precej koničasta. Modus je pri 27 mesecih oz. dveh letih in treh mesecih, srednja vrednost pa pri 905 dneh, kar pomeni dveh letih in skoraj šestih mesecih. Največji delež prvesnic (44,3 %) teli pri starosti od 26 do 31 mesecev. Kar 38,7 prvesnic teli pri starosti od 31,0 do 39,5 mesecev. Skoraj 10 % jih prvič teli starejših od treh let, ko naj bi telile že drugič. Pri starosti, ki je manjša od 26 mesecev, teli samo 12,7 % prvesnic, pri večji pa kar 87,3 %. V veliki večini telijo prepozno. Vzrok je lahko slaba vzreja in pozna plemenska zrelost telic, nestrokovno delo pri osemenjevanju ali celo napačne odločitve rejca o času osemenitve telic.



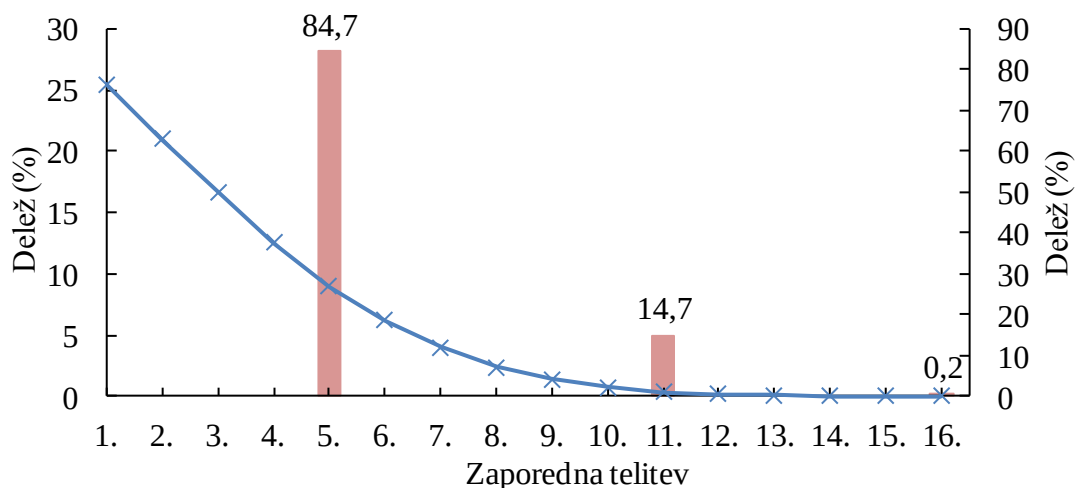
Slika 9: Porazdelitev podatkov za starost ob prvi telitvi

Porazdelitev za dobo med telitvama (slika 10) je levo asimetrična in koničasta. Povprečna vrednost znaša 412 dni. Standardni odklon znaša 79 dni. Če pričakovani dobi brejosti prištejemo minimalni poporodni premor (42 dni), je minimalna DMT dolga 323 dni. Zapisov s krajšo DMT od navedene vrednosti smo imeli 19,6 %. Nekaj vrednosti je celo krajših od 240 dni. Ti zapisi so najverjetneje povezani z abortusi. Modus je pri 350 dneh, kar je ugodna vrednost. Delež ciklusov, ki so daljši od enega leta, je kar 48 %. Meritev, kjer so DMT daljše od leta in pol, je 6,9 %. Torej ima v slovenski populaciji rjavih krav vsaka štirinajsta krava dobo med telitvama daljšo od leta in pol. Rezultati so, če pogledamo na splošno, slabi in nakazujejo slabe razmere v rejah krav molznic rjave pasme.



Slika 10: Porazdelitev podatkov za dobo med telitvama

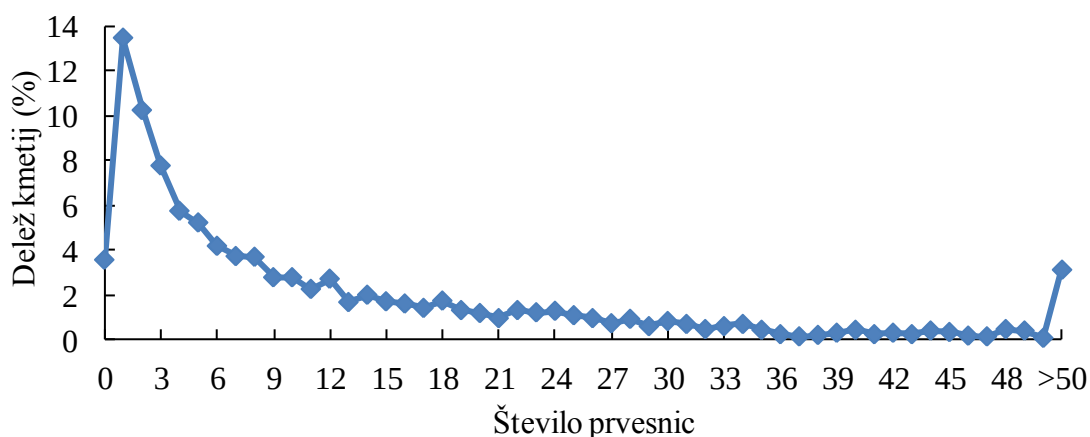
Največ zapisov v podatkih (slika 11) smo imeli za prve telitve (25,5 %), nato je delež do četrte telitve linearno padal, pri peti pa dosegel 9,0 %. Skupaj je bilo od prve do vključno pete telitve kar 84,7 % zapisov. Od šeste do devete telitve je bil delež zapisov nad 1,0 %, skupni delež od pete do desete pa 14,7 %. Do desete to skupaj znaša 99,4 % zapisov. Od desete do šestnajste je le 0,6 % zapisov. Pri šestnajsti telitvi smo imeli en sam podatek.



Slika 11: Delež zapisov po zaporednih telitvah

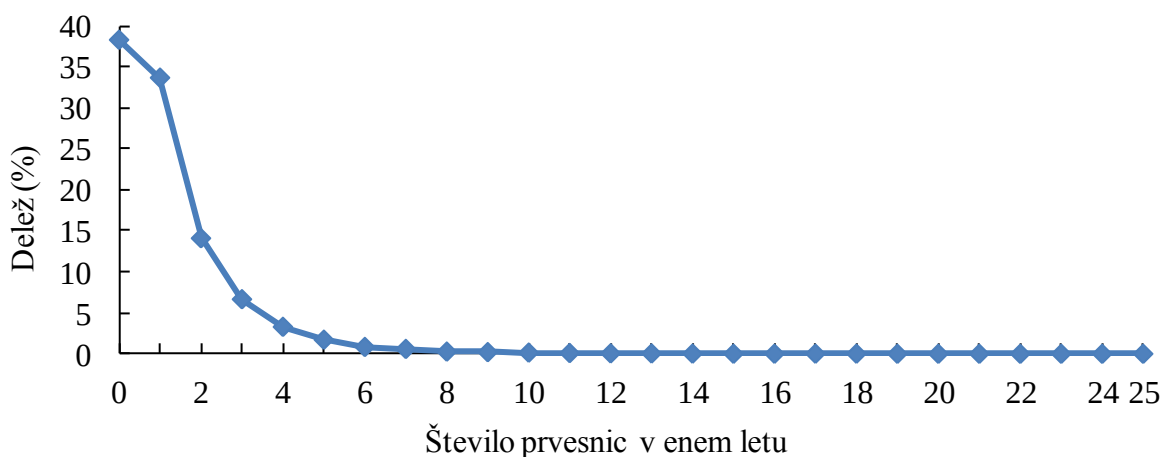
Porazdelitev kmetij po skupnem številu prvesnic med letoma 1985 in 2009 je levo asimetrična in zelo koničasta (slika 12). Kmetije, ki smo jih imeli v obdelavi, so bile v večini zelo majhne. Daleč največ (nad 13 %) je bilo kmetij, ki so imele le eno prvesnico, nekaj (malo manj kot 4 %) jih v podatkih ni imelo nobene. Delež kmetij potem zelo hitro pada z večanjem števila

prvesnic. Kmetij, ki imajo v opazovanem obdobju do skupno deset prvesnic, je kar 63 %. Kmetij, ki imajo 50 ali več prvesnic, je samo 3 %.



Slika 12: Porazdelitev kmetij glede na skupno število prvesnic med leti 1985 in 2009

V podatkih smo imeli zelo velik delež nivojev, ki imajo po posameznem nivoju čreda x leto malo ali nič prvesnic (slika 13). To pojasnjuje porazdelitev opazovanj po letih znotraj čred. Največ je zapisov, kjer v enem letu ni bilo nobene prvesnice (38,3 %) ali pa je bila ena sama (33,7 %). Skupaj je zapisov z eno ali brez prvesnic v enem letu kar 72,0 %. Zapisov z dvema, tremi ali štirimi prvesnicami v letu, je skupaj 24,0 %. To pomeni, da je kar 96 % zapisov z manj kot 5 prvesnicami v enem letu. Zapisov, kjer je bilo v enem letu tudi več kot 10 prvesnic, je samo 87, kar je 0,28 %.



Slika 13: Delež zapisov po nivojih za vpliv čreda x leto

3.1.2 Poreklo

Poreklo krav, katerih podatke smo imeli v obdelavi, je bilo sestavljeno iz dveh generacij prednikov (tabela 5). V prvi generaciji (krave z meritvami) je bilo 40.261 krav, od tega 791 krav ni imelo znanega očeta, 682 znane matere, 38.788 pa je bilo krav z znanima obema staršema. V drugi generaciji je bilo skupaj 11.796 živali, od teh jih je 2.417 imelo neznano poreklo, 1.221 je imelo znanega samo očeta, 415 pa znano samo mater. Z obema znanima prednikoma je bilo v drugi generaciji 7.743 živali. V tretji generaciji, ki je predstavljala osnovno populacijo, je bilo 5.184 živali in so bile v obdelavo vključene brez porekla.

Tabela 5: Osnovni podatki o poreklu živali

Generacija	Znani starši	Neznan oče	Neznana mati	Neznani starši	Skupaj
1.	38.788	791	682	/	40.261
2.	7.743	415	1.221	2.417	11.796
3.					5.184

3.2 METODE

3.2.1 Razvoj sistematskega dela modela

Ker o vzreji telic v podatkovni zbirki ni zbranih podrobnih podatkov, smo lahko v sistematski del modela za starost ob prvi telitvi vključili le sezono (enačba 1). Sestavljena je bila iz leta in meseca telitve.

$$y_{ij} = \mu + S_i + e_{ij} \quad \dots(1)$$

kjer pomeni:

y_{ij} - starost ob prvi telitvi

μ - srednja vrednost

S_i - sezona telitve, $i=1, \dots, 269$

e_{ij} - ostanek

Za dobo med telitvama (enačba 2) smo proučevali vpliv sezone telitve, ki smo ga preverili s tremi alternativami. Preizkusili smo model s hkrati vključenima ločenima vplivoma meseca in leta. Druga varianta je vključevala že omenjena vpliva ter interakcijo med njima, tretja pa je bila sezona kot en vpliv, ki je bil sestavljen iz leta in meseca telitve. Preverjali smo še vpliv dolžine laktacije ter povprečne dolžine laktacije po čredi. Od lastnosti mlečnosti smo v

modelu preizkusili količine mleka, maščob, beljakovin ter vsebnosti maščob in beljakovin v prvih 100 dneh laktacije, drugih 100 dneh in standardni laktaciji. Model smo najprej razvijali deduktivno, z izključevanjem vplivov, ki niso bili statistično značilni. Nato smo poskušali še različne kombinacije vplivov, da bi dobili čim večji delež pojasnjene variance. Prikazali bomo 15 modelov. Opazovani parametri v modelih so predstavljeni v tabeli 9, oznake za vplive v modelu pa so predstavljene v tabeli 6.

$$y_{ijk} = \mu + \left\{ \begin{matrix} L_i + M_j \\ L_i + M_j + LM_{ij} \\ S_i \end{matrix} \right\} + \sum_{m=1}^{17} b_m (x_{mijk} - \bar{x}_m) + e_{ijk} \quad \dots(2)$$

kjer pomeni:

y_{ijk}	-	doba med telitvama
μ	-	srednja vrednost
L_i	-	leto telitve, $i=1, \dots, 25$
M_j	-	mesec telitve, $j=1, \dots, 12$
LM_{ij}	-	interakcija leto x mesec
S_i	-	sezona telitve, $i = 1, \dots, 274$
b_m	-	regresijski koeficient za m -ti vpliv
x_{mijk}	-	neodvisna spremenljivka (tabela 6)
$\bar{x}_m$	-	povprečna vrednost za m -ti vpliv
e_{ijk}	-	ostanek

Tabela 6: Oznake za neodvisne spremenljivke v preizkušenih modelih za dobo med telitvama

m	Vpliv	m	Vpliv
1	Dolžina laktacije (DL)	10	Količina beljakovin v 305 dneh
2	Povprečna DL po čredi	11	Količina maščob v 305 dneh
3	Količina mleka v 1. tretjini	12	Vsebnost beljakovin v 1. tretjini
4	Količina beljakovin v 1. tretjini	13	Vsebnost maščob v 1. tretjini
5	Količina maščob v 1. tretjini	14	Vsebnost beljakovin v 2. tretjini
6	Količina mleka v 2. tretjini	15	Vsebnost maščob v 2. tretjini
7	Količina beljakovin v 2. tretjini	16	Vsebnost beljakovin v 305 dneh
8	Količina maščob v 2. tretjini	17	Vsebnost maščob v 305 dneh
9	Količina mleka v 305 dneh		

Preverili smo tudi korelacije med lastnostmi mlečnosti, da bi videli, kateri vplivi so lahko v modelu kot alternative.

Pri izboru vplivov, ki smo jih vključili v model, smo upoštevali statistično značilnost (p-vrednost), koeficient determinacije (R^2) in stopinje prostosti za model. Sistematski del modela smo razvili po metodi najmanjših kvadratov s proceduro GLM v statističnem paketu SAS (SAS Inst. Inc., 2002).

3.2.2 Mešani model v skalarni obliki

Ko smo izbrali optimalne komponente sistematskega dela modela, smo preverili še naključne vplive. Za starost ob prvi telitvi smo preizkusili tri različne modele, za dobo med telitvama pa 6 modelov.

Mešani model v skalarni obliki za starost ob prvi telitvi je predstavljen v enačbi 3. Vanj smo poleg sezone telitve kot možni alternativni vključili vpliv skupnega okolja v čredi ter interakcije med njim in letom telitve, preizkusili pa smo tudi model, kjer smo vključili obe alternativni obenem. Poleg tega smo v model vključili še aditivni genetski vpliv in ostanek.

$$y_{ijkl} = \mu + S_i + \left\{ \begin{array}{c} h_j \\ hy_j \\ h_j + hy_{jk} \end{array} \right\} + a_{ijkl} + e_{ijkl} \quad \dots(3)$$

kjer pomeni:

y_{ijkl}	-	starost ob prvi telitvi
μ	-	srednja vrednost
S_i	-	sezona, $i=1, \dots, 270$
h_j	-	vpliv skupnega okolja v čredi
hy_j	-	interakcija med skupnim okoljem v čredi in letom telitve
a_{ijkl}	-	žival
e_{ijkl}	-	ostanek

Mešani model v skalarni obliki za dobo med telitvama je predstavljen v enačbi 4. V njem smo preizkusili iste naključne vplive in njihove kombinacije kot pri modelu za starost ob prvi telitvi.

$$y_{ij(k)lm} = \mu + S_i + b_1(x_{1ij(k)lm} - \bar{x}_1) + b_2(x_{2ij(k)lm} - \bar{x}_2) + b_3(x_{3ij(k)lm} - \bar{x}_3) + \\ + b_4(x_{4ij(k)lm} - \bar{x}_4) + \left\{ \begin{array}{c} h_j \\ hy_j \\ h_j + hy_{jk} \end{array} \right\} + a_{ij(k)l} + e_{ij(k)lm} \quad \dots(4)$$

kjer pomeni:

y_{ijklm}	-	doba med telitvama
μ	-	srednja vrednost
S_i	-	sezona, $i=1, \dots, 274$
b_p	-	regresijski koeficient za p-ti vpliv (tabela 7)
$x_{pij(k)lm}$	-	meritev za p-ti vpliv (tabela 7)
$\bar{x}_p$	-	povprečna vrednost za p-ti vpliv (tabela 7)
h_j	-	vpliv skupnega okolja v čredi
$hy_{j(k)}$	-	interakcija med čredo in letom telitve
$a_{ij(k)lm}$	-	žival

Tabela 7: Oznake za vplive v mešanih modelih za dobo med telitvama

p	Vpliv	p	Vpliv
1	Povprečna dolžina laktacije v čredi	3	Vsebnost beljakovin v 100 ali 305 dneh
2	Količina mleka v 100 ali 305 dneh	4	Vsebnost maščob v 100 ali 305 dneh

3.2.3 Mešani model v matrični obliki in struktura varianc

Mešani model za starost ob prvi telitvi in dobo med telitvama v matrični obliki je predstavljen v enačbi 5.

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \left\{ \begin{array}{c} \mathbf{Z}_h \mathbf{h} \\ \mathbf{Z}_{hy} \mathbf{hy} \\ \mathbf{Z}_h \mathbf{h} + \mathbf{Z}_{hy} \mathbf{hy} \end{array} \right\} + \mathbf{Z}_a \mathbf{a} + \mathbf{e} \quad \dots(5)$$

kjer pomeni:

$\mathbf{y}$	-	vektor opazovanj
$\mathbf{X}$	-	matrika dogodkov za sistematske vplive
$\boldsymbol{\beta}$	-	vektor neznanih parametrov za sistematske vplive

$\mathbf{Z}_m$	-	matrika dogodkov za m-ti naključni vpliv
$\mathbf{h}$	-	vektor neznanih parametrov za naključni vpliv skupnega okolja v čredi
$\mathbf{hy}$	-	vektor neznanih parametrov za naključni vpliv interakcije med skupnim okoljem v čredi in letom telitve
$\mathbf{a}$	-	vektor neznanih parametrov za aditivni genetski vpliv
$\mathbf{e}$	-	vektor ostankov

Predpostavili smo, da je bila pričakovana vrednost za naključne vplive enaka 0 (enačba 6). Tako lahko predpostavimo, da bo pričakovana vrednost opazovanj enaka $\mathbf{X}\boldsymbol{\beta}$ (enačba 7).

$$E(\mathbf{hy}) = \mathbf{0}; E(\mathbf{a}) = \mathbf{0}; E(\mathbf{h}) = \mathbf{0} \quad \dots(6)$$

$$E(\mathbf{y}) = E\left(\mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \begin{Bmatrix} \mathbf{Z}_h \mathbf{h} \\ \mathbf{Z}_{hy} \mathbf{hy} \\ \mathbf{Z}_h \mathbf{h} + \mathbf{Z}_{hy} \mathbf{hy} \end{Bmatrix} + \mathbf{Z}_a \mathbf{a} + \mathbf{e}\right) = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} \quad \dots(7)$$

V enačbah od 8 do 13 je podana struktura varianc. Matrika z oznako $\mathbf{G}$ predstavlja matriko varianc za aditivni genetski vpliv, matrika z oznako $\mathbf{R}$ pa matriko ostankov. Matrika $\mathbf{A}$ v enačbi 12 predstavlja matriko sorodstva. Predpostavljamo, da ostanek in naključni vpliv nista korelirana. Matrike $\mathbf{I}$ nam povedo, da so ostanki identično in neodvisno porazdeljeni.

Za fenotipsko varianco (σ_p^2) smo predpostavili, da se deli na štiri možne komponente, ki so v že predstavljenih različnih kombinacijah zastopane v modelih: varianco skupnega okolja v čredi (σ_h^2), varianco interakcije med čredo in letom (σ_{hy}^2), direktnega aditivnega genetskega vpliva (σ_a^2) in varianco ostanka (σ_e^2).

$$\begin{bmatrix} \mathbf{y} \\ \mathbf{h} \\ \mathbf{hy} \\ \mathbf{a} \\ \mathbf{e} \end{bmatrix} \sim \mathbf{N} \left(\begin{bmatrix} \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \mathbf{V} & \{\mathbf{Z}_h \mathbf{H}_h\} & \{\mathbf{Z}_{hy} \mathbf{H}_{hy}\} & \mathbf{Z}_a \mathbf{G} & \mathbf{R} \\ & \{\mathbf{H}_h\} & \{\mathbf{0}\} & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ & & \{\mathbf{H}_{hy}\} & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ & sim. & & \mathbf{G} & \mathbf{0} \\ & & & & \mathbf{R} \end{bmatrix} \right) \quad \dots(8)$$

$$\mathbf{V} = \text{var}(\mathbf{y}) = \begin{Bmatrix} \mathbf{Z}_h \mathbf{H}_h \mathbf{Z}_h' \\ \mathbf{Z}_{hy} \mathbf{H}_{hy} \mathbf{Z}_{hy}' \\ \mathbf{Z}_h \mathbf{H}_h \mathbf{Z}_{hy}' + \mathbf{Z}_{hy} \mathbf{H}_{hy} \mathbf{Z}_h' \end{Bmatrix} + \mathbf{Z}_a \mathbf{G} \mathbf{Z}_a' + \mathbf{R} \quad \dots(9)$$

$$\mathbf{H}_h = \text{var}(\mathbf{h}) = \mathbf{I}_h \sigma_h^2 \quad \dots(10)$$

$$\mathbf{H}_{hy} = \text{var}(\mathbf{h}\mathbf{y}) = \mathbf{I}_{hy} \sigma_{hy}^2 \quad \dots(11)$$

$$\mathbf{G} = \text{var}(\mathbf{a}) = \mathbf{A} \sigma_a^2 \quad \dots(12)$$

$$\mathbf{R} = \text{var}(\mathbf{e}) = \mathbf{I} \sigma_e^2 \quad \dots(13)$$

Na osnovi opisa modela živali lahko nastavimo sistem enačb mešanega modela v matrični obliki (enačba 14). Model je predstavljen z možnimi alternativami. Glede na model izberemo ustrezne komponente. Alternativne možnosti navajamo v zavutih oklepajih. Pri izračunu modela z obema naključnima vplivoma (vplivom skupnega okolja in interakcije med njim ter letom) uporabimo celotni sistem. Ko sta v izračun vključena naključna vpliva posamično, izberemo ustrezni stolpec in vrstico, ki ustrezata modelu. Razmerja med komponentami variance in fenotipsko varianco smo predstavili v enačbi 15.

$$\begin{bmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{X} & \{\mathbf{X}'\mathbf{Z}_h & \mathbf{X}'\mathbf{Z}_{hy}\} & \mathbf{X}'\mathbf{Z}_{hy} \\ \left\{ \begin{matrix} \mathbf{Z}_h'\mathbf{X} \\ \mathbf{Z}_{hy}'\mathbf{X} \\ \mathbf{Z}_a'\mathbf{X} \end{matrix} \right\} & \left\{ \begin{matrix} \mathbf{Z}_h'\mathbf{Z}_h + \mathbf{I}\alpha_2 & \mathbf{Z}_h'\mathbf{Z}_{hy} \\ \mathbf{Z}_{hy}'\mathbf{Z}_h & \mathbf{Z}_{hy}'\mathbf{Z}_{hy} + \mathbf{I}\alpha_3 \\ \mathbf{Z}_a'\mathbf{Z}_h & \mathbf{Z}_a'\mathbf{Z}_{hy} \end{matrix} \right\} & \left\{ \begin{matrix} \mathbf{Z}_h'\mathbf{Z}_a \\ \mathbf{Z}_{hy}'\mathbf{Z}_a \\ \mathbf{Z}_a'\mathbf{Z}_a + \mathbf{A}^{-1}\alpha_1 \end{matrix} \right\} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{b}} \\ \hat{\mathbf{h}} \\ \hat{\mathbf{h}\mathbf{y}} \\ \hat{\mathbf{a}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{y} \\ \mathbf{Z}_h'\mathbf{y} \\ \mathbf{Z}_{hy}'\mathbf{y} \\ \mathbf{Z}_a'\mathbf{y} \end{bmatrix} \quad \dots(14)$$

$$\alpha_1 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_a^2}; \alpha_2 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_h^2}; \alpha_3 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_{hy}^2} \quad \dots(15)$$

3.2.4 Ocena komponent varianc in napoved plemenskih vrednosti

Parametre disperzije smo analizirali z metodo omejene največje zanesljivosti (REML) s programom VCE (Kovač in sod., 2002). Podatke smo za ta program predhodno pripravili s programom PEST (Groeneveld in sod., 1990). Po oceni deležev varianc smo s PEST-om tudi izračunali napovedi plemenskih vrednosti za živali.

3.2.5 Rang korelacije

Po izračunu plemenskih vrednosti smo med uvrstitvami živali glede na le-te izračunali korelacije. Nato smo pripravili še grafikona, na katerih smo predstavili genetske trende.

Izračunali smo povprečne napovedi plemenskih vrednosti po letih rojstva živali in prikazali genetske spremembe oz. trende.

4 REZULTATI

4.1 KORELACIJE MED LASTNOSTMI MLEČNOSTI

Preverili smo korelacije med pojasnjevalnimi spremenljivkami, ki smo jih proučevali v modelih za DMT (tabela 8). Korelaciji med vsebnostjo beljakovin v 100 in 305 ter 200 in 305 dneh sta močni, med vsebnostjo beljakovin v 100 in 200 dneh pa je korelacija zmerna. Med deleži beljakovin in maščob so korelacije šibke, le med deležem beljakovin in maščob v 200 dneh je zmerna. Med istimi lastnostmi mlečnosti na različnih intervalih so korelacije močne. Pri količini mleka je višja (0,92) med prvim in drugim intervalom, nekoliko nižja pa med količino v prvi in drugi tretjini laktacije in količino v standardni laktaciji (0,74 in 0,79). Pri vsebnosti beljakovin in maščob so korelacije med krajšima intervaloma in vsebnostjo v standardni laktaciji podobne kot pri količini mleka, nižja (0,64) pa je med zaporednima krajšima intervaloma. Med istimi lastnostmi mlečnosti na istih intervalih so korelacije nižje.

Tabela 8: Fenotipske korelacije med vplivi na dobo med telitvama

		V 100 dneh		Od 100. do 200. dne			V 305 dneh		
		VBE	VMA	ML	VBE	VMA	ML	VBE	VMA
ML	V 100 dneh	0,098	0,046	0,918	0,117	-0,029	0,736	0,195	0,022
VBE			0,417	0,113	0,641	0,360	0,113	0,749	0,191
VMA				0,069	0,278	0,520	0,072	0,258	0,754
ML	Od 100. do 200. dne				0,102	-0,037	0,794	0,201	0,029
VBE						0,569	0,113	0,783	0,243
VMA							-0,016	0,383	0,725
ML	V 305 dneh							0,157	*0,001
VBE									0,271

* – korelacija ni značilna, p-vrednost > 0,05; ML – količina mleka; VBE – vsebnost beljakovin; VMA – vsebnost mlečne maščobe

Negativne korelacije so samo med količino mleka v drugi tretjini laktacije in standardni laktaciji ter vsebnostjo beljakovin v drugi tretjini laktacije in med količino mleka v prvi tretjini laktacije in vsebnostjo beljakovin v drugi tretjini. Vse korelacije, razen korelacije med vsebnostjo maščobe v standardni laktaciji in količino mleka v istem časovnem obdobju, so bile značilne.

4.2 IZBIRA MODELA

Za starost ob prvi telitvi je izbrani model (enačba 1) vseboval samo sezono. Vpliv pojasni 2,7% variabilnosti, kar je malo. Pomanjkanje podatkov o vzreji telic onemogoča dopolnitev modela.

Za dobo med telitvama smo preizkusili petnajst modelov (tabela 9). Delež pojasnjene variance (koeficient determinacije) v sistematskem delu je bil razmeroma nizek, saj je bil skoraj v vseh modelih manjši od 10 %. V izhodiščnem modelu (enačba 2) kar nekaj vplivov ni bilo značilnih, kar smo iz visokih korelacij med lastnostmi mlečnosti pravzaprav pričakovali. V modelih, ki so vključevali sezono oz. interakcijo leto x mesec, smo porabili veliko stopinj prostosti, delež pojasnjene variance pa se ni veliko povečal, a smo za vključitev v model izbrali sezono, ker je bila p-vrednost za interakcijo 0,09. V model smo poskusili vključiti dolžino laktacije (DL). Ker je dolžina laktacije sestavni del dobe med telitvama, smo preverili korelacije. Ugotovili smo, da je korelacija med DMT in DL relativno nizka, saj znaša le 0,21. Zaradi velike variabilnosti dolžine laktacije smo preverili tudi vpliv povprečne dolžine laktacije v čredi (DLČ). Domnevamo, da ta vpliv pove nekaj o odločitvah rejca glede osemenitev in presušitev krav, saj o osemenitvah nimamo dovolj kakovostnih informacij, da bi jih lahko vključili v obdelavo. Tudi med DMT in DLČ je bila korelacija nizka (0,25). Ker je DLČ pojasnila precej več variance (absolutna razlika je bila nekaj manj kot 3 %), smo se odločili, da v model vključimo le-to. Preizkusili smo tudi petnajst različnih lastnosti mlečnosti kot pojasnjevalnih spremenljivk. Količina beljakovin v drugi tretjini laktacije in v standardni laktaciji ter delež beljakovin v slednji se v izhodiščnem modelu niso izkazali za značilne. Iz naslednjega modela smo jih izključili. Pri nadaljnji obdelavi se v kombinaciji s količino maščobe in deležem maščobe v drugi tretjini laktacije ter deležem beljakovin in maščob v prvi tretjini tudi vpliv količine beljakovin v prvi tretjini laktacije ni izkazal kot značilen. Preizkusili smo različne kombinacije, na koncu pa smo se odločili, da bomo zaradi visokih korelacij (tabela 8) in zelo podobnega deleža pojasnjene variance za nadaljnje analize izbrali količino mleka ter vsebnosti beljakovin in mlečne maščobe v prvi tretjini in v standardni laktaciji (enačba 4).

Za dobo med telitvama smo izbrali model s kvalitativnim vplivom sezone in kvantitativnimi vplivi povprečne dolžine laktacije v čredi, količine mleka, vsebnosti beljakovin in vsebnosti maščob. Preizkusili smo možnosti s produkcijskimi vplivi v 100 in 305 dneh.

Tabela 9: Koeficienti determinacije, stopinje prostosti za model in p-vrednosti za vplive v preizkušanih modelih za dobo med telitvama

Model	1	2	3	4	5	6	7
Koeficient determinacije	0,0820	0,0820	0,0813	0,0813	0,0796	0,0788	0,0788
Stopinje prostosti	225	222	220	219	217	216	216
Sezona	*	*	*	*	*	*	/
Mesec	/	/	/	/	/	/	*
Leto	/	/	/	/	/	/	0,0125
Mesec x leto	/	/	/	/	/	/	0,0947
DL	*	*	*	*	*	*	*
DLČ	/	/	/	/	/	/	/
ML 100	0,0247	0,0038	0,2752	/	/	/	/
BE 100	0,0483	0,0022	0,0043	*	*	0,6433	0,6433
MA 100	*	*	*	*	*	0,0076	0,0076
ML 200	0,0011	*	/	/	/	/	/
BE 200	0,2041	/	/	/	/	/	/
MA 200	*	*	/	/	/	/	/
ML 305	*	*	0,0006	0,0006	*	*	*
BE 305	0,5010	/	/	/	/	/	/
MA 305	*	*	*	*	*	*	*
VBE 100	*	*	*	*	*	*	*
VMA 100	*	*	*	*	*	*	*
VBE 200	0,0003	*	*	*	/	/	/
VMA 200	*	*	0,0071	0,0062	/	/	/
VBE 305	0,4613	/	/	/	/	/	/
VMA 305	*	*	*	*	*	/	/

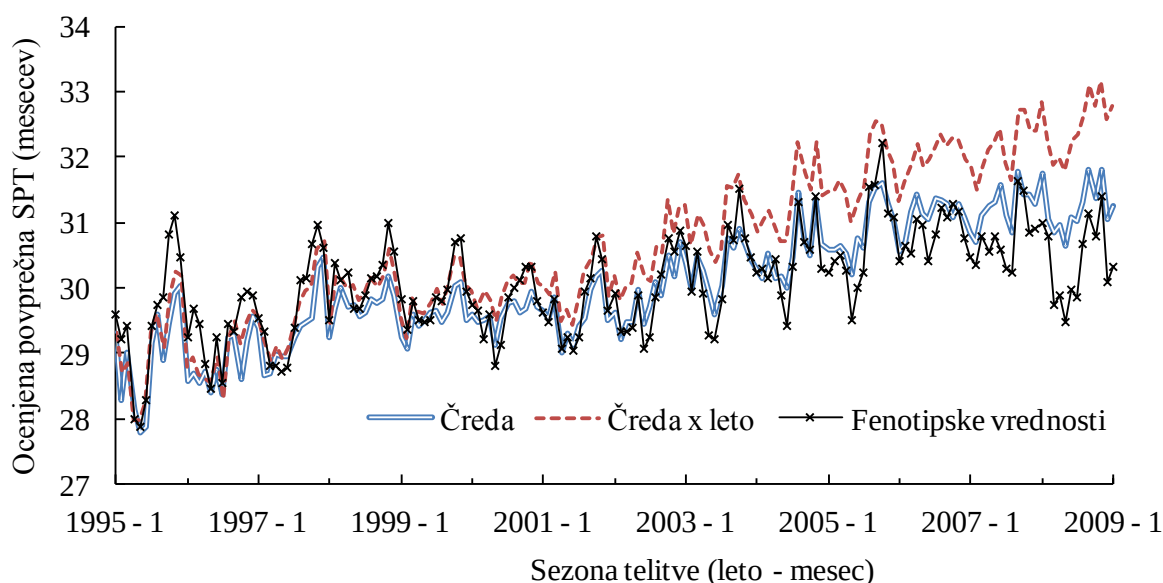
se nadaljuje

nadaljevanje								
Model	8	9	10	11	12	13	14	15
Koeficient determinacije	0,0770	0,0730	0,0961	0,0987	0,1022	0,1044	0,0978	0,0999
Stopinje prostosti	36	34	34	34	247	247	231	231
Sezona	/	/	/	/	*	*	*	*
Mesec	*	*	*	*	/	/	/	/
Leto	*	*	*	*	/	/	/	/
Mesec x leto	/	/	/	/	/	/	/	/
DL	*	*	/	/	/	/	/	/
DLČ	/	/	*	*	*	*	*	*
ML 100	/	*	*	*	/	/	*	*
BE 100	/	*	*	/	/	/	*	/
MA 100	*	*	*	/	/	/	*	/
ML 200	/	/	/	/	/	/	/	/
BE 200	/	/	/	/	/	/	/	/
MA 200	/	/	/	/	/	/	/	/
ML 305	*	/	/	/	*	*	/	/
BE 305	/	/	/	/	*	/	/	/
MA 305	*	/	/	/	*	/	/	/
VBE 100	*	/	/	*	/	/	/	*
VMA 100	*	/	/	*	/	/	/	*
VBE 200	/	/	/	/	/	/	/	/
VMA 200	/	/	/	/	/	/	/	/
VBE 305	/	/	/	/	/	*	/	/
VMA 305	/	/	/	/	/	*	/	/

DL – dolžina laktacije; DLČ – povprečna DL po čredi; ML – količina mleka; BE – količina beljakovin; MA – količina mlečne maščobe; VBE – vsebnost beljakovin; VMA – vsebnost mlečne maščobe; 100 – v prvi tretjini laktacije; 200 – v drugi tretjini laktacije; 305 – v standardni laktaciji; * – $p < 0,0001$

4.2.1 Ocena vpliva sezone na starost ob prvi telitvi

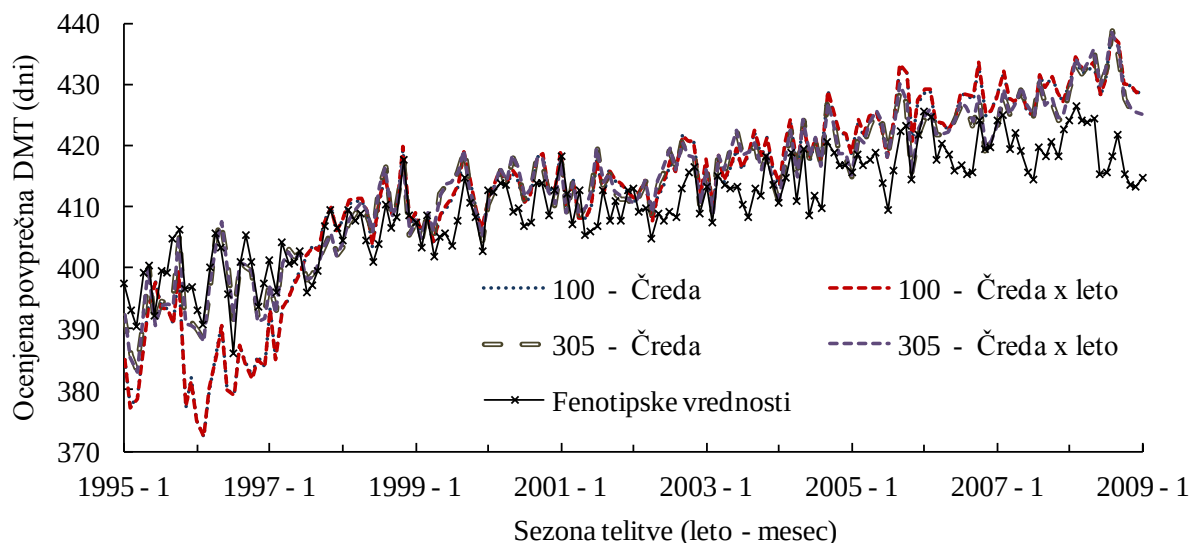
Sezona telitve vpliva na starost ob prvi telitvi (slika 14). Z leti se starost ob prvi telitvi povečuje. Do leta 1998 je SPT naraščala nekoliko hitreje, nato do leta 2001 ne opazimo trendov, po tem letu pa starost spet narašča. Opazimo razliko med opazovanima modeloma. Pri modelu z naključnim vplivom skupnega okolja v čredi vrednosti naraščajo počasneje kot pri modelu z interakcijo čreda x leto. Opazimo lahko tudi ciklična nihanja po mesecih. V času z nižjo temperaturo okolja (zimski meseci) so ocene nižje kot v času z višjo (poletni meseci).



Slika 14: Vpliv sezone na starost ob prvi telitvi

4.2.2 Ocena vpliva sezone na dobo med telitvama

Med modeli ne opazimo velikih razlik glede na sezono (slika 15). Med leti 1995 in 1998 je opaziti nekoliko hitrejše povečevanje. Naslednja štiri leta ni opaziti sprememb oz. trendov, po letu 2002 pa se ocenjena DMT linearno podaljšuje. Opazimo majhne razlike med modeli z lastnostmi mlečnosti v različnih obdobjih. Krivulje modelov z različnim naključnim delom in lastnostmi mlečnosti na istih intervalih se med seboj praktično nič ne razlikujejo. Vidimo lahko tudi povezavo med fenotipskimi vrednostmi in sezono. Fenotipske vrednosti naraščajo počasneje kot ocenjene DMT po sezonah, kar pomeni, da se okolje slabša.



Slika 15: Vpliv sezone na dobo med telitvama

Modeli z lastnostmi mlečnosti v standardni laktaciji so bili nekoliko obetavnejši v sistematskem in naključnem delu. Dobro bi bilo, da bi jih preverili še z genetskimi skupinami neidentificiranih staršev. V model bi bilo potrebno vključiti tudi permanentno okolje v čredi, saj imamo pri vsaki živali lahko več meritev.

4.3 KOMPONENTE VARIANCE

Pri starosti ob prvi telitvi smo analizirali tri modele (tabela 10). V modelu z vplivom črede je bila heritabiliteta 0,111, v modelu z interakcijo 0,518, v modelu z obema vplivoma pa 0,122. Ocenjene heritabilitete so nižje, kot jih navajajo v dosedanjih raziskavah. Potočnik (2010) navaja heritabiliteto za SPT 0,162. Uporabili so model s sistematskim vplivom sezone in naključnim vplivom črede ter živali. V poreklo imajo vključene tudi genetske skupine neidentificiranih staršev, kar praviloma vpliva na večjo genetsko varianco in tudi večjo heritabiliteto.

Za dobo med telitvama so bile heritabilitete med modeli relativno podobne (tabela 10). Znašale so od 0,135 do 0,151. Pri modelih z interakcijo čreda x leto sta bili heritabiliteti enaki (0,151). Pri ostalih modelih smo pri lastnostih mlečnosti v standardni laktaciji dobili nekaj nižji heritabiliteti (0,135 in 0,136) kot pri modelih z lastnostmi mlečnosti v prvih 100 dneh laktacije (0,142 in 0,143). Če primerjamo modele po naključnih vplivih, sta bili heritabiliteti pri modelih z vključenim vplivom rejca najnižji, najvišji pa pri modelih z interakcijo. Pri modelih z obema vplivoma sta bili vmes, vendar bližje modelom brez interakcije. Jorjani

(2006) ter Dal Zotto in sod. (2007) navajajo heritabilitete za DMT po različnih državah (tabela 3). Vse navedene vrednosti so nižje, kot so naše. Najbližje našim so vrednosti slovenskega nacionalnega obračuna (Potočnik, 2010), ki navaja heritabiliteto 0,095.

Tabela 10: Ocenjene heritabilitete s standardnimi napakami za lastnosti in deleži variance za naključne vplive ter ostanek v vseh preizkušanih modelih

Model	Delež variance za naključni del modela				Fenotipska varianca (dni ²)
	Žival	Čreda	Čreda x leto	Ostanek	
SPT	h	0,111± 0,0105	0,337± 0,0083	0,552± 0,0109	17631
	hy	0,518± 0,0138		0,253± 0,0074	18588
	h+hy	0,122± 0,0094	0,328± 0,0080	0,096± 0,0043	17614
DMT 100	h	0,142± 0,0048	0,009± 0,0012	0,849± 0,0049	5954
	hy	0,151± 0,0047		0,024± 0,0021	5966
	h+hy	0,143± 0,0048	0,007± 0,0012	0,020± 0,0021	5956
DMT 305	h	0,135± 0,0047	0,014± 0,0014	0,851± 0,0046	5858
	hy	0,151± 0,0046		0,026± 0,0021	5877
	h+hy	0,136± 0,0047	0,012± 0,0014	0,021± 0,0022	5859

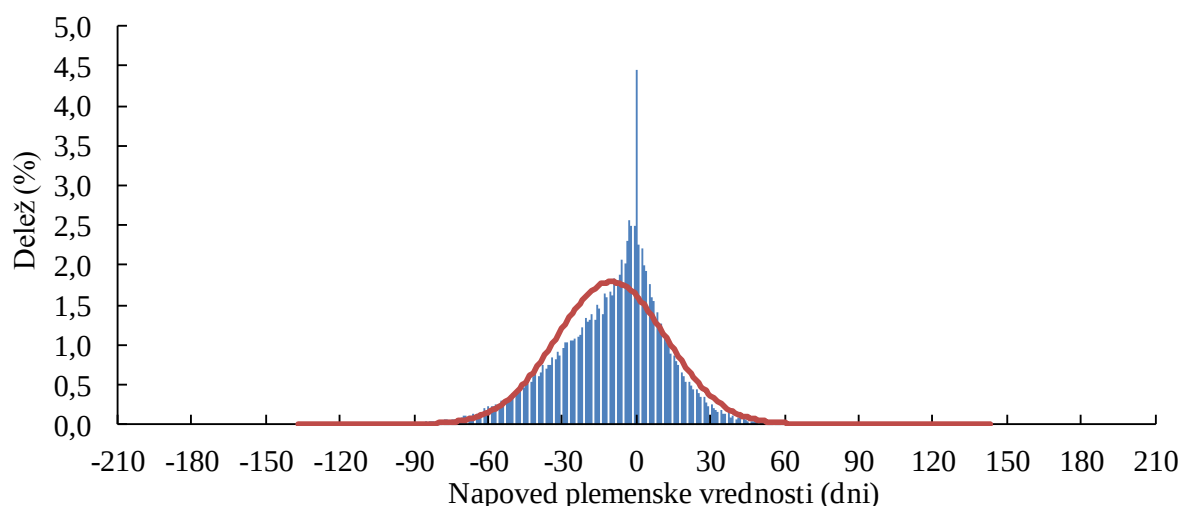
SPT – starost ob prvi telitvi; DMT 100 – model za dobo med telitvama z vključenimi produkcijskimi vplivi v 100 dneh; DMT 305 – model za dobo med telitvama z vključenimi produkcijskimi vplivi v 305 dneh; h – model z naključnim vplivom črede; hy – model z naključnim vplivom interakcije čreda x leto; h+hy – model z obema naključnima vplivoma;

4.3.1 Aditivni genetski vpliv na starost ob prvi telitvi

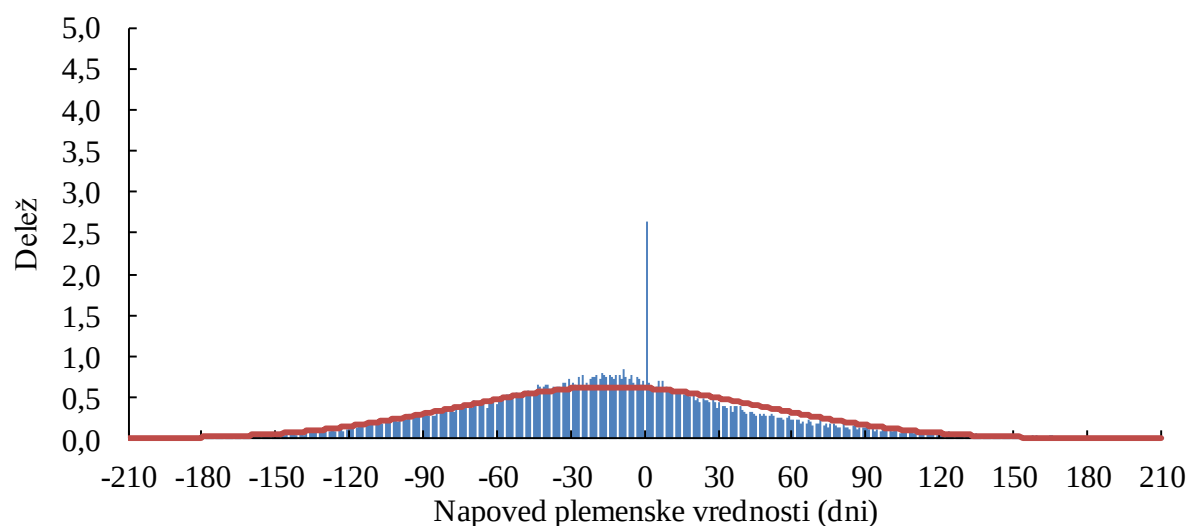
Za starost ob telitvi smo plemenske vrednosti izračunali z dvema mešanima modeloma (enačba 3). Porazdelitev NPV je prikazana na slikah 16 in 17. Rdeči črti predstavlja pričakovano porazdelitev.

Porazdelitev na sliki 16 je desno asimetrična in koničasta. Standardni genetski odklon znaša 22 dni, povprečje pa -10 dni. Tako pri porazdelitvi za model s čredo kot model z interakcijo se najpogosteje pojavlja vrednost 0. Vzrok je veliko živali, ki nimajo podatkov o sorodnikih ali pa je v čredah le po ena prvesnica. Porazdelitev na sliki 17 je bližje normalni. Genetski standardni odklon po porazdelitvi plemenskih vrednosti znaša 63 dni, srednja vrednost pa -14 dni. Standardni odklon pri modelu s čredo, izračunan iz genetske variance, je precej večji (44 dni). To je posledica neupoštevanja sorodnih živali pri računanju genetskega SD po

plemenskih vrednostih. Med sorodniki so variance pričakovano manjše, zato je tudi skupna genetska varianca z upoštevanjem sorodnikov večja. Vidimo lahko, da model z interakcijo pokaže veliko večjo genetsko variabilnost (skoraj trikrat večji standardni odklon) kot model z vplivom skupnega okolja v čredi. Genetska varianca nam tudi pri modelu z interakcijo pokaže precej večji standardni odklon (98 dni) kot pri računanju SD iz napovedi plemenskih vrednosti.



Slika 16: Porazdelitev napovedi plemenskih vrednosti za starost ob prvi telitvi z vplivom črede

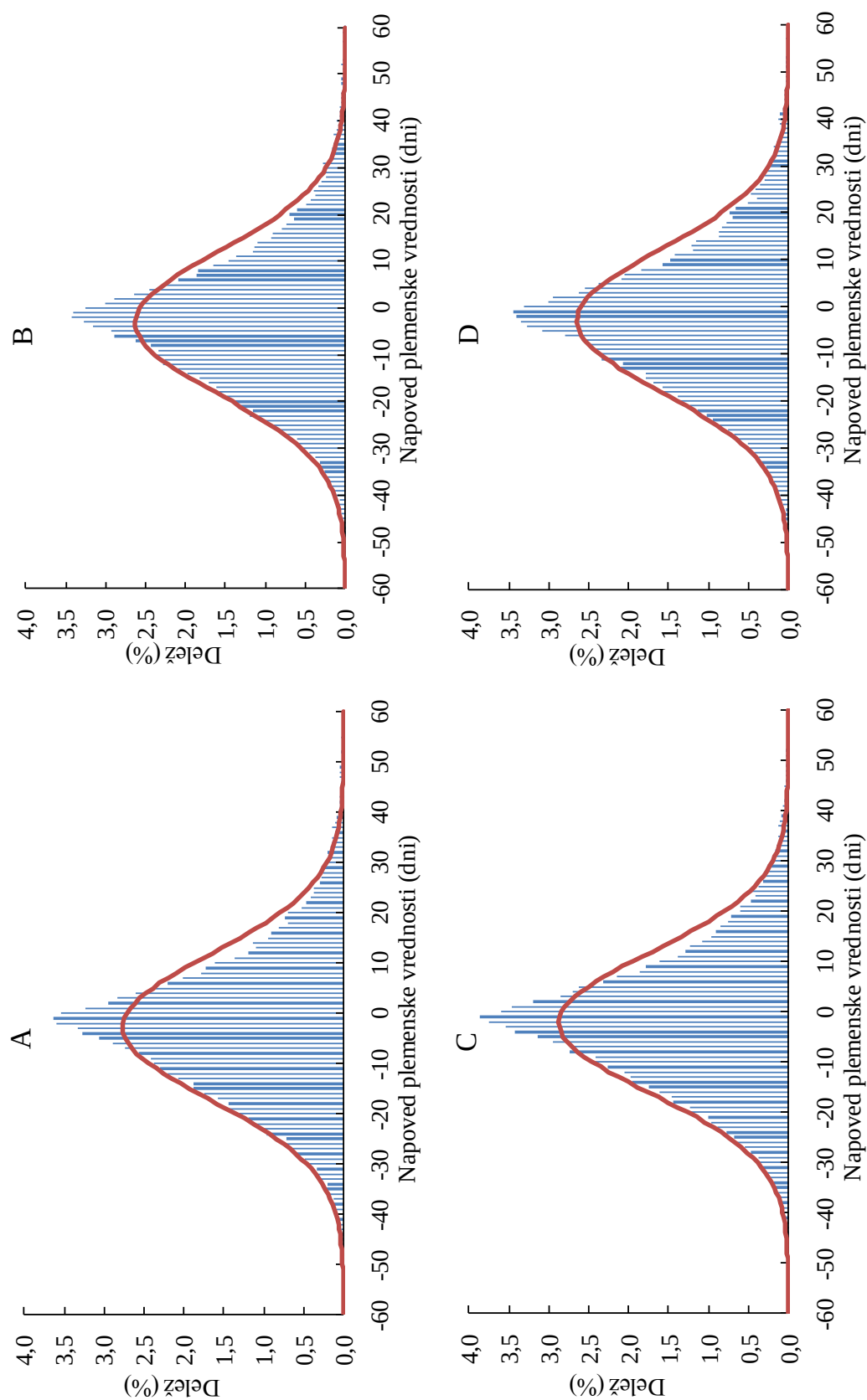


Slika 17: Porazdelitev napovedi plemenskih vrednosti za starost ob prvi telitvi z interakcijo čreda x leto

4.3.2 Aditivni genetski vpliv na dobo med telitvama

Za dobo med telitvama smo preizkusili šest modelov, ki smo jih s pomočjo računalniških paketov ovrednotili in izračunali variance. Plemenske vrednosti smo izračunali preko štirih

modelov (enačba 4). Modele, ki so imeli obenem vključen naključni vpliv črede in interakcijo čreda x leto, smo preverili samo za primerjavo. Plemenske vrednosti niso povsem normalno porazdeljene (slika 18). Na vseh porazdelitvah vidimo tudi krivulje normalne porazdelitve (rdeče črte). Standardni odklon je pri modelih z vplivom črede nekoliko manjši. Srednje vrednosti so pri modelih z interakcijo bližje 0 kot pri modelih z vplivom črede.



Slika 18: Porazdelitev plemenskih vrednosti za dobo med telitvama z modelom s parametri mlečnosti v 100 dneh in vplivom skupnega okolja v čredi (A) ter interakcijo čreda x leto (B) in 305 dneh z vplivom črede (C) ter interakcijo (D)

4.4 KORELACIJE MED RAZVRSTITVAMI ŽIVALI PO NAPOVEDIH PLEMENSKIH VREDNOSTI PO MODELIH

Korelacija med rangi živali, po primerjavi obeh modelov za starost ob prvi telitvi, je šibka (0,767). Modela nista zanesljivo alternativna. Zaradi zelo pomanjkljivih podatkov o življenju telic pred telitvijo v modelih ni bilo dovolj vplivov, da bi z njimi pojasnili dovolj velik delež variabilnosti.

Rang korelacija za plemenske bike je višja kot glede na vse živali in znaša 0,870, kar je še vedno relativno šibka korelacija. Tudi to potrjuje, da modela nista alternativna.

Korelacije med rangi živali po napovedi plemenskih vrednosti za dobo med telitvama (tabela 11) so močne in prav vse statistično značilne ($p < 0,0001$). Glede na korelacije rangov so lahko prav vsi modeli alternative, saj razlik med njimi ne pričakujemo.

Tabela 11: Rang korelacije vseh živali (nad diagonalo) med preizkušenimi modeli za dobo med telitvama in p-vrednosti (pod diagonalo)

Model	100h	305hy	305h
100hy	0,996	0,967	0,972
100h		0,971	0,964
305hy	$p < 0,0001$		0,991

Med plemenskimi biki so rang korelacije za DMT zelo podobne kot pri vseh živalih (tabela 12). Vse so višje od 0,960 in so tudi statistično značilne. Tudi glede na te korelacije lahko sklepamo, da so vsi štirje modeli alternativni drug drugemu.

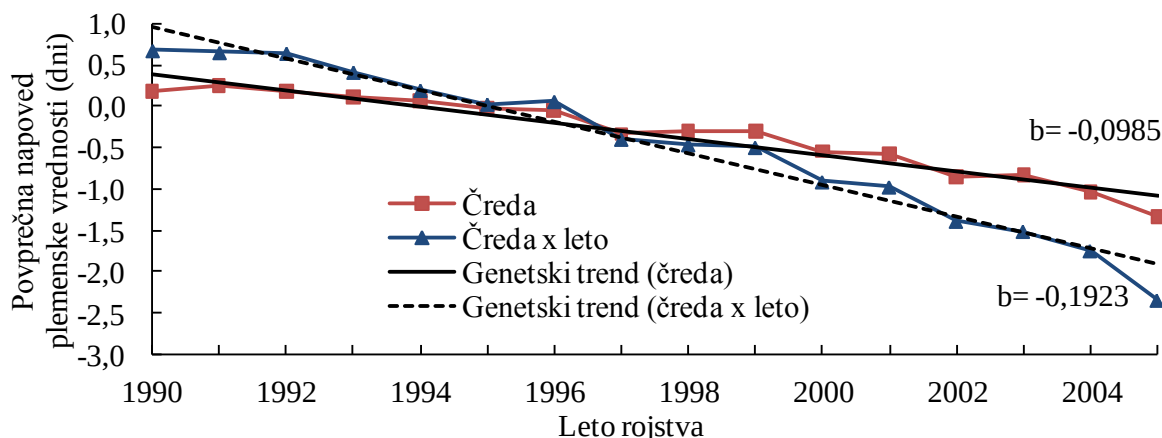
Tabela 12: Rang korelacije plemenskih bikov (nad diagonalo) med preizkušenimi modeli za dobo med telitvama in p-vrednosti (pod diagonalo)

Model	100h	305hy	305h
100hy	0,997	0,968	0,962
100h		0,964	0,968
305hy	$p < 0,0001$		0,993

4.5 GENETSKI TRENDI

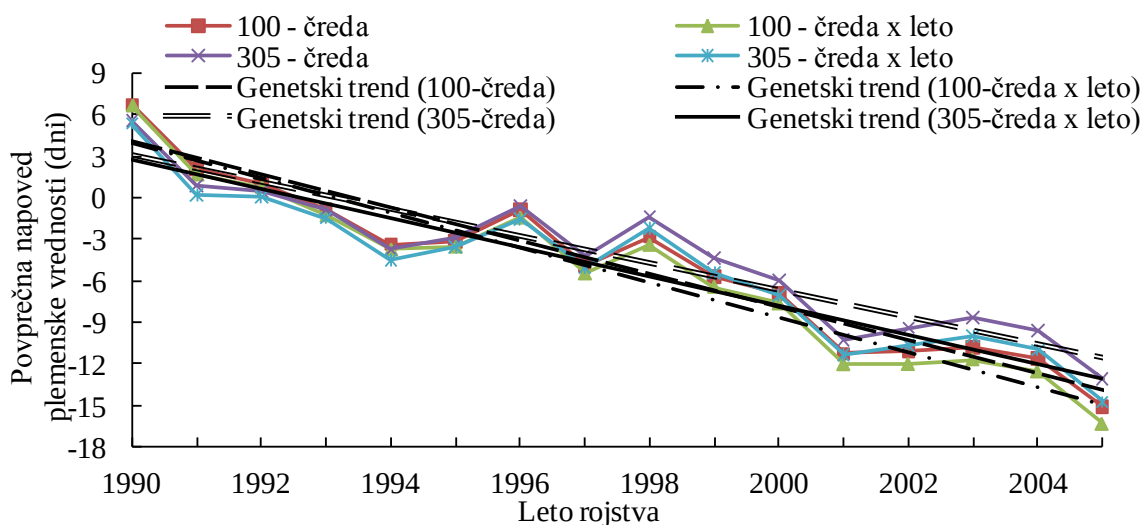
Genetski trendi za SPT (slika 19) kažejo počasno padanje. To je pričakovano, saj za to lastnost izvajamo selekcijo in pričakujemo genetski napredek. Opaziti je tudi razlike med preizkušenima modeloma. Pri krivulji z modelom z interakcijo smo ocenili večje spremembe (približno šest dni na leto oz. dva meseca v desetih letih), pri modelu z vplivom skupnega okolja v čredi pa je sprememba približno 2-krat manjša (okoli tri dni na leto oz. en mesec v

desetih letih). Če primerjamo sliki 7 in 20, lahko vidimo, da fenotipske vrednosti za SPT naraščajo. Okolje, v katerem živijo krave rjave pasme, se torej slabša.



Slika 19: Genetski trendi za starost ob prvi telitvi glede na leto rojstva

Na sliki 20 vidimo genetske trende, ki smo jih izračunali z vsemi preizkušenimi modeli za dobo med telitvama. Ocenjeni trendi so zelo podobni pri vseh modelih. Regresijski koeficienti znašajo okoli -1 (od -0,97 do -0,25), torej ocenjene genotipske vrednosti padajo povprečno za nekaj več kot en dan na leto. To je pričakovano, saj z odbiro živali pričakujemo tudi genetski napredek. Enako kot pri SPT je tudi pri tej lastnosti očitno čedalje večji razkorak med genetskimi (slika 20) in fenotipskimi trendi (slika 8). Fenotipski naraščajo, ocenjeni genetski pa padajo. Očitno je okolje, v katerem krave živijo, čedalje slabše. Dejanski vzroki nam niso znani. Eden od možnih je lahko ta, da boljši rejci zamenjujejo krave rjave pasme s črno-belimi in tako pri rjavih kravah vztrajajo nekoliko manj uspešni rejci. Možno je tudi, da krave, ki imajo boljše genotipske vrednosti in so zahtevnejše za rejo, pri enako uspešnih rejcih povzročajo težave.



Slika 20: Genetski trendi za dobo med telitvama glede na leto rojstva

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

V Sloveniji za napoved plemenskih vrednosti za lastnosti plodnosti uporabljamo starost ob prvi telitvi in dobo med telitvama (Potočnik in sod., 2010). V drugih evropskih državah uporabljajo tudi druge lastnosti (tabela 2), kot so indeks osemenitev, intenzivnost pojatve, servisni interval, poporodni premor, delež koncepcije v 56 dneh in uspešnost osemenitev (Fogh in sod. 2003; Fuerst in Gredler, 2009; De Jong, 1998; Schnyder in Stricker, 2002; Boichard in sod., 1998). Zanimivo je, da v Sloveniji napovedujejo plemenske vrednosti za starost ob prvi telitvi. Informacij o tehnologiji in pogojih pri vzreji telic pred prvo telitvijo nimamo, zato lahko v sistematski del modela vključimo samo sezono telitve. Za dobo med telitvama imamo o življenju krav več dostopnih podatkov, ki jih lahko vključimo v analizo. Namesto poporodnega premora, servis periode, servisnega intervala ali deleža koncepcije, ki jih v večini uporabljajo v tujini, zaradi pomanjkljivih podatkov o osemenitvah uporabljamo DMT. Glede na to, da ob normalni dolžini brejosti ne pričakujemo velike variabilnosti, lahko rečemo, da je doba med telitvama alternativna poporodnemu premoru, zato je nacionalna napoved plemenskih vrednosti za to lastnost tudi lažje mednarodno primerljiva.

5.1.1 Starost ob prvi telitvi

Starost ob prvi telitvi je lastnost, na katero pomembno vpliva odločitev rejca, kdaj bo prvesnico osemenil, hitrost rasti, pa tudi uspešnost osemenjevalca. V Sloveniji krave rjave pasme prvič telijo pri previsoki starosti. Vzrok so lahko prepozne osemenitve telic, preslabi vzrejni pogoji, lahko pa tudi kombinacija obojega. Genetski trendi kažejo sicer zaznaven, vendar majhen genetski napredek, fenotipske vrednosti pa se poslabšujejo, torej se okolje v čredah še slabša. Vsekakor bi morali rejci svoje črede bolje upravljati in učinkoviteje voditi reprodukcijska dogajanja, če hočejo imeti ustrezen ekonomski rezultat, ki je posledica večje proizvodnosti in malo zdravstvenih problemov v čredi.

Da bi imeli čim bolj zanesljive informacije o življenju telic pred prvo telitvijo, bi potrebovali podatke o prehrani in vzreji v čredah. Ker se ti podatki ne zbirajo, imamo za vrednotenje na voljo le skope informacije o časovnem obdobju telitve.

Vpliv sezone telitve smo sestavili iz meseca in leta telitve. Prišli smo do sklepa, da v Sloveniji prvesnice telijo čedalje starejše, torej se starost ob prvi telitvi s sezono povečuje.

V naključni del modela smo vključili vpliv živali. Vpliv skupnega okolja v čredi ter interakcijo med skupnim okoljem in letom smo preizkusili kot alternativni. Ugotovili smo, da so med modeloma razlike. Vpliv sezone je pri modelu z interakcijo izrazitejši, SPT po sezonah narašča hitreje kot po modelu z naključnim vplivom črede. Heritabiliteta je bila pri modelu brez interakcije 0,111, kar je nekaj manj, kot navaja Potočnik (2010), ki je izračunal heritabiliteto 0,162. Pri modelu z interakcijo smo dobili heritabiliteto 0,518 (tabela 10). Fenotipska varianca je bila pri obeh modelih podobna, varianca za ostanek pa pri modelu z vplivom črede več kot dvakrat večja. Za napoved plemenskih vrednosti bi izbrali model brez interakcije, ki je enak modelu, ki ga sedaj uporabljajo za rutinsko napovedovanje plemenskih vrednosti (Potočnik in sod., 2010). Model z interakcijo med skupnim okoljem v čredi in letom lahko sicer pojasni spremembe znotraj črede, vendar rezultati zaradi majhnega števila prvesnic v čredah po letih niso zanesljivi.

Po rutinski nacionalni analizi (Potočnik in sod., 2010) povprečne napovedi plemenskih vrednosti za starost ob prvi telitvi padajo, kar se ujema z našimi ugotovitvami. Pri modelu z vključeno interakcijo čreda x leto je opaziti večji genetski napredek (šest dni na leto). Pri modelu z vplivom skupnega okolja v čredi je, po naših izračunih, ocenjeni genetski napredek dvakrat manjši, vendar bolj verjeten.

5.1.2 Doba med telitvama

Doba med telitvama je lastnost, ki zelo pomembno vpliva na ekonomski rezultat rejca v čredi krav. Nanjo vplivajo različni vplivi, ki so večinoma posledica odločitev rejca. Povprečna mlečnost je pri kravah rjave pasme v letu 2009 znašala 5.476 kg mleka v standardni laktaciji. To je relativno majhna vrednost, pri kateri lahko krave brez težav s plodnostjo in ob pravilni oskrbljenosti s hranili telijo vsako leto. Pri povprečni DMT 412 dni je to več kot dva spolna ciklusa oz. za skoraj 12,8 % prevelika vrednost. Rejci torej nimajo urejene prehrane, slabo odkrivajo pojatve, ne osemenjujejo krav pravi čas ali pa imajo krave plodnostne motnje in bolezni. Največkrat je predolga DMT verjetno posledica kombinacije navedenih vplivov. Tudi pri tej lastnosti genetski trendi kažejo napredek, fenotipske vrednosti pa se poslabšujejo, kar pomeni, da se okolje slabša.

V model za dobo med telitvama smo vključili vpliv sezone telitve kot leto in mesec. Preizkusili smo lastnosti mlečnosti (vsebnosti beljakovin in maščob v mleku ter količino mleka) v prvi in drugi tretjini laktacije ter v standardni laktaciji. Preizkusili smo še vpliva dolžine laktacije in povprečne dolžine laktacije po čredah, za katerega pričakujemo, da nam prinese nekaj informacij o navadah oz. uspešnosti rejca pri osemenitvah, odkrivanju pojatev in uspešnosti upravljanja s čredo. Naključni del je bil enak kot pri modelu za starost ob prvi telitvi.

Kot najprimernejši model za napovedovanje plemenskih vrednosti za dobo med telitvama ocenjujemo model s količino mleka, vsebnostjo mlečne maščobe in vsebnostjo beljakovin v prvi tretjini laktacije ter povprečno dolžino laktacije po čredi kot sistematskimi kvantitativnimi vplivi. Potočnik in sod. (2010) navajajo podoben model, le da vanj ni vključena dolžina laktacije. V modelu je tudi sistematski vpliv sezone telitve. V naključni del modela bi vključili interakcijo čreda x leto in aditivni genetski vpliv.

V primerjavi z našimi ocenami so heritabilitete za DMT v drugih državah (tabela 3) nižje. Jorjani (2006) in Dal Zotto (2007) navajata vrednosti v razponu od 0,033 do 0,058. Vrednosti so veliko nižje od tistih, ki smo jih dobili pri naši obdelavi (tabela 9). Delež genetske variance je v modelu z vplivom skupnega okolja in lastnostmi mlečnosti v standardni laktaciji znašal 0,135, z interakcijo med skupnim okoljem in letom pa 0,151. Vrednosti pri modelih z lastnostmi mlečnosti v prvi tretjini laktacije so bile podobne, heritabiliteti sta znašali 0,142 (model brez interakcije) in 0,0151 (model z interakcijo). Pri modelu z obema naključnima vplivoma je bila heritabiliteta 0,143 (model z lastnostmi mlečnostmi v prvi tretjini standardne laktacije) in 0,136 (model z lastnostmi mlečnosti v standardni laktaciji). Za slovensko populacijo rjavega goveda Potočnik (2010) navaja precej višjo heritabiliteto kot so tuje in nižjo, kot smo jo izračunali v naši nalogi, navaja 0,095.

Genetski trend je po naših izračunih ugoden, čeprav bi lahko bil boljši. Po letih opazimo skrajševanje ocenjene genetske komponente za DMT (približno za 1 dan na leto). Vsi štirje ocenjeni modeli kažejo zelo podobne genetske trende. Potočnik in Čepon (2010) navajata samo manjša nihanja med leti, po njihovih izračunih genetskih trendov za DMT ni zaznati.

Da preprečimo pristranost napovedi plemenskih vrednosti, uvedemo genetske skupine neidentificiranih staršev (Westell in sod., 1988), ki nam živali združijo po nekaterih njihovih skupnih lastnostih. Pri napovedovanju plemenskih vrednosti navadno predpostavimo, da je

pričakovana vrednost za naključne vplive enaka nič. To je sicer možno, vendar v primeru, da ni tako, lahko s tem povzročimo pristranost NPV. V osnovni populaciji imamo namreč lahko skupine živali, katerih povprečne plemenske vrednosti niso nič. Da se temu izognemo, pri pripravi porekla za živali, ki naj bi imele podatke o starših, pa jih nimajo, na podlagi njihovih skupnih lastnosti pripravimo genetske skupine neidentificiranih staršev. Skupine so lahko na primer formirane kot: čreda – leto – spol, država – leto – spol in druge. Pri izdelavi skupin moramo biti preudarni, saj lahko veliko število skupin pomeni malo zapisov v vsaki od njih. Da dobimo čim bolj objektivne rezultate, naj bi bilo v skupinah načeloma vsaj 50 živali (Kovač, 2011). Pri naši nalogi genetskih skupin neidentificiranih staršev nismo formirali.

5.2 SKLEPI

V naši nalogi smo napovedali plemenske vrednosti za lastnosti plodnosti pri govedu. Imeli smo podatke krav rjave pasme. Plemenske vrednosti smo napovedali za starost ob prvi telitvi in dobo med telitvama. Po opravljenih analizah smo prišli do naslednjih sklepov:

- Populacija krav rjave pasme v Sloveniji se konstantno zmanjšuje. Od leta 2003 do leta 2010 je število plemenic, vpisanih v rodovniško knjigo, padlo za več kot 38 %, s 34.500 na 21.300 živali.
- Povprečna starost slovenskih krav rjave pasme ob prvi telitvi narašča. V osemnajstih letih se je povečala za en mesec, kar pomeni približno dan in pol na leto. V letu 2009 je znašala skoraj 30,5 mesecev, kar je več kot dve leti in pol. Vrednost je z ekonomskega vidika prevelika.
- Povprečna doba med telitvama se podaljšuje. V osemnajstih letih se je podaljšala s 395 na 415 dni, kar je približno en dan na leto. Navedena DMT je za dosežene proizvodne rezultate z ekonomskega stališča krepko predolga.
- Povprečna količina mleka krav rjave pasme narašča. V letu 2009 je znašala 5.476 kg mleka s 4,06 % mlečne maščobe in 3,38 % beljakovin v standardni laktaciji. V prvi tretjini krave dosegajo povprečno mlečnost 2112 kg s 4,03 % maščob in 3,17 % beljakovin. V drugi tretjini pri povprečno 1726 kg mleka vsebnost beljakovin doseže 3,36 %, vsebnost maščob pa 4,11 %.

- Heritabiliteto za starost ob prvi telitvi smo ocenili na 0,111 (model z naključnim vplivom črede), v modelu z dodatnim naključnim vplivom za interakcijo med čredo in letom pa je nekoliko višja (0,122). V modelu, ki je vključeval samo naključni vpliv za interakcijo, je nepredvidljivo narastla na 0,518. Ob tem sta se močno zmanjšali komponenti za skupno okolje v čredi znotraj leta (0,235) in za ostanek (0,229).
- Za dobo med telitvama smo preizkusili štiri modele. Med njimi so zelo majhne razlike. Glede na nekoliko večji delež pojasnjene variance smo za napovedovanje plemenskih vrednosti izbrali model s sezono, povprečno dolžino laktacije v čredi, količino mleka in vsebnostjo maščob ter beljakovin v prvi tretjini standardne laktacije kot sistematskimi vplivi. V naključni del modela predlagamo vpliv živali ter interakcijo med skupnim okoljem v čredi in letom.
- Ocenjene heritabilitete za dobo med telitvama so bile podobne kot pri starosti. Pri modelu z lastnostmi mlečnosti v prvi tretjini standardne laktacije in naključnim vplivom črede je ocena heritabilitete znašala 0,142, pri modelu z interakcijo čreda x leto 0,151, pri obeh vključenih vplivih pa 0,143. Pri modelu z lastnostmi mlečnosti v standardni laktaciji so bile ocene heritabilitet nekoliko nižje, razen pri modelu z vplivom čreda x leto, kjer je bila ocena enaka tisti, ki smo jo izračunali s pomočjo modela z interakcijo in lastnostmi mlečnosti v prvi tretjini standardne laktacije (0,151). Pri modelu s skupnim okoljem v čredi je znašala 0,135, pri modelu z dvema komponentama za skupno okolje v čredi in interakcijo pa 0,136.
- Po naših ocenah je opaziti genetski napredek za obe opazovani lastnosti. Povprečne napovedi plemenskih vrednosti se tako za starost ob prvi telitvi kot za dobo med telitvama z leti zmanjšujejo, kar je, glede na previsoke fenotipske vrednosti, ugoden rezultat in kaže tudi na uspešno selekcijsko delo v želeno smer.

Glede na to, da na vzrejo plemenskega podmladka vpliva veliko dejavnikov, je model z enim sistematskim vplivom pravzaprav skromen in po pričakovanju ne pojasni pomembnega deleža variabilnosti. Dodatne informacije o pogojih pri vzreji telic bi lahko pripomogle k zanesljivejši napovedi plemenskih vrednosti in večjemu napredku.

V našem delu smo odkrili kar nekaj pojavov, ki bi jih bilo dobro nadalje raziskati. Zanimivo bi bilo raziskati, kako v populaciji krav, ki smo jo imeli v obravnavi, starost ob prvi telitvi

vpliva na lastnosti mlečnosti. Nadalje bi bilo dobro raziskati, zakaj rejci prepozno osemenjujejo telice in s tem povzročajo, da prvič telijo pri previsoki starosti.

Tudi pri dobi med telitvama je opazen neugoden fenotipski trend, ki bi bil lahko bolj kot z neugodno genetsko strukturo povezan z manjšanjem populacije in umikanja rjavih krav iz boljših čred. S tem bi morda pojasnili tudi razhajanje genetskih in fenotipskih trendov za obravnavani lastnosti. Analiza bi nam lahko razkrila, kje so največje rezerve, in ponudila informacije, s katerimi bi lahko rejcem konkretno svetovali, kaj naj storijo, da bodo imeli boljši ekonomski rezultat v svoji čredi. Dobro bi bilo razviti model, s katerim bi te rezerve na nivoju kmetije tudi ocenili.

6 POVZETEK

Lastnosti plodnosti so v govedoreji zelo pomembne, saj zelo vplivajo na ekonomski rezultat reje krav. V različnih evropskih državah uporabljajo različne lastnosti za genetsko vrednotenje lastnosti plodnosti. V Sloveniji uporabljamo starost ob prvi telitvi, ostale države te lastnosti nimajo vključene. Tudi doba med telitvama ni pogosto uporabljena lastnost, večkrat je zastopana dolžina poporodnega premora. Zaradi majhne variabilnosti v dolžini brejosti krav je doba med telitvama zelo podobna lastnosti dolžini poporodnega premora. Naš cilj je bil napovedati plemenske vrednosti za lastnosti, ki ju uporabljamo v Sloveniji, torej za starost ob prvi telitvi (SPT) in dobo med telitvama (DMT). V obdelavi smo imeli podatke krav rjave pasme, dobili smo jih na Kmetijskem inštitutu Slovenije, iz Centralne podatkovne zbirke (CPZ) Govedo.

Pri pregledu podatkov smo ugotovili, da naši lastnosti nista normalno porazdeljeni. Starost ob prvi telitvi ima pri 38.029 zapisih srednjo vrednost 905 dni (nekaj več kot 30 mesecev). Priporočena starost telic ob telitvi je dve leti, po priporočilu nekaterih avtorjev tudi do 26 mesecev. Prvesnice rjave pasme v Sloveniji pa v večini prvič telijo starejše. Vzrok so lahko nepravilna vzreja telic, prepozno osemenjevanje, slabo delo osemenjevalca itd. Dobna med telitvama je pri 105.456 laktacijah povprečno trajala 412 dni. Pri povprečni mlečnosti 5.476 kg mleka v standardni laktaciji je to prevelika vrednost. Krave bi morale teliti vsaj vsako leto, DMT bi bila lahko pri taki mlečnosti tudi krajša. Rezultati naše analize kažejo, da vzroki niso v genetskem nivoju populacije, bolj so povezani s tehnologijo reje molznic, kot so npr. slaba prehrana krav, neprimerna oskrba, neustrezno odkrivanje pojatev, slabši uspešnosti osemenjevanja ali pa tudi v različnih plodnostnih motnjah in boleznih. Vsekakor so rezultati slabi. Rjava pasma bi lahko bila zelo dobra alternativa za rejce, ki kmetujejo v slabših naravnih pogojih, kjer je prisotno absolutno travinje. Zanimiva bi bila reja kombiniranega tipa rjave pasme, saj so pri taki reji stroški manjši, pri kravah, ki so manj obremenjene s proizvodnjo mleka, pa lahko pričakujemo tudi manj problemov v rejah, tudi pri plodnosti. Na mestu je torej razmislek, ali ohranimo rjavo čim bolj v tipu, ki ni preveč zahteven, namesto da jo praktično spreminjamo v črno-belo pasmo.

Potrdili smo, kot je tudi splošno znano, da je v Sloveniji velika večina čred s kravami rjave pasme majhnih. Zelo veliko je primerov, ko so imele kmetije v letih od 1985 do maja 2009 samo pet prvesnic ali še manj. To otežuje obdelavo podatkov, saj za vrednotenje vpliva črede

oz. skupnega okolja v njej potrebujemo čim več zapisov za isto čredo. Največ podatkov smo imeli za prve telitve, potem pa za vsako telitev manj, kar je logično, saj je vsako laktacijo več živali izločenih. Poreklo smo imeli sestavljeno iz treh generacij – iz osnovne – krav s podatki ter iz njihovih staršev in starih staršev. V osnovni generaciji smo imeli 5.184 živali.

Za starost ob prvi telitvi smo preizkusili tri različne modele. V sistematskem delu modela je le vpliv sezone telitve (leto-mesec). Za sezono smo porabili 269 stopinj prostosti in pojasnili 2,74 % variabilnosti. Delež pojasnjene variance je majhen, a za lastnosti plodnosti pričakovan. V naključni del modela smo kot alternative preverili vpliv skupnega okolja v čredi, interakcijo med njim ter letom telitve in model z obema naključnima vplivoma za skupno okolje. Ugotovili smo, da se s sezono starost ob prvi telitvi povečuje. Med preizkušenima modeloma z različnima naključnima vplivoma ni velikih razlik, pri modelu z interakcijo SPT po sezonah narašča malo hitreje. Če pogledamo spreminjanje znotraj let, vidimo, da so vrednosti v zimskih in jesenskih mesecih manjše kot spomladi in poleti.

Heritabiliteta pri modelu s skupnim okoljem v čredi je bila 0,111. Pri modelu z obema naključnima vplivoma je bila heritabiliteta 0,122, pri modelu z interakcijo pa 0,518. Vzrok za tako veliko in nelogično heritabiliteto je lahko v majhnem številu zapisov po nivojih pri interakciji med čredo in letom, saj je bilo skoraj 60 % nivojev z 0 ali eno meritvijo. Porazdelitev plemenskih vrednosti je bila pri modelu z interakcijo bližje normalni. Porazdelitev pri modelu s skupnim okoljem je bila bolj asimetrična in je imela manjši razpon plemenskih vrednosti.

Za dobo med telitvama smo imeli na voljo več podatkov. Preizkusili smo petnajst različnih modelov s sistematskimi vplivi. Preizkusili smo vplive: sezono, mesec, leto, interakcijo mesec x leto, dolžino laktacije, povprečno dolžino laktacije po čredi, vsebnost mlečne maščobe in beljakovin v prvi tretjini, drugi tretjini in celi standardni laktaciji in količine maščobe, beljakovin in mleka v enakih obdobjih. Najprej smo izločali vplive, ki niso bili značilni, potem pa smo preizkusili še različne kombinacije vplivov. Za izračun plemenskih vrednosti in vključitev naključnih vplivov smo uporabili dva modela. Vanju smo vključili vpliv sezone telitve, ki je bil sestavljen iz leta in meseca ter povprečno dolžino laktacije po čredi, ki sta bila enaka v obeh modelih. Kot alternativni smo lastnosti mlečnosti v prvi tretjini laktacije in standardni laktaciji. Z modelom, v katerega smo vključili lastnosti mlečnosti v prvi tretjini laktacije, smo s sistematskimi vplivi pojasnili 9,99 % variabilnosti in porabili 231 stopinj

prostosti. Z modelom, ki je vseboval lastnosti mlečnosti v standardni laktaciji, smo pojasnili 10,44 % variabilnosti in porabili 247 stopinj prostosti.

V mešani model smo vključili enake možne vplive kot pri starosti ob prvi telitvi. Skupno smo za dobo med telitvama napoved plemenskih vrednosti izračunali s štirimi različnimi modeli. Ugotovili smo, da se DMT s sezono podaljšuje. V hitrosti naraščanja DMT s sezono med modeli ne opazimo razlike. Po modelih z lastnostmi mlečnosti v prvi tretjini laktacije so ocenjene vrednosti manjše kot pri modelih z vplivi v standardni laktaciji. Značilnih nihanj znotraj leta ni opaziti.

Heritabilitete pri modelih z lastnostmi mlečnosti v standardni laktaciji (305) so bile nižje od tistih v prvi tretjini standardne laktacije (v prvih 100 dneh). Heritabiliteta pri modelih z lastnostmi mlečnosti v 305 dneh in vplivom skupnega okolja v čredi je bila 0,142, z obema vplivoma – vplivom črede in interakcijo med čredo in letom pa 0,143. Pri modelih z interakcijo med skupnim okoljem v čredi in letom je ocena heritabilitete višja, pri obeh modelih je bila enaka, 0,151. Heritabiliteta po modelu z lastnostmi mlečnosti v 305 dneh in vplivom črede je bila 0,135, z vplivom črede in interakcijo pa 0,136.

Porazdelitve so pri vseh štirih modelih zelo podobne. Srednje vrednosti so blizu nič (od -2,2 dni do -3,2 dni). Pri modelih s skupnim okoljem so nekoliko bližje nič kot pri modelih z interakcijo. Standardna odklona sta pri modelih brez interakcije nekoliko manjša kot pri modelih z njo, vrednosti pa znašajo od 13,9 do 15,2 dni. Pri vseh štirih porazdelitvah je nekaj več zapisov, kot bi jih pričakovali pri normalni porazdelitvi, okoli srednje vrednosti. Vzrok so majhne črede, torej malo zapisov po čredah in letih.

Povprečne ocenjene plemenske vrednosti po letih rojstva pri obeh lastnostih kažejo genetski napredek. Pri starosti ob prvi telitvi je pri modelu z vključeno interakcijo čreda x leto letni napredek večji (0,2 meseca/leto) kot pri modelu z vplivom črede (0,1 meseca/leto). Pri dobi med telitvama so razlike v genetskih trendih po modelih zelo majhne. Ocenjen genetski napredek je približno en dan skrajšana DMT v letu.

7 VIRI

- Boichard D., Barbat A., Briend M. 1998. Genetic evaluation for fertility in French dairy cattle. V: Interbull Bulletin. Proceedings of International Workshop on Genetic Improvement of Functional Traits in Cattle - Fertility and Reproduction, Grub, Germany, 23-25 nov. 1997. Interbull Bulletin, 18: 99-101.
<http://www-interbull.slu.se/bulletins/bulletin18/paper33.pdf> (18. okt. 2010)
- Buchberger J., Dovč P. 2000. Lactoprotein genetic variants in cattle. Food Technology and Biotechnology, 38, 2: 91-98. <http://www.ftb.com.hr/38/38-91.pdf> (12. feb. 2011)
- Čepin S., Žgur S., Čepon M. 2001. Klavna kakovost naših pasem goved in učinki gospodarskega križanja. Sodobno kmetijstvo, 34, 2: 112-115
- Dal Zotto R., De Marchi M., Dalvit C., Cassandro M., Gallo L., Carnier P., Bittante G. 2007. Heritabilities and Genetic Correlations of Body Condition Score and Calving Interval with Yield, Somatic Cell Score and Linear Type Traits in Brown Swiss Cattle. Journal of Dairy Science, 90: 5737-5743
- De Jong G. 1998. Index for daughters' fertility in the Netherlands.
V: Interbull Bulletin. Proceedings of International Workshop on Genetic Improvement of Functional Traits in Cattle - Fertility and Reproduction, Grub, Germany, 23-25 nov. 1997. Interbull Bulletin, 18: 102-105.
<http://www-interbull.slu.se/bulletins/bulletin18/paper34.pdf> (18. okt. 2010)
- Dular F. 1895. Umna živinoreja. II. knjiga. O pasmah in umni reji domače živine. Družba sv. Mohorja v Celovcu: 205 str.
- Fogh A., Eriksson J.-L., Juga J., Maagaard Pedersen O., Pedersen Aamand G., Ranberg I.M.A., Roth A., Sander Nielsen U., Steine T., Toivonen M. 2003. A joint Nordic model for fertility traits. V: Interbull Bulletin. Proceedings of the 2003 Interbull meeting Rome, Italy, 28-30 avg. 2003. Interbull Bulletin, 31: 52-55.
<http://www-interbull.slu.se/bulletins/bulletin31/Fogh.pdf> (18. okt. 2010)
- Fuerst C., Gredler B. 2009. Genetic evaluation for fertility traits in Austria and Germany. V: Interbull Bulletin. Proceedings of the 2009 Interbull Meeting in Barcelona, Spain, 21-24 avg. 2009. Interbull Bulletin, 40: 3-9.
<http://www-interbull.slu.se/bulletins/bulletin40/Fuerst-Gredler.pdf> (18. okt. 2010)
- Genska banka v živinoreji. 2011. Pasma. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko.
http://www.genska-banka.si/fileadmin/uploads/Register/RegisterPasem_Govedo.xls (21. mar. 2011)
- Groeneveld E., Kovač M., Wang T. 1990. PEST, a general purpose BLUP package for multivariate prediction and estimation. V: Proceedings of the 4th World congress on genetics applied to livestock production, 23-27 jul. 1990. Edinburgh, University of Edinburgh: 488-491
- Harrison R.O., Ford S.P., Young J.W., Conley A.J., Freeman A.E. 1990. Increased milk production versus reproductive and energy status of high producing dairy cows. Journal of Dairy Science, 73: 2749-2758.

- Holmann F.J., Shumway C.R., Blake R.W., Schwart R.B., Sudweeks E.M. 1984. Economic value of days open for Holstein cows of alternative milk yields with varying calving intervals. *Journal of Dairy Science*, 67: 636-643.
- Jenko J., Moljk B., Perpar T. 2007. Analiza dolgoživosti krav molznic in njen vpliv na ekonomiko prireje mleka. Kmetijski inštitut Slovenije.
<http://www.kgzs-ms.si/slike/ZED07/13Jenko.pdf> (29. jan. 2011)
- Jorjani H. 2006. International genetic evaluation for female fertility traits. V: *Interbull Bulletin. Proceedings of the 2006 Interbull Technical Workshop Wageningen, The Netherlands, 2-3 mar. 2006. Interbull Bulletin*, 34: 57-64.
<http://www-interbull.slu.se/bulletins/bulletin34/Jorjani.pdf> (18. okt. 2010)
- Kovač M. 1989. Ocenjevanje genetskih trendov z BLUP metodo. Magistrsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, VTOZD za živinorejo: 68 str.
- Kovač M. 2011. »Genetske skupine neidentificiranih staršev«. Domžale, Biotehniška fakulteta, Odd. za zootehniko (osebni vir, april 2011)
- Kovač M., Groeneveld E., García-Cortez L.A. 2002. VCE-5, a package for the estimation of dispersion parameters. V: *Proceeding of the 7th World congress on genetics applied to livestock production, Montpellier, 19-23 avg. 2002, vol. 33. Paris, INRA*: 741-742
- Orešnik A. 1992. Vodenje reprodukcije v čredah krav molznic. *Sodobno kmetijstvo*, 25: 510-512
- Osterc J., Klopčič M. 1998. Sustainable cattle production and longevity of cows in Slovenia. V: *The 6th congress of Mediterranean federation for health and production of ruminants, Postojna, Slovenia, 14-16 maj 1998. Ljubljana, Slovenian Buiatric Association*: 439-443
- Österman S. 2003. Extended Calving Interval and Increased Milking Frequency in Dairy Cows. Doctoral thesis. Uppsala, Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Animal Nutrition and Management: 46 str.
<http://pub.epsilon.slu.se/191/1/91-576-6426-9.fulltext.pdf> (11. mar. 2011)
- Perpar T., Logar B., Podrogšek P., Sadar M., Rigler M., Zupančič A., Arlič S., Volarič S., Bric V., Fabrizio J., Jeretina J., Dovč P., Potočnik K., Kosec M., Markun J., Potokar D., Darovic A. 2005. Rejski program za rjavo pasmo govedi. Ljubljana, KGZS: 80 str.
- Perpar T., Arlič S., Babnik D., Čandek Potokar M., Glad J., Jenko J., Jeretina J., Kramer Z., Logar B., Opara A., Plesničar P., Podgoršek P., Prevolnik M., Rigler M., Sadar M., Škrlep M., Verbič J., Žabjek A., Žnidaršič T. 2010. Brown cattle in Slovenia. V: *Rjava je ta'prava. Proceedings of European Brown Swiss Conference, Novo mesto, oktober 2010. Zveza rejcev govedi rjave pasme Slovenije*: 19-40
- 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: 603-608
- Potočnik K. 2010. »Heritabilitete za dobo med telitvama in starost ob prvi telitvi«. Domžale, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko (osebni vir, december 2010)
- Potočnik K., Krsnik J., Štepec M., Dolinar A. 2001. Developments in prediction of breeding values in Slovenia. V: *Interbull Bulletin. Proceedings of the 2001 Interbull Meeting, Budapest, Hungary, 30-31 avg. 2001. Interbull Bulletin* 27: 107-111. <http://www-interbull.slu.se/bulletins/bulletin27/Potocnik.pdf> (18. okt. 2010)

- Potočnik K., Čepon M. 2010. Overview of cattle selection in Slovenian brown cattle. V: Zbornik Evropske konference rejcev govedi rjave pasme, Novo mesto, oktober 2010. Zveza rejcev govedi rjave pasme Slovenije: 75-91
- Potočnik K., Čepon M., Krsnik J., Štepec M., Kompan D. 2010. Metodika napovedovanja plemenskih vrednosti za čistopasemsko rjavo govedo v Sloveniji. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko (neobjavljeno)
- Sadar M., Opara A., Perpar T., Jeretina J., Logar B., Podgoršek P., Žabjek A., Glad J., Ivanovič B. 2010. Rezultati kontrole prireje mleka in mesa Slovenija 2009. Kmetijski inštitut Slovenije. https://www.govedo.si/files/cpzgss/knjiznica/porocila/kontrola_porocila/REZULTATI_KONTROLE_2009.pdf (15. avg. 2010)
- SAS Inst. Inc. 2002. The SAS System for Windows, Release 9.1. Cary, NC, SAS Institute
- Schnyder U., Stricker C. 2002. Genetic evaluation for female fertility in Switzerland. V: Interbull Bulletin. Proceedings of the 2002 Interbull meeting Interlaken, Switzerland, 26-27 maj 2002. Interbull Bulletin, 29: 138-141. <http://www-interbull.slu.se/bulletins/bulletin29/Schnyder.pdf> (20. okt. 2010)
- Strandberg E., Oltenacu P.A. 1989. Economic consequences of different calving intervals. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 39: 407-420.
- Van Amburgh M., Tikofsky J., Smith J. 2001. Requirements for and Regulation of Growth of Holstein Calves – Implications for Decreasing Age at First Calving. V: Proceedings of Tri-State Dairy Nutrition Conference, Indiana, USA, Ohio State University, 17-18 apr. 2001: 113-122. <http://tristatedairy.osu.edu/2001Proceedings.pdf> (12. jan. 2011)
- Walter J.P., Mao I.L. 1985. Multiple and single trait analyses for estimating genetic parameters in simulated populations under selection. *Journal of Dairy Science*, 68: 91-98
- Westell R.A., Quaas R.L., Van Vleck L.D. 1988. Genetic Groups in an Animal Model. *Journal of Dairy Science*, 71: 1310-1318
- Zupančič A. 2004. Rjava pasma v prostoru Dolenjske. V: 100 let dela v selekciji in kontroli prireje mleka na Slovenskem. Ptuj-Ljubljana, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije: 73-78

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici, prof. dr. Mileni Kovač in recenzentki, dr. Špeli Malovrh, za strokovno pomoč pri izdelavi diplomske naloge, prav tako pa tudi predsednici komisije, prof. dr. Antoniji Holcman za pregled naloge.

Hvala tudi ostalim sodelavcem enote za prašičerejo, biometrijo in selekcijo, predvsem Martini Planinc in Janji Urankar za nesebično pomoč in potrpežljivost z mano in mojimi problemi.

Hvala mag. Betki Logar za pripravo podatkov, dr. Klemenu Potočniku za odgovore na mnoga vprašanja v zvezi z diplomsko nalogo, za pomoč pa hvala tudi g. Tomažu Perparju in g. Matiji Riglerju. Hvala referentki ga. Sabini Knehtl za pomoč in vse nasvete v času študija. Hvala tudi knjižničarki, dr. Nataši Siard ter ga. Karmeli Malinger za pregled naloge.

Iskrena hvala sošolcem in prijateljem za nepozabna skupna štiri leta, za smeh in vse, kar smo skupaj doživeli. Lepo je, če ima človek ob sebi ljudi, na katere se lahko zanese in jim zaupa.

Seveda ne bi bilo niti črke diplomske naloge, če ne bi bilo moje družine. Hvala mami, ati, Simona in Manca, za mladost, ki si jo lahko večina le želi. Hvala za vse izkušnje, pohvale, spodbude in kritike, ko so bile potrebne. Hvala za potrpežljivost v času mojega bivanja v Ljubljani, ko je namesto mene delo na kmetiji moral opravljati nekdo drug. Še enkrat hvala za vse. Besed, s katerimi bi zadostno opisal svojo hvaležnost, seveda ni. Hvala!

Sestri Simoni hvala tudi za lektoriranje naloge.

Na koncu se zahvaljujem še moji boljši in lepši polovici. Nina, hvala, da me spodbujaš. Hvala, da me tolažiš. Hvala, da me opominjaš. Hvala, da potrpežljivo čakaš, kadar imam kakšno od mnogih drugih obveznosti, naj bo na faksu ali pa doma. Hvala, ker me spravljaš v smeh. Hvala, da se lahko zanesem nate. Hvala, ker me imaš rada. HVALA!