

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Anže ULE

**ANALIZA GENETSKIH SPREMEMB NA OSNOVI MEDNARODNE
PRIMERJAVE PLEMENSKIH VREDNOSTI BIKOV RJAVE PASME**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**ANALYSIS OF GENETIC CHANGES BASED ON THE
INTERNATIONAL COMPARISON OF BREEDING VALUES IN
BROWN BREED BULLS**

GRADUATION THESIS
University Studies

Ljubljana, 2016

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija kmetijstva - zootehniko. Podatke za izvedbo diplomskega dela smo pridobili na Katedri za znanosti o rejah živali Oddelka za zootehniko Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Komisija za dodiplomski študij Oddelka za zootehniko je za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Klemna POTOČNIKA.

Recenzent: doc. dr. Gregor GORJANC

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: doc. dr. Silvester ŽGUR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član: doc. dr. Klemen POTOČNIK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član: doc. dr. Gregor GORJANC
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Datum zagovora:

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

Anže Ule

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 636.2:575(043.2)=163.6
KG	govedo/biki/rjava pasma/Interbull/InterGenomics/genomska selekcija/
KK	AGRIS L10/5212
AV	ULE, Anže
SA	POTOČNIK, Klemen (mentor)
KZ	SI-1230 Domžale, Groblje 3
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
LI	2016
IN	ANALIZA GENETSKIH SPREMENB NA OSNOVI MEDNARODNE PRIMERJAVE PLEMENSKIH VREDNOSTI BIKOV RJAVE PASME
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	XI, 50 str., 5 pregl., 22 sl., 11 pril., 53 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	Namen tega diplomskega dela je bil analizirati genetske spremembe na osnovi mednarodne primerjave plemenskih vrednosti bikov rjave pasme in oceniti, ali naša populacija (naša selekcija) sledi trendom svetovne populacije oz. pri katerih lastnostih odstopa. Podatki, ki so bili uporabljeni v analizi, so rezultat sodelovanja Slovenije v mednarodnem projektu InterGenomics, ki se izvaja pod okriljem Interbull-a. V obdelavi smo uporabili podatke iz decembrskega obračuna leta 2015. Iz nadaljnje analize smo zaradi premajhnega števila genotipiziranih bikov v nekaterih državah izločili 6 držav. V končni analizi smo uporabili podatke o 15.546 rjavih bikih iz 8 različnih držav, rojenih v obdobju med leti 2000 in 2015. Genetske trende za 28 lastnosti smo predstavili grafično. Statistični model, ki smo ga uporabili v obdelavi podatkov, vključuje interakcijo med sistematskima vplivoma leto rojstva in državo izvora oz. porekla. Ugotovili smo, da je pri 24 lastnostih opazen pozitiven genetski trend. Pri lastnosti dolžina seskov smo opazili negativen genetski trend, pri 3 lastnostih (nagib križa, skočni sklep in globina telesa) pa v izbranem obdobju ni bilo mogoče zaslediti genetskih sprememb. Na splošno lahko zaključimo, da se genetske razlike med slovensko in skupno populacijo rjavih bikov zmanjšujejo. Biki slovenskega izvora sledijo skupni populaciji rjavega goveda, ki je vključena v mednarodno primerjavo v okviru projekta InterGenomics. Zmanjševanja razlik med slovensko in skupno populacijo ne moremo pripisati uvedbi genomske selekcije, ker jo v Slovenski populaciji izvajamo krajši čas in v manjši meri, kot bi bilo to mogoče. Vse kaže, da je vzrok temu sledenje rejskim ciljem tujih populacij (podobna sestava agregatne vrednosti), kar je v Sloveniji praksa zlasti v zadnjem desetletju. Vsekakor je genomska selekcija pravo orodje za učinkovito selekcijo in jo je smiselno izkoristiti v največji možni meri.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
 DC UDC 636.2:575(043.2)=163.6
 CX cattle/bulls/Brown Swiss/Interbull/InterGenomics/genomic selection/
 CC AGRIS L10/5212
 AU ULE, Anže
 AA POTOČNIK, Klemen (supervisor)
 PP SI-1230 Domžale, Groblje 3
 PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Animal Science
 PY 2016
 TI ANALYSIS OF GENETIC CHANGES BASED ON THE INTERNATIONAL
 COMPARISON OF BREEDING VALUES IN BROWN BREED BULLS
 DT Graduation Thesis (University studies)
 NO XI, 50 p., 5 tab., 22 fig., 11 ann., 53 ref.
 LA sl
 AL sl/en
 AB The main objective of this study was to analyze genetic changes based on the international comparison of breeding values in Brown Swiss bulls and evaluate whether our population follows the trends of other populations. Data, which was used in this study, is the result of Slovenia's participation in the international project, called InterGenomics, which is in routine evaluation at the Interbull centre. In this study, we used data from the December 2015 evaluation. After the elimination of 6 countries from further analysis due to the small number of bulls from those countries, the final data set included 15,546 Brown Swiss bulls from 8 countries, born in the period between 2000 and 2015. Genetic trends were presented graphically for all 28 studied traits. Statistical model, which was used in the analysis, includes the interaction between fixed effect of the birth year and country of origin. We have found a positive genetic trend in 24 traits. For trait teat length we observed a negative genetic trend and for 3 traits (rump angle, rear leg-side view and body depth) we did not observe any genetic changes. We can conclude that the genetic differences between the Slovenian bulls and the total population are reducing during studied period. Bulls with Slovenian origin follows the total population of Brown Swiss bulls, which are involved in international comparison in the project InterGenomics. Reducing the differences between the Slovenian and the total population can't be attributed to the introduction of genomic selection in Slovenia, because it is performed for a shorter period and to a lesser extent than could have been possible. Everything indicates that the cause of this is that the Slovenian population is following the breeding goals of foreign populations, which is a standard practice in Slovenia especially in the last decade. Regardless of this, genomic selection is the right tool for efficient selection and it should be exploited to the fullest extent.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija	III
Key words documentation	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	VIII
Kazalo prilog	X
Okrajšave in simboli	XI
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 RJAVA PASMA	3
2.1.1 Rejski cilji za rjavo pasmo govedi	5
2.2 KLASIČNA SELEKCIJA	6
2.2.1 Plemenska vrednost	7
2.3 GENOMSKA SELEKCIJA	11
2.4 INTERBULL	14
2.4.1 MACE	15
2.4.2 InterGenomics	16
3 MATERIAL IN METODE	17
3.1 STRUKTURA PODATKOV	17
3.2 STATISTIČNA OBDELAVA	18
4 REZULTATI	19
4.1 OCENJENI KORELACIJSKI KOEFICIENTI MED SKLOPI LASTNOSTI	19
4.2 GENETSKI TRENDI	21
4.2.1 Lastnosti mlečnosti	21
4.2.1.1 Kg beljakovin, kg mleka, kg maščob in IBM	21
4.2.2 Telesne lastnosti	22
4.2.2.1 Višina križa	22
4.2.2.2 Širina spredaj	23
4.2.2.3 Nagib križa	24
4.2.2.4 Skočni sklep	24
4.2.2.5 Bicliji in parklji	25
4.2.2.6 Višina mlečnega zrcala in širina mlečnega zrcala	26
4.2.2.7 Globina vimena	27

4.2.2.8	Dolžina seskov	28
4.2.2.9	Namestitev prednjih seskov in namestitev zadnjih seskov	28
4.2.2.10	Globina telesa	29
4.2.2.11	Sedna širina	30
4.2.2.12	Pripetost vimena	31
4.2.2.13	Globina centralne vezi	32
4.2.2.14	Noge točke	33
4.2.2.15	Vime točke in skupaj točke	33
4.2.3	Funkcionalne lastnosti	34
4.2.3.1	Dolgoživost	34
4.2.3.2	Iztok mleka	35
4.2.3.3	Somatske celice	36
4.2.4	Agregatni genotip	36
4.2.4.1	SSI - prireja mleka in SSI - kombinirana prireja	36
5	RAZPRAVA in SKLEPI	38
5.1	RAZPRAVA	38
5.1.1	Ocenjeni korelacijski koeficienti med sklopi lastnosti	38
5.1.2	Genetski trendi	39
5.1.2.1	Lastnosti mlečnosti	39
5.1.2.2	Telesne lastnosti	40
5.1.2.3	Funkcionalne lastnosti	41
5.1.2.4	Agregatni genotip	42
5.2	SKLEPI	43
6	POVZETEK	44
7	VIRI	46
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Rejski cilji za mlečni tip rjavega goveda (Perpar in sod., 2010b)	5
Preglednica 2: Rejski cilji za mesno-mlečni tip rjavega goveda (Perpar in sod., 2010b)	6
Preglednica 3: Pregled ekonomskih uteži po sklopih lastnosti za rjavo pasmo govedi za dve usmeritvi, prireja mleka in kombinirana prireja (Logar in sod., 2014)	11
Preglednica 4: Različni SNP čipi, razdeljeni glede na gostoto in proizvajalca (Nicolazzi in sod., 2014).	13
Preglednica 5: Število genotipiziranih bikov (posamezno in skupaj) po sodelujočih državah v obdobju od leta 2000 do 2015	19

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Shema genomske selekcije (Goddard in Hayes, 2009, cit. po Eggen, 2012)	12
Slika 2: Predstavitev MACE metode (Reents, 2007)	15
Slika 3: Povprečna ocena PV12 za lastnost kg beljakovin glede na leto rojstva plemenskega bika po državah	21
Slika 4: Povprečna ocena PV12 za lastnost višina križa glede na leto rojstva plemenskega bika po državah	22
Slika 5: Povprečna ocena PV12 za lastnost širina spredaj glede na leto rojstva plemenskega bika po državah	23
Slika 6: Povprečna ocena PV12 za lastnost nagib križa glede na leto rojstva plemenskega bika po državah	24
Slika 7: Povprečna ocena PV12 za lastnost skočni sklep glede na leto rojstva plemenskega bika po državah	25
Slika 8: Povprečna ocena PV12 za lastnost biclji glede na leto rojstva plemenskega bika po državah	26
Slika 9: Povprečna ocena PV12 za lastnost višina mlečnega zrcala glede na leto rojstva plemenskega bika po državah	27
Slika 10: Povprečna ocena PV12 za lastnost globina vimena glede na leto rojstva plemenskega bika po državah	27
Slika 11: Povprečna ocena PV12 za lastnost dolžina seskov glede na leto rojstva plemenskega bika po državah	28
Slika 12: Povprečna ocena PV12 za lastnost namestitvev prednjih seskov glede na leto rojstva plemenskega bika po državah	29
Slika 13: Povprečna ocena PV12 za lastnost globina telesa glede na leto rojstva plemenskega bika po državah	30
Slika 14: Povprečna ocena PV12 za lastnost sedna širina glede na leto rojstva plemenskega bika po državah	31
Slika 15: Povprečna ocena PV12 za lastnost pripetost vimena glede na leto rojstva plemenskega bika po državah	31
Slika 16: Povprečna ocena PV12 za lastnost globina centralne vezi glede na leto rojstva plemenskega bika po državah	32
Slika 17: Povprečna ocena PV12 za lastnost noge točke glede na leto rojstva plemenskega bika po državah	33
Slika 18: Povprečna ocena PV12 za lastnost vime točke glede na leto rojstva plemenskega bika po državah	34
Slika 19: Povprečna ocena PV12 za lastnost dolgoživost glede na leto rojstva plemenskega bika po državah	35

Slika 20:	Povprečna ocena PV12 za lastnost iztok mleka glede na leto rojstva plemenskega bika po državah	35
Slika 21:	Povprečna ocena PV12 za lastnost število somatskih celic, glede na leto rojstva plemenskega bika po državah	36
Slika 22:	Povprečna ocena PV12 za lastnost SSI - prireja mleka glede na leto rojstva plemenskega bika po državah	37

KAZALO PRILOG

- Priloga A: Ocenjeni korelacijski koeficienti med DGV-ji (prva vrstica) in p - vrednosti (druga vrstica) med sklopi lastnosti: lastnosti mlečnosti, funkcionalne lastnosti in agregatni genotip
- Priloga B: Ocenjeni korelacijski koeficienti med DGV-ji (prva vrstica) in p - vrednosti (druga vrstica) za sklop telesne lastnosti
- Priloga C: Ocenjeni korelacijski koeficienti med DGV-ji (prva vrstica) in p - vrednosti (druga vrstica) med sklopi lastnosti: lastnosti mlečnosti, funkcionalne lastnosti, agregatni genotip in telesne lastnosti
- Priloga D: Povprečna ocena PV12 za lastnost kg mleka glede na leto rojstva plemenskega bika po državah
- Priloga E: Povprečna ocena PV12 za lastnost kg maščob glede na leto rojstva plemenskega bika po državah
- Priloga F: Povprečna ocena PV12 za lastnost IBM glede na leto rojstva plemenskega bika po državah
- Priloga G: Povprečna ocena PV12 za lastnost parklji glede na leto rojstva plemenskega bika po državah
- Priloga H: Povprečna ocena PV12 za lastnost širina mlečnega zrcala glede na leto rojstva plemenskega bika po državah
- Priloga I: Povprečna ocena PV12 za lastnost namestitvev zadnjih seskov glede na leto rojstva plemenskega bika po državah
- Priloga J: Povprečna ocena PV12 za lastnost skupaj točke glede na leto rojstva plemenskega bika po državah
- Priloga K: Povprečna ocena PV12 za lastnost SSI - kombinirana prireja glede na leto rojstva plemenskega bika po državah

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

A4	metoda kontrole mlečnosti po standardih ICAR, ki se izvaja pri obeh dnevni molžah, pri vseh molznicah, ki so molžene na dan kontrole
AT4	metoda kontrole mlečnosti po standardih ICAR, ki se izvaja izmenično, en mesec pri jutranji molži, naslednji mesec pri večerni molži
DGV	direktna genomska plemenska vrednost (ang. direct genomic value)
DNK	deoksiribonukleinska kislina
EAAP	evropska zveza za zootehniko (ang. european federation of animal science)
FAO	svetovna organizacija za prehrano in kmetijstvo pri združenih narodih (ang. Food and agriculture organization)
GEBV	genomsko izboljšana plemenska vrednost (ang. genomically enhanced breeding value)
h^2	dednostni delež
HGEN	oddelek za zootehniko in genetiko (ang. department of animal breeding and genetics)
IBM	indeks beljakovin in maščob za dnevne kontrole
ICAR	mednarodni komite za kontrolo proizvodnje (ang. international committee for animal recording)
IDF	mednarodna zveza za prirejo mleka (ang. international dairy federation)
Interbull	organizacija, ki skrbi za mednarodno primerjavo plemenskih vrednosti bikov mlečnih pasem
InterGenomics	mednarodni projekt za primerjavo plemenskih vrednosti bikov rjave pasme, ki se izvaja pod okriljem Interbull-a
ITC	tehnični odbor pri Interbull-u (ang. interbull technical committee)
MACE	več lastnostni model za rangiranje bikov med različnimi državami
PV	plemenska vrednost
PV12	standardizirana plemenska vrednost, standardni odklon = 12
r	korelacijski koeficient
SAC	znanstveno svetovalni odbor pri Interbull-u (ang. scientific advisory committee)
SD	standardni odklon
SLU	univerza za kmetijske vede v Uppsala, Švedska (ang. swedish university of agricultural sciences)
SNP	variacija DNK sekvence, ki se pojavi, ko se en sam nukleotid v genomu razlikuje med osebki iste biološke vrste (polimorfizem enega nukleotida)
SNP čip	čip za detekcijo polimorfizma posameznega nukleotida
SSI	skupni selekcijski indeks

1 UVOD

Selekcija je pomembno rejsko opravilo. Če je bila v preteklosti odločitev katerega bika uporabiti v čredi in katero teličko obdržati v reji oz. prodati prepuščena osebnim odločitvam rejcev, se je s povečevanjem znanja na področju genetike ter razvojem računalništva in informatike v to delo vključila tudi stroka. Seleksijska opravila so danes pomemben del rejskih programov, ki se vodijo za posamezne pasme in se periodično ali po potrebi spreminjajo oz. dopolnjujejo. Pri oblikovanju rejskih programov sodelujejo tako rejci, ki so povezani v rejska združenja, kot strokovnjaki s področja zootehniko in veterine.

Tudi rjave pasme govedi, kot jo poznamo danes, ne bi bilo brez seleksijskega dela, predvsem v Združenih državah Amerike. Po letu 1869 so Američani evropsko rjavo pasmo selekcionirali zlasti na večjo proizvodnjo mleka in jo iz kombinirane pasme spremenili v mlečno pasmo. Zaradi vse večjega globalnega povpraševanja po mleku so se nato rejci v Evropi odločili križati ameriško rjavo pasmo z rjavo pasmo, ki je bila rejena v Evropi. Pri tem jim je uspelo povečati proizvodnjo mleka ter obdržati karakteristike evropske rjave pasme. Zaradi tega danes rjavo pasmo v Evropi štejemo med kombinirane pasme s poudarkom na prireji mleka.

Vse do leta 2009 je selekcija temeljila predvsem na tako imenovanem progenem testu, kjer so osnova ocenam plemenskih vrednosti meritve in ocene fenotipa živali ter rodovništvo oz. sorodstvene vezi. Po letu 2009 je razvoj na področju molekularne biologije in genetike ter razvoj novih metod omogočil vpogled v genom goveda, ki je zaslužen za raznolikost med živalmi v določeni populaciji. Začelo se je obdobje tako imenovane genomske selekcije. S pomočjo SNP čipa lahko dandanes napovemo genomsko plemensko vrednost že zelo mladim živalim, pri genotipizaciji zarodkov pa celo še nerojenim živalim. Tako je uspelo selekcionistom skrajšati generacijski interval in posledično povečati genetski napredek pri gospodarsko pomembnih lastnostih (Schaeffer, 2006).

Za uspešno genomsko selekcijo je potrebno genotipizirati zadostno število živali (več kot 1.000), ki imajo že opravljeni progeni test (Schaeffer, 2006). V majhnih populacijah, kot jo imamo v Sloveniji, je to nemogoče. Zato je bilo potrebno uvesti mednarodno sodelovanje posameznih držav. Primer sodelovanja posameznih rejskih organizacij je projekt InterGenomics, ki je voden s strani Interbull-a, neprofitne organizacije, ki skrbi za mednarodno primerjavo plemenskih vrednosti bikov mlečnih pasem. Pri projektu od leta 2009 sodeluje tudi Slovenija.

Ker imajo posamezne države med seboj različne rejske cilje in uporabljajo pri napovedovanju plemenskih vrednosti (PV) različne metode kot tudi enote, se zaradi primerjave PV med seboj uporablja tako imenovana standardizirana plemenska vrednost

(PV12). Za prikaz PV12 se uporabljajo grafikoni, saj tako lahko hitro ugotovimo, v katero smer (pozitivno ali negativno) poteka selekcija oz. kakšni so genetski trendi posamezne populacije.

Namen naše naloge je analizirati genetske spremembe na osnovi mednarodne primerjave plemenskih vrednosti bikov rjave pasme in oceniti, ali naša populacija (naše selekcijsko delo) sledi trendom svetovne populacije oz. pri katerih lastnostih odstopa.

2 PREGLED OBJAV

2.1 RJAVA PASMA

Rjava pasma govedi je tujerodna pasma (Ferčej in sod., 1989). V Sloveniji jo vseeno klasificiramo pod tradicionalno pasmo, ker je v neprekinjeni reji pri nas že več kot 50 let in za njo obstaja rejska dokumentacija, iz katere je razvidno, da se za pasmo vodi poreklo že najmanj pet generacij, izvajajo pa se tudi rejska in selekcijska opravila (Šalehar in sod., 2006).

V 19. stoletju je bila govedoreja na Slovenskem ozemlju v zelo slabem stanju, zato so boljši rejci kupovali govedo v rejsko bolj naprednih državah. Nastanek slovenske rjave pasme, nekoč imenovane dolenjska sivka, sivorjava pasma ali sivorjavo dolenjsko govedo, pripisujemo križanju švicarskega rjavega goveda z muricidolskim govedom, ki je bilo pripeljano iz Avstrije in prisotno na slovenskih tleh (Ferčej in sod., 1989; Cizej, 1991; Perpar in sod., 2010a). Dolenjska sivka je bila tako v Sloveniji prisotna že od leta 1850 (Potokar in sod., 2009). Leta 1909 je v Sodražici nastala prva rejska zadruga, ki je kasneje dolenjsko sivko preimenovala v rjavo pasmo govedi (Ferčej in sod., 1989). Zadruga je imela v kasnejšem obdobju velik vpliv na selekcijo bikov rjave pasme. Iz alpskega predela Švice, od koder izvira rjava pasma, so pripeljali nekaj krav in telic, s katerimi so uspeli izboljšati karakteristike rjave pasme pri nas. Največji napredek so dosegli na področju okvirja živali, mlečnosti in proizvodnje mesa (Potočnik in Čepon, 2010).

Prvi začetki reje te pasme pri nas so bili na območju Notranjske, Kočevske, Dolenjske in na območju Brežic (Perpar in sod., 2010a). Nekaj glav živali je bilo tudi na veleposestvih na Štajerskem, predvsem na območju Pohorja in v okolici Maribora (Ferčej in sod., 1989). Pasma se je oblikovala v težkih talnih in vremenskih razmerah (visokogorja Švice in kraške planote v Sloveniji), kar je pripeljalo do pridobitve nekaterih pomembnih lastnosti, kot so miren temperament, odpornost, dolgoživost, prilagodljivost na vremenske pogoje, dobra plodnost, čvrste noge in biclji ter sposobnost izkoriščanja velikih količin voluminozne krme (Potokar in sod., 2009). Prav zaradi teh lastnosti je rjavo govedo razširjeno po celem svetu (Ferčej in sod., 1989).

Med leti 1869 in 1880 je bilo iz Švice v Združene države Amerike uvoženih 150 plemenskih živali rjave pasme. Živali so tam vrsto let selekcionirali samo na lastnosti mlečnosti in tako se je razvila pasma ameriško rjavo govedo (Brown Swiss), ki so jo Američani prekvalificirali iz kombinirane v mlečno pasmo govedi. Zaradi vse večjega globalnega povpraševanja po mleku v 60. oz. 70. letih prejšnjega stoletja se je v Evropi začelo masovno oplemenjevanje tamkajšnje rjave z ameriško rjavo pasmo. Cilji so bili povečati mlečnost živalim, ki so bile rejene v Evropi in obdržati ostale pozitivne pasemske

lastnosti, ki so odlikovale rjavo pasmo v Evropi. Živali so zaradi tega postale večje in težje, hkrati pa so se izboljšale lastnosti vimena. Danes štejemo rjavo pasmo govedi pod kombinirano pasmo s poudarkom na prireji mleka (Ferčej in sod., 1989; Potokar in sod., 2009; Perpar in sod., 2010a).

Živali rjave pasme govedi, kot pove že ime, so sivo rjave do temnejše rjave barve. Krave so težke okoli 600 do 700 kg, z višino vihra od 135 do 145 cm. Ob kakovostni voluminozni krmi so sposobne proizvesti od 6.000 do 7.000 kg mleka letno, s 4,0 % ali več mlečne maščobe in 3,5 % beljakovin. Biki lahko v vihru dosežejo višino tudi do 155 cm in imajo končno telesno maso okoli 1.000 kg. Za njih je značilna hitra rast (prirast od 1.000 do 1.200 g/dan) in so primerni za pitanje do velike mase z visoko klavnostjo (Potokar in sod., 2009).

Ocena strukturnega stanja različnih pasem goveda v Sloveniji, ki ga je Cizej leta 1991 zapisal v svoji knjigi, je zelo drugačno od stanja v letu 2014. V letu 1991 je lisasta pasma predstavljala 58 % celotne populacije v Sloveniji, rjavega goveda je bilo 33 %, živali črno-bele pasme je bilo 7 %, ostalih pasem in križancev pa 2 % (Cizej, 1991). V letu 2014 je bilo živali rjave pasme precej manj. Te so predstavljale le še 6,4 % celotne populacije goveda v Sloveniji. Največ je bilo živali lisaste pasme (31,02 %), na drugem mestu po številu živali pa so bile živali črno-bele pasme. Teh je bilo 17,35 % od celotne populacije v Sloveniji. Populacija krav rjavega goveda se torej v Sloveniji zmanjšuje. Med letoma 1985 in 2014 se je število krav rjave pasme zmanjšalo za kar 78 % (Sadar in sod., 2015). Tako strm padec števila živali rjave pasme naj bi bil posledica strukturnih sprememb v slovenskem kmetijstvu, saj se je kmetovanje na območjih z omejenimi dejavniki v tem obdobju hitro opuščalo. Rjava pasma je še danes najbolj razširjena na območjih z omejenimi naravnimi možnostmi. Kar 70 % krav rjave pasme se nahaja na gorskih območjih, 16 % pa v drugih območjih z omejenimi možnostmi (Potočnik in Čepon, 2010). Trenutno je rjava pasma razširjena skoraj po celotnem ozemlju Slovenije, pri čemer je največ živali te pasme na Primorskem, Dolenjskem, v delu Ljubljanske kotline, Notranjskem, Savinjskem in v Šaleški dolini (Perpar in sod., 2010a).

Krave rjave pasme so znane po svoji dolgoživosti (Jenko, 2007). Delež krav rjave pasme, ki so v letu 2014 doživele 5. leto po telitvi, je znašal 30,1 % in je bil hkrati največji v primerjavi z drugimi pasmami v Sloveniji. Najmanjši (23,8 %) delež krav, ki so dočakale 5. leto po telitvi, so zabeležili pri črno-beli pasmi (Sadar in sod., 2015). Podobne zaključke je pokazala analiza dolgoživosti, ki jo je Jenko opravil v letu 2007. V analizo je zajel 77.737 krav, ki so med leti 1995 in 2000 prvič telile in so bile vključene v AP kontrolo ter v prirejo mleka. Najdaljšo proizvodno dobo so imele krave rjave pasme, ki so v čredah molznic v povprečju preživele 51,3 mesecev in v povprečju dosegle 4,0 laktacij.

2.1.1 Rejski cilji za rjavo pasmo govedi

Rejski cilji za rjavo pasmo v Sloveniji so razdeljeni na cilje za mlečni tip in cilje za mesno-mlečni tip govedi. V mlečni tip uvrščamo krave molznice v intenzivni prireji mleka, v mesno-mlečni pa krave dojilje in krave molznice v ekstenzivni prireji mleka (Potokar in sod., 2009).

1. Mlečni tip:

Telesna konstitucija živali, ki so usmerjene v prirejo mleka, je čvrsta, živali imajo drobne kosti in tanko kožo. Krave morajo biti visoke in obsežne, s telesno maso od 600 do 700 kg. Imeti morajo visoko konzumacijsko sposobnost za voluminozno krmo (Potokar in sod., 2009). Ostali rejski cilji so predstavljeni v preglednici 1.

Preglednica 1: Rejski cilji za mlečni tip rjavega goveda (Perpar in sod., 2010b)

Mlečnost	7.500 kg in več oz. 12 kratnik telesne mase
Vsebnost	4,2 % ali več mlečnih maščob in več kot 3,5 % beljakovin
Višina križa	145 do 150 cm
Vime	obsežno, dobro pripeto, izenačeno vime in enakomerno razporejeni ter pravilno nameščeni seski, ki so primerni za strojno molžo
Noge	čvrsti biclji, visoki in trdi parklji s tankim skočnim sklepom
Telitve	lahke
Molznost	od 2 do 3,6 l/min
Ostale lastnosti	dolga življenjska doba in proizvodnost, dobra plodnost, dobra prilagodljivost in odpornost na bolezni, dobra mlečna vztrajnost, miren temperament, nizko število somatskih celic (manj kot 200.000), zdravo vime, dobre lastnosti gospodarskega križanja

2. Mesno-mlečni tip:

Živali, ki spadajo pod mesno-mlečni tip, so rejene zaradi mesa, zato so nekoliko bolj grobe in sorazmerno dobro omišičene. Trup mora biti obsežen in telesna masa večja od 650 kg. Rejski cilji so usmerjeni k izboljšavi rastnosti in omišičenosti, predvsem za rejce, ki opuščajo prirejo mleka in se usmerjajo v prirejo mesa (Potokar in sod., 2009). Preostali rejski cilji so zapisani v preglednici 2.

Preglednica 2: Rejski cilji za mesno-mlečni tip rjavega goveda (Perpar in sod., 2010b)

Mlečnost	5.000 kg in več
Vsebnost	4,0 % mlečnih maščob in 3,5 % beljakovin
Višina križa	142 do 146 cm
Dnevni prirast	1.200 gramov na dan ali več, (velja za bike od rojstva do klavne zrelosti)
Vime	čvrsto pripeto, izenačeno, žleznato
Noge	čvrsti biclji, visoki in trdi parklji
Telitve	lahke
Ostale lastnosti	dolga življenjska doba, dobra prilagodljivost in odpornost na bolezni, dobra mlečna vztrajnost, dobra plodnost, miren temperament, dobra omišičenost

2.2 KLASIČNA SELEKCIJA

Selekcija pomeni odbiro živali za razmnoževanje z namenom, da bo vsak novi rod živali boljši za gospodarnost reje od prejšnjega (Ferčej in sod., 1989). Sprva so selekcijo na živalih opravljali rejci sami na podlagi vsakodnevnih opažanj in preprostih sklepanj (Gorjanc, 2013). Dandanes se selekcionira živali glede na gospodarsko pomembne lastnosti, ki so dedne in njihovo izraženost oz. fenotip lahko merimo (Ferčej in sod., 1989). Pri tem nam pomagajo moderne metode selekcije, kot so zbiranje podatkov o rodovnikih in prireji ter napredne statistične metode (Gorjanc, 2013).

V praksi se izvaja selekcija na monogene in poligene lastnosti. Poleg genov na izražanje lastnosti vpliva tudi okolje. Vzajemno delovanje dednih zasnov oz. genotipa in dejavnikov okolja imenujemo fenotip (Falconer in Mackay, 1996). Fenotipska vrednost lastnosti je spremenljiva in velja za določeno skupno okolje. Pod pojmom okolje povzamemo dejavnike, kot so krmljenje, uhlevitev, vodenje reje, oskrba živali, podnebne razmere in izpostavljenost boleznim. V zelo ugodnem okolju se lastnost lahko izrazi do meje genetske zmogljivosti, v slabšem okolju pa dejavniki zavirajo maksimalno izražanje genov (Pogačar, 1984). Na monogene lastnosti vpliva samo eden oz. maloštevilni geni/lokusi, zato je selekcija na njih dokaj preprosta in se izvaja samo v primeru, da je lastnost gospodarsko pomembna (Ferčej in sod., 1989). Podobnost med potomci in starši je večja pri lastnostih, ki jih določa manjše število genov. Primeri monogenih lastnosti so brezročnost, krvne skupine, recesivne dedne napake, dvojna omišičenost in druge. Fenotip za večino teh lastnosti lahko razdelimo v jasno ločene skupine, zaradi česar takšne lastnosti velikokrat poimenujemo tudi kot kvalitativne lastnosti. Pri dedovanju poligenih lastnosti pa ima vpliv večje število genov, njihova izraženost pa je v veliki meri odvisna od dejavnikov okolja. V to skupino spada večino gospodarsko pomembnih lastnosti, kot so količina in sestava mleka, rastnost, klavnost in velikost ter oblike telesa (Pogačar, 1984). Fenotip za večino teh lastnosti ne moremo razdeliti v jasno ločene skupine, a jih lahko namesto tega

natančno izmerimo. Zato jih poimenujemo tudi kot kvalitativne lastnosti.

Pri selekcijskem delu je potrebno upoštevati dednostni delež za posamezno lastnost in genetske korelacije med lastnostmi pri gospodarsko najbolj pomembnih lastnostih. Dednostni delež ali heritabiliteta (h^2) je vrednost, ki nam pove, kolikšen delež variabilnosti med živalmi je zaradi variabilnosti v dednih zasnovah. Dednostni delež zavzema vrednosti na intervalu od 0 do 1. Pri lastnostih, ki imajo manjši dednostni delež, je selekcija počasna, pri lastnostih, ki imajo višji dednostni delež (npr. višina vihra) pa je selekcijski napredek hitrejši in potomstvo je pri teh lastnostih bolj podobno med seboj. Ker odbiramo živali na več lastnosti hkrati, kar velja posebno za govedo s kombiniranimi lastnostmi, so pomembne tudi genetske korelacije med lastnostmi. Povezanost merimo s korelacijskim koeficientom (r), ki je definiran na intervalu od -1 do $+1$. Če takšnih povezav med lastnostmi ne upoštevamo, lahko s selekcijo na določene gospodarsko pomembne lastnosti zanemarimo druge. Kadar je genetska korelacija negativna, prva lastnost drugo zmanjša. Negativna genetska korelacija je med količino mleka in odstotkom maščobe v mleku ($r = -0,21$). To pomeni, da se z odbiro živali samo na večjo količino mleka, posledično zniža odstotek maščobe v mleku. Zato se odbirajo živali, ki imajo dobre dedne zasnove za večino gospodarsko pomembnih lastnosti. Lahko pa z odbiranjem na določeno lastnost hkrati izboljšujemo tudi drugo, če je korelacija med njima pozitivna (Falconer in Mackay 1996; Ferčej in sod., 1989; Pogačar, 1984).

Selekcija se na živalih izvaja tako z odbiro plemenskih bikov kot z odbiro telic za obnovo čred. Po moški strani je intenzivnost selekcije lahko zelo velika, ker jih za razmnoževanje potrebujemo manj in lahko odbiramo samo najboljše (Ferčej in sod., 1989).

2.2.1 Plemenska vrednost

Plemenska vrednost (PV) predstavlja oceno (napoved) genetske vrednosti živali za posamezno lastnost, ki se prenaša na potomce (Potočnik, 2002). Starši na svoje potomstvo prenesejo naključno polovico svojih genov. Genetsko vrednost živali sestavljata dve vrsti komponent. Prvim, ki se seštevajo, pravimo aditivne genetske vrednosti. Drugi je neseštevalni oz. neaditivni del. Ta je posledica morebitnih interakcij preko vpliva dominance (interakcije med aleloma na istem lokusu) ali epistaze (interakcije med aleli na različnih lokusih) (Falconer in Mackay, 1996). Za aditivno genetsko vrednost se v praksi uporablja izraz plemenska vrednost. Napoved PV mora biti čim bolj zanesljiva, predvsem za živali, ki bodo starši naslednjim generacijam (Potočnik in sod., 2010). To je mogoče samo z velikim številom informacij, ki jih lahko pridobimo z merjenjem oz. ocenjevanjem (performance test) testirane živali ali z ocenjevanjem njenih potomcev (progeni test) in zbiranjem informacij o poreklu (Ferčej in sod., 1989). Plemensko vrednost lahko ocenjujemo za eno lastnost (enostranska selekcija), vendar se je v praksi izkazalo, da je selekcija gospodarnejša, če se izvaja na več lastnostih skupaj (Hazel in Lush, 1942).

Selekcija se v Sloveniji izvaja na podlagi agregatnega genotipa (ang. total merit index), za kar pa se je uveljavil izraz skupni selekcijski indeks (SSI), ki je izračunan iz plemenskih vrednosti gospodarsko pomembnih lastnosti (Pogačar, 1984). Pred izračunom SSI pa posamezne plemenske vrednosti za lastnosti standardiziramo. Dobimo tako imenovane standardizirane plemenske vrednosti (PV12). S tem pridobimo primerljive skale, na katerih prikazujemo plemenske vrednosti za posamezno lastnost, SSI ali komponente SSI. Povprečje populacije na skali za vse lastnosti je enako 100, standardni odklon pa ima vrednost 12. To pomeni, da je od živali, ki ima vrednost PV12 enako 112 (en standardni odklon), v populaciji približno 16 % živali boljših oz. ima večjo plemensko vrednost od nje. Če ima žival za določeno lastnost vrednost PV12 124, je torej v populaciji samo še 2,3 % boljših živali od nje, pri treh standardnih odklonih oz. pri vrednosti PV12, ki je enaka 136, pa je boljših samo še 0,14 % živali (Potočnik, 2002).

$$PV12_{ijk} = ((PV_{ijk} - \overline{PV_{ij}}) / SD_{ij}) \times 12 + 100 \quad \dots(1)$$

$PV12_{ijk}$ = standardizirana plemenska vrednost živali »k« za lastnost »j« in populacijo »i«

PV_{ijk} = plemenska vrednost živali »k« za lastnost »j« in populacijo »i«

$\overline{PV_{ij}}$ = povprečna plemenska vrednost za lastnost »j« in populacijo »i«

SD_{ij} = standardni odklon za lastnost »j« in populacijo »i« (Perpar in sod., 2001)

SSI se je do leta 2000 izračunaval samo za bike. Z uvedbo nove metode imenovane model živali, ki omogoča napovedovanje PV za posamezno lastnost za krave in bike hkrati, pa so PV in posledično SSI postali primerljivi med spoloma. Vsaki plemenski vrednosti je določena ekonomska teža (Potočnik, 2002). Ta se določi glede na selekcijske cilje, povprečno vrednost in porazdelitev lastnosti v populaciji ter glede na dednostni delež (Potočnik in sod., 2010).

Napovedovanje plemenskih vrednosti pri rjavi pasmi je v Sloveniji razdeljeno na 10 sklopov lastnosti, kot so lastnosti mlečnosti, zunanosti, dolgoživosti in druge. Pri dolgoživosti se uporabljajo podatki iz čim daljšega časovnega obdobja, pri vseh ostalih lastnostih pa se podatke omeji na najmanj 10 letno in ne več kot 15 letno obdobje meritev. Sledi kratka predstavitev načina napovedovanja plemenskih vrednosti (Potočnik in sod., 2010).

1. Biološki test

Namen biološkega testa je odkrivanje genetskih napak, ki bi jih lahko posamezen bik vnesel v populacijo. Ocene telesnih lastnosti potomcev posameznega očeta je prva ocena, ki se uporabi za oceno plemenskih vrednosti očeta. Teleta se meri in ocenjuje v starosti od 5 do 50 dni. Pri biološkem testu se spremlja 10 lastnosti. Obseg prsi se meri v centimetrih,

ostale lastnosti pa so ocenjene. Te so izraženost omišičenosti, telesna dolžina, telesna širina, globina telesa, telesne oblike in stoja živali, potek telitve, stanje teleta ter stanje teleta ob telitvi (Perpar in sod., 2010c).

2. Lastna preizkušnja oz. dnevni prirast

Lastna preizkušnja je preizkus bikcev, ki so bili načrtno parjeni in predstavljajo potencialne plemenske bike. Test se izvaja na testni postaji, da se zmanjša vpliv okoljskih dejavnikov. Bikce na testno postajo sprejmejo v starosti 120 dni oz. pri telesni masi do 150 kg. Test traja do 1. leta starosti živali. Bikce v preizkusu večkrat stehtajo in nato izračunajo dnevni prirast, ki je podan v g/dan (Perpar in sod., 2010c).

3. Lastnosti rasti in klavne kakovosti

Pri tem sklopu lastnosti se spremljata dnevni neto prirast in povprečen dnevni prirast. Ocenijo se mesnatost (sistem E–U–R–O–P) z uporabo predznakov + in - ter zamaščenost (na lestvici od 1 do 5). Prav tako se določi indeks konformacije (IK), kar pomeni relativno debelino klavnih polovic. S pomočjo disekcije na liniji klanja pa se v odstotkih določijo delež prednje četrti, mišičnega tkiva, loja, kit in kosti (Čepon in sod., 2006).

4. Lastnosti mlečnosti

Za napovedovanje plemenskih vrednosti za lastnosti mlečnosti podatke omejimo na prvih pet laktacij, prav tako jih omejimo na določeno število molznih dni (Potočnik in sod., 2010). Pridobimo jih na podlagi kontrole mlečnosti z AT4 oz. A4 metodo, ki sta priznani s strani mednarodne organizacije za kontrolo prireje mleka (ICAR). Obe kontroli opravlja pooblaščen oseba oz. kontrolor. Kontrola po metodi AT4 se izvaja izmenično, en mesec pri večerni, drug mesec pri jutranji molži. A4 kontrola pa se izvaja pri obeh dnevni molžah pri vseh molznicah, ki so molžene na dan kontrole (Perpar in sod., 2010c).

V sklop mlečnosti spada 8 lastnosti: količina mleka za dnevne kontrole v kilogramih (kg mleka), količina beljakovin za dnevne kontrole v kilogramih (kg beljakovin) in odstotkih, količina maščob za dnevne kontrole v kilogramih (kg maščob) in odstotkih, število somatskih celic dnevne kontrole v skupnem številu na mililiter mleka, vsebnost laktoze za dnevne kontrole v odstotkih in vsebnost sečnine za dnevne kontrole v mg na 100 ml mleka (Potočnik in sod., 2010).

5. Iztok mleka in temperament

V ta sklop spadata dve lastnosti, ki jih subjektivno oceni ocenjevalec oz. se po njima povpraša rejca. To sta iztok mleka in temperament živali (Perpar in sod., 2010c).

6. Lastnosti plodnosti

Material za napovedovanje plemenskih vrednosti se omeji na leto rojstva živali. Plemenska

vrednost posamezne živali se izračuna za dve lastnosti. Za dobo med telitvama (DMT), ki je izražena v dnevih in za starost ob prvi telitvi, ki je ravno tako izražena v dnevih (Potočnik in sod., 2010).

7. Potek telitve

Potek telitve je zelo pomembna lastnost pri odločitvi za odbiro bika za osemenjevanje. Zaradi subjektivne ocene rejca, ki jo ta pove ocenjevalcu, je težko oceniti nekatere kategorije porodov (Perpar in sod., 2010c).

Material za napovedovanje plemenskih vrednosti se omeji na leto ocenjevanja. V ta sklop spadata dve lastnosti: potek telitve za očeta telet, kjer ocenjujejo potek telitve pri potomcih določenega bika (paternalni vpliv oz. neposreden vpliv očeta) in potek telitve za očeta krav, kjer ocenjujejo potek telitve pri hčerah določenega bika (maternalni vpliv oz. posreden vpliv očeta) (Potočnik in sod., 2010).

8. Lastnosti zunanosti

Pri lastnostih zunanosti se meri in ocenjuje 31 lastnosti. Lastnosti, kot so višina vihra, višina križa, dolžina telesa, obseg prsi, sedna širina, globina telesa, dolžina križa in širina križa, so merjene v centimetrih. Ostale lastnosti, kot so širina spredaj, hrbet, nagib križa, kot in izraženost skočnega sklepa, stoja zadnjih nog, biclji, parklji, vime pod trebuhom, vime zadaj, višina in širina mlečnega zrcala, globina vimena, centralna vez, debelina, dolžina in položaj seskov, namestitvev prednjih in zadnjih seskov, omišičenost, mlečni značaj ter oblika in vime, pa so subjektivno ocenjene s strani ocenjevalca (Potočnik in sod., 2010).

9. Funkcionalna dolgoživost (dolgoživost)

Funkcionalna dolgoživost je obdobje, ki je izraženo v dnevih od prve telitve do izločitve. Pri ocenjevanju se uporablja metoda analize preživetja s pomočjo Weibullove porazdelitvene funkcije (Potočnik in sod., 2010).

10. Indeksi in SSI

Vsi indeksi in oba SSI se izračunajo iz standardiziranih plemenskih vrednosti. Pri indeksu beljakovin in maščob za dnevne kontrole (IBM) je PV12 za količino beljakovin tehtana z ekonomsko težo (0,8), ki je 4 krat večja od ekonomske teže za količino maščob (0,2). Indeks za okvir se izračuna iz PV12 za lastnosti višina križa ter širina in globina. Slednja ima tudi največjo ekonomsko težo v indeksu. Pri izračunu indeksa telesnih lastnosti za ekonomsko situacijo prireje mleka so lastnosti okvirja in lastnosti oblik tehtane z ekonomsko težo 0,27, lastnosti vimena pa z 0,46. Pri izračunu indeksa telesnih lastnosti za ekonomsko situacijo kombinirane reje pa so lastnosti okvirja tehtane z ekonomsko težo 0,59 ter lastnosti oblik in lastnosti vimena z 0,29 ter 0,15 (Logar in sod., 2014).

Pri izračunu SSI za ekonomski situaciji prireja mleka (SSI - prireja mleka) in kombinirana reja (SSI - kombinirana prireja) pa se uporabljajo ekonomske uteži, ki so predstavljene v preglednici 3. Pri izračunu SSI - prireja mleka se uporablja sklop 7 lastnosti. Največja ekonomska utež je pri lastnostih mlečnosti (0,50) in telesnih lastnostih (0,17), najmanjša pa pri iztoku mleka (0,03) in dolgoživosti (0,05). Pri izračunu SSI - kombinirana prireja se upošteva sklop 6 lastnosti, pri čemer je največji gospodarski poudarek pri pitovnih lastnostih (0,30). Temu sledijo telesne lastnosti (0,25), najmanjši poudarek pa je pri lastnosti somatske celice (0,05) in dolgoživost (0,08) (Logar in sod., 2014).

Preglednica 3: Pregled ekonomskih uteži po sklopih lastnosti za rjavo pasmo govedi za dve usmeritvi, prireja mleka in kombinirana prireja (Logar in sod., 2014)

Sklop lastnosti:	Usmeritev:	
	Prireja mleka	Kombinirana prireja
Lastnosti mlečnosti	0,50	0,20
Lastnosti plodnosti	0,10	0,12
Dolgoživost	0,05	0,08
Telesne lastnosti	0,17	0,25
Somatske celice	0,08	0,05
Iztok mleka	0,03	/
Pitovne lastnosti	0,07	0,30

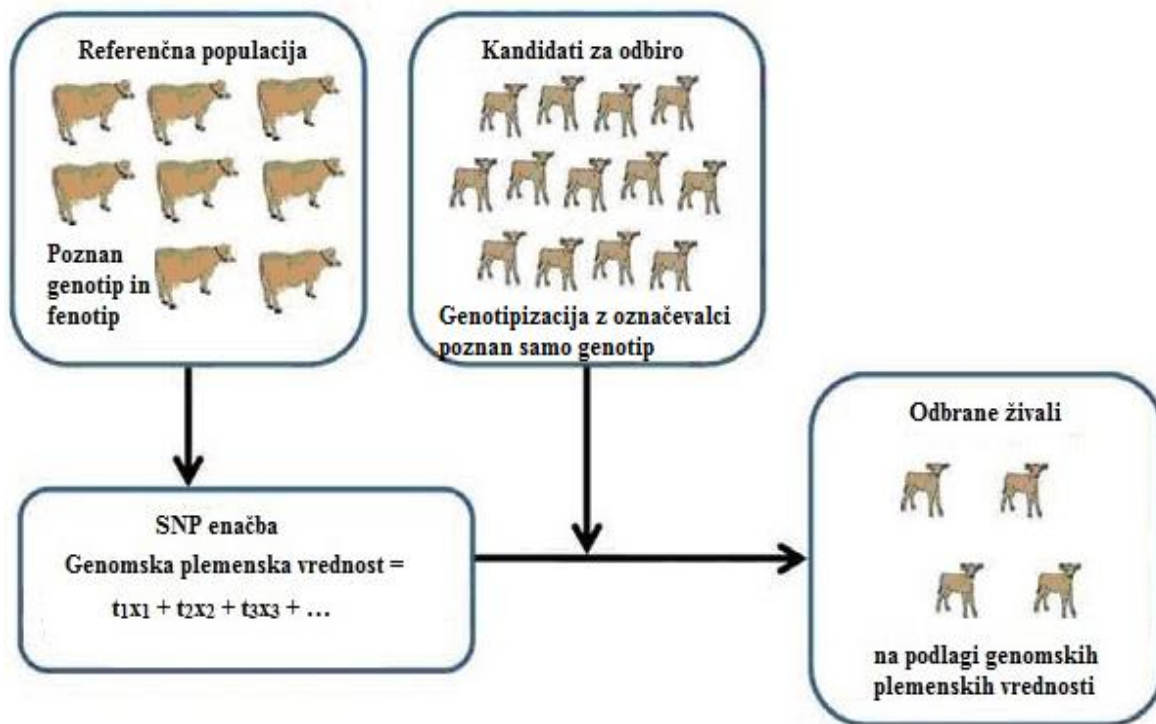
2.3 GENOMSKA SELEKCIJA

Če je selekcija do nedavno temeljila na meritvah in ocenah posameznih lastnosti, ki so bile pridobljene na podlagi fenotipa živali in njihovih sorodnikov, se je z napredkom na področju molekularne biologije in genetike to spremenilo. Razvijati se je začela tako imenovana genomska selekcija, ki nam omogoča vpogled v genom in iskanje genov, ki so povezani z gospodarsko pomembnimi lastnostmi (Schaeffer, 2006).

Leta 2001 so genomsko selekcijo prvi predlagali Meuwissen in sodelavci. Genomska selekcija je oblika selekcije, pri kateri se uporablja genetske označevalce. Ta oblika selekcije je postala mogoča zaradi odkritja večjega števila polimorfizmov na enem nukleotidu (ang. SNP single nucleotid polymorphisem). Ti so bili odkriti s pomočjo sekvenciranja genoma in novih metod, ki so omogočile genotipizacijo velikega števila SNP-jev (Goddard in Hayes, 2007). SNP je vrsta označevalca na točno določenem mestu DNK, ki nastane zaradi zamenjave enega nukleotida z drugim (npr. gvanin (G) se zamenja s citozinom (C)) in predstavlja variacijo v genskem zapisu, ki se razlikuje med osebki. Označevalec se na kromosomu lahko nahaja blizu nekega gena in se z njim deduje (Shannon, 2010).

Pri izvajanju genomske selekcije v praksi je potrebno genotipizirati (proces ugotavljanja genotipa) zadostno število živali, ki že imajo zanesljive ocene oz. meritve na potomcih (opravljen progeni test) ter tako dobiti referenčno skupino (Slika 1). Nato se z multiplo

regresijo oceni vpliv posameznega označevalca na lastnosti v referenčni skupini. Ocene regresijskih koeficientov sestavljajo tako imenovano SNP enačbo, ki jo lahko uporabljamo za napoved PV mladih živali, ki so genotipizirane, a ne nujno fenotipizirane (Eggen, 2012).



Slika 1: Shema genomske selekcije (Goddard in Hayes, 2009, cit. po Eggen, 2012)

Pri procesu ugotavljanja genotipa se uporablja več genetskih označevalcev, ki so združeni na SNP čipu. V raziskavi, ki so jo leta 2014 opravili Nicolazzi s sodelavci so ti zapisali, da je bilo na trgu dostopnih 6 različnih komercialnih SNP čipov (Preglednica 4). Čipe so med seboj ločili glede na gostoto SNP označevalcev na nizke, srednje in visoke. V letu 2014 je bil najbolj v uporabi SNP čip imenovan Infinium BovineSNP50 BeadChip oz. krajše 50K čip. Dostopni sta bili 2 verziji tega srednje velikega čipa, ki vsebujeta 54.001 in 54.609 SNP označevalcev (Nicolazzi in sod., 2014).

Preglednica 4: Različni SNP čipi, razdeljeni glede na gostoto in proizvajalca (Nicolazzi in sod., 2014)

Ime SNP čipa	Gostota	Proizvajalec
Golden Gate Bovine3K BeadChip (Bovine3K)	2.900 (nizka gostota)	Illumina (San Diego, Kalifornija, ZDA)
Infinium BovineLD BeadChip (BovineLD)	6.909 (nizka gostota)	Illumina (San Diego, Kalifornija, ZDA)
Infinium BovineSNP50 v. 1 BeadChip (BovineSNP50v. 1)	54.001 (srednja gostota)	Illumina (San Diego, Kalifornija, ZDA)
Infinium BovineSNP50 v. 2 BeadChip (BovineSNP50v. 2)	54.609 (srednja gostota)	Illumina (San Diego, Kalifornija, ZDA)
Infinium BovineHD BeadChip (BovineHD)	777.962 (visoka gostota)	Illumina (San Diego, Kalifornija, ZDA)
Axiom Genome-Wide BOS1 Bovine Array	648.875 (visoka gostota)	Affymetrix (Santa Clara, Kalifornija, ZDA)

Danes največji laboratorij GeneSeek ponuja genotipizacijo na dveh lastnih SNP čipih (GeneSeek Genomic Profiler Bovine 150k in GeneSeek Genomic Profiler Bovine LD), ki sta prilagojena različnim mlečnim pasmam (črno-bela, džersi in rjava pasma). Pri tem lahko uporabnik izbira med več kot 100 dodatnimi označevalci, ki jih stroka povezuje z različnimi boleznimi ali proizvodnimi lastnostmi (kapa kazein, beta kazein, beta laktoglobulin) (GeneSeek ..., 2015a; GeneSeek ..., 2015b).

Merilo kako uspešna je selekcija imenujemo genetski napredek. Le ta je odvisen od genetske variabilnosti, točnosti napovedi plemenskih vrednosti, intenzivnosti selekcije in generacijskega intervala. Vplivamo lahko na točnost ocen, intenzivnost selekcije in na generacijski interval, vendar pa je potrebno poudariti, da sta točnost ocen in dolžina generacijskega intervala obratno sorazmerna. To pomeni, da moramo za zelo točne napovedi plemenske vrednosti podaljšati generacijski interval (Falconer in Mackay, 1996). Z genomsko selekcijo se je generacijski interval zmanjšal s 6 do 6,5 let na 1 leto. Genotipiziramo lahko namreč že zelo mlade živali, počakati je potrebno samo na spolno zrelost. Genetski napredek je tako dvakrat večji kot v primerjavi s preizkusom na potomcih, vendar pa je točnost ocen genomske plemenske vrednosti nekoliko manjša kot v primeru progenega testa (Schaeffer, 2006).

Za pridobitev informacij s pomočjo SNP čipa je potreben vzorec tkiva živali. Vzorec lahko predstavlja seme, dlaka z rasnimi mešički, bris nosne sluznice ali pa košček ušesnega hrustanca. Nato se v laboratoriju iz vzorca tkiva izolira DNK in s pomočjo SNP čipa pridobi potrebne informacije. Pridobljene informacije nam skupaj s SNP enačbo, ki je bila sestavljena s pomočjo referenčne skupine, predstavljajo direktno genomsko plemensko vrednost oz. DGV (ang. direct genomic value). Kadar so o genotipizirani živali znane še meritve (ocene) in rodovniški podatki pa rezultat predstavlja genomsko izboljšano plemensko vrednost oz. GEBV (ang. genomically enhanced breeding value) (Gorjanc, 2013; Potočnik in sod., 2013). Čeprav je, kot smo že omenili, točnost ocen genomske

plemenske vrednosti za različne lastnosti nižja (okoli 75 %) kot pri preizkusu na potomcih, (zanesljivost ocen se približuje 99 %) (Schaeffer, 2006), so skrajšani generacijski interval, lažja selekcija na obeh spolih, bolj intenzivna selekcija za lastnosti, ki imajo nizko heritabiliteto in cenovna dostopnost nove tehnologije dovolj veliki razlogi za globalno razširitev genomske selekcije (Eggen, 2012). Prav zaradi tega so v določenih državah (primer sta Avstrija in Francija) opustili klasičen preizkus na potomcih, drugod po svetu pa genomsko selekcijo uporabljajo za pred odbiro bikov, ki bodo kasneje vključeni v preizkus na potomcih (Gorjanc, 2013).

2.4 INTERBULL

S povečevanjem mednarodne trgovine z globoko zamrznjenim semenom elitnih bikov in možnostjo prenosa zarodkov se je pojavila tudi težava. Kako primerjati oz. rangirati bike iz različnih držav, kjer se uporabljajo različne metode ocenjevanja in imajo različne rejske cilje. Poleg tega je genetski napredek v vsaki državi drugačen, različni pa so tudi načini reje (Reents, 2007). S to težavo so se ukvarjali leta 1975 v Varšavi na konferenci evropske zveze za zootehniko (ang. european federation of animal science - EAAP) (Philipsson, 2005). Kot odgovor na težave je bila leta 1983 ustanovljena neprofitna organizacija Interbull (international bull evaluation service). Ustanovljena je bila s strani mednarodnega komiteja za kontrolo proizvodnje (ang. international committee for animal recording - ICAR), mednarodne zveze za prirejo mleka (ang. international dairy federation - IDF), svetovne organizacije za prehrano in kmetijstvo pri združenih narodih (ang. food and agriculture organization - FAO) in EAAP (Dürr in Reents, 2013).

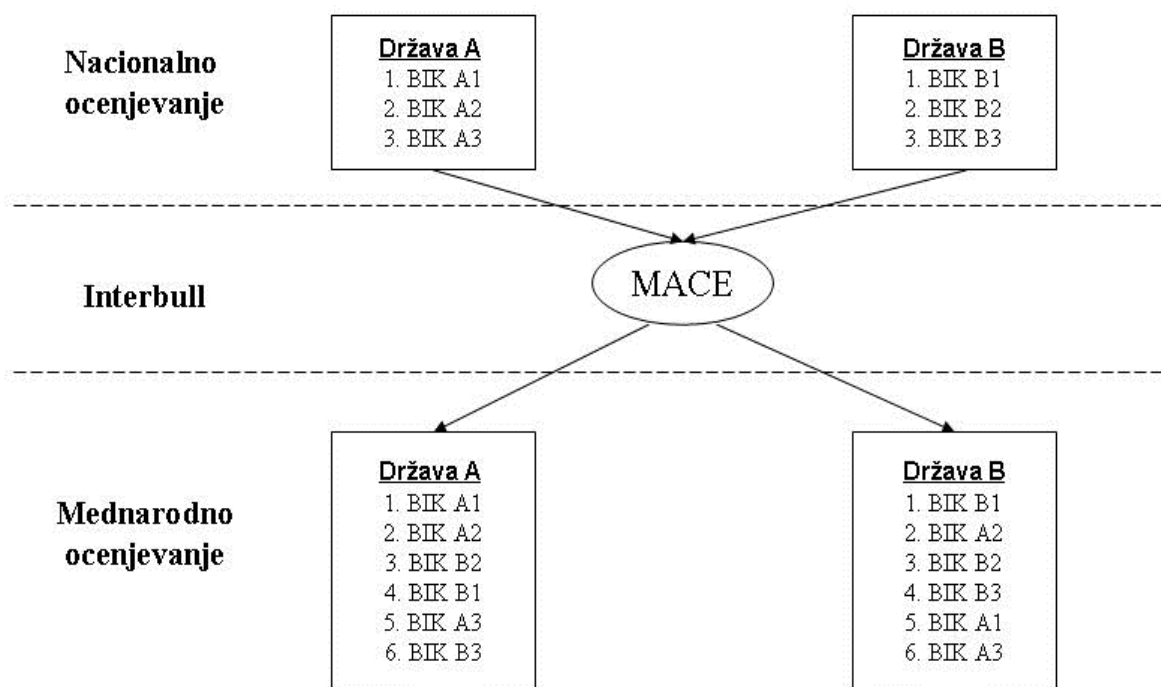
Leta 1988 je Interbull postal stalni podkomite organizacije ICAR, zaradi potrebne pomoči tako na ekonomskem kot administrativnem področju. Od leta 1991 ima Interbull center svoje prostore na Oddelku za zootehniko in genetiko (ang. department of animal breeding and genetics - HGEN) na Univerzi za kmetijske vede (ang. swedish university of agricultural sciences - SLU) v mestu Uppsala na Švedskem. Leta 1996 je bil Interbull s stani Evropske unije (EU) imenovan za referenčni laboratorij za ocene plemenskih vrednosti na področju govedoreje. S tem se je povečal obseg dela, zmanjšala pa se je finančna odvisnost od donacij s strani SLU ter EU (Philipsson, 2005). Organizacija Interbull se deli na znanstveno svetovalni odbor (ang. scientific advisory committee - SAC), ki je zadolžen za metodologijo dela ter dolgoročne načrte oz. razvoj in na tehnični odbor (ang. interbull technical committee - ITC), ki skrbi za tehnično podporo (Reents, 2007). V 33 letih je Interbull-u uspelo vzpostaviti svetovno mrežo za izmenjavo genetskih informacij in storitev na področju selekcije (Philipsson, 2005).

Z Interbull-om sodeluje 35 držav s celega sveta s podatki za 7 različnih sklopov lastnosti (lastnosti mlečnosti, lastnosti zunanosti, lastnosti plodnosti, dolgoživosti, potek telitve, iztok mleka in temperament ter lastnosti vimena) in 6 različnih pasem govedi: črno-bela,

džersi, guernsey, lisasta pasma, rdeče mlečno govedo in govedo rjave pasme. Slovenija Interbull-u posreduje podatke o treh pasmah (rjava, črno-bela in lisasta) za 5 sklopov lastnosti (lastnosti mlečnosti, lastnosti zunanosti, dolgoživosti, iztok mleka in somatske celice) (Interbull ..., 2015; National ..., 2016).

2.4.1 MACE

Leta 1994 je Schaeffer v svojem delu predstavil več lastnostni model za rangiranje bikov med različnimi državami. To metodo imenujemo MACE metoda (ang. multiple across country evaluation) (Schaeffer, 1994). Pred tem je bil v uporabi linearni model za rangiranje, vendar je imel veliko pomanjkljivost, saj so bili rangi med državami enaki (Schaeffer, 1985 cit. po Powell in Van Raden, 2001). MACE metoda temelji na nacionalnih ocenah plemenskih vrednosti, ki jih članice posredujejo Interbull-u za svoje progno testirane bike. Prvič so bili rangi med članicami (22 držav) po novi metodi predstavljeni avgusta 1997 za sklop mlečnosti, ki je vsebovala 3 lastnosti (količina mleka, beljakovin in maščob) (Interbull ..., 1997).



Slika 2: Predstavitev MACE metode (Reents, 2007)

Iz slike 2 je razvidno, da na nacionalni ravni selekcije (država A in B) rangirajo bike po svojih rejskih ciljih. Po obdelavi informacij o bikih pri Interbull-u pa se rangi bikov spremenijo. Pri državi A se pojavita bika z oznako B2 in B1, ki bi bolje ustrezala rejskim ciljem za državo A kot bik z oznako A3. Pri državi B je takšen bik z oznako A2. Interbull tako posameznim državam omogoča, da najdejo živali s celega sveta, ki bi najbolj ustrezale njihovim rejskim ciljem. Treba pa je poudariti, da pri tej metodi Interbull ne razvršča bikov, vendar samo izračuna plemenske vrednosti, kakršne bi bile v drugih

državah. Vsaka država bike rangira sama, glede na svoje cilje (Reents, 2007).

2.4.2 InterGenomics

Zveza rejcev govedi rjave pasme Slovenije je s sodelovanjem v mednarodnem projektu InterGenomics omogočila razvoj genomske selekcije v Sloveniji. Zaradi finančnih vložkov in težav pri vzpostavitvi dovolj velike referenčne skupine genotipiziranih živali pred tem to ni bilo možno (Gorjanc, 2013). Začetki projekta segajo v leto 2009. Septembra 2011 so s pomočjo Interbull-a in sodelujočih držav (Avstrija, Nemčija, Švica, Francija, Italija, Slovenija in Združene države Amerike), ki so prispevale podatke o rjavih bikih, začeli razvijati prvo mednarodno analizo, ki temelji na skupni analizi vseh genotipov zbranih bikov (Jorjani in sod., 2012). Dolgoročni cilji projekta so bili vzpostaviti mednarodne baze podatkov o genotipih za rjavo govedo, razviti metode za ocene SNP-jev za gospodarsko pomembne lastnosti v vseh sodelujočih državah ter izboljšati znanje o genskih metodologijah tako pri Interbull-u kot v vseh sodelujočih članicah projekta. Velik napredek na projektu se je zgodil v letu 2014. Članice so si do zdaj izmenjavale samo podatke o progeno testiranih bikih. Zaradi želje po povečanju referenčne skupine in posledično večji točnosti ocen, so v referenčno skupino dodali tudi genotipizirane mlade bike, ki še nimajo svojih meritev. To je omogočilo, da države, ki same izvajajo genomsko indeksiranje s pomočjo referenčne skupine pri Interbull-u, zdaj izračunajo genomsko plemensko vrednost za katero koli genotipizirano žival na svetu, s popolnoma enako metodo (Genetics, 2016).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 STRUKTURA PODATKOV

Podatke, potrebne za izdelavo diplomske naloge, smo pridobili na Katedri za znanosti o rejah živali Oddelka za zootehniko Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Podatki so rezultat sodelovanja Slovenije v mednarodnem projektu InterGenomics, ki se izvaja pod okriljem Interbull-a. Za obdelavo smo uporabili podatke iz decembrskega obračuna leta 2015.

Pridobili smo podatke za 18.706 plemenskih bikov rjave pasme, ki izvirajo iz 14 različnih držav. Nekatere države so posredovale podatke za zelo majhno število bikov (skupaj 17), zato smo podatke o bikih iz teh držav izločili iz analize. Te države so bile Avstralija, Finska, Južna Afrika, Nizozemska, Norveška in Nova Zelandija. Obdržali pa smo podatke o plemenskih bikih iz 8 držav: Avstrija, Francija, Italija, Kanada, Nemčija, Slovenija, Švica in Združene države Amerike. V analizo smo vključili rezultate bikov, ki so bili rojeni v obdobju od leta 2000 do 2015. Obdobje 15-ih let smo izbrali zaradi spreminjanja rejskih ciljev v posameznih državah in relativno dolgega generacijskega intervala pri govedu, kar pomeni, da se rezultati selekcije v populaciji živali pokažejo šele po daljšem časovnem obdobju.

Navedenim kriterijem je ustrezalo 15.546 plemenskih bikov, podatki o posameznem biku pa so vsebovali:

- identifikacijsko številko bika,
- datum rojstva,
- državo izvora oz. poreklo in
- ocene genomskih plemenskih vrednosti za 28 lastnosti.

Vseh 28 lastnosti smo razdelili v 4 sklope lastnosti:

- lastnosti mlečnosti (kg mleka, kg maščob, kg beljakovin in IBM),
- telesne lastnosti (višina križa, širina spredaj, nagib križa, skočni sklep, biclji, parklji, višina mlečnega zrcala, širina mlečnega zrcala, globina vimena, dolžina seskov, namestitvev prednjih seskov, namestitvev zadnjih seskov, globina telesa, sedna širina, pripetost vimena, globina centralne vezi, noge točke, vime točke in skupaj točke),
- funkcionalne lastnosti (dolgoživost, iztok mleka in somatske celice) in
- agregatni genotip (SSI - prireja mleka in SSI - kombinirana prireja).

Vse ocene genomskih plemenskih vrednosti posameznih bikov za lastnosti, ki so bile uporabljene v obdelavi podatkov, so bile izražene na standardizirani skali (PV12), kjer je

povprečje 100 in standardna deviacija 12 točk.

3.2 STATISTIČNA OBDELAVA

Za pripravo in statistično obdelavo podatkov smo uporabili statistični program SAS (SAS ..., 2013). Za analizo vpliva leta rojstva in države izvora smo uporabili proceduro GLM, medtem ko smo za oceno korelacijskih koeficientov med ocenjenimi genomskimi plemenskimi vrednostmi posameznih lastnosti uporabili proceduro CORR. Z uporabo programa Microsoft Office Excel 2010 smo grafično prikazali ocene za posamezno interakcijo po metodi najmanjših kvadratov.

Statistični model vključuje interakcijo med sistematskima vplivoma leto rojstva (L) in država izvora (P) oz. poreklo.

$$y_{ijk} = \mu + L_i * P_j + e_{ijk} \quad \dots(2)$$

y_{ijk} = opazovana lastnost

μ = srednja vrednost

L_i = leto rojstva

P_j = država izvora oz. poreklo

e_{ijk} = naključni ostanek

4 REZULTATI

Največ podatkov o genotipiziranih bikih, so v mednarodno primerjavo posredovale Nemčija (5.873 oz. 37,78 %) Švica (4.301 oz. 27,67 %) in Italija (1.801 oz. 11,58 %). V obdobju od leta 2000 do 2015 podatki iz omenjenih držav predstavljajo kar 77,0 % (11.975 bikov) vseh podatkov oz. 65,4 % (10.174) samo iz Nemčije in Švice (Preglednica 5). Med leti 2000 in 2008 se je povprečno letno število genotipiziranih bikov, ki so jih posamezne države posredovale Interbull-u, gibalo okoli 325. Po letu 2008 je opazen velik porast števila genotipiziranih bikov. V letu 2014 so države v mednarodni projekt InterGenomics posredovale rezultate 3.278 genotipiziranih bikov oz. 21,09 % vseh bikov, kar je tudi največ v izbranem obdobju. Slovenija je največje število ocenjenih bikov (40) posredovala v letu 2012. V izbranem obdobju smo posredovali rezultate za skupaj 253 bikov, kar predstavlja 1,63 % vseh ocenjenih bikov v danem obdobju. Skupno število podatkov o genotipiziranih bikih, ki so jih države poslale Interbull-u v izbranem obdobju, je 15.546. Pri tem rezultati za leto 2015 niso popolni, saj smo v diplomskem delu uporabili podatke iz decembrskega obračuna (2015) pri projektu InterGenomics in vsi biki še niso bili rojeni, ker se koledarsko leto še ni izteklo.

Preglednica 5: Število genotipiziranih bikov (posamezno in skupaj) po sodelujočih državah v obdobju od leta 2000 do 2015

Leto rojstva	Število bikov po različnih državah in skupaj								
	AUT	CAN	CHE	DEU	FRA	ITA	SVN	USA	Skupaj
2000	31	1	83	104	7	65	11	42	344
2001	26	1	68	98	8	70	10	40	321
2002	20	1	70	97	8	52	11	37	296
2003	35	2	74	114	8	38	13	39	323
2004	29	0	85	123	10	55	10	35	347
2005	24	2	65	80	10	48	14	44	287
2006	27	1	74	109	5	51	8	33	308
2007	22	0	93	89	12	51	10	37	314
2008	21	2	122	117	12	33	9	59	375
2009	39	3	228	149	13	55	13	74	574
2010	76	6	362	321	26	66	10	77	944
2011	128	15	559	644	47	96	10	147	1.646
2012	232	16	660	969	110	288	40	179	2.494
2013	219	15	629	1.270	152	368	21	158	2.832
2014	250	8	772	1.466	107	361	34	280	3.278
2015	26	2	357	123	57	104	29	165	863
Skupaj	1.205	75	4.301	5.873	592	1.801	253	1.446	15.546

(AUT) Avstrija, (CAN) Kanada, (CHE) Švica, (DEU) Nemčija, (FRA) Francija, (ITA) Italija, (SVN) Slovenija in (USA) Združene države Amerike

4.1 OCENJENI KORELACIJSKI KOEFICIENTI MED SKLOPI LASTNOSTI

Ocenjene korelacijske koeficiente lastnosti znotraj posameznih sklopov in med sklopi

prikazujemo v prilogah A, B in C.

V prilogi A so predstavljeni ocenjeni korelacijski koeficienti med DGV-ji za naslednje 3 sklope lastnosti: lastnosti mlečnosti, funkcionalne lastnosti in agregatni genotip. Visoke vrednosti ocenjenih korelacijskih koeficientov (r = od 0,5 do 1) je mogoče zaslediti med lastnostmi kg mleka, kg maščob, kg beljakovin in IBM, ki sestavljajo sklop lastnosti mlečnosti. Vseh 6 ocenjenih korelacijskih koeficientov se giblje na intervalu od 0,83 (med kg mleka in kg maščob) do 1,00 (med kg beljakovin in IBM). Ocenjen korelacijski koeficient med SSI - prireja mleka in SSI - kombinirana prireja je znašal 0,84. Visoke vrednosti ocenjenih korelacijskih koeficientov pa je mogoče zaslediti tudi med lastnostjo SSI - prireja mleka in lastnostmi kg mleka, kg maščob, kg beljakovin, IBM in dolgoživost. Vrednosti so znašale 0,79, 0,77, 0,87, 0,87 in 0,69. Pri lastnosti SSI - kombinirana prireja pa je možno zaslediti 3 močne povezave in sicer pri kg beljakovin (0,50), dolgoživost (0,90) ter somatske celice (0,51). Vse ocene korelacijskih koeficientov v prilogi A so statistično značilne, p - vrednost je bila manjša od 0,0001.

V prilogi B so predstavljeni ocenjeni korelacijski koeficienti med DGV-ji za sklop telesne lastnosti. Močne in pozitivne povezave je mogoče zaslediti med širino spredaj in višino križa (0,54), parklji in biclji (0,63), širino mlečnega zrcala in višino mlečnega zrcala (0,71), globino vimena in višino mlečnega zrcala (0,53), namestitvijo prednjih seskov in širino mlečnega zrcala (0,52), globino telesa in višino križa (0,66), globino telesa in širino spredaj (0,69), sedno širino in širino spredaj (0,58) ter globino centralne vezi in namestitvijo zadnjih seskov (0,54). Pri lastnosti noge točke je možno zaslediti močno in pozitivno povezavo z lastnostma biclji (0,73) in parklji (0,61). Visoke vrednosti ocenjenih korelacijskih koeficientov je mogoče zaslediti tudi med lastnostjo vime točke in lastnostmi višina mlečnega zrcala, širina mlečnega zrcala, globina vimena, namestitev prednjih seskov, namestitev zadnjih seskov, pripetost vimena in noge točke. Vrednosti so se gibale na intervalu od 0,58 (vime točke in noge točke) do 0,73 (vime točke in višina mlečnega zrcala). Lastnost skupaj točke je močno povezana s kar 11 drugimi lastnostmi (višina križa, parklji, višina mlečnega zrcala, širina mlečnega zrcala, globina vimena, namestitev prednjih seskov, namestitev zadnjih seskov, globina telesa, pripetost vimena, noge točke in vime točke). Najnižja močna in pozitivna povezava je med lastnostma skupaj točke in globina telesa (0,50), najvišja pa med skupaj točke in vime točke (0,85). Vrednosti ostalih ocenjenih korelacijskih koeficientov med lastnostjo skupaj točke in zgoraj naštetimi lastnostmi se gibljejo znotraj omenjenih vrednosti. Vse zgoraj opisane povezave med lastnostmi so statistično značilne.

V prilogi C so predstavljeni ocenjeni korelacijski koeficienti med DGV-ji pri 4 sklopih lastnosti (lastnosti mlečnosti, funkcionalne lastnosti, agregatni genotip in telesne lastnosti). Močno in pozitivno povezavo je mogoče zaslediti med lastnostma SSI - prireja mleka in

noge točke (0,56) ter med lastnostjo SSI - kombinirana prireja in lastnostmi biclji, noge točke, vime točke in skupaj točke. Vrednosti povezave so znašale 0,51, 0,71, 0,53 in 0,51. Vseh 5 predstavljenih povezav je statistično značilnih.

4.2 GENETSKI TRENDI

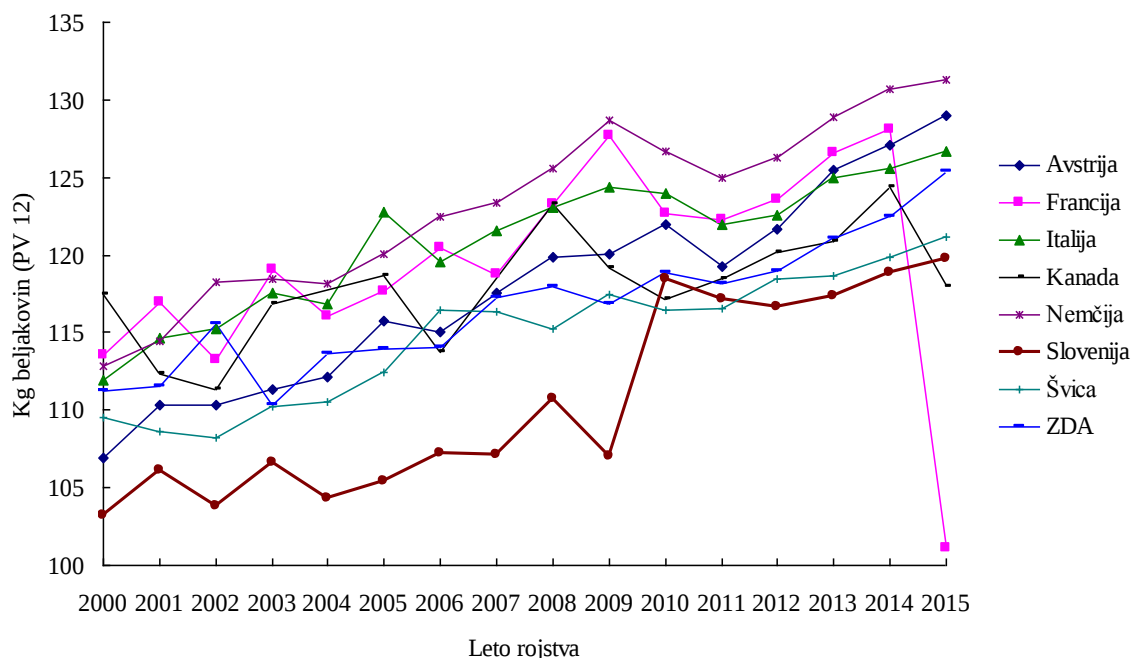
Genetske trende prikazujemo grafično po sklopih lastnosti. Vsaka lastnost je predstavljena na svojem grafu. Posamezna črta na grafu predstavlja genetski trend oz. letne spremembe ene države in povezuje povprečja standardiziranih plemenskih vrednosti posameznih letnikov rojstev bikov.

Pri grafični predstavitvi različnih lastnosti smo pri nekaterih lastnostih znotraj posameznih sklopov opazili podobne genetske trende. Če je bila hkrati ocena korelacijskega koeficienta med dvema lastnostma močno pozitivna, smo v rezultatih prikazali samo eno, podobno lastnost ali več podobnih pa prikazujemo v prilogah.

4.2.1 Lastnosti mlečnosti

4.2.1.1 Kg beljakovin, kg mleka, kg maščob in IBM

Pri lastnosti kg beljakovin je viden pozitiven genetski trend (Slika 3). V letu 2000 so bile povprečne ocene PV12 v vseh državah na intervalu od dobrih 100 do 115 točk, v letu 2015 pa je ta interval znašal od slabih 120 do dobrih 130 točk.



Slika 3: Povprečna ocena PV12 za lastnost kg beljakovin glede na leto rojstva plemenskega bika po državah

Izjema je Francija, kjer je v letu 2015 povprečna ocena PV12 padla na dobrih 100 točk. To pripisujemo dejstvu, da v obdobju zajetja podatkov (december 2015) še niso bili testirani

vsi biki, ki so bili rojeni v letu 2015, ker se koledarsko leto še ni izteklo, ali pa podatki o testiranih bikih še niso bili posredovani Interbull-u, vendar pa so rezultati nepričakovani, saj smo kljub nekoliko manjšemu številu bikov znotraj letnika rojstva pričakovali manjše odklone (Slika 3).

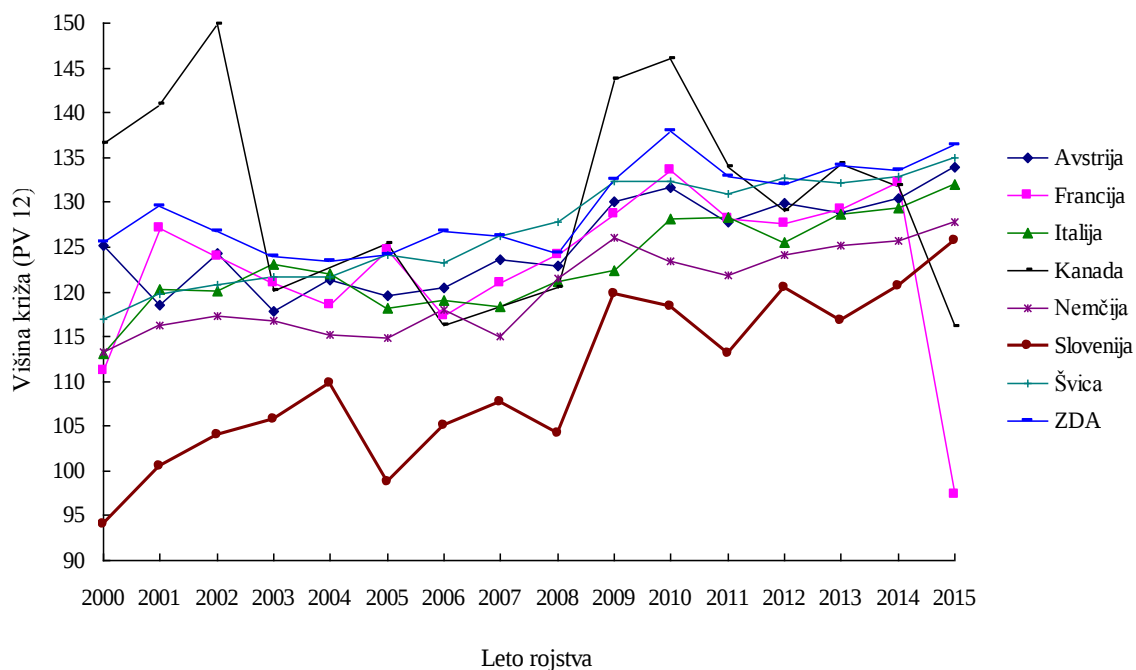
Slovenija je vse do leta 2009 beležila nižje povprečne ocene PV12 kot ostale države. Po letu 2010 so naši rezultati postali bolj primerljivi z drugimi državami, vendar pri tej lastnosti še vedno ne dosegamo vrednosti drugih držav (Slika 3). Sloveniji je v obdobju med leti 2000 in 2015 uspelo povečati povprečno vrednost PV12 za dobrih 15 točk (1,25 standardnega odklona). To v praksi pomeni, da je samo 20 % bikov rojenih v letu 2000 boljših od bikov rojenih v letu 2015.

Pri lastnostih kg mleka, kg maščob in IBM smo zasledili podobne genetske trende kot pri lastnosti kg beljakovin. Ocenjeni korelacijski koeficienti med lastnostjo kg beljakovin in lastnostmi kg mleka, kg maščob in IBM so imeli vrednosti 0,91, 0,98 oz. 1,00 ($p = < 0,0001$) (priloga A). Grafične predstavitve genetskih trendov za omenjene tri lastnosti se nahajajo v prilogah D, E in F.

4.2.2 Telesne lastnosti

4.2.2.1 Višina križa

Povprečna ocena PV12 za lastnost višina križa se v večini držav z leti povečuje (Slika 4).



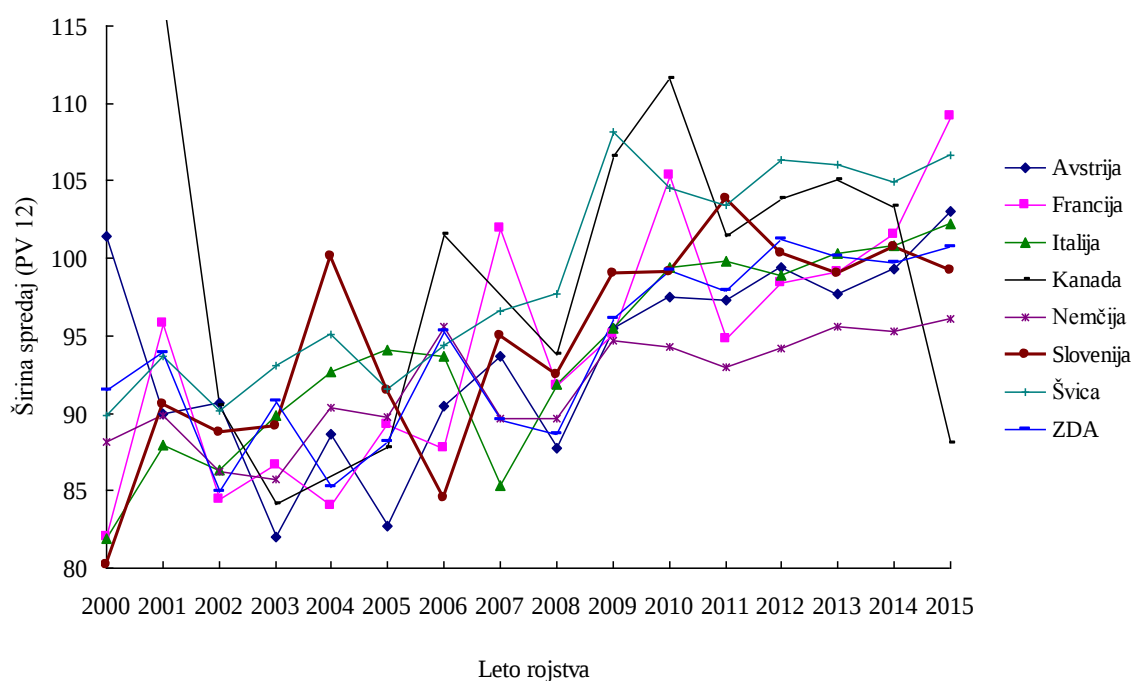
Slika 4: Povprečna ocena PV12 za lastnost višina križa glede na leto rojstva plemenskega bika po državah. Lahko rečemo, da je opazen pozitiven genetski trend za celotno populacijo rjavega goveda.

Izjema je Kanada, ki je v nekaterih letih zabeležila precej višje povprečne ocene PV12, vendar smatramo, da so ta odstopanja posledica majhnega števila genotipiziranih plemenskih bikov v tistih letih (Preglednica 5). Po letu 2011 se tudi Kanada približa svetovnemu trendu, kar lahko pripišemo tudi večjemu številu testiranih bikov. Odstopanje Francije in Kanade v letu 2015 pripisujemo nepopolnim podatkom za to leto. Vendar pa so rezultati za Francijo v zgoraj omenjenem letu nepričakovani, saj smo kljub nekoliko manjšemu številu bikov znotraj letnika rojstva pričakovali manjše odklone (Slika 4).

Najnižjo povprečno oceno PV12 med vsemi državami je v letu 2000 dosegala Slovenija (slabih 95 točk). Genetski napredek do leta 2015 je znašal 30 točk, vendar povprečne ocene PV12 slovenskih bikov še vedno ne dosegajo povprečnih ocen celotne populacije (Slika 4).

4.2.2.2 Širina spredaj

Pri lastnosti širina spredaj je mogoče opaziti pozitiven genetski trend (Slika 5). To pomeni, da imajo mlajše živali genetski potencial za večjo širino spredaj kot starejše živali. Izrazito nihanje povprečnih ocen PV12 pri kanadskih bikih pripisujemo majhnemu številu bikov do leta 2011 in nepopolnim podatkom za leto 2015 (Preglednica 5).



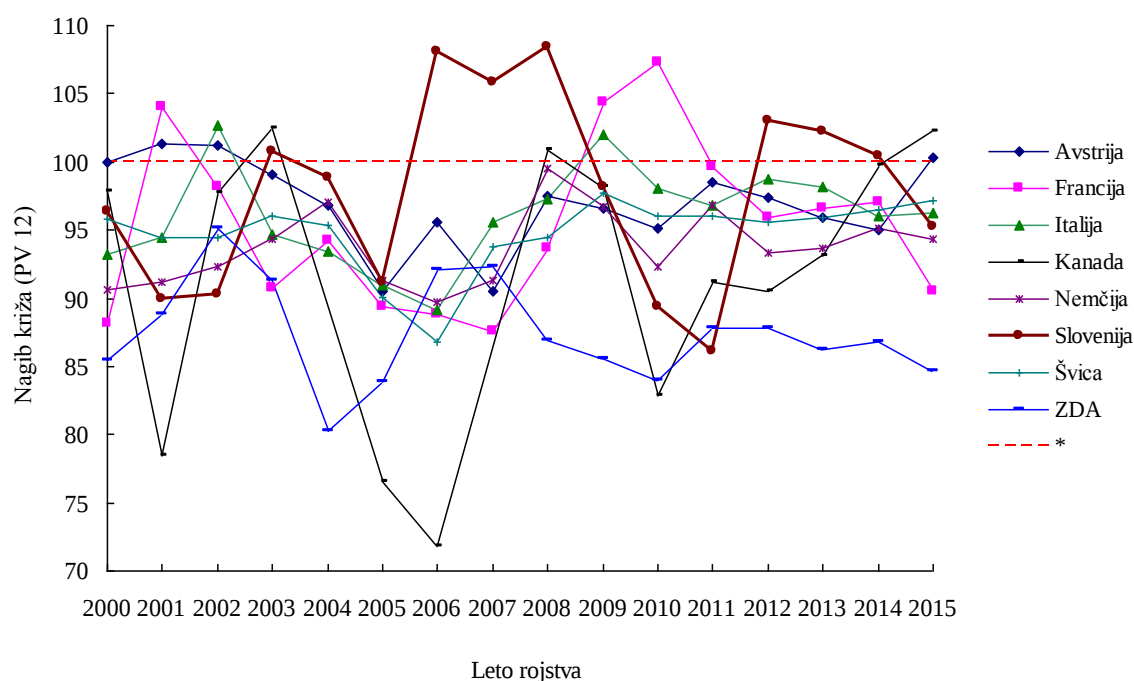
Slika 5: Povprečna ocena PV12 za lastnost širina spredaj glede na leto rojstva plemenskega bika po državah

Povprečna ocena PV12 za slovenske bike se je v izbranem obdobju povečala za slabih 20 točk. Biki slovenskega izvora v izbranem obdobju ne odstopajo od celotne populacije (Slika 5).

4.2.2.3 Nagib križa

Nagib križa je ena izmed lastnosti, pri kateri si ne želimo čim večjih vrednosti PV12. Želena vrednost znaša 100 točk (povprečje). Na sliki 6 za celotno populacijo v izbranem obdobju ni možno zaslediti pozitivnega oz. negativnega genetskega trenda. Opazen je rahel negativen genetski trend po letu 2007 pri bikih, ki prihajajo iz Združenih držav Amerike. Ostale evropske države in Kanada se gibljejo okoli želene vrednosti z letnimi nihanji v posameznih državah.

Povprečne ocene PV12 za bike slovenskega izvora so se v izbranem obdobju gibale na intervalu od dobrih 85 do slabih 110 točk oz. okoli želene vrednosti PV12. Biki slovenskega izvora za izbrano lastnost ne odstopajo od celotne populacije rjavih bikov (Slika 6).



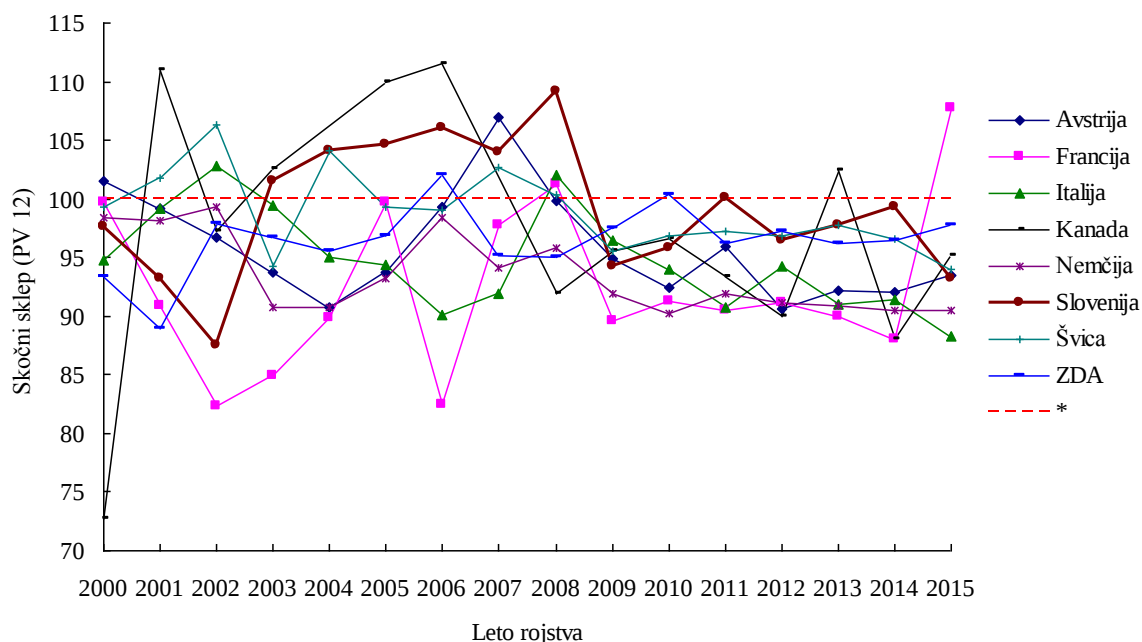
*: predstavlja trendno črto oz. želeno vrednost za lastnost nagib križa, PV12 = 100

Slika 6: Povprečna ocena PV12 za lastnost nagib križa glede na leto rojstva plemenskega bika po državah

4.2.2.4 Skočni sklep

Tudi lastnost skočni sklep je ena izmed lastnosti, kjer si ne želimo čim večjih vrednosti PV12. Želena vrednost znaša 100 točk (povprečje), kar pomeni, da si v populaciji ne želimo živali, ki imajo strm oz. sabljast skočni sklep. Vse do leta 2009 so opazna izrazita nihanja med državami (Slika 7), kasneje pa se povprečne ocene PV12 ustalijo in se vse do leta 2015 gibljejo na intervalu med 90 in 100 točkami. Pri lastnosti skočni sklep v izbranem obdobju ne moremo govoriti niti o negativnem niti o pozitivnem genetskem trendu. Rezultati za Francijo v letu 2015 so nepričakovani, saj smo kljub nekoliko manjšemu številu bikov znotraj letnika rojstva pričakovali manjše odklone.

Slovenija je v obdobju od leta 2003 do 2009 dosegala višje vrednosti od želene (Slika 7), v obdobju od 2009 do 2015 pa se vrednosti gibljejo na intervalu med 95 in 100 točkami oz. blizu želene vrednosti. Pri bikih slovenskega izvora v izbranem obdobju ni možno zaslediti odstopanja od celotne populacije.



*: predstavlja trendno črto oz. želeno vrednost za lastnost skočni sklep, PV12 = 100

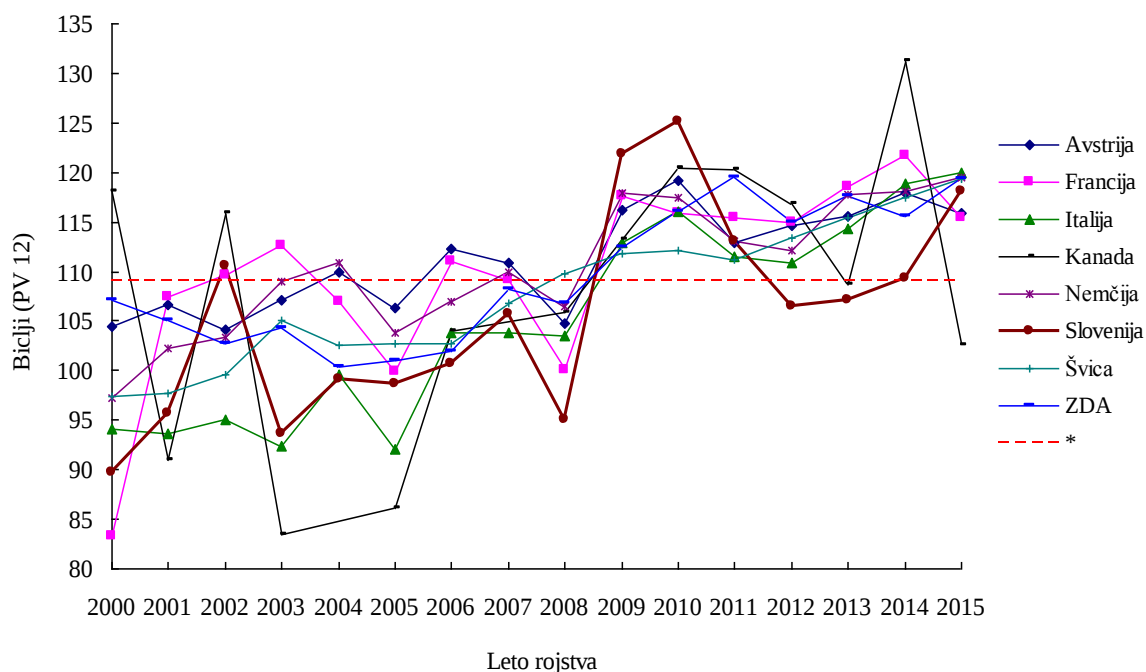
Slika 7: Povprečna ocena PV12 za lastnost skočni sklep glede na leto rojstva plemenskega bika po državah

4.2.2.5 Bicliji in parklji

Tudi lastnost bicliji imajo postavljeno želeno vrednost. Ta znaša 109 točk in je torej za 0,75 standardnega odklona večja od povprečja. Znotraj opazovanega obdobja so v letu 2009 vse države dosegle in presegle želeno vrednost. Na sliki 8 je opazen pozitiven genetski trend in zmanjševanje razlik med državami. Razlika med državami, ki je v letu 2000 znašala dobrih 35 točk, se je zmanjšala na 5 točk razlike v letu 2015, če ne upoštevamo Kanade zaradi nepopolnih podatkov v letu 2015 (Preglednica 5).

Biki slovenskega izvora v izbranem obdobju sledijo trendom celotne populacije rjavih bikov (Slika 8) z manjšimi odstopanji med leti 2012 in 2014.

Pri lastnosti parklji smo zasledili podoben genetski trend kot pri lastnosti bicliji. Ocenjen korelacijski koeficient med lastnostma znaša 0,63 ($p = < 0,0001$) (priloga B). Grafična predstavitev genetskega trenda za lastnost parklji se nahaja v prilogi G.



*: predstavlja trendno črto oz. zeleno vrednost za lastnost bicliji, PV12 = 109

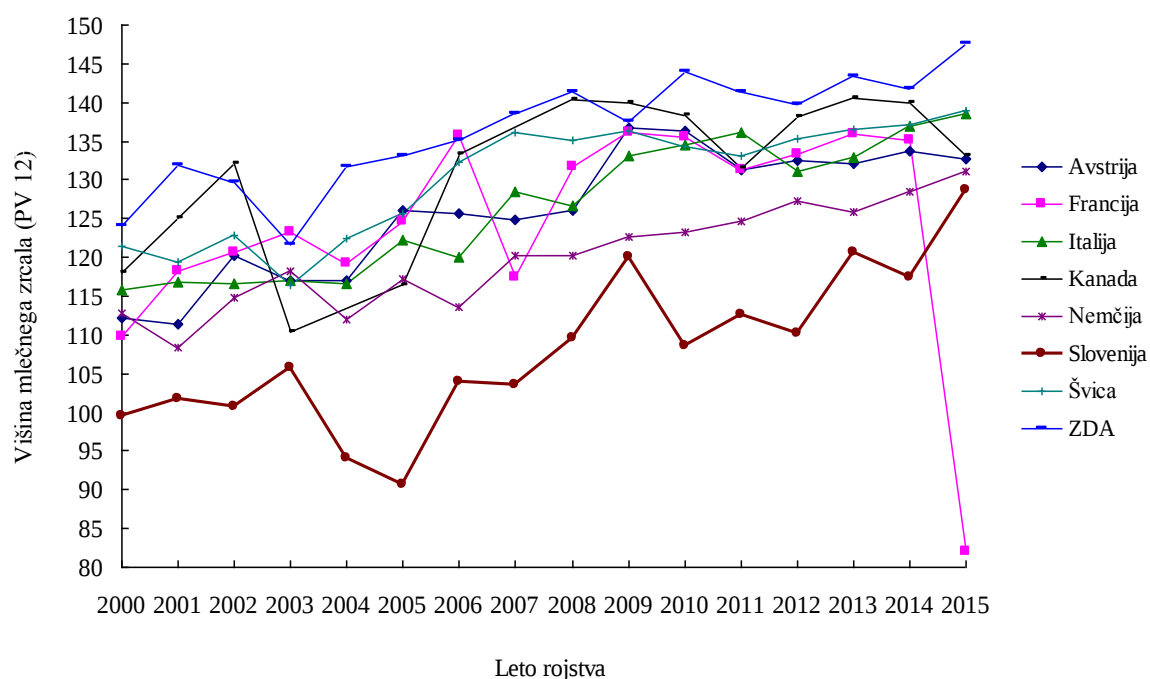
Slika 8: Povprečna ocena PV12 za lastnost bicliji glede na leto rojstva plemenskega bika po državah

4.2.2.6 Višina mlečnega zrcala in širina mlečnega zrcala

Pri lastnosti višina mlečnega zrcala je opazen pozitiven genetski trend (Slika 9). Če so bile povprečne ocene PV12 vseh držav v letu 2000 na intervalu od 100 do 125 točk, so v letu 2015 na intervalu od 130 do 145 točk. Samo Francija je v letu 2015 zabeležila zelo nizke vrednosti PV12 (dobrih 80 točk), kar lahko pripišemo nepopolnim podatkom za to leto, vendar so rezultati nepričakovani, saj smo kljub nekoliko manjšemu številu bikov znotraj letnika rojstva pričakovali manjše odklone.

Na sliki 9 je lepo viden genetski napredek Slovenije, kar pomeni, da sledimo svetovnim trendom. Slovenski biki so v letu 2000 v povprečju dosegali 100 točk, leta 2015 pa že 125 točk, kar predstavlja dobra 2 standardna odklona. Vendar pa je potrebno poudariti, da slovenski biki kljub temu ne dosegajo povprečnih ocen PV12 ostale populacije rjavih bikov.

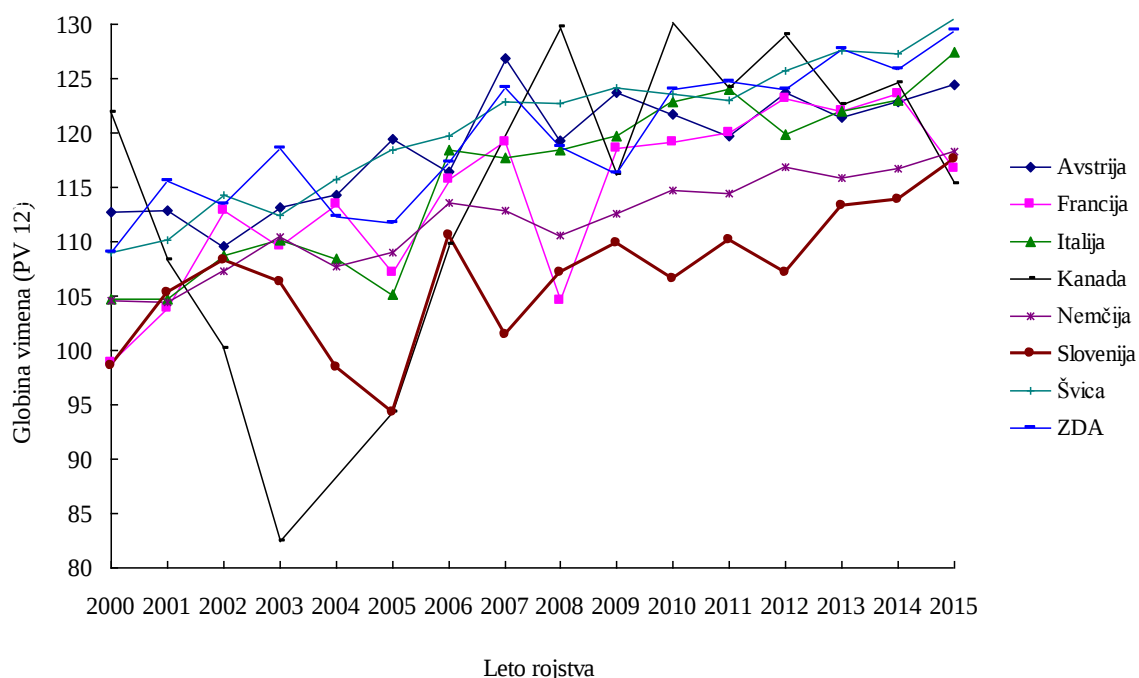
Pri lastnosti širina mlečnega zrcala smo zasledili podoben genetski trend kot pri lastnosti višina mlečnega zrcala. Ocenjen korelacijski koeficient med lastnostma znaša 0,71 ($p < 0,0001$) (priloga B). Grafična predstavitev lastnosti širina mlečnega zrcala se nahaja v prilogi H.



Slika 9: Povprečna ocena PV12 za lastnost višina mlečnega zrcala glede na leto rojstva plemenskega bika po državah

4.2.2.7 Globina vimena

Pri lastnosti globina vimena je mogoče opaziti pozitiven genetski trend (Slika 10).



Slika 10: Povprečna ocena PV12 za lastnost globina vimena glede na leto rojstva plemenskega bika po državah

To pomeni, da imajo mlajše živali genetski potencial za bolj pripeto vime kot starejše

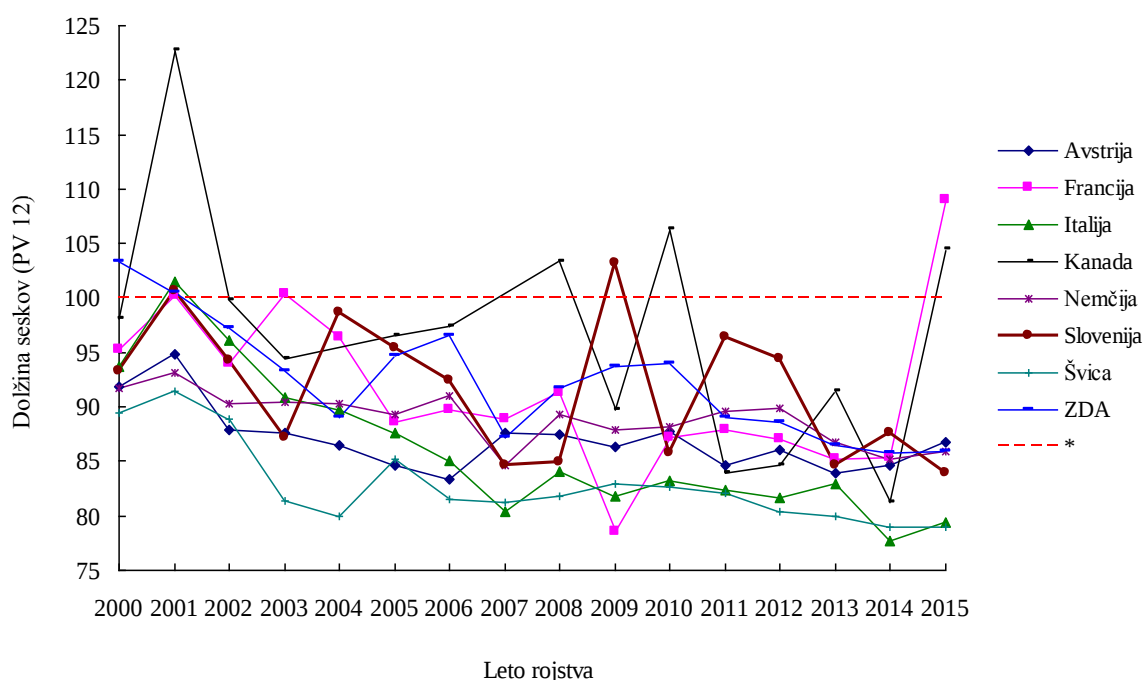
živali (Slika 10). Izrazito nihanje povprečnih ocen PV12 pri kanadskih bikih pripisujemo majhnemu številu bikov v izbranem obdobju (Preglednica 5).

Biki slovenskega izvora sledijo trendom celotne populacije rjavih bikov (Slika 10), vendar v obdobju od 2000 do 2015 dosegajo nižje povprečne ocene PV12.

4.2.2.8 Dolžina seskov

Za lastnost dolžina seskov je opazen negativen genetski trend (Slika 11). To pomeni, da imajo mlajše živali genetski potencial za krajše seske. Povprečna ocena PV12 se je v letu 2000 v vseh državah gibala na intervalu od slabih 90 do dobrih 100 točk, v letu 2015 pa med 80 in 85 točkami, če ne upoštevamo Francije in Kanade zaradi ekstremnih vrednostih, ki jih lahko pripišemo nepopolnim podatkom za leto 2015. Z izjemo Francije in Kanade v letu 2015 nobena druga država v obdobju zadnjih nekaj let ne presega oz. dosega želene vrednosti PV12 (100 točk). Rezultati za Francijo v letu 2015 so nepričakovani, saj smo kljub nekoliko manjšemu številu bikov znotraj letnika rojstva pričakovali manjše odklone.

Biki slovenskega izvora pri lastnosti dolžina seskov v izbranem obdobju ne odstopajo od celotne populacije (Slika 11).



*: predstavlja trendno črto oz. zeleno vrednost za lastnost dolžina seska, PV12 = 100

Slika 11: Povprečna ocena PV12 za lastnost dolžina seskov glede na leto rojstva plemenskega bika po državah

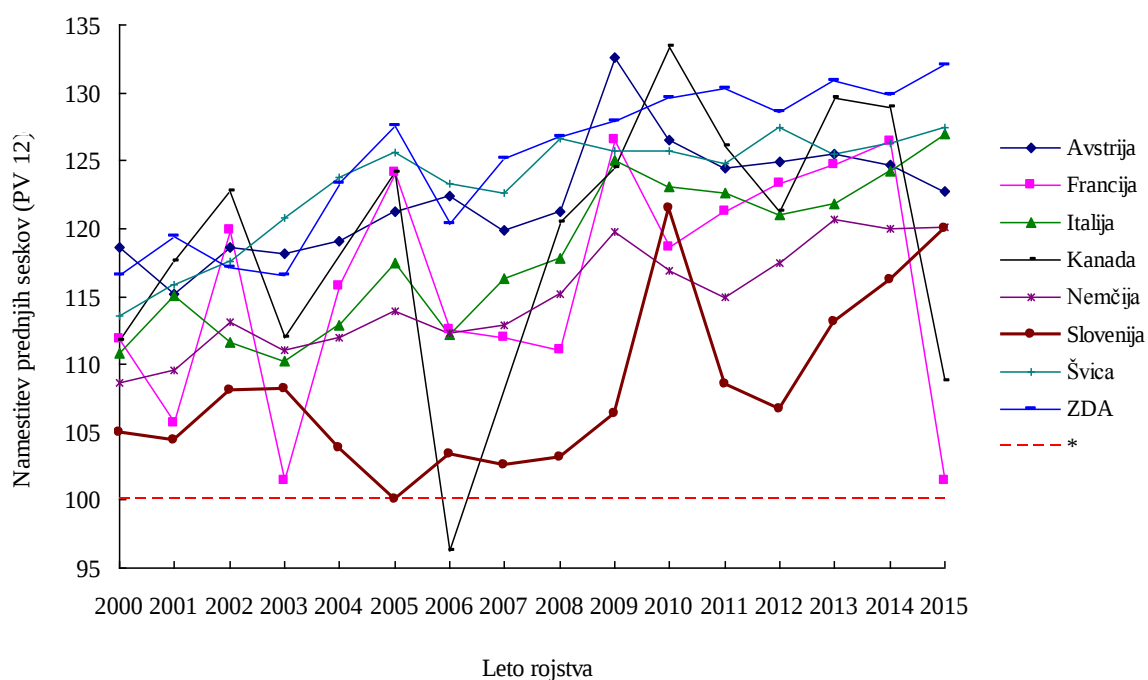
4.2.2.9 Namestitev prednjih seskov in namestitev zadnjih seskov

Pri lastnosti namestitev prednjih seskov je opazen pozitiven genetski trend (Slika 12) ter

velika odstopanja povprečnih ocen PV12 med državami. Povprečne ocene PV12 so se v letu 2000 gibale na intervalu od 105 do slabih 120 točk, v letu 2015 pa na intervalu od 120 do 130, če zaradi nepopolnih podatkov v tem letu ne upoštevamo Francije in Kanade. Rezultati za Francijo v letu 2015 so nepričakovani, saj smo kljub nekoliko manjšemu številu bikov znotraj letnika rojstva pričakovali manjše odklone. Celotna populacija rjavih bikov presega želeno vrednost za lastnost namestitvev prednjih seskov (PV12 = 100).

Najnižjo povprečno oceno PV12 med vsemi državami je v letu 2000 dosegala Slovenija (105 točk) (Slika 12). Genetski napredek do leta 2015 je znašal 15 točk oz. dobra 2 standardna odklona, vendar povprečne ocene PV12 slovenskih bikov v izbranem obdobju niso dosegale povprečnih ocen PV12 celotne populacije.

Pri lastnosti namestitvev zadnjih seskov smo zasledili podoben genetski trend kot pri lastnosti namestitvev prednjih seskov. Ocenjen korelacijski koeficient med lastnostma znaša 0,71 (priloga B) ($p = < 0,0001$). Grafična predstavitev genetskega trenda za lastnost namestitvev zadnjih seskov se nahaja v prilogi I.



*: predstavlja trendno črto oz. želeno vrednost za lastnost namestitvev prednjih seskov, PV12 = 100

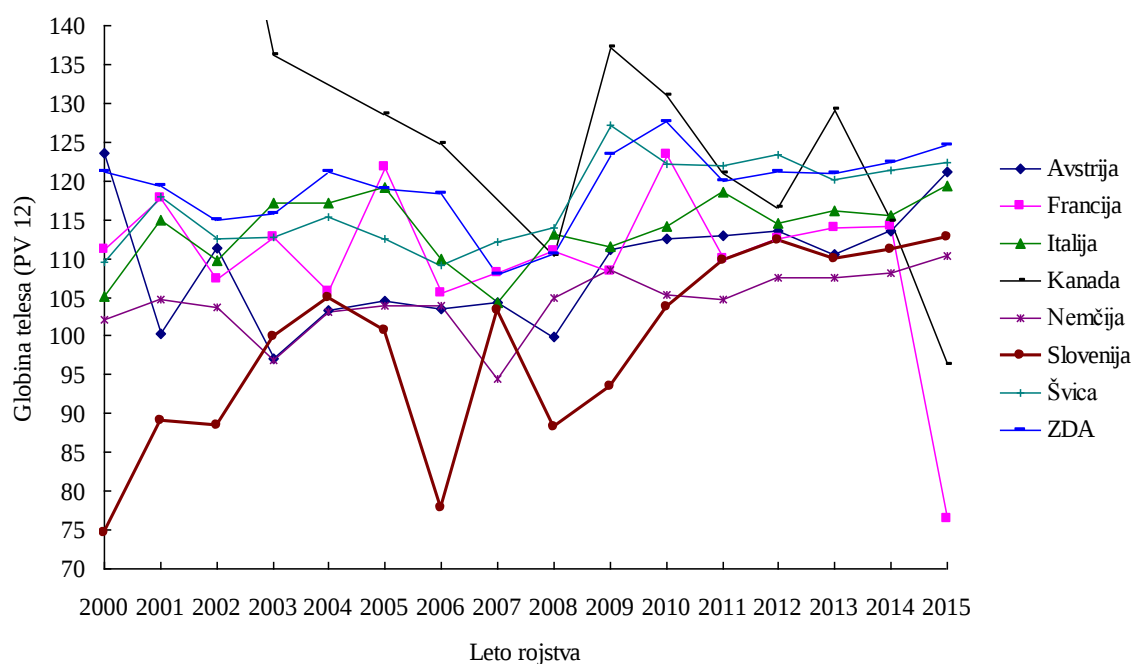
Slika 12: Povprečna ocena PV12 za lastnost namestitvev prednjih seskov glede na leto rojstva plemenskega bika po državah

4.2.2.10 Globina telesa

Za lastnost globino telesa je v izbranem obdobju med leti 2000 in 2015 težko govoriti o genetskih spremembah (Slika 13). Letna nihanja povprečnih ocen PV12 Kanade in Slovenije se po letu 2010 zmanjšajo in dosegajo vrednosti ostale populacije rjavih bikov,

tako da lahko trdimo, da se razlike v populaciji zmanjšujejo. Izrazito odstopanje Francije in Kanade v letu 2015 pripisujemo nepopolnim podatkom za to leto, kljub temu so rezultati za Francijo v letu 2015 nepričakovani, saj smo navkljub nekoliko manjšemu številu bikov znotraj letnika rojstva pričakovali manjše odklone.

Slovenija je v letu 2000 zabeležila najnižjo povprečno oceno PV12 (75 točk) celotne populacije, v letu 2015 pa slabih 115 točk, kar predstavlja 40 točk napredka oz. dobre 3 standardne odklone. Po letu 2010 pa biki slovenskega izvora ne odstopajo več od celotne populacije (Slika 13).

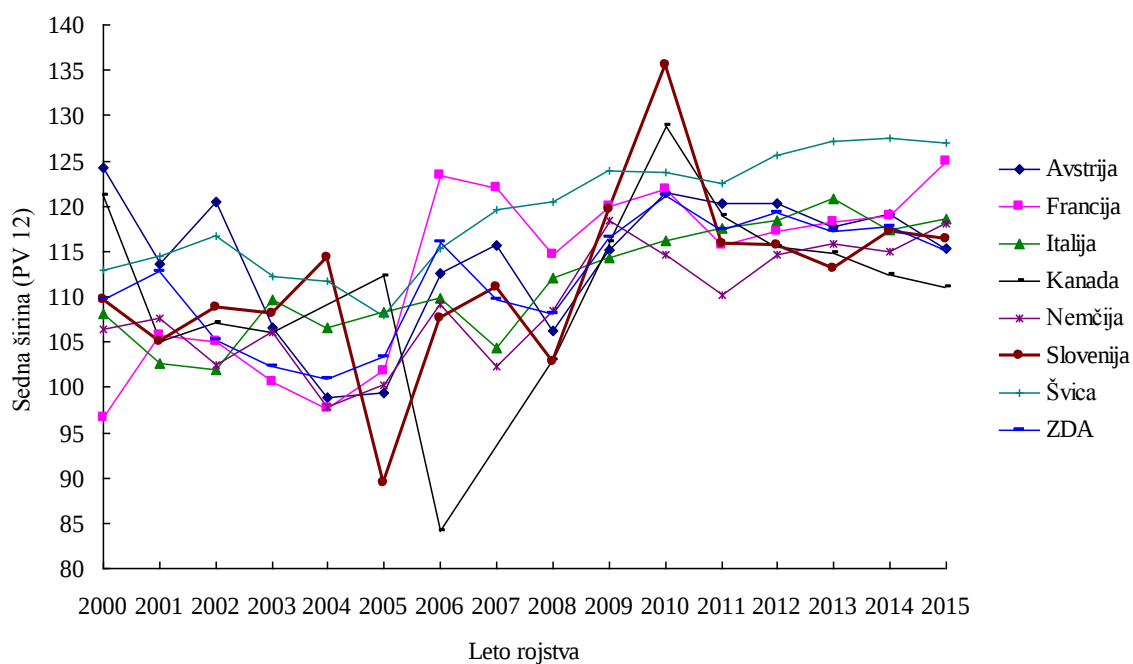


Slika 13: Povprečna ocena PV12 za lastnost globina telesa glede na leto rojstva plemenskega bika po državah

4.2.2.11 Sedna širina

Za celotno populacijo rjavih bikov je pri lastnosti sedna širina opazen negativen genetski trend do leta 2005, ki pa mu sledi pozitiven genetski trend vse do leta 2015 (Slika 14). Povprečne ocene PV12 se gibljejo znotraj intervala 15 točk, kar pomeni, da je med populacijami bikov velika podobnost.

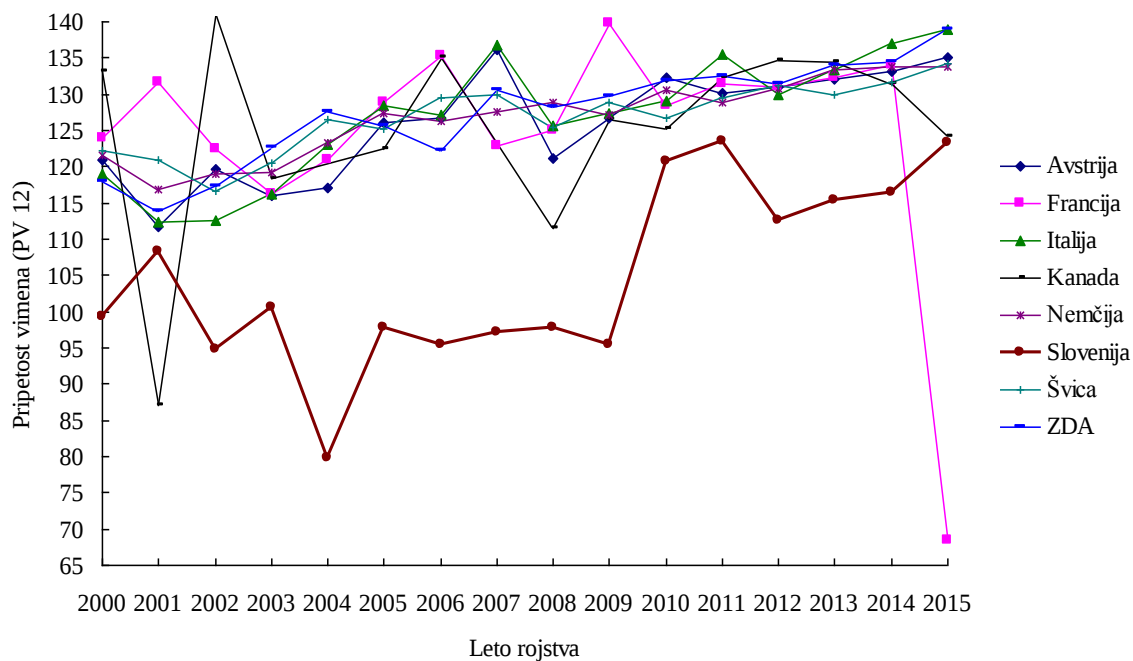
Biki slovenskega izvora pri lastnosti sedna širina ne odstopajo od celotne populacije (Slika 14).



Slika 14: Povprečna ocena PV12 za lastnost sedna širina glede na leto rojstva plemenskega bika po državah

4.2.2.12 Prijetost vimena

Za lastnost prijetost vimena je viden pozitiven genetski trend (Slika 15).



Slika 15: Povprečna ocena PV12 za lastnost prijetost vimena glede na leto rojstva plemenskega bika po državah

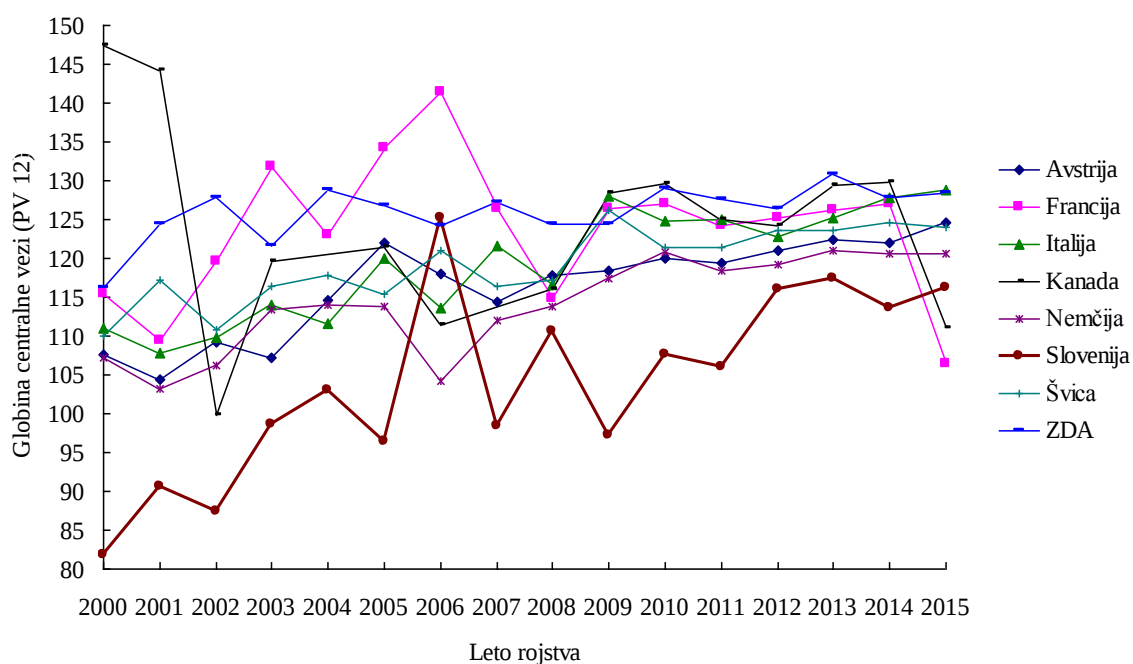
Razlike med populacijami po letu 2009 so zelo majhne, na intervalu 5 točk z izjemo

slovenske populacije, ki odstopa z nižjimi povprečnimi ocenami PV12 (Slika 15). Rezultati za Francijo v letu 2015 so nepričakovani, saj smo navkljub nekoliko manjšemu številu bikov znotraj letnika rojstva pričakovali manjše odklone.

Največja nihanja med povprečnimi ocenami PV12 v izbranem obdobju so vidna pri Sloveniji (Slika 15). Slovenski biki sicer sledijo genetskemu trendu drugih populacij, vendar povprečne ocene PV12 ne dosegajo vrednosti drugih držav.

4.2.2.13 Globina centralne vezi

Pri lastnosti globina centralne vezi je opazen rahel pozitiven genetski trend v celotni populaciji (Slika 16). Razlike povprečnih ocen PV12 med državami se po letu 2009 zmanjšajo, kar pomeni veliko podobnost v celotni populaciji, če ne upoštevamo Slovenije. Odstopanje Francije in Kanade v letu 2015 pripisujemo nepopolnim podatkom v tem letu. Rezultati za Francijo v letu 2015 so nepričakovani, saj smo kljub nekoliko manjšemu številu bikov znotraj letnika rojstva pričakovali manjše odklone.



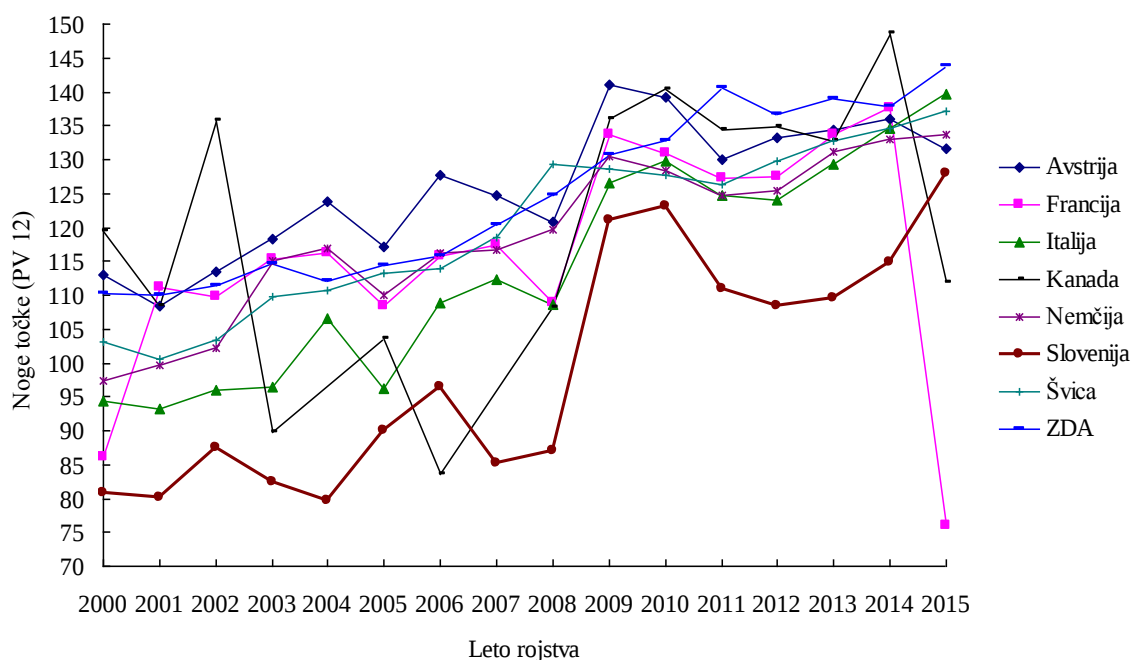
Slika 16: Povprečna ocena PV12 za lastnost globina centralne vezi glede na leto rojstva plemenskega bika po državah

Slovenija je v letu 2000 dosegla najnižjo povprečno oceno PV12 (dobrih 80 točk) (Slika 16). Z uspešnim selekcijskim delom ji je v izbranem obdobju uspelo zmanjšati zaostanek za ostalimi državami. Vrednost povprečne ocene PV12 v letu 2015 je znašala dobrih 115 točk, vendar biki slovenskega izvora še vedno zaostajajo za celotno populacijo bikov rjave pasme.

4.2.2.14 Noge točke

Pri lastnosti noge točke je mogoče zaslediti pozitiven genetski trend (Slika 17). Vse do leta 2009 so bile opazne razlike med posameznimi populacijami, po letu 2009 pa so se razlike med populacijami rjavih bikov zmanjšale. Leta 2000 je največja razlika med državami znašala slabih 40 točk, v letu 2009 pa je ta razlika samo še dobrih 20 točk. Odstopanje Francije in Kanade v letu 2015 pripisujemo nepopolnim podatkom v tem letu. Rezultati za Francijo v letu 2015 so nepričakovani, saj smo kljub nekoliko manjšemu številu bikov znotraj letnika rojstva pričakovali manjše odstopanje.

Za Slovenijo je v izbranem obdobju značilno sledenje genetskim trendom drugih držav, vendar biki slovenskega izvora odstopajo od celotne populacije (Slika 17).



Slika 17: Povprečna ocena PV12 za lastnost noge točke glede na leto rojstva plemenskega bika po državah

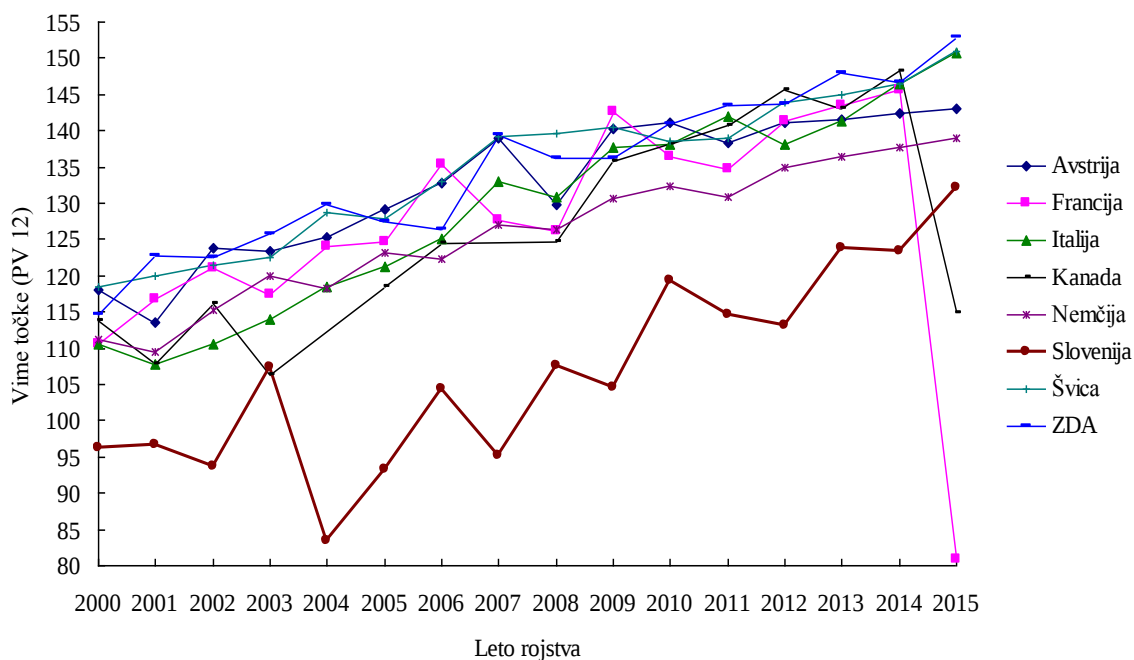
4.2.2.15 Vime točke in skupaj točke

Iz slike 18 je razviden pozitiven genetski trend pri lastnosti vime točke. Povprečne ocene PV12 se v letu 2000 gibljejo na intervalu od 110 do slabih 120 točk, v letu 2015 pa med slabimi 140 in 150 točkami, če pri tem ne upoštevamo Slovenije za celotno izbrano obdobje in Francije ter Kanade v letu 2015. Odstopanje Kanade v letu 2015 pripisujemo nepopolnim podatkom za to leto in majhnemu številu bikov. Rezultati za Francijo v letu 2015 pa so nepričakovani, saj smo kljub nekoliko manjšemu številu bikov znotraj letnika rojstva pričakovali manjše odstopanje.

Slovenija dosega najnižje povprečne ocene PV12, razlika od ostalih držav v letu 2000 je znašala dobrih 15 točk (Slika 18). Čeprav imamo v celotnem obdobju nižje povprečne

ocene PV12 pa sledimo trendom drugih držav. Razlika v letu 2015 je podobna kot v letu 2000, čeprav se je povprečna vrednost PV12 v tem času povečala za dobrih 35 točk. Biki slovenskega izvora odstopajo od celotne populacije.

Pri lastnosti skupaj točke smo zasledili podoben genetski trend kot pri lastnosti vime točke. Ocenjen korelacijski koeficient med lastnostma znaša 0,85 ($p = < 0,0001$) (priloga B). Grafična predstavitev genetskega trenda za lastnost skupaj točke se nahaja v prilogi J.



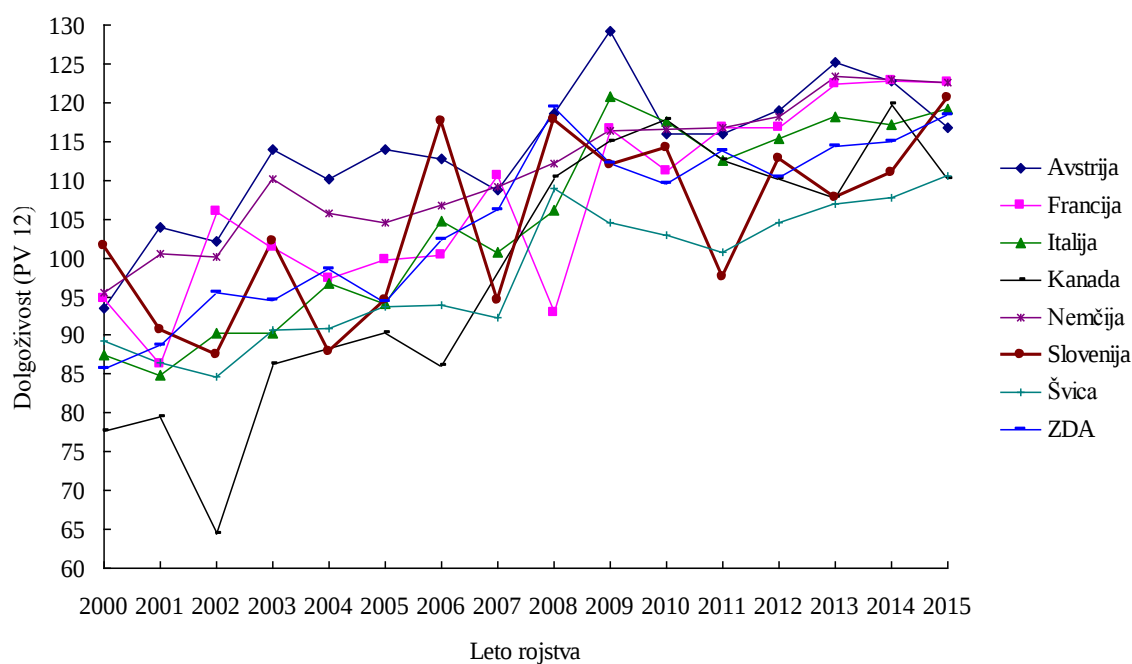
Slika 18: Povprečna ocena PV12 za lastnost vime točke glede na leto rojstva plemenskega bika po državah

4.2.3 Funkcionalne lastnosti

4.2.3.1 Dolgoživost

Pri lastnosti dolgoživost je opazen pozitiven genetski trend (Slika 19), kar pomeni, da imajo mlajše generacije živali genetski potencial, da bodo dosegle večjo starost oz. bodo kasneje izključene iz reje. Začetno odstopanje Kanade se po letu 2006 normalizira in dosega povprečne ocene PV12 ostalih držav.

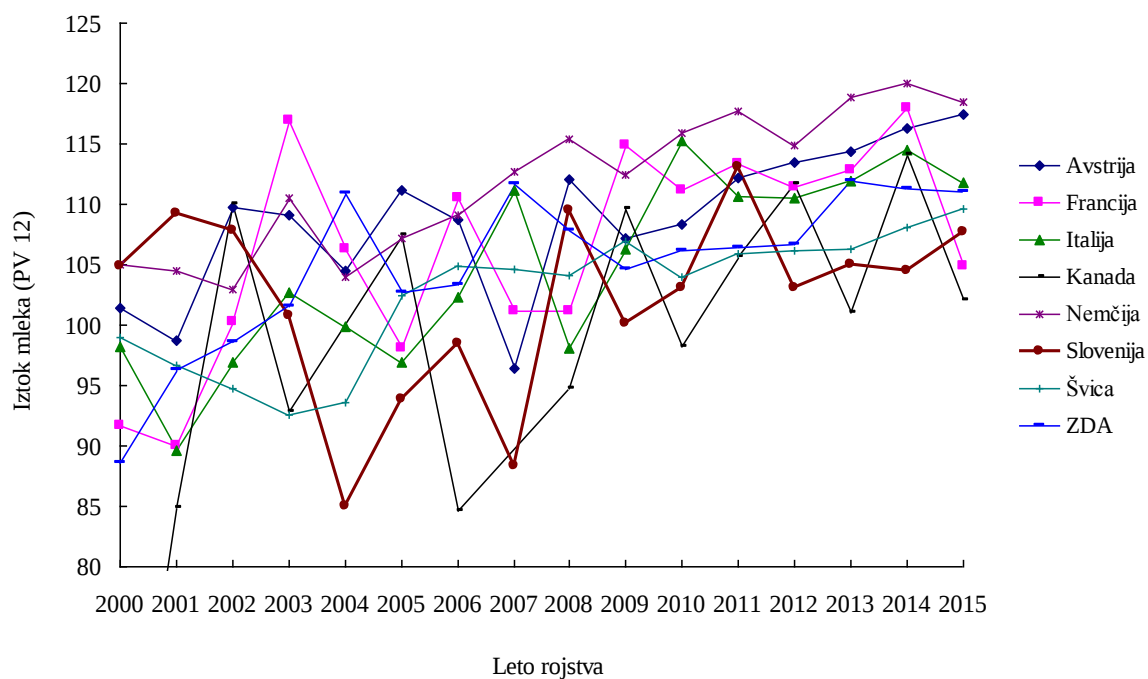
Za biki slovenskega izvora je v izbranem obdobju značilno, da ne odstopajo od celotne populacije (Slika 19).



Slika 19: Povprečna ocena PV12 za lastnost dolgoživost glede na leto rojstva plemenskega bika po državah

4.2.3.2 Iztok mleka

Za lastnost iztok mleka je opazen pozitiven genetski trend (Slika 20). Živali mlajših letnikov rojstva imajo genetski potencial za hitrejši iztok mleka.



Slika 20: Povprečna ocena PV12 za lastnost iztok mleka glede na leto rojstva plemenskega bika po državah

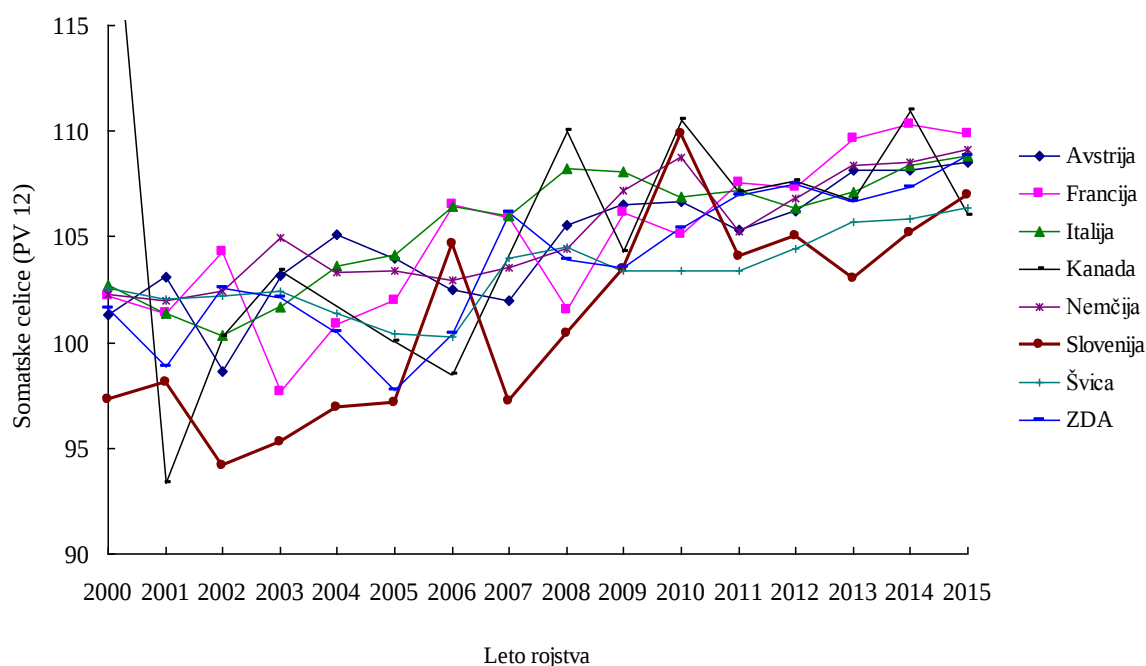
Povprečne ocene PV12 med posameznimi državami z leti zelo nihajo, o manjši skladnosti

lahko govorimo šele po letu 2009, ko se nihanja nekoliko umirijo (Slika 20).

Biki slovenskega izvora za izbrano lastnost ne odstopajo od celotne populacije (Slika 20).

4.2.3.3 Somatske celice

Celotna populacija genotipiziranih rjavih bikov v obdobju med leti 2000 in 2015 kaže pozitiven genetski trend za lastnost somatske celice (Slika 21). Mlajše generacije živali imajo genetski potencial za manjše število somatskih celic. Razlike med populacijami se po letu 2008 zmanjšujejo.



Slika 21: Povprečna ocena PV12 za lastnost somatske celice, glede na leto rojstva plemenskega bika po državah

Slovenija je vse do leta 2008 beležila nižje rezultate povprečne PV12 od drugih držav, izjema je bilo leto 2006 (Slika 21). Po letu 2008 pa so naši rezultati bolj primerljivi z rezultati drugih držav. Tako lahko zaključimo, da biki slovenskega izvora ne odstopajo od celotne populacije.

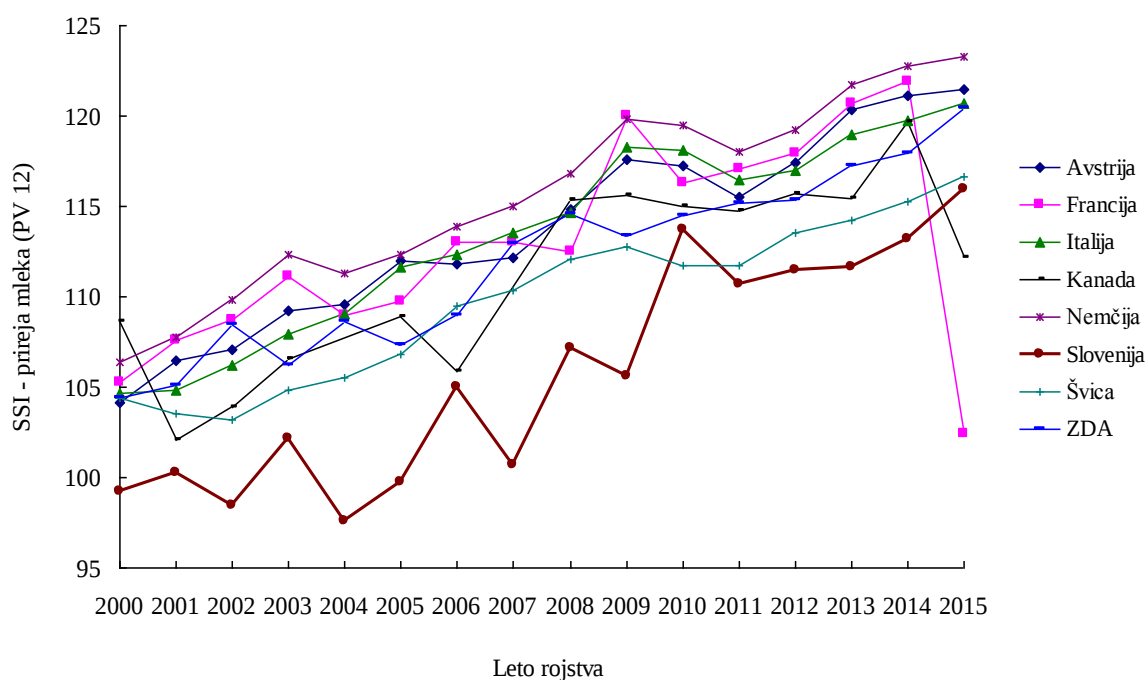
4.2.4 Agregatni genotip

4.2.4.1 SSI - prireja mleka in SSI - kombinirana prireja

Pri lastnosti SSI - prireja mleka je v obdobju med leti 2000 do 2015 opazen pozitiven genetski trend v vseh državah (Slika 22). Izjema sta Francija in Kanada, ki sta v letu 2015 zabeležili nizke vrednosti. Rezultati za Francijo v letu 2015 so nepričakovani, saj smo kljub nekoliko manjšemu številu bikov znotraj letnika rojstva pričakovali manjše odstopanje.

Največja nihanja so opazna pri Sloveniji in sicer vse do leta 2010 (Slika 22). Sloveniji je v danem obdobju s selekcijskim delom na lastnost SSI - prireja mleka uspelo povečati povprečno vrednost PV12 za 15 točk (s slabih 100 v letu 2000 na dobrih 115 v letu 2015). Biki slovenskega izvora v izbranem obdobju odstopajo od celotne populacije.

Pri lastnosti SSI - kombinirana prireja smo zasledili podoben genetski trend kot pri lastnosti SSI - prireja mleka. Ocenjen korelacijski koeficient med lastnostma znaša 0,84 ($p = < 0,0001$) (priloga A). Grafična predstavitev genetskega trenda za lastnost SSI - kombinirana prireja se nahaja v prilogi K.



Slika 22: Povprečna ocena PV12 za lastnost SSI - prireja mleka glede na leto rojstva plemenskega bika po državah

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

V diplomskem delu smo zajeli podatke o genotipiziranih bikih rjave pasme iz 8 držav v obdobju od leta 2000 do 2015. Podatki predstavljajo PV12 za posamezno lastnost bika. Vseh genotipiziranih bikov v izbranem obdobju je bilo 15.546. Kar 65,44 % vseh podatkov o bikih v mednarodnem projektu InterGenomics, ki je voden s strani Interbull-a, sta posredovali Nemčija in Švica, kar je razumljivo glede na izvor rjavega goveda. Največje število genotipiziranih bikov glede na leto rojstva bika je bilo mogoče zaslediti v letu 2014, kar lahko pripišemo splošni sprejetosti genomske selekcije v posameznih državah in padcu cen SNP čipov.

Zaradi lažje interpretacije rezultatov analize smo lastnosti združili v 4 različne sklope lastnosti. Sklopi lastnosti so: lastnosti mlečnosti (4 lastnosti), telesne lastnosti (19 lastnosti), funkcionalne lastnosti (3 lastnosti) in agregatni genotip (2 lastnosti).

5.1.1 Ocenjeni korelacijski koeficienti med sklopi lastnosti

Visoke ocene korelacijskih koeficientov smo zabeležili med lastnostmi mlečnosti. Vrednosti so se gibale na intervalu od 0,83 med kg mleka in kg maščob do 0,91 med kg mleka in kg beljakovin (Priloga A). Visoke korelacije med IBM ter ostalimi tremi lastnostmi so bile pričakovane, saj je IBM sestavljen iz lastnosti kg beljakovin, kg maščob in posledično kg mleka. V podobnih raziskavah, ki so bile opravljene v letih 1987 in 1989 na govedu črno-bele pasme, so zabeležili podobne močne in pozitivne korelacijske povezave, čeprav so se ocene gibale na nižjem intervalu, od 0,57 pri kg mleka in kg maščob do 0,83 pri kg mleka in kg beljakovin (De Jager in Kennedy, 1987; Meinert in sod., 1989; Van der Werf in De Boer, 1989). V novejših raziskavah, tudi pri črno-beli pasmi, pa se razlika med našimi rezultati in tujimi zmanjša. Vrednosti korelacij med lastnostmi se gibljejo na intervalu od 0,67 (kg mleko in kg maščob) do 0,88 (kg mleko in kg beljakovin) (Kadarmideen, 2004; Kadarmideen in sod., 2003; Toghiani, 2012). V vseh zgoraj naštetih raziskavah podatki predstavljajo meritve oz. količine v standardni laktaciji (305 dni), pri nas pa so bili podatki pridobljeni na dan kontrole mlečnosti, vendar rezultati nakazujejo isto smer in moč povezav med lastnostmi. Samoré in sod. (2010) so pri italijanski populaciji rjavega goveda zabeležili skoraj enake ocene korelacijskih koeficientov med lastnostmi mlečnosti kot mi. Rezultati med sklopoma lastnosti mlečnosti in funkcionalnimi lastnostmi so tudi primerljivi z našimi rezultati, razlike se pojavijo samo pri oceni korelacijskih koeficientov med lastnostmi kg mleka in dolgoživostjo, kg beljakovin in iztok mleka ter kg beljakovin in somatske celice. Ocenjene vrednosti so nižje kot v naši raziskavi.

V prilogi B prikazujemo ocenjene genetske korelacije za sklop telesnih lastnosti. Rezultate

je s tujo literaturo težko primerjati zaradi različnih definicij lastnosti, velikega števila lastnosti in različnega izbora predstavljenih lastnosti. Potočnik (2005) je v svojem delu pri lastnostih nagib križa in skočni sklep, nagib križa in biclji ter nagib križa in parklji ocenil enake povezave kot mi. Prvi dve povezavi sta bili nizko negativni, tretja povezava pa je bila nizko pozitivna. Prav tako je ugotovil, da sta povezavi med skočnim sklepom in biclji ter skočnim sklepom in parklji zmerni in negativni. V raziskavi, ki so jo Špehar in sod. (2012) opravili na isti populaciji slovenskih krav rjave pasme kot pred njimi Potočnik (2005), so zasledili podobne ocene korelacijskih koeficientov med lastnostmi skočni sklep in biclji (zmerna in negativna povezava), skočni sklep in parklji (zmerna in negativna povezava), noge točke in biclji (močna in pozitivna povezava), vime točke in pripetost vimena (močna in pozitivna povezava), širina mlečnega zrcala in širina mlečnega zrcala (močna in pozitivna povezava), namestitev prednjih seskov in namestitev zadnjih seskov (močna in pozitivna povezava), namestitev prednjih seskov in dolžina seskov (zmerna in negativna povezava) ter namestitev zadnjih seskov in dolžina seskov (zmerna in negativna povezava). Podobne ocene korelacijskih koeficientov za nekatere telesne lastnosti je moč zaslediti tudi pri črno-beli pasmi (Berry in sod., 2004) ter italijanski in belgijski populaciji rjavega goveda (Samoré in sod., 2010; Wiggans in sod., 2004).

Povezave med lastnostjo širina mlečnega zrcala in sklopom lastnosti mlečnosti (razen kg beljakovin) ter pripetostjo vimena in sklopom lastnosti mlečnosti so zmerne in pozitivne (Priloga C). Podobne ocene korelacijskih koeficientov so ugotovili tudi Samoré in sod. (2010). Stroka predvideva, da imajo krave, ki proizvedejo večje količine mleka, močnejše pripeto vime. Dolgoživost je v zmerni in negativni povezavi z lastnostma skočni sklep in globina telesa, kar je mogoče zaslediti tudi v literaturi (Samoré in sod., 2010; Cassandro in sod., 1999).

5.1.2 Genetski trendi

5.1.2.1 Lastnosti mlečnosti

V sklop lastnosti mlečnosti smo združili 4 lastnosti: kg mleka, kg maščob, kg beljakovin in IBM. Pri vseh 4 lastnostih je opazen pozitiven genetski trend v vseh državah, kar je v skladu z rejskimi cilji. Razlike med državami niso izrazito vidne, bolj je odstopala le Slovenija. Slovenija z nižjim povprečjem v začetku analiziranega obdobja sledi genetskim trendom ostalih držav in zmanjšuje razliko, vendar biki slovenskega izvora še vedno nekoliko odstopajo od skupne populacije.

V raziskavi, ki je bila opravljena v Sloveniji na rjavi pasmi, sta Potočnik in Čepon (2010) prišla do istega spoznanja glede genetskih trendov kot mi. Analizirala sta lastnosti kg mleka, kg maščob in kg beljakovin v obdobju med letoma 1990 in 2008 ter opazila pozitiven genetski trend pri vseh treh lastnostih.

5.1.2.2 Telesne lastnosti

Pri lastnostih višina križa in širina spredaj je opazen pozitiven genetski trend. To je odraz selekcijskega dela, saj je večji okvir živali povezan s konzumacijsko sposobnostjo živali, kar pripomore h gospodarnejši prireji mleka predvsem iz voluminozne krme (Potočnik, 2005). Pri lastnosti globina telesa pa v izbranem obdobju ni možno zaznati genetskih sprememb. Za Slovenijo je v izbranem obdobju značilno sledenje smernicam drugih držav pri lastnosti višina križa, vendar z nižjimi povprečnimi ocenami PV12. Pri ostalih dveh lastnostih pa biki slovenskega izvora ne odstopajo od celotne populacije.

Pri lastnosti nagib križa v izbranem obdobju ni mogoče zaslediti genetskih sprememb v nobeni populaciji rjavih bikov, razen zelo majhnega negativnega trenda pri bikih iz Združenih držav Amerike po letu 2007. Pri tej lastnosti si ne želimo ekstremnih vrednosti, povprečne vrednosti analiziranih populacij se gibljejo nekoliko nižje od zelene vrednosti (PV12 = 100). Največje odstopanje povprečnih ocen PV12 od zelene vrednosti PV12 je mogoče zaslediti pri bikih iz Združenih državah Amerike. Pri lastnosti sedna širina je opazen pozitiven genetski trend v vseh državah in zelo majhne razlike med državami po letu 2011 (razen Švice). To pomeni, da so genetske razlike med populacijami zelo majhne. Pri obeh lastnostih biki slovenskega izvora ne odstopajo od celotne populacije.

Pri lastnosti skočni sklep v izbranem obdobju ni mogoče zaslediti genetskih sprememb. Treba pa je poudariti, da je za to lastnost zelena vrednost PV12 = 100, kar pomeni, da si v svetovni populaciji ne želimo živali s strmim ali sabljastim skočnim sklepom. Letna nihanja povprečnih ocen PV12 so se po letu 2009 pri vseh državah zmanjšala, kar je verjetno posledica večjega števila živali po tem letniku rojstva in dela selekcijskih služb, ki strmijo k zeleni vrednosti. Vendar so povprečne vrednosti PV12 vseeno nekoliko nižje. Zmanjšale so se tudi razlike med populacijami. Pri lastnostih biclji, parklji in noge točke je opazen pozitiven genetski trend. Zelena vrednost PV12 za lastnost biclji je 109, za lastnost parklji pa 118 točk. Vse države s svojim selekcijskim delom strmijo k zelenim vrednostim. Stroka takšne genetske trende pripisuje spoznanju, da so živali, ki imajo ekstremne ocene bicljev in parkljev, hitreje izločene iz reje, kar zmanjša gospodarnost reje (Choi in McDaniel, 1993). Zato se v zadnjem obdobju veliko pozornosti posveča čvrstosti bicljev in višini pete parkljev. Biki slovenskega izvora pri lastnosti skočni sklep ne odstopajo od celotne populacije, pri ostalih treh lastnostih (biclji, parklji in noge točke) pa dosegajo nižje povprečne ocene PV12, kar je najbolj očitno pri lastnosti noge točke.

Ker je rjava pasma v Evropi klasificirana pod kombinirano pasmo s poudarkom na prireji mleka, v Združenih državah Amerike pa celo pod mlečno pasmo, je razumljivo večje število opazovanih lastnosti, ki opisujejo vime. Dolžina seskov je edina lastnost, pri kateri je opazen negativen genetski trend, kar je v skladu s selekcijskimi cilji. V populaciji si želimo krave s srednjo dolžino seskov zaradi dveh razlogov. Prvi je večji delež predčasno

izločenih krav iz prireje zaradi okužb vimena, ki so povezane z daljšimi seski (Brotherstone in Hill, 1991, cit. po Potočnik, 2005). Drugi razlog pa je težavnost molže, predvsem strojne, ki se jo poslužuje vse več rejcev. Z izjemo Francije in Kanade vse ostale države v obdobju zadnjih nekaj let ne presegajo želene vrednosti za dolžino seskov, ki znaša 100 točk. Odstopanje Francije in Kanade v letu 2015 prepisujemo nepopolnim podatkom za to leto, saj do takrat obe državi sledita globalnim genetskim trendom. Pri ostalih 8 lastnostih (višina mlečnega zrcala, širina mlečnega zrcala, globina vimena, namestitvev prednjih seskov, namestitvev zadnjih seskov, pripetost vimena, globina centralne vezi in vime točke) je opazen pozitiven genetski trend. Pri vseh 8 lastnostih Slovenija nekoliko zaostaja za ostalimi državami. Vendar pa je potrebno poudariti, da je v analiziranem obdobju od leta 2000 do 2015 zmanjšala razliko med povprečnimi vrednostmi PV12 in sledi genetskim trendom, ki jih narekujejo govedorejsko bolj razvite države.

Potočnik (2005) je v svoji doktorski disertaciji opisal podobne zaključke za sklop telesne lastnosti pri rjavi pasmi v Sloveniji. Razliki sta samo pri lastnostih dolžina seskov in nagib križa. V svojem delu je uporabil podatke o ocenjenih telesnih lastnostih prvesnic v Sloveniji med leti 1989 in 2001 ter prišel do zaključka, da ni mogoče zaslediti genetskega trenda pri lastnosti dolžina seskov. Pri lastnosti nagib križa pa je opazil negativen genetski trend (Potočnik, 2005).

5.1.2.3 Funkcionalne lastnosti

Dolgoživost je lastnost, ki v zadnjem času pridobiva na svoji pomembnosti. Vsak rejec si želi dobro žival čim dlje obdržati v reji, ker si s tem poveča gospodarnost reje. Zato je tudi selekcija usmerjena k odbiri takih živali, kar prikazuje pozitiven genetski trend. To pomeni, da imajo mlajše živali večji genetski potencial, da bodo dlje časa ostale v reji. Razlike med populacijami bikov različnih držav se v izbranem obdobju od leta 2000 do 2015 zmanjšujejo. To pomeni, da je povečanje dolgoživosti postal rejski cilj vseh držav. To odražajo tudi biki slovenskega izvora, saj ne odstopajo od preostale populacije.

Rejci si v svojih čredah ne želijo imeti živali s počasnim iztokom mleka, ker bi se tako podaljšal čas strojne molže. Zato je tudi pri lastnosti iztok mleka opazen pozitiven genetski trend. Biki slovenskega izvora ne odstopajo od celotne populacije. Pozitiven genetski trend pri lastnosti iztok mleka sta opazila tudi Potočnik in Čepon (2010) pri slovenski populaciji rjavega goveda.

Ker je število somatskih celic v mleku pokazatelj zdravja vimena (Dohoo in Meek, 1982), je pozitiven genetski trend pri lastnosti število somatskih celic pričakovan. Mlajše živali imajo genetski potencial za manjše število somatskih celic. Razlike med populacijami pri tej lastnosti niso velike, biki slovenskega izvora ne odstopajo od celotne populacije.

5.1.2.4 Agregatni genotip

V sklop lastnosti agregatni genotip smo združili dve lastnosti: SSI - prireja mleka in SSI - kombinirana prireja. Pri obeh lastnostih je opazen pozitiven genetski trend v vseh populacijah rjavih bikov. Vse do leta 2010 so pri Sloveniji opažene nižje povprečne ocene PV12, po letu 2010 pa se te razlike zmanjšajo. Vendar pa slovenski biki še vedno ne dosegajo vrednosti ostale populacije.

5.2 SKLEPI

V diplomski nalogi smo analizirali podatke o bikih rjave pasme v okviru mednarodnega projekta InterGenomics in ocenili genetske trende oz. spremembe v posamezni populaciji bikov rjave pasme. Na podlagi opravljenih analiz lahko zaključke povežemo v naslednje sklepe:

- Glede na letnik rojstva bikov se je od leta 2000 do 2008 povprečno število genotipiziranih bikov v vseh državah skupaj (8 držav) gibalo okoli 325 na leto. V letu 2014 je bilo skupno število vseh genotipiziranih bikov glede na leto rojstva enako 3.278, kar predstavlja 21,1 % vseh genotipiziranih bikov glede na leto rojstva bika v izbranem obdobju od leta 2000 do 2015.
- Največ genotipiziranih bikov izvira iz Nemčije (5.873), Švice (4.301) in Italije (1.801) - skupaj 11.975 bikov (77,0 % vseh bikov). Od tega sta 10.174 oz. 65,4 % vseh bikov prispevali samo Nemčija in Švica.
- Največja odstopanja med letniki rojstva so opazna pri kanadski populaciji bikov, kar pripisujemo majhnemu številu genotipiziranih bikov. Po letu 2009 se stanje normalizira, saj se poveča število genotipiziranih bikov. Velika odstopanja kanadske in francoske populacije za nekatere lastnosti pri letniku rojstva 2015 pa prav tako pripisujemo manjšemu številu genotipiziranih bikov tega letnika, čeprav so rezultati francoske populacije nepričakovani.
- Pozitiven genetski trend smo opazili pri 24 lastnostih, in sicer: kg mleka, kg maščob, kg beljakovin, IBM, višina križa, širina spredaj, biclji, parklji, višina mlečnega zrcala, širina mlečnega zrcala, globina vimena, namestitvev prednjih seskov, namestitvev zadnjih seskov, sedna širina, pripetost vimena, globina centralne vezi, noge točke, vime točke, skupaj točke, dolgoživost, iztok mleka, somatske celice, SSI - prireja mleka in SSI - kombinirana prireja.
- Negativen genetski trend je opazen pri lastnosti dolžina seskov.
- V izbranem obdobju ni mogoče zaznati genetskih sprememb pri treh lastnostih: nagib križa, skočni sklep in globina telesa.
- Slovenska populacija pri nekaterih lastnostih v povprečju zaostaja za celotno populacijo. Vendar pa je potrebno poudariti, da je v analiziranem obdobju od leta 2000 do 2015 zmanjšala razliko med povprečnimi ocenami PV12 in sledi genetskemu trendom, ki jih narekujejo govedorejsko bolj razvite države.

6 POVZETEK

Selekcija danes predstavlja pomemben del rejskih programov. Pri oblikovanju le teh sodelujejo tako rejci, ki so povezani v rejska združenja, kot strokovnjaki z različnih področij.

Vse do leta 2009 je selekcija temeljila na tako imenovanem progenem testu, kjer so osnova ocenam plemenskih vrednosti meritve in ocene fenotipa živali ter rodovništvo oz. sorodstvene vezi. Po letu 2009 se je začelo obdobje tako imenovane genomske selekcije. S pomočjo SNP čipa se dandanes lahko napove genomska plemenska vrednost že zelo mladim živalim. Tako je uspelo znanstvenikom skrajšati generacijski interval in posledično povečati genetski napredek pri gospodarsko pomembnih lastnostih.

Za uspešno genomsko selekcijo je potrebno genotipizirati zadostno število živali, ki že imajo opravljen progeni test, to pa je v majhnih populacijah nemogoče (npr. Slovenija). Zato je bilo potrebno je bilo uvesti mednarodno sodelovanje posameznih držav. Primer sodelovanja posameznih rejskih organizacij je projekt InterGenomics, ki je voden s strani Interbull-a. To je neprofitna organizacija, ki skrbi za mednarodno primerjavo plemenskih vrednosti bikov mlečnih pasem. Od samega začetka pri projektu sodeluje tudi Slovenija.

Namen tega diplomskega dela je bil analizirati genetske spremembe na osnovi mednarodne primerjave plemenskih vrednosti bikov pri rjavi pasmi in oceniti, ali naša populacija (naša selekcija) sledi trendom svetovne populacije oz. pri katerih lastnostih odstopa. Podatke smo pridobili na Katedri za znanosti o rejah živali Oddelka za zootehniko Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Podatki so rezultat sodelovanja Slovenije v mednarodnem projektu InterGenomics, ki se izvaja pod okriljem Interbull-a.

V obdelavi smo uporabili podatke iz decembrskega obračuna leta 2015. Po izločitvi 6 držav (Avstralija, Finska, Južna Afrika, Nizozemska, Norveška in Nova Zelandija) iz nadaljnje analize zaradi premajhnega števila genotipiziranih bikov smo v končni analizi uporabili podatke o 15.546 rjavih bikih iz 8 različnih držav (Avstrija, Francija, Italija, Kanada, Nemčija, Slovenija, Švica in Združene države Amerike), rojenih v obdobju med leti 2000 in 2015. Genetske spremembe oz. trende za 28 lastnosti smo predstavili grafično, saj tako lahko hitro sklepamo v katero smer (pozitivno ali negativno) poteka selekcija oz. kakšni so genetski trendi posamezne populacije. Statistični model, ki je bil uporabljen v analizi podatkov, vključuje interakcijo med sistematskima vplivoma leto rojstva in država izvora oz. poreklo.

Pri statistični obdelavi podatkov s programom SAS smo ugotovili, da se je število genotipiziranih bikov glede na leto rojstva začelo povečevati po letu 2008 v vseh izbranih

državah, ki sodelujejo pri projektu InterGenomics. Največje število podatkov o genotipiziranih bikih glede na leto rojstva pa so v projekt v obdobju od leta 2000 do 2015 posredovale Nemčija (5.873), Švica (4.301) in Italija (1.801), skupaj kar 11.975.

Pri pregledu ocen korelacijskih koeficientov med posameznimi sklopi lastnosti smo prišli do naslednjih zaključkov. Vsi korelacijski koeficienti za lastnost mlečnosti so se gibali na intervalu od 0,83 (kg mleka in kg maščob) do 1,00 (kg beljakovin in IBM). Pri funkcionalnih lastnostih so korelacijski koeficienti nižji in variirajo od - 0,07 (iztok mleka in somatske celice) do 0,43 (dolgoživost in somatske celice). Povezava med lastnostma SSI - prireja mleka in SSI - kombinirana prireja je močna in pozitivna (0,84). Korelacijski koeficienti med sklopom lastnosti mlečnosti in sklopom funkcionalne lastnosti so bili na intervalu od 0,19 (kg mleka in somatske celice) do 0,35 (IBM in iztok mleka). Višje korelacijske koeficiente je bilo mogoče zaslediti med sklopom lastnosti mlečnosti in sklopom agregatni genotip, vrednosti so se gibale na intervalu od 0,38 (kg maščob in SSI - kombinirana prireja) do 0,87 (kg beljakovin, IBM in SSI - prireja mleka). Vse zgoraj našete ocene korelacijskih koeficientov so bile statistično značilne. Sklop telesne lastnosti je vseboval 19 lastnosti. Ocene korelacijskih koeficientov so se gibale od zmernih in negativnih povezav (- 0,46, vime točke in dolžina seskov) do močnih in pozitivnih povezav pri lastnosti skupaj točke in vime točke (0,85). Ocenjeni korelacijski koeficienti med sklopi lastnosti mlečnosti, telesne lastnosti, funkcionalne lastnosti in agregatni genotip pa so se gibali na intervalu od - 0,35 (skočni sklep in SSI - kombinirana prireja) do 0,71 (noge točke in SSI - kombinirana prireja).

Ugotovili smo tudi, da je pri 24 lastnostih opazen pozitiven genetski trend: kg mleka, kg maščob, kg beljakovin, IBM, višina križa, širina spredaj, biclji, parklji, višina mlečnega zrcala, širina mlečnega zrcala, globina vimena, namestitvev prednjih seskov, namestitvev zadnjih seskov, sedna širina, pripetost vimena, globina centralne vezi, noge točke, vime točke, skupaj točke, dolgoživost, iztok mleka, somatske celice, SSI - prireja mleka in SSI - kombinirana prireja. Pri lastnosti dolžina seskov je opazen negativen genetski trend, pri 3 lastnostih (nagib križa, skočni sklep in globina telesa) pa v izbranem obdobju ni bilo mogoče zaslediti genetskih sprememb.

Na splošno lahko zaključimo, da se genetske razlike med slovensko in skupno populacijo zmanjšujejo oz. da biki slovenskega izvora sledijo skupni populaciji rjavega goveda, ki je vključena v mednarodno primerjavo v okviru projekta InterGenomics. Zmanjševanja razlik med slovensko in skupno populacijo ne moremo pripisati uvedbi genomske selekcije, ker jo v Slovenski populaciji izvajamo krajši čas in v manjši meri, kot bi bilo to mogoče. Vse kaže, da je vzrok temu sledenje rejskim ciljem tujih populacij, kar je v Sloveniji praksa zlasti v zadnjem desetletju. Vsekakor pa je genomska selekcija pravo orodje za učinkovito selekcijo in jo je smiselno izkoristiti v največji možni meri.

7 VIRI

- Berry D. P., Buckley F., Dillon P., Evans R. D., Veerkamp R. F. 2004. Genetic relationship among linear type traits, milk yield, body weight, fertility and somatic cell count in primiparous dairy cows. *Irish journal of agricultural and food research*, 43: 161-176
- Cassandro M., Ghiroldi S., Bagnato A., Gallo L., Carnier P., Santus E. 1999. Genetic evaluation of longevity in Italian Brown Cattle Breed. *Interbull bulletin*, 21: 73-81
- Choi Y. S., McDaniel B. T. 1993. Heritabilities of measures of hooves and their relation to other traits of holsteins. *Journal of dairy science*, 76, 7: 1989-1993
<http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302%2893%2977532-3/pdf>
(12.4.2016)
- Cizej D. 1991. Govedoreja: priročnik o zreji, krmljenju in gospodarnosti goved na kmetijah. 1 izdaja. Maribor, Obzorja: 247 str.
- Čepon M., Klopčič M., Potočnik K., Žgur S., Dovč P., Simčič M., Kompan D. 2006. Strokovna pravila in opis metod za merjenje in ocenjevanje proizvodnih in drugih lastnosti ter metod za napovedovanje genetskih vrednosti za čistopasemsko plemensko govedo v Sloveniji. Del 1: Pravila in metode za merjenje in ocenjevanje proizvodnih in drugih lastnosti v govedoreji. Domžale, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 78 str.
- De Jager D., Kennedy B. W. 1987. Genetic parameters of milk yield and composition and their relationships with alternative breeding goals. *Journal of dairy science*, 70: 1258-1266
- Dohoo I. R., Meek A. H. 1982. Somatic cell counts in bovine Milk. *Canadian veterinary journal*, 23: 119-125
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1790153/pdf/canvetj00281-0015.pdf> (16.5.2016)
- Dürr J., Reents R. 2013. Interbull - 30 years of history. Interbull Hall of Fame, International Bull Evaluation Service Photo-blog
<http://interbull30years.blogspot.si/2013/07/interbull-30-years-of-history.html>
(3.3.2016)
- Eggen A. 2012. The development and application of genomic selection as a new breeding paradigm. *Animal frontiers*, 2, 1: 10-15
- Falconer D. S., Mackay T. F. C. 1996. Introduction to quantitative genetics. 4th edition. Essex, Longman: 464 str.
- Ferčej J., Šobar B., Skušek F. 1989. Govedoreja. Ljubljana, Kmečki glas: 196 str.

- GeneSeek Genomic Profiler Bovine 150k. 2015a. Neogen Corporation: 4str.
http://genomics.neogen.com/images/pdf/GGP_Bovine150K.pdf (7.7.2016)
- GeneSeek Genomic Profiler Bovine LD. 2015b. Neogen Corporation: 4 str.
http://genomics.neogen.com/images/pdf/GGP_BovineLD.pdf (7.7.2016)
- Genetics. 2016. European Brown Swiss Federation.
<http://www.brown-swiss.org/#!/genetics/chqw> (18.3.2016)
- Goddard M.E., Hayes B. J. 2007. Genomic selection. Journal of animal breeding and genetics, 124: 323-330
- Gorjanc G. 2013. Genomska selekcija. Kmečki glas, 70, 3: 10
- Hazel L. N., Lush J. L. 1942. The efficiency of three methods of selection. The journal of heredity, J-1035, 32: 393-399
http://www.oxfordjournals.org/our_journals/jhered/freepdf/33-393.pdf (16.5.2016)
- Interbull Centre Activity Report 2014/2015. 2015. Uppsala, Interbull Centre, Department of Animal Breeding and Genetics, Swedish University of Agricultural Sciences - SLU: 21 str.
http://www.interbull.org/static/web/5_ITBCreport2014_2015v3.pdf (25.1.2016)
- Interbull routine genetic evaluation for dairy production traits. 1997. Interbull Centre - Department of Animal Breeding and Genetics, SLU
http://www.interbull.org/web/static/mace_evaluations_archive/eval/aug97.html (25.1.2016)
- Jenko J. 2007. Analiza dolgoživosti krav molznic v Sloveniji . Zveza rejcev govedi rjave pasme Slovenije
http://rjava.govedo.si/datoteke/File/rjava/Analiza_dolgozivosti_molznic.pdf (29.2.2016)
- Jorjani H., Jakobsen J., Hjerpe E., Palucci V., Dürr J. 2012. Status of genomic evaluation in the brown swiss populations. Interbull bulletin, 46: 46-54
- Kadarmideen H.N. 2004. Genetic correlations among body condition score, somatic cell score, milk production, fertility and conformation traits in dairy cows. Animal science, 79: 191-201
- Kadarmideen H.N., Thompson R., Coffey M.P., Kossaibati M. A. 2003. Genetic parameters and evaluations from single- and multiple-trait analysis of dairy cow fertility and milk production. Livestock production science, 81: 183-195
- Logar B., Jeretina J., Pečnik B., Perpar T. 2014. Delovni katalog bikov rjave pasme za leto 2015. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 201 str.

- Meinert T.R., Korver S., Van Arendonk J.A.M. 1989. Parameter estimation of milk yield and composition for 305 days and peak production. *Journal of dairy science*, 72: 1534-1539
- Meuwissen T. H. E., Hayes B. J., Goddard M. E. 2001. Prediction of total genetic value using genome-wide dense marker maps. *Genetics*, 157: 1819-1829
- National genetic evaluation forms provided by countries. 2016. Interbull Centre - Department of Animal Breeding and Genetics, SLU
<http://www.interbull.org/ib/geforms> (25.1.2016)
- Nicolazzi E. L. Picciolini M., Strozzi F., Schnabel R. D., Lawley C., Pirani A., Brew F., Stella A. 2014. SNPchipMp: a database to disentangle the SNPchip jungle in bovine livestock. *Biomed central genomics*, 15, 123, doi:10.1186/1471-2164-15-123: 6 str.
<http://bmcbgenomics.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2164-15-123> (3.4.2016)
- Perpar T., Logar B., Jeretina J., Pečnik B., Ivanovič B. 2001. Delovni katalog bikov rjave, črno bele, cikaste, šarole, limuzin in belgijsko beloplave pasme za leto 2001. Ljubljana, Govedorejska služba Slovenije, Kmetijski inštitut Slovenije: 266 str.
https://www.govedo.si/files/cpzgss/knjiznica/delovni_katalogi_bikov/2001/del_kat_rj_cb_ck_mesni_2001.pdf (10.4.2016)
- 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. 2010a. Brown Cattle in Slovenia. V: Zbornik Evropske konference rejcev govedi rjave pasme, Novo Mesto, 14. - 16. oktober 2010. Verbič J., Potočnik K., Mrkun J., Opara A. (ur.). Ljubljana, Zveza rejcev govedi rjave pasme Slovenije: 20-41
- Perpar T., Rigler M., Sadar M., Arlič S., Logar B. 2010b. Rejski program za rjavo pasmo goved. Ljubljana, Zveza rejcev goved rjave pasme Slovenije: 50 str.
http://rjavo.govedo.si/datoteke/file/rjavo/Rejski_program/Rejski%20program%20za%20RJAVO%20pasmo%20KIS%2030jun2010_popravek10nov2010.pdf (27.2.2016)
- Perpar T., Sadar M., Logar B., Podgoršek P., Jeretina J., Jenko J., Opara A. 2010c. Strokovna pravila in opis metod za izvajanje nekaterih nalog rejskih programov pri govedu. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenija: 71 str.
- Philipsson J. 2005. Interbull - How it began and some achievements. *Interbull bulletin*, 33: 131-135
- Pogačar J. 1984. Kontrola in selekcija v govedoreji. Ljubljana, Kmečki glas: 173 str.

- Potočnik K. 2002. Učinkovitejša selekcija govedi. Govedorejski zvonci: glasilo Združenja govedorejcev Slovenije, 7, 1/2: 20-29
- Potočnik K. 2005. Genetski parametri za telesne lastnosti pri mlečnih pasmah govedi v Sloveniji. Doktorska disertacija. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 234 str.
- Potočnik K., Čepon M. 2010. Overview of cattle selection in Slovenian Brown cattle. V: Zbornik Evropske konference rejcev govedi rjave pasme, Novo Mesto, 14. - 16. okt. 2010. Verbič J., Potočnik K., Mrkun J., Opara A. (ur.). Ljubljana, Zveza rejcev govedi rjave pasme Slovenije: 76-92
- Potočnik K., Čepon M., Krsnik J., Štepec M., Kompan D. 2010. Metodika napovedovanja plemenskih vrednosti za čistopasemsko rjavo govedo v Sloveniji. Priloga 2. Domžale, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 21 str.
http://rjavo.govedo.si/datoteke/file/rjavo/Rejski_program/MetodePVDopolnitevSeptember2010.pdf (27.2.2016)
- Potočnik K., Štepec M., Krsnik J., Gorjanc G., Čepon M. 2013. Poročilo o genotipizaciji 36 bikcev in 6 teličk rjave pasme. Domžale, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 91 str.
- Potokar D., Vrtačnik J., Pinterič L., Kotnik B., Perpar T. 2009. Govedoreja v Sloveniji. Ljubljana, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije: 24 str.
http://www.kgzs.si/Portals/0/KGZS_govedoreja_2009.pdf (27.2.2016)
- Powell R. L., VanRaden P. M. 2001. Possible global scale for ranking dairy bulls by combining international evaluations expressed on national scales. Interbull bulletin, 27: 89-93
- Reents R. 2007. Status and perspectives on international genetic evaluations with respect to Interbull activities and international co-operations. World Holstein Friesian Federation
<http://www.whff.info/documentation/documents/ehc2007/06%20Status%20and%20perspectives%20on%20international%20genetic.pdf> (3.3.2016)
- Sadar M., Jenko J., Jeretina J., Logar B., Perpar T., Podgoršek P. 2015. Rezultati kontrole prireje mleka in mesa, Slovenija, 2014. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 95 str.
- Samoré B. A., Rizzi R., Rossoni A., Bagnato A. 2010. Genetic parameters for functional longevity, type traits, SCS, milk flow and production in the Italian Brown Swiss. Italian Journal of animal science, 9:145-152
- SAS Inst. Inc. 2013. The SAS System for Windows, Release 9.4. Cary, NC, SAS Institute

- Schaeffer L. R. 1994. Multiple-country comparison of dairy sires. *Journal of dairy science*, 77, 9: 2671-2678
<http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302%2894%2977209-X/pdf> (4.2.2016)
- Schaeffer L. R. 2006. Strategy for applying genome-wide selection in dairy cattle. *Journal of animal breeding and genetics*, 123, 4: 218-223
- Shannon J. 2010. Understanding genomics: an introduction to the terminology. *WCDS advances in dairy technology*, 22: 327-338
<http://www.wcds.ca/proc/2010/Manuscripts/p327-338Shannon.pdf> (15.2.2016)
- Šalehar A., Čepon M., Žan Lotrič M., Kompan D., Holcman A., Habe F., Terčič D. 2006. Program razvoja podeželja Republike Slovenije za obdobje 2007–2013. Priloga 8: Opis avtohtonih in tradicionalnih pasem domačih živali. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 25 str.
http://www.mko.gov.si/fileadmin/mko.gov.si/pageuploads/podrocja/Program_razvoja_podezelja/priloga_8.pdf (27.2.2016)
- Špehar M., Štepec M., Potočnik K. 2012. Variance components estimation for type traits in Slovenian Brown Swiss cattle. *Acta agriculturae Slovenica*, 100, 2: 107-115
- Toghiani S. 2012. Genetic relationships between production traits and reproductive performance in Holstein dairy cows. *Archiv tierzucht*, 55, 5:458-468
- Van der Werf J. H. J., De Boer W. 1989. Estimation of genetic parameters in a crossbred population of Black and White dairy cattle. *Journal of dairy science*, 72:2615-2623
- Wiggans G. R., Gengler N., Wright J. R. 2004. Type trait (co)variance components for five dairy breeds. *Journal of dairy science*, 87:2324-2330

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju, doc. dr. Klemnu Potočniku za vso pomoč, strokovne nasvete in popravke pri nastajanju diplomske naloge, prav tako pa tudi recenzentu doc. dr. Gregorju Gorjancu in predsedniku komisije doc. dr. Silvestru Žguru.

Hvala Sabini Knehtl za vso pomoč pri urejanju študijskih formalnosti med samim študijem in pri nastajanju diplomskega dela. Hvala zaposlenim v knjižnici za vse nasvete in popravke pri oblikovanju diplomskega dela.

Hvala staršem in starim staršem za podporo pri odločitvi glede smeri študija, dobre besede in vso finančno pomoč, brez katere ne bi končal študija. Pri tem pa ne smem pozabiti na brata Nejca z dekletom Sanjo, ki sta s spodbudnimi besedami pomagala v težkih trenutkih nastajanja diplomskega dela.

Največja zahvala pa gre moji nežnejši polovici Maši, brez katere bi velikokrat zmanjkalo motivacije. Hvala za vse potrpežljive trenutke in vztrajanje z menoj, ko ni vse potekalo po načrtih. Hvala.

PRILOGE

Priloga A:

Ocenjeni korelacijski koeficienti med DGV - ji (prva vrstica) in p - vrednosti (druga vrstica) med sklopi lastnosti: lastnosti mlečnosti, funkcionalne lastnosti in agregatni genotip

Lastnosti	KFDK	KBDK	IBM	D	IZ	SC	SSI 1	SSI 2
KMDK	0,83 < 0,0001	0,91 < 0,0001	0,91 < 0,0001	0,31 < 0,0001	0,33 < 0,0001	0,19 < 0,0001	0,79 < 0,0001	0,45 < 0,0001
KFDK	/	0,89 < 0,0001	0,93 < 0,0001	0,23 < 0,0001	0,33 < 0,0001	0,25 < 0,0001	0,77 < 0,0001	0,38 < 0,0001
KBDK		/	1,00 < 0,0001	0,34 < 0,0001	0,34 < 0,0001	0,26 < 0,0001	0,87 < 0,0001	0,50 < 0,0001
IBM			/	0,33 < 0,0001	0,35 < 0,0001	0,27 < 0,0001	0,87 < 0,0001	0,48 < 0,0001
D				/	0,37 < 0,0001	0,43 < 0,0001	0,69 < 0,0001	0,90 < 0,0001
IZ					/	- 0,07 < 0,0001	0,47 < 0,0001	0,36 < 0,0001
SC						/	0,49 < 0,0001	0,51 < 0,0001
SSI 1							/	0,84 < 0,0001

rdeča, krepka pisava - močna in pozitivna povezava (r = od 0,5 do 1), zeleno ozadje - zmerna in pozitivna povezava (r = od 0,3 do 0,5), KMDK - količina mleka, KFDK - količina maščob, KBDK - količina beljakovin, IBM - indeks beljakovin in maščob, D - dolgoživost, IZ - iztok mleka, SC - somatske celice, SSI 1 - SSI - prireja mleka, SSI 2 - SSI - kombinirana prireja

Priloga B:

Ocenjeni korelacijski koeficienti med DGV - ji (prva vrstica) in p - vrednosti (druga vrstica) za sklop telesne lastnosti

Lastnosti	ŠP	NK	SK	B	P	VMZ	ŠMZ	GV	DS
VK	0,54 < 0,0001	0,08 < 0,0001	- 0,03 0,0003	0,28 < 0,0001	0,49 < 0,0001	0,48 < 0,0001	0,39 < 0,0001	0,41 < 0,0001	0,02 0,0037
ŠP	/	0,04 < 0,0001	0,04 < 0,0001	0,20 < 0,0001	0,44 < 0,0001	0,05 < 0,0001	0,14 < 0,0001	0,24 < 0,0001	0,00 0,75
NK		/	- 0,07 < 0,0001	- 0,01 0,5161	0,07 < 0,0001	- 0,06 < 0,0001	- 0,08 < 0,0001	- 0,07 < 0,0001	- 0,04 < 0,0001
SK			/	- 0,40 < 0,0001	- 0,36 < 0,0001	- 0,05 < 0,0001	0,00 0,6529	- 0,12 < 0,0001	0,06 < 0,0001
B				/	0,63 < 0,0001	0,14 < 0,0001	0,10 < 0,0001	0,27 < 0,0001	- 0,14 < 0,0001
P					/	0,25 < 0,0001	0,25 < 0,0001	0,33 < 0,0001	- 0,19 < 0,0001
VMZ						/	0,71 < 0,0001	0,53 < 0,0001	- 0,15 < 0,0001
ŠMZ							/	0,11 < 0,0001	- 0,18 < 0,0001
GV								/	- 0,22 < 0,0001

rdeča, krepka pisava - močna in pozitivna povezava (r = od 0,5 do 1), zeleno ozadje - zmerna in pozitivna povezava (r = od 0,3 do 0,5), turkizno ozadje - zmerna in negativna povezava (r = od - 0,3 do - 0,5), VK - višina križa, ŠP - širina spredaj, NK - nagib križa, SK - skočni sklep, B - biclji, P - parklji, VMZ - višina mlečnega zrcala, SMZ - širina mlečnega zrcala GV - globina vimena, DS - dolžina seskov

se nadaljuje

nadaljevanje priloge B:

Ocenjeni korelacijski koeficienti med DGV - ji (prva vrstica) in p - vrednosti (druga vrstica) za sklop telesne lastnosti

Lastnosti	NPS	NZS	GT	SŠ	PV	GCV	NT	VT	RST
VK	0,30 < 0,0001	0,30 < 0,0001	0,66 < 0,0001	0,44 < 0,0001	0,22 < 0,0001	0,28 < 0,0001	0,46 < 0,0001	0,44 < 0,0001	0,72 < 0,0001
ŠP	0,09 < 0,0001	0,17 < 0,0001	0,69 < 0,0001	0,58 < 0,0001	0,13 < 0,0001	0,18 < 0,0001	0,20 < 0,0001	0,21 < 0,0001	0,44 < 0,0001
NK	- 0,08 < 0,0001	0,01 0,259	- 0,01 0,1616	0,04 < 0,0001	- 0,12 < 0,0001	0,02 0,0433	0,01 0,2389	- 0,10 < 0,0001	0,00 0,5454
SK	0,05 < 0,0001	0,02 0,0045	0,16 < 0,0001	0,07 < 0,0001	- 0,14 < 0,0001	- 0,07 < 0,0001	- 0,38 < 0,0001	- 0,13 < 0,0001	- 0,14 < 0,0001
B	0,13 < 0,0001	0,14 < 0,0001	- 0,01 0,373	0,17 < 0,0001	0,16 < 0,0001	0,13 < 0,0001	0,73 < 0,0001	0,30 < 0,0001	0,38 < 0,0001
P	0,27 < 0,0001	0,30 < 0,0001	0,27 < 0,0001	0,28 < 0,0001	0,23 < 0,0001	0,18 < 0,0001	0,61 < 0,0001	0,41 < 0,0001	0,55 < 0,0001
VMZ	0,43 < 0,0001	0,39 < 0,0001	0,23 < 0,0001	0,12 < 0,0001	0,33 < 0,0001	0,38 < 0,0001	0,47 < 0,0001	0,73 < 0,0001	0,72 < 0,0001
ŠMZ	0,52 < 0,0001	0,44 < 0,0001	0,34 < 0,0001	0,11 < 0,0001	0,40 < 0,0001	0,35 < 0,0001	0,43 < 0,0001	0,59 < 0,0001	0,66 < 0,0001
GV	0,34 < 0,0001	0,35 < 0,0001	0,05 < 0,0001	0,22 < 0,0001	0,23 < 0,0001	0,31 < 0,0001	0,40 < 0,0001	0,73 < 0,0001	0,60 < 0,0001
DS	- 0,31 < 0,0001	- 0,32 < 0,0001	0,03 < 0,0001	- 0,06 < 0,0001	- 0,29 < 0,0001	- 0,11 < 0,0001	- 0,20 < 0,0001	- 0,46 < 0,0001	- 0,30 < 0,0001
NPS	/	0,71 < 0,0001	0,18 < 0,0001	0,10 < 0,0001	0,29 < 0,0001	0,28 < 0,0001	0,35 < 0,0001	0,59 < 0,0001	0,53 < 0,0001
NZS		/	0,22 < 0,0001	0,18 < 0,0001	0,28 < 0,0001	0,54 < 0,0001	0,28 < 0,0001	0,56 < 0,0001	0,52 < 0,0001
GT			/	0,39 < 0,0001	0,24 < 0,0001	0,24 < 0,0001	0,13 < 0,0001	0,20 < 0,0001	0,50 < 0,0001
SŠ				/	0,05 < 0,0001	0,18 < 0,0001	0,17 < 0,0001	0,20 < 0,0001	0,36 < 0,0001
PV					/	0,23 < 0,0001	0,35 < 0,0001	0,61 < 0,0001	0,55 < 0,0001
GCV						/	0,26 < 0,0001	0,46 < 0,0001	0,45 < 0,0001
NT							/	0,58 < 0,0001	0,71 < 0,0001
VT								/	0,85 < 0,0001

rdeča, krepka pisava - močna in pozitivna povezava ($r =$ od 0,5 do 1), zeleno ozadje - zmerna in pozitivna povezava ($r =$ od 0,3 do 0,5), turkizno ozadje - zmerna in negativna povezava ($r =$ od - 0,3 do - 0,5), VK - višina križa, ŠP - širina spredaj, NK - nagib križa, SK - skočni sklep, B - biclji, P - parklji, VMZ - višina mlečnega zrcala, ŠMZ - širina mlečnega zrcala, GV - globina vimen, DS - dolžina seskov, NPS - namestitev prednjih seskov, NPZ - namestitev zadnjih seskov, GT - globina telesa, SŠ - sedna širina, PV - pripetost vimen, GCV - globina centralne vezi, NT - noge točke, VT - vime točke, RST - skupaj točke

Priloga C:

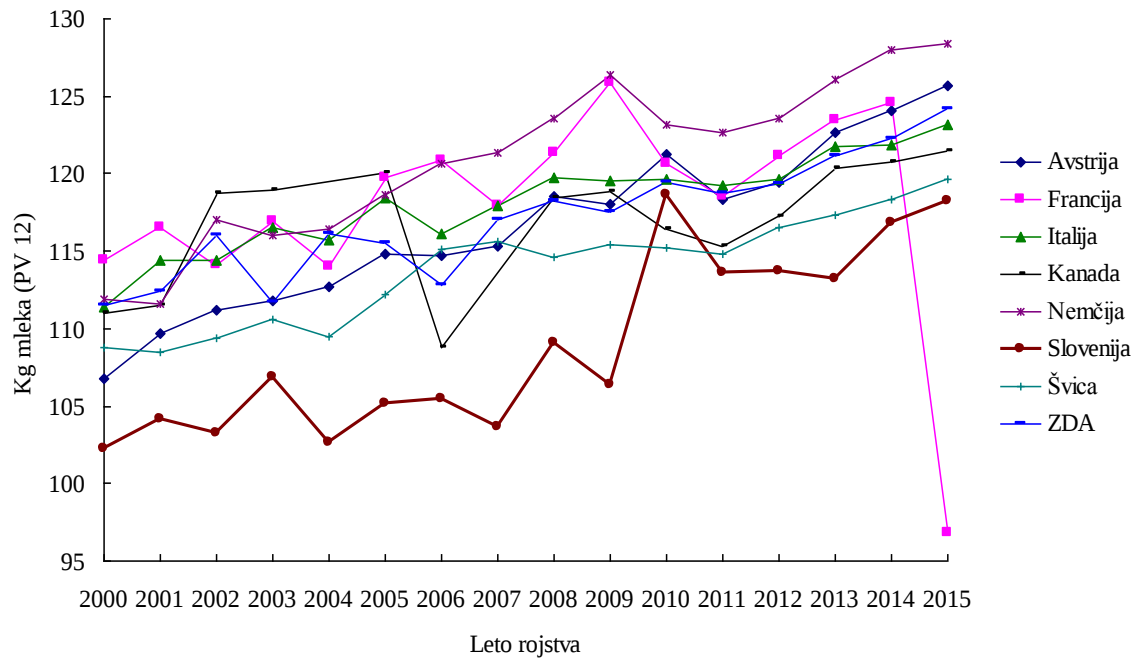
Ocenjeni korelacijski koeficienti med DGV - ji (prva vrstica) in p - vrednosti (druga vrstica) med sklopi lastnosti: lastnosti mlečnosti, funkcionalne lastnosti, agregatni genotip in telesne lastnosti

Lastnosti	KMDK	KFDK	KBDK	IBM	D	IZ	SC	SSI 1	SSI 2
VK	0,17 < 0,0001	0,08 < 0,0001	0,17 < 0,0001	0,16 < 0,0001	- 0,06 < 0,0001	0,02 0,004	0,02 0,0055	0,20 < 0,0001	0,19 < 0,0001
ŠP	- 0,06 < 0,0001	- 0,09 < 0,0001	- 0,03 0,0002	- 0,04 < 0,0001	- 0,17 < 0,0001	- 0,11 < 0,0001	- 0,04 < 0,0001	- 0,02 0,0048	0,05 < 0,0001
NK	0,01 0,0619	- 0,05 < 0,0001	0,02 0,0123	0,01 0,4933	0,06 < 0,0001	- 0,05 < 0,0001	0,00 0,7592	0,01 0,1162	0,06 < 0,0001
SK	- 0,19 < 0,0001	- 0,20 < 0,0001	- 0,22 < 0,0001	- 0,22 < 0,0001	- 0,30 < 0,0001	- 0,22 < 0,0001	- 0,17 < 0,0001	- 0,32 < 0,0001	- 0,35 < 0,0001
B	0,16 < 0,0001	0,17 < 0,0001	0,21 < 0,0001	0,21 < 0,0001	0,33 < 0,0001	0,16 < 0,0001	0,23 < 0,0001	0,38 < 0,0001	0,51 < 0,0001
P	0,17 < 0,0001	0,12 < 0,0001	0,21 < 0,0001	0,19 < 0,0001	0,19 < 0,0001	0,12 < 0,0001	0,15 < 0,0001	0,33 < 0,0001	0,43 < 0,0001
VMZ	0,15 < 0,0001	0,06 < 0,0001	0,15 < 0,0001	0,13 < 0,0001	0,21 < 0,0001	0,17 < 0,0001	0,11 < 0,0001	0,33 < 0,0001	0,37 < 0,0001
ŠMZ	0,37 < 0,0001	0,22 < 0,0001	0,32 < 0,0001	0,30 < 0,0001	0,20 < 0,0001	0,13 < 0,0001	0,04 < 0,0001	0,46 < 0,0001	0,37 < 0,0001
GV	- 0,19 < 0,0001	- 0,20 < 0,0001	- 0,13 < 0,0001	- 0,15 < 0,0001	0,21 < 0,0001	0,12 < 0,0001	0,27 < 0,0001	0,14 < 0,0001	0,34 < 0,0001
DS	- 0,01 0,3771	- 0,05 < 0,0001	- 0,04 < 0,0001	- 0,04 < 0,0001	- 0,09 < 0,0001	- 0,12 < 0,0001	- 0,08 < 0,0001	- 0,14 < 0,0001	- 0,18 < 0,0001
NPS	0,05 < 0,0001	- 0,01 0,4191	0,04 < 0,0001	0,03 < 0,0001	0,16 < 0,0001	0,02 0,0117	0,11 < 0,0001	0,19 < 0,0001	0,29 < 0,0001
NZS	- 0,01 0,4371	- 0,05 < 0,0001	- 0,01 0,2701	- 0,02 0,0276	0,05 < 0,0001	0,02 0,002	0,06 < 0,0001	0,11 < 0,0001	0,19 < 0,0001
GT	0,07 < 0,0001	0,03 0,0018	0,05 < 0,0001	0,04 < 0,0001	- 0,34 < 0,0001	- 0,12 < 0,0001	- 0,20 < 0,0001	- 0,05 < 0,0001	- 0,11 < 0,0001
SŠ	- 0,05 < 0,0001	- 0,10 < 0,0001	- 0,06 < 0,0001	- 0,07 < 0,0001	- 0,09 < 0,0001	- 0,06 < 0,0001	0,00 0,9731	- 0,02 0,0361	0,06 < 0,0001
PV	0,37 < 0,0001	0,46 < 0,0001	0,37 < 0,0001	0,39 < 0,0001	0,06 < 0,0001	0,18 < 0,0001	0,18 < 0,0001	0,42 < 0,0001	0,29 < 0,0001
GCV	0,09 < 0,0001	0,05 < 0,0001	0,11 < 0,0001	0,10 < 0,0001	0,13 < 0,0001	0,10 < 0,0001	0,12 < 0,0001	0,21 < 0,0001	0,24 < 0,0001
NT	0,29 < 0,0001	0,24 < 0,0001	0,32 < 0,0001	0,31 < 0,0001	0,44 < 0,0001	0,20 < 0,0001	0,26 < 0,0001	0,56 < 0,0001	0,71 < 0,0001
VT	0,18 < 0,0001	0,14 < 0,0001	0,21 < 0,0001	0,20 < 0,0001	0,30 < 0,0001	0,24 < 0,0001	0,27 < 0,0001	0,46 < 0,0001	0,53 < 0,0001
RST	0,22 < 0,0001	0,15 < 0,0001	0,23 < 0,0001	0,22 < 0,0001	0,20 < 0,0001	0,15 < 0,0001	0,17 < 0,0001	0,43 < 0,0001	0,51 < 0,0001

rdeča, krepka pisava - močna in pozitivna povezava ($r =$ od 0,5 do 1), zeleno ozadje - zmerna in pozitivna povezava ($r =$ od 0,3 do 0,5), turkizno ozadje - zmerna in negativna povezava ($r =$ od - 0,3 do - 0,5), VK - višina križa, ŠP - širina spredaj, NK - nagib križa, SK - skočni sklep, B - biclji, P - parklji, VMZ - višina mlečnega zrcala, ŠMZ - širina mlečnega zrcala, GV - globina vimena, DS - dolžina seskov, NPS - namestitev prednjih seskov, NPZ - namestitev zadnjih seskov, GT - globina telesa, SŠ - sedna širina, PV - pripetost vimena, GCV - globina centralne vezi, NT - noge točke, VT - vime točke, RST - skupaj točke, KMDK - količina mleka, KFDK - količina maščob, KBDK - količina beljakovin, IBM - indeks beljakovin in maščob, D - dolgoživost, IZ - iztok mleka, SC - somatske celice, SSI 1 - SSI - prireja mleka, SSI 2 - SSI - kombinirana prireja

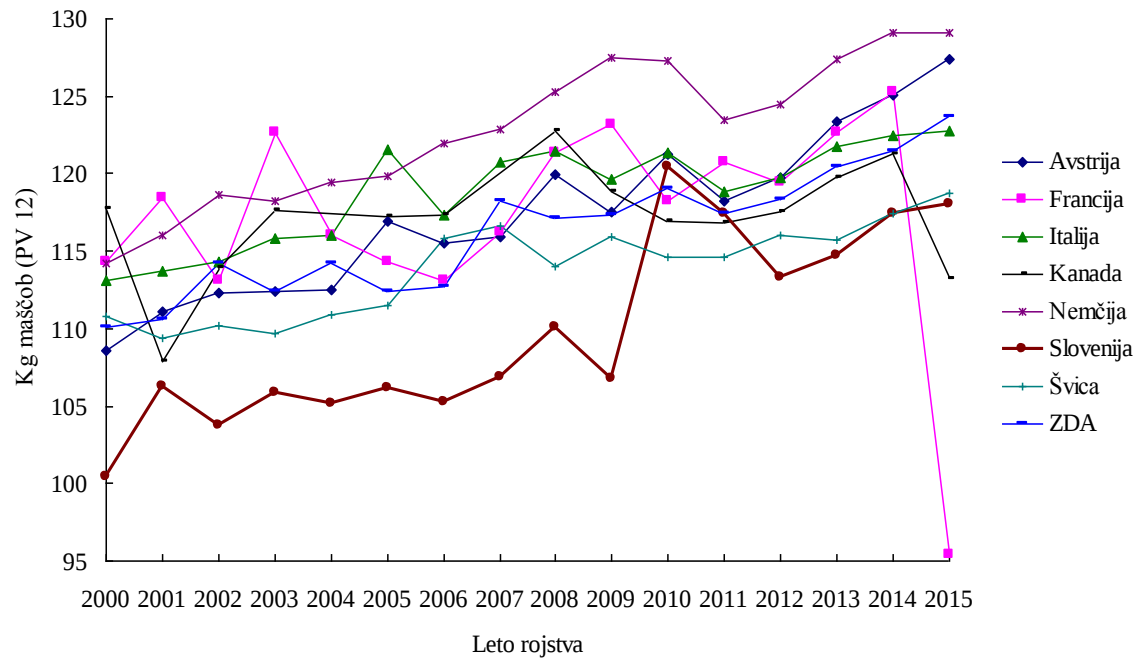
Priloga D:

Povprečna ocena PV12 za lastnost kg mleka glede na leto rojstva plemenskega bika po državah



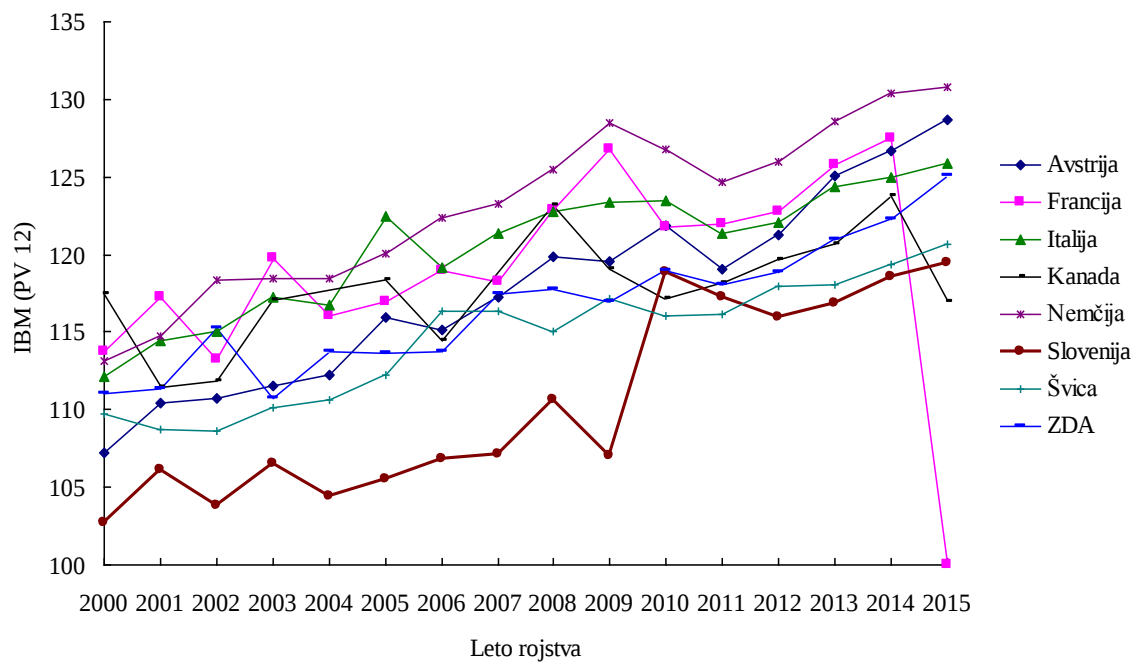
Priloga E:

Povprečna ocena PV12 za lastnost kg maščob glede na leto rojstva plemenskega bika po državah



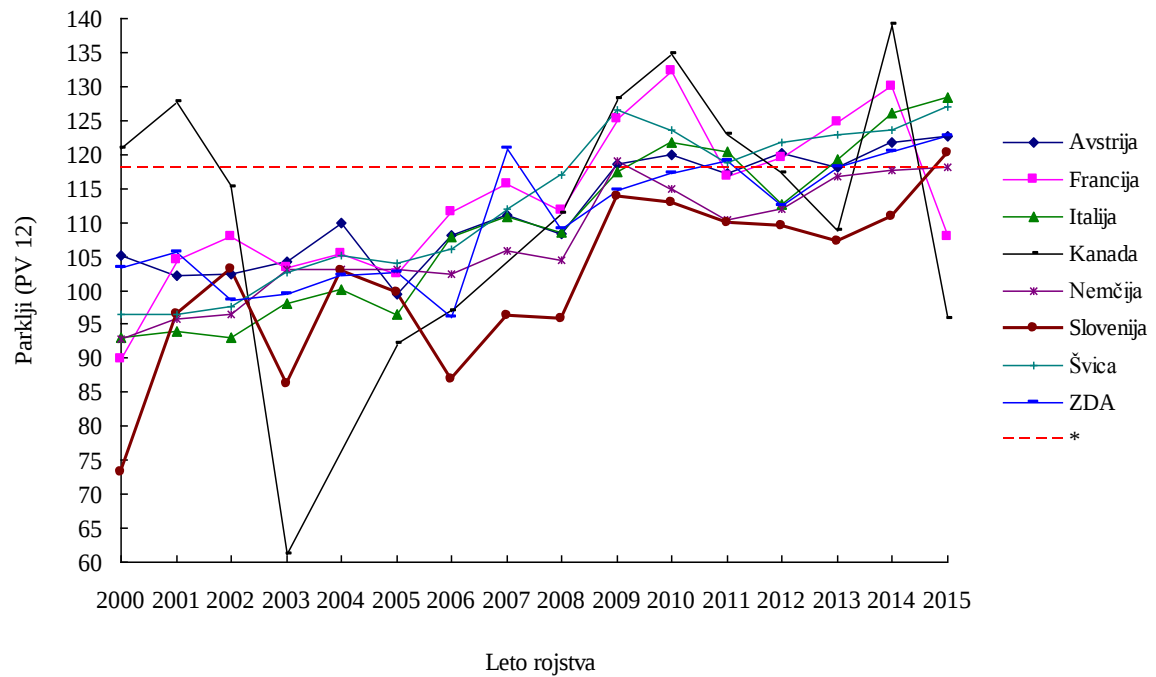
Priloga F:

Povprečna ocena PV12 za lastnost IBM glede na leto rojstva plemenskega bika po državah



Priloga G:

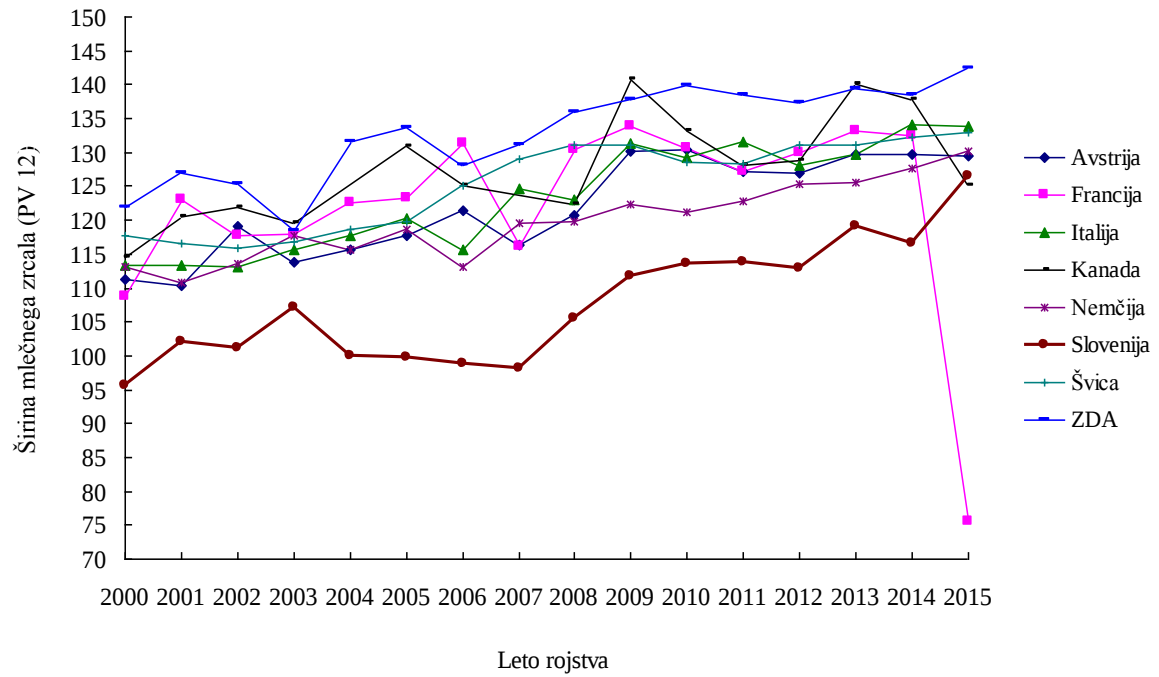
Povprečna ocena PV12 za lastnost parklji glede na leto rojstva plemenskega bika po državah



*: predstavlja trendno črto oz. želeno vrednost za lastnost parklji, PV12 = 118

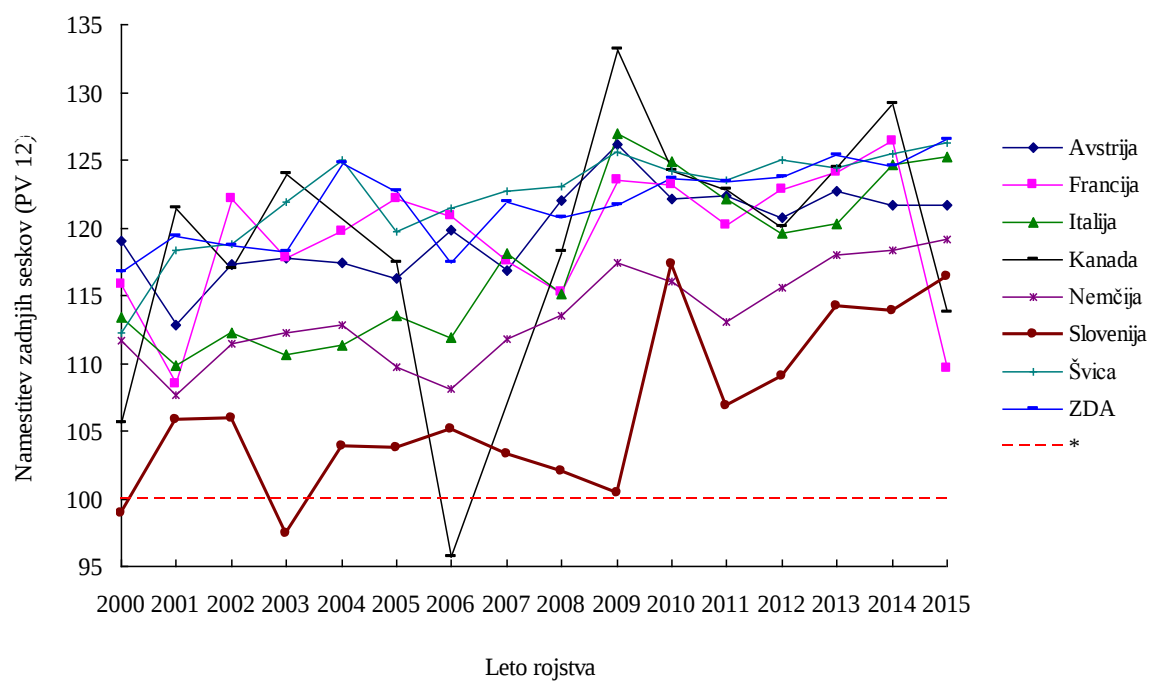
Priloga H:

Povprečna ocena PV12 za lastnost širina mlečnega zrcala glede na leto rojstva plemenskega bika po državah



Priloga I:

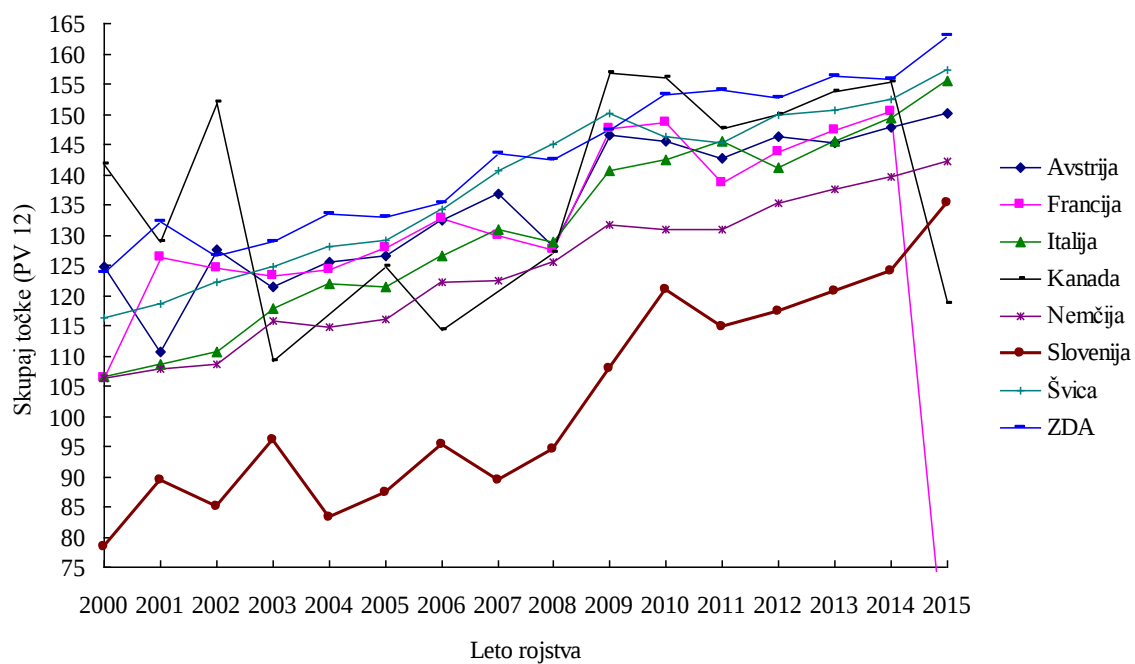
Povprečna ocena PV12 za lastnost namestitvev zadnjih seskov glede na leto rojstva plemenskega bika po državah



*: predstavlja trendno črto oz. želeno vrednost za lastnost namestitvev zadnjih seskov, PV12 = 100

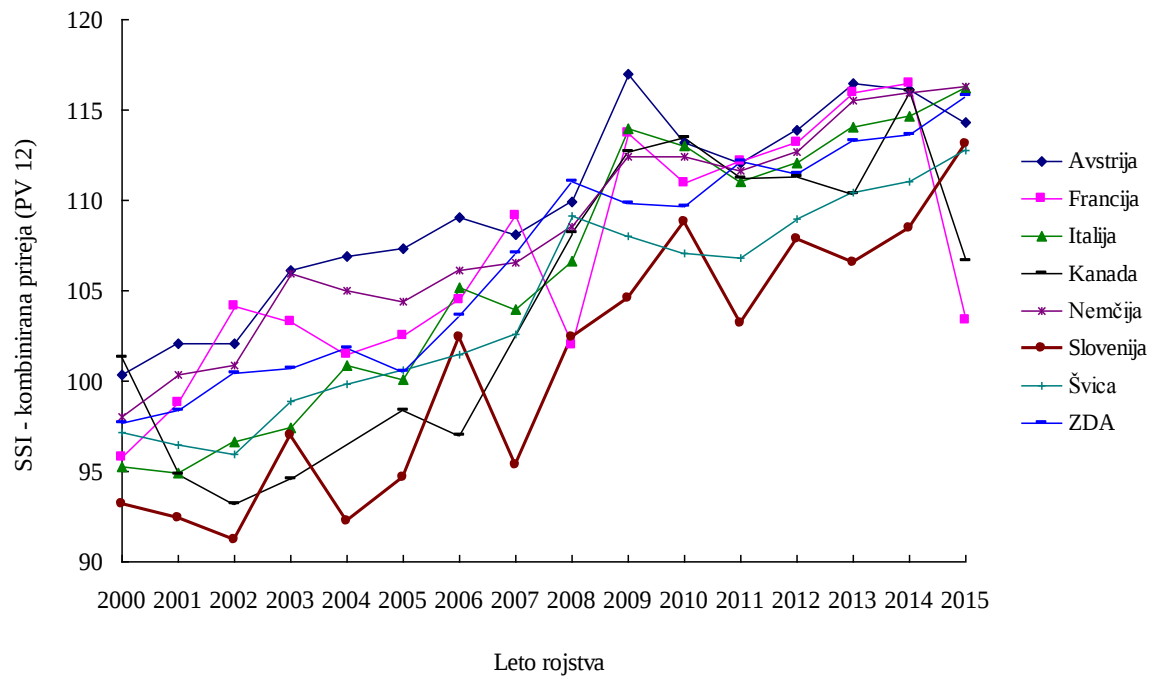
Priloga J:

Povprečna ocena PV12 za lastnost skupaj točke glede na leto rojstva plemenskega bika po državah



Priloga K:

Povprečna ocena PV12 za lastnost SSI - kombinirana prireja glede na leto rojstva plemenskega bika po državah



UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Anže ULE

**ANALIZA GENETSKIH SPREMEMB NA OSNOVI
MEDNARODNE PRIMERJAVE PLEMENSKIH
VREDNOSTI BIKOV RJAVE PASME**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2016