

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Vesna JEKOVEC

**ANALIZA SORODSTVA PRI
SLOVENSKEM HLADNOKRVNEM KONJU**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

**RELATIONSHIP ANALYSIS OF
SLOVENIAN DRAFT HORSE**

GRADUATION THESIS
Higher Professional Studies

Ljubljana, 2016

Diplomsko delo je zaključek visokošolskega strokovnega študija kmetijstvo–zootehnika. Opravljeno je bilo na Katedri za znanosti o rejah živali, Enoti za konjerejo, 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: prof. dr. Peter Dovč

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Janez SALOBIR

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član: doc. dr. Klemen POTOČNIK

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član: prof. dr. Peter DOVČ

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Datum zagovora: 30.09.2016

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

Vesna Jekovec

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Vs
- DK UDK 636.1:575(043.2)=163.6
- KG konji/inbriding/parjenje v sorodstvu/koefficient inbridinga/avtohtone pasme/slovenski hladnokrvni konj
- KK AGRIS L10/5120
- AV JEKOVEC, Vesna
- SA POTOČNIK, Klemen (mentor)
- KZ SI-1230 Domžale, Groblje 3
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
- LI 2016
- IN ANALIZA SORODSTVA PRI SLOVENSKEM HLADNOKRVNEM KONJU
- TD Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)
- OP IX, 26 str., 7 pregl., 9 sl., 7 pril., 12 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI Slovenski hladnokrvni konj je slovenska avtohtona pasma, ki je nastala na območju RS. Namen naloge je analizirati stopnjo sorodstva med živalmi v populaciji slovenskega hladnokrvnega konja. Podatke smo pridobili na Enoti za Konjerejo Katedre za znanosti o živalih, Oddelka za zootehniko, Biotehniške Fakultete. Podatki izvirajo iz Centralnega registra kopitarjev, ki ga Veterinarska Fakulteta ureja, hrani in vzdržuje ga Služba za identifikacijo in registracijo pri Ministrstvu za kmetijstvo in gozdarstvo. V analizo smo vključili 9386 konj, ki so vpisani v rodovniško knjigo za slovenskega hladnokrvnega konja. Od teh ima 9205 živali koefficient inbridinga do 5 %, 109 živali ima koefficient inbridinga med 6 in 10 %, 27 živali med 11 in 15 %, 4 živali med 16 in 20 %, 22 konj med 21 in 25 % ter 19 konj med 26 in 30 %. Povprečni generacijski interval za vse selekcijske poti v letu 2013 je 7,8 let. Popolnost rodovniških podatkov za prvo generacijo leta 2013 je 99,5%. Populacija konj je dovolj velika, da bi se lahko izognili parjenju v sorodstvu. Rejcem je v pomoč spletna aplikacija, s katero lahko vnaprej preverijo koefficient inbridinga za potomca svoje kobile.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Vs

DC UDC 636.1:575(043.2)=163.6

CX horses/inbreeding/related mating/inbreeding coefficient/autochthonous breeds/Slovenian draft horse

CC AGRIS L10/5120

AU JEKOVEC, Vesna

AA POTOČNIK, Klemen (supervisor)

PP SI-1230 Domžale, Groblje 3

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

PY 2016

TI RELATIONSHIP ANALYSIS OF SLOVENIAN DRAFT HORSE

DT Graduation thesis (Higher professional studies)

NO IX, 26 p., 7 tab., 9 fig., 7 ann., 12 ref.

LA sl

AL sl/en

AB Slovenian draft horse is an autochthonous breed that has occurred on the territory of the Republic of Slovenia. The purpose of the thesis is to analyze the degree of relationship between animals in the Slovenian draft horse population. Data was collected at the Unit for horse breeding at the Department of Animal Science, Biotechnical Faculty Ljubljana. We gathered data in the Central Register of ungulates, which is curated by Veterinary Faculty and is kept and maintained by the Department for identification and registration at the Ministry of Agriculture and Forestry. The analysis included 9,386 horses from stud book of Slovenian draft horse. Of these, the coefficient of inbreeding for 9205 animals is up to 5%, 109 animals have a coefficient of inbreeding between 6 and 10%, 27 animals between 11 and 15%, 4 animals between 16 and 20%, 22 horses between 21 and 25% and 19 horses between 26 and 30%. The average generation interval for all selection paths in year 2013 is 7,8 years. Completeness of herd data for the first generation in 2013 was 99.5%. The population is large enough, so mating of relatives could be avoided. Breeders can use a helpful web application to calculate the inbreeding coefficient for the descendants of their mares.

KAZALO VSEBINE

str.

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION.....	IV
KAZALO VSEBINE.....	V
KAZALO PREGLEDNIC.....	VII
KAZALO SLIK.....	VIII
KAZALO PRILOG.....	IX
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 ZGODOVINA PASME	2
2.2 OSNOVNE ZNAČILNOSTI SLOVENSKEGA HLADNOKRVNEGA KONJA.....	2
2.3 VELIKOST POPULACIJE	4
2.4 SORODNOST MED OSEBKI	4
2.4.1 Koeficient inbridinga.....	5
2.4.2 Depresije zaradi inbridinga	6
3 MATERIAL IN METODE	8
3.1 MATERIAL.....	8
3.2 METODE.....	8
4 REZULTATI.....	10
4.1 STRUKTURA POPULACIJE.....	10
4.1.1 Število plemenskih žrebcev in plemenskih kobil po letu rojstva.....	10

4.1.2	Starostna struktura staršev ob rojstvu potomca	11
4.1.3	Število zaporednih žrebitev.....	13
4.1.4	Generacijski interval	13
4.2	ANALIZA POREKLA	15
4.2.1	Popolnost rodovniških podatkov	15
4.2.2	Koeficient inbridginga.....	17
4.2.3	Efektivna velikost populacije.....	18
4.2.4	Povprečje in delež aditivnega genetskega sorodstva po letih	21
5	SKLEPI	23
6	POVZETEK.....	24
7	VIRI	25
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Sedanje in ciljno število konj po kategorijah (Mesarič in Rus, 2011).....	4
Preglednica 2: Koeficient inbridinga pri različnih sistemih samooploditve in vzgoje v sorodstvu (Borojević, 1986)	6
Preglednica 3: Vpliv koeficienta sorodstva na brejost kobil (Potočnik in sod., 2008)....	7
Preglednica 4: Število žrebcev in plemenskih kobil po letih rojstva potomcev	10
Preglednica 5: Efektivna velikost populacije glede na koeficient inbridinga od leta 1989 do 2013	19
Preglednica 6: Efektivna velikost populacije glede na število staršev od leta 1989 do 2013	20
Preglednica 7: Povprečno adetivno gensko sorodstvo in koeficient inbridinga	22

KAZALO SLIK

Slika 1: Slovenski hladnokrvni konj (foto: V. Jekovec).....	3
Slika 2: Parjenje sorodnih živali.....	5
Slika 3: Povprečna starost staršev ob rojstvu potomca po letih	11
Slika 4: Število žrebet glede na starost staršev od leta 1989 do 2013	12
Slika 5: Število kobile glede na zaporedno žrebitev	13
Slika 6: Generacijski interval za različne selekcijske poti za leti 1989 in 2009.....	14
Slika 7: Povprečna procentualna vrednost popolnih podatkov v rodovniku za 6. generacij.....	16
Slika 8: Koeficient inbridinga pri slovenskem hladnokrvnem konju od leta 1989 do 2013	17
Slika 9: Maksimalen in povprečni koeficient inbridinga glede na leto rojstva ter standardni odklon	18

KAZALO PRILOG

PRILOGE

Priloga A: Starost žrebcev ob rojstvu potomca

Priloga B: Starost kobil ob rojstvu potomca

Priloga C: Zaporedne žrebitve kobil

Priloga D: Generacijski interval

Priloga E: Popolnost rodovniških podatkov

Priloga F: Inbridirane živali

Priloga G: Maksimalen in povprečni koeficient inbridinga glede na leto rojstva ter standardni odklon

1 UVOD

Naša zgodovina in zgodovina konj se prepletata že 6000 let. Konji so bili pomembni spremljevalci ljudi tako v preteklosti, kot tudi danes. Danes se za prevoz ljudi in tovora ter za vojskovanje uporabljajo v manjši meri kot v preteklosti. Konji so ene redkih živali, ki jih lahko jezdimo (Hozjan, 2016).

Slovenski hladnokrvni konj je slovenska avtohtona pasma. Rejski cilj je skluden, čvrst, plemenit hladnokrvni konj, srednjega okvirja, z dobrohotnim značajem in umirjenega temperamenta pravih in izdatnih hodov, ki je primeren za rabo v vpregi in pod sedlom (Mesarič in Rus, 2011).

Za obstoj živali in ohranjanje njihovih pasem ter linij je pomembna ohranitev genetske variabilnosti. Pri majhnih populacijah pogosto pride do parjenja v sorodstvu. Inbriding je parjenje med osebki, ki so si med seboj sorodni. Posledica parjenja v sorodstvu privede do pojavnosti depresije zaradi inbridinga (Horvat, 2005).

V nalogi smo želeli na osnovi dostopnih podatkov iz rodovniške knjige za slovenskega hladnokrvnega konja in analize podatkov ugotoviti stopnjo sorodnosti med živalmi, na osnovi katere bi lahko presodili, v kakšni meri se preprečuje parjenje v sorodstvu.

2 PREGLED OBJAV

2.1 ZGODOVINA PASME

Slovenski hladnokrvni konj je avtohtona pasma, ki je nastala na območju RS na osnovi avtohtone populacije konj hladnokrvnega tipa. Leta 1918 je bilo ustanovljeno društvo Dravske banovine in začela se je vzpostavljati organizirana konjereja na celotnem nacionalnem območju. Leta 1935 so začeli voditi enotno rodovniško knjigo za hladnokrvne pasme konj (Mesarič in Rus, 2011).

Izvorna populacija konj v zahodnih predelih Slovenije je bila do leta 1918 v osnovi noriške provenience, v severovzhodni pa medžimurske. V obdobju med svetovnima vojnama so v reji poleg žrebcev lastne reje uporabljali tudi žrebce noriške in pasme percheron ter njihove potomce (Vejnovič, 2008).

V obdobju od 1940 do 1945 so na celotnem območju Slovenije v reji uporabljali samo noriške žrebce. Po letu 1945 so to rejsko usmeritev deloma opustili. Poleg noriških žrebcev in njihovih potomcev so vse do osemdesetih let kot plemenjake priznavali tudi žrebce hrvaške hladnokrvne pasme – pretežno belgijske križance, katerih delež pa praviloma ni presegal četrte populacije plemenjakov. V vsem tem obdobju načrtnega uvoza plemenskih kobil skorajda ni bilo, vendar pa je bil od leta 1918 na območju Slovenije zaznaven priliv kobil v tipu belgijsko - medžimurskih križancev s Hrvaške (Mesarič in Rus, 2011).

Glede na zgodovinsko povezanost populacije hladnokrvnega konja v pokrajinah Slovenije in Avstrije ter velik vpliv noričana vse od leta 1918 so se v populaciji slovenskega hladnokrvnega konja izoblikovale linije žrebcev po noriških prednikih in le ena linija ima za ustanovitelja žrebca hrvaškega belgijsko - medžimurskega izvora (Mesarič in Rus, 2011).

2.2 OSNOVNE ZNAČILNOSTI SLOVENSKEGA HLADNOKRVNEGA KONJA

Slovenski hladnokrvni konj je prilagojen ekstenzivnemu načinu reje. Pogosto se konje v času vegetacije redi na paši (slika 1).

Rejski cilji oz. zaželene karakteristike plemenskih živali so naslednje:

Velikost: Žrebci 155 cm (148 – 160) cm; kobile 150 cm (146 - 158) cm

Barve: Vse barve razen liscev, čim manj belih znakov – depigmentiranih mest.

Telesna zgradba:

Glava: večja, suha, dovolj plemenita, nosni gredelj raven do zmerno konveksen.

Vrat: srednje dolg, dobro nasajen in dobro omišičen.

Telo: dolgo, široko in globoko, srednjega okvirja; srednje izražen viher; bolj strma in dolga pleča, dobro omišičeno oplečje, srednje dolg, dobro omišičen hrbet s kratkimi ledji; križ zmerno pobit, razcepljen, dobro omišičen.

Noge: korektne, čvrste a suhe z dobro izraženimi sklepi; kopita čvrsta, pravilno oblikovana.

Gibanje: enakomerno, prožno in izdatno.

Posebne značilnosti: čvrsta konstrukcija, vztrajnost, dobro izkoriščanje krme in dobra plodnost (Mesarič in Rus, 2011).



Slika 1: Slovenski hladnokrvni konj

Rejski cilj je skladen, čvrst, plemenit hladnokrvni konj, srednjega okvirja. Z dobrohotnim značajem in umirjenega temperamenta pravih in izdatnih hodov, ki je primeren za rabo v vpregi in pod sedlom (Mesarič in Rus, 2011).

V okviru selekcijskega programa se je leta 2010 pričel izvajati preizkus delovne sposobnosti konj slovenske hladnokrvne pasme za na novo priznane plemenjake do 5. leta starosti. Preizkus se izvaja v vpregi po Pravilniku o preizkusu delovne sposobnosti konj slovenske hladnokrvne pasm. Z ocenjevanjem se konje razvrsti glede na karakter,

temperament, delovno sposobnost, poslušnost, hod ter zunanjo telesno oceno v kakovostne razrede plemenjakov (Mesarič in Rus, 2011).

2.3 VELIKOST POPULACIJE

Populacija konja slovenske hladnokrvne pasme je srednje velika in dovolj stabilna. Žrebci, ki so značilno vplivali na slovensko hladnokrvno pasmo konj izvirajo predvsem iz Avstrije. Prevladujejo žrebci linije Vulkan z 31%, in Nero s 30%. Linije domače vzreje pa predstavljajo 5 % žrebcev Nikodem (Mesarič in Rus, 2011).

Preglednica 1: Sedanje in ciljno število konj slovenske hladnokrvne pasme po kategorijah (Mesarič in Rus, 2011)

Kategorija	Število živali v letu 2010	Ciljno število živali
Plemenski žrebci	180	200
Plemenske kobile	1650	2000
Registrirana žrebeta	830	1000
Mladi konji v 2. in 3. letu	800*	2000
Ostali konji	100*	500
Skupna velikost populacije	3560	5700

* ocenjeni podatki

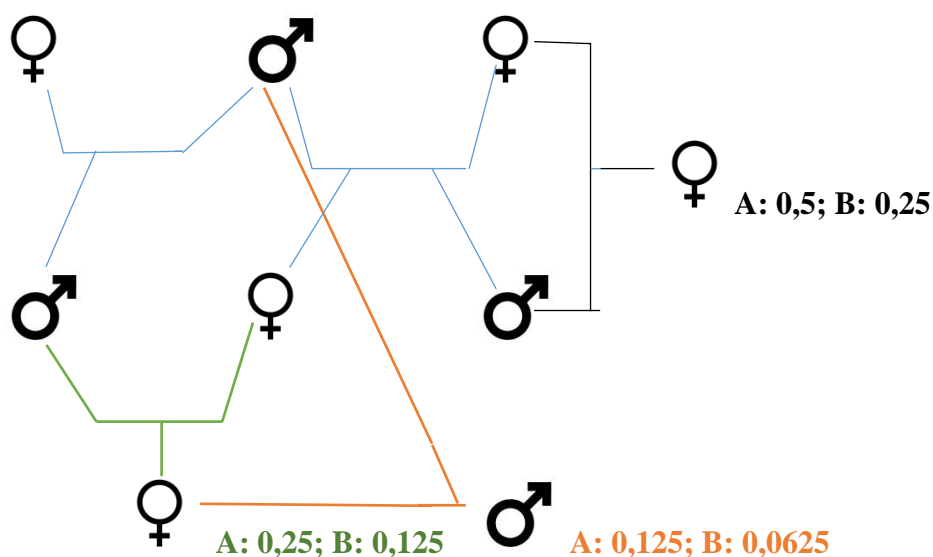
V preglednici 1 je število konj slovenske hladnokrvne pasme po kategorijah za leto 2010 ter ciljno število konj.

2.4 SORODNOST MED OSEBKI

Koeficient sorodstva ali stopnja sorodstva izraža verjetnost, da bosta dva homologna gena (to je gena na istem lokusu) identična pri dveh živalih, za kateri ugotavljamo stopnjo sorodstva (Pravilnik ..., 2014).

Inbriding je posledica parjenja v sorodstvu. Inbridirani osebkki so tisti, ki imajo znanega vsaj enega skupnega prednika. Koeficient inbridinga se nanaša na posamezni osebek in nam pove, kolikšna je verjetnost, da ima ta osebek na nekem lokusu po poreklu identične gene. Hkrati ta koeficient meri sorodnost med starši tega osebkka, saj je

koeficient inbridginga osebkoma enak polovici koeficienta sorodstva med starši. Koeficient sorodstva predstavlja delež po poreklu identičnih genov med dvema osebkoma in tako meri sorodnost. Koeficient sorodstva in koeficient inbridginga lahko izračunamo pred paritvijo, česar se lahko poslužujemo pri izbiri optimalnega paritvenega partnerja (Ločniškar, 1999).



A...koeficient sorodstva, B... koeficient inbridginga

Slika 2: Parjenje sorodnih živali

Slika 2 prikazuje parjenje sorodnih živali. Če parimo brata in sestro, očeta in hči ali mamo in sina dobimo koeficient sorodstva 0,5 in koeficient inbridginga 0,25. Če parimo polbrata s sestro, strica z nečakinjo ali teto z nečakom dobimo koeficient sorodstva 0,25 in koeficient inbridginga 0,125. Koeficient sorodstva 0,125 in koeficient inbridginga 0,0625 pa dobimo, če parimo bratranca s sestrično, dedeka z vnukinjo ali babico z vnukom (Ločniškar, 1999).

2.4.1 Koeficient inbridginga

Inbridging ali stopnja parjenja v sorodstvu se lahko pokaže v različni intenzivnosti, odvisno od stopnje sorodstva, preko več kombinacij vse do desete generacije. Bližnje ali daljne sorodstvo je relativen pojem inbridginga. Odvisno je od števila po izvoru identičnih alelov. Pri parjenju v sorodstvu se povečuje verjetnost združevanja po izvoru

identičnih alelov in na ta način vpliva na zmanjševanje heterozigotnosti. V pogojih stroge selekcije se povečuje verjetnost, da dominantni in recesivni geni postanejo homozigotni. Z inbridomom se populacija deli na manjše grupe ali linije tako, da se genetske razlike med skupinami povečujejo, a znotraj skupin zmanjšujejo. Hitrost povečevanja homozigotnosti se na najboljši način prikaže preko samooplojevanja rastlin (Latinović, 1989).

Preglednica 2: Koeficient inbridoma pri različnih sistemih samooplojitve in vzgoje v sorodstvu (Borojević, 1986)

Generacija	A	B	S
0	0	0	0
1	0,5	0,25	0,125
2	0,75	0,375	0,219
3	0,875	0,5	0,305
4	0,938	0,594	0,381
5	0,969	0,672	0,449
6	0,984	0,734	0,509
7	0,992	0,785	0,563
8	0,996	0,826	0,611
9	0,998	0,859	0,654
10	0,999	0,886	0,691

A – samooplojitev; B – oploditev brata in sestre ali starša in potomca; S – oploditev polbrata in polsestre ali strica in nečakinje ali tete in nečaka

Koeficient inbridoma (preglednica 2) pri samooplojitvi znaša po eni generaciji 0,50, pri sistemu med sestro in bratom pa 0,25. V prvem primeru po desetih generacijah koeficient inbridoma znaša 0,99, v drugem pa 0,88. Koeficient inbridoma v isti generaciji je znatno manjši v primerih parjenja med polbratom in polsestro. (Borojević, 1986).

2.4.2 Depresije zaradi inbridoma

Posledice zaradi inbridoma so lahko manjša življenjska moč, slabša konstrukcija, večja verjetnost za pojav dednih napak, slabša plodnost (velikost gnezda, gibljivost in življenjska doba semenčic), več genetskih napak, manjša rojstna masa, večja smrtnost mladičev po rojstvu, manjša prireja, slabša rast, manjša odrasla velikost, slabšanje funkcij imunskega sistema, spremembe obnašanja ter morfoloških in fizioloških

lastnostih, krajša življenjska doba. Vsaka populacija domačih živali mora biti načrtovana, da ne pride do inbridinga, oziroma inbriding je potrebno ohraniti na sprejemljivi ravni pri načrtovanju populacije (Zakon o živinoreji, 2002).

Prednost heterozigotov v primerjavi s homozigoti je v tem, da vsak izražen alel daje posamezniku možnost, da uspe v drugačnih okoljskih razmerah. Poleg tega je pri heterozigotnem osebku večja možnost prekrivanja učinkov škodljivega recesivnega alela, ki se fenotipsko ne izrazi, medtem ko se škodljiv recesivni alel pri homozigotu zanesljivo izrazi v fenotipu in s tem povzroči neuspešnost posameznika (Frankham, 2002).

Preglednica 3: Vpliv koeficienta sorodstva na brejost kobil (Potočnik in sod., 2008)

Kobile	Koeficient sorodstva	
	< 0,125	>0,125
Breje kobile	119 (79 %)	20 (65 %)
Ne obrejene kobile	31 (21 %)	11 (35 %)
Skupaj	150	31

V preglednici 3 je razvidno kako v povprečju vpliva koeficient sorodstva na brejost kobil. Kobile, ki imajo koeficient sorodstva nižji ali enak 0,125 imajo v povprečju 80 % možnosti za brejost, kobile z višjim inbridingom pa le še 65 % možnosti.

3 MATERIAL IN METODE

3.1 MATERIAL

Podatke smo pridobili na Enoti za Konjerejo Katedre za znanosti o živalih, Oddelka za zootehniko, Biotehniške Fakultete. Podatki izvirajo iz Centralnega registra kopitarjev, ki ga Veterinarska Fakulteta ureja, hrani in vzdržuje ga Služba za identifikacijo in registracijo pri Ministrstvu za kmetijstvo in gozdarstvo. Prvotno je bilo v tabeli živali vpisanih 12018 konj. Za našo analizo smo izločili 1354 konj, ki so bili vpisani pod druge pasme (hladnokrvna, južno nemška hladnokrvna, nemška hladnokrvna, original noriška, slovaška hladnokrvna, belgijski konj, češka hladnokrvna, hrvaška hladnokrvna, šlezijško noriška, noriška ter brandenburška), ter 8 konj neznanega spola in 2 konja brez datuma rojstva. Nato smo izločili še konje, ki so bili rojeni pred letom 1989. Za analizo smo tako uporabili tabelo živali, ki je vsebovala podatke o 9386 konjih pasme slovenski hladnokrvni konj, rojenih od leta 1989 do 2013.

3.2 METODE

Za izločitev živali iz analize je bil uporabljan Microsoft Excel MS 2010. Aplikacija PopReport (Groeneveld in sod., 2009, cit. po PopReport, 2016) je bila uporabljena za analizo podatkov. Rezultati so prikazani s tabelami in grafi narejeni v Microsoft Excel MS 2010.

Formule uporabljene v diplomski nalogi:

Efektivno velikost populacije izračunamo na dva načina, rezultatov med seboj ne morem primerjati. Efektivna velikost populacije glede na koeficient inbridinga pada, medtem ko efektivna velikost populacije glede na število staršev narašča.

Za izračun efektivne velikosti populacije glede na koeficient inbridinga smo uporabili enačbi 1 in 2.

$$Ne = \frac{1}{2\Delta F} \quad \dots(1)$$

$$\Delta F = \frac{F_t - F_{t-1}}{1 - F_{t-1}}, \quad \dots(2)$$

N_e efektivna velikost populacije

ΔF sprememba koeficienta inbridinga na generacijo

F_t povprečni inbriding potomcev

F_{t-1} povprečen koeficient inbridinga staršev.

Za izračun efektivne velikosti populacije glede število staršev smo uporabili enačbo 3.

$$N_e = \frac{4N_m N_f}{N_m + N_f} \quad \dots(3)$$

N_m število moških staršev

N_f število ženskih staršev.

4 REZULTATI

4.1 STRUKTURA POPULACIJE

4.1.1 Število plemenskih žrebcev in plemenskih kobil po letu rojstva

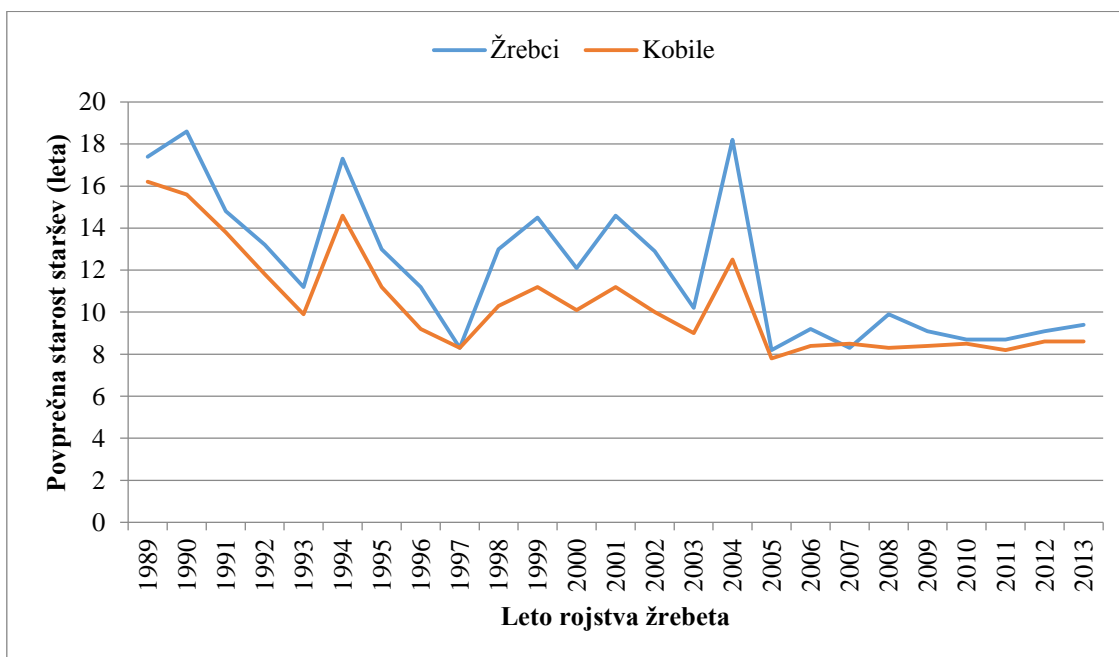
V določenem času gensko strukturo populacije določa število plemenskih živali. Število plemenskih živali lahko uporabimo za izračun efektivne velikosti populacije, seveda če so podatki točni in je populacija živali dovolj velika. Število rojenih in odbranih žrebet je predstavljeno v preglednici 4. Odbrani konji so tisti, ki so postali starši.

Preglednica 4: Število žrebcev in plemenskih kobil po letih rojstva potomcev.

Leto	Število žrebcev		Število kobil		Št. rojenih žrebet	Št. potomcev na žrebca
	Št. rojenih potomcev	Št. odbranih potomcev	Št. rojenih potomcev	Št. odbranih potomcev		
1989	67	59	78	69	130	1,94
1990	60	46	62	51	110	1,80
1991	46	37	61	47	110	2,39
1992	59	49	70	57	120	2,03
1993	55	45	70	56	117	2,13
1994	69	56	94	76	141	2,04
1995	66	54	93	79	123	1,86
1996	56	48	91	66	127	2,27
1997	72	65	127	104	166	2,31
1998	71	58	124	95	176	2,45
1999	86	77	160	131	196	2,28
2000	88	83	180	148	213	2,42
2001	111	94	242	180	319	2,87
2002	125	115	280	213	392	3,14
2003	113	99	244	176	319	2,82
2004	132	121	287	222	351	2,66
2005	126	106	290	214	318	2,52
2006	129	92	321	173	369	2,86
2007	142	92	412	178	471	3,32
2008	173	87	801	154	903	5,22
2009	162	60	795	95	878	5,42
2010	158	28	882	32	894	5,66
2011	152	1	812	1	836	5,50
2012	156		851		863	5,53
2013	137		741		744	5,43

V letu 1990 in 1991 je bilo registriranih najmanjše število žrebet, in sicer 110. Nato število registriranih žrebet narašča. Od leta 2008 naprej pa je število žrebet konstantno. Leta 2008 je bilo tudi največ registriranih žrebet (903). Po letu 1995 je leta 2013 prvič upadlo število registriranih žrebet na 744. Od leta 1989 do 2005 je bilo po žrebca odbranih več kot 80 % žrebet, po kobilah pa do leta 2000, nato se je odstotek odbranih potomcev zmanjšal, kar kaže na strožjo selekcijo. V letu 1989 sta povprečno manj kot dva žrebca na žrebca, do leta 2013 se poveča povprečno število žrebet na žrebca in sicer na 5,43. Nekatere kobile, kot matere so bile v enem letu večkrat vpisane v rodovniško knjigo, zato se število rojenih žrebet ne ujema s preglednico 4. Iz analize jih nismo izločili zato, ker ne vemo ali je napaka v ID kobile ali pa je bila kobila večkrat vpisana kot mati v rodovniško knjigo.

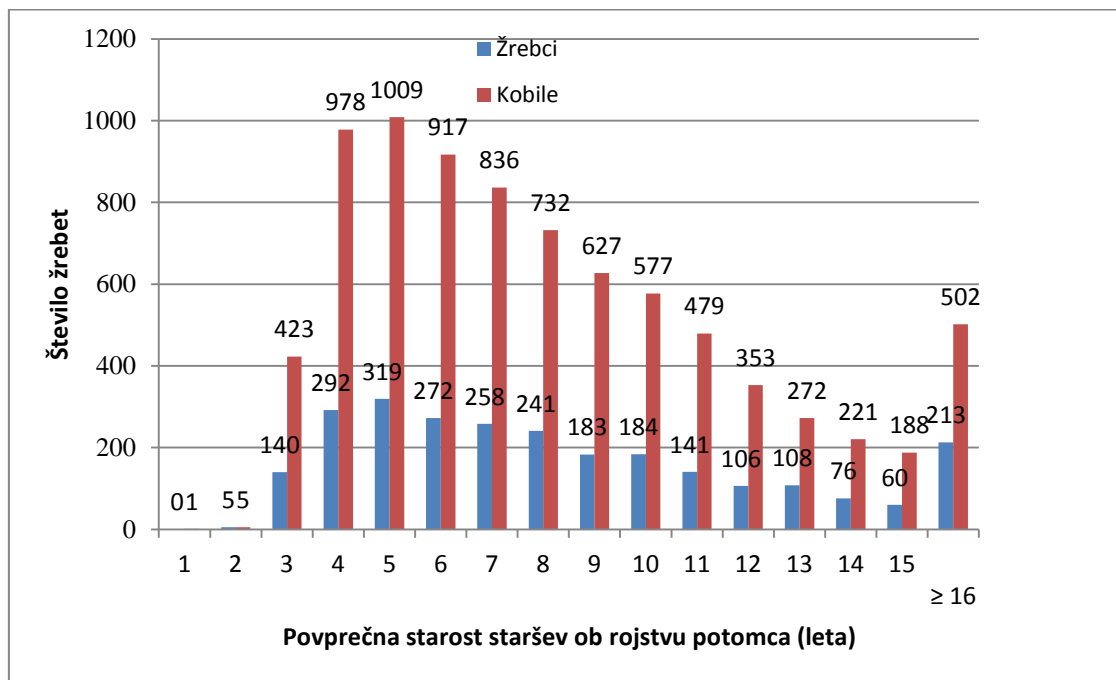
4.1.2 Starostna struktura staršev ob rojstvu potomca



Slika 3: Povprečna starost staršev ob rojstvu potomca po letih.

Na sliki 3 je prikazana povprečna starost staršev. Najvišja povprečna starost žrebcev je bila leta 1990, ki je znašala kar 18,6 let, najnižja 8,2 leti, pa je bila leta 2005. Najvišja povprečna starost kobil je bila 16,2 let leta 1989, najnižja pa 7,8 let 2005. leta. Starost staršev bi se lahko še znižala. Saj je pri mlajših konjih boljše produktivnost tako pri

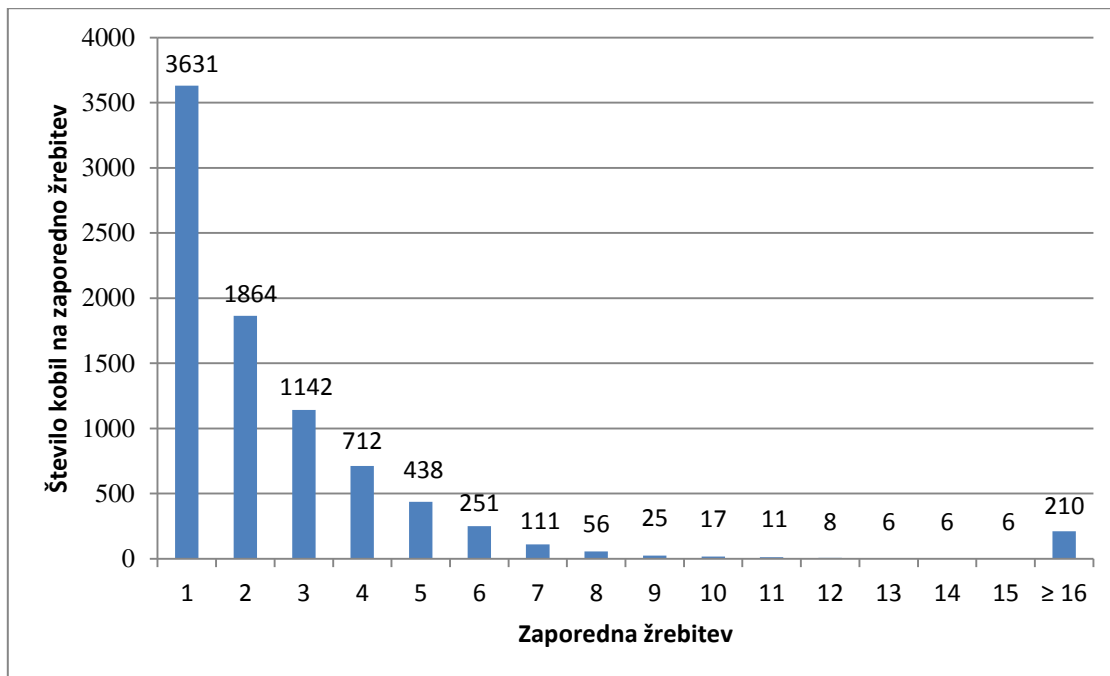
kobilah, kot pri žrebcih. Prav tako so lahko porodi pri starejših kobilah težji oziroma lahko pride do zapletov in je potrebna veterinarska pomoč. Pri žrebcih se s starostjo zmanjšuje gibljivost in življenjska moč spermijev. Več podatkov za povprečno starost žrebcev ob rojstvu potomca je v prilogi A in povprečno starost kobil ob rojstvu potomca v prilogi B.



Slika 4: Število žrebet glede na starost staršev od leta 1989 do 2013.

Slika 4 prikazuje povprečno starost staršev ob rojstvu njihovih potomcev. Rejci so za reprodukcijo najpogosteje uporabili štiri do pet letne kobile ter žrebce. Število potomcev se glede na starost žrebcev in kobil zmanjšuje. Rejci so presenetljivo veliko parili žrebce in kobile, ki so stari 16 ali več let. Leta 2000 je ena kobila imela žrebeta pri enem letu starosti. Pet žrebet je bilo rojenih kobilam, ki so bile stare 2 leti, prav tako je 5 žrebcev imelo potomca pri dveh letih. Predvidevam, da so bile te mlade žrebice obrejene na pašniku, ki so bile skupaj z enako starimi žrebički. Da bi se izognili neplanirani brejosti bi bilo primerneje imeti ločene pašnike, tako za žrebice kot za žrebičke.

4.1.3 Število zaporednih žrebitev



Slika 5: Število kobil glede na zaporedno žrebitev.

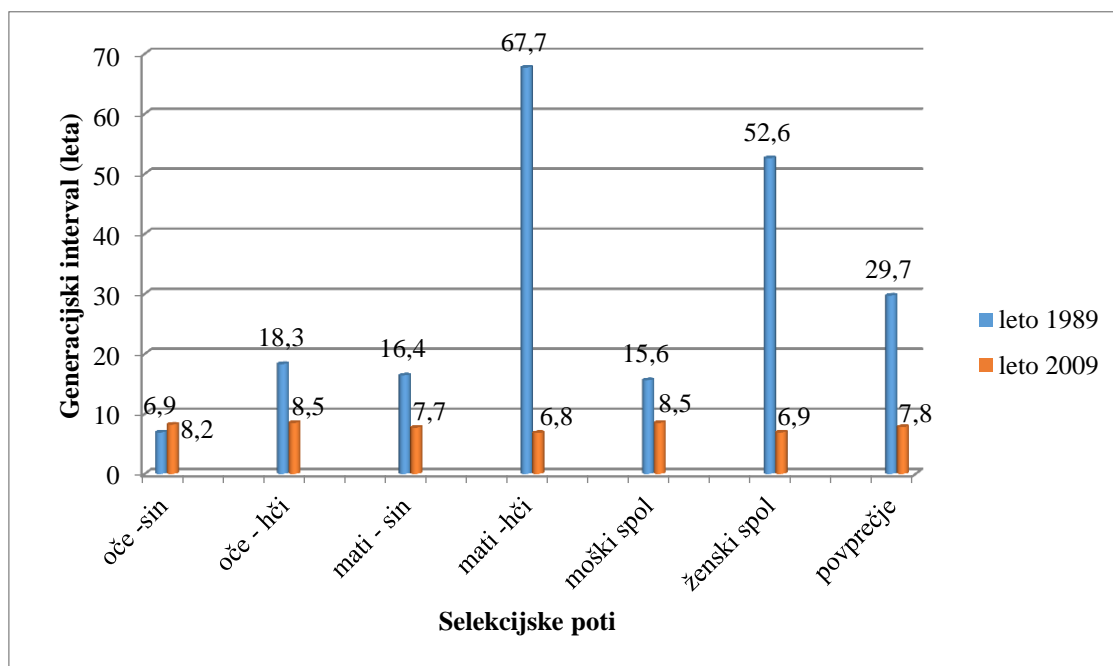
Število kobil glede na zaporedno žrebitvojo je predstavljeno v sliki 5. Kobil, ki so žrebile vsaj enkrat, je 3631, dve zaporedni žrebitvi ima le še 1864 kobil. Z vsako nadaljnjo zaporedno žrebitvijo se število kobil zmanjšuje. Izjema je 210 kobil, ki so žrebile vsaj 16 - krat ali večkrat od leta 1989 – 2013. V prilogi C je zaporedna žrebitev kobil predstavljena po letih rojstva. Pri kobilah z več zaporednimi žrebitvami, priporočam, da bi te kobile parili z daljšimi vmesnimi obdobji, kar bi vplivalo na boljšo telesno kondicijo in njihovo dobro počutje.

4.1.4 Generacijski interval

Generacijski interval predstavlja povprečno starost starih staršev ob rojstvu njihovih vnukov. Gre za enega ključnih dejavnikov, ki vpliva tako na stopnjo genskega napredka kot na strukturo populacije. Na splošno velja, da pri krajšem generacijskem intervalu v dani populaciji hitreje nastopijo genetske spremembe, če so ostali vplivi konstantni (Falconer in Mackay, 1996, cit. po PopReport, 2016).

Generacijski interval (GI) vpliva na intenzivnost selekcije, zato nas zanima ali je enak ali blizu teoretično možnega, ali je bistveno večji. Pri intenzivni selekciji želimo GI zmanjšati v največji možni meri. S tem tvegamo povečevanje inbridinga znotraj populacije, a dosežemo maksimalen genetski napredek (izboljšamo posamezne lastnosti). Pri konjih je teoretično možno, da bi bil generacijski interval 4 ali 5 let.

Poznamo štiri selekcijske poti prenosa genov od staršev na potomce: od žrebca na žrebička (oče - sin), od žrebca na žrebičko (oče - hči), od kobile na žrebička (mati - sin) in od kobile na žrebičko (mati - hči). Generacijski interval je tako izračunan za štiri različne selekcijske poti in izražen v letih. Generacijski interval izračunamo ločeno za žrebce in kobile. Vrednosti predstavljajo povprečje generacijskega intervala glede na selekcijsko pot, ta pa je odvisna od števila živali v posameznem generacijskem intervalu (Groeneveld in sod., 2009, cit. po PopReport, 2016).



Slika 6: Generacijski interval za različne selekcijske poti za leti 1989 in 2009.

Na sliki 6 (priloga D) je prikazan povprečni generacijski interval za leti 1989 in 2009. Pri generacijskem intervalu za leto 1989 nekatere številke niso razumne, zato jih pri tej nalogi ne bomo komentirali. Določene živali v tabeli sorodstvo imajo zabeležen tako imenovan administrativni datum, vendar ni zabeleženo kdaj gre za ta datum, da bi lahko

te živali lahko izključili iz analize. V kolikor bi jih izključili iz analize, bi se to pokazalo pri drugih parametrih, na katere ti podatki bistveno vplivajo.

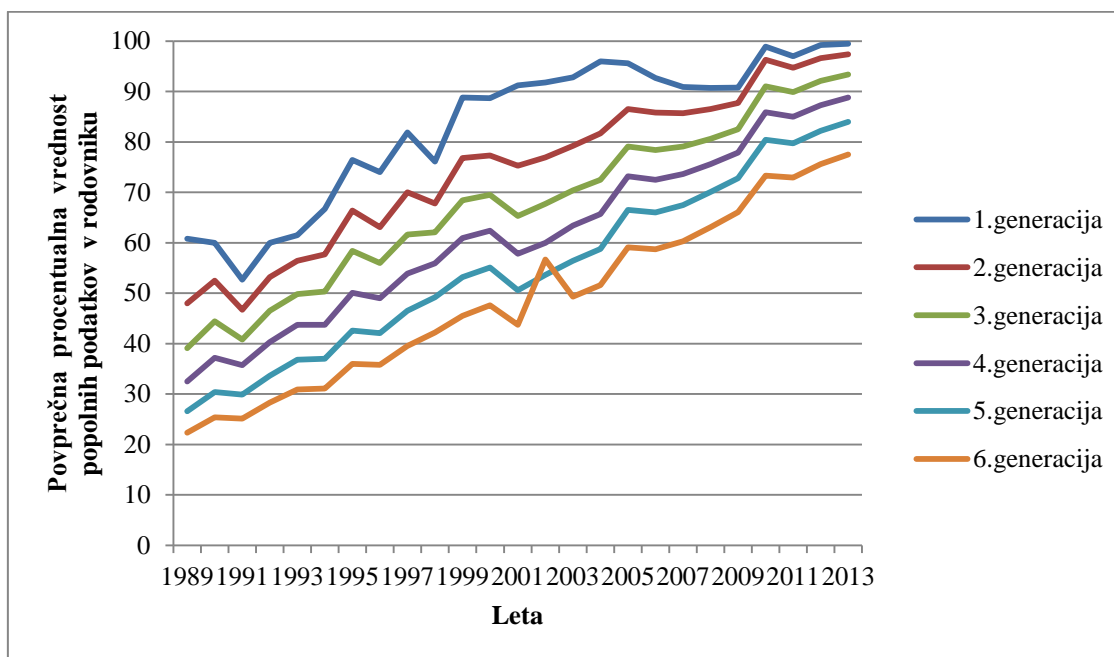
Generacijski interval za selekcijsko pot od očeta na sina leta 1989 je 6,9 leta. Izračunan je kot povprečje 20 odbranih potomcev rojenih tega leta. V letu 2009 je bilo odbranih 9 potomcev in znaša 8,2 leti. Za selekcijsko pot oče - hči leta 1989 znaša 18,3 leta in je bilo odbranih 64 potomk, za leto 2009 je 8,5 leta, odbranih je bilo 88 potomk. Selekcijska pot od matere na sina leta 1989 znaša 16,4 leta. Odbranih je bilo 20 potomcev. Generacijski interval za leto 2009 za selekcijsko pot iz matere na sina je 7,7 leta, odbranih je bilo 9 potomcev. Povprečni generacijski interval za leto 2009 je 7,8 leta, odbranih je bilo 97 potomcev. Povprečni generacijski interval se je v četrto stoletje zmanjšal in se je pri slovenskem hladnokrvnem konju približal teoretičnemu generacijskemu intervalu, ki znaša 4 ali 5 let (Slika 6).

4.2 ANALIZA POREKLA

4.2.1 Popolnost rodovniških podatkov

Ocena koeficienta inbridinga za posamezno žival je odvisna od širine poznavanja njenih predhodnikov. Več predhodnikov ko je znanih v populaciji, bolj zanesljiva je ocena tega koeficienta za to populacijo. MacCluer je uvedel indeks, ki nam pove o rodovniški celovitosti. Ta indeks povzame poznavanje predhodnikov in kvantificira možnost zaznave inbridinga znotraj rodovnika (MacCluer in sod., 1983, cit. po PopReport, 2016).

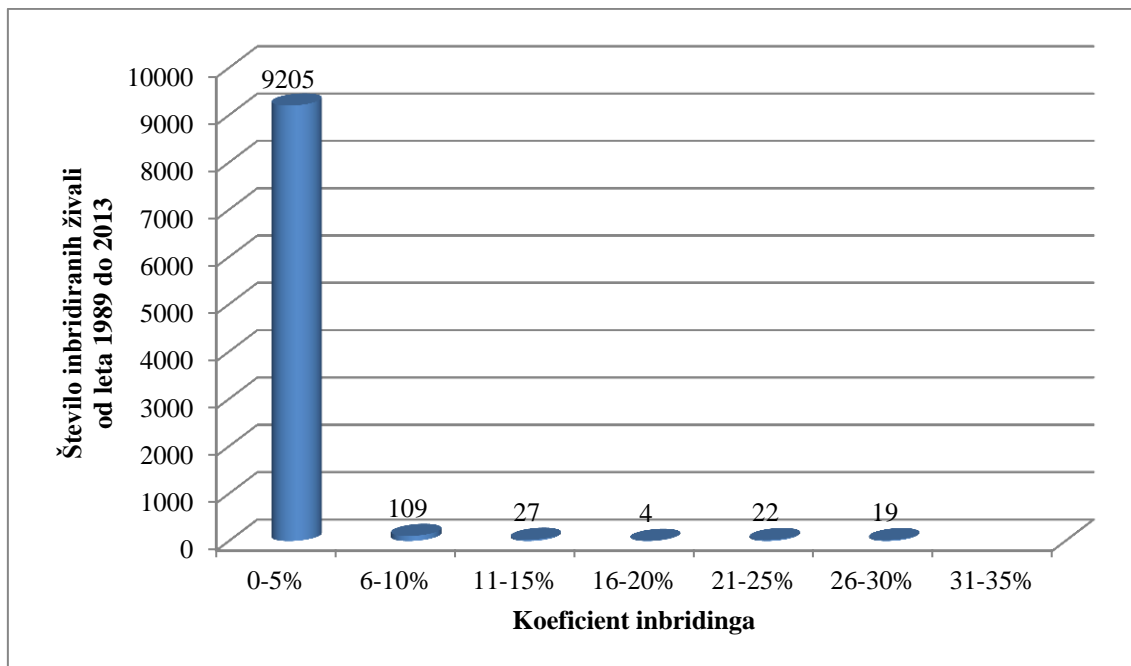
Vrednosti celovitosti rodovnika se gibljejo od 0 do 1. Če so znani vsi predniki v neki generaciji I_d znaša 1, ko pa je npr. eden od staršev neznan I_d znaša 0. Rezultat lahko podamo kot povprečno celovitost pasme na leto. Indeks popolnih podatkov je najvišji v prvi generaciji in se z vsako generacijo manjša.



Slika 7: Povprečna procentualna vrednost popolnih podatkov v rodovniku za 6. generacij.

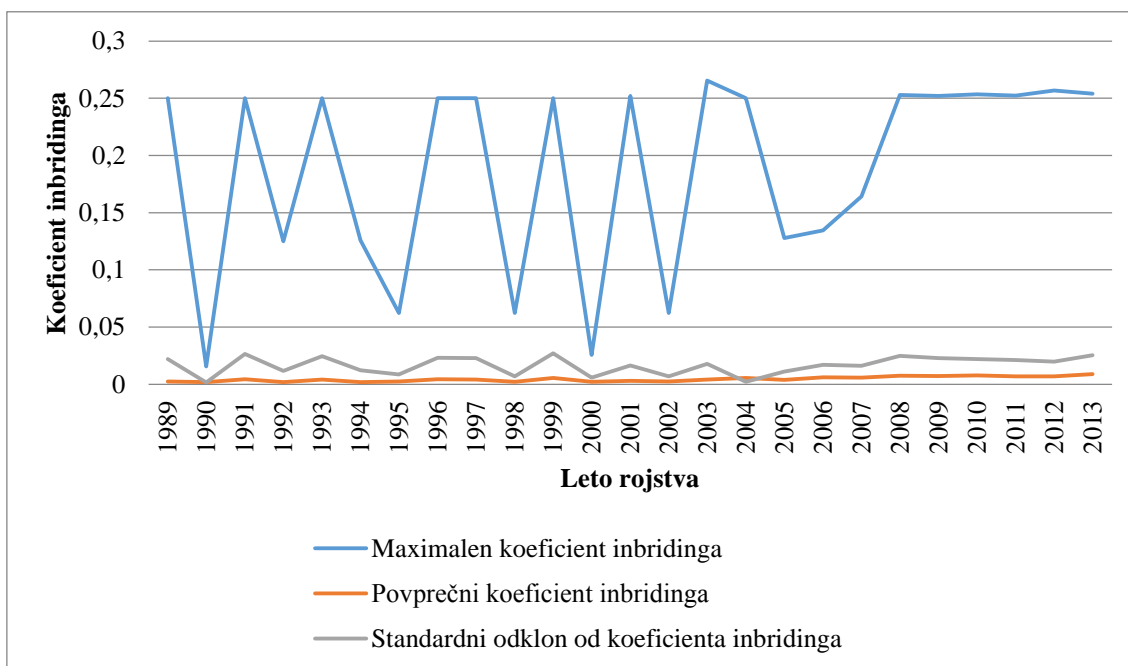
Na sliki 7 je prikazana povprečna procentualna vrednost popolnih podatkov za 6 generacij konj slovenske hladnokrvne pasme (priloga E). V petindvajsetih letih se je odstotek vrednosti popolnih podatkov bistveno izboljšal. Za prvo generacijo so se podatki izboljšali iz 60,8 % na 99,5 %. Vrednost podatkov za drugo generacijo leta 2013 je 97,4 %. Za več kot polovico so se izboljšale tudi vrednosti popolnih rodovniških podatkov od tretje do šeste generacije. Če se bo vpis popolnih podatkov iz leta v leto tako izboljševal kot do sedaj, lahko predvidevamo, da bo popolnost podatkov za vseh šest generacij 100 %.

4.2.2 Koeficient inbridginga



Slika 8: Koeficient inbridginga pri slovenskem hladnokrvnem konju od leta 1989 do 2013.

Na sliki 8 so razvrščeni konji glede na koeficient inbridginga. Od leta 1989 do 2013 je bilo rojenih 9386 žrebet. Slovenski hladnokrvni konji so v sliki 8 razvrščeni glede na koeficient inbridginga. Koeficient inbridginga manjši od 5% je imelo 9205 konj, kar predstavlja 98,08 % vse populacije. Konji s koeficient inbridginga od 6 do 10 % ima 1,16 %, to pomeni 109 konj. Koeficient inbridginga med 11 do 15 % ima 27 konj (0,29%). To pomeni, da so bili med seboj parjeni polbrat in polsestra, oziroma stric ali teta z nečakinjo oz. nečakom. Koeficient inbridginga od 16 do 20 % imajo le 4 konji (0,04%). Koeficient inbridginga od 21 do 25 % ima 22 konj in 19 konj med 26 do 30 %, kar predstavlja 0,23 % oziroma 0,20 % populacije konj v 25 letih. Kar v prvem primeru pomeni, da so bili parjeni konji v ožjem sorodstvu kot sta brat in sestra, oče in hči ali mati in sin in v drugem primeru je prišlo do kumulativnega inbridginga. Koeficient inbridginga po letih rojstva žrebet je predstavljen v prilogi F.



Slika 9: Maksimalen in povprečni koefficient inbridinga glede na leto rojstva ter standardni odklon.

Na sliki 9 je prikazan maksimalen koefficient inbridinga glede na leto rojstva živali. Leta 2012 je bil koefficient inbridinga najvišji in sicer 0,2568. Rojenih je bilo 674 žrebet s koefficientom inbridinga večji od nič, oziroma 78,1 % populacije. Samo 189 oz. 21,9 % konj ni bilo v sorodu. V še štirinajstih letih je bil višji ali enak 0,25. Kar pomeni, da rejci ne izbirajo najboljših plemenskih žrebcev za svoje kobile, ampak žrebce, ki so blizu njihovega domovanja. V času, ko sta na voljo informacijski sistem ter selekcijski program ni razloga, da ne bi rejci našli najprimernejšega plemenskega žrebca, ki ni v sorodu s kobilo in s tem omogočili ohranjanje genetske pestrosti avtohtone pasme konj. Najnižji koefficient inbridinga je bil leta 1990, ki je znašal 0,0156, rojeni sta bili samo 2 žrebeti s koefficientom inbridinga večji od nič, ostalih 108 žrebet ni bilo v sorodu. Povprečni koefficient inbridinga za obdobje 25 let je konstanten. Odklon standardne deviacije je sorazmeren maksimalnemu koefficientu inbridinga.

4.2.3 Efektivna velikost populacije

Definicija za efektivno velikost populacije (N_e) navaja, kot povprečno število živali, ki prispevajo gene za naslednjo generacijo (Falconer in Mackary, 1996, cit. po PopReport, 2016). Torej gre za pomemben parameter, ki je uporaben pri vzreji domačih živali in

načrtovanju strategij za ohranjevanje ogroženih živali ter rastlinskih vrst (Nomura, 2002, cit. po PopReport, 2016).

Parameter efektivne populacije lahko izračunamo po dveh metodah. Pri prvi metodi ne dobimo realne ocene, če so populacije majhne in pri nepopolnih podatkih. Kadar se inbriding med generacijami malo poveča, dobimo zelo veliko efektivno velikost populacije, kadar se zmanjša, je efektivna velikost populacije neskončno velika in je ni mogoče izračunati.

Preglednica 5: Efektivna velikost populacije glede na koeficient inbridinga od leta 1989 do 2013

Leto rojstva	Povprečni koeficient inbridinga				ΔF	Ne
	Živali	Očetje	Matere	Starši (skupaj)		
1989	0,0011	0,004	0,003	0,004	0,008	648
1990	0,0011	0,0012	0,0003	0,0008	0,0003	1743
1991	0,0016	0,0015	0,0003	0,001	0,0007	765
1992	0,0017	0,0019	0,0004	0,0012	0,0005	995
1993	0,0022	0,0022	0,0005	0,014	0,0007	695
1994	0,0021	0,025	0,0009	0,0018	0,0003	1676
1995	0,0022	0,0026	0,0009	0,0019	0,0004	1370
1996	0,0028	0,0029	0,001	0,0021	0,0007	747
1997	0,0031	0,003	0,0013	0,0023	0,0008	648
1998	0,0032	0,0026	0,0015	0,0021	0,0011	453
1999	0,0035	0,0024	0,0016	0,0021	0,0014	349
2000	0,0034	0,0022	0,0021	0,0022	0,0013	396
2001	0,0033	0,0022	0,0022	0,0022	0,0011	459
2002	0,0032	0,0021	0,0026	0,0023	0,0009	545
2003	0,0034	0,0024	0,0028	0,0025	0,0009	565
2004	0,0037	0,0026	0,0029	0,0028	0,001	521
2005	0,0037	0,0028	0,0031	0,0029	0,0008	613
2006	0,0042	0,0031	0,0034	0,0032	0,001	523
2007	0,0043	0,0033	0,0039	0,0035	0,0008	630
2008	0,0053	0,0038	0,004	0,0039	0,0015	339
2009	0,0059	0,004	0,0043	0,0041	0,0018	276
2010	0,0066	0,0043	0,0042	0,0042	0,0023	213
2011	0,0068	0,0043	0,0043	0,0043	0,0025	200
2012	0,0069	0,0043	0,0045	0,0044	0,0025	197
2013	0,0073	0,0044	0,0047	0,0045	0,0028	179

ΔF – sprememba koeficienta inbridinga na generacijo, Ne efektivna velikost populacije

V preglednici 5 je predstavljena efektivna velikost populacije glede na koeficient inbridinga. Najnižji povprečni koeficient inbridinga je bil leta 1990 in sicer 0,0003, zato je bila tudi efektivna velikost populacije najvišja 1743. Nekoliko manjša razlika v povprečnem koeficientu inbridinga je bila med leti 1993 in 1994, zato je bil Ne nekoliko manjši kot leta 1990. Najvišji povprečni koeficient inbridinga je bil leta 2013 in sicer 0,0028, zato je bila efektivna velikost populacije najnižja 179.

Na razmerju med moškimi in ženskimi živalmi, ki so starši naslednje generacije temelji druga metoda. Če se zmanjša parameter pri enakem številu moških živali povzroči zmanjšanje tudi število ženskih živali.

Preglednica 6: Efektivna velikost populacije glede na število staršev od leta 1989 do 2013

Leto rojstva	Število				Ne
	Živali	Očetje	Matere	Starši(skupaj)	
1989	687	215	377	592	383
1990	734	226	380	606	397
1991	758	220	379	599	390
1992	800	227	386	613	400
1993	839	232	391	623	408
1994	906	236	427	663	426
1995	966	251	463	714	456
1996	978	244	491	735	456
1997	1014	238	530	768	460
1998	1080	239	561	800	469
1999	1166	254	626	880	506
2000	1259	259	693	952	528
2001	1461	265	806	1071	558
2002	1712	273	919	1192	589
2003	1908	274	1013	1287	604
2004	2132	287	1143	1430	642
2005	2284	290	1244	1534	658
2006	2477	306	1379	1685	701
2007	2752	307	1524	1831	715
2008	3442	323	1854	2177	770
2009	4001	329	2000	2329	791
2010	4503	326	2171	2497	794
2011	5020	329	2262	2591	804
2012	5532	318	2339	2657	784
2013	5958	309	2387	2696	766

Ne ... efektivna velikost populacije

Preglednica 6 predstavlja efektivno velikost populacije glede na število staršev. Najmanjša efektivna velikost populacije je bila leta 1989 s 383 živalmi, najvišja pa leta 2011 s populacijo 804 živalmi.

Podatki obeh metod efektivne velikosti populacije se ne ujemajo. Da bi bili podatki obeh metod primerljivi, bi rabili relativno konstantno število živali in pravilne podatke za neko časovno obdobje.

4.2.4 Povprečje in delež aditivnega genetskega sorodstva po letih

Koeficient inbridinga za posamezno žival je enak aditivnemu genetskemu sorodstvu med starši (Falconer in Mackay, 1996, cit. po PopReport, 2016).

V preglednici 7 je predstavljeno povprečno aditivno genetsko sorodstvo in koeficient inbridinga. Selekcija pri slovenskem hladnokrvnem konju je vseskozi bolj intenzivna. Leta 1989 je bil generacijski interval 29,7 let in počasi pada. Od leta 2006 pa do 2013 je generacijski interval v povprečju 8 let in to pomeni, da so bili stari starši stari 8 let ko so dobili vnuke.

Preglednica 6: Povprečno aditivno genetsko sorodstvo in koeficient inbridinga

Leto rojstva	št. živali	AGR		Koeficient inbridinga		Generacijski interval () = pravi GI
		povprečje	Δf	povprečje	ΔF	
1989	687	0,00243	0,0007	0,0024	0,0017	30 (29,7)
1990	734	0,00257	0,00077	0,0002	0,0002	30 (30,4)
1991	758	0,00301	0,00111	0,0045	0,0038	23 (22,8)
1992	800	0,00327	0,00125	0,0019	0,0011	19 (19,1)
1993	839	0,00358	0,00139	0,0043	0,0031	20 (19,7)
1994	906	0,00376	0,00136	0,002	-0,0005	33 (32,9)
1995	966	0,00385	0,00147	0,0024	0,0018	23 (23,3)
1996	978	0,00423	0,00182	0,0045	0,0043	19 (18,6)
1997	1014	0,00449	0,00206	0,0042	0,0018	25 (24,9)
1998	1080	0,00486	0,0023	0,0021	0,0019	18 (17,9)
1999	1166	0,00486	0,00186	0,0057	0,00121	23 (22,7)
2000	1258	0,00521	0,00194	0,0023	0,0004	17 (16,6)
2001	1461	0,00549	0,00192	0,0031	-0,00121	15 (14,7)
2002	1712	0,00566	0,0019	0,0026	0,0006	12 (11,5)
2003	1908	0,00858	0,002	0,0041	0,0017	9 (9,4)
2004	2132	0,00611	0,00189	0,0055	0,001	13 (13,1)
2005	2284	0,0064	0,00192	0,0039	-0,0003	9 (9,1)
2006	2477	0,00645	0,0016	0,0061	0,00401	8 (8,1)
2007	2752	0,00638	0,00153	0,0058	0,0001	8 (8,4)
2008	3442	0,00648	0,00128	0,0076	0,00531	8 (7,7)
2009	4001	0,00684	0,00136	0,0073	0,00421	8 (7,8)
2010	4461	0,00733	0,00168	0,0077	0,00511	8 (-)
2011	4110	0,00752	0,00168	0,0069	0,00281	8 (-)
2012	4002	0,00787	0,00178	0,0071	0,00161	8 (-)
2013	4000	0,00816	0,00177	0,0089	0,00502	8 (-)

AGR – aditivno genetsko sorodstvo; Δf – delež aditivnega genetskega sorodstva; ΔF – sprememba koeficienta inbridinga; GI – generacijski interval

5 SKLEPI

V obdobju petindvajsetih let se je število žrebet pri slovenskem hladnokrvnem konju povečevalo.

Rejci so najpogosteje uporabili štiri do pet letne kobile, te so matere približno 1000 žrebetom. Žrebci so v tej starosti bili očetje približno trisetim žrebetom. Nato je število žrebet s starostjo staršev upadalo. Žrebet, ki se je rodilo 16 in več letnim kobilam je 502, ter 213 žrebet 16 in več letnim žrebcom.

Od leta 1989 do 2013 je bilo odbranih 2618 kobil ter 1522 plemenskih žrebcev. Eno zaporedno žrebitev ima 3631 kobil. Dve zaporedni žrebitvi ima le še 1864 kobil. Število kobil se manjša z vsako naslednjo žrebitvijo. Izjema je 210 kobil s 16 ali več zaporednih žrebitev.

Generacijski interval za obdobje 25 let se je zmanjševal. Povprečni generacijski interval za vse štiri selekcijske poti se je iz 29,7 leta zmanjšal na 7,8 leta in se približal teoretičnemu generacijskemu intervalu.

Popolnost rodovniških podatkov se iz generacije v generacijo izboljšuje. Iz leta v leto se povečuje vpis popolnih podatkov za vseh 6 generacij. Tako je za prvo generacijo leta 2013 popolnih podatkov že 99,5 %, za drugo generacijo je popolnih 97,4 %, za tretjo generacijo je 93,4. Za šesto generacijo je popolnih podatkov le 77,5 %, vendar so se ti podatki izboljšali iz 22,3 % iz leta 1989.

Koeficient inbridinga manjši od 5% ima 98 % populacije vseh živali. Konji s koeficientom inbridinga med 6 do 10 % je 109, 27 konj ima koeficient inbridinga med 11 do 15 %, kar pomeni, da so bili med seboj parjeni polbrat in polsestra, oziroma stric ali teta z nečakinjo oz. nečakom. Koeficient inbridinga od 16 do 20 % imajo le 4 konji. Konji s koeficientom inbridinga do 21 do 25 % je 22 kar pomeni, da so bili med seboj parjeni konji v ožjem sorodstvu kot sta brat in sestra, oče in hči ali mati in sin in 19 konj med 26 do 30 %, kar pomeni, da je prišlo do kumulativnega inbridinga.

6 POVZETEK

Slovenski hladnokrvni konj je ena iz med treh avtohtonih pasem konj. Nastala je na osnovi avtohtone populacije konj hladnokrnega tipa. Pasma se je izoblikovala s križanjem z noriškim konjem. Slovenski hladnokrvni konj je miren, prijazen, primeren za vprego in jahanje. Ima čvrsto konstrukcijo, vztrajnost, dobro izkoristi krmo, ima dobro rast ter plodnost.

Inbriding je parjenje med osebkami, ki so med seboj sorodni. Koeficient inbridinga se nanaša na posamezni osebek in nam pove, kolikšna je verjetnost, da ima ta osebek na nekem lokusu po poreklu identične gene. Koeficient sorodstva predstavlja delež po poreklu identičnih genov med dvema osebkoma in tako meri sorodnost.

V letu 1990 in 1991 je bilo rojenih najmanjše število žrebet slovenskega hladnokrnega konja. Nato število žrebet narašča. Od leta 2008 naprej pa je število žrebet konstantno. V tem obdobju je bilo rojenih 9386 žrebet. Konji, ki imajo koeficient inbridinga manjši kot 5 % je 98 %. Koeficient inbridinga med 21 % in 26 % ima 0,44 % konj vse populacije ima, to pomeni, da so parjeni v ožjem sorodstvu, kar kaže, da je na tem področju potrebna korenita sprememba. Rejce je potrebno poučiti o slabostih oziroma posledicah parjenja v sorodstvu. Po letu 2000 se je število odbranih potomcev zmanjšalo, kar se kaže na strožji selekciji, žal pa to ni vplivalo na koeficient inbridinga, ki se v vseh 25 letih ni znižal. Generacijski interval se je za vse štiri selekcijske poti oče – sin, oče – hči, mati – sin, ter mati – hči zmanjšal. Indeks popolnosti podatkov o poreklu za šest generacij za slovenskega hladnokrnega konja se iz generacije v generacijo izboljšuje.

7 VIRI

Borojević K. 1986. Geni i populacija. Novi Sad, Forum: 545 str.

Frankham R. 2002. Introduction to conservation genetics. Cambridge, Cambridge University Press: 617 str.

Horvat S. 2005. Zapiski s predavanj pri predmetu Biološke osnove živinoreje. Domžale, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko (neobjavljeno)

Hozjan K. 2016. Konj – čudovit človekov prijatelj. Jahanje
<http://jahanje.splet.arnes.si/naslovnica/> (20.06.2016)

Latinović D. 1989. Populaciona genetika i oplemenjivanje domačih životinja. Praktikum. Beograd - Zemun, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet: 180 str.

Ločniškar F. 1999. Katalog znanj. Splošna živinoreja, biološke osnove, genetika z enciklopedičnim opisom pojmov in gesli v slovenščini, angleščini in nemščini. Domžale, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 250 str.

Mesarič M., Rus J. 2011. Konjereja v Sloveniji. Ljubljana. Arhiv inštituta za rejo in zdravstveno varstvo kopitarjev: 127 str.

PopReport a Analysis Report. Friedrich-Loeffler-Institute, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit.
<https://popreport.tzv.fal.de/cgi-bin/entry.pl> (15. 5. 2016)

Potočnik K., Krsnik J., Štepec M., Rus J. 2008. Prevention of related mating in the Slovenian Lipizzan population. V: 59th annual meeting of the European Association for Animal Production, Vilnius, Lithuania, August 24th-27th 2008 (neobjavljeno)

Pravilnik o spremembah pravilnika o ohranjanju biotske raznovrstnosti v živinoreji, Ur.l. RS, št. 88/14

Vejnovič J. 2008. Naši konji. Ljubljana, Kmečki glas: 203 str.

Zakon o živaloreji. Ur.l.RS št.18-716/02

ZAHVALA

Zahvaljujem se doc. dr. Klemnu Potočniku za mentorstvo in pomoč pri usmerjanju moje diplomske naloge.

Zahvaljujem se referentki Sabini Knehtl in knjižničarki Jerneji Bogataj za njuno pomoč in prijaznost.

Prav tako se zahvaljujem Nataši S., Poloni Ž. ter Tanji R. za nasvete in moralno podporo, ter moji družini, ki mi je nesebično stala ob strani.

PRILOGE:

Priloga A:

Starost žrebcev ob rojstvu potomca

leto	starost žrebca																pov. st.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	>16	
1989	0	0	3	8	12	8	7	8	6	3	2	1	1	2	0	6	17,4
1990	0	0	6	8	5	5	12	5	2	6	2	0	1	2	0	6	18,6
1991	0	0	3	4	9	5	4	5	4	4	2	2	0	1	0	3	14,8
1992	0	0	3	10	6	7	5	7	6	3	3	2	3	0	0	3	13,2
1993	0	0	2	8	8	6	7	3	4	3	2	2	5	1	1	3	11,2
1994	0	1	3	6	12	13	3	9	3	6	4	0	2	2	0	5	17,3
1995	0	0	4	12	7	7	5	6	4	3	5	3	2	3	2	3	13
1996	0	0	2	8	9	5	3	8	2	4	3	5	1	1	2	3	11,2
1997	0	0	2	10	9	7	9	3	7	4	3	5	7	3	2	1	8,3
1998	0	0	2	11	8	9	9	4	6	2	4	1	4	4	2	4	13
1999	0	0	3	9	15	8	8	9	3	4	6	2	6	2	5	6	14,5
2000	0	1	7	5	15	10	8	5	11	5	1	4	2	2	4	7	12,1
2001	0	0	0	15	10	7	17	9	6	10	5	1	4	2	5	11	14,6
2002	0	1	6	16	13	10	13	11	5	15	8	3	4	2	2	16	12,9
2003	0	0	8	14	12	13	3	14	11	5	8	5	6	0	1	13	10,2
2004	0	0	9	16	10	15	13	6	14	11	5	5	6	3	2	17	18,2
2005	1	0	11	16	17	11	14	8	4	15	7	2	3	6	1	10	8,2
2006	0	2	12	17	14	17	14	12	3	4	10	7	2	3	3	9	9,2
2007	0	0	10	17	23	13	15	12	8	9	4	7	8	2	2	12	8,3
2008	0	0	10	16	21	23	14	16	12	9	6	6	8	8	2	18	9,9
2009	0	0	5	15	20	18	16	17	14	11	8	4	6	6	6	14	9,1
2010	0	0	8	8	19	17	16	18	13	15	8	7	6	5	7	9	8,7
2011	0	0	5	18	12	17	15	16	12	14	11	8	5	3	3	13	8,7
2012	0	0	5	16	17	8	17	16	10	10	13	13	7	7	3	12	9,1
2013	0	0	2	9	16	13	11	13	13	9	11	11	9	6	5	9	9,4

Priloga B:

Starost kobil ob rojstvu potomca

Leto rojstva	starost kobile ob rojstvu žrebeta																Povp. starost
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	>16	
1989	0	0	5	10	10	10	9	9	6	3	4	1	2	0	0	7	16,2
1990	0	0	5	7	8	7	12	4	2	6	2	0	1	2	1	5	15,6
1991	0	0	3	6	11	7	3	4	3	3	6	5	0	0	1	3	13,8
1992	0	0	4	15	8	8	8	5	8	4	3	2	2	0	0	2	11,8
1993	0	0	4	9	11	11	11	5	3	3	1	1	4	2	1	3	9,9
1994	0	2	6	7	12	18	12	12	3	5	3	0	5	2	0	5	14,6
1995	0	0	15	15	7	6	5	11	10	4	4	3	2	3	4	4	11,2
1996	0	0	5	21	15	8	5	7	3	7	6	6	3	1	2	2	9,2
1997	0	0	2	15	20	15	13	4	12	7	10	10	10	5	2	2	8,3
1998	0	0	3	25	16	24	14	6	4	1	9	3	6	3	5	4	10,3
1999	0	0	5	18	35	13	19	14	22	7	7	4	6	5	5	10	11,2
2000	1	1	5	10	31	27	17	16	24	15	2	4	3	6	4	13	10,1
2001	0	0	17	29	28	23	43	23	13	18	7	2	4	5	11	27	11,2
2002	0	0	17	39	38	28	32	25	9	20	22	11	7	2	3	25	10
2003	0	0	13	30	26	27	13	35	27	8	15	19	8	2	2	18	9
2004	0	0	19	40	28	32	35	13	32	23	11	9	9	3	5	26	12,5
2005	0	0	19	43	46	28	32	24	10	31	15	1	3	11	4	22	7,8
2006	0	2	30	44	36	53	28	25	14	7	26	13	4	10	6	23	8,4
2007	0	0	23	60	52	39	53	27	26	26	8	18	20	7	9	43	8,5
2008	0	0	52	92	114	93	66	88	66	48	20	40	31	42	8	37	8,3
2009	0	0	28	75	95	91	102	80	72	53	56	17	27	17	29	44	8,4
2010	0	0	45	78	94	101	89	98	74	73	54	37	20	31	31	52	8,5
2011	0	0	36	129	81	76	71	64	85	79	44	44	28	9	12	49	8,2
2012	0	0	42	93	101	81	80	70	41	90	75	50	32	28	17	50	8,6
2013	0	0	20	68	96	91	64	63	68	36	69	53	35	25	26	26	8,6

Priloga C:

Zaporedne žrebitve kobil

zaporedna žrebitev																
Leto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	>16
1989	62	12	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1990	43	11	5	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1991	47	7	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1992	44	15	7	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1993	45	13	7	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1994	68	18	6	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995	65	14	7	4	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1996	70	10	6	3	2	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
1997	91	22	5	7	1	2	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0
1998	73	28	13	5	5	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	3
1999	98	38	11	5	6	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
2000	113	35	22	9	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
2001	158	41	22	15	7	10	9	6	3	1	0	0	0	0	0	17
2002	175	55	22	16	7	2	4	3	4	5	5	4	4	3	2	43
2003	148	46	23	7	6	7	1	1	1	0	1	1	1	2	2	38
2004	181	50	31	8	7	6	5	2	1	0	0	0	0	0	1	42
2005	167	56	26	22	8	3	1	2	1	1	0	1	0	0	0	15
2006	190	66	34	16	9	3	2	0	0	1	1	0	0	0	0	19
2007	237	89	43	19	14	8	1	2	0	0	1	0	0	0	0	15
2008	415	209	94	46	18	15	8	0	1	0	0	0	0	0	0	9
2009	268	278	124	67	36	11	10	4	0	1	0	0	0	0	0	4
2010	314	222	182	79	49	22	8	5	1	1	1	0	0	0	0	0
2011	200	227	140	142	56	28	11	5	3	1	0	1	0	0	0	0
2012	206	169	177	122	102	44	20	9	2	2	1	0	0	0	0	0
2013	153	133	126	113	91	77	25	14	6	3	0	0	0	0	0	0

Priloga D:

Generacijski interval

leto	generacijski interval in število živali													
	ss	Nss	sd	Nsd	ms	Nms	md	Nmd	male	Nmale	female	Nfemale	pop	Npop
1989	6,9	20	18,3	64	16,4	20	67,7	48	15,6	84	52,6	68	29,7	85
1990	18,7	16	19,1	4	17,9	16	58,6	33	19	59	45,3	49	30,4	59
1991	8,1	17	16,3	38	8,3	18	49,2	29	13,8	55	33,5	47	22,7	57
1992	16,5	18	10,8	50	9,4	18	38,6	39	12,3	68	29,4	57	19,1	68
1993	7,3	15	10,5	56	7,9	15	41,8	41	9,8	71	32,7	56	19,7	71
1994	15	25	16	59	14	25	71	50	15,7	84	52	75	32,9	86
1995	7,5	23	10,9	64	16,5	23	51,6	52	10	87	40,8	75	23,3	87
1996	20,8	13	8,3	62	7,8	13	38,2	46	10,5	75	31,5	59	18,6	75
1997	7	22	9,1	92	31	22	53,9	70	8,7	114	48,4	92	24,9	114
1998	19,7	13	10,1	92	7,5	13	30,7	77	11,3	105	27,3	90	17,9	106
1999	16,1	21	11,5	123	33,6	21	39,2	98	12,2	144	38,2	119	22,7	144
2000	16,2	23	9,6	133	24,7	23	27,1	100	10,6	156	26,7	123	16,6	156
2001	25,8	23	9,5	193	25,4	23	21,6	115	11,2	216	22,3	138	14,7	217
2002	21,3	30	9,1	240	27,1	30	12,2	143	10,4	270	14,8	17,3	11,5	270
2003	16,3	21	8,6	196	16	21	9	112	9,3	217	10,1	133	9,4	217
2004	19,8	28	11,8	219	14,6	28	15,5	150	12,7	247	15,4	178	13,1	248
2005	7,3	16	8,4	201	6,6	16	10,7	157	8,3	217	10,3	173	9,1	217
2006	7,7	15	8,2	165	7,3	14	8,2	145	8,1	180	8,1	159	8,1	180
2007	9,9	17	8,7	166	7,1	17	7,8	146	8,8	183	7,7	163	8,4	183
2008	8,6	13	8,3	142	7,3	13	6,8	126	8,3	155	6,9	139	7,7	155
2009	8,2	9	8,5	88	7,7	9	6,8	84	8,5	97	6,9	93	7,8	97

ss....seleksijska pot iz očeta na sina

Nss...število odbranih živali za seleksijsko pot pot iz očeta na sina

sd... seleksijska pot iz očeta na hči

Nsd...število odbranih živali za seleksijsko pot pot iz očeta na hči

ms... seleksijska pot iz matere na sina

Nms... število odbranih živali za seleksijsko pot pot iz matere na sina

md... seleksijska pot iz matere na hči

Nmd ...število odbranih živali za seleksijsko pot pot iz matere na hči

male...povprečna strost očetov

Nmale...število očetov pri znani starosti

female... povprečna strost mater

Nfemale... število mater pri znani starosti

pop...interval za populacijo

Npop...število odbranih potomc

Priloga E:

Popolnost rodovniških podatkov

leto	Št. živali	Generacija 1	Generacija 2	Generacija 3	Generacija 4	Generacija 5	Generacija 6
1988	115	53.0	44.3	37.3	30.7	25.0	20.9
1989	130	60.8	48.0	39.1	32.5	26.6	22.3
1990	110	60.0	52.5	44.4	37.2	30.4	25.4
1991	110	52.7	46.7	40.8	35.7	29.9	25.1
1992	120	60.0	53.2	46.5	40.3	33.6	28.3
1993	117	61.5	56.4	49.8	43.7	36.8	30.0
1994	141	66.7	57.7	50.3	43.7	37.0	31.1
1995	123	76.4	66.4	58.4	50.1	42.6	36.0
1996	127	74.0	63.1	56.0	49.0	42.1	35.8
1997	166	81.9	70.0	61.6	53.9	46.5	39.5
1998	176	76.1	67.8	62.1	55.9	49.2	42.2
1999	196	88.8	76.8	68.4	60.9	53.2	45.5
2000	213	88.7	77.3	69.5	62.4	55.1	47.6
2001	319	91.2	75.3	65.3	57.8	50.6	43.7
2002	392	91.8	76.9	67.7	60.0	53.6	56.7
2003	319	92.8	79.2	70.4	63.4	56.4	49.3
2004	351	96.0	81.7	72.5	65.7	58.8	51.6
2005	318	95.6	86.5	79.1	73.2	66.5	59.1
2006	369	92.7	85.8	78.4	72.5	66.0	58.7
2007	471	90.9	85.7	79.1	73.6	67.5	60.3
2008	903	90.7	86.5	80.6	75.6	70.1	63.1
2009	878	90.8	87.7	82.5	77.9	72.8	66.1
2010	894	98.9	96.3	91.0	85.9	80.4	73.3
2011	836	97.0	94.7	89.9	85.0	79.7	72.9
2012	863	99.2	96.6	92.1	87.3	82.2	75.6
2013	744	99.5	97.4	93.4	88.8	84.0	77.5

Priloga: F

Inbridirane živali

leto	Število živali	0-5%	6-10%	11-15%	16-20%	21-25%	26-30%	31-35%
1988	115	115						
1989	130	129				1		
1990	110	110						
1991	110	108		1		1		
1992	120	119		1				
1993	117	114	2			1		
1994	141	139	1	1				
1995	123	122	1					
1996	127	126				1		
1997	166	162	2	1		1		
1998	176	175	1					
1999	196	189	5			2		
2000	213	213						
2001	319	317		1			1	
2002	392	390	2					
2003	319	316	1	1			1	
2004	351	344	2	3		2		
2005	318	313	4	1				
2006	369	356	10	3				
2007	471	456	13	1	1			
2008	903	876	15	6		5	1	
2009	878	860	9	3	1	2	3	
2010	894	876	11	2		2	3	
2011	836	821	9		2	1	3	
2012	863	850	8	1		2	2	
2013	744	724	13	1		1	5	

Priloga: G

Maksimalen in povprečni koeficient inbridinga glede na leto rojstva ter standardni odklon.

Leto rojstva potomca	Maximalen koeficient inbridinga	Povprečni koeficient inbridinga	Standardni odklon od koeficienta inbridinga
1989	0,25	0,0024	0,022
1990	0,0156	0,002	0,0017
1991	0,25	0,0045	0,0266
1992	0,125	0,0019	0,0118
1993	0,25	0,0043	0,0246
1994	0,126	0,002	0,0122
1995	0,0625	0,0024	0,0086
1996	0,25	0,0045	0,0232
1997	0,25	0,0042	0,0229
1998	0,0625	0,0021	0,0071
1999	0,25	0,0057	0,0272
2000	0,0256	0,0023	0,0058
2001	0,252	0,0031	0,0166
2002	0,0625	0,0026	0,0071
2003	0,2656	0,0041	0,0179
2004	0,25	0,0055	0,0023
2005	0,1278	0,0039	0,0112
2006	0,1346	0,0061	0,0171
2007	0,1643	0,0058	0,0161
2008	0,2529	0,0076	0,025
2009	0,2521	0,0073	0,0228
2010	0,2536	0,0077	0,022
2011	0,2524	0,0069	0,0211
2012	0,2568	0,0071	0,0199
2013	0,2541	0,0089	0,0253

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Vesna JEKOVEC

**ANALIZA SORODSTVA PRI
SLOVENSKEM HLADNOKRVNEM KONJU**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2016