

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Teja MIKLIČ

**ANALIZA SORODSTVA V SLOVENSKI
POPULACIJI HAFLINŠKEGA KONJA**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2010

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Teja MIKLIČ

**ANALIZA SORODSTVA V SLOVENSKI POPULACIJI
HAFLINŠKEGA KONJA**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

**RELATIONSHIP ANALYSIS OF HAFLINGER HORSE
POPULATION IN SLOVENIA**

GRADUATION THESIS
Higher Professional Studies

Ljubljana, 2010

Diplomsko delo je zaključek visokošolskega strokovnega študija kmetijstvo - zootehnika. Opravljeno je bilo na Centru za strokovno delo v živinoreji, Oddelka za zootehniko, Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani.

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

Recenzent: prof. dr. Jurij POHAR

Komisija za oceno in zagovor:

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

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

Član: prof. dr. Jurij POHAR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Datum zagovora: 14. 10. 2010

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

Teja MIKLIČ

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Vs
- DK UDK 636.1:575(043.2)=163.6
- KG konji/pasme/genetska variabilnost/inbriding/parjenje v sorodstvu/koefficient inbridinga/haflinški konj
- KK AGRIS L10/5120
- AV MIKLIČ, Teja
- SA POTOČNIK, Klemen (mentor)
- KZ SI-1230 Domžale, Groblje 3
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
- LI 2010
- IN ANALIZA SORODSTVA V SLOVENSKE POPULACIJI HAFLINŠKEGA KONJA
- TD Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)
- OP IX, 33 str., 8 pregl., 10 sl., 8 pril., 21 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI Haflinški konj se je iz tirolskega avtohtonega območja širil po celem svetu. Leta 1950 je bil velik uvoz haflinških konj iz Avstrije v Slovenijo, največji pa okrog leta 1970. V Sloveniji redimo 4035 haflinških konj. Leta 2009 je bilo v rodovniško knjigo vpisanih 307 plemenskih kobil in 28 plemenskih žrebcev. Zaradi majhne populacije, relativno majhnega števila plemenjakov je več možnosti, da pride do parjenja v sorodstvu. Najbolj bi pripomogli k preprečevanju parjenja v sorodstvu z bolj previdno odbiro žrebcev, saj imajo le-ti navadno veliko število potomk, s tem pa je velika možnost, da pride do parjenja v sorodstvu v naslednjih generacijah. Preprečevanje parjenja v sorodstvu je lahko bolj učinkovito, če uporabljamo spletno aplikacijo za izdelavo načrtov parjenja, kjer upoštevamo, da za vsako kobilo izberemo žrebca, ki z njo ni v sorodu ali je koefficient sorodstva med njima čim manjši. Na tak način pridemo do potomcev, ki imajo koefficient inbridinga relativno majhen ali celo enak nič. Kadar je koefficient inbridinga velik in posledično nastopi depresija zaradi inbridinga, lahko pričakujemo zmanjšanje vitalnosti in plodnosti pri potomcu. V nalogi smo želeli na osnovi analize rodovniških podatkov za haflinškega konja analizirati populacijo z vidika ohranjanja genetske variabilnosti.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- DN Vs
- DC UDC 636.1:575(043.2)=163.6
- CX horses/breeds/Haflinger horse/inbreeding/inbreeding coefficient/genetic variability
- CC AGRIS L10/5120
- AU MIKLIČ, Teja
- AA POTOČNIK, Klemen (supervisor)
- PP SI-1230 Domžale, Groblje 3
- PB University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of Animal Science
- PY 2010
- TI RELATIONSHIP ANALYSIS OF HAFLINGER HORSE POPULATION IN SLOVENIA
- DT Graduation thesis (Higher professional studies)
- NO IX, 33 p., 8 tab., 10 fig., 8 ann., 21 ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB Haflinger horses originate from Tyrol areas and from there they spread throughout the world. In 1950 there was a great Haflinger horses import from Austria to Slovenia and the highest was around 1970. At present, the population of Haflinger horses in Slovenia is 4035. In 2009 there were 307 registered studbook breeding mares and 28 stallions. Due to the small population and a relatively low number of stallions, the possibilities for inbreeding are rather high. The level of inbreeding would be reduced if stallions were selected with caution, because they have usually a large number of descendants, and there is a high probability that mating occurs among relatives in the next generation. Prevention of inbreeding may be more effective with the usage of web mating application, where each mare has a chosen stallion not related to her and where the coefficient of relationship between them is minimized. This way we come to offspring with inbreeding coefficient relatively low or even zero. When the inbreeding coefficient is high and consequently the inbreeding depression occurs we can expect a reduction in vitality and fertility in descendants. The main objective of this study was to analyse the Haflinger horse population herd data in order to preserve the genetic variability.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key words documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	VIII
	str.
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 ZGODOVINA IN IZVOR PASME	2
2.2 OPIS HAFLINŠKEGA KONJA	2
2.3 RAZŠIRJENOST PASME V SVETU	4
2.4 RAZŠIRJENOST PASME V SLOVENIJI.....	4
2.5 INBRIDING.....	5
2.5.1 Načrtno parjenje v sorodstvu.....	6
2.5.2 Depresija zaradi inbridinga	8
2.5.3 Inbriding in selekcija domačih živali	8
3 MATERIAL IN METODE	9
3.1 MATERIAL	9
3.2 METODE	11
4 REZULTATI Z RAZPRAVO.....	13
4.1 STRUKTURA POPULACIJE	13
4.1.1 Število žrebcev in plemenskih kobil po letih.....	13

4.1.2	Starostna struktura staršev ob rojstvu potomcev	14
4.1.3	Število zaporednih žrebitev	16
4.1.4	Generacijski interval	17
4.2	ANALIZA POREKLA	19
4.2.1	Popolnost podatkov o poreklu.....	19
4.2.2	Koeficient inbridginga.....	21
4.2.3	Efektivna velikost populacije	25
4.2.4	Povprečje in delež aditivnega genetskega sorodstva po letih	28
5	SKLEPI.....	30
6	POVZETEK	31
7	VIRI	33
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Število čistopasemskih živali (Register ..., 2010).....	5
Preglednica 2: Koeficient inbridginga pri različnih sistemih samooploditve in vzgoje v sorodstvu (Borojević, 1986).....	7
Preglednica 3: Analiza napak v poreklu.....	9
Preglednica 4: Pasemska struktura porekla za populacijo haflinškega konja	10
Preglednica 5: Število žrebcev in plemenskih kobil po letih rojstva potomcev	14
Preglednica 6: Efektivna velikost populacije haflinškega konja v Sloveniji od leta 1989 do 2009 glede na koeficient inbridginga.....	26
Preglednica 7: Efektivna velikost populacije glede na število staršev	28
Preglednica 8: Povprečno aditivno genetsko sorodstvo.....	29

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Haflinški konj (foto: T. Miklič)	3
Slika 2: Povprečna starost staršev ob rojstvu potomca po letih	15
Slika 3: Starostna struktura staršev ob rojstvu potomcev	16
Slika 4: Število žrebet glede na zaporedno žrebitev kobile	17
Slika 5: Povprečni generacijski interval za različne selekcijske poti	18
Slika 6: Popolnost podatkov o poreklu glede na leta in število upoštevanih generacij	20
Slika 7: Koeficient inbridinga pri živalih rojenih od leta 1989 do 2009.....	22
Slika 8: Število inbridiranih živali in povprečni koeficient inbridinga glede na leto rojstva	23
Slika 9: Povprečni koeficient inbridinga pri žrebetih moškega spola rojenih med leti 1989 in 2009	24
Slika 10: Povprečni koeficient inbridinga pri kobilah rojenih v letih 1989 in 2009	24

KAZALO PRILOG

Priloga A: Število inbridiranih živali in povprečni koeficient inbridinga po letu rojstva

Priloga B: Povprečni koeficient inbridinga pri žrebčkih po letu rojstva

Priloga C: Povprečni koeficient inbridinga pri žrebičkah po letu rojstva

Priloga D: Število živali glede na leto rojstva in koeficient inbridinga

Priloga E: Povprečni koeficient inbridinga za vse živali po letu rojstva

Priloga F: Število rojenih žrebet glede na leto rojstva in starost očeta

Priloga G: Starostna struktura kobil ob rojstvu potomcev

Priloga H: Povprečna vrednost indeksa popolnosti porekla glede na leto rojstva živali

1 UVOD

Konji so že 6000 let sopotniki ljudi, zgodovina konj je prepletena z našo zgodovino. Med vojno in v miru so več kot 2000 let pomembni spremljevalci ljudi. Najslavnejši jezdeci so s pomočjo konja uspeli uspostaviti največje strnjene imperije v zgodovini (Vavpotič, 2002).

Domovina haflinškega konja, ki so ga poimenovali tudi zlati konj z zlatim srcem, je iz območja tirolskih gora (Bregar, 2010). Pasma je dobila ime po vasi Hafling na avstrijskem Tirolskem. Glavno rejsko središče je v Ebbsu na Tirolskem. Ti konji so mirnega značaja, skromni, vzdržljivi, poslušni in delovoljni. Svoje mesto so našli kot jahalni in vprežni delovni konji zlasti za rekreacijo in turizem. Haflinškega konja odlikuje miren značaj. V zadnjem času želijo s selekcijo haflinškemu konju povečati okvir in usmerjajo rejske cilje v smeri modernega jahalnega konja.

Ohranjanje genetske variabilnosti je pomembna strokovna naloga pri živalih, ki so vključene v selekcijo. Zaradi ohranjanja pasem oziroma linij je le-ta nujno potrebna. Rejski program mora zagotoviti ohranjanje genetske variabilnosti. Majhne populacije in moderni postopki razmnoževanja imajo pogosto za posledico parjenje v sorodstvu. Zaradi parjenja v sorodstvu prihaja do pojava depresije zaradi inbridinga (Šalehar in sod., 2001).

Sorodni osebki so tisti osebki, ki imajo vsaj enega skupnega prednika. Inbridiran osebek je osebek, katerega starša sta si sorodna. Pri njem obstaja verjetnost, da ima na nekem lokusu oba gena identična po poreklu. Koliko je osebek inbridiran, je odvisno od tega, koliko sta si njegova starša sorodna (Ločniškar, 1999).

Na osnovi razpoložljivih podatkov, ki smo jih pridobili iz Centralnega registra kopitarjev Republike Slovenije smo ocenili in presodili populacijske parametre z vidika inbridinga.

2 PREGLED OBJAV

2.1 ZGODOVINA IN IZVOR PASME

Haflinški konj izvira iz območja tirolskih gora, to pomeni, da je izvorno prilagojen na podobne razmere, kot vladajo v Trenti. Leta 1925 je Dr. Leo von Pretz napisal prvo knjigo, ki je bila posvečena haflinškemu konju. V njej piše, da ima avtohtona populacija gorskih konj na območju današnje Južne Tirolske zelo velik odstotek orientalskega - arabskega genotipa. Zaradi strmega gorskega območja se je izoblikoval skromen, okreten in zanesljiv konj. Haflinškega konja so začeli uvažati in uporabljati v Sloveniji že pred drugo svetovno vojno. Organizirano poseljevanje hribovitih območij Slovenije s to pasmo pa se je začelo v letih od 1954 do 1955. Haflinški konj je danes tretja najbolj razširjena pasma pri nas (Habe in sod., 2006).

Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano je leta 2006 uvrstilo to pasmo med slovenske tradicionalne pasme. Za začetnika pasme štejejo žrebca 249 Folie, rojenega leta 1874, potomca žrebca arabske pasme z imenom El Bedavi XXII in avtohtone kobile. Njuni potomci so iz sedmih linij žrebcev: A, B, M, N, S, St in W, ki so se v haflinški reji ohranile vse do danes. Tako je haflinški konj povsem samostojna pasma nastala na temeljih arabskega konja, kar se kaže v njegovem plemenitem videzu (Rus, 2005).

2.2 OPIS HAFLINŠKEGA KONJA

V vihru so haflinški žrebci visoki od 142 do 152 cm, višina vihra kobile pa je od 136 do 150 cm. Barva je lisjak z belo grivo, imeti mora čim manj znamenj, še posebej na nogah.



Slika 1: Haflinški konj (foto: T. Miklič)

Glava konja je kratka, suha, ravnega ali nakazano konkavnega profila, plemenita, širokega čela in velikih živahnih oči. Vrat imajo dolg, dobro nasajen, usločen in dobro omišičen. Telo imajo srednje dolgo, široko in globoko. Viher je dobro izražen, pleče je dolgo in dovolj položno. Srednje dolg, dobro omišičen, prožen hrbet s kratkimi ledji, križ je dolg, zmerno pobit in dobro omišičen. Noge so korektne, čvrste, a suhe, z dobro izraženimi sklepi in kratkimi piščalnicami. Kopita so čvrsta in pravilno oblikovana. Gibanje je korektno, enakomerno, prožno in izdatno. Posebnosti tega konja so, da je skladen mali konj, čvrste konstitucije, prilagodljiv, dobro izkorišča krmo, je dobro ploden in dobro izraženega spolnega dimorfizma, z nekoliko poudarjenimi značilnostmi jahalnega konja. Ostale lastnosti so izrazita delovoljnost ter vsestranska uporabnost (Rus, 2005).

2.2.1 Pogoji za vpis čistopasemskega haflinškega konja

Glede dovoljenega deleža druge pasme obstajata dva predpisa. Prvega objavlja Svetovna haflinška zveza (WHF), ki zahteva najmanj pet generacij čistopasemskih prednikov in dovoljuje največ 1,56 % druge pasme v poreklu čistopasemskega haflinškega konja (WHF, 2010). Drug predpis je objavilo tirolsko združenje rejcev haflinških konj (HBAT), ki ne

dovoljuje nobenih križanj po očetovi strani od žrebca Folie dalje, po materini strani pa se smatra, da je rodovniška knjiga z letom 1920 zaprta (HBAT, 2010).

2.3 RAZŠIRJENOST PASME V SVETU

Pred drugo svetovno vojno je haflinški konj imel pomembno vlogo v vojaških armadah, ki so delovale na evropskem alpskem območju. Z razvojem mehanizacije po drugi svetovni vojni se je število konj večine pasem zmanjševalo, tako v vojski kot v kmetijstvu. V nasprotju pa se je haflinška pasma začela iz tirolskega avtohtonega območja širiti po celem svetu. Danes je haflinški konj prisoten v več kot 60 državah sveta in na vseh celinah. V svetovnem merilu populacija haflinških konj presega število 250.000 živali in se še povečuje. Največji rejci haflinških konj so v Avstriji, Italiji, Nemčiji, ZDA, Kanadi, Belgiji in na Nizozemskem. Zaradi dobre klimatske prilagodljivosti je prisoten v vseh klimatskih conah, tako v vročem in suhem kot v vlažnem tropskem podnebjju Afrike, arktičnih predelih evropskih držav in Kanade ter nad 4000 m nadmorske višine Butana (Rus, 2005).

Rejci v posameznih deželah so praviloma organizirani v obliki rejskih združenj. Večina rejskih združenj je včlanjenih v svetovno haflinško zvezo (WHF - World Haflinger Federation). Pri WHF velja pravilo, da se za čistopasemskega haflinškega konja šteje konj, ki ima največ 1,56 % druge pasme (5 generacij brez križanj). V Tirolskem združenju rejcev haflinških konj so pravila rodovniške knjige še strožja. Rodovniška knjiga je zaprta tako, da so čistopasemske živali najmanj 20 generaciji rejene v čisti pasmi. Kar pomeni, da je meja za odstotek druge pasme 0,0 % (Breeding ..., 2010).

2.4 RAZŠIRJENOST PASME V SLOVENIJI

O prvih haflinških konjih v Sloveniji poročajo za leto 1936. Že v tistem letu sta po rejskih knjigah konjerejskega združenja za Dravsko Banovino na območju današnje Gorenjske, plemenila dva državna haflinška žrebca. Leta 1950 je bil velik uvoz haflinških konj iz Avstrije v Slovenijo, največji pa okrog leta 1970 (Bergant, 2006).

Preglednica 1: Število čistopasemskih živali (Register ..., 2010)

	2005	2006	2007	2008	2009
Ocena staleža čistopasemskih živali	432	420	450	500	500
Število čistopasemskih plemenic v rodovniški knjigi	158	247	242	307	307
Število čistopasemskih plemenjakov v rodovniški knjigi	34	34	24	24	28

Iz preglednice 1 je razvidno, da se stalež čistopasemskih živali v zadnjih letih povečuje. Število čistopasemskih plemenjakov se je v zadnjem letu rahlo povečalo, kar rejcem omogoča večjo izbiro čistopasemskih plemenjakov za razmnoževanje. Število čistopasemskih plemenic se je v zadnjih štirih letih povečalo za 94 %.

Če sta kobila in žrebec v bližnjem sorodstvu, se slovenski rejci izogibajo parjenja v sorodstvu, drugače pa ne. Pri parjenju nesorodnih živali je ovira, da so žrebci locirani na določenih pripustnih postajah, na katerih ostanejo od enega do treh pripustnih sezon. Običajno se lastniki kobil odločajo za žrebca, ki se nahaja najbližje njihovemu domu. S tem se močno povečuje nevarnost parjenja v sorodstvu (Potočnik in sod., 2009).

2.5 INBRIDING

V diplomskem delu smo se ukvarjali z inbridinom po poreklu. Posledica parjenja sorodnih osebkov je inbriding. Angleška beseda inbreeding pomeni parjenje sorodnih osebkov. Inbridirana žival je tista žival, ki ima koeficient inbridinga večji od 0. Koeficient inbridinga nam pove verjetnost, da sta dva gena na istem lokusu identična po poreklu, kar pomeni, da je par genov homozigoten zaradi skupnih prednikov (Ločniškar, 1999).

Koeficient inbridinga je enak eni polovici koeficienta sorodstva med staršema. Med potencialnima staršema lahko izračunamo tudi koeficient sorodstva. Pri izbiri optimalnega paritvenega partnerja se poslužujejo le - tega (Ločniškar, 1999).

Inbriding ali koeficient inbridinga se lahko pokaže v različni vrednosti, odvisno od načina sorodstva, mati - sin, oče - hči, brat - sestra, preko več kombinacij vse do šeste generacije. Kot inbriding se parjenja v sorodstvu od vključno 7 generacije dalje ne smatrajo, ker je

koeficient sorodstva majhen in zanemarljiv. Bližnje ali daljnje sorodstvo je relativen pojem inbridinga; odvisno je od števila podedovanih alelnih oblik, ki so iste za oba starša. Pri parjenju v sorodstvu se povečuje verjetnost združevanja po poreklu identičnih dednih osnov in na ta način vpliva na zmanjševanje heterozigotnosti. V pogojih stroge selekcije se povečuje verjetnost, da dominantni geni postanejo homozigotni. Z inbridingom se populacija deli na manjše skupine ali linije tako, da se genetske razlike med skupinami povečujejo, a znotraj skupin zmanjšujejo. Hitrost povečevanja homozigotnosti se na najboljši način pokaže s samooplojevanjem rastlin (Latinović, 1989).

Za veliko večino vrst velja, da so razdeljene na lokalne paritvene populacije. Torej se bolj ali manj mešajo z imigranti, ki prihajajo iz drugih populacij, oziroma tudi same oddajajo del svojega genskega sklada skozi imigrante v druge populacije. Glede na to obstaja večji ali manjši pretok genov. Lahko pa je lokalna populacija tudi panmiktična, to pomeni, da so vse paritve med njenimi člani naključne. Lahko pa obstaja populacija, kjer se osebki pariyo v sorodstvu (Evolucijski ..., 2008).

Lush (1954) imenuje inbriding tudi vzreja v sorodstvu, do katere pride, če se med seboj pariyo osebki, ki so v ožjem sorodstvu, kakor je povprečni koeficient inbridinga v populaciji.

Izračun koeficienta inbridinga, kadar je poznano poreklo nekega osebka, se izvede neposredno iz porekla. V nasprotnem primeru ga je potrebno izračunati iz posebnih enačb, v katerih upoštevamo frekvence alelov na enem ali več lokusih (Evolucijski ..., 2008).

2.5.1 Načrtno parjenje v sorodstvu

Načrtno parjenje v sorodstvu se uporablja v raziskovalne namene. V kolikor se sistem inbridinga uporablja za ustvarjanje homozigotnih osebkov, se ta način oploditve uporablja v vsaki generaciji. Samooploditev je sistem inbridinga, ki najhitreje privede do homozigotnosti. Vendar pa do samooploditve lahko pride le pri hermafroditnih organizmih, kot so npr. dvospolne trave. Pri ostalih organizmih najhitreje privede do inbridinga parjenje med bratom in sestro (Borojević, 1986).

Polbratje in polsestre (Half sibs) imajo enega starša skupnega, drugi starš pa je različen, oziroma so to sorodniki do katerih pride z nekim drugim načinom oploditve, a imajo isti koeficient sorodstva (Borojević, 1986).

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

Generacija	A	B	S	D
0	0	0	0	0
1	0,5	0,25	0,125	0,25
2	0,75	0,375	0,219	0,375
3	0,875	0,5	0,305	0,438
4	0,938	0,594	0,381	0,469
5	0,969	0,672	0,449	0,484
6	0,984	0,734	0,509	0,492
7	0,992	0,785	0,563	0,496
8	0,996	0,826	0,611	0,498
9	0,998	0,859	0,654	0,499
10	0,999	0,886	0,691	0,499

A - samooploditev; B - oploditev brata in sestre ali starša in potomca; S - oploditev polbrata in polsestre ali strica in nečakinje ali tete in nečaka; D - oploditev inbridiranega osebka z naključno izbranim osebkom

Pri samoopoditvi (preglednica 2) znaša koeficient inbridinga po eni generaciji 50 %, pri parjenju med bratom in sestro pa znaša 25 %. Po desetih generacijah znaša koeficient inbridinga v prvem primeru 99,9 %, v drugem pa 88,8 %. V primeru, da pride do parjenja med polbratom in polsestro, pa je koeficient inbridinga v isti generaciji znatno manjši (Borojević, 1986).

Tudi pri genetsko sortiranem parjenju govorimo o sistemu inbridinga, kateri poteka na osnovi parjenja staršev, ki imajo poznano genetsko sorodstvo. Takšno parjenje privede do povečanja koeficienta inbridinga (Borojević, 1986).

2.5.2 Depresija zaradi inbridinga

Metoda za spoznavanje genetske strukture populacije je analiza inbridinga. S kolikšno intenziteto je potrebno koristiti inbriding, da bi se dosegla maksimalna možna prireja domačih živali, do sedaj ni poznano. Inbriding v nekaj generacijah pogojuje pojav depresije zaradi inbridinga, ki v prvi vrsti vpliva na lastnosti življenjskih sposobnosti. Povečuje se post - natalna in pre - natalna smrtnost, zmanjšuje se prireja in dolgoživost ter plodnost (Latinović, 1989).

Posledice depresije zaradi inbridinga so manjša življenjska moč, manjša prireja, slabša konstitucija in večja verjetnost za pojav dednih napak. Vse naštetu je posledica fiksacije nezaželenih genov. V vsaki populaciji moramo ohranjati inbriding na sprejemljivi ravni in pri razmnoževanju izvajati vnaprej začrtane sheme parjenja (Zakon o živinoreji, 2002).

Tudi zakon o živinoreji nalaga rejskim organizacijam, da skrbijo oziroma preprečujejo parjenje v sorodstvu (Zakon o živinoreji, 2002).

2.5.3 Inbriding in selekcija domačih živali

Pri domačih živalih, ki so podvržene selekciji na osnovi kriterijev (seleksijskih ciljev), ki so zapisani v rejskem programu, odbiramo starše naslednjim generacijam. Manjša kot je populacija in intenzivnejša kot je selekcija, večja je verjetnost za parjenje v sorodstvu. Zaradi ohranjanja pasem oziroma linij ter genetske variabilnosti domačih živali je potrebno z rejskimi programi omogočiti preprečevanje parjenja v sorodstvu. Pri tem lahko rejski program dovoljuje uporabo (najpogosteje plemenjakov) drugih pasem, za tako imenovano »osveževanje krvi«, oziroma za ponoven vnos iz rejskega vidika zanimivih genov, ki so bili v procesu selekcije izgubljeni (Latinović, 1989).

Če imamo dva inbridirana osebka, ki nimata skupnega prednika, torej je koeficient sorodstva med njima nič, ima tudi njun potomec koeficient inbridinga enak nič. To imenujemo outbriding, ki ga po večini izvajajo strokovnjaki za ohranjanje vrst in v živalskih vrtovih (Latinović, 1989).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 MATERIAL

Podatke smo pridobili iz Centralnega registra za kopitarje RS (REKO), skladno z Zakonom o dostopu do informacij javnega značaja. Na ta način smo dobili rodovniške podatke o konjih vpisanih v REKO za tri slovenske populacije konj, in sicer slovenski hladnokrvni konj, posavski konj in haflinški konj. Najprej smo naredili logične kontrole na vseh podatkih (Preglednica 3). Živalim, ki so imele po dva zapisa smo tistega, ki je vseboval manj podatkov izbrisali. Ostale napake (Preglednica 3 - Status B) smo identificirali in napačen podatek spremenili v manjkajočo vrednost.

Preglednica 3: Analiza napak v poreklu

Napaka	Število napak	Status
Žival - začetek pregleda podatkov	17120	
Podvojene živali	26	/
Žival je sama sebi starš	1	B
Oče ni moškega spola	96	B
Mama ni ženskega spola	34	B
Oče ni vpisan med živali	1	B
Mama ni vpisan med živali	3	B
Oče je mlajši od enega leta	37	B
Mati je mlajša od enega leta	115	B
Žival - konec pregleda podatkov	17094	

Iz tako pripravljenih podatkov smo izbrali le zapise za konje, ki pripadajo pasmi haflinški konj. Takih zapisov je bilo 4035. Za te živali smo sestavili rodovnike z vsemi znanimi predniki in tako smo dobili osnovno bazo podatkov za nadaljnje analize, ki zajema 4195 konj.

S prvo analizo smo želeli preveriti pasemsko strukturo populacije. Predniki današnje populacije haflinških konj so bili tudi predstavniki drugih pasem (Preglednica 4). Skupaj je

v rodovnikih 160 (3,8 % vseh živali) prednikov, ki se ne vodijo pod pasmo haflinški konj. Najpogosteje gre za prednike, ki so pasme slovenski hladnokrvni konj (Preglednica 4)

Preglednica 4: Pasemska struktura porekla za populacijo haflinškega konja

Pasma	Spol				Skupaj	
	Moški		Ženski			
	n	%	N	%	n	%
Kasaška	23	0,55	25	0,6	48	1,14
Slovenski hladnokrvni konj	31	0,74	57	1,36	88	2,1
Haflinški konj	894	21,31	3141	74,87	4035	96,19
Križanec			2	0,05	2	0,05
Noriški konj	15	0,36	2	0,05	17	0,41
Ameriški kasač	1	0,02	3	0,07	4	0,09
Šetland poni	1	0,02			1	0,02
Skupaj	965	23	3230	77	4195	100

n - število živali

3.2 METODE

Za osnovno analizo in pregled podatkov smo uporabili programski paket SAS (Sas, 2001). Za analizo strukture populacije in inbridinga smo uporabili spletno aplikacijo PopReport (Groeneveld in sod., 2009). Dobljene rezultate smo prikazali v slikah in v preglednicah. Pri tem smo uporabili Microsoft Excel 2000.

Za izračun indeksa popolnosti podatkov o poreklu smo uporabili enačbo 1 in enačbo 2 (MacCluer in sod., 1983 cit. po Groeneveld in sod., 2009).

$$I_d = (4I_{dpat} \times I_{dmat}) / (I_{dpat} + I_{dmat}) \quad \dots(1)$$

$$I_{d_k} = \frac{1}{d} \sum_{i=1}^d a_i \quad \dots(2)$$

I_d - indeks popolnosti podatkov o poreklu

d - število upoštevanih generacij prednikov v izračunu

k - očetova (pat), materina (mat) linija

a_i - delež znanih prednikov v generaciji i

Za izračun efektivne velikosti populacije na podlagi koeficienta inbridinga smo uporabili enačbi 3 in 4.

$$N_e = 1/2\Delta F \quad \dots(3)$$

$$\Delta F = (F_t - F_{t-1}) / (1 - F_{t-1}) \quad \dots(4)$$

N_e - efektivna velikost populacije

ΔF - sprememba koeficient inbridinga na generacijo

F_t - povprečni koeficient inbridinga pri potomcih

F_{t-1} - povprečni koeficient inbridinga staršev

Efektivno velikost populacije na osnovi števila staršev smo izračunali z enačbo 5.

$$N_e = (4N_m \times N_f) / (N_m + N_f) \quad \dots(5)$$

N_e - efektivna velikost populacije

N_m – število očetov

N_f – število mater

4 REZULTATI Z RAZPRAVO

4.1 STRUKTURA POPULACIJE

4.1.1 Število žrebcev in plemenskih kobil po letih

Število plemenskih živali v določenem času določa genetsko strukturo populacije v naslednji generaciji. V idealnih pogojih se število žrebcev in plemenskih kobil lahko uporabi za izračun efektivne velikosti populacije. Odbran žrebec je definiran kot žrebec, ki je zaskočil / obrejl kobilo oziroma je postal oče. Odbrana kobila je definirana kot kobila, ki je bila obrejena oziroma je žrebila. Število žrebcev in plemenskih kobil haflinške pasme v letih od 1989 do 2009 je prikazano v preglednici 5. Število žrebcev (očetov) je podano glede na število žrebet, ki so bila rojena oziroma odbrana za pleme v določenem letu. Na enak način je podano tudi število plemenskih kobil. Skupno število rojenih žrebet se je po letih spreminjalo, od najmanj 36 rojenih v letu 1990 do 174 žrebet rojenih v letu 2009.

V letu 2009 je bilo tudi največje povprečno število žrebet, potomcev le enega žrebca in sicer 5,80 žrebet. Največje število žrebcev z odbranimi potomci je bilo v letu 1999. Takih žrebcev je bilo 26. Največ kobil - mater (48) z odbranimi potomci za pleme pa je bilo v letu 2002.

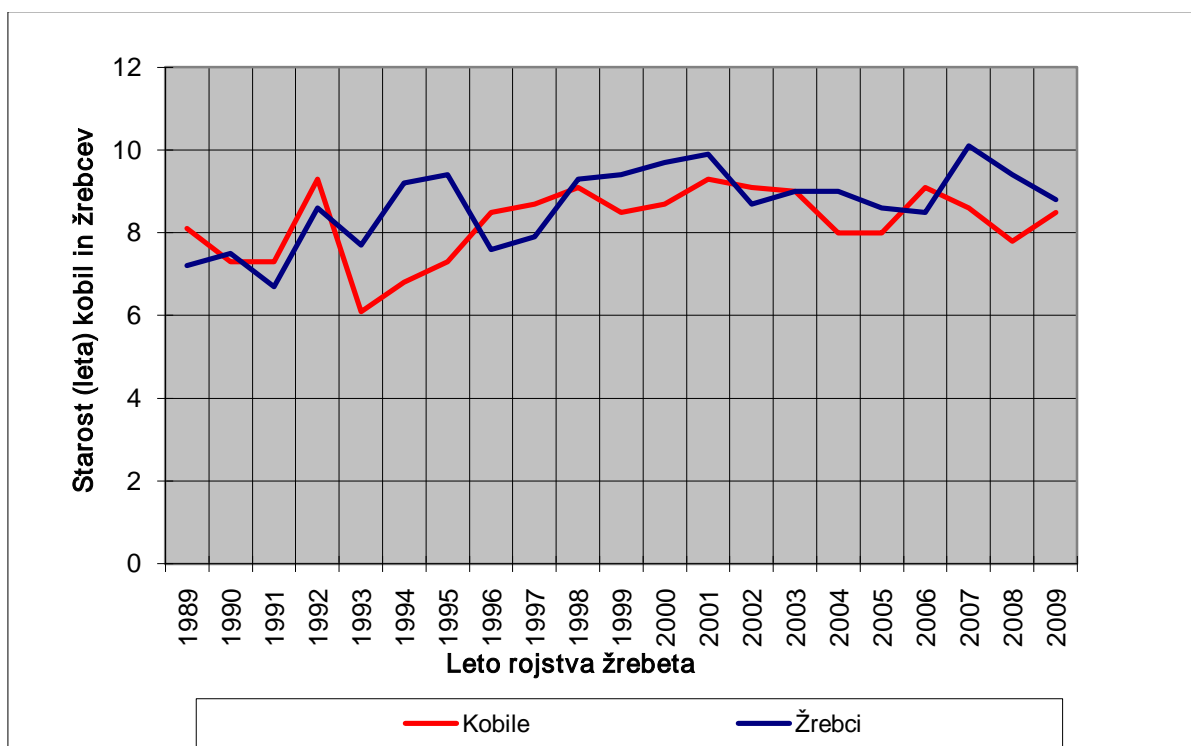
Število novorojenih živali na žrebca se je iz leta v leto povečevalo. Medtem, ko je bilo leta 1992 povprečno le 1,80 žrebeta na enega žrebca, jih je bilo leta 2009 že 5,80. Večje število žrebet po enem žrebcu bi lahko vplivalo na povprečni koeficient inbridinga v naslednjih generacijah.

Preglednica 5: Število žrebcev in plemenskih kobil po letih rojstva potomcev

Leto	Število žrebcev		Število kobil		Število rojenih žrebet	Število potomcev na žrebca
	Število rojenih potomcev	Število odbranih potomcev	Število rojenih potomcev	Število odbranih potomcev		
1989	21	17	57	34	60	2,86
1990	17	13	33	22	36	2,12
1991	20	14	38	26	44	2,20
1992	25	20	44	27	45	1,80
1993	20	16	40	26	41	2,05
1994	21	18	36	23	40	1,90
1995	19	19	42	32	45	2,37
1996	21	17	63	29	67	3,19
1997	25	18	65	33	66	2,64
1998	24	19	69	43	73	3,04
1999	27	26	77	45	85	3,15
2000	24	20	71	34	74	3,08
2001	23	17	71	37	74	3,22
2002	28	22	104	48	108	3,86
2003	31	18	112	32	113	3,65
2004	26	16	83	27	86	3,31
2005	34	19	89	29	96	2,82
2006	28	3	88	3	118	4,21
2007	30	0	144	0	147	4,90
2008	31	0	154	0	156	5,03
2009	30	0	166	0	174	5,80

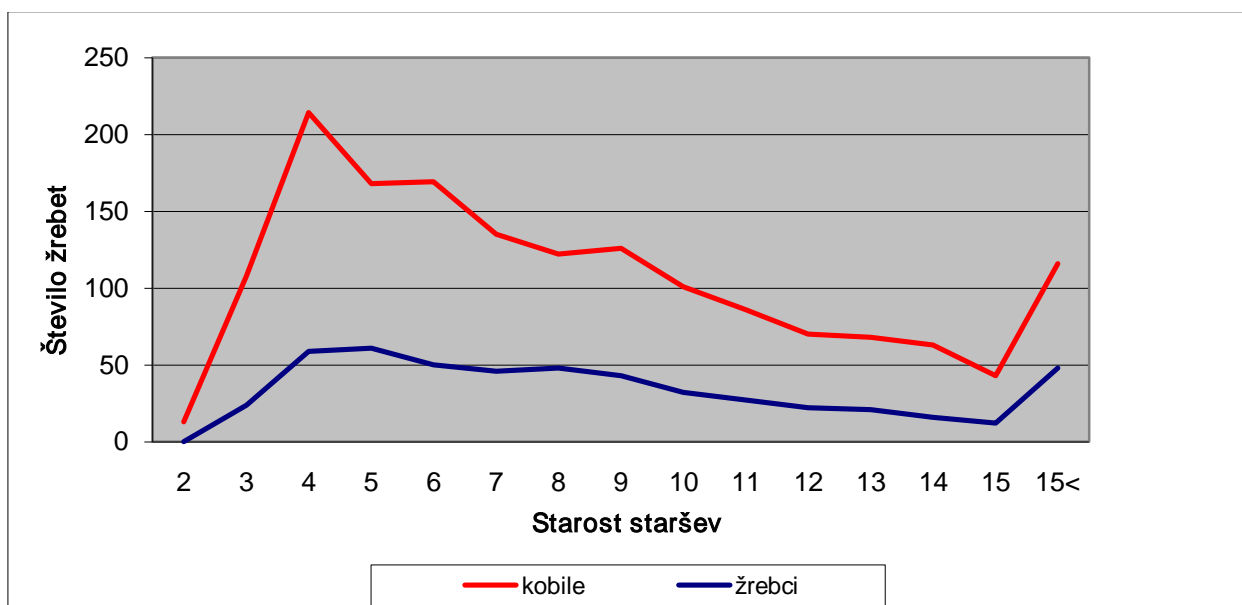
4.1.2 Starostna struktura staršev ob rojstvu potomcev

Povprečna starost kobil, ki so žrebile je bila najmanjša v letu 1993 (6,1 leta) in v letu 1992 (9,3 leta). Žrebci s potomcem so bili v povprečju starejši od kobil. Najmlajši so bili leta 1991 (6,7 let), najstarejši pa leta 2007 (10,1 leta). V letu 2009 je znašala povprečna starost kobil 8,5 leta in žrebcev 8,8 let (Slika 2).



Slika 2: Povprečna starost staršev ob rojstvu potomca po letih

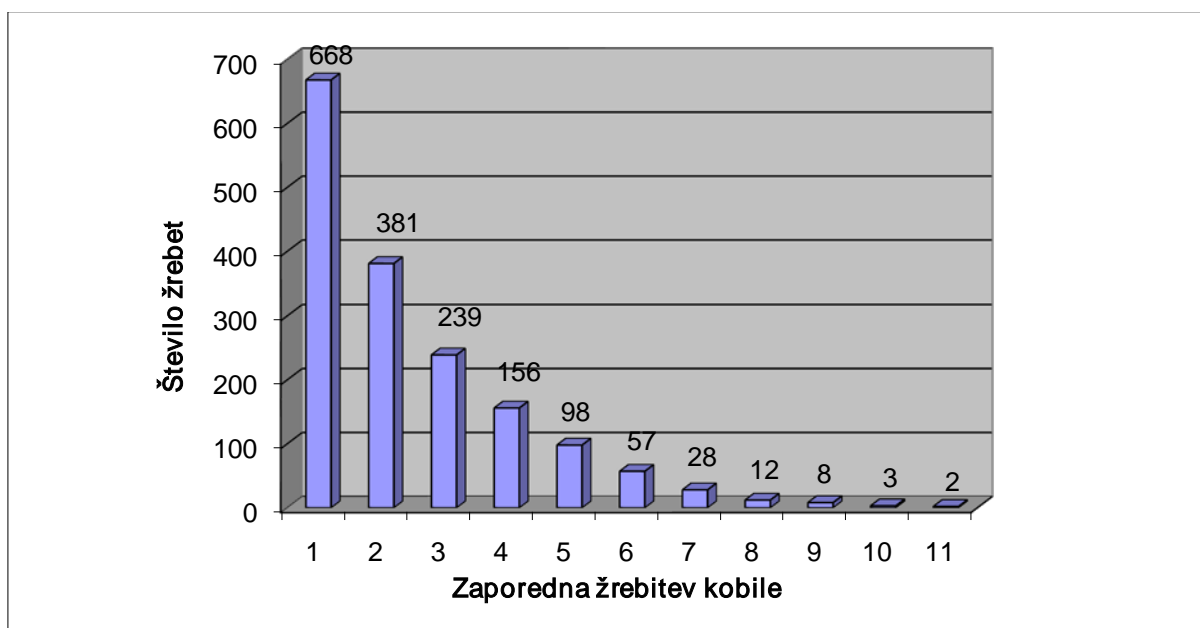
Največ rojenih žrebet je od kobil starih 4 leta in od žrebcev starih 5 let. Število žrebet rojenih starejšim kobilam in žrebceem se je postopno zmanjševalo. Tako je bilo pri starosti staršev 10 let število potomcev razpolovljeno, pri 15 letih pa je bilo rojenih le slaba četrtnina vseh žrebet (Slika 3).



Slika 3: Starostna struktura staršev ob rojstvu potomcev

4.1.3 Število zaporednih žrebitev

Na sliki 4 je prikazano število zaporednih žrebitev pri kobilah. 668 kobil je žrebilo vsaj enkrat, medtem ko je tistih, ki so žrebile vsaj dvakrat skoraj za polovico manj, in sicer 381. Število žrebitev se je zmanjševalo glede na kasnejšo zaporedno žrebitev. Največ, 11 zaporednih žrebitev, sta imeli le dve kobili.



Slika 4: Število žrebet glede na zaporedno žrebitev kobile

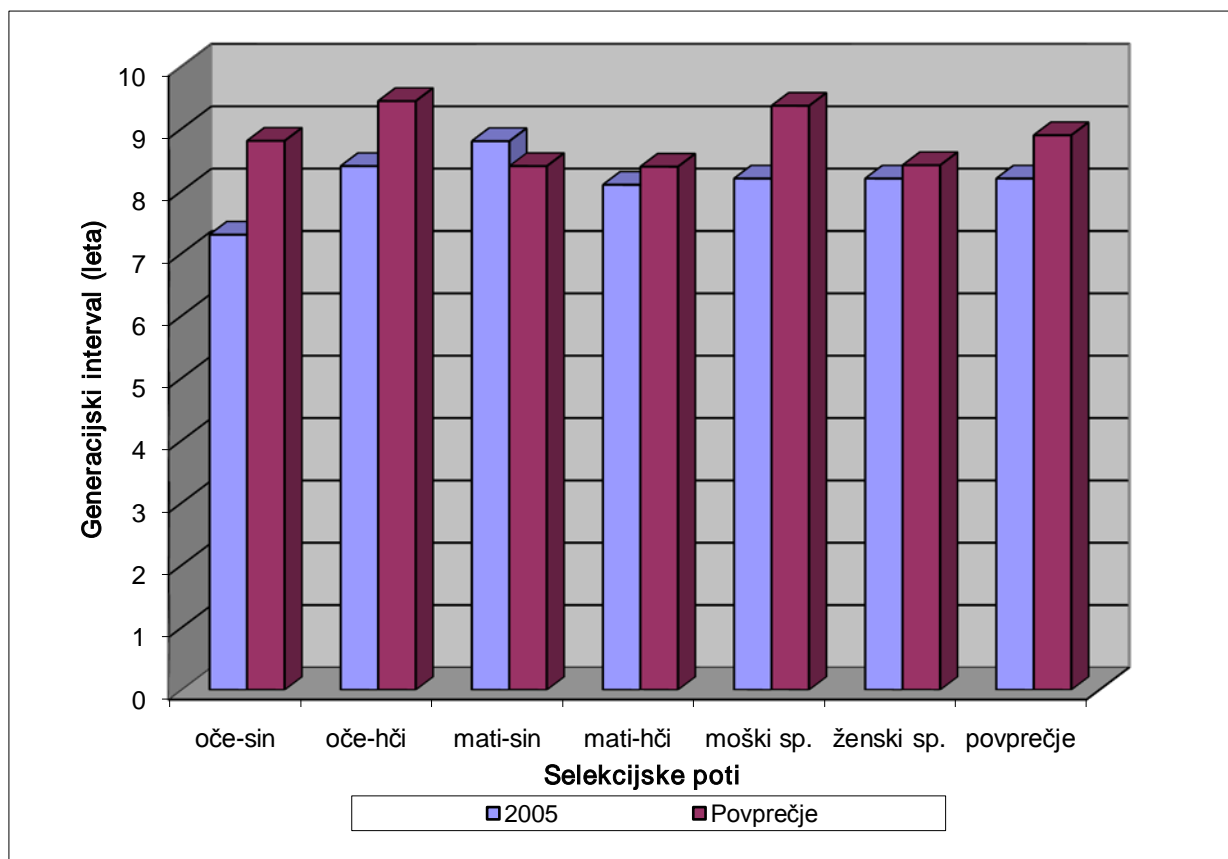
4.1.4 Generacijski interval

Generacijski interval je eden izmed ključnih dejavnikov, ki vpliva na stopnjo genskega napredka in na strukturo populacije. V splošnem velja, čim krajši je generacijski interval, hitreje so genetske spremembe v populaciji, če so ostali vplivi konstantni. Generacijski interval je definiran kot povprečna starost staršev ob rojstvu njihovih potomcev, ki so bili odbrani za plemo (Falconer in Mackay, 1996, cit. po Groeneveld in sod., 2009).

Pri generacijskem intervalu (GI) se navadno osredotočamo na to, ali je enak ali blizu teoretično možnega ali je bistveno večji. To vpliva na intenzivnost selekcije. Pri intenzivni selekciji želimo GI zmanjšati v največji možni meri. Pri tem dosežemo največji možni genetski napredek (izboljšamo posamezne lastnosti), a tvegamo povečevanje inbridinga v populaciji. Pri konjih je teoretično možno, da bi bil generacijski interval 4 ali 5 let.

Poznane so štiri različne selekcijske poti za prenos genov od staršev na potomce, in sicer: od žrebca na žrebčka (oče - sin), od žrebca na žrebičko (oče - hči), od kobile na žrebčka (mati - sin) in od kobile na žrebičko (mati - hči). Tako je generacijski interval izračunan za štiri različne selekcijske poti in izražen v letih. Generacijski interval je izračunan ločeno za

žrebce in kobile (Groeneveld in sod., 2009). Vrednosti predstavljajo povprečje generacijskega intervala glede na selekcijsko pot, ki je odvisna od števila živali v posameznem generacijskem intervalu. Za izračun generacijskega intervala so bili na voljo podatki iz Centralnega registra le do leta 2005. Tako so bili podatki za izračun generacijskega intervala zajeti od leta 1985 do leta 2005.



Slika 5: Povprečni generacijski interval za različne selekcijske poti leta 2005 in v povprečju

Na sliki 5 je prikazan povprečni generacijski interval za leto 2005 in za vsa vključena leta. Povprečne vrednosti generacijskega intervala med leti 1985 in 2005 so bile: med žrebcom in žrebčkom 8,8 let, med žrebcom in žrebičko 9,4 leta, med kobilo in žrebčkom 8,4 leta in med kobilo in žrebičko tudi 8,4 leta. Povprečni generacijski interval za vse živali moškega spola v tem obdobju je bil 9,4 leta, za ženske živali pa 8,4 leta. Povprečni generacijski interval za vse štiri selekcijske poti je bil 8,9 let.

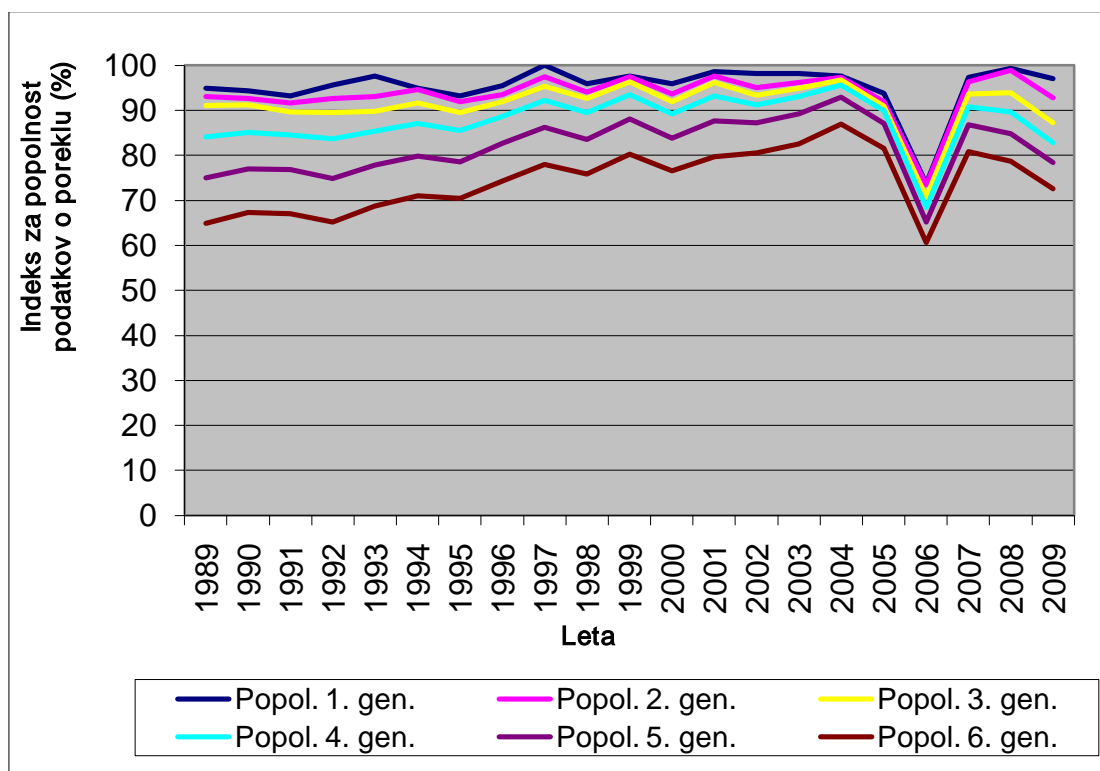
Pri haflinškem konju je bil generacijski interval za selekcijsko pot od žrebca do moškega potomca v letu 2005 7,3 leta. Ta vrednost je bila izračunana kot povprečje 4 odbranih moških potomcev rojenih tega leta. Istega leta je bil generacijski interval od žrebca do žrebičke 8,4 leta. Ta generacijski interval je povprečje vseh 22 žrebic. Od kobile do žrebčka je bil generacijski interval v letu 2005 8,8 let, od kobile do žrebičke pa je bil 8,1 leta. Za izračun prvega so bili upoštevani 4 potomci, za izračun slednjega pa 22 potomk. V povprečju je bil generacijski interval za moške in ženske potomce rojene leta 2005 8,2 leti. Povprečni generacijski interval za vse 4 selekcijske poti oziroma za vso populacijo je bil 8,2 leti in temelji na povprečni starosti staršev 26 odbranih potomcev.

4.2 ANALIZA POREKLA

4.2.1 Popolnost podatkov o poreklu

Bolj popolni kot so podatki o prednikih posamezne živali, bolj zanesljiva je ocena koeficienta inbridinga. Indeks za izračun popolnosti podatkov o poreklu (MacCluer in sod., 1983, cit. po Groeneveld in sod., 2009) vključuje delež znanih prednikov v vsaki generaciji.

Indeks za popolnost podatkov o poreklu za posamezno žival je med 0 in 1 oz. od 0 do 100 odstotkov. Indeks za popolnost podatkov o poreklu dobi žival katere predniki imajo znano poreklo do upoštevane generacije. Iz tega sledi, da je indeks popolnosti porekla največji v prvi generaciji in se iz generacije v generacijo manjša. Indeksi za popolnost podatkov o poreklu se prikazujejo kot povprečne vrednosti po letu rojstva živali.



Slika 6: Popolnost podatkov o poreklu glede na leta in število upoštevanih generacij

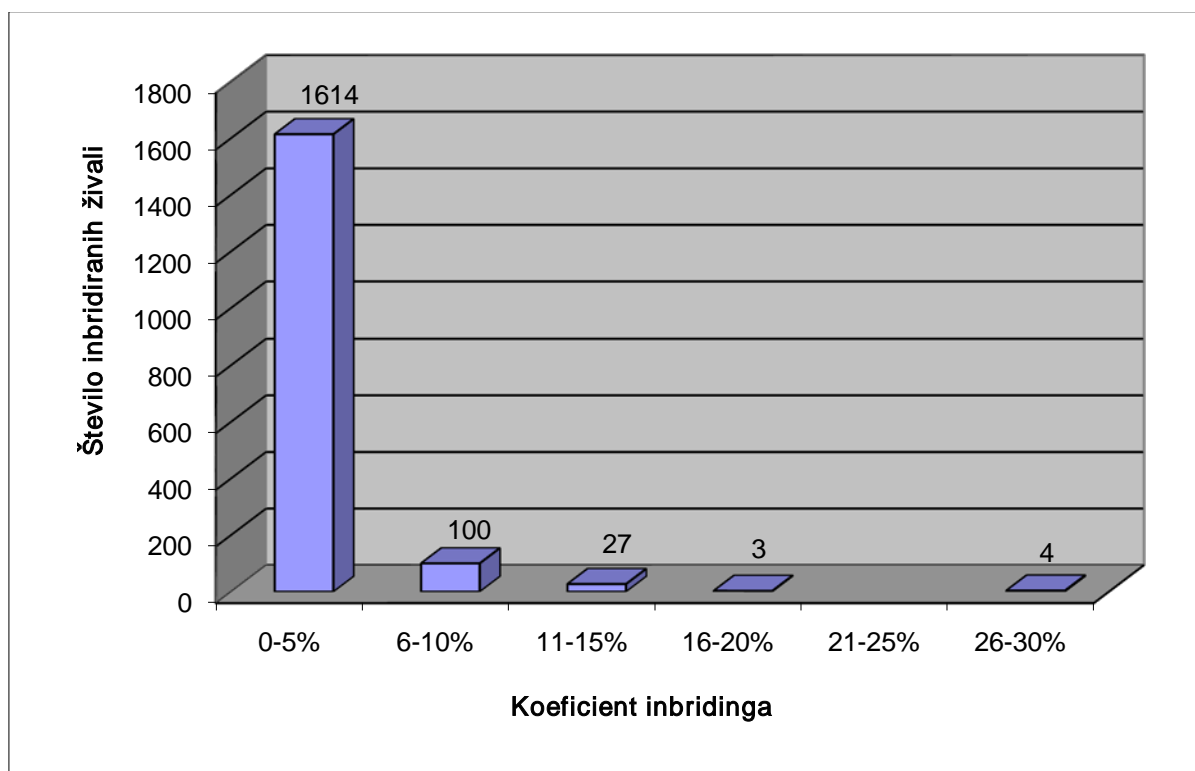
Slika 6 prikazuje spreminjanje povprečnega indeksa popolnosti podatkov o poreklu pri haflinškem konju, glede na to, koliko generacij (1 do 6) je bilo vključenih v izračun. Povprečna vrednost indeksa za popolnost podatkov o poreklu se je v zadnjih 20 letih povečevala, z izjemo leta 2006, ko je prišlo do zmanjšanja indeksa popolnosti podatkov o poreklu. Domnevamo, da se je takrat v bazo podatkov vpisalo večje število konj, zaradi obveznega vpisa živali v Register. Težnja povečanja oz. zmanjšanja indeksa popolnosti podatkov o poreklu je enaka, ne glede na to, koliko generacij (1 do 6) prednikov smo vključili v izračun.

V zadnjih dvajsetih letih znašajo povprečni indeksi popolnosti podatkov o poreklu z vključeno prvo generacijo 95,40 %, z dvema upoštevanimi generacijama 93,61 %, s tremi generacijami 91,35 %, s štirimi generacijami 87,80 %, s petimi generacijami 82,09 % in s šestimi upoštevanimi generacijami 74,47 %. Povprečni indeks popolnosti podatkov o poreklu je bil največji z vključeno samo prvo generacijo prednikov leta 1997, ko je znašal 100 %. Najmanjši indeks popolnosti podatkov o poreklu je bil leta 2006, ko je znašal le

60,6 % z vključenimi šestimi generacijami prednikov v izračunu. Leta 2004 je bil večji indeks popolnosti podatkov o poreklu (86,9 %) tudi z vključenimi šestimi generacijami prednikov.

4.2.2 Koeficient inbridginga

Na sliki 7 so razvrščeni haflinški konji rojeni v zadnjih dvajsetih letih. Razdeljeni so glede na koeficient inbridginga. Koeficient inbridginga posamezne živali v zadnjih 20 letih ni nikoli presegel 30 %. V zadnjih 20 letih je bilo skupno rojenih 1748 živali, od tega jih je kar 1614 s koeficientom inbridginga manjšim od 5 %. Natanko 100 živali rojenih v zadnjih dvajsetih letih je imelo koeficient inbridginga med 5 in 10 %. Glede na celotno populacijo je delež teh živali 5,72 %. Še manjši delež populacije, 27 živali (1,54 %) je imel koeficient inbridginga med 11 in 15 %. V praksi do takega koeficienta inbridginga pridemo, če med seboj parimo polbrata in polsestro. Koeficient inbridginga od 16 - 20 % so imele samo 3 živali, kar je 0,17 % celotne populacije. Le 4 živali rojene v zadnjih 20 letih so imele koeficient inbridginga med 26 in 30 %, kar pomeni, da je prišlo do parjenja v ožjem sorodstvu kot sta brat in sestra.

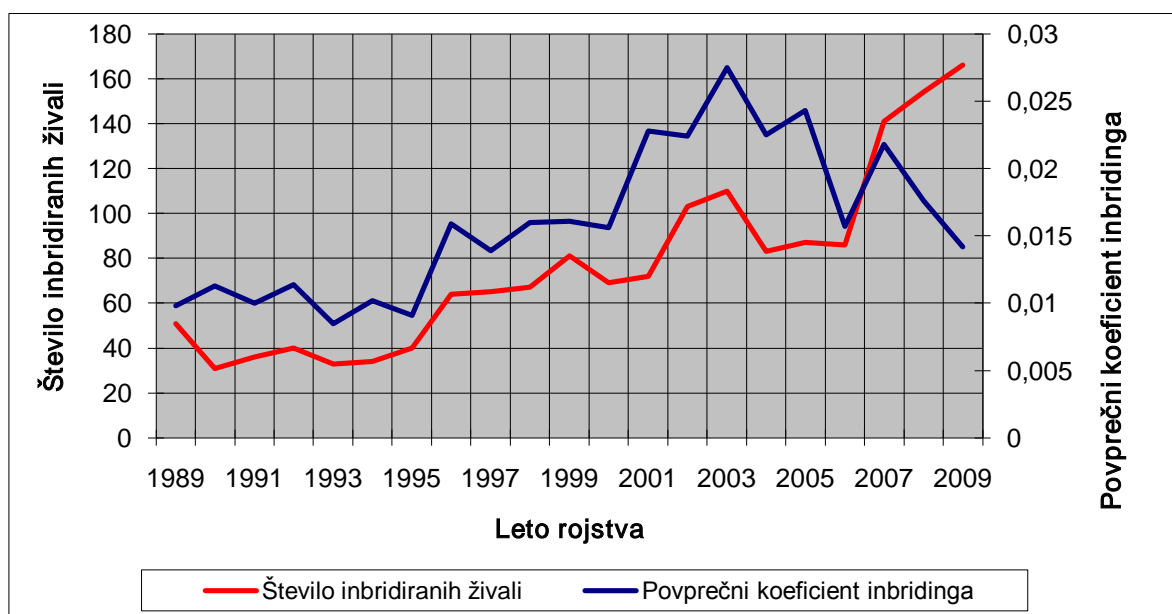


Slika 7: Koeficient inbridinga pri živalih rojenih od leta 1989 do 2009

Natančnega vzroka, da imajo 4 živali koeficient inbridinga med 26 in 30 % ne poznamo, lahko pa sklepamo, da so rejci naredili napako pri izbiri žrebca. Rejci bi morali bolj paziti, da v čredo kobil ne pride žrebec, ki je v sorodu z njimi. Zaskrbljujoč pa je tudi podatek za število živali, ki imajo koeficient inbridinga med 6 in 10 %, saj je v njem kar 100 živali. Z izvajanjem selekcijskega programa in z uporabo informacijskega sistema, bi lahko dosegli, da bi bilo konj, s tako velikim koeficientom inbridinga bistveno manj. Tudi sami rejci bi morali poskrbeti, da bi kobile vozili na pripust k žrebcu, ki ni v sorodu s kobilo. Velikokrat pa kobile odpeljejo na pripust k žrebcu, ki je najbližji in je kobila morda že njegova potomka.

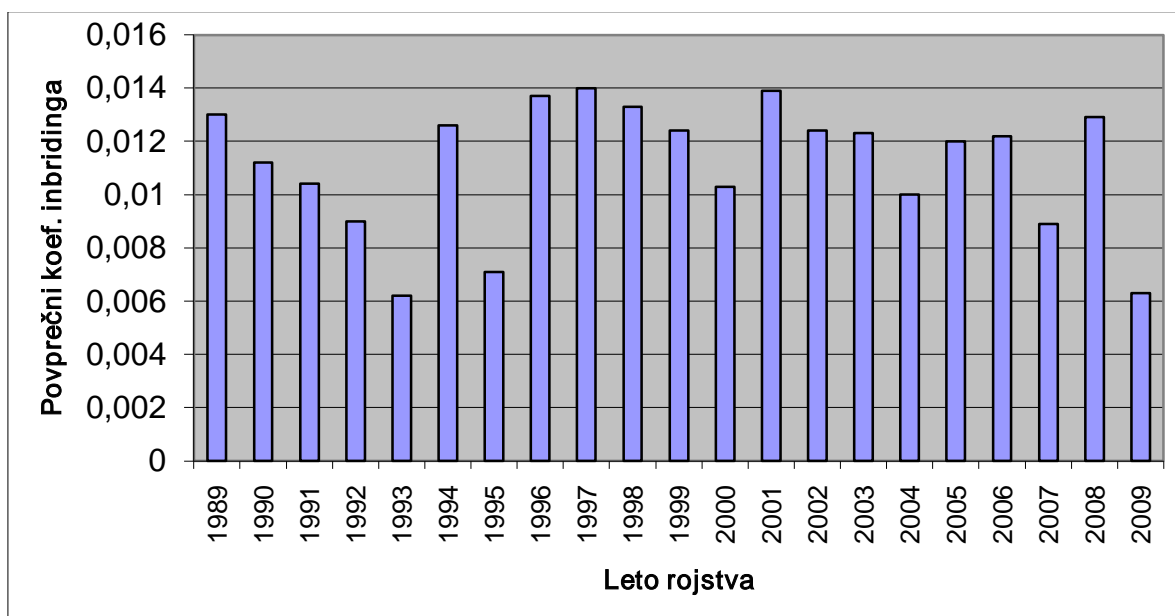
Na sliki 8 je prikazano število inbridiranih živali in povprečni koeficient inbridinga pri živalih glede na leto rojstva. Število inbridiranih konj se je povečevalo v zadnjih 20 letih, še posebej izrazito v zadnjih 3 letih (2007 - 2009). Tako je bilo število inbridiranih konj leta 2009 že 166, povprečni koeficient inbridinga pa je bil v letu 2009 (0,0142). Največji povprečni koeficient inbridinga je bil leta 2003 (0,0275), ko je bilo skupno število inbridiranih živali 110. Število inbridiranih živali se je od leta 2003 do 2005 zmanjšalo,

tako da jih je bilo v letu 2005 le nekaj čez 80. Zmanjšal pa se je tudi povprečni koeficient inbridinga. V zadnji treh letih (2007 do 2009) pa se je število inbridiranih živali ponovno zelo povečalo. Vendar je potrebno poudariti, da se kljub 166 rojenim inbridiranim živalim v letu 2009, povprečni koeficient inbridinga ni povečal, ampak je znašal le 0,0142, kar je podobno kot leta 1997. Kljub večjemu številu rojstev inbridiranih konj se povprečni koeficient inbridinga ne povečuje, kar pomeni, da rejci bolj premišljeno, z upoštevanjem sorodstva, izbirajo žrebce za pripust njihovih kobil.



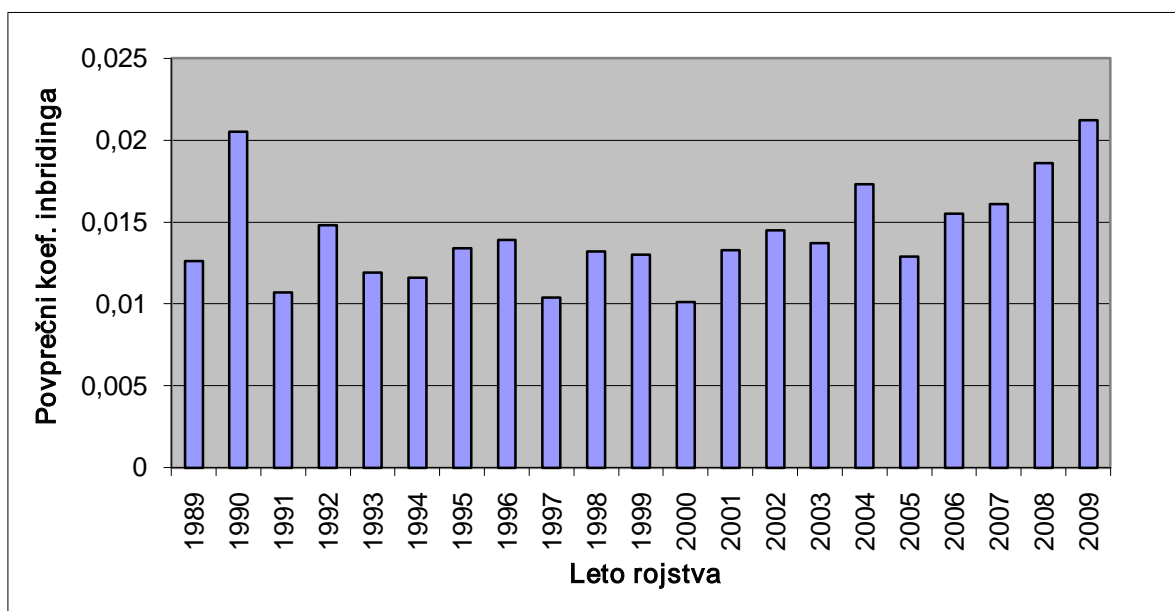
Slika 8: Število inbridiranih živali in povprečni koeficient inbridinga glede na leto rojstva

Na sliki 9 je prikazan povprečni koeficient inbridinga posebej za moške potomce hafliških konj rojene med 1989 in 2009. Povprečni koeficient inbridinga pri moških živali se je od leta 1989 do leta 1993 zmanjševal, nato pa se je leta 1994 zelo povečal. Leta 1995 je sledilo zmanjšanje koeficienta inbridinga, nato pa je bil od leta 1996 do 2006 med 0,010 in 0,014. Leta 2007 se je koeficient inbridinga zmanjšal na 0,0089, a se je v letu 2008 spet povečal na 0,0129. V letu 2009 je bil povprečni koeficient inbridinga, za moške potomce 0,0063, podobno kot leta 1993, ko je povprečni koeficient znašal 0,0062. V letu 2009 in 1993 sta bila tako najmanjša koeficienta inbridinga v zadnjih dvajsetih letih. Največji povprečni koeficient inbridinga za moške potomce hafliških konj je bil leta 1997 in sicer 0,0140.



Slika 9: Povprečni koeficient inbridinga pri žrebetih moškega spola rojenih med leti 1989 in 2009

Na sliki 10 je prikazan povprečni koeficient inbridinga za kobile haflinške pasme med leti 1989 in 2009. Od leta 1991 do 2005 je bil povprečni koeficient inbridinga med 0,010 in 0,015. Tako je bil najmanjši povprečni koeficient inbridinga pri kobilah leta 2000, in sicer je znašal 0,0101. Največji povprečni koeficient inbridinga je znašal 0,0212 v letu 2009. Povprečni koeficient inbridinga se je v zadnjih petih letih pri kobilah povečal.



Slika 10: Povprečni koeficient inbridinga pri kobilah rojenih v letih 1989 in 2009

Povprečen koeficient inbridginga se je pri moških in ženskih živalih haflinške pasme spreminjal v letih od 1989 do 2009, kar pomeni, da se da vplivati nanj. Zaradi inbridginga se zmanjša življenjska moč, žival ima slabšo konstitucijo in obstaja večja verjetnost za pojav dednih napak, zato bi bilo potrebno preprečevanju parjenja v sorodstvu posvetiti več pozornosti. S pravilnim pristopom k problemu, bi lahko povprečni koeficient inbridginga v populaciji zelo počasi povečevali in preprečevali, da bi prišlo do potomcev z zelo velikim koeficientom inbridginga. Najbolj bi k temu pripomogli z bolj previdno odbiro žrebcev, saj imajo le-ti navadno veliko število potomcev, s tem pa je velika tudi možnost, da pride do parjenja v sorodstvu v naslednjih generacijah.

Rojstvu inbridirane živali bi se najlažje izognili že sami rejci, ki vodijo kobile na pripust k žrebcom. Ti rejci bi morali nujno predhodno preveriti poreklo žrebca, h kateremu pripuščajo kobilo in ugotoviti, ali sta si morda v sorodu. V primeru, da bi ugotovili, da sta žrebec in kobila v sorodu, bi morali kobilo peljati k drugemu žrebcu, ki ni v sorodu s kobilo. Žal pa se v praksi po navadi dogaja to, da rejci peljejo kobilo na pripust k najbližjemu žrebcu in jim je bližina žrebca pomembnejša od same sorodstvene povezave med njima. Zvržina (2009) opisuje informacijski sistem kot učinkovito rešitev za preprečevanje parjenja v sorodstvu. Z informacijskim sistemom bi bilo mogoče oceniti, v katerem okolišju vsake pripustne postaje ima posamezen žrebec najmanj kobil, s katerimi je v sorodu. Tako, bi imeli rejci za večino kobil v bližini ustreznega žrebca glede na predviden koeficient sorodstva pri potomcih.

4.2.3 Efektivna velikost populacije

Pravilnik o ohranjanju biotske raznovrstnosti (Pravilnik..., 2004) definira efektivno velikost populacije (N_e) kot povprečno število osebkov, ki prispevajo gene za naslednjo generacijo. Efektivna velikost populacije (N_e) je tako tudi število živali, ki bi lahko povečale koeficient inbridginga (ΔF), če bi jih redili v idealni populaciji (Falconer in Mackay, 1996, cit. po Groeneveld in sod., 2009). N_e predstavlja merilo genetske raznolikosti znotraj populacije in je zato pomemben parameter pri selekciji domačih živali in načrtovanju strategij za ohranjanje ogroženih živalskih in rastlinskih vrst (Nomura, 2002, cit. po Groeneveld in sod., 2009).

Pri računanju parametra N_e obstajata dve metodi. Prva metoda temelji na spremembi povprečnega inbridinga med generacijama (ΔF). Pri majhnih populacijah in nepopolnih podatkih, kot so v našem primeru podatki starejši od 20 let – ta metoda ne daje realne ocene. Tako dobimo zelo velik N_e , če se inbriding med generacijama malo poveča (preglednica 6). Kadar pa se inbriding zmanjša, je N_e neskončno velik in ga ni mogoče izračunati zato je v preglednici označeno z -.

Preglednica 6: Efektivna velikost populacije haflinškega konja v Sloveniji od leta 1989 do 2009 glede na koeficient inbridinga

Leto rojstva	Povprečni koeficient inbridinga				ΔF	N_e
	Živali	Očetje (žrebci)	Matere (kobile)	Skupaj (očetje in matere)		
1989	0,0098	0,0130	0,0126	0,0127	-0,0028	-
1990	0,0113	0,0112	0,0205	0,0173	-0,0060	-
1991	0,0100	0,0104	0,0107	0,0106	-0,0005	-
1992	0,0114	0,0090	0,0148	0,0127	-0,0012	-
1993	0,0085	0,0062	0,0119	0,0100	-0,0014	-
1994	0,0102	0,0126	0,0116	0,0120	-0,0017	-
1995	0,0091	0,0071	0,0134	0,0114	-0,0022	-
1996	0,0159	0,0137	0,0139	0,0138	0,0021	238
1997	0,0139	0,0140	0,0104	0,0114	0,0025	200
1998	0,0160	0,0133	0,0132	0,0132	0,0028	179
1999	0,0161	0,0124	0,0130	0,0129	0,0032	156
2000	0,0156	0,0103	0,0101	0,0101	0,0056	89
2001	0,0228	0,0139	0,0133	0,0134	0,0095	53
2002	0,0224	0,0124	0,0145	0,0141	0,0084	60
2003	0,0275	0,0123	0,0137	0,0134	0,0143	35
2004	0,0225	0,0100	0,0173	0,0155	0,0071	70
2005	0,0243	0,0120	0,0129	0,0127	0,0117	43
2006	0,0157	0,0122	0,0155	0,0147	0,0010	500
2007	0,0218	0,0089	0,0161	0,0149	0,0070	71
2008	0,0176	0,0129	0,0186	0,0177	0,0000	-
2009	0,0142	0,0063	0,0212	0,0189	-0,0047	-

ΔF – sprememba koeficienta inbridinga na generacijo, N_e - efektivna velikost populacije

Povprečni koeficient inbridinga med generacijami se je v letih med 1989 do 1995 ter leta 2009 zmanjšal, takrat je bil N_e neskončno velik in ga ni bilo mogoče izračunati, zato je v preglednici označeno z -. Največji povprečni inbriding med generacijami je bil leta 2003 in sicer 0,0143, zato je bila takrat efektivna velikost populacije najmanjša (35).

Druga metoda (preglednica 7) pa temelji na oceni števila živali in razmerja med moškimi in ženskimi živalmi, ki so starši naslednje generacije. Če se ta parameter pri enakem številu ženskih živali zmanjšuje pomeni, da se zmanjšuje tudi število moških živali.

Pri primerjavi teh dveh metod za isti parameter N_e vidimo, da dobimo povsem različne rezultate. Rezultati so primerljivi le za obdobje, ko imamo relativno konstantno število živali in urejene podatke (leta od 1996 do 2007).

Preglednica 7: Efektivna velikost populacije glede na število staršev

Leto	Število				<i>N_e</i>
	Živali	Očetje	Matere	Starši skupaj	
1989	60	21	57	78	61
1990	36	17	33	50	45
1991	44	20	38	58	52
1992	45	25	44	69	64
1993	41	20	40	60	53
1994	40	21	36	57	53
1995	45	19	42	61	52
1996	67	21	63	84	63
1997	66	25	65	90	72
1998	73	24	69	93	71
1999	85	27	77	104	80
2000	74	24	71	95	72
2001	74	23	71	94	69
2002	108	28	104	132	88
2003	113	31	112	143	97
2004	86	26	83	109	79
2005	96	34	89	123	98
2006	118	28	88	116	85
2007	147	30	144	174	99
2008	156	31	154	185	103
2009	174	30	166	196	102

Med leti 1989 in 2009 je bila največja velikost efektivne populacije (103 živali) glede na število staršev v letu 2008, najmanjša pa leta 1990 (45 živali).

4.2.4 Povprečje in delež aditivnega genetskega sorodstva po letih

Koeficient inbridinga za posameznika je enak aditivnemu genetskemu sorodstvu med starši (Falconer in Mackay, 1996, cit. po Groeneveld in sod., 2009).

Število živali rojenih v določenem letu, povprečno aditivno genetsko sorodstvo in koeficient inbridinga prikazuje preglednica 8.

Preglednica 8: Povprečno aditivno genetsko sorodstvo

Leto	Št. živali	AGR		Koeficient inbridinga		Generacijski interval () = Pravi GI
		Povprečje	Δf	Povprečje	ΔF	
1989	60	0,0166	0,01024	0,0098	-0,0004	8 (7,6)
1990	36	0,00893	0,00218	0,0113	-0,00071	7 (7,2)
1991	44	0,01211	0,00698	0,01	0,0003	7 (7,3)
1992	45	0,01249	0,00577	0,0114	-0,00061	9 (9,4)
1993	41	0,01742	0,00912	0,0085	-0,00578	8 (7,9)
1994	40	0,00928	0,00353	0,0102	0,00101	8 (8,3)
1995	45	0,01317	-0,00026	0,0091	0,0002	8 (8,4)
1996	67	0,02458	0,01838	0,0159	0,00435	8 (8,4)
1997	66	0,02273	0,00624	0,0139	0,00414	8 (7,8)
1998	73	0,01943	0,0132	0,016	0,00445	10 (9,6)
1999	85	0,01731	0,00073	0,0161	0,00636	10 (9,5)
2000	74	0,02663	0,01786	0,0156	0,00435	10 (10,4)
2001	74	0,03116	0,01481	0,0228	0,01313	12 (11,6)
2002	108	0,02824	0,01595	0,0224	0,01113	10 (10,3)
2003	113	0,02327	0,01412	0,0275	0,01748	9 (9,2)
2004	86	0,03164	0,02257	0,0225	0,01243	10 (9,8)
2005	96	0,02444	0,00175	0,0243	0,01055	8 (8,2)
2006	118	0,0056	-0,01753	0,0157	0,00183	9 (-)
2007	147	0,02905	0,00981	0,0218	0,00589	9 (-)
2008	156	0,02583	0,00867	0,0176	0,00152	9 (-)
2009	174	0,01935	-0,00747	0,0142	-0,00142	9 (-)

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

V preglednici 8 je ocenjen generacijski interval med 7 in 12 let, kar pomeni, da so bile kobile in žrebci v povprečju stari med 7 in 12 let, ko so imeli potomce, ki so bili odbrani za rejo.

5 SKLEPI

Število žrebet haflinške pasme se je v obravnavanem obdobju iz leta v leto povečevalo. Generacijski interval (1985 - 2005) je bil: oče - sin 8,8 let, oče - hči 9,4 leta, mati - sin 8,4 leta in mati - hči 8,4 leta. Generacijski interval za vse živali moškega spola v tem obdobju je bil 9,4 leta, za ženske živali pa 8,4 leta. Povprečni generacijski interval za vse štiri selekcijske poti je bil 8,9 let.

Število inbridiranih žrebet se je v zadnjih 20 letih povečevalo, še posebej izrazito v zadnjih 3 letih (2007 – 2009). Kljub večjemu številu rojstev inbridiranih konj se povprečni koeficient inbridinga ne povečuje.

Povprečni koeficient inbridinga za moške potomce v zadnjih dvajsetih letih je bil najmanjši v letih 2009 (0,0063) in 1993 (0,0062).

Povprečni koeficient inbridinga pri kobilah se je v zadnjih petih letih povečal. Največji povprečni koeficient inbridinga je znašal 0,0212 v letu 2009.

V slovensko populacijo haflinških konj so vključeni konji, ki spadajo med čistopasemske haflinške konje po definiciji WHF, hkrati pa ne izpolnjujejo pogojev za čistopasemske haflinške konje po določilih HBAT.

6 POVZETEK

Konj je v starem veku imel pomembne vloge, saj je predstavljal statusni simbol za izražanje pripadnosti določenemu višjemu sloju. Uporabljali so ga kot pomožno silo, ki krepi človekovo gibljivost in moč ter kot vlečno sredstvo za voz in bojno vprego. Haflinški konj izvira iz območja tirolskih gora. Ti konji so mirnega značaja, zlato-lisičje barve z belo krovno dlako in manjšega okvirja.

Ohranjanje genetske variabilnosti je pomembna strokovna naloga pri živalih, ki so podvržene selekciji. Parjenje med osebki, ki so med seboj v sorodu imenujemo inbriding. Inbridirani osebki so osebki, katerih starša sta sorodna osebka. Pri njem obstaja možnost, da ima na nekem lokusu oba gena identična po poreklu.

S selekcijskim programom je za posamezno vrsto določen rejski program, ki mora zagotavljati nesorodstveno razmnoževanje tako, da pri tem upoštevajo največji dovoljeni koeficient sorodstva. S tem se preprečuje poslabšanje vitalnosti, rasti, sposobnosti preživetja, plodnosti in drugih lastnosti domačih živali v zaporednih generacijah, ki nastopijo kot posledica inbridinga.

Slovensko populacijo haflinških konj, glede na število čistopasemskih plemenskih kobil vpisanih v rodovniško knjigo, uvrščamo med ogrožene pasme.

Podatke o poreklu haflinških konj smo pridobili iz Centralnega registra za kopitarje RS (REKO). Za analizo strukture sorodstva populacije haflinških konj v Sloveniji in parjenja v sorodstvu smo uporabili podatke o 4195 konjih. Za osnovno analizo in pregled podatkov smo uporabili programski paket SAS (Sas, 2001). Za analizo strukture populacije in inbridinga smo uporabili spletno aplikacijo PopReport (Groeneveld in sod., 2009).

Število novorojenih žrebet haflinške pasme se je iz leta v leto povečevalo. Ocenjen generacijski interval (1985 - 2005) je bil: oče - sin 8,8 let, oče - hči 9,4 leta, mati - sin 8,4 leta in mati - hči 8,4 leta. Generacijski interval za vse živali moškega spola v tem obdobju je bil 9,4 leta, za ženske živali pa 8,4 leta. Povprečni generacijski interval za vse štiri

seleksijske poti je bil 8,9 let. Povprečna vrednost indeksa za popolnost podatkov o poreklu se je v zadnjih 20 letih povečevala, z izjemo leta 2006, ne glede na to, koliko generacij (1 do 6) prednikov smo vključili v izračun. V zadnjih 20 letih je bilo skupno rojenih 1748 žrebet, od tega jih je kar 1614 s koeficientom inbridinga manjšim od 5 %. Natanko 100 živali rojenih v zadnjih dvajsetih letih je imelo koeficient inbridinga med 5 in 10 %. 27 živali je imelo koeficient inbridinga med 11 in 15 %. Koeficient inbridinga 16 - 20 % so imele samo 3 inbridirane živali. Le 4 živali rojene v zadnjih 20 letih so imele koeficient inbridinga 26 – 30 %. Število inbridiranih žrebet se je v zadnjih 20 letih povečevalo, še posebej izrazito v zadnjih 3 letih (2007 – 2009). Leta 2009 je bilo 166 inbridiranih žrebet, povprečni koeficient inbridinga pa je bil v letu 2009 (0,0142). Kljub večjemu številu rojstev inbridiranih konj se povprečni koeficient inbridinga ne povečuje. Povprečni koeficienta inbridinga za moške potomce v zadnjih dvajsetih letih je bil najmanjši v letih 2009 (0,0063) in 1993 (0,0062). Povprečni koeficient inbridinga pri kobilah se je v zadnjih petih letih povečal. Največji povprečni koeficient inbridinga je znašal 0,0212 v letu 2009.

7 VIRI

- Bergant S. 2006. Haflinger. Slovensko združenje rejcev konj pasme haflinger.
<http://haflinger.si> (6. jun. 2010)
- Borojević K. 1986. Geni i populacija. Novi Sad, Forum: 293-318
- Breeding Objective. Haflinger Breeders' Association Tyrol.
http://www.haflinger-tirol.com/en/breeding_objective/ (17. sep. 2010)
- Bregar U. 2010. Zlat konj z zlatim srcem. Zelena dežela, 87: 15–16
- Evolucijski dejavniki na ravni populacij. 2008. Bion.
<http://www.bion.si/predavanja/04popula.htm> (24. maj 2010)
- Groeneveld E., Westhuizen B., Maiwashe A., Voordewind F., Ferraz J.B.S. 2009.
POPREP: a generic report for population management. Genetics and molecular
research, 8(3): 1158 - 1178
- Habe F., Kosec M., Kompan D. 2006. Zapisnik 18. seje sveta za živinorejo. Ministrstvo za
kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.
http://www.mkgp.gov.si/fileadmin/mkgp.gov.si/pageuploads/zapisnik_18.seja.pdf (21.
jul. 2010)
- HBAT. 2010. Breeding Objective Haflinger Breeders' Association Tyrol.
http://www.haflinger-tirol.com/en/breeding_objective/ (15.sep. 2010)
- Latinović D. 1989. Populaciona genetika i oplemenjivanje domačih životinja. Praktikum.
Beograd-Zemun, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet: 180
- 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, Odd. za zootehniko: 250
- Lush I.L. 1954. Animal Breeding Plans. Ames, Calleopate Press: 30
- Potočnik K. 2009. »Zapiski s predavanj pri predmetu Konjereja«. Domžale, Biotehniška
fakulteta, Oddelek za zootehniko (osebni vir, 2009)

Potočnik K., Ganter V., Štepec M., Krsnik J., Gorjanc G. 2009. Analysis of inbreeding in Slovenian Haflinger population. *Italian Journal of Animal Science*, 3: 128 - 130

Pravilnik o ohranjanju biotske raznovrstnosti v živinoreji. *Ur. L. RS št.90/2004*

Register in zootehniška ocena za haflinškega konja. 2010. Genska banka.

<http://genska-banka.bf.uni-lj.si> (18. sep. 2010)

Rus J. 2005. Rejski program za pasmo haflinški konj. Ljubljana, Veterinarska fakulteta: 41

Šalehar A., Kompan D., Holcman A., Čepon M., Žan M. 2001. Ohranjanje biotske raznovrstnosti v živinoreji v Sloveniji. Program v letih 2001-2008, javna služba: naloge genske banke v živinoreji. Rodica, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko.

http://www.bfro.uni-lj.si/kat_center/genska_bank/PROGRAM%202001-2008-splet.pdf (14. jun. 2010)

Vavpotič M. 2002. Človek in konj. Jordan Gorazd.

<http://www.jordangorazd.com/html/konji.html> (29. jun. 2010)

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

Zvržina T. 2009. Seleksijsko delo pri slovenskem haflinškem konju. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko.

WHF. 2010. Breeding Objectives of the World Haflinger Federation.

http://www.haflinger-tirol.com/uploads/media/Breeding_Objectives_of_the_World_Haflinger_Federation.pdf (15.sep. 2010)

ZAHVALA

Posebna zahvala gre mojemu mentorju viš. pred. dr. Klemnu Potočniku za njegove nasvete ter natančno usmerjanje pri pisanju diplomske naloge. Zahvaljujem se tudi recenzentu prof. dr. Juriju Poharju in predsedniku komisije doc. dr. Silvestru Žgurju, za dosleden pregled diplomske naloge. Prav tako se zahvaljujem dr. Nataši Siard in ga. Karmeli Malinger za pomoč pri oblikovanju diplomske naloge. Hvala tudi Mojci Simčič in Miranu Štepcu, ki sta mi veliko pomagala pri raziskavi in strokovnih nasvetih.

Posebna zahvala gre tudi referentki Sabini Knehtl za njeno prijaznost in pomoč skozi vsa leta študija.

Posebej se zahvaljujem tudi prijateljici Vanji, bratu Bojanu in fantu Samu za njihove nasvete, spodbudo in pomoč.

Na koncu pa bi se rada zahvalila staršema, ki sta me vzpodbujala in podpirala skozi celoten čas študija.

PRILOGE

Priloga A:

Število inbridiranih živali in povprečni koeficient inbridinga po letu rojstva

Leto rojstva	Število inbridiranih živali	Povprečni koeficient inbridinga
1989	51	0,0098
1990	31	0,0113
1991	36	0,01
1992	40	0,0114
1993	33	0,0085
1994	34	0,0102
1995	40	0,0091
1996	64	0,0159
1997	65	0,0139
1998	67	0,016
1999	81	0,0161
2000	69	0,0156
2001	72	0,0228
2002	103	0,0224
2003	110	0,0275
2004	83	0,0225
2005	87	0,0243
2006	86	0,0157
2007	141	0,0218
2008	154	0,0176
2009	166	0,0142

Priloga B:

Povprečni koeficient inbridinga pri žrebčkih po letu rojstva

Leto rojstva	Povprečni koef. inbridinga
1989	0,013
1990	0,0112
1991	0,0104
1992	0,009
1993	0,0062
1994	0,0126
1995	0,0071
1996	0,0137
1997	0,014
1998	0,0133
1999	0,0124
2000	0,0103
2001	0,0139
2002	0,0124
2003	0,0123
2004	0,01
2005	0,012
2006	0,0122
2007	0,0089
2008	0,0129
2009	0,0063

Priloga C:

Povprečni koeficient inbridinga pri žrebičkah po letu rojstva

Leto rojstva	Povprečni koef. inbridinga
1989	0,0126
1990	0,0205
1991	0,0107
1992	0,0148
1993	0,0119
1994	0,0116
1995	0,0134
1996	0,0139
1997	0,0104
1998	0,0132
1999	0,013
2000	0,0101
2001	0,0133
2002	0,0145
2003	0,0137
2004	0,0173
2005	0,0129
2006	0,0155
2007	0,0161
2008	0,0186
2009	0,0212

Priloga D:

Število živali glede na leto rojstva in koeficient inbridinga

Leto	Koeficient inbridinga					
	0-5%	6-10%	11-15%	16-20%	21-25%	26-30%
1989	58	2				
1990	34	2				
1991	42	2				
1992	44	1				
1993	40	1				
1994	39	1				
1995	45					
1996	63	3	1			
1997	64	2				
1998	71	1	1			
1999	81	3	1			
2000	70	3	1			
2001	64	6	4			
2002	93	11	3	1		
2003	89	19	5			
2004	72	12	1	1		
2005	85	8	2			1
2006	110	6	2			
2007	136	6	2	1		2
2008	145	9	2			
2009	169	2	2			1

Priloga E:

Povprečni koeficient inbridinga za vse živali po letu rojstva

Leto	Koef. inbridinga
1989	0,0098
1990	0,0113
1991	0,01
1992	0,0114
1993	0,0085
1994	0,0102
1995	0,0091
1996	0,0159
1997	0,0139
1998	0,016
1999	0,0161
2000	0,0156
2001	0,0228
2002	0,0224
2003	0,0275
2004	0,0225
2005	0,0243
2006	0,0157
2007	0,0218
2008	0,0176
2009	0,0142

Priloga F:

Število rojenih žrebet glede na leto rojstva in starost očeta

Leto	Starost žrebcev v letih															Povprečje
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	≤16	
1989	0	3	3	4	3	2	1	0	0	1	0	0	0	1	2	7,2
1990	0	1	3	3	2	1	4	1	0	0	0	0	0	0	2	7,5
1991	0	2	3	5	3	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	6,7
1992	0	1	4	3	2	2	3	1	2	1	1	0	1	0	3	8,6
1993	0	0	4	2	2	2	2	2	1	2	0	0	0	0	1	7,7
1994	0	0	2	2	1	5	1	2	1	1	2	2	0	0	2	9,2
1995	0	1	1	1	3	0	2	2	1	2	0	1	1	2	1	9,4
1996	0	0	3	4	2	3	2	1	2	1	1	2	0	0	0	7,6
1997	0	2	1	4	3	1	5	1	1	1	2	2	0	1	0	7,9
1998	0	0	2	1	2	3	2	3	2	1	1	3	2	1	0	9,3
1999	0	1	3	1	2	3	3	1	3	1	2	1	3	1	2	9,4
2000	0	2	4	1	1	1	2	2	2	1	2	0	0	1	4	9,7
2001	0	1	0	4	1	1	3	2	1	2	3	1	0	0	4	9,9
2002	0	2	2	4	4	2	1	2	1	3	0	3	0	0	3	8,7
2003	0	2	4	5	2	4	1	0	3	1	2	0	2	0	5	9
2004	0	3	3	3	1	2	4	0	2	2	0	1	0	2	3	9
2005	0	1	7	5	3	0	3	2	1	1	1	1	1	0	5	8,6
2006	0	1	0	5	8	1	0	4	3	1	1	0	1	1	2	8,5
2007	0	1	2	2	1	7	1	4	1	2	1	1	1	0	5	10,1
2008	0	0	2	1	2	3	6	6	2	1	1	2	1	0	3	9,4
2009	0	0	6	1	2	2	1	6	2	1	1	1	3	1	1	8,8

Priloga G:

Starostna struktura kobil ob rojstvu potomcev

Leto	Starost kobil v letih															Povprečje
	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	≤16	
1989	0	2	11	3	8	6	2	2	8	1	2	4	5	2	0	8,1
1990	0	4	5	3	6	4	1	1	0	3	0	4	1	1	0	7,3
1991	0	4	8	6	3	3	1	2	2	1	3	2	2	0	1	7,3
1992	0	4	3	5	5	1	7	2	3	1	1	3	4	3	4	9,3
1993	0	2	14	6	4	3	3	3	0	0	0	1	0	0	2	6,1
1994	0	2	8	7	5	3	3	3	0	1	0	1	1	1	1	6,8
1995	1	1	5	7	8	5	2	2	4	2	1	0	0	1	2	7,3
1996	2	4	2	4	8	8	4	4	2	5	0	4	1	0	5	8,5
1997	1	2	10	2	8	3	5	11	5	0	4	1	2	1	6	8,7
1998	0	4	4	7	6	7	2	9	9	3	4	4	2	1	6	9,1
1999	1	7	5	4	9	9	5	5	6	8	5	7	2	1	3	8,5
2000	0	5	8	5	2	5	8	8	3	6	6	5	2	2	2	8,7
2001	2	4	8	6	3	2	7	4	7	5	3	5	4	1	8	9,3
2002	1	7	14	7	7	10	10	8	9	3	0	8	4	4	4	9,1
2003	0	5	17	14	7	4	5	5	7	7	9	2	10	5	9	9
2004	2	8	11	10	8	7	5	9	0	6	3	3	3	1	7	8
2005	1	7	14	8	8	11	4	7	3	3	7	1	3	1	7	8
2006	0	5	12	9	7	5	13	4	3	6	2	1	3	4	13	9,1
2007	0	6	21	17	17	13	10	10	9	4	8	4	7	5	12	8,6
2008	1	15	15	25	17	13	11	14	9	10	4	4	2	4	10	7,8
2009	1	10	19	13	23	13	14	13	12	11	8	4	5	5	14	8,5

Priloga H:

Povprečna vrednost indeksa populnosti porekla glede na leto rojstva živali

Leto	Št. živali	Popol. 1. gen.	Popol. 2. gen.	Popol. 3. gen.	Popol. 4. gen.	Popol. 5. gen.	Popol. 6. gen.
1989	60	95	93,1	91,1	84,1	75	64,9
1990	36	94,4	92,7	91,2	85,1	77	67,4
1991	44	93,2	91,7	89,7	84,5	76,8	67,1
1992	45	95,6	92,6	89,5	83,7	74,9	65,2
1993	41	97,6	93,1	89,8	85,4	77,8	68,7
1994	40	95	94,6	91,6	87,1	79,8	71,1
1995	45	93,3	91,9	89,5	85,6	78,6	70,4
1996	67	95,5	93,5	91,9	88,7	82,7	74,3
1997	66	100	97,5	95,4	92,2	86,2	78
1998	73	95,9	94,1	92,6	89,5	83,5	75,9
1999	85	97,7	97,5	96,3	93,5	88,1	80,3
2000	74	96	93,7	91,9	89,3	83,8	76,6
2001	74	98,7	97,6	96,2	93,2	87,7	79,7
2002	108	98,2	95,1	93,4	91,2	87,2	80,5
2003	113	98,2	96,2	95	93,1	89,3	82,6
2004	86	97,7	97,3	96,8	95,7	93	86,9
2005	96	93,8	92	91	90	87,1	81,6
2006	118	73,7	73,5	70,7	68,4	65,2	60,6
2007	147	97,3	96,4	93,6	90,8	86,8	80,8
2008	156	99,4	98,9	93,9	89,7	84,8	78,7
2009	174	97,1	92,8	87,2	82,9	78,5	72,6