

OCENA PARAMETROV DISPERZIJE ZA LASTNOSTI ZUNANJOSTI PRI KONJIH HAFLINŠKE PASME

Martina PLANINC¹, Janez RUS², Milena KOVAČ³, Špela MALOVRH⁴

Delo je prispelo 20. oktobra 2010, sprejeto 26. novembra 2010.
Received October 20, 2010; accepted November 26, 2010.

Ocena parametrov disperzije za lastnosti zunanosti pri konjih haflinške pasme

V naši raziskavi smo pri konjih haflinške pasme v Sloveniji za lastnosti zunanosti ocenjevali komponente (ko)varianc. V podatkovni zbirki je bilo skupaj 3371 živali, od tega smo jih v raziskavo vključili 600 (15 žrebcev in 585 kobil). Živali, ki smo jih vključili v analizo, so imele zapise desetih ocen in/ali devetih meritev ter znanega vsaj enega od staršev. Model je za vse ocenjene in izmerjene lastnosti vseboval leto ocenjevanja in/ali merjenja kot sistematski vpliv in naključni vpliv živali. Uporabili smo metodo omejene največje zanesljivosti (REML) v programu VCE. Pozitivno definitne matrike smo dobili s pomočjo postopka, ki se imenuje ukrivljanje matrik (*ang. bending*). Za ocenjene lastnosti so znašale heritabilitete od 0,40 za prednji del trupa do 0,78 za pasemsko značilnost. Heritabilitete za izmerjene lastnosti so se gibale med 0,20 za globino prsi in 0,62 za višino vihra, merjeno s palico. Genetske korelacije so bile v večini pozitivne. Najvišja genetska korelacija pri ocenjenih lastnostih je 0,92 med skupno oceno in zadnjim delom trupa. Med oceno pasemske značilnosti in oceno prednjih nog korelacije ni bilo. Pri izmerjenih lastnostih so bile genetske korelacije ocenjene od 0,38 med dolžino trupa in obsegom prsi do 0,95 med višino vihra, merjeno s palico in višino vihra, merjeno s trakom.

Ključne besede: konji / pasme / haflinška pasma / haflinger / lastnosti zunanosti / selekcija / genetski parametri / Slovenija

Estimation of dispersion parameters for linear type traits in the Haflinger horses

The covariance components for exterior traits were estimated on Haflinger horses in Slovenia. There were 3371 data included in the database. Data from 600 animals (15 stallions and 585 mares) with known pedigree were analysed. For each horse, at most ten traits were scored and nine traits were measured. The fixed part of the model included only the year when horse was scored or measured and animal was treated as random effect. Genetic and environmental parameters for exterior traits were estimated by the restricted maximum likelihood method (REML) as implemented in the program package VCE. To make matrices positive definite we used a statistic method commonly known as 'bending'. Heritabilities for the scored traits were estimated between 0.40 for front body part and 0.78 for the breed type. For measured traits the heritabilities were between 0.20 for chest depth and 0.62 for withers height (measuring stick). Genetic correlations were in most cases positive. The highest genetic correlation for scored traits was 0.92 between total score and rear body part. There was no correlation between breed type and front legs. Genetic correlations for measured traits were from 0.38 between body length and chest size to 0.95 between withers height measured with stick and measured with tape.

Key words: horses / breeds / Haflinger / exterior traits / selection / genetic parameters / Slovenia

1 Univ. v Ljubljani, Biotehniška fak., Odd. za zootehniko, Groblje 3, SI-1230 Domžale, Slovenija, assist., e-mail: martina.planinc@bf.uni-lj.si

2 Univ. v Ljubljani, Veterinarska fak., Inštitut za rejo in zdravstveno varstvo kopitarjev, C v Mestni log 47, SI-1000 Ljubljana, Slovenija, mag., e-mail: janez.rus@vf.uni-lj.si

3 Isti naslov kot 1, prof. dr., e-mail: milena.kovac@bf.uni-lj.si

4 Isti naslov kot 1, znan. sod., e-mail: spela.malovrh@bf.uni-lj.si

1 UVOD

Haflinška pasma konj je nastala na Južnem Tirolskem in je razširjena v več kot petdesetih državah po vseh kontinentih (Viliani, 2008). Konj haflinške pasme je majhnega okvirja z značilno barvo lisjaka in s plavo grivo in repom. Povprečna višina vihra konj haflinške pasme je med 140 in 155 cm. Kobile so nekoliko nižje od žrebcev. Telesna masa pri odrasli živali je okoli 500 kg. Konjev haflinške pasme ne uvrščamo niti med toplokrvne niti med hladnokrvne. V Sloveniji se ta pasma vzreja kot tradicionalna pasma konj (Pravilnik o ohranjanju ..., 2004) in se razvija v tipu ljubiteljskega, jahalnega konja (Rus, 2005). Odbira živali poteka na podlagi desetih ocen in/ali devetih meritev, ki so opisane v rejskem programu za konje haflinške pasme (Rus, 2005).

Napovedovanje plemenske vrednosti konj poteka na osnovi ocen in meritev, ki se opravljajo direktno na živali (Arnason in Van Vleck, 2000). Pri izboru lastnosti, ki so pomembne za selekcijo, je potrebno upoštevati dednost, merljivost, gospodarski in biološki pomen lastnosti. Pri različnih pasmah konj po svetu se plemenske vrednosti napoveduje predvsem za delovne in tekmovalne sposobnosti (Langlois in Blouin, 2004). Pri tem se vključuje podatke z ocenjevanja in merjenja konj ter njihovo poreklo.

Za napovedovanje plemenske vrednosti v konjereji najbolj razširjena metoda mešanih modelov. Metoda omogoča hkratno ocenjevanje genetskih in okoljskih vplivov in je postala standardna metoda za genetsko vrednotenje konj (Arnason, 1996). V tujini pri sestavljanju modela pri različnih populacijah upoštevajo veliko različnih vplivov. Kot vplive v modelih uporabljajo spol, starost, rejca, popisovalca in ocenjevalca, geografsko regijo, genetsko skupino in kondicijo (van Bergen Henk in van Arendonk, 1993; Koenen in sod., 1995; Dolvik in Klemetsdal, 1999). V Italiji s to metodo napovedujejo plemensko vrednost konjem haflinške pasme za linearne lastnosti telesnega ustroja (Samoré in sod., 1997), na Islandiji vsem konjem, ki so vključeni v podatkovno zbirko (Huganson, 1994), na Poljskem konjem arabske pasme (Sobczyńska in Kownacki, 1996), kasačem v Franciji (Langlois in Vrijenhoek, 2004) ter kasačem na Norveškem (Arnason, 1996). Parametre disperzije za ocenjene lastnosti zunanosti so ocenili pri konjih haflinške pasme v Italiji (Samoré in sod., 1997), za izmerjene lastnosti pri haflinških konjih pa bomo rezultate predstavili prvi, saj jih za tuje populacije haflinških konj v literaturi nismo zasledili.

Za ocenjevanje lastnosti zunanosti se v Sloveniji uporablja skala z opisnimi ocenami od 1 do 10 brez vmesnih ocen (Rus, 2005). Ocena 0 pomeni, da žival ni bila ocenjena za to lastnost in ima manjkajočo vrednost. Posamezne ocene za lastnosti zunanosti, ki predstavljajo število točk, se seštejejo v skupno oceno in na podla-

gi skupne ocene se živali razvrščajo v šest kakovostnih razredov (1a, 1b, 2a, 2b, 3a, in 3b). Znotraj razredov se pri mejnih vrednostih pripiše oznaka plus (+) pri zgornji meji ali minus (-) pri spodnji meji. V Italiji (Samoré in sod., 1997) linearno ocenjujejo pri konjih haflinške pasme 10 sklopov lastnosti, znotraj katerih je skupaj 26 posameznih lastnosti ocenjenih z ocenami od 0 do 10 na pol točke natančno. Pri andaluzijskih konjih v Španiji (Molina in sod., 1999) linearno ocenjujejo 11 lastnosti, ki so razporejene v dveh sklopih: morfološke lastnosti in ocene pasemskega tipa. Pri šetlandskih ponijih (van Bergen Henk in van Arendonk, 1993) smo lahko zasledili 28 ocen lastnosti zunanosti in pri nizozemskem toplokrvnem konju 26 lastnosti, ki so ocenjene na linearni točkovni skali z vrednostimi od 0 do 40.

Pri konjih haflinške pasme v Sloveniji merimo največ osem lastnosti zunanosti (Rus, 2005). V Braziliji so na konjih panteniro pasme izvajajo 14 meritev (Miserani in sod., 2002) in na nizozemskih vlečnih konjih kar 31 meritev (Drumml in sod., 2008). V Sloveniji je minimalna višina vihra, merjena s palico, za vpis žrebcev v elitno knjigo 142 cm in 140 cm za vpis žrebcev v knjigo žrebcev II in kobil v glavno knjigo kobil. Višina 138 cm je minimalna pri vpisu kobil v splošno rodovniško knjigo in kobile morajo dosegati vsaj 136 cm višine vihra, merjeno s palico, za vpis v evidenčno knjigo.

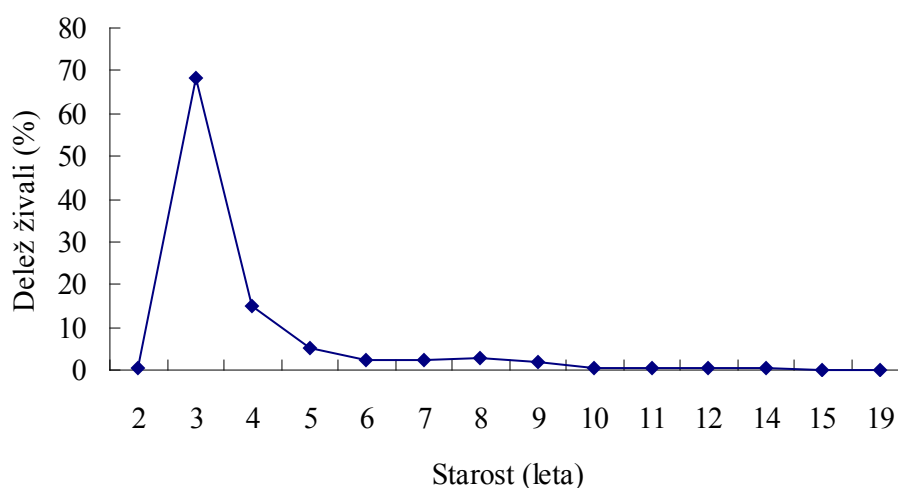
Pri odbiri konj je pomembna tudi informacija o oceni delovne sposobnosti konj (Rus, 1996). Preizkus delovnih sposobnosti haflingerjev je v tujini določen z rejskim programom. Preizkus delovnih sposobnosti za toplokrvne konje v Sloveniji se ni opravljali do leta 1996, predvsem zaradi majhnega števila konj in slabe kakovosti plemenskega materiala (Rus, 1996). Po letu 1996 se je povečal interes za rejo toplokrvnih konj. Kakovost plemenskega materiala se je izboljšala in preizkus delovnih sposobnosti je tudi pri nas postal pomemben vir informacij za napoved plemenske vrednosti.

Namen našega dela je bil proučiti lastnosti zunanosti pri konjih haflinške pasme in postaviti večlastnostni statistični model, primeren za napovedovanje plemenske vrednosti v Sloveniji.

2 MATERIAL IN METODE

2.1 MATERIAL

Podatke o konjih haflinške pasme v Sloveniji smo dobili z Inštituta za zdravstveno varstvo kopitarjev na Veterinarski fakulteti, kjer opravljajo identifikacijo, registracijo in vpis živali v rodovniško knjigo. Skupno število živali v podatkovni zbirki je bilo 3371. V statistične analize za oceno parametrov disperzije so bili vključeni



Slika 1: Porazdelitev živali glede na starost ob ocenjevanju in/ali merjenju.

Figure 1: The distribution of animals according to age at evaluation and / or measurement.

podatki konj haflinške pasme, ki so bili vneseni in urejeni v podatkovni zbirki do marca 2008.

Podatke iz podatkovne zbirke smo uredili s programskim jezikom SQL, pripravili smo datoteko z ocenjenimi in izmerjenimi lastnostmi ter datoteko s poreklom živali. Iz podanih posameznih ocen o pasemskih značilnosti, vratu, glavi, prednjem, srednjem in zadnjem delu trupa, prednjih in zadnjih nogah ter pravilnosti in izdatnosti hodov smo izračunali skupno oceno za živali, ki so imele podane vseh deset ocen. Na živalih so bile opravljene naslednje meritve: višina vihra, merjena s trakom in palico, višina križa, merjena s trakom, obseg prsi in piščali, širina prsi in križa, globina prsi in dolžina trupa. V obdobju od leta 1990 do marca 2008 je tako bilo ocenjenih 600 živali. Število ocenjenih živali se je med

leti spreminjalo. V povprečju je bilo na leto ocenjenih in/ali merjenih 31,6 živali. Največ (64) jih je bilo ocenjenih v letu 2005. Starost živali je bila od dveh pa do 19 let. Kar 68,5 % živali je bilo ocenjenih in/ali merjenih pri starosti treh let (slika 1). Živali, ki so bile stare med pet in vključno devet let, so predstavljale 9,6 % vseh ocenjenih in/ali merjenih živali. Kar 1,7 % živali je bilo starih deset let ali več. V letu 2008 je bilo do marca ocenjenih in/ali merjenih 13 živali, starih med sedem in deset let.

Pripravljen poreklo je zajemalo skupaj 1956 živali z globino osem generacij (pregl. 1). Prvo generacijo so predstavljale živali, ki so imele vsaj pet ocen in/ali meritev. V predhodne generacije so bili uvrščeni njihovi predniki. V poreklu je imelo 80,57 % živali znanega vsaj enega starša, oba starša sta bila znana pri 79,47 % živalih.

Preglednica 1: Struktura porekla

Table 1: The origin structure

Generacija	Št. živali	Oba starša znana	Znan oče	Znana vsaj en starš	Neznani starši
1	600	559	1	600	-
2	280	280	-	280	-
3	227	227	-	227	-
4	294	270	5	275	19
5	338	148	5	153	185
6	173	25	6	31	142
7	35	6	2	8	27
8	9	1	1	2	7
Skupaj	1956	1556	20	1576	377
Delež (%)	199	79,55	1,02	80,57	19,27

Osnovno oziroma izhodiščno populacijo so predstavljale živali z neznanimi starši (377 oziroma 19,27 %). Med konji haflinške pasme, ki smo jih vključili v analizo, je bilo 71 različnih očetov in 363 mater. V povprečju je bilo na vsakega očeta skoraj 28 potomcev in na vsako mater 5 potomcev.

2.2 METODE

Podatkovno zbirko za kopitarje v Sloveniji vzpostavljamo iz starih zapisov. Nabor možnih vplivov, ki bi jih vključili v model, je bil v primerjavi s tujo literaturo manjši. Pri izboru končnega modela smo upoštevali statistično značilnost vplivov (p-vrednost), koeficient determinacije (R^2) in število stopinj prostosti za posamezne vplive in za model v celoti. Razlike med spoloma niso bile statistično značilne, kar je verjetno posledica neugodne strukture podatkov po spolu. Žrebci so bili premalo zastopani, ocenjevalna skala pa že upošteva spolni dimorfizem. Starost, ki je predstavljala razliko med letom ocenjevanja in letom rojstva, se je pri nekaterih lastnostih pokazala za značilno, vendar pa bi vključitev vpliva v model le malo doprinesla k pojasnjeni varianci.

Po predhodnih statističnih analizah smo uporabili enostavni model (enačba 1), ki je vključeval samo leto ocenjevanja in/ali merjenja (L_i) kot sistematski vpliv. Najključni vpliv je predstavljala žival oziroma aditivni genetski vpliv (a_{ij}).

$$y_{ij} = \mu + L_i + a_{ij} + e_{ij} \quad (1)$$

Pri napovedovanju plemenskih vrednosti se lahko uporabi samo pozitivno definitne matrike genetskih varianc in kovarianc (Hayes in Hill, 1981). Pozitivna defini-

tnost matrik je bil zato naš kriterij za izbor lastnosti zunanosti pri konjih haflinške pasme. Pozitivno definitnost matrik smo preverjali s Cholesky razčlenitvijo (Hayes in Hill, 1981; Jorjani in sod., 2003). Ker matrika merjenih lastnosti ni bila pozitivno definitna, smo naredili ukripljanje matrike (bending).

Razvoj sistematskega dela modela smo opravili po metodi najmanjših kvadratov s proceduro GLM v statističnem paketu SAS (SAS Inst. Inc., 2001). Parametre disperzije smo analizirali z metodo omejene največje zanesljivosti (REML) v programu VCE (Kovač in sod., 2002). Podatke smo za ta program predhodno pripravili s programom PEST (Groeneveld in sod., 1990).

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

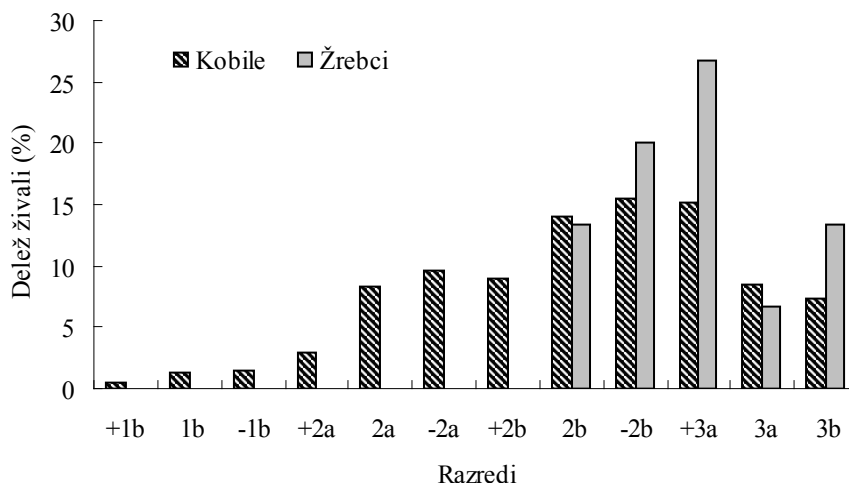
V genetsko analizo smo vključili 600 živali, ki so imele podatke o ocenjevanju in merjenju. Rezultate smo razdelili v dva sklopa. V prvem delu predstavljamo fenotipske vrednosti in v drugem koeficiente determinacije.

3.1 FENOTIPSKE VREDNOSTI ZA LASTNOSTI ZUNANJOSTI

Pri ocenjenih lastnostih zunanosti je bilo največ ocenitev (600) opravljenih za pasemsko značilnost, glavo in vrat ter najmanj ocen (561) za izdatnost hodov (pregl. 2). Najvišje povprečje je bilo pri ocenah za prednji del trupa, kjer je bila povprečna ocena 7,6 in najmanjše za lastnost zadnjih nog, kjer je bila povprečna ocena 6,7. Povprečje skupne ocene je bilo dobrih 71 točk. Pri konjih haflinške pasme v Italiji so se povprečne vrednosti ocen gibale med 4,5 in 5,5 (Samoré in sod., 1997), kar bi lahko

Preglednica 2: Opisna statistika ocen za lastnosti zunanosti
Table 2: Descriptive statistics for estimated traits

	Št. ocen	Povprečje	Standardni odklon	Modus	Minimum	Maksimum
Skupna ocena	561	71,4	4,72	69	58	87
Pasemska značilnost	600	7,3	0,70	7	6	10
Glava	600	7,2	0,82	7	5	9
Vrat	600	7,3	0,77	7	6	9
Prednji del trupa	599	7,6	0,68	8	5	9
Srednji del trupa	599	7,1	0,74	7	5	9
Zadnji del trupa	599	7,3	0,67	7	5	9
Prednje noge	598	6,8	0,92	7	4	9
Zadnje noge	598	6,7	0,73	7	4	9
Pravilnost hodov	574	6,9	0,80	7	4	9
Izdatnost hodov	561	7,4	0,77	7	5	10



Slika 2: Porazdelitev živali v kakovostne razrede ločeno po spolu.
Figure 2: Animals in classes by gender.

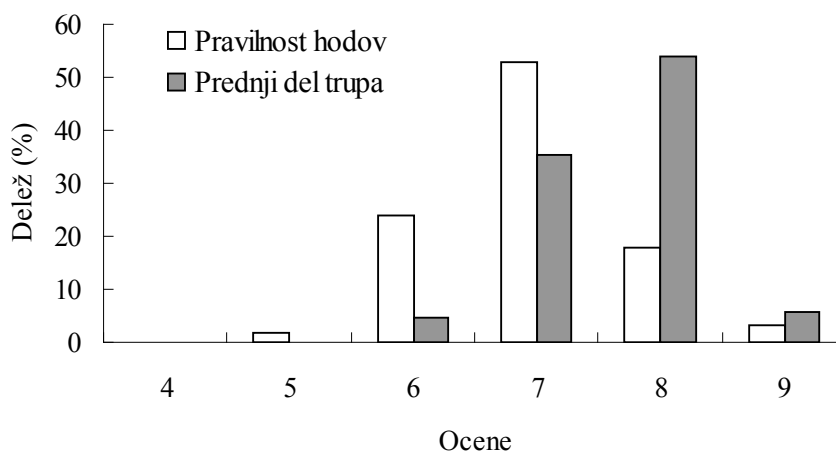
pripisali večjemu številu ocenjenih živali in uporabi celotne skale za ocenjevanje. Med posameznimi lastnostmi je največji standardni odklon v našem primeru imela ocena prednjih nog (0,9) in najmanjši standardni odklon ocena prednjega dela trupa (0,7). Standardni odkloni so bili v raziskavi, ki so jo opravili Samoré in sod. (1997), med 0,9 za poslušnost in 2,0 za barvo grive. Standardni odkloni v našem primeru pri nobeni posamezni lastnosti ne dosežejo pričakovane vrednosti, ki znaša 1,66. Modus za vse ocenjene lastnosti, z izjemo ocen za prednji del trupa, je znašal 7 (pregl. 2).

Razpon ocen na ocenjevalni skali je od 1 do 10, vendar v praksi vidimo, da je bila najmanjša podeljena ocena 4 (pregl. 2) pri oceni nog in hodov. Od vseh 5928 dode-

ljenih ocen v naši raziskavi je bila najbolj pogosta ocena 7, uporabljena 2921-krat, kar predstavlja polovico vseh podeljenih ocen. Razpon med ocenami za lastnosti je bil največ šest točk.

Na podlagi skupne ocene se konji razvrstijo v kakovostne razrede. Nobena žival v našem poskusu ni preseгла 87 točk, zato je 1a razred v našem primeru prazen, saj je zanj potrebnih 90 točk in več (slika 2). Večina živali je bila razvrščena med +3a in +2b kakovostnim razredom. V najslabši razred 3b je bilo razvrščenih 45 živali (7,5 %).

Podatki, ki smo jih obdelali, nakazujejo možnost, da je bila prva odbira opravljena pred ocenjevanjem. Odbiro opravijo že sami rejci, ki konje s slabšimi lastnostmi ne pripeljejo na ocenjevanje. Porazdelitve ocen za posame-



Slika 3: Porazdelitev ocen za lastnosti pravilnost hodov in prednji del trupa.
Figure 3: Distribution of accuracy of walk and the front of body.

Preglednica 3: Opisna statistika za izmerjene lastnosti**Table 3:** Descriptive statistics for measured traits

	Št. meritev	Povprečje	Standardni odklon	Minimum	Maksimum
Višina vihra – palica (cm)	593	139,34	3,21	132	152
Višina vihra – trak (cm)	592	150,20	4,27	140	167
Obseg prsi (cm)	593	177,24	8,56	152	218
Globina prsi (cm)	451	65,29	2,74	50	72
Širina prsi (cm)	454	41,96	3,67	30	64
Obseg piščali (cm)	586	19,31	0,93	17	22
Višina križa (cm)	455	140,67	4,71	131	151
Širina križa (cm)	450	52,75	3,23	34	88
Dolžina trupa (cm)	450	150,82	5,41	135	169

zne lastnosti naj bi bile simetrične. Ocene za pravilnost hodov so v primerjavi z ostalimi lastnostmi porazdeljene dokaj simetrično (slika 3). Zajete so ocene od 4 do 10, najpogostejša vrednost pa je 7. Za primerjavo prikazujemo še porazdelitev ocen za prednji del trupa, kjer so bile uporabljene le štiri ocene na intervalu od 5 do 9 z najpogostejšo oceno 8. Opisna skala je naravnana tako, da olajša odbiro, ni pa najbolj primerna za obdelavo podatkov.

Pri konjih haflinške pasme v Sloveniji (pregl. 3) je bilo največ meritev (593) opravljenih za višino vihra, merjeno z merilno palico, ter obseg prsi in najmanj (450) za dolžino trupa in širino križa. V povprečju je bila višina vihra, merjena s palico, 139,3 cm s standardnim odklonom 3,2 cm. Meritev vihra s trakom je bila za 10,9 cm

višja. V povprečju bi se lahko vse živali vpisale v splošno rodovniško knjigo, kjer je pogoj minimalna višina vihra merjena s palico 138 cm. Živali, ki so imele višino vihra nižjo od 136 cm, niso zadostile pogojem za vpis v evidenčno knjigo. Višina križa je bila v povprečju za 1,33 cm višja kot višina vihra, merjena s palico.

Obseg piščali je bil v povprečju 19,31 cm in obseg prsi 177,24 cm, kjer je bil tudi največji standardni odklon, ki je znašal 8,56 cm. Variabilnost merjenih živali je bila majhna. Kadar je majhna variabilnost posledica predhodne odbire, otežuje selekcijsko delo in zmanjšuje učinkovitost rejskega dela.

Preglednica 4: Ocena heritabilitet (diagonala), kovarianc (nad diagonalo) za aditivni genetski vpliv, genetske korelacije (pod diagonalo) ter ocena fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za ocenjene lastnosti**Table 4:** Estimates of heritability (diagonal) covariance (above diagonal) for additive genetic effects, genetic correlations (below diagonal) and phenotypic variance estimate (last column) for the evaluated traits

	S	PZ	GL	VR	PDT	SDT	ZDT	PN	ZN	PH	IH	Fenotip. var.
S	0,64	1,55	-0,10	1,53	1,33	1,07	2,26	1,86	1,74	2,01	2,23	24,27
PZ	0,53	0,68	-0,12	0,24	0,14	0,11	0,30	0,00	0,11	0,05	0,16	0,82
GL	-0,03	-0,21	0,78	-0,09	-0,05	0,12	-0,03	-0,09	-0,16	-0,15	-0,11	0,73
VR	0,65	0,51	-0,18	0,52	0,23	0,21	0,20	-0,04	0,13	0,07	0,20	0,76
PDT	0,81	0,45	-0,15	0,87	0,40	0,13	0,17	0,08	0,13	0,14	0,20	0,44
SDT	0,42	0,22	0,25	0,52	0,49	0,61	0,06	-0,09	-0,05	-0,02	0,17	0,68
ZDT	0,92	0,65	-0,07	0,51	0,65	0,16	0,53	0,31	0,29	0,29	0,27	0,73
PN	0,63	0,00	-0,16	-0,08	0,24	-0,18	0,66	0,52	0,39	0,47	0,25	1,08
ZN	0,67	0,22	-0,32	0,29	0,47	-0,11	0,72	0,79	0,65	0,34	0,14	0,66
PH	0,75	0,11	-0,29	0,16	0,78	-0,04	0,69	0,91	0,77	0,62	0,34	0,74
IH	0,74	0,28	-0,19	0,42	0,63	0,36	0,57	0,44	0,27	0,65	0,53	1,09

S – skupna ocena, PZ – pasemska značilnost, GL – glava, VR – vrat, PDT – prednji del trupa, SDT – srednji del trupa, ZDT – zadnji del trupa, PN – prednje noge, ZN – zadnje noge, PH – pravilnost hodov, IH – izdatnost hodov

3.2 OCENE (KO)VARIANC ZA LASTNOSTI ZUNANJOSTI

3.2.1 OCENJENE LASTNOSTI

V analizo parametrov disperzije smo zajeli vse ocenjene lastnosti. Fenotipske variance so se gibale med 0,44 in 1,09 z izjemo skupne ocene, kjer je fenotipska varianca 24,27 (pregl. 4). Genetska varianca je bila pričakovano največja (15,63) pri seštevku ocen. Pri posameznih lastnostih je najmanjša genetska varianca (0,14) bila pri oceni za srednji del trupa. Aditivne genetske variance so Albertsdóttir in sod. (2007) v raziskavi, kjer so ocenjevali genetske parametre za lastnosti zunanosti in rezultate tekmovanj pri islandskih konjih, ocenili med 0,06 in 0,94. Od primerljivih lastnosti imajo najvišje (0,11) ocenjeno varianco za aditivni genetski vpliv lastnosti kakovosti nog (v našem poskusu je bila ocenjena nad 0,40) in najnižje (0,06) ocenjeno stojo nog. Aditivno genetsko varianco za glavo in vrat so ocenili na 0,07 ter za zadnji del trupa 0,08, kar je precej manj, kot je bilo v našem primeru. Razlike v ocenah genetskih varianc so lahko posledica razlik v pasmi in različnih ocenjevalnih skal.

Heritabilitete pri haflinških konjih v Sloveniji so se gibale med 0,40 za prednji del trupa in 0,78 za oceno glave (pregl. 4). V primerjavi z našimi rezultati so nižje heritabilitete za lastnosti zunanosti ocenili pri konjih haflinške pasme v Italiji (Samoré in sod., 1997). Za lastnost vratu so heritabiliteto izvednotili na 0,04 in za lastnosti nog med 0,10 in 0,17. Pri nizozemskih toplokrvnih konjih (Koenen in sod., 1995), kjer je skala z ocenami od 0 do 40, so bile heritabilitete za ocenjene lastnosti med 0,09 in 0,28. Pri šetlandskih ponijih (van Bergen Henk in van Arendonk, 1993) so heritabiliteto za izdatnost hoda oce-

nilni na 0,35 (pri nas 0,53) in za zadnje noge 0,07 (pri nas 0,65). Pri islandskih konjih (Albertsdóttir in sod., 2007) so za lastnosti glave, nog in hoje podali nekoliko nižje rezultate. Heritabiliteto za prednji del trupa pri populaciji vlečnih konj na Nizozemskem so Druml in sod. (2008) ocenili na 0,16, v našem primeru smo jo na 0,40. Suontama in sod. (2009) so heritabiliteto za lastnosti nog ocenili na 0,13 in za lastnosti gibanja 0,17.

Genetske korelacije so bile v večini pozitivne. Negativne korelacije smo izračunali med oceno za glavo in ostalimi lastnostmi. Genetska korelacija med prednjimi in zadnjimi nogami je ocenjena na kar 0,79. Genetsko korelacijo med prednjimi in zadnjimi nogami so Samoré in sod. (1997) ocenili na 0,06. Najvišjo genetsko korelacijo smo ocenili na 0,92 med skupno oceno in zadnjim delom trupa. Samoré in sod. (1997) so močne genetske korelacije ocenili med lastnostmi vratu (0,94) in med posameznimi lastnostmi glave (0,99). Višje ocenjene genetske korelacije so bile tudi pri nizozemskih konjih (Koenen in sod., 1995). Šibko genetsko korelacijo (0,07) so Druml in sod. (2008) ocenili med glavo in pravilnostjo hodov. Do razlik med ocenami parametrov disperzije lahko prihaja zaradi različnih pasem, zaradi postopka ocenjevanja in ocenjevalne skale. Največjo težavo pri primerjavi predstavlja opisna skala, ki se uporablja pri ocenjevanju konj v Sloveniji. V tujini se za ocenjevanje konj uporabljajo linearne skale.

3.2.2 PARAMETRI DISPERZIJE ZA IZMERJENE LASTNOSTI

Fenotipske variance so bile med 18,06 cm² za višino vihra, merjeno s palico, in 0,76 cm² za obseg piščali (pre-

Preglednica 5: Ocena heritabilitet (diagonala), kovarianc (nad diagonalo) za aditivni genetski vpliv, genetske korelacije (pod diagonalo) ter ocena fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za izmerjene lastnosti

Table 5: Estimates of heritability (diagonal) covariance (above diagonal) for additive genetic effects, genetic correlations (below diagonal) and phenotypic variance estimate (last column) for the measured traits

	VVT	VVP	GP	ŠP	OP	OPI	VK	ŠK	DT	Fenotip. var.
VVT	0,57	7,17	6,39	2,67	2,63	0,80	4,92	1,86	5,44	8,90
VVP	0,95	0,62	10,50	3,55	4,45	1,10	7,54	3,59	8,37	18,06
GP	0,73	0,81	0,20	4,48	5,08	1,23	6,69	5,38	8,64	7,70
ŠP	0,68	0,61	0,66	0,43	1,50	0,50	1,98	1,39	3,39	7,08
OP	0,62	0,70	0,69	0,46	0,29	0,39	2,42	2,41	2,31	12,55
OPI	0,72	0,67	0,65	0,59	0,42	0,32	0,76	0,46	1,22	0,76
VK	0,92	0,94	0,72	0,48	0,54	0,65	0,51	2,08	5,92	11,09
ŠK	0,53	0,68	0,89	0,51	0,81	0,59	0,56	0,24	3,04	10,38
DT	0,74	0,77	0,68	0,60	0,38	0,76	0,76	0,60	0,36	11,99

VVT – višina vihra, merjena s trakom, VVP – višina vihra, merjena s palico, GP – globina prsi, ŠP – širina prsi, OP – obseg prsi, OPI – obseg piščali, VK – višina križa, ŠK – širina križa, DT – dolžina trupa

gl. 5). Genetske variance pri izmerjenih lastnostih so bile ocenjene dokaj majhne (pregl. 5). Genetska varianca za višino vihra, merjeno s palico, je bila ocenjena na 11,23 cm², za dolžino trupa 10,58 cm² in za globino prsi na 15,08 cm². Najnižja genetska varianca je bila pri obsegu piščali, kjer je bila ocenjena na 0,24 cm². Genetske variance za merjene lastnosti so ocenjevali na nizozemskih toplokrvnih konjih (Dolvik in Klemetsdal, 1999). Za višino vihra, merjeno s trakom, sta variance ocenila na 12,25 cm² in za obseg piščali 0,38 cm².

Za izmerjene lastnosti so ocene heritabilitet prese-gale 0,20 (pregl. 5). Heritabilitete so bile visoke za višino vihra, merjeno s palico (0,62) ali trakom (0,57) ter višino vihra (0,51). Najnižjo (0,20) heritabiliteto je imela v našem primeru globina prsi. Pri norveških hladnokrvnih konjih (Dolvik in Klemetsdal, 1999) je bila heritabiliteta za višino vihra, merjeno s palico, ocenjena na 0,73, pri islandskih konjih na 0,67 (Albertsdóttir in sod., 2007) in pri andaluzijskih konjih v Španiji na 0,50 (Molina in sod., 1999) oziroma 0,60 (Gómez in sod., 2009). Primerljiva je bila ocena heritabilitete za višino vihra, merjeno s palico, pri konjih panteneiro pasme v Braziliji, ki je bila ocenje-na na 0,61 (Miserani in sod., 2002).

Pri konjih panteneiro pasme v Braziliji (Miserani in sod., 2002) je bila heritabiliteta za širino prsi ocenjena na 0,51, v Španiji pri andaluzijskih konjih (Molina in sod., 1999) na 0,56 oziroma 0,42 (Gómez in sod., 2009) in v našem primeru na 0,43. Na andaluzijskih konjih v Španiji (Molina in sod., 1999; Gómez in sod., 2009) so herita-biliteto za dolžino trupa ocenili na 0,72 oziroma 0,49 (v našem poskusu 0,36) in za obseg piščali na 0,35 oziroma 0,51. Ocene raziskav v Španiji so primerljive z ocenami za populacijo haflinških konj pri nas. Višje ocenjene heri-tabilitete za lastnosti dolžine trupa (0,72) in obseg piščali (0,53) so imeli tudi andaluzijski konji v Španiji (Miserani in sod., 2002).

Vse genetske korelacije so bile v našem primeru po-zitivne in ocenjene med 0,38 in 0,95. Genetske korelacije lahko ocenimo kot močne. Visoke genetske korelacije so bile predvsem med višinama vihra in višino križa. Po-dobne rezultate so dobili Suontama in sod. (2009) pri finskih kasačih, kjer je bila genetska korelacija med viši-no vihra in višino križa ocenjena na 0,98 ter med višino vihra in dolžino trupa na 0,84. Molina in sod. (1999) so genetske korelacije ocenili med 0,20 in 0,60.

4 SKLEPI

V raziskavi smo proučevali lastnosti zunanosti pri konjih haflinške pasme v Sloveniji in analizirali podatke, ki so bili zajeti v obdobju zadnjih 19 let. Povprečna starost živali je bila 3,82 leta. Vse ocenjene in/ali izmerjene

živali so imele znanega vsaj enega starša in poreklo je bili sestavljeno iz 8 generacij. Najnižja podeljena ocena za la-stnosti zunanosti je bila 4 in maksimalna 10. Povprečje za skupno oceno je bilo 71,7 točk. Nobena žival se ni uvr-ščala v najboljši 1a kakovostni razred.

Razvili smo enostaven model z enim sistematskim in enim naključnim vplivom. Podatki niso omogoča-li proučevanja drugih vplivov, kot so spol in starost. V statistični model bi bilo potrebno vključiti več sistematskih vplivov, ki pa morajo biti znani pri večini živali. Za vključitev vplivov bi bilo potrebno izboljšati kakovost podatkov.

Naši rezultati so primerljivi z nekaterimi raziskava-mi, ki so jih opravili na haflinških konjih v Italiji in na nizozemskih toplokrvnih konjih. Najnižja heritabiliteta (0,20) je bila ocenjena za globino prsi in najvišja (0,78) za oceno pasemske značilnosti. Za lažjo primerjavo in na-tančnejše ocene parametrov disperzije bi bilo potrebno v analize vključiti več podatkov, uporabljati bi bilo po-trebno celotno ocenjevalno skalo ter ocenjevati oziroma meriti bi bilo potrebno večji delež živali v populaciji, tudi nezaželene. Vredno bi bilo razmisliti tudi o linearni oce-njevalni skali.

5 VIRI

- Albertsdóttir E., Eriksson S., Näsholm A., Strandberg E., Árnason T. 2007. Genetic correlations between competition traits and traits scored at breeding field-test in Icelandic horses. *Livest. Sci.*, 114, 2: 181–187
- Arnason T. 1996. Selection criterion for increased long-term response in Nordic-trotters. V: *Book of Abstracts of the 47th Annual Meeting of the European Association for Animal Production*, Lillehammer. Wageningen, Wageningen Academic Publishers
- Arnason T., Van Vleck L.D. 2000. Genetic improvement of the horse. Chapter 17th. V: *The genetics of the horse*. Bowling A.T., Ruvinsky A. (eds.). London, CABI Publishnig: 473–497
- Dolvik N., Klemetsdal G. 1999. Conformational traits of Norwegian cold-blooded trotters: Heritability and the relationship with performance. *Acta Agric. Scand. Sect. A Anim. Sci.*, 49: 156–162
- Druml T., Baumung R., Sölkner J. 2008. Morphological analysis and effect of selection for conformation in the Noriker draught horse population. *Livest. Sci.*, 115: 118–128
- Gómez M.D., Valera M., Molina A., Gutiérrez J.P., Goyache F. 2009. Assessment of inbreeding depression for body measurements in Spanish Purebred (Andalusian) horses. *Livest. Sci.*, 122: 149–155
- Groeneveld E., Kovač M., Wang T. 1990. PEST, a general purpose BLUP package for multivariate prediction and estimation. V: *4th World Congress on Genetics Applied to Live-stock Production*, Edinburgh, 23–27 July 1990. Edinburgh, The East of Scotland College of Agriculture, 13: 488–491

- Hayes J.F., Hill W.G. 1981. Modification of estimates of parameters in the construction of genetic selection indexes ('Bending'). *Biometrics*, 37: 483–493
- Huganson K. 1994. Breeding of Icelandic toelter horse. *Livest. Prod. Sci.*, 40, 1: 21–29
- Jorjani H., Klei L., Emanuelson U. 2003. A simple method for weighted bending of genetic (co)variance matrices. *J. Dairy Sci.*, 86, 2: 677–679
- Koenen E., van Veldhuizen A.E., Brascamp E.W. 1995. Genetic parameters of linear scored conformation traits and their relation to dressage and show-jumping performance in the Dutch warmblood riding horses population. *Livest. Prod. Sci.*, 43, 1: 85–94
- Kovač M., Groeneveld E., García-Cortés L.A. 2002. VCE-5, a package for the estimation of dispersion parameters. V: Proceedings of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Montpellier, 19–23 Aug. 2002. Castanet-Tolosan, INRA, 33: 741–742
- Langlois B., Blouin C. 2004. Practical efficiency of breeding value estimations based on annual earnings of horses for jumping, trotting and galloping races in France. *Livest. Prod. Sci.*, 87, 2–3: 99–107
- Langlois B., Vrijenhoek T. 2004. Qualification status and estimation of breeding value in French trotters. *Livest. Prod. Sci.*, 89, 2–3: 187–194
- Miserani M.G., McManus C., Santos S.A., Silva J.A., Mariante A.S., Abreu U.G.P., Mazza M.C., Sereno J.R.B. 2002. Heritability estimates for biometric measures of the Pantaneiro horse. *Arch. Zootec.*, 51: 107–112
- Molina A., Valera M., Dos Santos R., Rodero A. 1999. Genetic parameters of morphofunctional traits in Andalusian horse. *Livest. Prod. Sci.*, 60, 2–3: 295–303
- Pravilnik o ohranjanju biotske raznovrstnosti v živinoreji. Ur.l. RS št. 90-4111/2004: 11001–11009
- Rus J. 1996. Preizkus delovne sposobnosti toplokrvnih kobil na tesni postaji Grad Prestranek. *Revija o konjih*, 7: 7–9
- Rus J. 2005. Rejski program za pasmo haflinški konj. Veterinarska fakulteta, Ljubljana
- Samoré A., Pagnacco G., Miglior F. 1997. Genetic parameters and breeding values for linear type traits in the Haflinger horse. *Livest. Prod. Sci.*, 52: 105–111
- SAS Inst. Inc. 2001. The SAS System for Windows, Release 8.02. Cary, NC
- Sobczykinska M., Kownacki M. 1996. Genetic trends in the breeding of Arabian horses. V: Book of Abstracts of the 47th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Lillehammer. Wageningen, Wageningen Academic Publishers
- Suontama M., Saastamoinen M.T., Ojala M. 2009. Estimates of non-genetic effect and genetic parameters for body measures and subjectively scored traits in Finnhorse trotters. *Livest. Sci.*, 124: 205–209
- van Bergen Henk M., van Arendonk J. 1993. Genetic parameters for linear type traits in Shetland ponies. *Livest. Prod. Sci.*, 36: 273–284
- Viliani S. 2008. The Haflinger horse in its country of origin. Haflinger Italija. http://www.haflinger.it/frames/3_haflinger_e.html (1. sep. 2008).